

지반구조물 유한요소망 작성

Part 1 AIG

Part 2 GEN-3D

Part 3 PRESMAP-GP

2007년 2월

지반구조물 유한요소망 작성

2007 년 2 월

Comtec Research
서울특별시 서초구 서초3동 1566-10
서진벤처빌딩 502호 우137-874
Tel : (02) 597-9824
Fax : (02) 597-9827
Web : www.ComtecResearch.co.kr
E-mail : info@ComtecResearch.co.kr

서론

지반구조물의 안정성 검토를 위해 유한요소법(Finite Element Method)에 의한 수치해석이 널리 사용되고 있다. 이와 같은 지반구조물 유한요소해석을 위해서는 먼저 지반을 포함한 구조물의 기하학적 물체를 나타내는 적절한 유한요소망(Finite Element Mesh)을 작성해야 한다. 유한요소망은 전처리 프로그램에 의해 작성되며 요소망을 정의하는 절점의 좌표(Nodal Coordinate), 경계조건(Boundary Condition), 요소의 종류(Element Type), 요소를 정의하는 절점번호(Element Index), 요소의 재료번호(Material Number)등을 포함한다.

특히 지반구조물 수치해석은 원지반 상태를 시점으로 절토, 성토, 구조물 축조 등의 시공 중의 안정성 검토도 요구되므로 유한요소망 작성시 시공순서도 고려되어야 한다. 주어진 문제의 특성에 맞지 않게 작성된 요소망이나 경계조건 등에 오류가 있는 요소망을 사용한 유한요소해석은 잘못된 해석결과를 초래하므로 요소망을 준비하는 단계에서 그래픽을 통한 철저한 검증이 요구된다.

여기서는 SMAP(Structure Medium Analysis Program)이 지원하는 전처리 프로그램 중에서 AIG, GEN-3D, PRESMAP-GP를 사용하여 터널, 터파기, 기초 등 지반구조물의 2,3차원 유한요소망 작성법을 예제를 통하여 상세히 설명하고자 한다. 여기에 수록된 예제들은 위에 언급한 각 전처리 프로그램의 주요기능과 사용법을 설명하기 위한 간단한 구조물로부터 실제 설계에 사용된 구조물과 이미 시공된 토목구조물 등을 포함하고 있어, 지반구조물의 유한요소망을 처음 작성하는 초보자는 물론 수치해석에 종사하는 실무자에게도 도움이 되리라 생각된다.

지반구조물 유한요소망 작성

Part 1 AIG

2007년 2월

1.1 AIG 란?	1
1.2 AIG 관련 Menu 및 주요기능 사용법	2
1.2.1 Program Menu	2
1.2.2 Working Directory	2
1.2.3 ADDRGN-2D Input	3
1.2.4 Base Mesh	4
1.2.5 AIG 창	5
1.2.5.1 Group Identify	6
1.2.5.2 MTYPE and Material Parameter	6
1.2.5.3 Line Options	7
1.2.5.4 Coordinate Constraint	7
1.2.5.5 Element Activity	8
1.2.5.6 PLTDS Plot	8
1.2.5.7 Local Orgin	8
1.2.5.8 Command Buttons	9
1.2.6 Segment	14
1.2.7 End Segment	15
1.2.8 유한요소망 자동생성하기	16
1.2.9 Mesh Plot 하기	17
1.2.10 PLOT-3D	18
1.2.10.1 PLOT-3D - View	18
1.2.10.2 PLOT-3D - Plot	21
1.2.10.3 PLOT-3D - Toolbar	23
1.2.11 PLTDS	24
1.2.11.1 PLTDS - View	24
1.2.11.2 PLTDS - Plot	25
1.2.11.3 PLTDS - Draw, Draw-Style, Node, Element	25
2.1 Ex_1 Arch 터널	26
2.1.1 AIG를 사용한 Arch 터널 Mesh 생성	29
2.1.1.1 AIG 실행하기	29
2.1.1.2 Base Mesh 작성하기	29
2.1.1.3 Mouse Pickup Method 선택하기	32
2.1.1.4 Arch 터널 ; Group 1 만들기	33
2.1.1.5 유한요소망 자동생성하기	39
2.1.1.6 Mesh Plot 하기	40
2.1.2 기존 AIG 파일 추가 및 수정하기	42
2.1.2.1 Rock Bolt 추가하기	43
2.1.2.2 Rock Bolt 길이 변경하기	47
2.1.2.3 Rock Bolt 삭제하기	50
2.1.2.4 Group 4 교체하기	52

2.1.3 ADDRGN.INP 파일보기	55
2.2 EX_2 NATM 터널	59
2.2.1 AIG를 사용한 개착식 터널 Mesh 생성	66
2.2.1.1 AIG 실행하기	66
2.2.1.2 Base Mesh 작성하기	66
2.2.1.3 지층 ; Group 1~4 만들기	69
2.2.1.4 Rock Bolts ; Group 5~15 만들기	75
2.2.1.5 터널 Lining ; Group 16 만들기	80
2.2.1.6 Shotcrete ; Group 17~19 만들기	88
2.2.1.7 Core ; Group 20~21 만들기	93
2.2.1.8 유한요소망 자동생성하기	99
2.2.1.9 Mesh Plot 하기	100
2.2.2 ADDRGN.INP 파일보기	106
2.2.3 Group.Mes 파일보기	117
2.2.4 Group.Man 파일보기	120
2.2.5 Group.Pos	126
2.3 EX_3 Excavation	127
2.3.1 AIG를 사용한 Excavation Mesh 생성	132
2.3.1.1 AIG 실행하기	132
2.3.1.2 Base Mesh 작성하기	132
2.3.1.3 지층 ; Group 1~3 만들기	135
2.3.1.4 Box 구조물 ; Group 4~6	141
2.3.1.5 SCE-Wall 및 Excavation ; Group 7~11	148
2.3.1.6 Anchor ; Group 12~17	156
2.3.1.7 유한요소망 자동생성하기	161
2.3.1.8 Mesh Plot 하기	162
2.3.2 ADDRGN.INP 파일보기	167
2.3.3 Group.Mes 파일보기	176
2.3.4 Group.Man 파일보기	179
2.3.5 Group.Pos	186
2.4 EX_4 Subway 터널	187
2.4.1 AIG를 사용한 Subway 터널 Mesh 생성	192
2.4.1.1 AIG 실행하기	192
2.4.1.2 Base Mesh 작성하기	192
2.4.1.3 지층 ; Group 1~5 만들기	195
2.4.1.4 Rock Bolts ; Group 6~7 만들기	201
2.4.1.5 터널 Lining, Core, Invert ; Group 8~10 만들기	206
2.4.1.6 유한요소망 자동생성하기	213

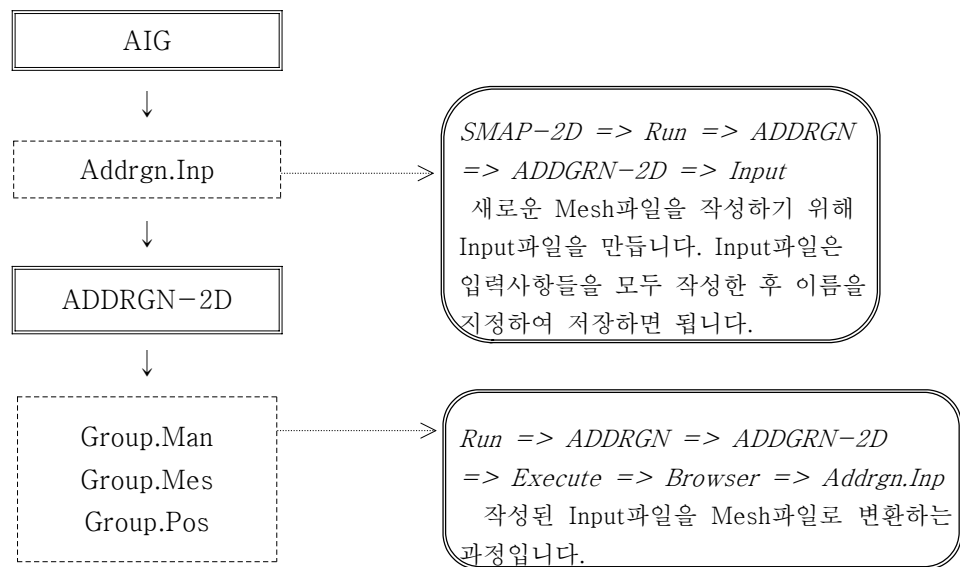
2.4.1.8	Mesh Plot 하기	214
2.4.2	ADDRGN.INP 파일보기	221
2.4.3	Group.Mes 파일보기	227
2.4.4	Group.Man 파일보기	230
2.4.5	Group.Pos	233
2.5	EX_5 Buried Pipe	234
2.5.1	AIG를 사용한 Buried Pipe Mesh 생성	238
2.5.1.1	AIG 실행하기	238
2.5.1.2	Base Mesh 작성하기	238
2.5.1.3	원지반, 굴착 ; Group 1~2 만들기	241
2.5.1.4	Bedding, Back Fill, Steel Pipe ; Group 3~5 만들	247
2.5.1.5	Lift ; Group 6~9	254
2.5.1.6	유한요소망 자동생성하기	260
2.5.1.7	Mesh Plot 하기	261
2.5.2	ADDRGN.INP 파일보기	266
2.5.3	Group.Mes 파일보기	272
2.5.4	Group.Man 파일보기	275
2.5.5	Group.Pos	283
2.6	EX_6 개착식 터널	284
2.6.1	AIG를 사용한 개착식 터널 Mesh 생성	298
2.6.1.1	AIG 실행하기	298
2.6.1.2	Base Mesh 작성하기	298
2.6.1.3	Group Summary	300
2.6.1.4	터널 Lining, 지층, Sheet Pile ; Group 1~6 만들기	302
2.6.1.5	Strut, Anchor ; Group 7~14 만들기	317
2.6.1.6	굴착 (Excavation) ; Group 15~25 만들기	326
2.6.1.7	Bedding, 뒷채움 ; Group 26~28 만들기	333
2.6.1.8	유한요소망 자동생성하기	344
2.6.1.9	Mesh Plot 하기	345
2.6.2	ADDRGN.INP 파일보기	351
2.6.3	Group.Mes 파일보기	365
2.6.4	Group.Man 파일보기	368
2.6.5	Group.Pos	377
2.7	EX_7 Sea Wall	378
2.7.1	AIG를 사용한 Sea Wall Mesh 생성	387
2.7.1.1	AIG 실행하기	387
2.7.1.2	Base Mesh 작성하기	387
2.7.1.3	지층 ; Group 1~4만들기	390

2.7.1.4 배면굴착 ; Group 5~7 만들기	396
2.7.1.5 Sheet Pile, Tie Rod ; Group 8~10 만들기	402
2.7.1.6 배면 뒤채움, 전면굴착 ; Group 11~15	407
2.7.1.7 유한요소망 자동생성하기	413
2.7.1.8 Mesh Plot 하기	414
2.7.2 ADDRGN.INP 파일보기	419
2.7.3 Group.Mes 파일보기	427
2.7.4 Group.Man 파일보기	430
2.7.5 Group.Pos	436
2.8 EX_8 Arch Warehouse	437
2.8.1 AIG를 사용한 Arch Warehouse 생성	440
2.8.1.1 AIG 실행하기	440
2.8.1.2 Base Mesh 작성하기	440
2.8.1.3 Soil Layer와 Above Ground ; Group 1~2 만들기	443
2.8.1.4 Foundations ; Group 3~4 만들기	450
2.8.1.5 Arch Frame ; Group 5 만들기	457
2.8.1.6 유한요소망 자동생성하기	463
2.8.1.7 Mesh Plot 하기	464
2.8.2 ADDRGN.INP 파일보기	468
2.8.3 Group.Mes 파일보기	472
2.8.4 Group.Man 파일보기	475
2.8.5 Group.Pos	478

1.1 AIG 란 ?

AIG는 ADDRGN-2D INPUT GUI의 약자로써 SMAP-2D의 ADDRGN-2D 기능 중 Mesh 생성기능을 위한 Input Data를 비주얼하고 쉽게 작성시켜주는 일종의 2차원 CAD 프로그램입니다. 따라서 AIG로 작성된 파일을 ADDRGN-2D의 Input Data로 사용하여 ADDRGN-2D 프로그램을 실행(Execute)하여야만 유한요소해석에 필요한 Mesh 파일을 구할 수 있습니다.

아래의 그림은 AIG 프로그램을 이용하여 Mesh파일을 작성하는 과정을 보여줍니다.



해당 파일을 Execute하면 GROUP.MAN , GROUP.MES , GROUP.POS 파일이 생성됩니다. GROUP.MAN은 SMAP-2D Main파일의 일부인 요소 추가/삭제 부분을 포함하고 있으며, GROUP.MES는 Mesh파일의 모든 Data를 포함하므로 별다른 수정 없이 이름만 변경하여 사용할 수 있고, GROUP.POS는 Post파일로 AIG 사용시 PLTDS/FEMAP부분의 입력사항을 클릭하였을 경우에만 해당 Plotting Data를 생성시켜줍니다.

1.2 AIG 관련 Menu 및 주요기능 사용법

1.2.1 Program Menu

AIG를 사용하기 위하여 바탕화면의 SMAP 아이콘을 클릭하여 *Program Menu* => *SMAP-2D*를 선택합니다.

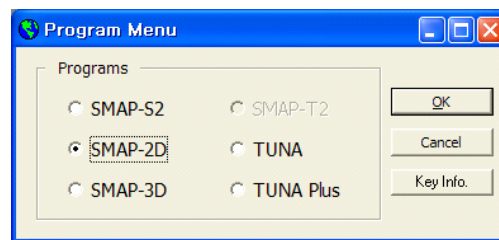


그림 1. Program Menu.

1.2.2 Working Directory

1. Disk drive를 선택해서 Directory를 선택합니다. 모든 Output 파일들은 지정된 Working Directory에 저장될 것입니다.
2. 작업파일이 저장될 폴더를 지정하여 차후의 관리를 용이하게 하기 위한 작업입니다.
3. 작업을 시작하기 전에 폴더 지정을 잘해두면 작업파일들의 정리가 쉬워집니다.
4. C:드라이브가 아닌 드라이브의 하부 Directory를 설정하여도 관계없습니다.
5. 원본폴더에 있는 예제파일을 수정하거나 학습할 때는 원본폴더내의 파일들이 손상되지 않도록 Input 폴더를 만들어 기존의 파일들을 복사하여 붙여 넣은 후에 프로그램을 실행시키면 됩니다.
6. 다른 Directory로 이동할 때는 *SETUP* => *General-Working Directory* => *Browser*창을 이용하여 변경하시면 됩니다.

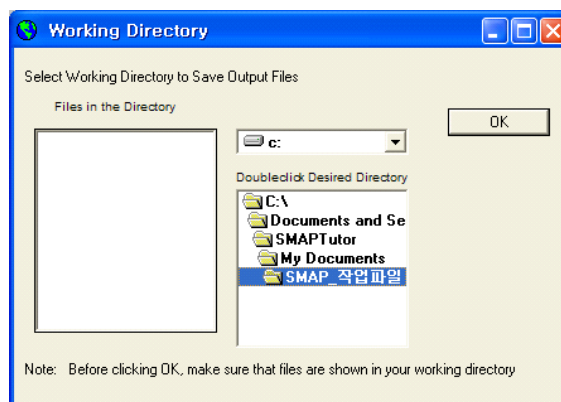


그림 2. Working Directory.

1.2.3 ADDRGN-2D Input

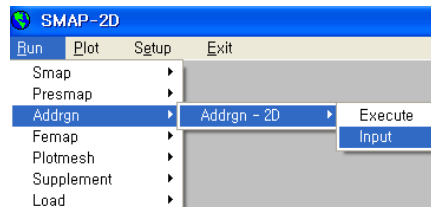


그림 3. ADDRGN-2D Input.

AIG를 이용하여 Input 파일을 만드는 과정으로 *Run => ADDRGN => ADDRGN-2D => Input*을 누릅니다. 아래와 같은 창이 뜨면 New를 선택한 후 OK를 누릅니다. 아래의 창에서 Old를 누르면 기존의 Input 파일을 찾아 수정, 보완하는 작업을 할 수 있습니다.

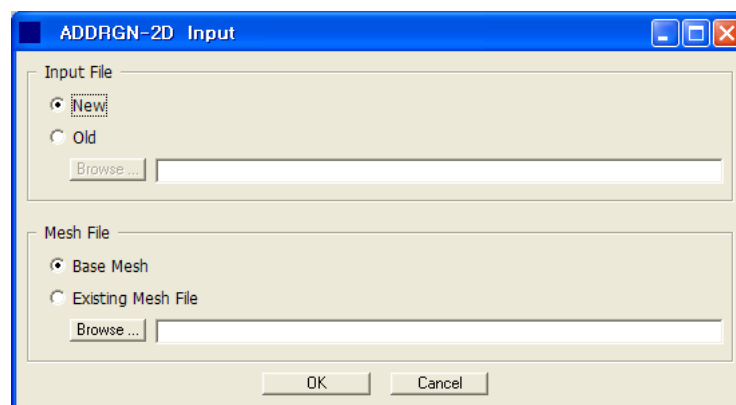


그림 4. Input 파일 만들기.

1.2.4 Base Mesh

Base Mesh

Horizontal Block
Horizontal blocks are defined from left to right.
Number of blocks in X direction: 1

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	0.10000E+03	0.50000E+00	0.5
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block
Vertical blocks are defined from top to bottom.
Number of blocks in Y direction: 1

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	0.10000E+03	0.50000E+00	0.5
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Boundary Condition

Left: 1 Roller, Top: 0 Free, Right: 1 Roller, Bottom: 1 Roller

Origin
Xo: 0.00000E+00, Yo: 0.00000E+00

Water Table
For total stress analysis, set Ywater lower than Yo. Ywater: 0.00000E+00

OK Description

그림 5 .Base Mesh.

1. Base Mesh는 해석영역과 기본 유한요소망의 크기를 정해줍니다.
2. Width, Height를 치수에 맞게 기입합니다.
3. Normalized Midpoint (AX, AY)는 Element의 간격을 설정해주는 것으로 0.3, -0.3, 0.5가 있습니다.
 - ◆ 0.3 : Mesh의 크기가 왼쪽에서 오른쪽으로, 위에서 아래로 증가.
 - ◆ -0.3 : Mesh의 크기가 오른쪽에서 왼쪽으로, 아래에서 위로 증가.
 - ◆ 0.5 : Mesh의 크기가 등 간격으로 나뉘짐.
4. Left, Right, Top, Bottom Boundary를 선택합니다. 2차원 평면변형 해석의 경우 Top을 제외한 경계조건은 대개 1(Roller)로 하며 Top은 0(Free)로 지정하여 줍니다.
5. Origin의 Xo, Yo에 원점의 좌표를 기입합니다.
6. Water Table에 지하수위를 기입합니다. 원점에 따라 좌표값이 달라지므로 원점 좌표를 고려하여 기입합니다. 유효응력해석이 아닌 전응력해석의 경우는 Water Table이 원점의 Yo보다 낮게 설정되어야 합니다.

1.2.5 AIG 창

그림 6의 AIG 창은 AIG를 사용하여 새로운 Group을 추가 하거나 기존 Group을 수정할 때 중추적 역할을 하며 편의상 다음과 같이 분리됩니다.

- Group Identify
- MTYPE and Material Parameter
- Line Options
- Coordinate Constraint
- Element Activity
- PLTDS Plot
- Local Origin
- Command Buttons

The AIG window is divided into several sections:

- Group Identity:** Includes fields for Group No., Segment No., and Title. Buttons for Edit Segment and Show Seg. No. are present.
- MTYPE and Material Parameter:** Features a dropdown menu for MTYPE, and input fields for MATNO, KF, MATold, MATNOj, KFj, THICj, LTP, LMAT, LTPi, LMATi, LTPo, and LMATo. Buttons for MTYPE, Description, Add new mesh, Hide, Line Options (Color, Type, Thickness), and Update Group are included.
- Coordinate Constraint:** Contains two radio buttons: Generated coordinates are movable (selected) and Generated coordinates are not movable. A Save button is also present.
- Element Activity:** Includes a table with columns NAC and NDAC, and rows for MATold, MATNO, MATNOj, LMAT, LMATi, and LMATo.
- PLTDS Plot:** Features checkboxes for Mesh, Principal Stress, Deformed Shape, Beam, Truss, Contour, and Reference Line.
- Local Origin:** Includes a checkbox for Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF), and input fields for XLO and YLO.
- Command Buttons:** A vertical stack of buttons on the right side: Replot, Group Editor, Segment Editor, Close, and Exit.

그림 6. AIG 창

1.2.5.1 Group Identify

Group No, Segment No, 그리고 Group의 Title을 입력하는 부분입니다. Group을 추가할 때에는 그에 관련된 Title을 입력하고 AIG 창의 기타 부분을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 Group의 Geometry를 만듭니다. 기존 Group을 수정할 때에는 Group No를 입력하면 그에 대한 세부사항이 자동으로 뜨게 되어 Group의 내용을 확인하거나 수정하기가 편리합니다.

1.2.5.2 MTYPE and Material Parameter

그림 7은 각 Group마다 선택할 수 있는 MTYPE의 종류와 설명을 보여줍니다. MTYPE은 Combo Box의 List에 해당 항목을 클릭하거나, **MTYPE** 버튼을 클릭한 후 MTYPE 창을 통하여 선택할 수 있습니다. 각 Group의 특성에 맞는 적절한 MTYPE의 선택은 AIG 사용시 가장 중요한 사항입니다. MTYPE이 선택되면 이와 관련된 입력사항이 AIG 창에 자동으로 Update됩니다.

MTYPE과 Material Parameter부분의 입력사항을 다음과 같이 요약하여 설명합니다.

MATNO : 연속체 (Continuum)요소의 재료번호입니다.
KF : 연속체 요소내의 간극수의 유/무를 나타냅니다.
KF = 0 : 간극수 있음
= 1 : 간극수 없음

MAT_{old} : MTYPE이 4나 -4인 경우 원지반 연속체 요소의 재료번호입니다.

Joint 요소를 수반하지 않을 경우

LTP : Line 요소 Type입니다.
LTP = 0 : Line 요소 없음
= 2 : Beam 요소
= 3 : Truss 요소

LMAT : Line 요소의 재료번호입니다.

Joint 요소를 수반하는 경우

MATNO_j : Joint 요소의 재료번호입니다. Joint는 얇은 두께 (THIC_j)를 가진 일종의 연속체 요소입니다.

KF _j	:	Joint 요소내의 간극수의 유/무를 나타냅니다. 상기 KF 내용을 참조 하십시오.
THIC _j	:	Joint 요소의 두께를 나타내며 주위 연속체 요소의 1/3 정도가 적당합니다. 화면에 표현하기 위한 가상의 두께이며, 실제 두께는 SMAP-2D Main파일의 재료 물성치 입력사항에 포함되어 있습니다.
LTP _i	:	안쪽의 Line 요소 Type입니다. 상기 LTP 내용을 참조하십시오.
LMAT _i	:	안쪽의 Line 요소 재료번호입니다.
LTP _o	:	바깥쪽의 Line 요소 Type입니다. 상기 LTP 내용을 참조 하십시오.
LMAT _o	:	바깥쪽의 Line 요소의 재료번호입니다.
☐ Add new mesh	:	MTYPE=3인 경우에만 사용되며 이 Check Box가 체크되면, 타 Group에 포함되지 않고, 독립적으로 존재하여 원지반 위에 새로운 Group을 만들 때 편리합니다.
☐ Hide	:	이 Check Box가 체크되면, 본 Group은 존재하나 AIG 화면상에는 나타나지 않습니다.

1.2.5.3 Line Options

한 Group의 Outline을 다른 Group과 구별하여 화면상에 보이기 위해 Line Option을 사용할 수 있습니다. Line Option에서 지원되는 사항은 그림 8에 보이는 Line Color, Line Type, Line Thickness입니다.

1.2.5.4 Coordinate Constraint

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성되는 본 Group과 관련된 유한요소망의 좌표가 타 Group에 의해 이동됨이 허용/불허용을 선택하는 사항입니다. 대부분의 경우 디폴트로 정한 허용 (Generated coordinates are movable)을 선택합니다.

1.2.5.5 Element Activity

SMAP-2D의 Main Input 파일 중 Card 그룹 8의 Element Activity 사항으로, 여기에 입력된 값은 차후 ADDRGN-2D 실행 (Execute) 후 Group.Man 파일에 저장됩니다.

NAC : 본 Group이 해석시 작용하는 Step No.
NDAC : 본 Group이 해석시 작용하지 않는(제거되는) Step No.

1.2.5.6 PLTDS Plot

여기에 체크되는 입력사항은 후처리 그래픽 프로그램 Plot-2D에 사용되며 차후 ADDRGN-2D 실행 (Execute) 후 Group.Pos 파일에 저장됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 모든 기능을 대체하므로 본 입력사항은 체크하지 않아도 됩니다.

1.2.5.7 Local Orgin

이미 만들어진 Group의 좌표를 원하는 위치로 이동하고자 할 때 사용됩니다.

1.2.5.8 Command Buttons

Command Button은 AIG창의 오른쪽에 아래와 같은 순서로 나타나 있습니다.

Edit Segment

추가될 Group의 Segment를 작성할 때나 기존 Group의 Segment를 수정할 때 사용됩니다.

Show Seg. No.

화면상에 Group No나 지정된 Group의 Segment No를 보여줄 때 사용됩니다. (그림 9 참조)

Update Group

현재 AIG 창에 떠있는 Group의 내용을 Update 할 때 사용됩니다.

Save

현재 AIG 창에 떠 있는 Group의 내용을 Update 함과 동시에 지금까지 작업한 모든 내용을 파일에 저장할 때 사용됩니다.

Replot

지금까지 Update 된 Group들의 Outline을 화면상에 보여 줄 때 사용됩니다.

Group Editor

Group을 삭제, 이동, 복사할 때 편리하게 사용됩니다. (그림 10 참조)

Segment Editor

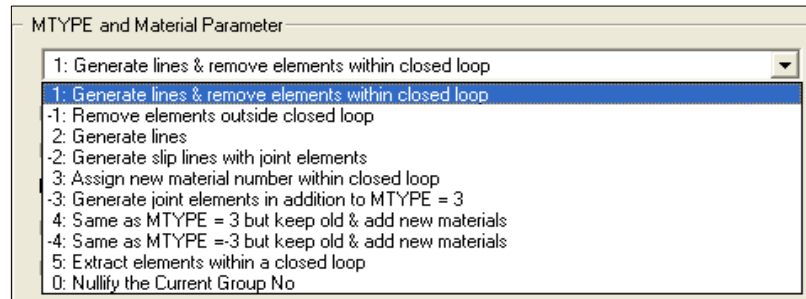
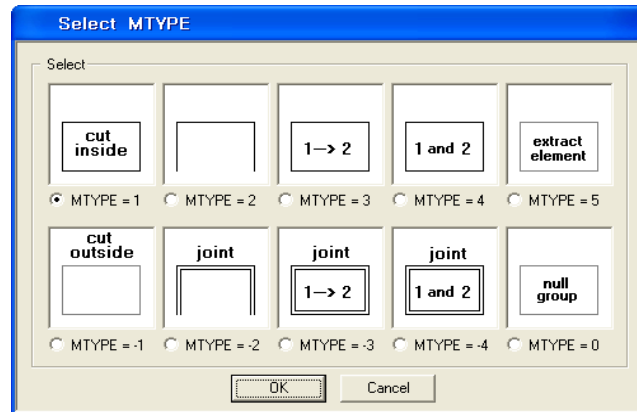
Segment를 추가, 수정할 때 사용되는 Text 편집기입니다. (그림 11참조)

Close

AIG 창을 닫을 때 사용됩니다.

Exit

AIG 작업을 종료할 때 사용됩니다. (그림 12참조)



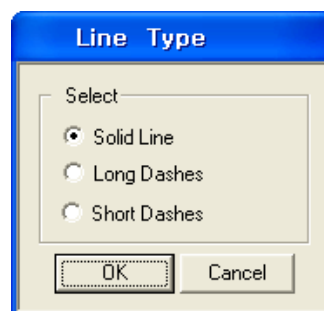
MTYPE	Description
1	폐쇄루프를 따라 Line 요소를 만들고 루프내의 요소를 제거합니다.
2	Line 요소를 만들며 Rock Bolt, Anchor, Strut등에 주로 이용됩니다.
3	폐쇄루프안의 원지반 재료번호가 새로 지정된 재료번호로 대체됩니다.
4	폐쇄루프안의 원지반 재료번호와 새로 지정된 재료번호가 공존합니다
5	임의의 Group을 지정한 후 그 안의 요소들의 정보를 따로 빼내기 위해 이용됩니다.
-1	우선시 되는 작업으로 Outline을 형성하여 폐쇄루프 밖의 모든 요소를 제거합니다. 예를 들어 수평하지 않은 지표면을 만드는데 사용됩니다.
-2	2중의 Line 요소를 만들어 자동으로 Joint요소가 추가됩니다.
-3	2중 Line 내의 Joint 요소로 이루어진 폐쇄루프안의 원지반 재료번호가 새로 지정된 재료번호로 대체됩니다.
-4	2중 Line 내의 Joint 요소로 이루어진 폐쇄루프안의 원지반 재료번호와 새로 지정된 재료번호가 공존합니다.
0	Group의 순서의 변경을 주지 않고 해당 Group만 없애는 기능을 합니다.

그림 7. MTYP

Line Color



Line Type



Line Thickness

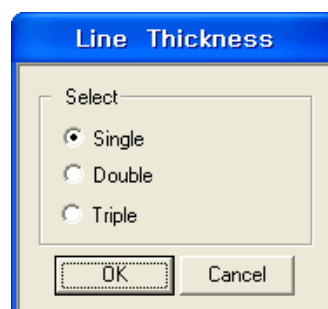
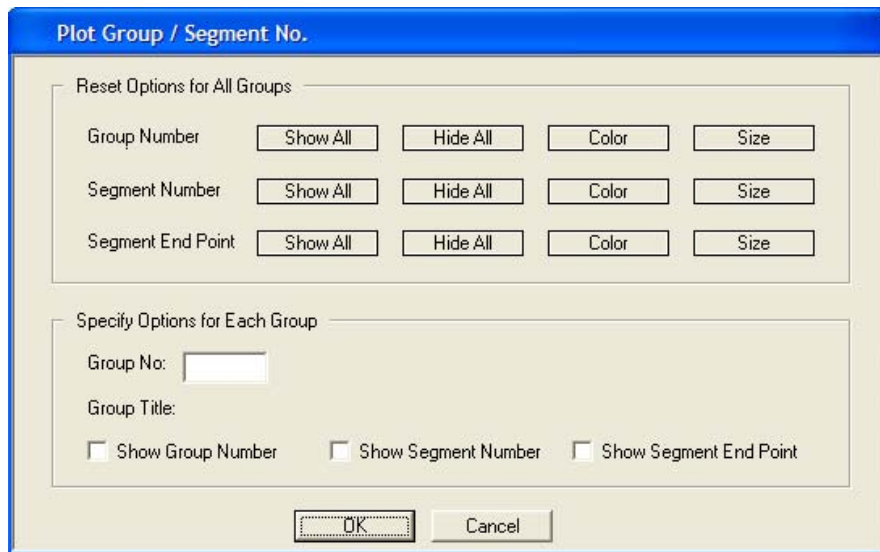


그림 8. Line Options



Plot Group / Segment No.

Reset Options for All Groups

Group Number	Show All	Hide All	Color	Size
Segment Number	Show All	Hide All	Color	Size
Segment End Point	Show All	Hide All	Color	Size

Specify Options for Each Group

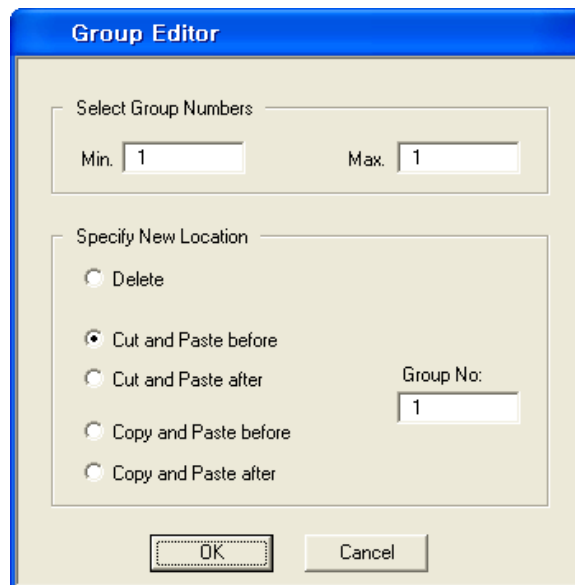
Group No:

Group Title:

☐ Show Group Number ☐ Show Segment Number ☐ Show Segment End Point

OK Cancel

그림 9. Plot Group / Segment No.



Group Editor

Select Group Numbers

Min. Max.

Specify New Location

☐ Delete

☒ Cut and Paste before

☐ Cut and Paste after

☐ Copy and Paste before

☐ Copy and Paste after

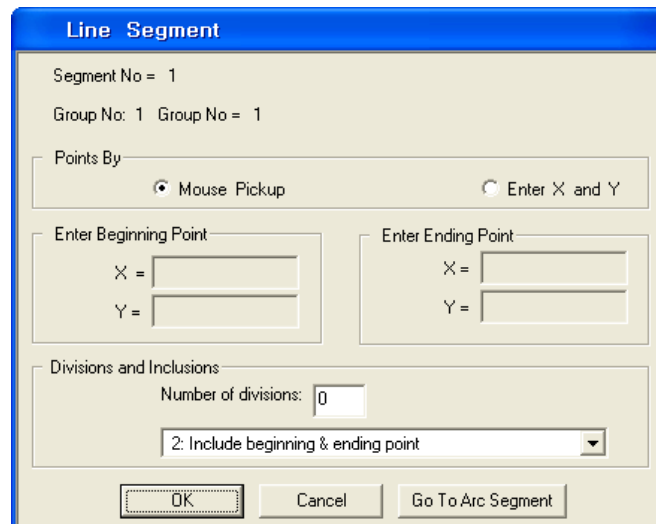
Group No:

OK Cancel

그림 10. Group Editor.

1.2.6 Segment

한 개 또는 여러 개의 Segment가 모여 Group을 이룹니다. Segment는 Line, Arc Segment가 있으며, 이를 도면상에 나타내는 방법으로는 직접 마우스를 이용하는 방법과 해당 좌표를 입력해서 나타내는 방법이 있습니다.



Line Segment

Segment No = 1
Group No: 1 Group No = 1

Points By
☒ Mouse Pickup ☐ Enter X and Y

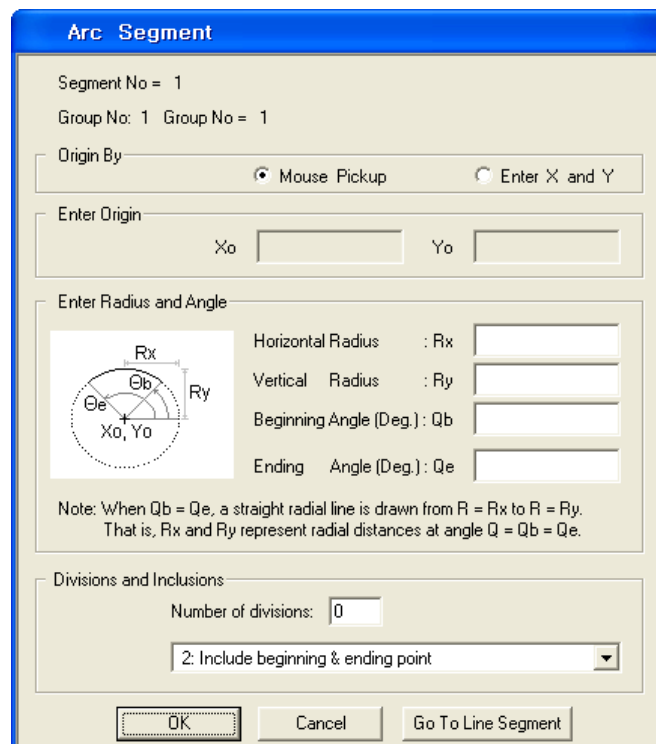
Enter Beginning Point
 X =
 Y =

Enter Ending Point
 X =
 Y =

Divisions and Inclusions
 Number of divisions:
 2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13. Line Segment.



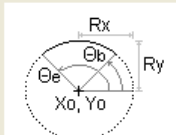
Arc Segment

Segment No = 1
Group No: 1 Group No = 1

Origin By
☒ Mouse Pickup ☐ Enter X and Y

Enter Origin
 Xo Yo

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx
 Vertical Radius : Ry
 Beginning Angle (Deg.): Qb
 Ending Angle (Deg.): Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

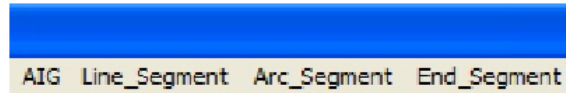
Divisions and Inclusions
 Number of divisions:
 2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 14. Arc Segment.

1.2.7 End Segment

한 개의 Group을 추가하기 위해 본 Group과 관련된 AIG 창의 입력사항을 마친 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 Line / Arc Segment를 사용하여 Group의 Geometry가 완성되면 반드시 End Segment 메뉴를 클릭하여 본 Group의 Segment 작업을 마무리해야 합니다.



1.2.8 유한요소망 자동생성하기

AIG에서 작성된 파일을 사용하여 유한요소망을 자동생성하기 위하여 *Execute => Browser* => *Input* 파일을 선택합니다.

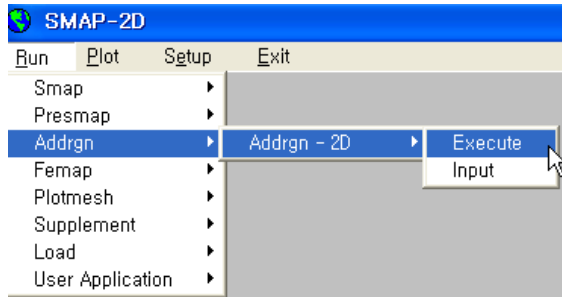


그림 15. Execute.

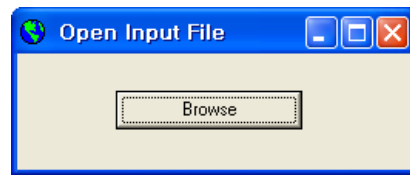


그림 16. Browser.

Mesh Plot Option을 선택한 후 OK를 클릭합니다. Mesh Plot Option은 Plot-2D 프로그램을 사용하여 생성된 유한요소망을 Plot하는 데 필요한 사항입니다. Plot-3D를 사용할 경우에는 “ No ”를 선택 후 OK버튼을 클릭합니다.

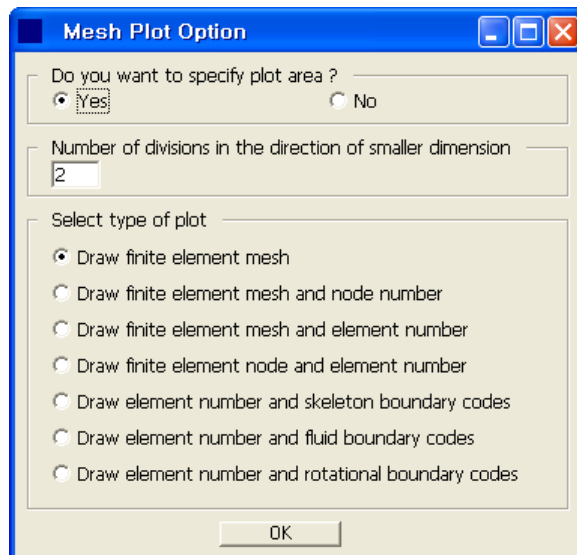


그림 17. Mesh Plot Option.

프로그램 실행이 끝나면 PRESMAP Mesh Plot Option에서 “Plot by PLOT_2D,3D”를 선택하여 해석결과를 확인합니다.

1.2.9 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 18과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

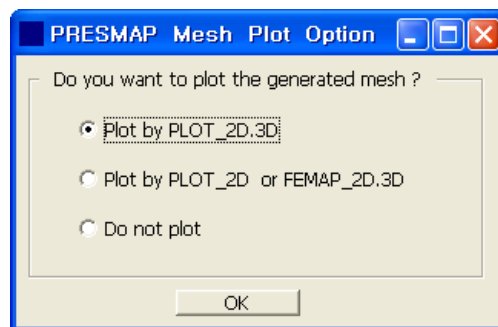


그림 18. PRESMAP Mesh Plot Option.

1.2.10 PLOT-3D

1.2.10.1 PLOT-3D - View.

PLOT-3D는 Plot Option의 Plot by PLOT_2D,3D. PLOT 보기 사항입니다. 프로그램 실행 후의 2·3차원 해석 결과나 Mesh파일을 볼 때 주로 쓰입니다.

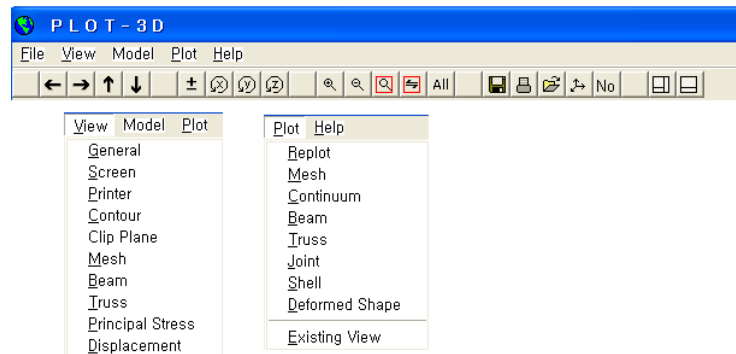


그림 19. PLOT-3D.

- General : View Option의 전반적인 사항들을 지정해 주는 기능입니다.
- Screen, Printer : Screen, Printer 설정을 위한 기능입니다.
- Contour : 화면에 출력되는 Mesh/해석결과 내용물의 색을 다르게 설정하여 보기위한 기능입니다. 직접 색을 선택할 수도 있고, 이미 Set되어 있는 Option을 택하여 볼 수도 있습니다.
- Clip Plane : 특정 좌표, Node, Element에서의 단면의 형상이나 재료를 확인하기 위해 쓰이는 기능으로 Mesh가 3차원으로 이루어졌을 때 주로 사용됩니다. 절단면의 형상을 보거나 숨길 수 있으며, 외곽선의 색도 지정할 수 있습니다.

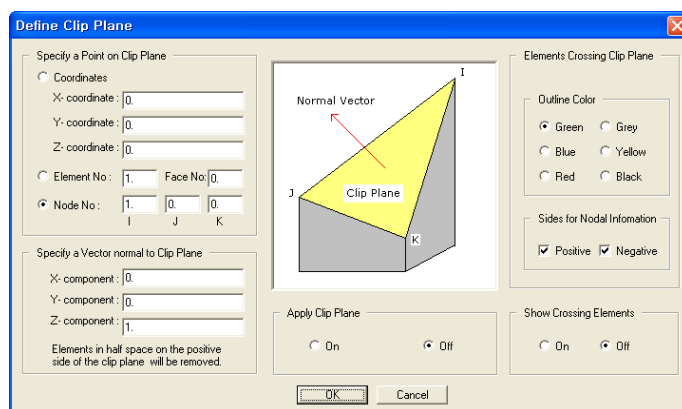


그림 20. Define Clip Plane.

- ◆ Mesh : Mesh에 대한 전반적인 선택사항으로 원하는 요소종류나 재료 번호만을 선택하여 볼 수도 있고, 색 보기 방식도 지정할 수 있습니다.

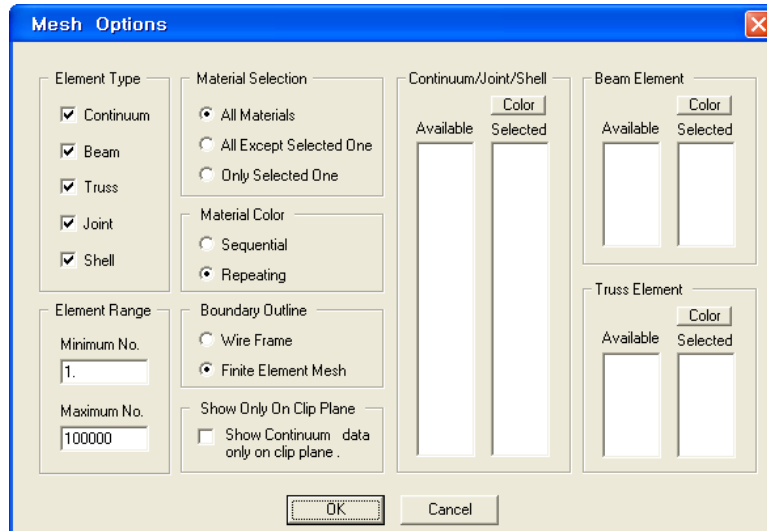


그림 21. Mesh Options.

- ◆ Beam, Truss : 도면상의 Beam, Truss 결과를 보기 위한 Option 사항입니다.
- ◆ Principal Stress : 연속체 요소나 Shell 요소의 주응력을 확인하는데 있어서 필요한 사항들을 설정합니다.

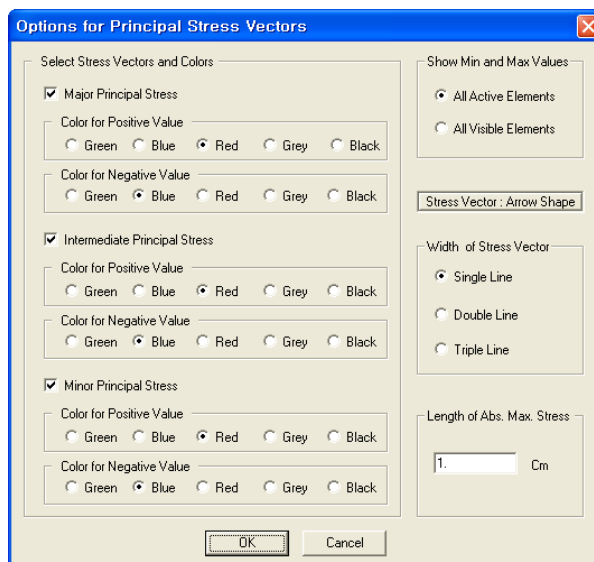


그림 22. Options for Principal Stress Vectors.

- ◆ Displacement : 변위를 확인하는데 필요한 여러 가지 사항들을 설정합니다.

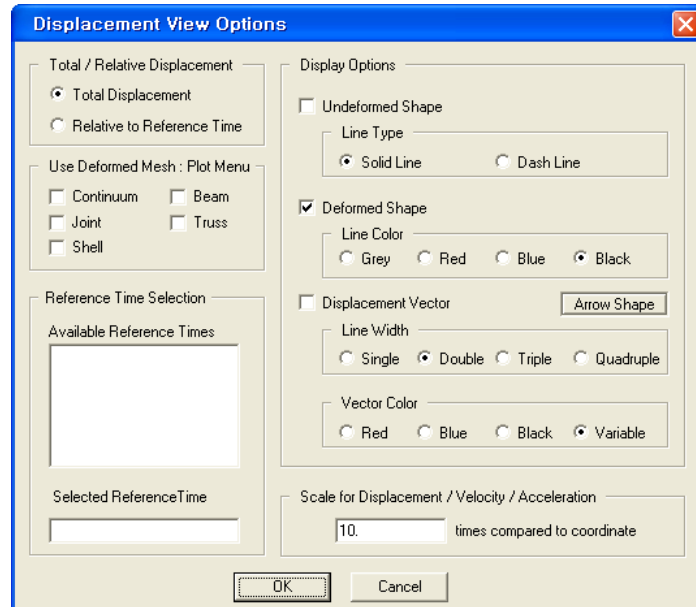


그림 23. Displacement View Options.

1.2.10.2 PLOT-3D - Plot.

- ◆ Replot : 프로그램 이용 도중 자동으로 Update 되지 않는 그림을 볼 때 이용합니다.
- ◆ Mesh : 프로그램 실행 후 원하는 Mesh Type을 선택합니다.

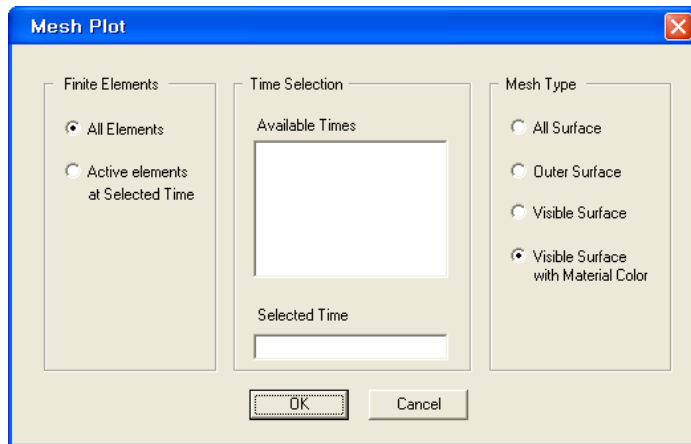


그림 24. Mesh Plot.

- ◆ Continuum, Beam, Truss, Joint, Shell :
프로그램 실행 후 각 요소들의 특정 시간, 특정 항목에 대한 결과를 확인할 수 있습니다.

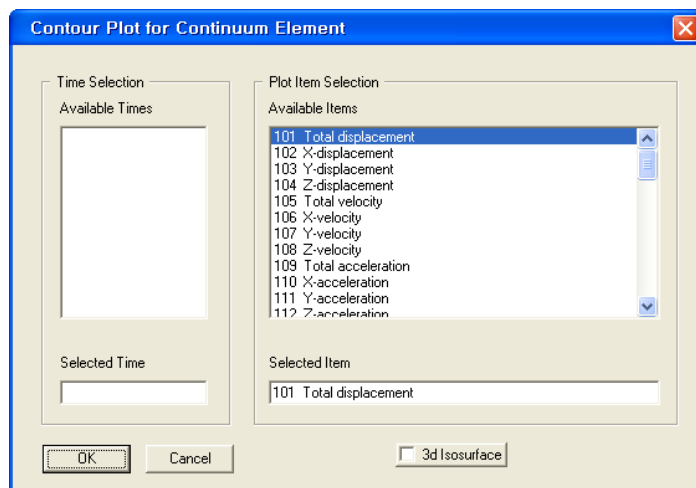


그림 25. Contour Plot for Continuum Element.

- ◆ Deformed Shape : 프로그램 실행 후 각 요소들의 특정 시간, 특정 항목에 대한 변위를 확인할 수 있습니다.

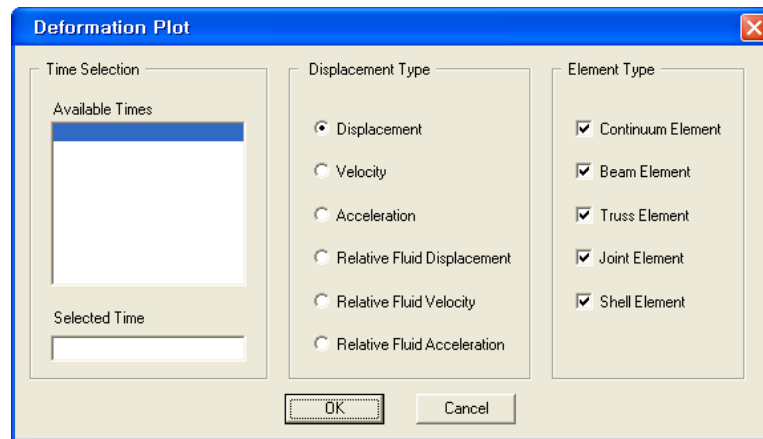
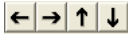
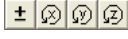
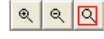


그림 26. Deformation Plot.

1.2.10.3 PLOT-3D - Toolbar.

1.  : Plotting된 도면의 방향을 움직여 보기 위한 기능입니다.
2.  : 도면을 x, y, z축으로 회전시켜 보는 기능으로 ±를 누르면 회전방향이 반대로 전환됩니다.
3.  : 도면을 확대, 축소해서 보는 기능이며, 선택한 부분만 확대하여 볼 수 있습니다.
4.  : 이전 PLOT 화면으로 돌아가는 기능입니다.
5.  : 완성된 Mesh 전체를 한눈에 볼 수 있는 기능입니다.
6.  : 현재 화면상에 Plotting 된 도면을 Text 파일 PlotView.dat에 저장합니다.
7.  : 현재 화면상에 Plotting된 도면을 프린트로 출력합니다.
8.  : Open할 Plotting 파일을 찾기 위한 기능입니다.
9.  : x, y, z 축을 쉽게 보기 위한 좌표축으로 누를 때마다 반시계 방향으로 이동합니다. 이 기능은 화면이 2등분으로 되었을 때만 가능합니다.
10.  : 한번 누를 때마다
Node Number -> Element Number ->
Node & Element Number -> Skeleton Boundary Code ->
Fluid Boundary Code -> Rotation Boundary Code ->
Slip Boundary Code -> Material Number ->
Material & Node Number
 순으로 바뀌게 됩니다. 정해진 순서와 상관없이 원하시는 No.를 보고 싶으시면 View -> General View Option -> Number를 선택하여 임의로 지정하시면 됩니다.
11.  : 화면이 3등분으로 되어 우측 창에 세부정보를 보여줍니다.
12.  : 화면이 좁아 도면상에 모두 들어오지 않을 때 화면 우측의 세부정보를 나타내는 창을 숨겨 화면을 2등분하여 넓게 보는 기능입니다.

1.2.11 PLTDS

1.2.11.1 PLTDS - View.

PLTDS는 Plot Option 사항 중 Plot by PLOT_2D에서의 사항입니다. 프로그램 실행 후의 결과나 2차원 Mesh 파일을 볼 때 주로 쓰입니다.

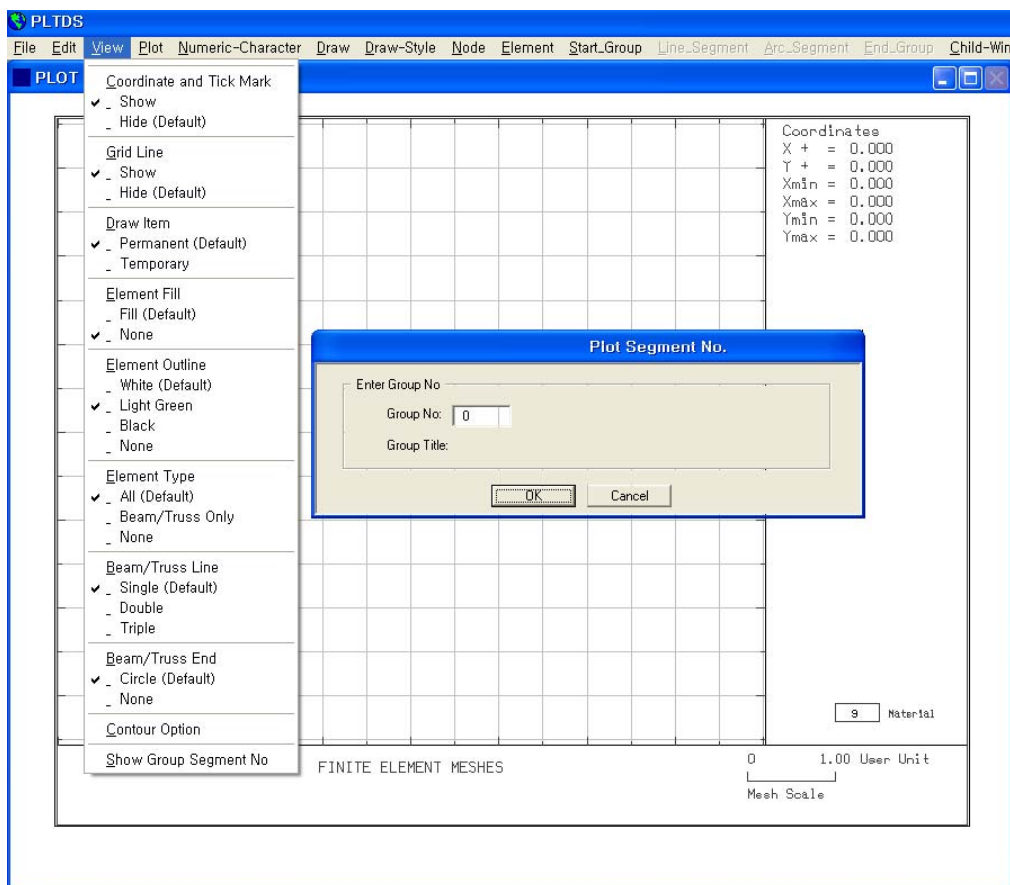


그림 27. View - Plot Segment No.

1. 화면상의 Plot에 대한 여러 가지 View Option 사항을 설정할 수 있습니다.
2. 그 중 Show Group Segment No.는 확인하고 싶은 Group No.를 넣으면 해당 Group의 Segment No가 다른 색으로 표시되어 확인할 수 있습니다.

1.2.11.2 PLTDS – Plot.

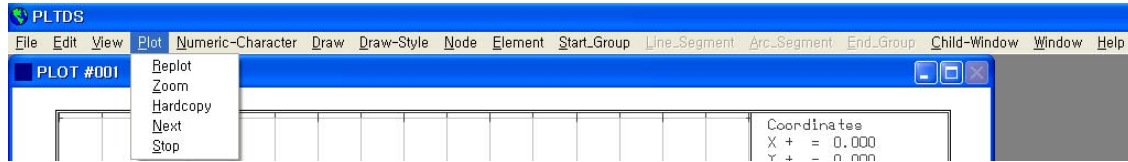


그림 28. PLOT.

1. **Replot** : 프로그램 이용 도중 자동으로 Update 되지 않는 그림을 볼 때 이용합니다.
2. **Zoom** : 작업그림을 확대해서 보기위해 이용합니다.
3. **Hardcopy** : 현재 화면상의 활성화된 PLOT을 프린트로 출력하기 위한 기능입니다.
4. **Next** : PLTDS Plotting List상의 다른 그림을 보기 위한 기능입니다.
5. **Stop** : Plotting을 중단하고 PLTDS를 끝내는 기능입니다.

1.2.11.3 PLTDS – Draw, Draw-Style, Node, Element.

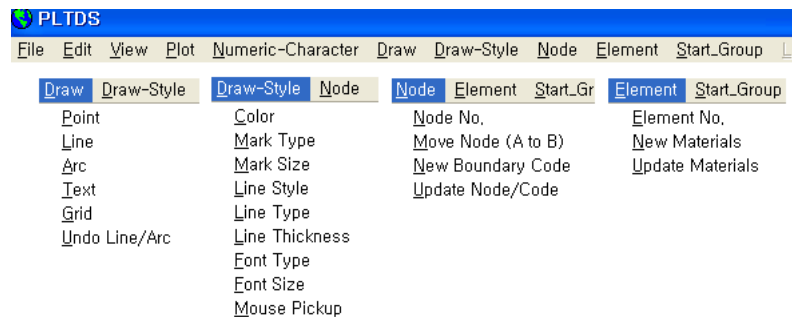


그림 29. Draw, Draw-Style, Node, Element.

1. **Draw** : 도면상에 구조물을 그리는데 이용되며, Undo Line/Arc 기능이 추가되어 더욱 편리하게 이용하실 수 있습니다.
Undo Line/Arc 기능사용 후에는 Replot 기능을 사용하여야 새로 변경된 사항에 대해 확인하실 수 있습니다.
2. **Draw-Style** : Draw-Style에 대한 사항들을 설정할 수 있으며, Mouse Pickup 기능을 이용하면 도면상에 정확하고 편리하게 좌표를 입력할 수 있습니다.
3. **Node, Element** : Node, Element에 대한 사항들을 확인, 수정할 수 있습니다.

2.1 Ex_1 Arch 터널

본 예제는 AIG 사용에 관한 첫 예제로 AIG에 관한 기본사항을 비교적 단순한 Arch 터널 Mesh 작성을 통해 설명하고자 합니다. AIG는 유한요소 해석에 필요한 유한요소망 작성에 필요한 입력사항을 GUI를 통해 구현하는 일종의 2차원 CAD 프로그램입니다.

본 예제를 통해 처음으로 새로운 Input 파일을 작성하는 법, 기존의 Input 파일에 구조물을 추가하는 법, 그리고 기존의 Input 파일의 일부 내용을 수정하는 법을 설명 드립니다. 그림 1은 처음으로 새로이 작성하고자 하는 Arch 터널 단면 개략도입니다. 그림 2는 Rock Bolt가 추가된 Arch 터널 단면 그리고 그림 3은 수정된 터널 단면 개략도를 보여줍니다.

표 1은 건설공정으로, 처음 2 Step은 원지반의 초기 응력을 계산하는데 사용되었고, 그 후 Arch 터널 Core 굴착 및 Lining 설치, Rock Bolt 설치, 그리고 Utility 터널 시공의 순서로 가 정하였습니다.

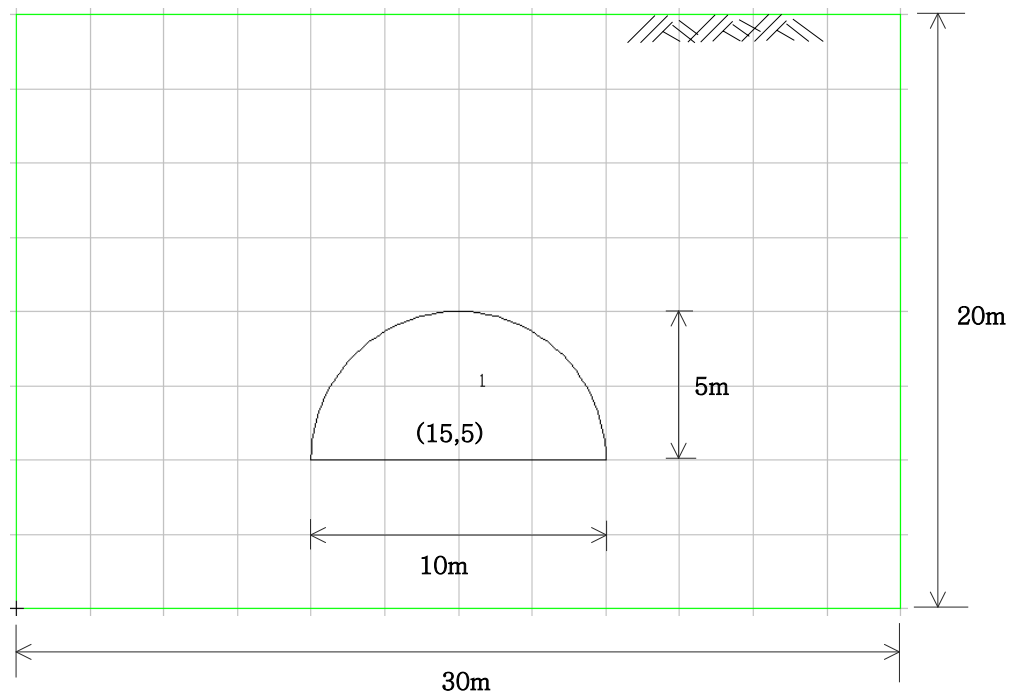


그림 1. Arch 터널 단면 개략도.

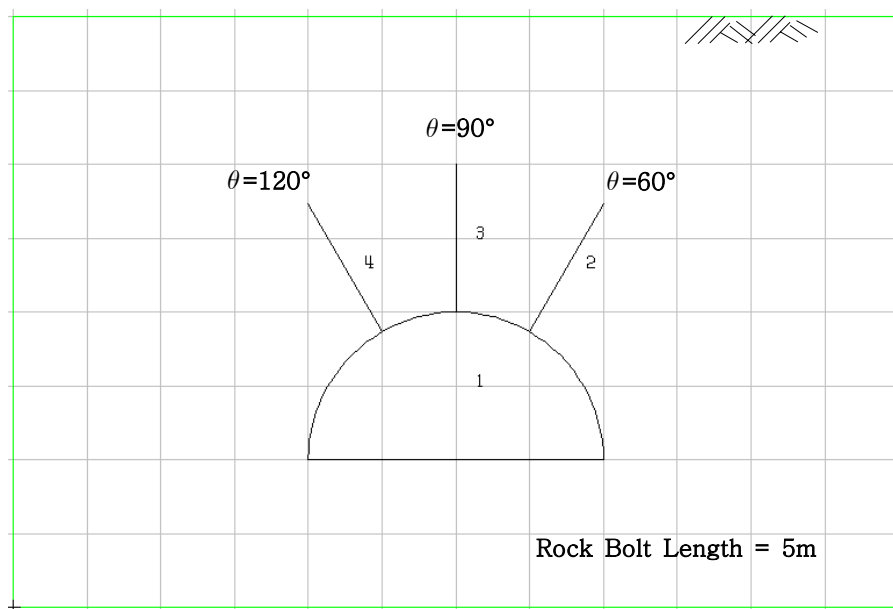


그림 2. Rock Bolt가 추가된 Arch 터널 단면 개략도.

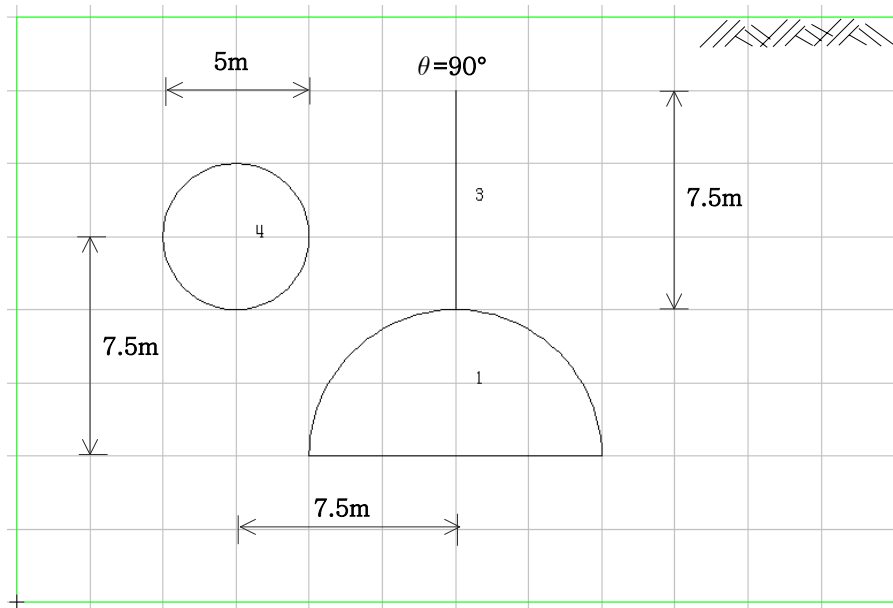


그림 3. 수정된 Arch 터널 단면 개략도.

Step No.	Description
1,2	초기 응력 계산
3	Arch 터널 굴착 및 Lining 설치
4	Rock Bolt 설치
5	Utility 터널 시공

표 1. 시공순서.

2.1.1 AIG를 사용한 Arch 터널 Mesh 생성

2.1.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

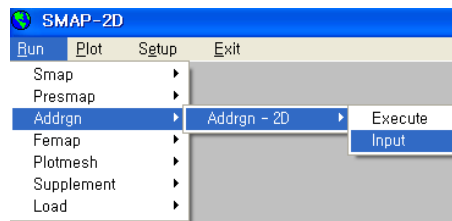


그림 4. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 *Run => Addrng => Addrng-2D => Input => New*의 순서로 클릭합니다.

2.1.1.2 Base Mesh 작성하기

Base Mesh는 해석영역과 차후 생성될 기본 유한요소망의 크기를 정해줍니다. 본 예제는 해석영역은 그림 1에서와 같이 지표면을 포함하여 폭 30m, 높이 20m로 가정하였습니다. 경계 조건으로 지표면은 Free, 그 외의 좌측면, 우측면, 바닥면은 Roller로 하였고, Water Table의 위치는 원점의 Y_0 보다 낮게 설정하여 전응력해석 (Total Stress Analysis)으로 가정하였습니다. 그림 5는 Base Mesh 입력사항이고 그림 6은 Drawing Board에 나타난 Base Mesh입니다.

Base Mesh

Horizontal Block

Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 1

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	30	0.5	0.5
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block

Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 1

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	20	0.5	0.5
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Boundary Condition

Left

Top

Right

Bottom

0 Free

1 Roller

1 Roller

Origin

Xo 0.00000E+00 Yo 0.00000E+00

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater -50

OK

Description

그림 5. Base Mesh 창.

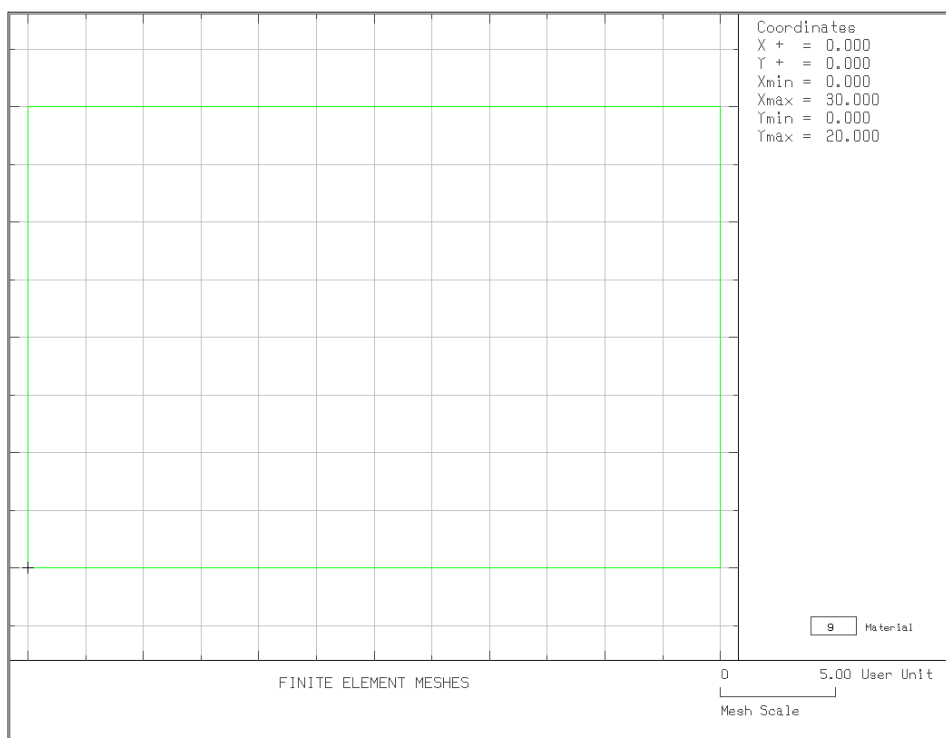


그림 6. Drawing Board.

2.1.1.3 Mouse Pickup Method 선택하기

화면상에 좌표를 표시하기 위해서 각 상황에 맞는 Mouse Pickup 방법을 선택합니다. 본 예제에서는 화면상에서 직접 정확한 위치에 마우스를 찍어 표시 하도록 Snap to Grid를 선택합니다. Snap to Grid는 마우스가 가장 가까운 격자의 눈금을 가리키는 기능을 합니다.

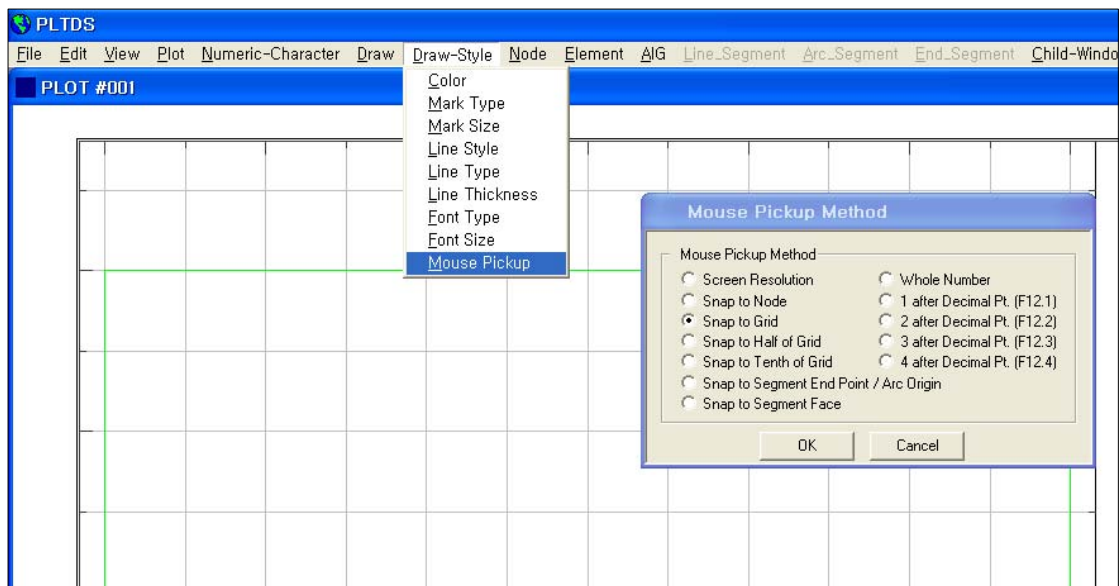
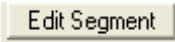


그림 7. Mouse Pickup.

2.1.1.4 Arch 터널 ; Group 1 만들기

Arch 터널의 개략도는 그림 1에 그리고 이 Group에 대한 상세 입력내용은 표 2에 설명되어 있습니다.

표 2를 바탕으로 Group 1 (Arch 터널)을 만들기 위하여 AIG 메뉴를 클릭하고 그림 8과 같이 AIG 창에 입력사항을 기입합니다. Arch 터널은 MTYPE=3으로 폐쇄루프안의 원지반 재료가 새로 지정된 재료번호 2로 대체됩니다. 터널 Lining은 Beam 요소 (LTP=2)로 택하였습니다. 표 1의 시공순서에 따라 Arch 터널안의 원지반 요소 (MATNO=2)는 Step 3에서 굴착되고 (NDAC=3), 터널 Lining (Beam 요소)는 Step 3에서 설치됩니다 (NAC=3).

AIG 창에 입력이 완료되면  버튼을 클릭하여 Segment를 작성합니다. Arch 터널은 10m의 수평 Invert와 반경이 5m 반원인 터널 아치로 이루어져 있습니다. 먼저 터널 아랫부분의 Invert를 나타내기 위하여 Line Segment 메뉴를 클릭합니다. 그러면 그림 9와 같은 Line Segment 창이 뜹니다. Mouse Pickup 선택 후 OK 버튼을 클릭합니다. 그리고 X, Y의 좌표를 마우스로 화면상에 직접 시작점과 끝점을 클릭하면 Drawing Board에 그림 10과 같이 Invert 선이 나타납니다. 다음은 터널 윗부분의 아치를 나타내기 위하여 Arc Segment 메뉴를 클릭합니다. 그러면 그림 11과 같은 Arc Segment 창이 뜹니다. 우선 터널 아치의 수평반경 (R_x), 수직반경 (R_y), 시작하는 각도 (θ_b), 끝나는 각도(θ_e)를 입력하고 Mouse Pickup 선택 후 OK 버튼을 클릭합니다. 그리고 Drawing Board에 그려진 Invert의 중점에 마우스를 이동시켜 Drag & Release 하면 Drawing Board에 그림 12와 같은 Arch 터널이 나타납니다. 다음은 Group 1의 Segment 작성을 종료하기 위하여 End Segment 메뉴를 클릭합니다.

다음은 Arch 터널의 Group 작성을 종료하기 위하여 AIG 창의  버튼을 클릭하면 그림 13과 같은 Exit 창이 뜹니다. Exit 창의 Output File란에 파일명을 입력한 후 OK 버튼을 클릭합니다. 이 Output 파일은 ADDRGN-2D 프로그램을 Execute (실행)하여 유한요소망을 자동생성하는 데 사용됩니다.

Group No	MTYPE	Description	Element Type	Mat. No.	Element Activity	
					NAC	NDAC
1	3	Core	Cont.	MATNO=2	0	3
		Lining	Beam (LTP=2)	LMAT=1	3	999

Group No	Seg. No	Line Segment				Arc Segment						IEND
		Beginning Point		Ending Point		Origin		Radius & Angle				
		X	Y	X	Y	Xo	Yo	Rx	Ry	θb	θe	
1	1	10	5	20	5	.	.	.	.	.	.	2
	2	.	.	.	.	15	5	5	5	0	180	2

표 2. Arch 터널 group.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOj KFi THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1→2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	3
LMAT	3	999

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

Update Group
Save
Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

그림 8. AIG - Group 1.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Arch Tunnel

Points By:

☒ Mouse Pickup ☐ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 10

Y = 5

Enter Ending Point

X = 20

Y = 5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 9. Group 1 - Segment 1.

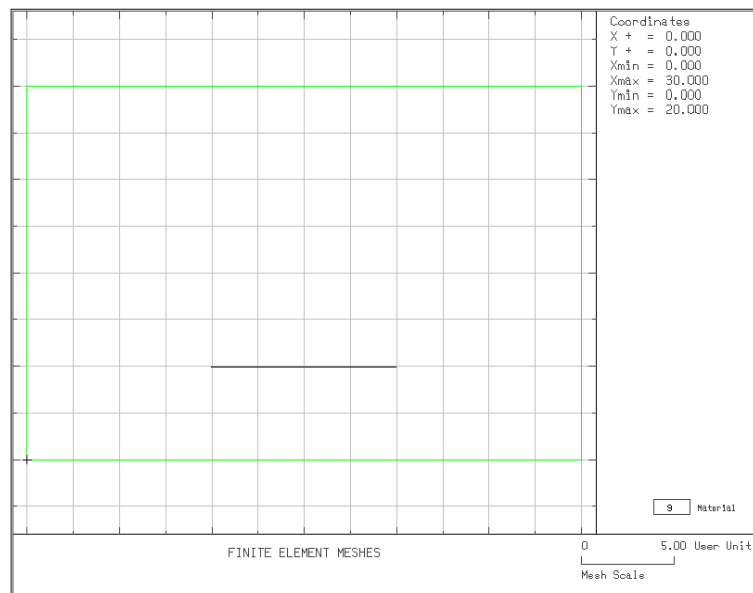


그림 10. Group 1 - Line Segment.

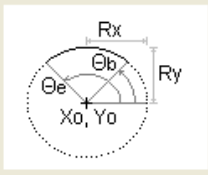
Arc Segment

Segment No = 2
Group No: 1 Group No = 1

Origin By ☒ Mouse Pickup ☐ Enter X and Y

Enter Origin
Xo Yo

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx

Vertical Radius : Ry

Beginning Angle (Deg.) : Qb

Ending Angle (Deg.) : Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions
Number of divisions:
2: Include beginning & ending point

그림 11. Group 1 - Segment 2.

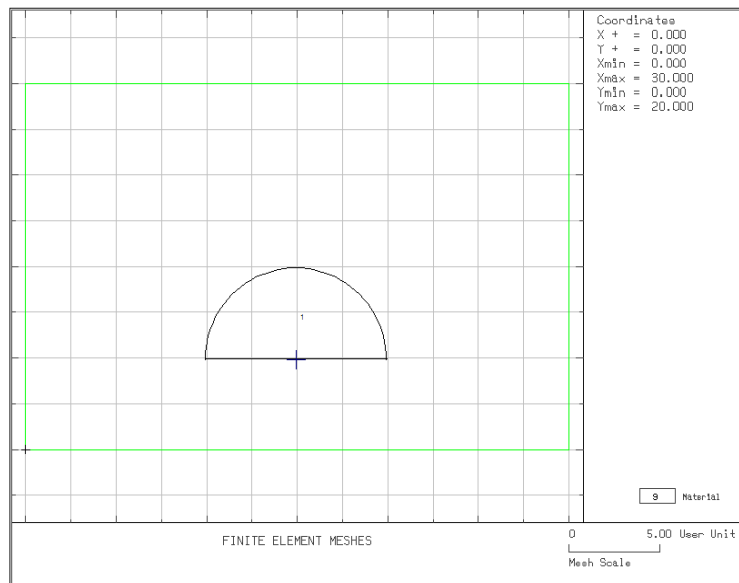


그림 12. 완성된 Group 1.

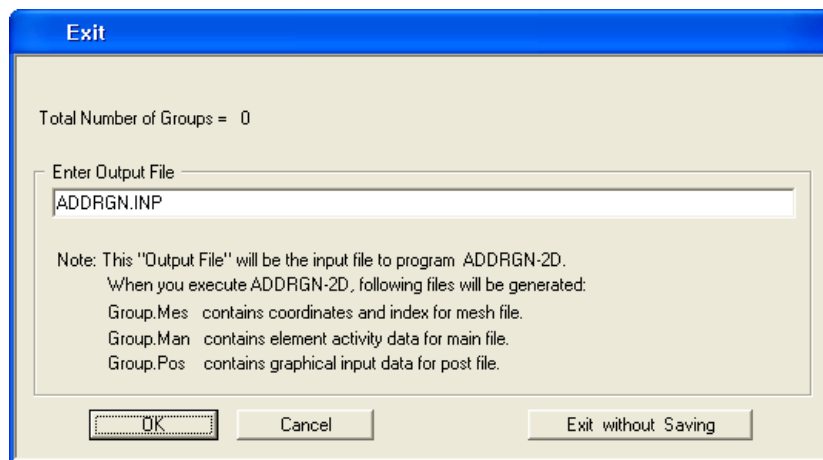


그림 13. Exit 창.

2.1.1.5 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addrgn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 14 참조)

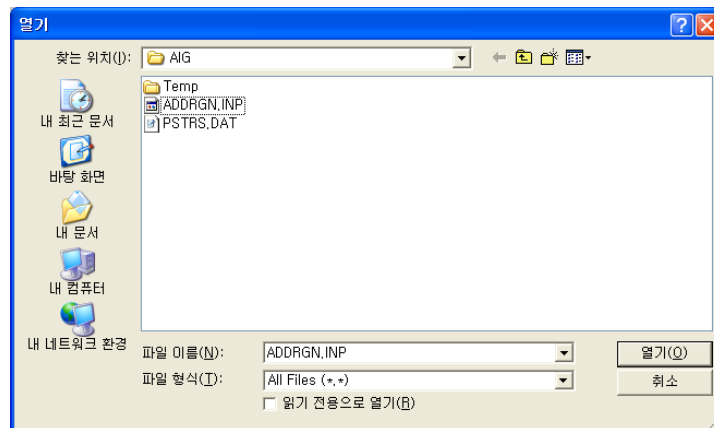


그림 14. Input 파일 선택.

2.1.1.6 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 15와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

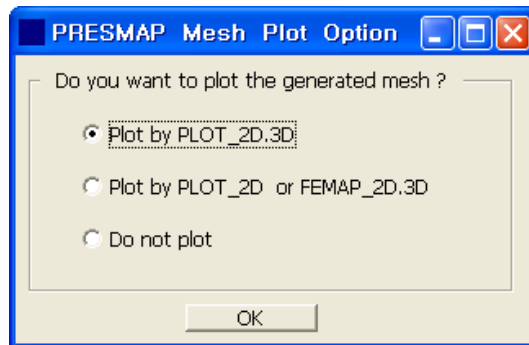


그림 15. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 16은 ADDRGN-2D를 Execute하여 자동생성된 Arch 터널 유한요소망입니다. 터널 내부의 굴착 Core 부분 재료번호가 원지반 재료번호와 달리 설정되어 다른 색으로 표시되었습니다 (그림 16b 참조). 터널 Lining은 Beam 요소로 모델링 되었습니다(그림 16a 참조).

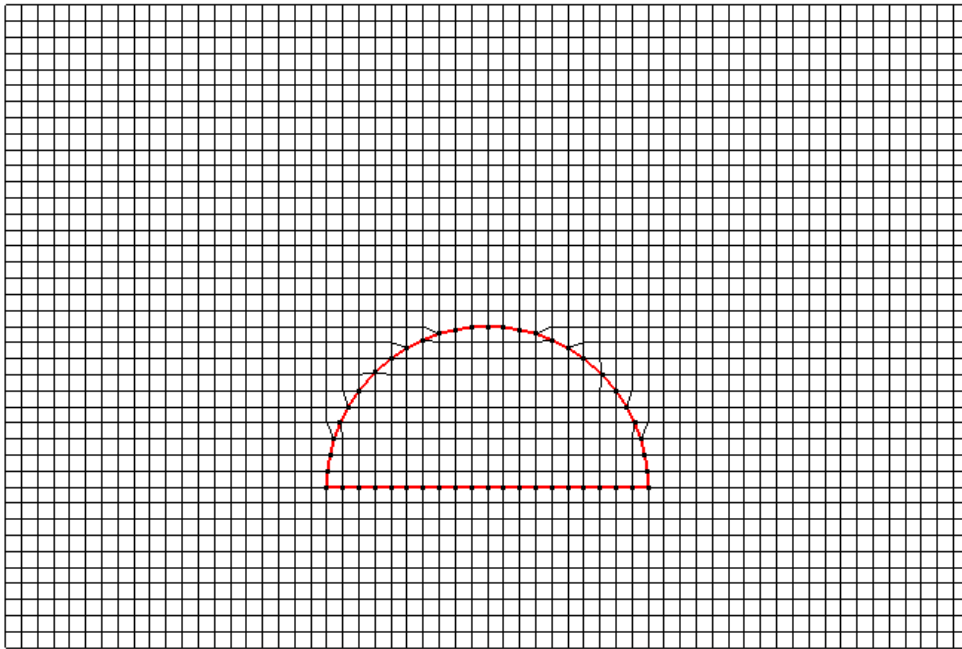


그림 16a. Arch 터널 유한요소망 (터널 Lining).

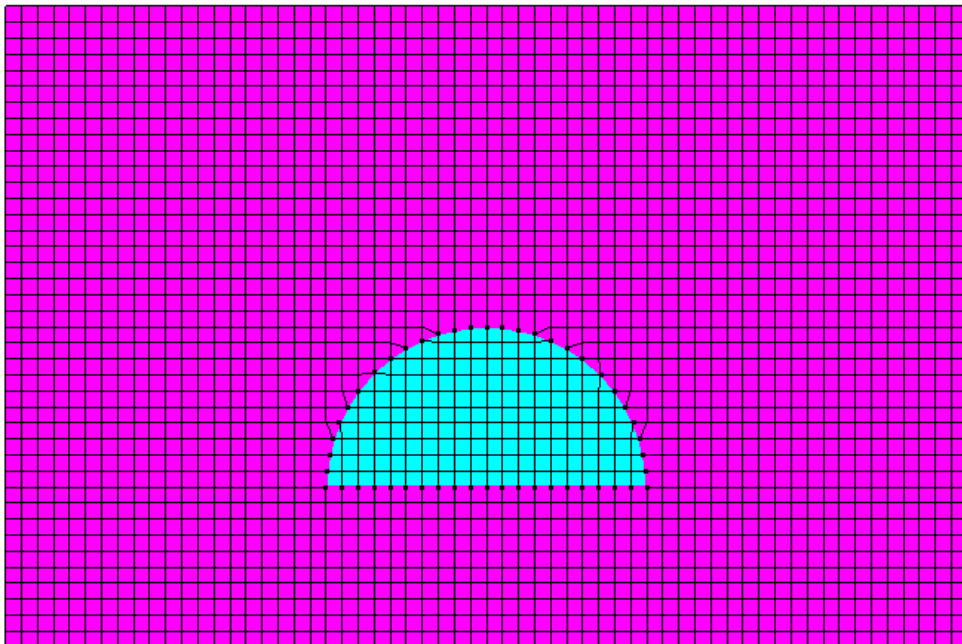


그림 16b. Arch 터널 유한요소망 (굴착 Core).

2.1.2 기존 AIG 파일 추가 및 수정하기

기존의 AIG 파일에 추가해야 할 사항이 있거나 수정해야 할 사항이 있을 경우에 대해서 설명하겠습니다.

Run => Addrgn => Addrgn-2D => Input => Old 경로를 거쳐 기존 Input 파일을 엽니다.

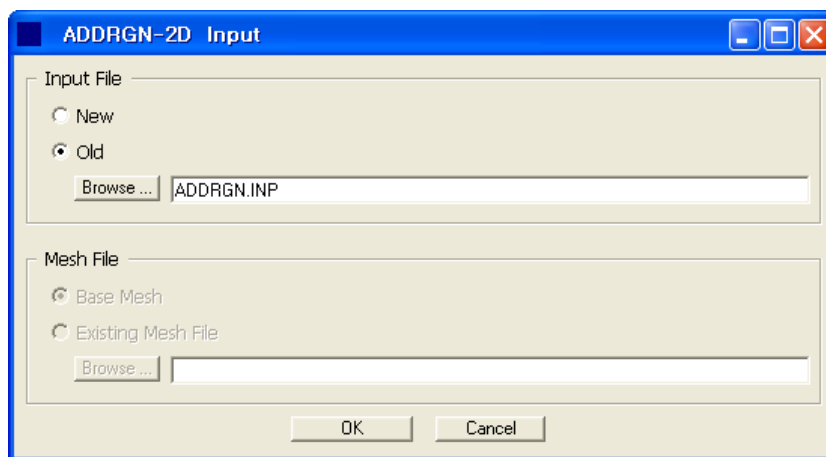


그림 17. 추가 및 수정될 Input 파일.

Input 파일 입력 후 OK 버튼을 클릭하면 전에 작성한 Base Mesh 창이 뜹니다. Base Mesh에 관한 변동사항이 없으므로 OK 버튼을 클릭합니다. 그 후 Plotting List에서 "FINITE ELEMENT MESHES"를 선택합니다. 그러면 그림 12에서와 같은 전에 작성된 Arch 터널 (Group 1)이 Drawing Board에 나타납니다.

2.1.2.1 Rock Bolt 추가하기

기존의 아치형 터널에 표 3과 같이 Truss로 구성된 3개의 Rock Bolt를 추가해 보겠습니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Radius & Angle				IEND
					NAC	NDAC	Rx	Ry	θb	θe	
2	Bolt-1	2	Truss(3)	1	4	999	5	10	60	60	-2
3	Bolt-2	2	Truss(3)	1	4	999	5	10	90	90	-2
4	Bolt-3	2	Truss(3)	1	4	999	5	10	120	120	-2

표 3. Rock Bolt groups.

우선 AIG 메뉴를 클릭한 후 AIG 창에 그림 18과 같이 Title을 입력하고 MTYPE=2를 선택합니다. Rock Bolt는 MTYPE=2로 구현할 수 있습니다. 그 다음으로 LTP에 3을 입력합니다. LTP=3은 Truss 요소로 Rock Bolt를 모델링 하기 위해서 입니다. 다음은 표 1의 시공순서를 참조하여 Element Activity 사항에 NAC=4, NDAC=999를 입력합니다.

Group을 구성하는 Segment작성을 위해 Mouse Pickup 방법을 설정합니다. 앞에서 실행했던 것과 동일한 방법으로 *Draw-Style => Mouse Pickup => Snap to Grid* 를 선택하면 가장 가까운 격자의 눈금을 가리킬 것입니다.

원점을 중심으로 60° 각도의 방사방향의 Rock Bolt (Group 2)를 나타내기 위해 Arc Segment 메뉴를 클릭합니다. 원점에서 5m 거리에 있는 길이 5m, 각도 60°인 Rock Bolt는 그림 19와 같이 입력합니다. 그 후 마우스를 원점 부분에 대고 Drag & Release합니다. 그러면 화면상에 그림 20과 같이 나타날 것입니다. 그 후 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 2의 작성을 마칩니다. 이어서 90°, 120° 위치에 있는 Rock Bolt (Group 3, 4)도 Group 2와 같은 방법으로 완성합니다.

그림 21은 지금까지 완성된 Group 1, 2, 3, 4의 모습입니다. 전 절 "(5) 유한요소망 자동 생성하기" 와 "(6) Mesh Plot 하기"에서 설명한 바와 같은 방법으로 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute) 시킨 후 Plot-3D에서 그림 22에서와 같은 Rock Bolt가 추가된 Arch 터널 유한요소망을 볼 수 있습니다.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

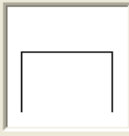
MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATNO KF MATold
MATNOj KFi THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options



Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	4	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 18. AIG - Group 2.

Arc Segment

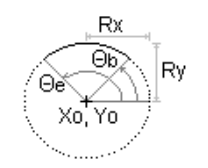
Segment No = 1

Group No: 2 Rock Bolt 1

Origin By: ☒ Mouse Pickup ☐ Enter X and Y

Enter Origin: X_o Y_o

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx

Vertical Radius : Ry

Beginning Angle (Deg.) : Qb

Ending Angle (Deg.) : Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

-2: Include beginning & ending point but no splitting

OK Cancel Go To Line Segment

그림 19. Group 2 - Segment 1.

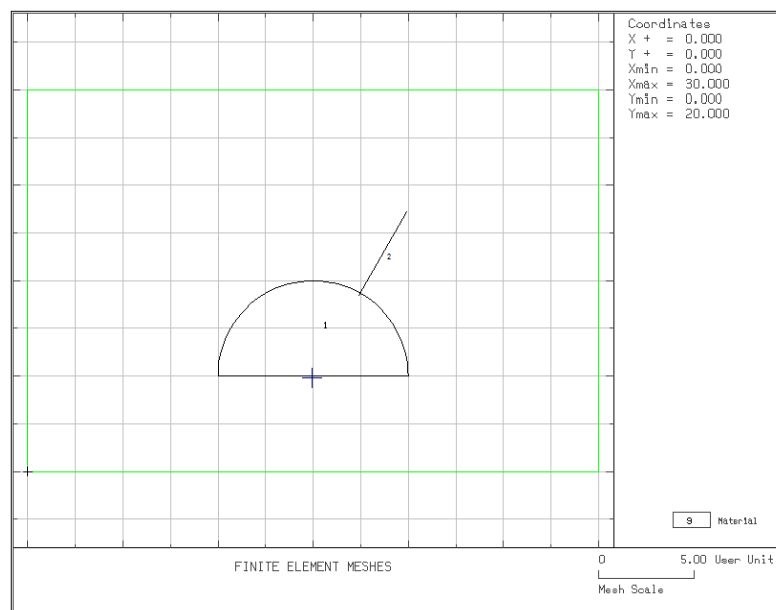


그림 20. Group 2 추가.

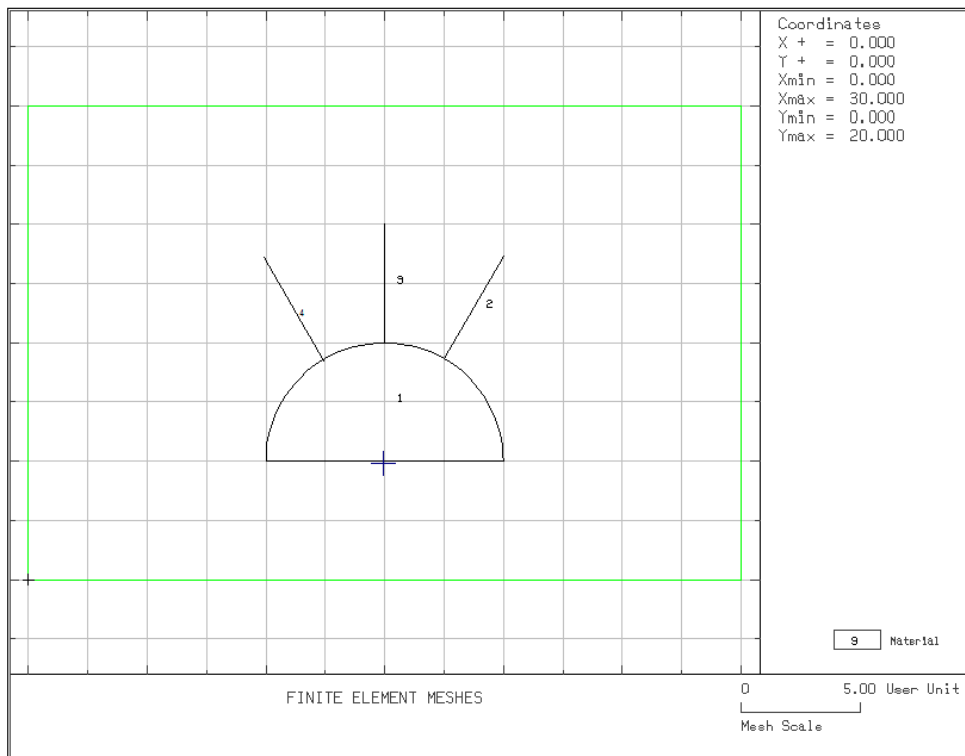


그림 21. Group 3, 4 추가.

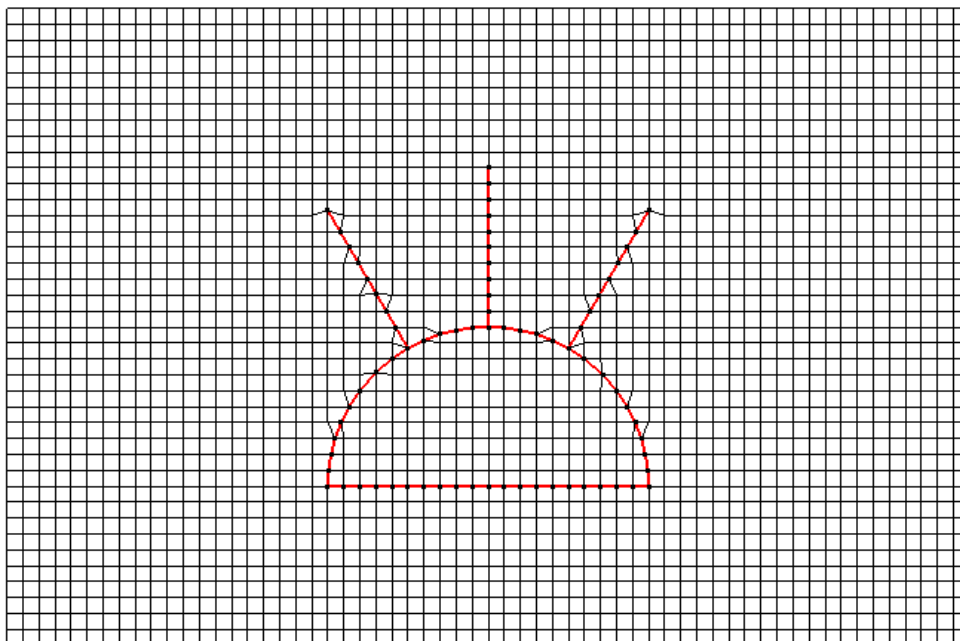
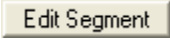


그림 22. Rock Bolt가 추가된 Arch 터널 유한요소망.

2.1.2.2 Rock Bolt 길이 변경하기

Group 3에서 Rock Bolt의 길이를 5m에서 7.5m로 변경하고자 합니다. AIG 메뉴를 클릭하여 AIG 창에 그림 23과 같이 Group No.는 3을, Segment No.는 1을 입력합니다. 이는 Group 3의 기존의 기본 정보를 유지하며 Segment 1을 수정하기 위해서입니다.

다음은  버튼을 클릭하면 이전에 작성되었던 Group 3의 Segment 1 입력창이 자동으로 뜹니다. 여기서 수직 반경 (Ry)에 12.5를 그림 24와 같이 입력 후 OK 버튼을 클릭합니다. 수정된 Group 3은  버튼을 클릭하여 확인할 수 있습니다 (그림 25 참조).

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATND KF MATold
MATNDj KFj THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh
☐ Hide

Line Options
Color Type Thickness

MTYPE
Description

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	4	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

Update Group
Save
Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

그림 23. AIG - Group 3 수정.

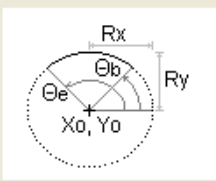
Arc Segment

Segment No = 1
Group No: 3 Rock Bolt - 2

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo: 0.15000E+02 Yo: 0.50000E+01

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 0.50000E+01

Vertical Radius : Ry 0.12500E+02

Beginning Angle (Deg.) : Qb 0.90000E+02

Ending Angle (Deg.) : Qe 0.90000E+02

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
-2: Include beginning & ending point but no splitting

OK Cancel Go To Line Segment

그림 24. Group 3 - Segment 1.

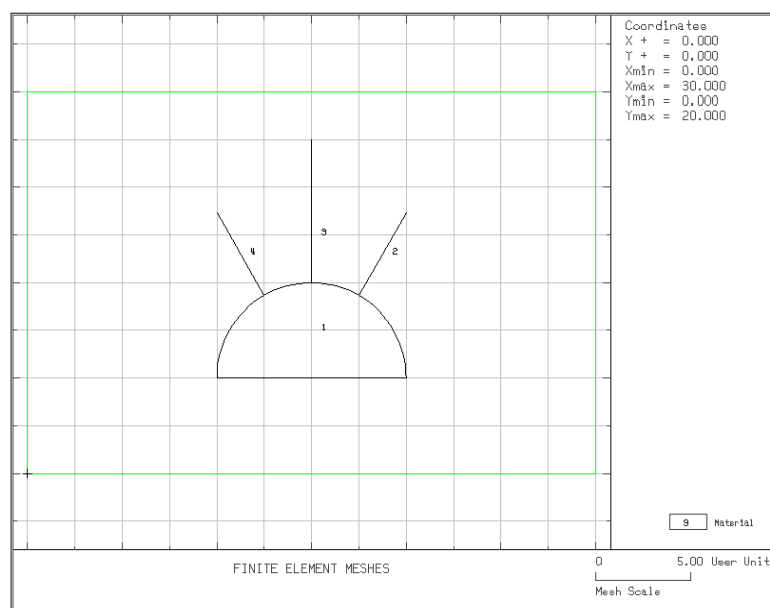


그림 25. 수정된 Group 3.

2.1.2.3 Rock Bolt 삭제하기

이번에는 Group 2를 무효화 시킵니다. 기존의 Group을 없는 상태로 만드는 것으로 이미 작성된 다른 Group들의 순서에 영향을 주지 않고 무효화 시킬 수 있습니다.

AIG 메뉴를 클릭하여 AIG 창에 그림 26과 같이 Group No 에 2를 입력하고 MTYPE으로 0을 선택한 후 **Update Group** 버튼이나 **Save** 버튼을 클릭합니다. 다음은 **Replot** 버튼을 클릭하여 그림 27과 같이 Group 2가 삭제된 것을 확인합니다.

AIG

Group Identity
 Group No Segment No Title Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter
 MTYPE
Description
 MATNO KF MATold
 MATNOi KFi THICi
 LTP LMAT ☐ Add new mesh ☐ Hide
 LTPI LMATi
 LTPo LMATo
 Line Options
 Update Group

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable Save

Element Activity

NAC	NDAC
0	0
0	0
0	0
4	999
0	0
0	0

 PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF)
 XLO
 YLO Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

null group

그림 26. AIG - Group 2 수정.

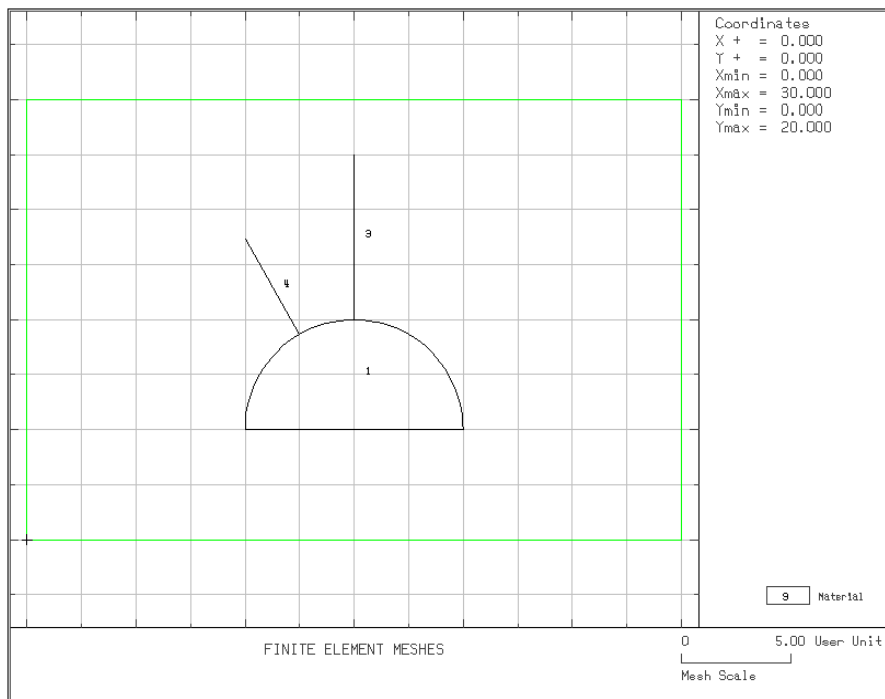


그림 27. Group 2가 삭제된 Plot.

2.1.2.4 Group 4 교체하기

기존의 Group을 다른 형태를 갖춘 Group으로 교체해 보겠습니다. Group 4의 Rock Bolt 대신 기존의 Arch Tunnel의 원점으로부터 왼쪽으로 7.5m, 위쪽으로 7.5m 위치에 반경이 2.5m인 Utility Tunnel을 만듭니다 (그림 3 참조).

AIG 메뉴를 클릭하여 AIG 창에 그림 28과 같이 Group No에 4, Segment No에 0을 입력하고 MTYPE으로 1을 선택한 다음, LTP는 2, LMAT는 2, NAC는 5, NDAC는 999를 입력합니다.

다음은 Utility Tunnel을 구성하는 Segment를 만들기 위해서 **Edit Segment** 버튼을 클릭합니다. 그리고 Arc Segment 메뉴를 클릭하여 Arc Segment 창을 열고 그림 29와 같이 원점 (7.5, 12.5), 반경 (2.5), 각도 (0° , 360°)를 입력한 후 OK 버튼을 클릭합니다. 다음은 **Replot** 버튼을 클릭하여 새로이 교체된 Group 4를 확인합니다 (그림 30 참조). 다음은 **Exit** 버튼을 클릭하여 변경된 모든 사항을 저장하고 AIG를 종료합니다.

다음은 전 절 “(5) 유한요소망 자동 생성하기”와 “(6) Mesh Plot 하기”에서 설명한 바와 같은 방법으로 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute) 시킨 후 Plot-3D에서 그림 31에서와 같은 Group 4의 Rock Bolt가 Utility Tunnel로 교체된 유한요소망을 확인합니다.

AIG

Group Identity
 Group No Segment No Title Edit Segment

MTYPE and Material Parameter
 MTYPE
Description

MATNO KF MATold
 MATNOj KFj THICj
 LTP LMAT ☐ Add new mesh ☐ Hide
 LTPi LMATi
 LTPo LMATo Line Options
Color Type Thickness Update Group

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable Save

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	5	999
	0	0
	0	0

 PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF)
 XLO
 YLO Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

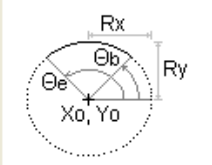
그림 28. AIG - Group 4 수정.

Arc Segment

Segment No = 1
 Group No: 4 Utility Tunnel

Origin By
☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
 Xo Yo

Enter Radius and Angle

 Horizontal Radius : Rx
 Vertical Radius : Ry
 Beginning Angle (Deg.) : Qb
 Ending Angle (Deg.) : Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
 That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions
 Number of divisions:
 Go To Line Segment

OK Cancel

그림 29. Group 4 - Arc Segment.

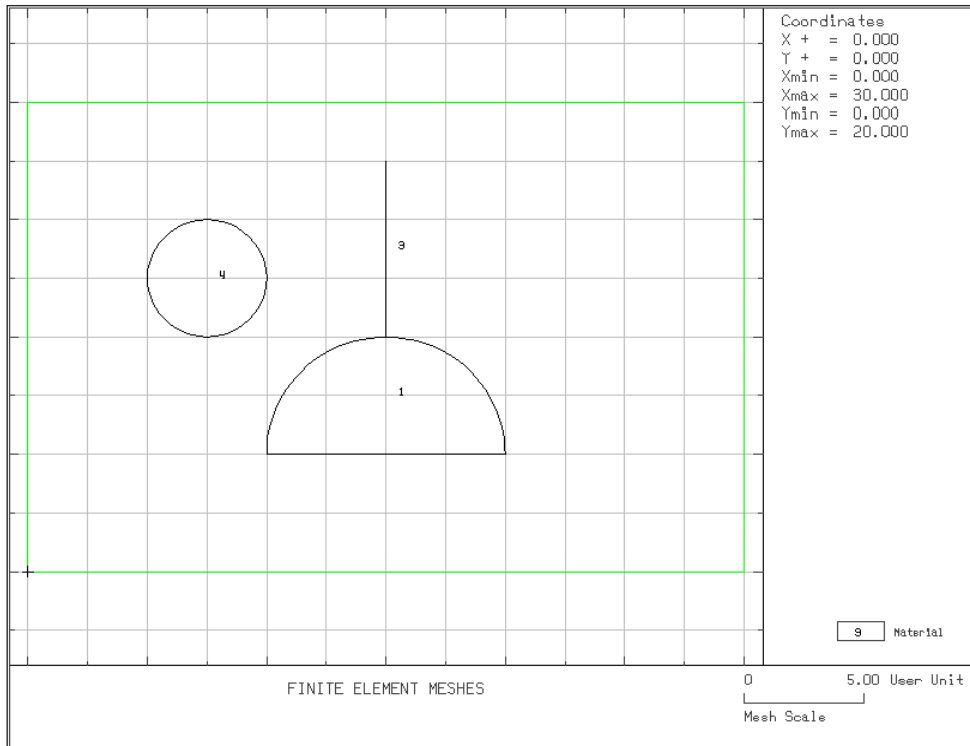


그림 30. 수정된 Group 4 Plot.

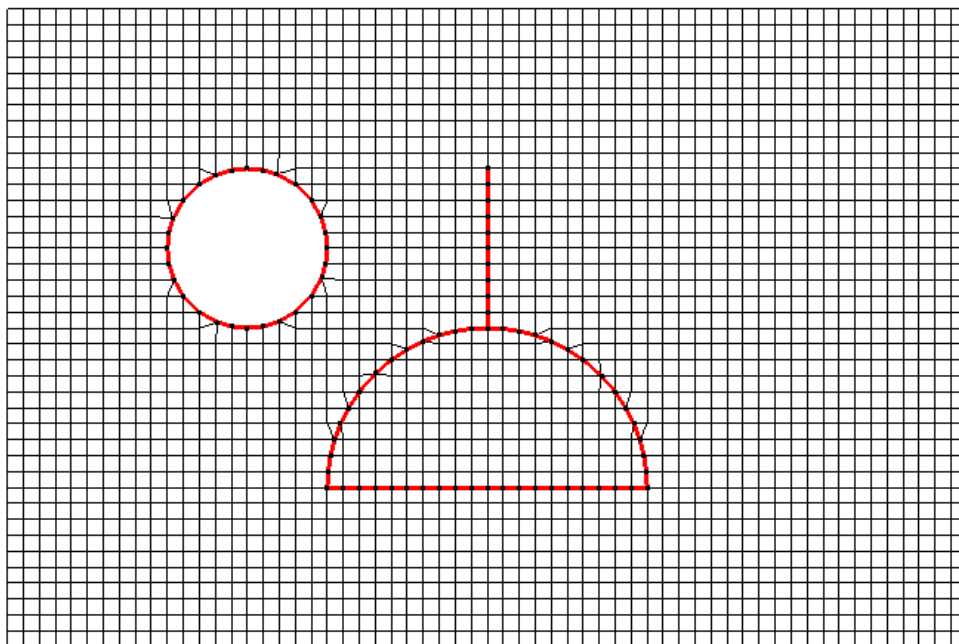


그림 31. 수정된 Arch 터널 유한요소망.

2.1.3 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일 이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.

```

* Card 1.1
* IMOD
2
* Card 4.1
* NBX  NBV  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
1      1      1        1        0        1
* Card 4.2
* Xo      Yo      Ywater
0.00000E+00  0.00000E+00 -5.00000E+01
* Card 4.3
* W      DX      AX
3.00000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
* Card 4.4
* H      DY      AY
2.00000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
1      1
* Card 3.3
* IEDIT
4
* Card 3.3.5.1
* NODE
0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGTITL
4      1
* Card 3.3.5.4-2
* Xref      Yref
0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
* Group No = 1
Arch Tunnel
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
2      1      2      1      3
*
=====
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
0      3
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj

```

```

0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
3      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
0      0
*
=====
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1  For Mesh
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2  For Principal Stress
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3  For Deformed Shape
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4  For Beam
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5  For Truss
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6  For Contour: Continuum
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
0
*
=====
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
2      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP  X      Y
1      1.00000E+01  5.00000E+00
2      2.00000E+01  5.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
2      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
1.5000E+01  5.0000E+00  5.0000E+00  5.0000E+00  0.00
180.00
*
=====
*
* Group No = 2
Rock Bolt 1
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
0      1      0      0      0      0      0
*
=====

```

```

*
* Group No = 3
* Rock Bolt - 2
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
* 2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
* 3 1
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
* 4 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
* 0 0
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1 For Mesh
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2 For Principal Stress
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3 For Deformed Shape
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4 For Beam
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5 For Truss
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6 For Contour: Continuum
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
* 0
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
* 2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
* 1 1.50000E+01 1.00000E+01
* 2 1.50000E+01 1.50000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
* 1

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
* 1 2 0 -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
* 1.5000E+01 5.0000E+00 5.0000E+00 1.0000E+01 90.00
90.00
*
* =====
*
* Group No = 4
* Utility Tunnel
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
* 1 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
* 2 2
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
* 5 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
* 0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
* 0 0
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1 For Mesh
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2 For Principal Stress
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3 For Deformed Shape
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4 For Beam
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5 For Truss
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6 For Contour: Continuum
* 0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
* 0
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.2

```

```

* NPOINT  MOVE  IREF  XLo      YLo
   1      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X              Y
   1      1.00000E+01  1.25000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
   1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
   1      2      0      2

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
   7.5000E+00  1.2500E+01  2.5000E+00  2.5000E+00  0.00
360.00
*
=====
*

```


2.2 Ex_2 NATM 터널

이 예제는 NATM 공법으로 시공된 분당선 지하터널입니다. 그림 1은 NATM 터널 해석단면으로 터널은 Rock Bolt, Shotcrete, 철근콘크리트 Liner로 구성되어 있습니다.

Rock Bolt는 길이가 3m로 터널의 상반부에 총 11개가 사용되었고 (그림 2 참조), 터널의 모양은 6개의 Arc Segment로 이루어졌고 (그림 3 참조), 터널 Shotcrete는 상반(Upper Core)과 하반(Lower Core)로 나누어졌으며 Invert에는 Shotcrete가 타설되지 않았습니다 (그림 4 참조).

표 1은 NATM 터널 공사의 시공 순서로, 처음 2 Step은 원지반의 초기응력을 계산하는데 사용되었고, 터널은 상반(Upper Core)과 하반(Lower Core)으로 나누어 굴착되었고, 그 후 터널 Lining이 설치되었습니다.

표 2는 AIG를 사용하여 본 예제의 유한요소망을 생성하기 위해 사용된 Group Summary로 총 21개의 Group이 사용되었습니다. Group의 순서와 Group을 형성하는 Segment의 IEND 값이 차후 ADDRGN-2D를 Execute하여 최종적으로 생성되는 유한요소망의 모양에 영향을 미칩니다. 따라서 처음에 정한 Group 순서가 적절한 유한요소망을 생성하지 못할 경우에는 Group 순서를 재조정 하여야 합니다.

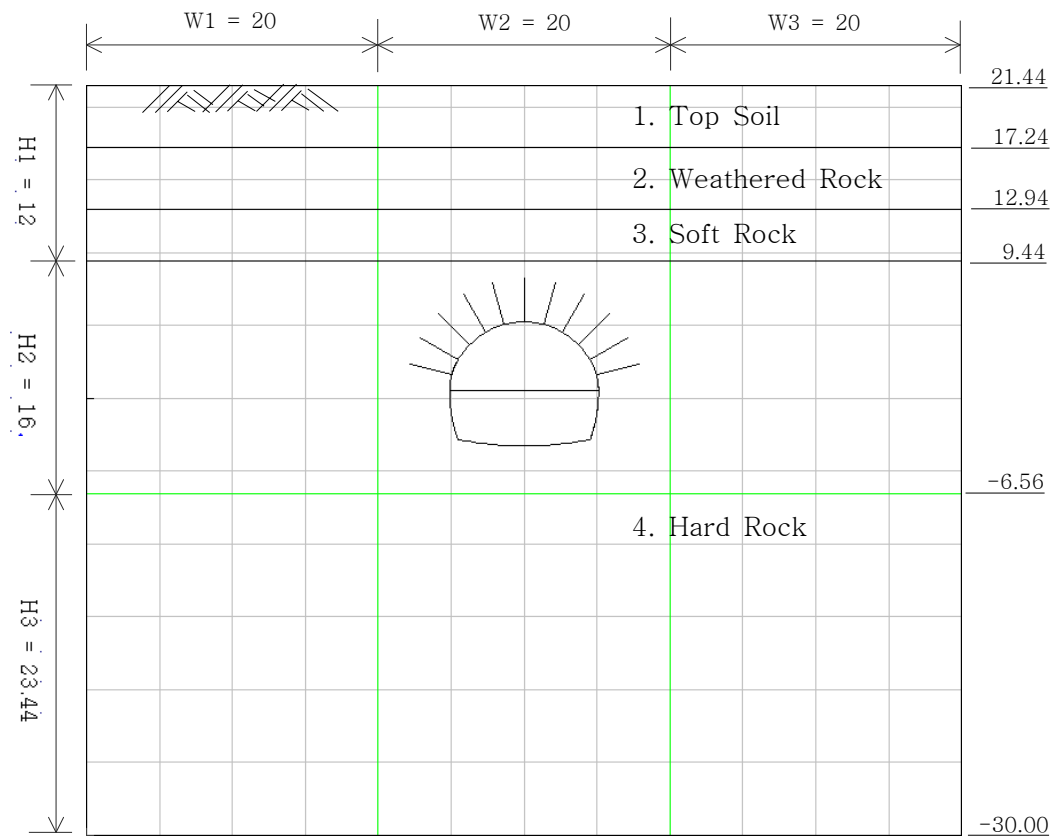


그림 1. NATM 터널 해석단면.

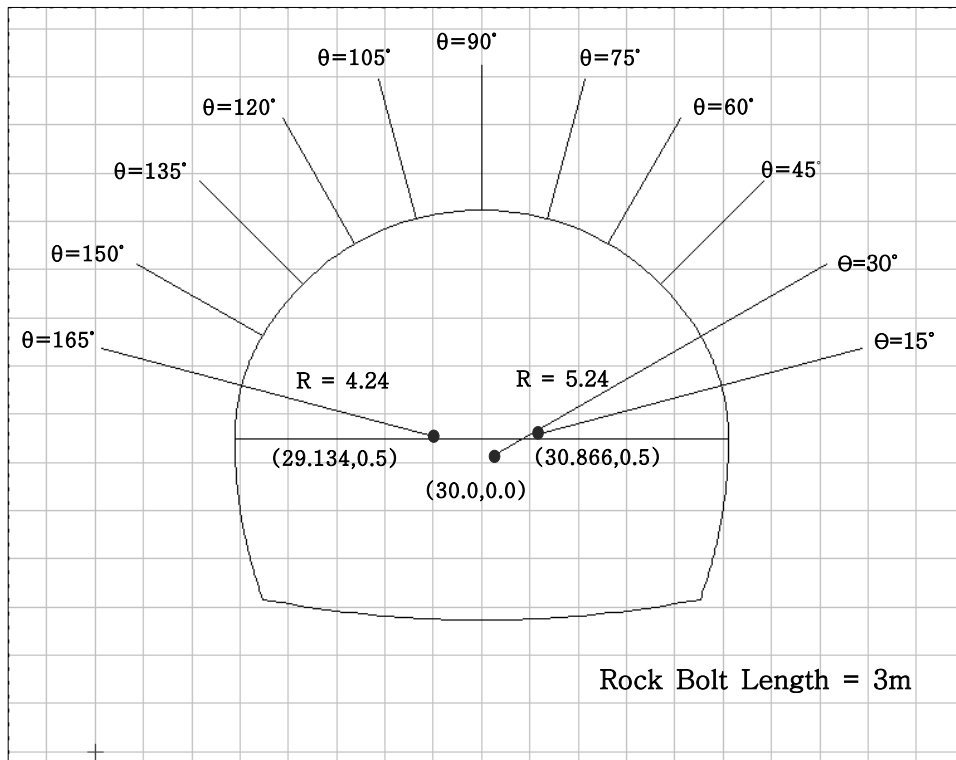
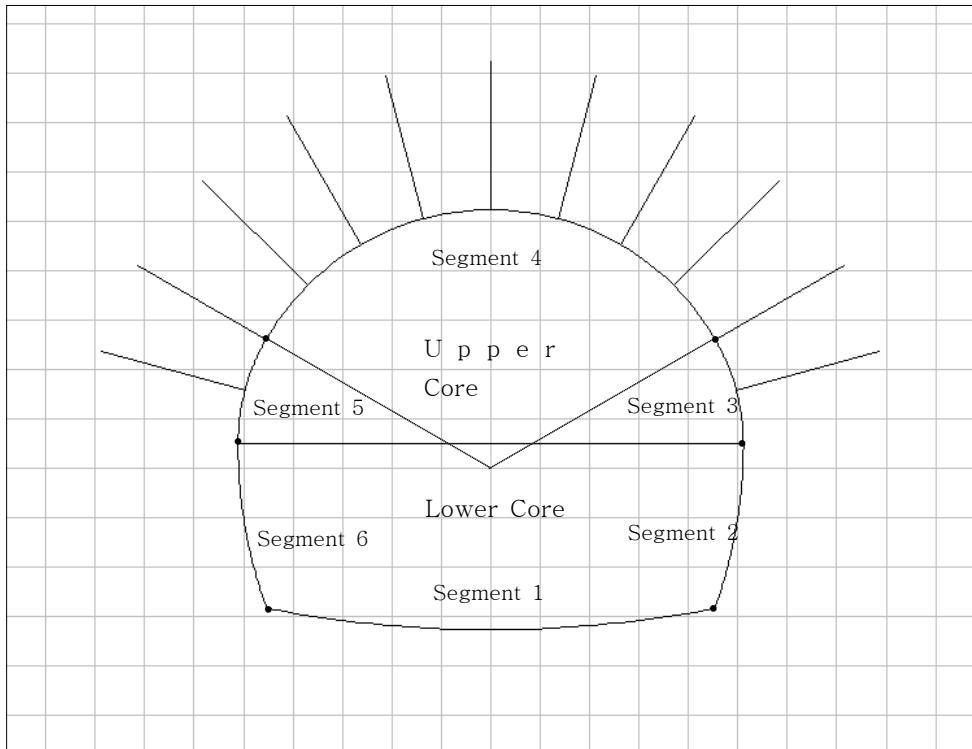


그림 2. 터널 Rock Bolt 개략도



Segment No	Origin		Radius & Angle				비고
	Xo	Yo	Rx	Ry	θb	θe	
1	30	20.6	23.86	23.86	259.06	280.90	
2	25.25	0.5	9.86	9.86	-19.78	0	
3	30.87	0.5	4.24	4.24	0	30	
4	30	0	5.24	5.24	30	150	
5	29.134	0.5	4.24	4.24	150	180	
6	34.75	0.5	9.86	9.86	-180	-160.22	

그림 3. 터널 Lining 개략도.

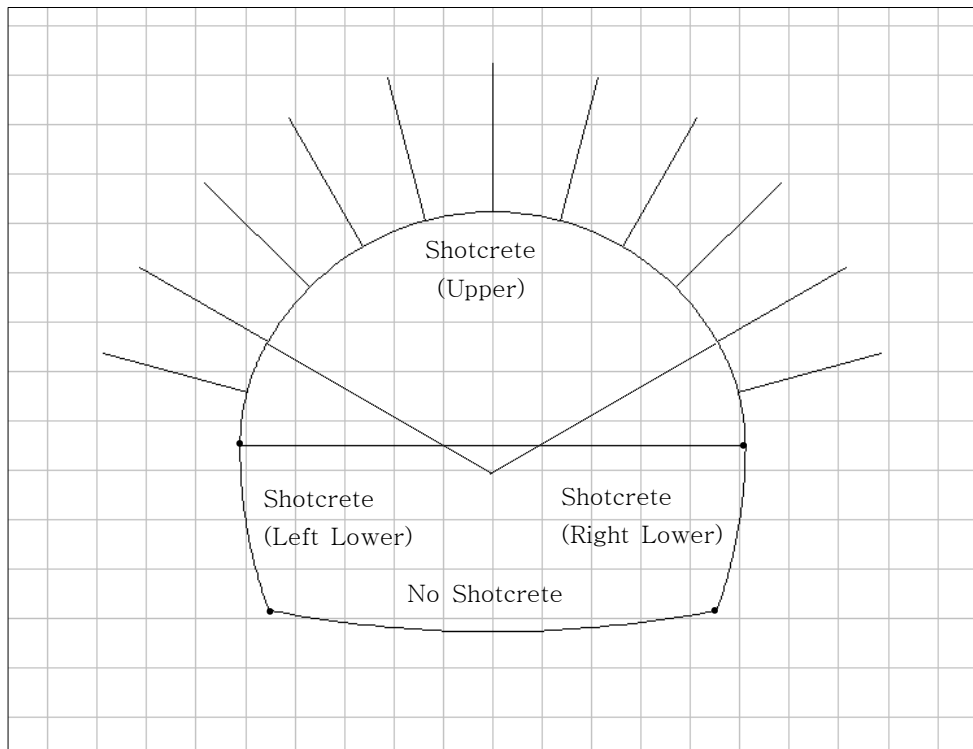


그림 4. 터널 Shotcrete 개략도.

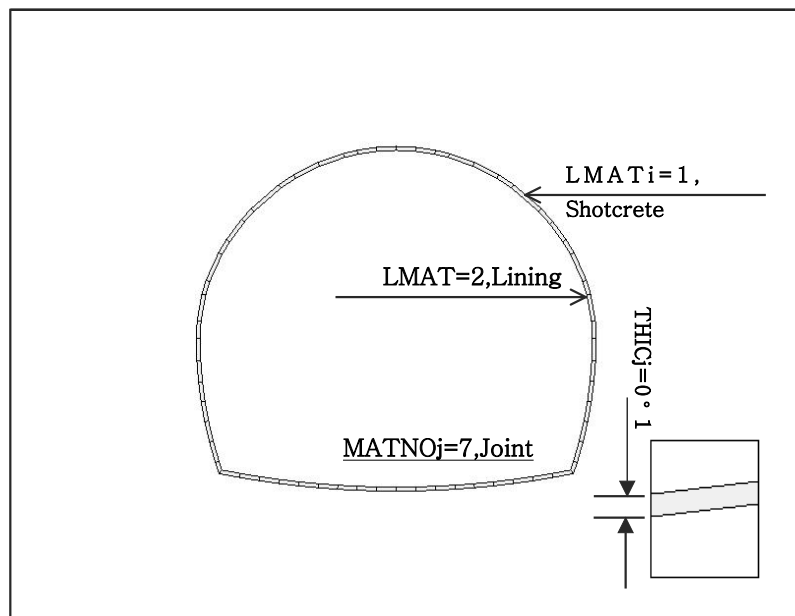


그림 5. 터널 Shotcrete / Lining Interface

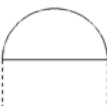
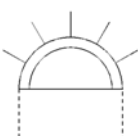
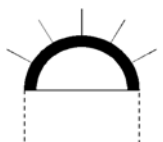
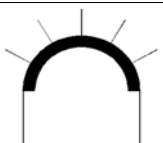
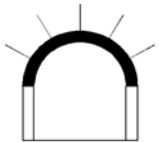
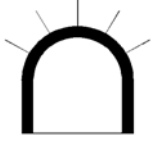
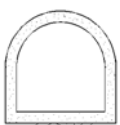
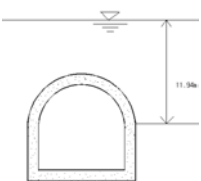
Step	Construction State	Description	
1, 2		In Situ Ko State (원지반 초기응력 상태)	
3		50 % Stress Relief (무지보 상태에서 굴착 상당력 50% 적용)	Upper Core Excavation
4		75 % Stress Relief Soft Shotcrete, Rock Bolt (Soft S/c & R.B 타설 후 굴착 상당력 25 % 적용)	
5		100 % Stress Relief Hard Shotcrete, Rock Bolt (S/c강성을 Hard로 변경 후 굴착 상당력 25 % 적용)	
6		50 % Stress Relief	Lower Core Excavation
7		75 % Stress Relief, Soft Shotcrete	
8		100 % Stress Relief, Hard Shotcrete	
9		Lining Subjected to : Weight	
12		Lining Subjected to : Weight + Water Pressure	

표 7. NATM 터널 시공순서.

Group No.	Name	MTYPE	NAC	NDAC	(MATNO / LTP / LMAT / IEND)
1	Top Soil	3			1 / 0 / 0 / 2
2	Weathered Rock	3			2 / 0 / 0 / 2
3	Soft Rock	3			3 / 0 / 0 / 2
4	Hard Rock	3			4 / 0 / 0 / 2
5	Rock Bolt-1	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
6	Rock Bolt-2	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
7	Rock Bolt-3	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
8	Rock Bolt-4	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
9	Rock Bolt-5	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
10	Rock Bolt-6	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
11	Rock Bolt-7	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
12	Rock Bolt-8	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
13	Rock Bolt-9	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
14	Rock Bolt-10	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
15	Rock Bolt-11	2	4	999	0 / 3 / 1 / -2
16	Tunnel Lining	-2	9	999	MATNO _j =7, LTP _i =0, LTP _o =2, LMAT _o =2, IEND=2
17	Shotcrete - Right Lower	2	7	999	0 / 2 / 1 / 3
18	Shotcrete - Upper	2	4	999	0 / 2 / 1 / 3
19	Shotcrete - Left Lower	2	7	999	0 / 2 / 1 / 3
20	Upper Core	3	0	5	5 / 0 / 0 / 3
21	Lower Core	3	0	8	6 / 0 / 0 / 3

표 2. Group Summary

2.2.1 AIG를 사용한 NATM 터널 Mesh 생성

2.2.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

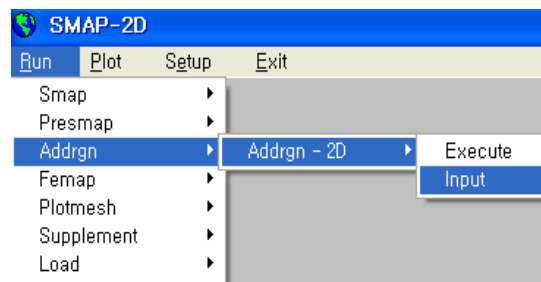


그림 6. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 *Run => Addrng => Addrng-2D => Input => New* 의 순서로 클릭합니다.

2.2.1.2 Base Mesh 작성하기

그림 1을 참고하여 그림 7의 Base Mesh를 작성합니다. 본 예제는 전응력 해석 (Total Stress Analysis)으로 Y_{water} 의 값은 원점의 Y_0 값보다 낮게 설정되었습니다. 굴착과 터널 공사가 수행되는 중앙 Block에서 응력 변화가 상대적으로 크게 발생하므로 이 부분에서의 유한요소망은 비교적 조밀하게 짜져야 하므로 $AX2 = AY2 = 0.5$ 를 입력합니다.

다음은 그림 8의 PLTDS Plotting List 창에서 "Finite Element Meshes"를 선택하면 완성된 Base Mesh가 그림 9와 같이 나타납니다.

Base Mesh

Horizontal Block

Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 3

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	20	0.5	-0.3
2	20	0.5	0.5
3	20	0.5	0.3
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block

Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 3

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	12	0.5	0.5
2	16	0.5	0.5
3	23.44	0.5	0.3
4			
5			
6			
7			
8			

Boundary Condition

Top

Left 0 Free Right

Bottom 1 Roller 1 Roller

Origin

Xo 0 Yo -30

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater -50

OK

Description

그림 7. Base Mesh 창.

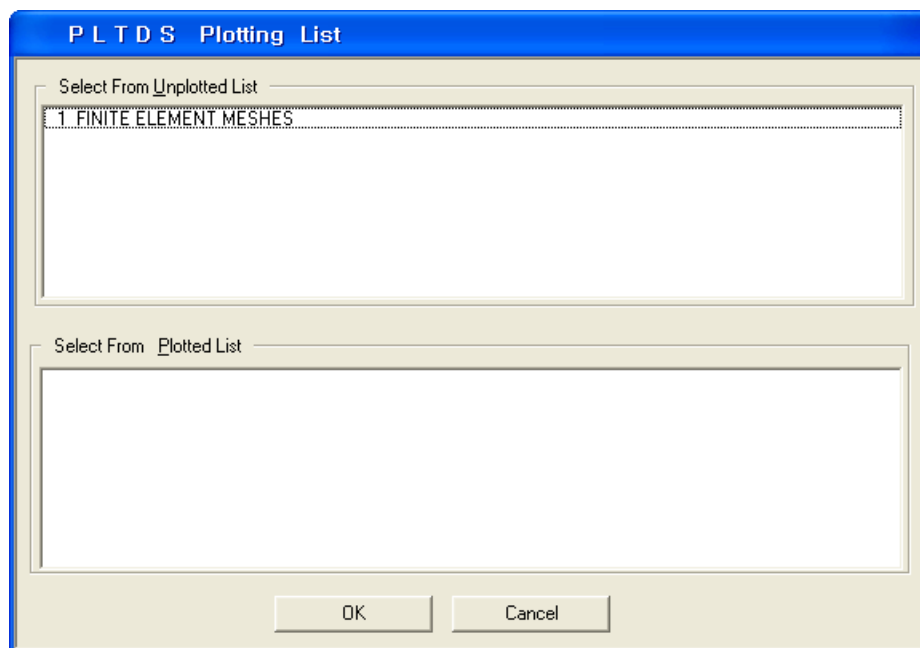


그림 8. PLTDS Plotting List.

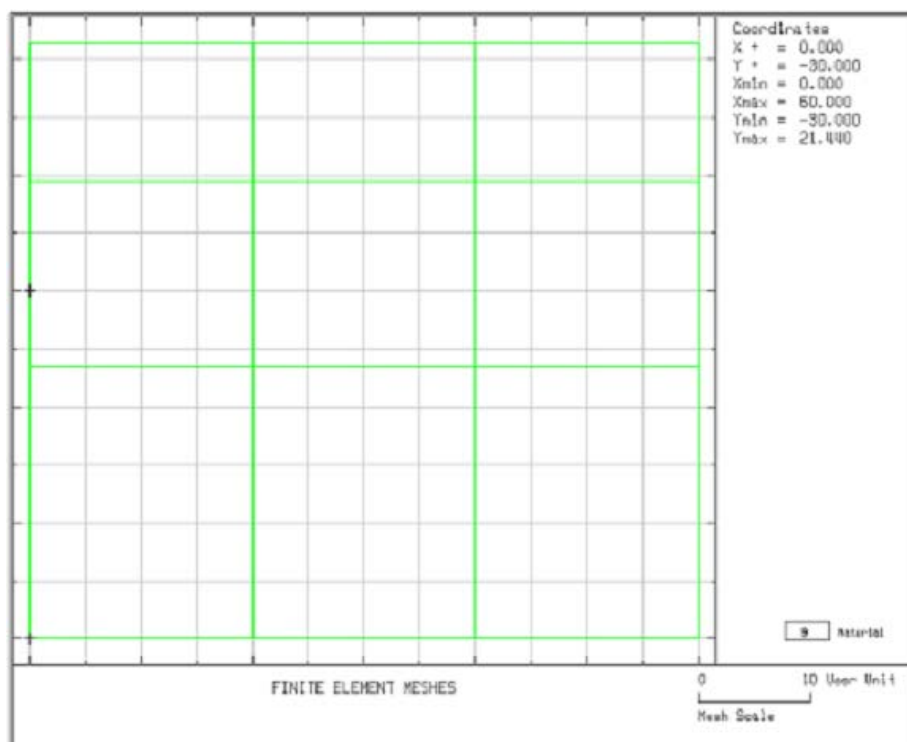


그림 9. 완성된 Base Mesh.

2.2.1.3 지층 ; Group 1~4 만들기

그림 1은 NATM 터널 해석단면의 지층을 그리고 표 3은 지층 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 1~4는 원지반을 나타냅니다. 표 3을 바탕으로 Group 1 (Top Soil)을 만들기 위하여 그림 10과 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 11a~11d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 1를 완성합니다. Group 2 (Weathered Rock), Group 3 (Soft Rock), 그리고 Group 4 (Hard Rock)도 Group 1과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 12는 Group 1~4의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
1	Top Soil	3	Cont..	1	.	.	1	0	17.24	60	17.24	2
							2	60	17.24	60	21.44	2
							3	60	21.44	0	21.44	2
							4	0	21.44	0	17.24	2
2	Weathered Rock	3	Cont.	2	.	.	1	0	12.94	60	12.94	2
							2	60	12.94	60	17.24	2
							3	60	17.24	0	17.24	2
							4	0	17.24	0	12.94	2
3	Soft Rock	3	Cont.	3	.	.	1	0	9.44	60	9.44	2
							2	60	9.44	60	12.94	2
							3	60	12.94	0	12.94	2
							4	0	12.94	0	9.44	2
4	Hard Rock	3	Cont.	4	.	.	1	0	-30	60	-30	2
							2	60	-30	60	9.44	2
							3	60	9.44	0	9.44	2
							4	0	9.44	0	-30	2

표 3. 지층 groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1→2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	0
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 10. AIG - Group 1.

- 71 -

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Top Soil

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 17.24

Enter Ending Point

X = 60

Y = 17.24

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11a. Group 1 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 1 Top Soil

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.60000E+02

Y = 0.17240E+02

Enter Ending Point

X = 60

Y = 21.44

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11b. Group 1 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 1 Top Soil

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.60000E+02

Y = 0.21440E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 21.44

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11c. Group 1 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 1 Top Soil

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.21440E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 17.24

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11d. Group 1 - Segment 4.

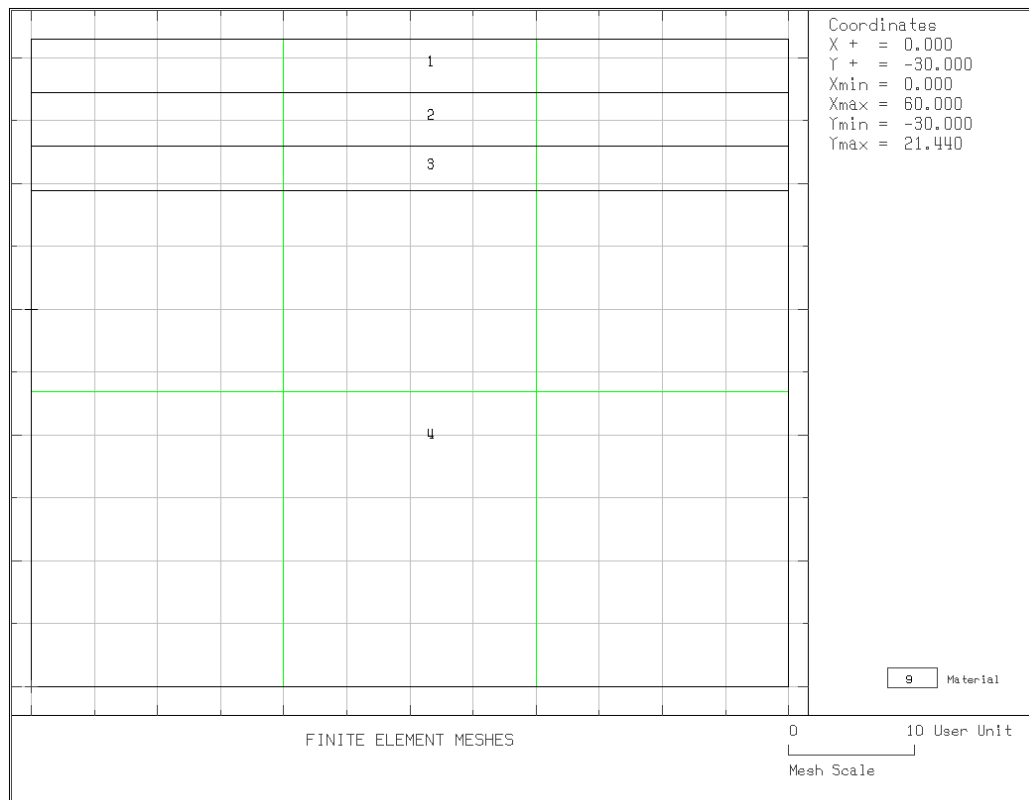


그림 12. 완성된 Group 1~4.

2.2.1.4 Rock Bolts ; Group 5~15 만들기

그림 2는 터널 Rock Bolt에 대한 개략도를 그리고 표 5는 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 5 (Rock Bolt-1)를 만들기 위하여 그림 13과 같이 AIG 창을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 그림 14와 같이 Segment 1을 작성합니다. Segment 작성 시 Line이 아닌 Arc를 이용한 이유는 Arc Segment에 대한 응용으로, θ_b 와 θ_e 의 각도를 같게하면, R_x 와 R_y 는 반경이 아닌 방사 방향의 직선의 시작과 끝의 길이를 각각 나타내도록 되어 있어, Rock Bolt와 같이 호에 수직한 방향으로 직선을 만들 때 편리합니다. Rock Bolt Segment의 IEND=-2로 지정하는 이유는 Rock Bolt가 지층을 횡단하면서 지층의 4절점 연속체 요소를 삼각형 요소로 분할하지 않고 연속체 요소의 절점만 통과하기 위해서입니다. 일반적으로 1개의 4절점 연속체 요소가 2개의 분할된 삼각형요소보다 더 정확한 해석결과를 줍니다. 다음은 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 5를 완성합니다. Group 6~15의 Rock Bolt도 Group 5와 같은 방법으로 완성합니다. 그림 15는 Group 5~15의 완성된 모양을 보여줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Origin		Radius & Angle				IEND
					NAC	NDAC	Xo	Yo	Rx	Ry	θb	θe	
5	Bolt-1	2	Truss(3)	1	4	999	30.866	0.5	4.24	7.24	15	15	-2
6	Bolt-2	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	30	30	-2
7	Bolt-3	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	45	45	-2
8	Bolt-4	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	60	60	-2
9	Bolt-5	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	75	75	-2
10	Bolt-6	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	90	90	-2
11	Bolt-7	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	105	105	-2
12	Bolt-8	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	120	120	-2
13	Bolt-9	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	135	135	-2
14	Bolt-10	2	Truss(3)	1	4	999	30	0	5.24	8.24	150	150	-2
15	Bolt-11	2	Truss(3)	1	4	999	29.134	0.5	4.24	7.24	165	165	-2

⌘ 5. Rock Bolt groups.

AIG

Group Identity
 Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATNO KFI MATold
 MATNOj KFI THICj
 LTP LMAT
 LTPi LMATi
 LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	4	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF)
 XLO
 YLO

그림 13. AIG - Group 5.

Arc Segment

Segment No = 1

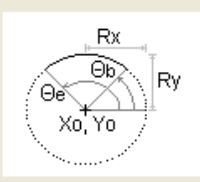
Group No: 5 Rock Bolt

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo: Yo:

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx

Vertical Radius : Ry

Beginning Angle (Deg.): Qb

Ending Angle (Deg.): Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

그림 14. Group 5 - Segment 1.

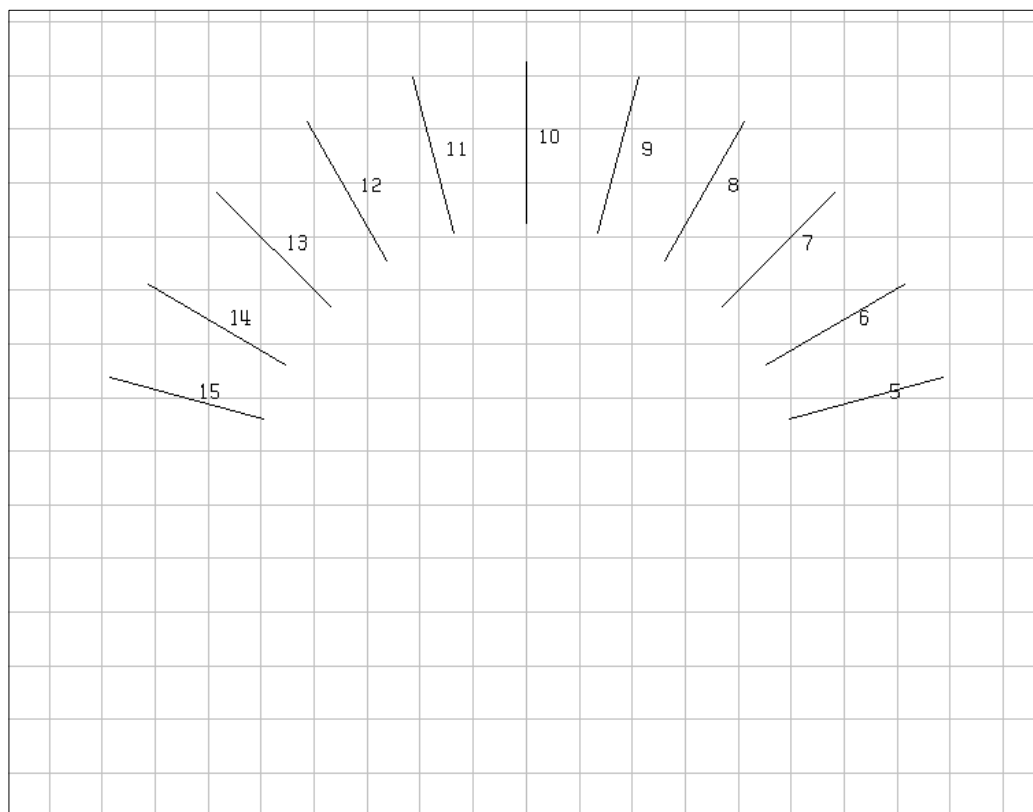


그림 15. 완성된 Group 5~15.

2.2.1.5 터널 Lining ; Group 16 만들기

그림 3은 터널 Lining의 개략도를 그리고 표 5는 Lining Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

표 5를 바탕으로 Group 16 (터널 Lining)을 만들기 위하여 그림 16과 같이 AIG 창을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 그림 17a~17g와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 16을 완성합니다. 본 예제에서는 터널 Lining을 MTYPE=-2를 사용하여 시작하는 Segment (Segment 1)와 끝나는 Segment (Segment 7)가 만나도록 하여 폐쇄루프를 만들었습니다. 따라서 Segment 1과 7이 만나는 점에서의 좌표와 Slope는 동일해야 합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 터널 Lining의 Geometry는 상대적으로 매우 중요하므로 IEND=2를 지정해야 합니다. 그림 18은 Group 16의 완성된 모양을 보여줍니다.

	Element Type	Material No	Element Activity	
			NAC	NDAC
Interface	Joint	MATNO _j =7	9	999
Lining	LTPo=2, Beam	LMAT _o =2	9	999

Group No.	Description	MTYPE	Seg. No.	Origin		Radius & Angle				IEND
				Xo	Yo	Rx	Ry	θb	θe	
16	Tunnel Lining	-2	1	30	20.6	23.86	23.86	270	280.94	2
			2	25.25	0.5	9.86	9.86	-19.78	0	2
			3	30.866	0.5	4.24	4.24	0	30	2
			4	30	0	5.24	5.24	30	150	2
			5	29.134	0.5	4.24	4.24	150	180	2
			6	34.75	0.5	9.86	9.86	-180	-160.22	2
			7	30	20.59	23.86	23.86	259.06	270	2

표 5. 터널 Lining group.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

-2: Generate slip lines with joint elements

MATNO Kf MATold
MATNOj Kfj THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

joint

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
MATNOj	9	999
	0	0
LMATi	0	0
LMATo	9	999

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 16. AIG - Group 16.

- 82 -

Arc Segment

Segment No = 1

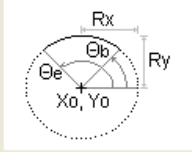
Group No: 16 Tunnel Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo: 30 Yo: 20.6

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 23.896

Vertical Radius : Ry 23.86

Beginning Angle (Deg.) : Qb 270

Ending Angle (Deg.) : Qe 280.94

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 17a. Group 16 – Segment 1.

Arc Segment

Segment No = 2

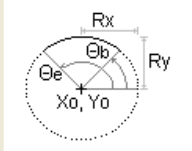
Group No: 16 Tunnel Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo: 25.25 Yo: 0.5

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 9.86

Vertical Radius : Ry 9.86

Beginning Angle (Deg.) : Qb -19.78

Ending Angle (Deg.) : Qe 0

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 17b. Group 16 – Segment 2.

Arc Segment

Segment No = 3

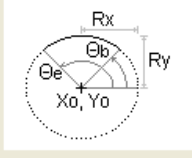
Group No: 16 Tunnel Lining

Origin By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo 30.87 Yo 0.5

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 4.24

Vertical Radius : Ry 4.24

Beginning Angle (Deg.) : Qb 0

Ending Angle (Deg.) : Qe 30

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 17c. Group 16 - Segment 3.

Arc Segment

Segment No = 4

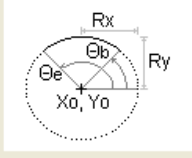
Group No: 16 Tunnel Lining

Origin By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo 30 Yo 0

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 5.24

Vertical Radius : Ry 5.24

Beginning Angle (Deg.) : Qb 30

Ending Angle (Deg.) : Qe 150

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 17d. Group 16 - Segment 4.

Arc Segment

Segment No = 5

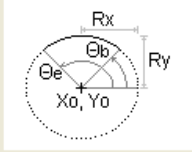
Group No: 16 Tunnel Lining

Origin By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo 29.13 Yo 0.5

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 4.24

Vertical Radius : Ry 4.24

Beginning Angle (Deg.) : Qb 150

Ending Angle (Deg.) : Qe 180

Note: When $Qb = Qe$, a straight radial line is drawn from $R = Rx$ to $R = Ry$. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle $Q = Qb = Qe$.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 17e. Group 16 - Segment 5.

Arc Segment

Segment No = 6

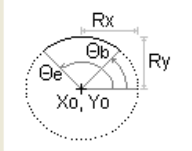
Group No: 16 Tunnel Lining

Origin By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo 34.75 Yo 0.5

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 9.86

Vertical Radius : Ry 9.86

Beginning Angle (Deg.) : Qb -180

Ending Angle (Deg.) : Qe -160.22

Note: When $Qb = Qe$, a straight radial line is drawn from $R = Rx$ to $R = Ry$. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle $Q = Qb = Qe$.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 17f. Group 16 - Segment 6.

Arc Segment

Segment No = 7

Group No: 16 Tunnel Lining

Origin By

☐ Mouse Pickup
☒ Enter X and Y

Enter Origin

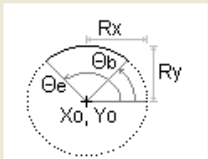
Xo

30

Yo

20.59

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx

23.86

Vertical Radius : Ry

23.86

Beginning Angle (Deg.) : Qb

259.06

Ending Angle (Deg.) : Qe

270

Note: When $Q_b = Q_e$, a straight radial line is drawn from $R = R_x$ to $R = R_y$.
That is, R_x and R_y represent radial distances at angle $Q = Q_b = Q_e$.

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

0

2: Include beginning & ending point

OK

Cancel

Go To Line Segment

그림 17g. Group 16 – Segment 7.

- 86 -

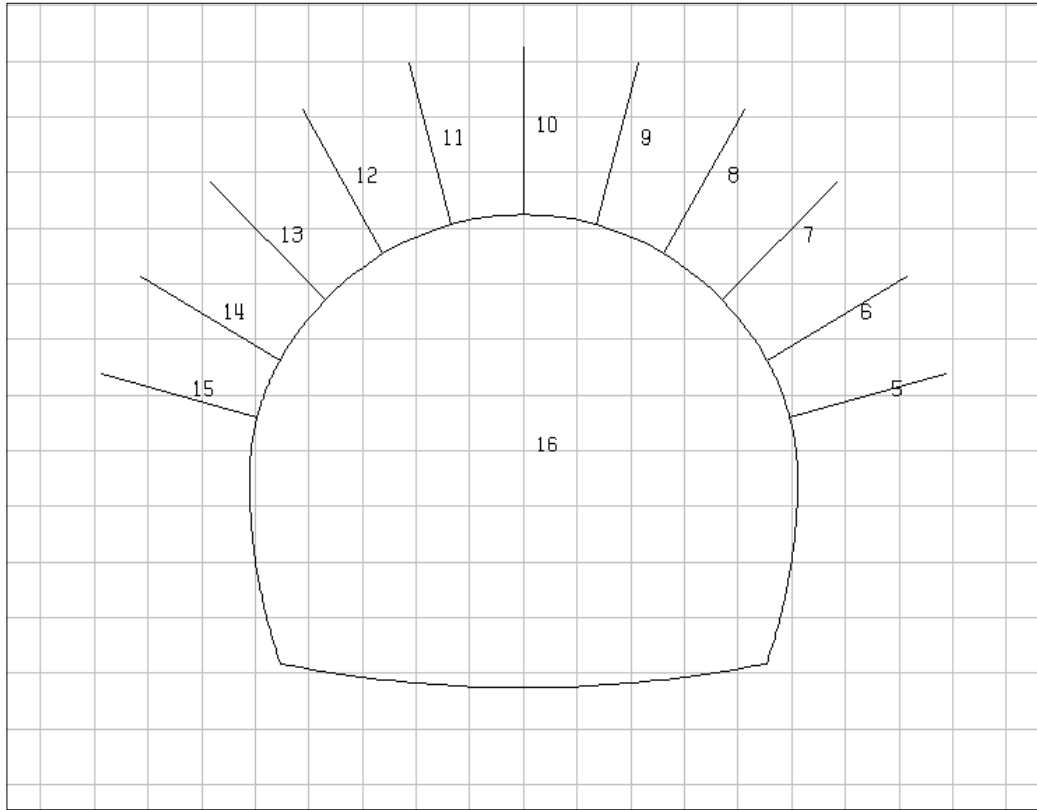


그림 18. 완성된 Group 16.

2.2.1.6 Shotcrete ; Group 17~19 만들기

그림 4는 터널 Shotcrete 개략도를 그리고 표 6은 Shotcrete Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다. Shotcrete는 상반과 하반으로 구분되었고, 하반 Shotcrete는 우측과 좌측으로 세분되었고, Invert에는 Shotcrete가 타설되지 않았습니다.

표 6을 바탕으로 Group 17 (Shotcrete - Right Lower)을 만들기 위하여 그림 19와 같이 AIG 창을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 그림 20과 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 17을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 Shotcrete의 Geometry는 이미 작성된 터널 Lining (Group 16)의 Geometry와 중복되므로 IEND=3으로 지정해야 합니다. Group 18 (Shotcrete - Upper)과 Group 19 (Shotcrete - Left Lower)도 Group 17과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 21은 Group 17~19의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity	
				NAC	NDAC
17	Shotcrete - Right Lower	Beam(2).	1	7	999
18	Shotcrete - Upper	Beam(2)	1	4	999
19	Shotcrete - Left Lower	Beam(2)	1	7	999

Group No.	Description	MTYPE	Seg. No.	Origin		Radius & Angle				IEND
				Xo	Yo	Rx	Ry	θb	θe	
17	Shotcrete - Right Lower	2	1	25.25	0.5	9.86	9.86	-19.78	0	3
18	Shotcrete - Upper	2	1	30.87	0.5	4.24	4.24	0	30	3
			2	30	0	5.24	5.24	30	150	3
			3	29.13	0.5	4.24	4.24	150	180	3
19	Shotcrete - Left Lower	2	1	34.75	0.5	9.86	9.86	-180	-160.22	3

☒ 6. Shotcrete groups.

AIG

Group Identity

Group No
Segment No
Title

MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATNO
MATNOj
LTP
LTPi
LTPo

KF
KFi
LMAT
LMATi
LMATo

MATold
THICj

☐ Add new mesh
☐ Hide

MTYPE

Description

Line Options

Coordinate Constraint

☒ Generated coordinates are movable
☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	7	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot

☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin

☐ Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF)

XLO
YLO

Edit Segment

Show Seg. No.

Update Group

Save

Replot

Group Editor

Segment Editor

Close

Exit

그림 19. AIG - Group 17

Arc Segment

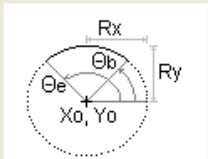
Segment No = 1

Group No: 17 Shotcrete - Right Lower

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin: X_o Y_o

Enter Radius and Angle:



Horizontal Radius : Rx

Vertical Radius : Ry

Beginning Angle (Deg.): Qb

Ending Angle (Deg.): Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions:

Number of divisions:

▼

그림 20. Group 17 - Segment 1.

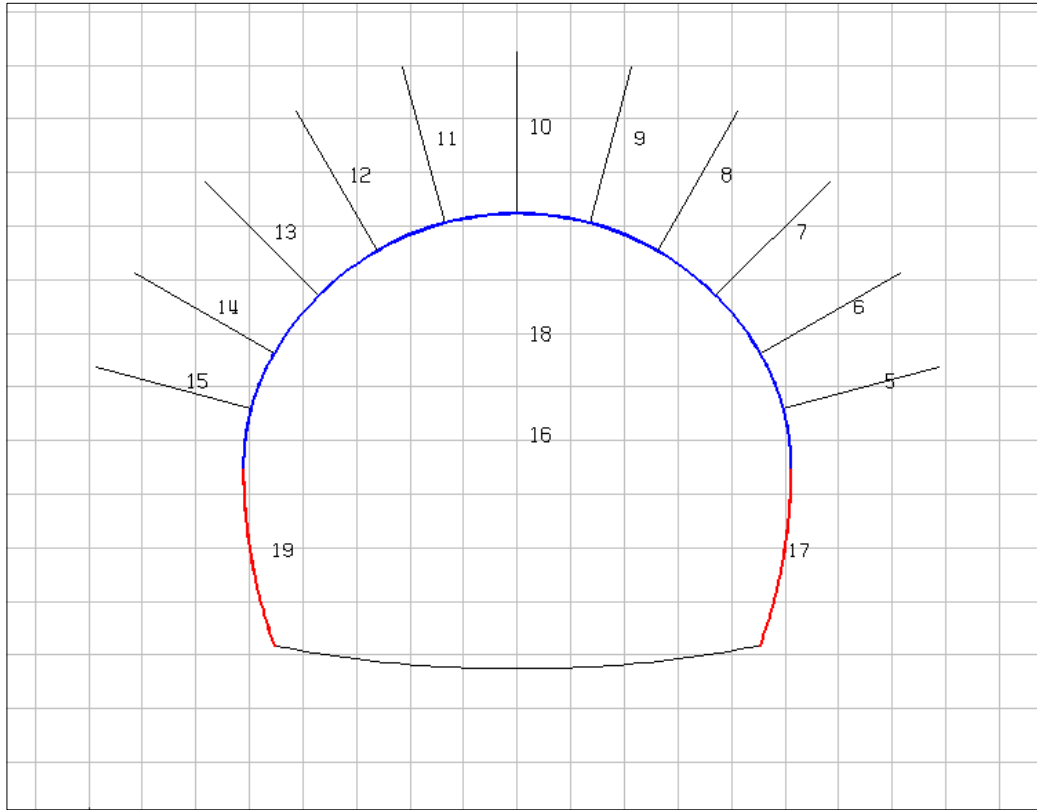


그림 21. 완성된 Group 17~19.

2.2.1.7 Core ; Group 20~21 만들기

상반 (Upper Core)과 하반 (Lower Core)의 개략도는 그림 3에 그리고 이들 Group에 대한 상세 입력내용은 표 7에 설명되어 있습니다.

표 7을 바탕으로 Group 20 (Upper Core)을 만들기 위하여 그림 22와 같이 AIG 창을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 그림 23a~23d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 20을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 Shotcrete의 Geometry는 이미 작성된 터널 Lining (Group 16)의 Geometry와 중복되므로 IEND=3으로 지정해야 합니다. Group 21 (Lower Core)도 Group 20과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 24는 Group 20~21의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity	
					NAC	NDAC
20	Upper Core	3	Cont.	5	0	5
21	Lower Core	3	Cont.	6	0	8

Group No	Seg. No	Line Segment				Arc Segment						IEND
		Beginning Point		Ending Point		Origin		Radius & Angle				
		X	Y	X	Y	Xo	Yo	Rx	Ry	θb	θe	
20	1	35.106	0.5	24.894	0.5	.	.	.	.	.		3
	2	.	.	.	.	30.866	0.5	4.24	4.24	0	30	3
	3	.	.	.	.	30	0	5.24	5.24	30	150	3
	4	.	.	.	.	29.134	0.5	4.24	4.24	150	180	3
21	1	.	.	.	.	30	20.6	23.86	23.86	259.06	280.9	3
	2	.	.	.	.	25.25	0.5	9.86	9.86	−19.78	0	3
	3	24.894	0.5	25	0.5	.	.	.	.	.	.	3
	4	.	.	.	.	34.75	0.5	9.86	9.86	−180	−160.22	3

⌘ 7. Core groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

1→2

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	5
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 22. AIG - Group 20.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 20 Upper Core

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = Y =

Enter Ending Point

X = Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 23a. Group 20 - Segment 1.

Arc Segment

Segment No = 2

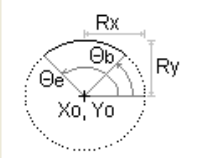
Group No: 20 Upper Core

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo = Yo =

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx

Vertical Radius : Ry

Beginning Angle (Deg.): Qb

Ending Angle (Deg.): Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Line Segment

그림 23b. Group 20 - Segment 2.

Arc Segment

Segment No = 3

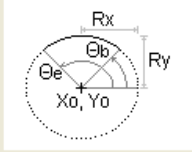
Group No: 20 Upper Core

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo: 30 Yo: 0

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 5.24

Vertical Radius : Ry 5.24

Beginning Angle (Deg.): Qb 30

Ending Angle (Deg.): Qe 150

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Line Segment

그림 23c. Group 20 - Segment 3.

Arc Segment

Segment No = 4

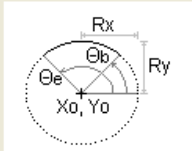
Group No: 20 Upper Core

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo: 29.134 Yo: 0.5

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 4.24

Vertical Radius : Ry 4.24

Beginning Angle (Deg.): Qb 150

Ending Angle (Deg.): Qe 180

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Line Segment

그림 23d. Group 20 - Segment 4.

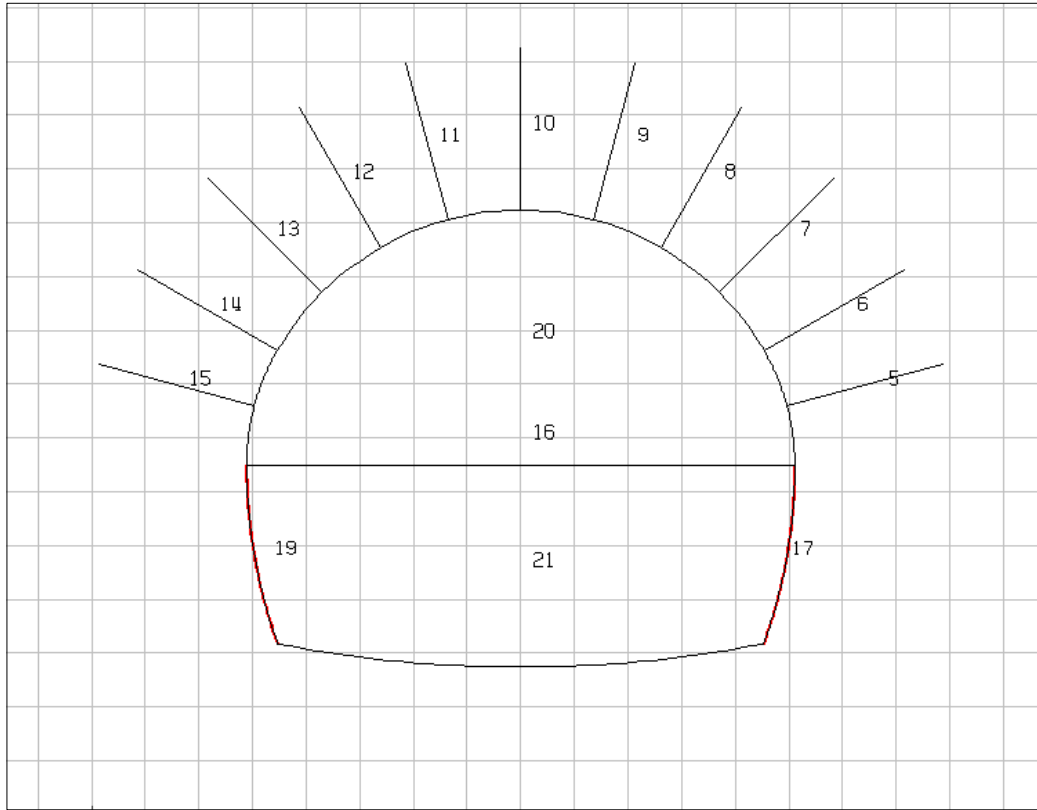


그림 24. 완성된 Group 20~21.

2.2.1.8 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addrgn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 25 참조)

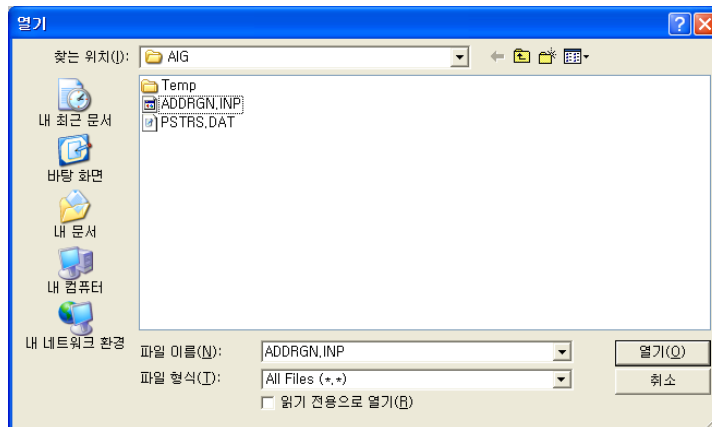


그림 25. Input 파일 선택.

2.2.1.9 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 26과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

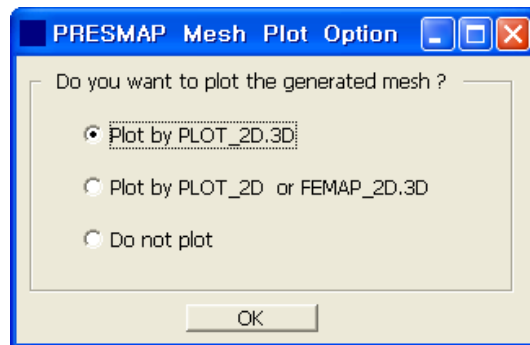


그림 26. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 27은 Top Soil, Weathered Rock, Soft Rock, 그리고 Hard Rock으로 구성된 원지반 유한요소망입니다.

그림 28은 터널 주변의 지반을 나타내는 연속체 요소와 Truss 요소로 표현된 Rock Bolt를 보여줍니다. Rock Bolt는 주변지반을 횡단하면서, 4 절점 연속체 요소를 2개의 삼각형 요소로 자르지 않고 절점만 통과하도록 되었습니다.

그림 29는 터널 Lining에서 주변지반과 Lining 사이의 Interface를 나타내는 Joint 요소와 Lining을 나타내는 Beam 요소를 보여줍니다.

그림 30은 Beam 요소로 구성된 상반 및 하반 Shotcrete 요소번호를 보여줍니다. 상반 Shotcrete 요소는 4222~4249, 우측 하반 Shotcrete 요소는 4215~4221, 그리고 좌측 하반 Shotcrete 요소는 4250~4256입니다. 이들 Shotcrete 요소번호는 Group.Man 파일의 Element Activity 데이터를 확인하는데 사용할 수 있습니다.

그림 31은 터널 시공시 굴착될 상반 (Upper Core)과 하반 (Lower Core)에 위치한 지반요소로 터널 주변의 원지반 요소와 구별하여 보여주기 위해 별도로 Plot하였습니다.

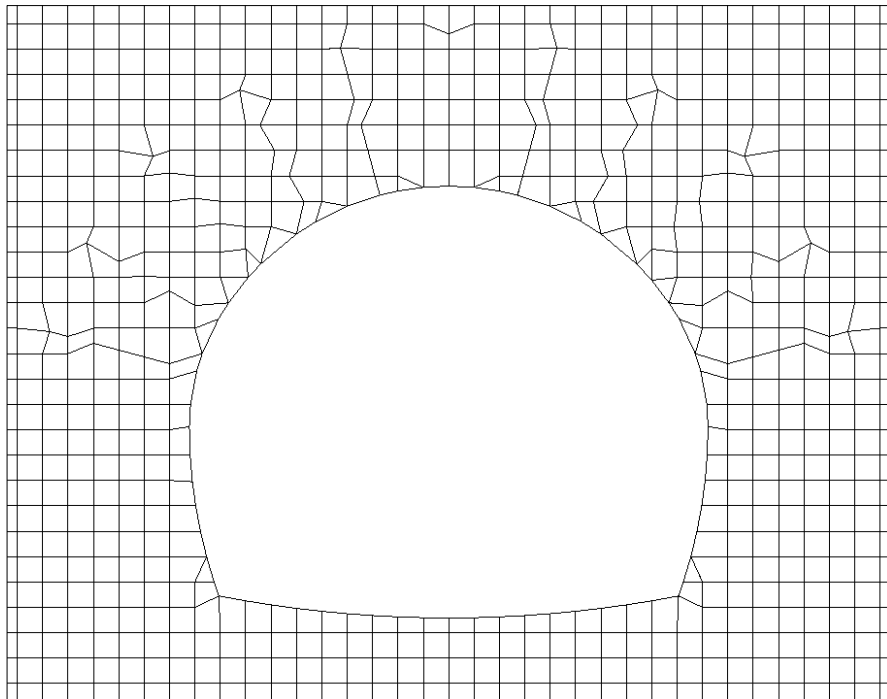
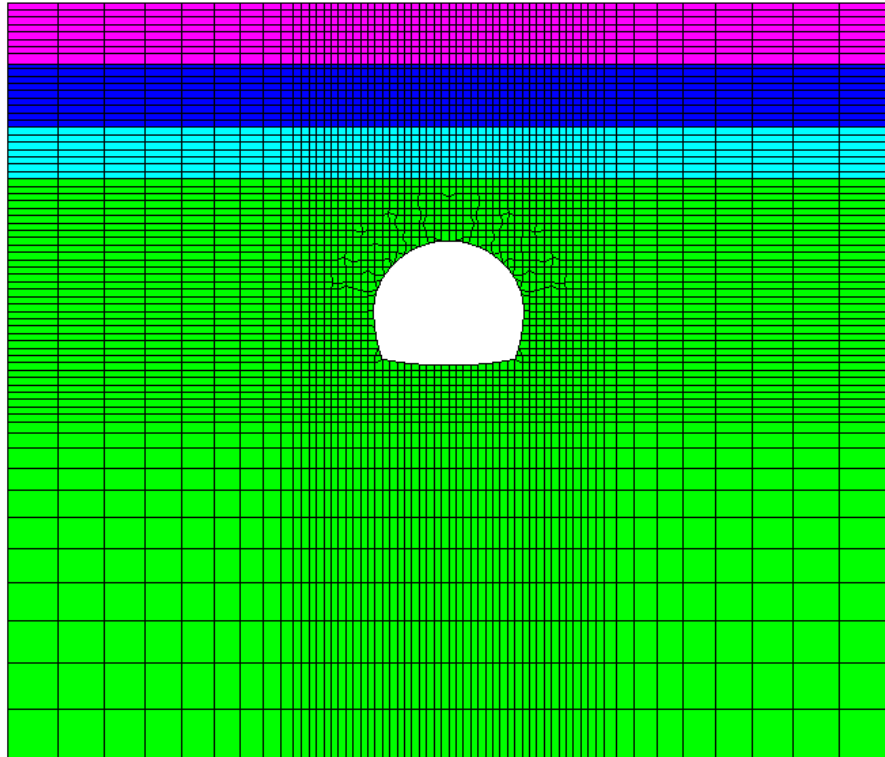


그림 27. Continuum 요소, MATNO 1~4 (원지반 요소)

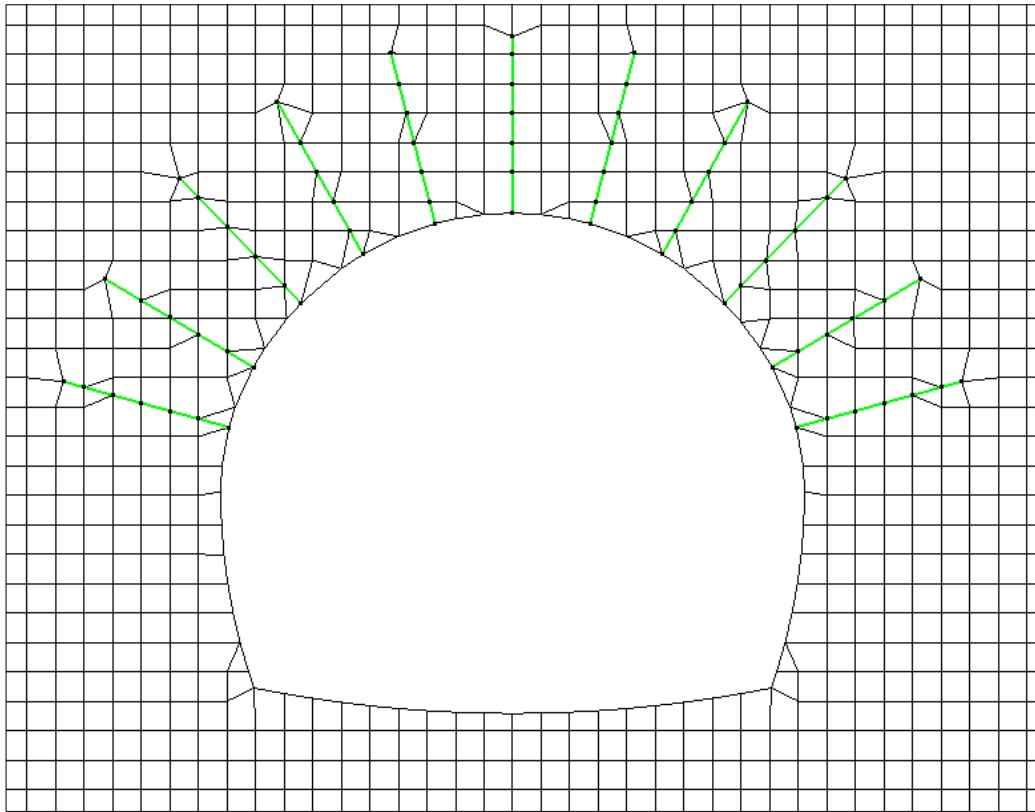


그림 28. Truss 요소 (Rock Bolts)

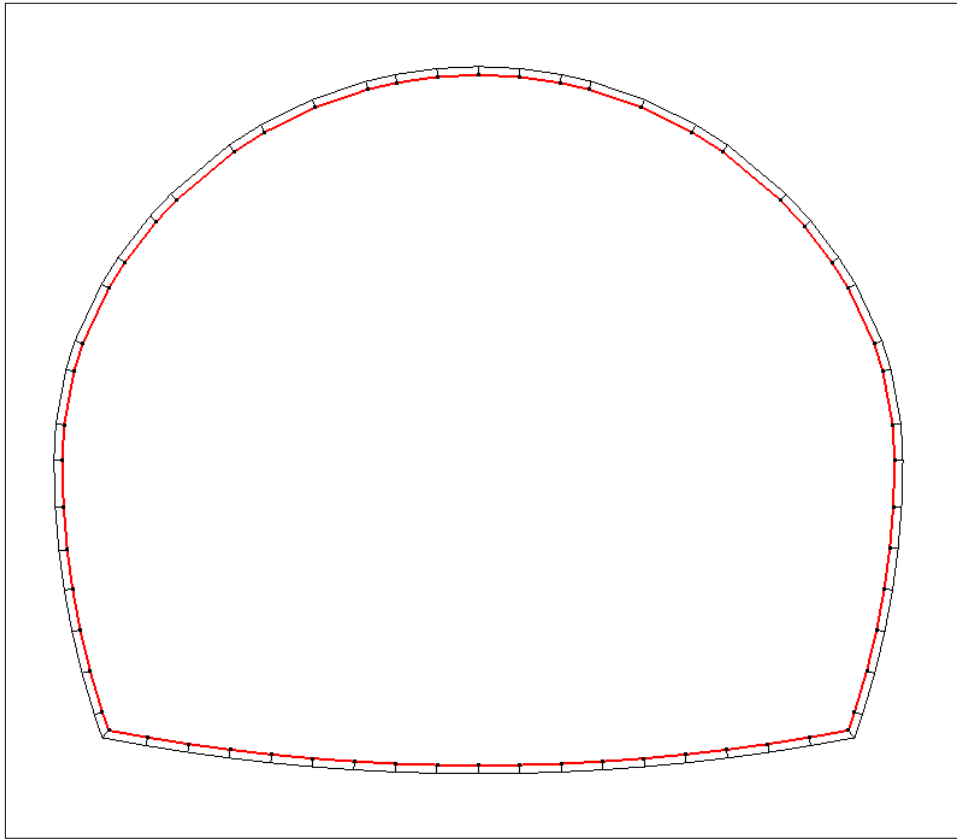


그림 29. Joint, Beam 요소 (Interface, 터널 Lining)

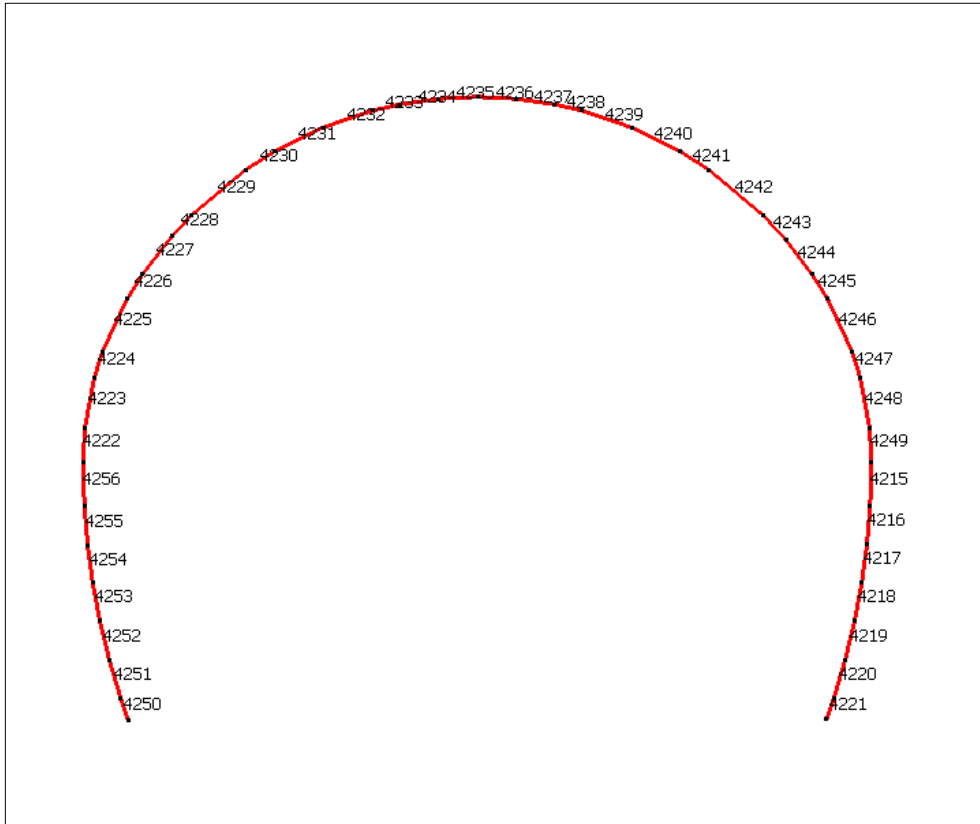


그림 30. Shotcrete (Beam) 요소 번호.

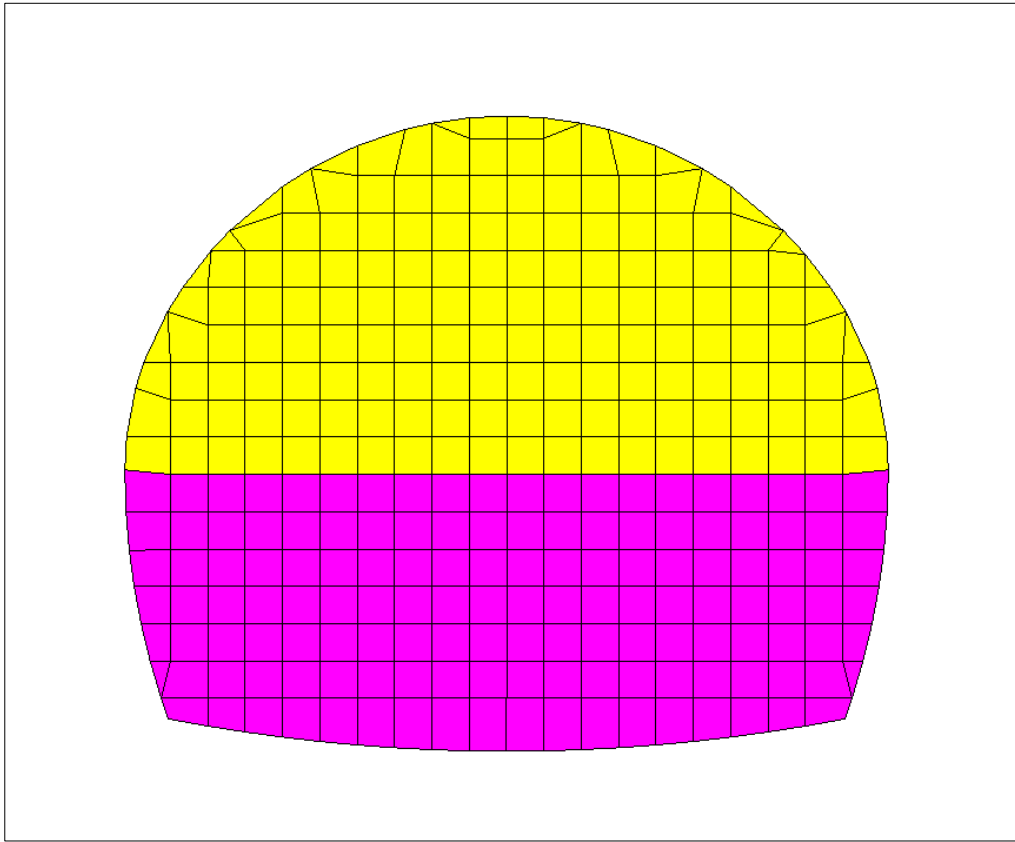


그림 31. Continuum 요소, MATNO 5~6 (Upper, Lower Core)

2.2.2 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일 이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.

본 NATM 터널 예제는 각 Group 별 AIG 창 작성시 PLTDS Plot 입력사항인 Check Box가 체크되지 않아 Card No 3.3.5.4.1-3의 NPTYPE 값들이 모두 0으로 출력됩니다. 따라서 본 List에는 지면을 절약하기 위해 Group 5에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 모두 열거하였으나 기타 Group들에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 생략하여 열거했습니다.


```

* Card 1.1
* IMOD
  2
* Card 4.1
* NBX  NBY  IB_LEFT IB_RIGHT IB_TOP IB_BOTTOM
  3    3    1        1        0        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
0.00000E+00 -3.00000E+01 -5.00000E+01
* Card 4.3
*   W          DX          AX
2.00000E+01 5.00000E-01 -3.00000E-01
2.00000E+01 5.00000E-01 5.00000E-01
2.00000E+01 5.00000E-01 3.00000E-01
* Card 4.4
*   H          DY          AY
1.20000E+01 5.00000E-01 5.00000E-01
1.60000E+01 5.00000E-01 5.00000E-01
2.34400E+01 5.00000E-01 3.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
  1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
  1    1
* Card 3.3
* IEDIT
  4
* Card 3.3.5.1
* NODE
  0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
  0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
  0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP IGTITL
  21    1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref      Yref
0.00000E+00 0.00000E+00
*
=====
*
* Group No =  1
              Top Soil
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP LMAT  MATold
  1    1    0    1    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo          YLo
  4    0    0    0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1

```

```

* NP   X          Y
  1    0.00000E+00 1.72400E+01
  2    6.00000E+01 1.72400E+01
  3    6.00000E+01 2.14400E+01
  4    0.00000E+00 2.14400E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4    1    0    2
*
=====
*
* Group No =  2
              Weatherd Rock
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP LMAT  MATold
  2    1    0    1    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo          YLo
  4    0    0    0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X          Y
  1    0.00000E+00 1.29400E+01
  2    6.00000E+01 1.29400E+01
  3    6.00000E+01 1.72400E+01
  4    0.00000E+00 1.72400E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4    1    0    2
*
=====
*
* Group No =  3
              Soft Rock
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    0    0    0    0    0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  3 1 0 1 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 9.40000E+00
  2 6.00000E+01 9.40000E+00
  3 6.00000E+01 1.29400E+01
  4 0.00000E+00 1.29400E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2
*
*=====
*
* Group No = 4
          Hard Rock
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 0 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  4 1 0 1 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 -3.00000E+01
  2 6.00000E+01 -3.00000E+01
  3 6.00000E+01 9.44000E+00
  4 0.00000E+00 9.44000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2

```

```

  4 1 0 2
*
*=====
*
* Group No = 5
          Rock Bolt - 1
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  3 1
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  4 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1 For Mesh
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2 For Principal Stress
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3 For Deformed Shape
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4 For Beam
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5 For Truss
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6 For Contour: Continuum
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
  0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 3.49655E+01 1.59739E+00
  2 3.78633E+01 2.37385E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 2 0 -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
  3.0870E+01 5.0000E-01 4.2400E+00 7.2400E+00 15.00
15.00
*
=====
*
* Group No = 6
          Rock Bolt - 2
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  3 1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  4 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 3.45380E+01 2.62000E+00
  2 3.71360E+01 4.12000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 2 0 -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
  3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 8.2400E+00 30.00
30.00
*
=====
*
* Group No = 7
          Rock Bolt - 3

```

```

*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  3 1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  4 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 3.37052E+01 3.70524E+00
  2 3.58266E+01 5.82656E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 2 0 -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
  3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 8.2400E+00 45.00
45.00
*
=====
*
* Group No = 8
          Rock Bolt - 4
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  3 1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO

```

```

      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
      4      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      2      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
      1      3.26200E+01 4.53797E+00
      2      3.41200E+01 7.13605E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
      1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      2      0      -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
      3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 8.2400E+00 60.00
60.00
*
=====
*
* Group No = 9
      Rock Bolt - 5
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
      2      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP      LMAT
      3      1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
      4      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      2      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
      1      3.00000E+01 5.24000E+00
      2      3.00000E+01 8.24000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
      1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      2      0      -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1

```

```

*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      2      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
      1      3.13562E+01 5.06145E+00
      2      3.21327E+01 7.95923E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
      1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      2      0      -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
      3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 8.2400E+00 75.00
75.00
*
=====
*
* Group No = 10
      Rock Bolt - 6
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
      2      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP      LMAT
      3      1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
      4      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      2      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
      1      3.00000E+01 5.24000E+00
      2      3.00000E+01 8.24000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
      1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      2      0      -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1

```

```

* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0000E+01  0.0000E+00  5.2400E+00  8.2400E+00  90.00
90.00
*
=====
*
* Group No = 11
          Rock Bolt - 7
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3   1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  4   999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0   0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  2   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   2.86438E+01  5.06145E+00
  2   2.78673E+01  7.95923E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1   2   0  -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0000E+01  0.0000E+00  5.2400E+00  8.2400E+00  105.00
105.00
*
=====
*
* Group No = 12
          Rock Bolt - 8
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3   1

```

```

*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  4   999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0   0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  2   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   2.73800E+01  4.53797E+00
  2   2.58800E+01  7.13605E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1   2   0  -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0000E+01  0.0000E+00  5.2400E+00  8.2400E+00  120.00
120.00
*
=====
*
* Group No = 13
          Rock Bolt - 9
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3   1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  4   999

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
    2     0     0     0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1     2.62948E+01 3.70524E+00
    2     2.41734E+01 5.82656E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     2     0    -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
    3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 8.2400E+00 135.00
135.00
*
*=====
*
* Group No = 14
           Rock Bolt - 10
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2     1     0     0     0     0     0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP   LMAT
    3     1
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    4     999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
    2     0     0     0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1     2.50345E+01 1.59739E+00
    2     2.21367E+01 2.37385E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     2     0    -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
    2.9130E+01 5.0000E-01 4.2400E+00 7.2400E+00 165.00
165.00
*
*=====
*
* Group No = 16

```

```

    2     2.28640E+01 4.12000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     2     0    -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
    3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 8.2400E+00 150.00
150.00
*
*=====
*
* Group No = 15
           Rock Bolt - 11
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2     1     0     0     0     0     0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP   LMAT
    3     1
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    4     999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
    2     0     0     0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1     2.50345E+01 1.59739E+00
    2     2.21367E+01 2.37385E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     2     0    -2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
    2.9130E+01 5.0000E-01 4.2400E+00 7.2400E+00 165.00
165.00
*
*=====
*
* Group No = 16

```

```

Tunnel Lining
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
-2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MATj Kfj THICj LTi LMi LTo LMo
7 1 0.100 0 1 2 2
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
9 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
9 999
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
8 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
1 3.00000E+01 -3.27000E+00
2 3.45283E+01 -2.83672E+00
3 3.51100E+01 5.00000E-01
4 3.45380E+01 2.62000E+00
5 2.54581E+01 2.62000E+00
6 2.48900E+01 5.00001E-01
7 2.54718E+01 -2.83638E+00
8 3.00000E+01 -3.27000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
7
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
3.0000E+01 2.0590E+01 2.3860E+01 2.3860E+01 270.00
280.94
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
2 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
2.5250E+01 5.0000E-01 9.8600E+00 9.8600E+00 -19.78
0.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
3 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
3.0870E+01 5.0000E-01 4.2400E+00 4.2400E+00 0.00

```

```

30.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
4 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 5.2400E+00 30.00
150.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
5 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
2.9130E+01 5.0000E-01 4.2400E+00 4.2400E+00 150.00
180.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
6 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
3.4750E+01 5.0000E-01 9.8600E+00 9.8600E+00 -180.00
-160.22
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
7 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
3.0000E+01 2.0590E+01 2.3860E+01 2.3860E+01 259.06
270.00
*
*=====
*
* Group No = 17
Shotcrete - Right Lower
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
2 1 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
2 1
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
7 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      3.45283E+01 -2.83672E+00
  2      3.51100E+01  5.00000E-01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  2.5250E+01  5.0000E-01  9.8600E+00  9.8600E+00 -19.78
0.00
*
=====
*
* Group No = 18
      Shotcrete-Upper
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE  IPOST  OVERLAY  GCOLOR  GLTYPE  GLTHIC  GHIDE
  2      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP    LMAT
  2      1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For MATold
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For MATNO
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For MATNOj
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For LMAT
  4      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For LMATi
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For LMATo
  0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
  4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      3.51100E+01  5.00000E-01
  2      3.45380E+01  2.62000E+00
  3      2.54581E+01  2.62000E+00
  4      2.48900E+01  5.00000E-01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0870E+01  5.0000E-01  4.2400E+00  4.2400E+00  0.00

```

```

30.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0000E+01  0.0000E+00  5.2400E+00  5.2400E+00  30.00
150.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  2.9130E+01  5.0000E-01  4.2400E+00  4.2400E+00  150.00
180.00
*
=====
*
* Group No = 19
      Shotcrete - Left Lower
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE  IPOST  OVERLAY  GCOLOR  GLTYPE  GLTHIC  GHIDE
  2      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP    LMAT
  2      1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For MATold
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For MATNO
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For MATNOj
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For LMAT
  7      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For LMATi
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC    NDAC    For LMATo
  0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
  2      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      2.48900E+01  5.00001E-01
  2      2.54718E+01 -2.83672E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.4750E+01  5.0000E-01  9.8600E+00  9.8600E+00 -180.00
-160.22

```



```

*
=====
*
* Group No = 20
      Upper Core
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3   1   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP LMAT  MATold
  5   1   0   0   3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
  0     5
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
  0     0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4     0   0   0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
  1   2.48900E+01 5.00000E-01
  2   3.51100E+01 5.00000E-01
  3   3.45380E+01 2.62000E+00
  4   2.54581E+01 2.62000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1     1     0   3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2     2     0   3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0870E+01 5.0000E-01 4.2400E+00 4.2400E+00 0.00
30.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3     2     0   3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0000E+01 0.0000E+00 5.2400E+00 5.2400E+00 30.00
150.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4     2     0   3

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  2.9130E+01 5.0000E-01 4.2400E+00 4.2400E+00 150.00
180.00
*
=====
*
* Group No = 21
      Lower Core
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3   1   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP LMAT  MATold
  6   1   0   0   3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
  0     8
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
  0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
  0     0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4     0   0   0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
  1   2.54718E+01 -2.83672E+00
  2   3.45283E+01 -2.83672E+00
  3   3.51100E+01 5.00000E-01
  4   2.48900E+01 5.00001E-01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1     2     0   3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.0000E+01 2.0600E+01 2.3860E+01 2.3860E+01 259.06
280.90
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2     2     0   3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  2.5250E+01 5.0000E-01 9.8600E+00 9.8600E+00 -19.78
0.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND

```

```

      3      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
      4      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
      3.4750E+01  5.0000E-01  9.8600E+00  9.8600E+00 -180.00
-160.22
*
=====
*
```

2.2.3 Group.Mes 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일은 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

Group.Mes 파일은 해석할 구조물과 주변지반을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-2D User's Manual의 Mesh File를 참고하기 바랍니다.

..WGROUP.MES

NUMNP NCONT NBEAM NTRUS

4269 4154 102 60

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEX	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.214400E+02
2	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.209400E+02
3	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.204400E+02
4	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.199400E+02
5	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.194400E+02
6	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.189400E+02
7	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.184400E+02
8	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.179400E+02

.
.
.

4262	0	0	1	1	0	1	1	.260167E+02	-.283347E+01
4263	0	0	1	1	0	1	1	.265147E+02	-.291271E+01
4264	0	0	1	1	0	1	1	.270126E+02	-.298126E+01
4265	0	0	1	1	0	1	1	.275105E+02	-.303921E+01
4266	0	0	1	1	0	1	1	.280084E+02	-.308619E+01
4267	0	0	1	1	0	1	1	.285063E+02	-.312273E+01
4268	0	0	1	1	0	1	1	.290042E+02	-.314886E+01
4269	0	0	1	1	0	1	1	.295021E+02	-.316461E+01

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	70	1	2	71	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
2	71	2	3	72	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
3	72	3	4	73	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
4	73	4	5	74	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
5	74	5	6	75	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
6	75	6	7	76	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
7	76	7	8	77	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
8	77	8	9	78	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00

.
.
.

4147	1568	1637	4263	4262	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4148	1637	1706	4264	4263	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4149	1706	1775	4265	4264	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4150	1775	1844	4266	4265	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4151	1844	1913	4267	4266	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4152	1913	1982	4268	4267	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4153	1982	2051	4269	4268	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4154	2051	2120	4210	4269	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT

NEL	I	J	MSEC	NODEK
4155	4210	4269	2	1
4156	4269	4268	2	1
4157	4268	4267	2	1
4158	4267	4266	2	1

4159	4266	4265	2	1
4160	4265	4264	2	1
4161	4264	4263	2	1
4162	4263	4262	2	1

.
.

.

4249	2802	2803	1	1
4250	1499	1498	1	1
4251	1498	1428	1	1
4252	1428	1427	1	1
4253	1427	1426	1	1
4254	1426	1425	1	1
4255	1425	1424	1	1
4256	1424	1423	1	1

TRUSS ELEMENT

NEL	I	J	MATT	NODEK
4257	2801	2869	1	1
4258	2869	2938	1	1
4259	2938	3007	1	1
4260	3007	3076	1	1
4261	3076	3144	1	1
4262	3144	3213	1	1
4263	2730	2798	1	1
4264	2798	2867	1	1

.
.

.

4309	1279	1209	1	1
4310	1209	1140	1	1
4311	1421	1351	1	1
4312	1351	1282	1	1
4313	1282	1213	1	1
4314	1213	1144	1	1
4315	1144	1074	1	1
4316	1074	1005	1	1

0
0

2.2.4 Group.Man 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Man 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Main File Card 그룹 8의 Element Activity 포맷에 맞게 작성되어, Main File 작성시 Group.Man을 삽입하여 사용합니다.

Group.Man은 AIG 작성시 Element Activity의 NAC와 NDAC의 입력사항들이 각 Group 별로, 각 Group 내의 요소 종류 별로, 각 요소 종류당 재료 번호 별로 나열되어 있습니다.

```

*****
*
*      MAIN FILE: ELEMENT ACTIVITY
*
*      *
*      (CARD 8)
*
*****
*
* Card 8.1
*   NFAD
*   114
*
*
*=====
*
* Group No =   5
*           Rock Bolt - 1
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4257   4   999
*   -4262   4   999
*
* Number of Elements =   2
*
*
*
*=====
*
* Group No =   6
*           Rock Bolt - 2
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4263   4   999
*   -4267   4   999
*
* Number of Elements =   2
*

```

```

*
*
*=====
*
* Group No =   7
*           Rock Bolt - 3
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4268   4   999
*   -4272   4   999
*
* Number of Elements =   2
*
*
*
*=====
*
* Group No =   8
*           Rock Bolt - 4
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4273   4   999
*   -4277   4   999
*
* Number of Elements =   2
*
*
*
*=====
*
* Group No =   9
*           Rock Bolt - 5
*
*-----
*
* Truss Element
*

```

```

*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4278   4   999
*   -4283   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 10
*           Rock Bolt - 6
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4284   4   999
*   -4289   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 11
*           Rock Bolt - 7
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4290   4   999
*   -4295   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*

```

```

*=====
*
* Group No = 12
*           Rock Bolt - 8
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4296   4   999
*   -4300   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 13
*           Rock Bolt - 9
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4301   4   999
*   -4305   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 14
*           Rock Bolt - 10
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*

```



```

* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4306   4   999
*   -4310   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 15
*           Rock Bolt - 11
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4311   4   999
*   -4316   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 16
*           Tunnel Lining
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 7
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4095   9   999
*   -4154   9   999
* Number of Elements = 2
*
*
*-----
*
* Beam Element

```

```

*
*-----
*
* Material No = 2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4155   9   999
*   -4214   9   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 17
*           Shotcrete - Right Lower
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4215   7   999
*   -4221   7   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 18
*           Shotcrete-Upper
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   4222   4   999
*   -4249   4   999
* Number of Elements = 2
*
*
*

```

```

*
*=====
*
* Group No = 19
*      Shotcrete - Left Lower
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      4250      7      999
*      -4256      7      999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 20
*      Upper Core
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 5
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      1400      0      5
*      -1402      0      5
*      1466      0      5
*      -1470      0      5
*      1533      0      5
*      -1538      0      5
*      1600      0      5
*      -1606      0      5
*      1667      0      5
*      -1674      0      5
*      1735      0      5
*      -1742      0      5
*      1802      0      5
*      -1810      0      5
*      1870      0      5
*      -1878      0      5

```

```

1938      0      5
-1946      0      5
2005      0      5
-2014      0      5
2073      0      5
-2082      0      5
2142      0      5
-2150      0      5
2210      0      5
-2218      0      5
2278      0      5
-2286      0      5
2347      0      5
-2354      0      5
2415      0      5
-2422      0      5
2484      0      5
-2490      0      5
2553      0      5
-2558      0      5
2622      0      5
-2626      0      5
2692      0      5
-2694      0      5
4082      0      5
-4093      0      5
* Number of Elements = 42
*
*
*
*=====
*
* Group No = 21
*      Lower Core
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 6
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      1403      0      8
*      -1408      0      8
*      1471      0      8
*      -1477      0      8
*      1539      0      8
*      -1545      0      8
*      1607      0      8

```

-1613	0	8
1675	0	8
-1681	0	8
1743	0	8
-1749	0	8
1811	0	8
-1817	0	8
1879	0	8
-1885	0	8
1947	0	8
-1953	0	8
2015	0	8
-2021	0	8
2083	0	8
-2089	0	8
2151	0	8
-2157	0	8
2219	0	8

-2225	0	8
2287	0	8
-2293	0	8
2355	0	8
-2361	0	8
2423	0	8
-2429	0	8
2491	0	8
-2497	0	8
2559	0	8
-2565	0	8
2627	0	8
-2633	0	8
2695	0	8
-2700	0	8

* Number of Elements = 40

*

*

2.2.5 Group.Pos

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Pos 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Post File 포맷에 맞게 작성됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54 이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 기능을 대체할 수 있어 Group.Pos 파일을 사용하지 않아도 됩니다.

2.3 Ex_3 Excavation

이 예제는 굴착공사에 의한 인근 Box 구조물의 안정성 영향평가로서 빌딩을 신축 공사할 때 사용하였던 실제 사례입니다.

그림 1은 본 예제의 해석단면으로 가시설 구조물은 SCE-Wall과 3단에 걸친 Anchor로 구성되어 있습니다. 기존 Box 구조물은 내부 Column을 포함한 철근 콘크리트로 시공되었습니다. 그림 2는 Box 및 가시설 구조물 단면을 나타내는 개략도로 기존 Box 구조물로부터 불과 4m 정도의 인접한 거리에서 약 13m 깊이의 굴착공사가 시공됩니다.

표 1은 공사의 시공순서로, 처음 2 Step은 원지반의 초기응력을 계산하는데 사용되었고, Step 3에서는 Box 구조물의 굴착과 시공이 동시에 이루어진 것으로 가정하였고, 이 후 단계 별로 굴착과 Anchor가 설치되었습니다.

표 2는 AIG를 사용하여 본 예제의 유한요소망을 생성하기 위해 사용된 Group Summary로 총 17개의 Group이 사용되었습니다. 그림 3은 Group의 개략도입니다. Group의 순서와 Group을 형성하는 Segment의 IEND 값이 차후 ADDRGN-2D를 Execute하여 최종적으로 생성되는 유한요소망의 모양에 영향을 미칩니다. 따라서 처음에 정한 Group 순서가 적절한 유한요소망을 생성하지 못할 경우에는 Group 순서를 재조정 하여야 합니다,

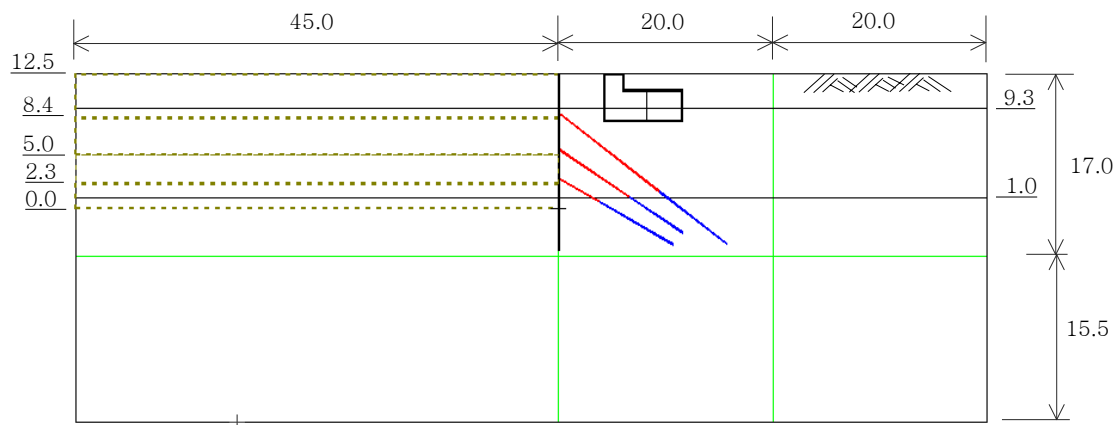


그림 148. Excavation 해석단면.

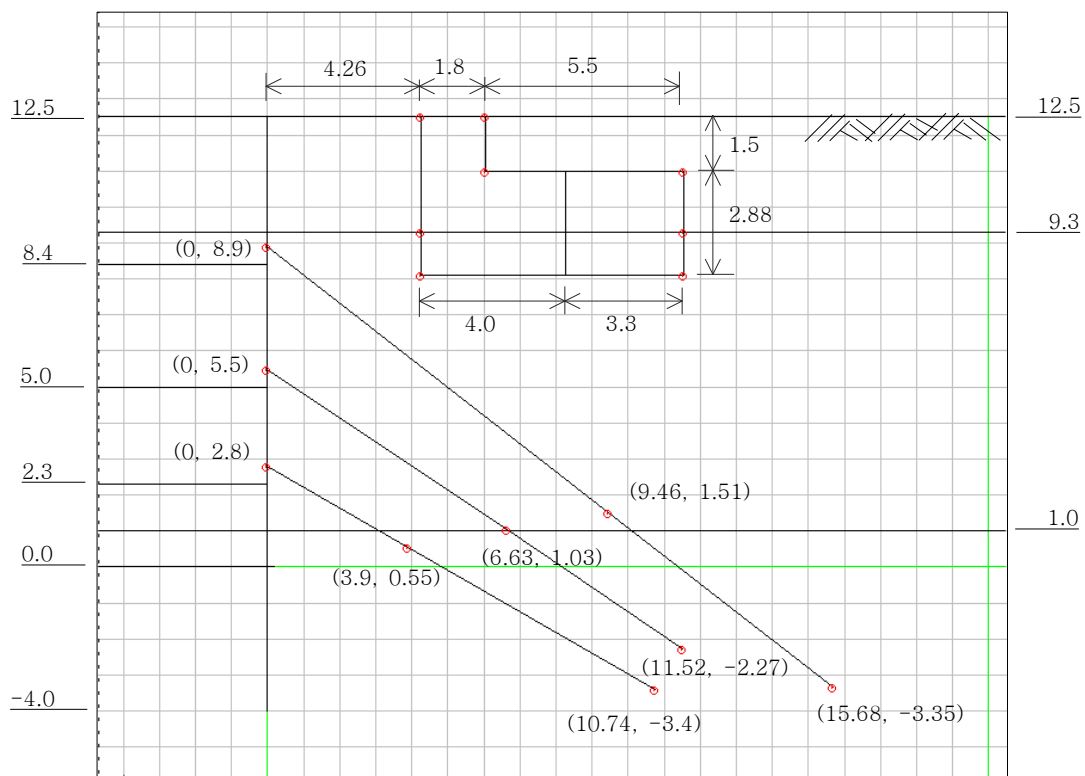


그림 2. Box 및 가시설 단면 개략도.

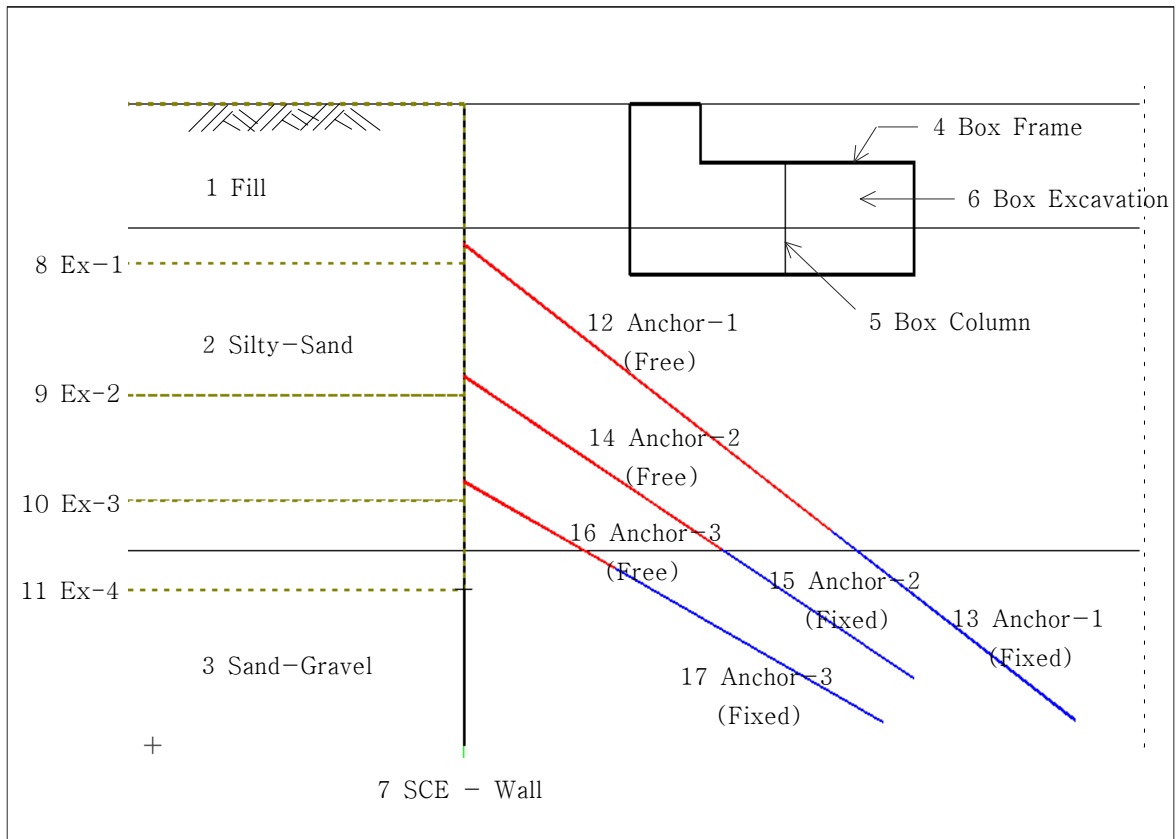


그림 3. Group 개략도.

Step	Description
1,2	원지반 초기응력 계산
3	Box 구조물 시공(굴착 및 Frame 설치)
4	1단 굴착 (굴착면 Y = 8.4m)
5	1단 Anchor 설치
6	2단 굴착 (굴착면 Y = 5.0m)
7	2단 Anchor 설치
8	3단 굴착 (굴착면 Y = 2.3m)
9	3단 Anchor 설치
10	4단 굴착 (굴착면 Y = 0.0m)

표 1. 건설작업 순서도.

Group No.	Name	MTYPE	NAC	NDAC	(MATNO / LTP / LMAT / IEND)
1	Fill	3	0	0	1 / 0 / 0 / 2
2	Silty-Sand	3	0	0	2 / 0 / 0 / 2
3	Sand-Gravel	3	0	0	3 / 0 / 0 / 2
4	Box Frame	2	3	999	0 / 2 / 2 / 2
5	Box Column	2	3	999	0 / 2 / 3 / 2
6	Box Excavation	3	0	3	0 / 0 / 0 / 3
7	SCE - Wall	2	4	999	0 / 2 / 1 / 2
8	Excavation - 1	3	0	4	0 / 0 / 0 / 2
9	Excavation - 2	3	0	6	0 / 0 / 0 / 2
10	Excavation - 3	3	0	8	0 / 0 / 0 / 2
11	Excavation - 4	3	0	10	0 / 0 / 0 / 2
12	Anchor - 1 (Free)	2	5	999	0 / 3 / 1 / 0
13	Anchor - 1 (Fixed)	2	5	999	0 / 3 / 1 / -2
14	Anchor - 2 (Free)	2	7	999	0 / 3 / 2 / 0
15	Anchor - 2 (Fixed)	2	7	999	0 / 3 / 2 / -2
16	Anchor - 3 (Free)	2	9	999	0 / 3 / 3 / 0
17	Anchor - 3 (Fixed)	2	9	999	0 / 3 / 3 / -2

표 2. Group Summary.

2.3.1 AIG를 사용한 Excavation Mesh 생성

2.3.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

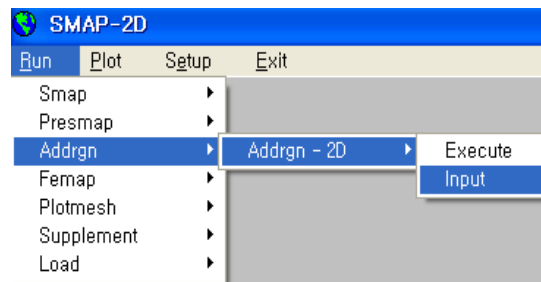


그림 4. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 $Run \Rightarrow Addrng \Rightarrow Addrng-2D \Rightarrow Input \Rightarrow New$ 의 순서로 클릭합니다.

2.3.1.2 Base Mesh 작성하기

그림 1을 참고하여 그림 5의 Base Mesh를 작성합니다. 본 예제는 전응력 해석 (Total Stress Analysis)으로 Y_{water} 의 값은 원점의 Y_0 값보다 낮게 설정되었습니다. 굴착공사로 SCE-Wall 인근 원지반 (중앙 상부 Block)에서 응력 변화가 상대적으로 크게 발생하므로 이 부분에서의 유한요소망은 비교적 조밀하게 짜져야 하므로 $AX2 = AY1 = 0.5$ 를 입력합니다.

다음은 그림 6의 PLTDS Plotting List 창에서 "Finite Element Meshes"를 선택하면 완성된 Base Mesh가 그림 7와 같이 나타납니다.

Base Mesh

Horizontal Block

Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 3

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	45	0.5	-0.3
2	20	0.5	0.5
3	20	0.5	0.3
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block

Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 2

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	17	0.5	0.5
2	15.5	0.5	0.3
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Boundary Condition

Top

Left 0 Free Right

Bottom 1 Roller 1 Roller

Origin

Xo -45 Yo -20

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater -30

OK

Description

그림 5. Base Mesh 창.

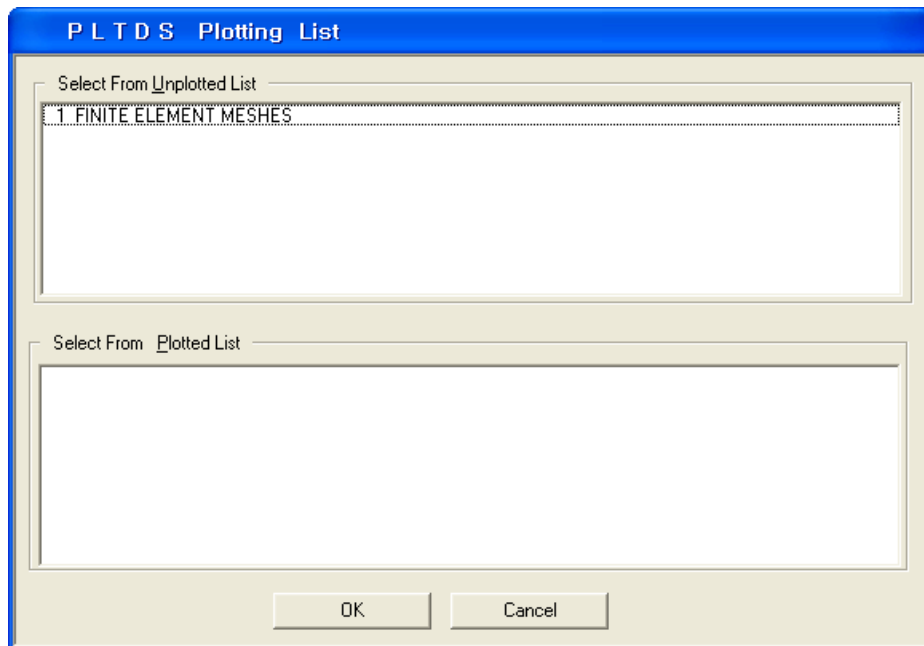


그림 6. PLTDS Plotting List.

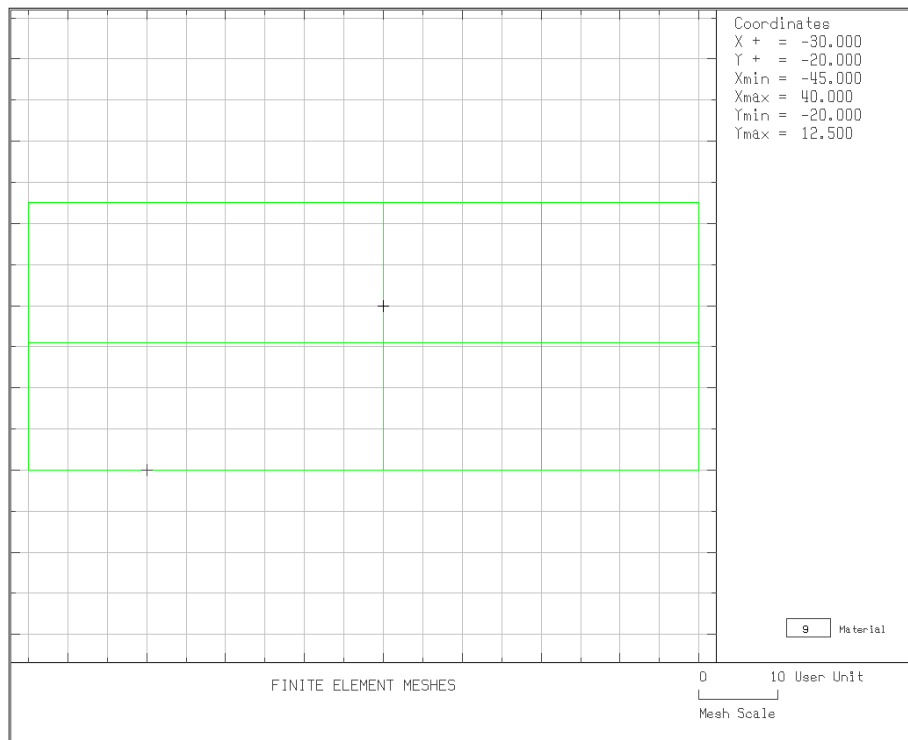


그림 7. 완성된 Base Mesh.

2.3.1.3 지층 ; Group 1~3 만들기

그림 1은 본 예제의 해석단면의 지층을 그리고 표 3은 지층 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 1~3은 원지반을 나타냅니다. 표 3을 바탕으로 Group 1 (Fill)을 만들기 위하여 그림 8과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 9a~9d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 1을 완성합니다. Group 2 (Silty-Sand), 그리고 Group 3 (Sand-Gravel)도 Group 1과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 10은 Group 1~3의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
1	Fill	3	Cont.	1	0	0	1	-45	9.3	40	9.3	2
							2	40	9.3	40	12.5	
							3	40	12.5	-45	12.5	
							4	-45	12.5	-45	9.3	
2	Silty-Sand	3	Cont.	2	0	0	1	-45	1	40	1	2
							2	40	1	40	9.3	
							3	40	9.3	-45	9.3	
							4	-45	9.3	-45	1	
3	Sand-Gravel	3	Cont.	3	0	0	1	-45	-20	40	1	2
							2	40	1	-45	1	
							3	40	1	-45	1	
							4	-45	1	-45	-20	

표 3. 지층 groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO	1	KF	1.00	MATold	3	MTYPE
MATNOj	0	KFj	1.00	THICj	0.10	Description
LTP	0	LMAT	0	☐ Add new mesh ☐ Hide		
LTPi	2	LMATi	1	Line Options Color Type Thickness		
LTPo	2	LMATo	2			

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	0
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

1 → 2

Update Group
Save
Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

그림 8. AIG - Group 1.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = -45

Y = 9.3

Enter Ending Point

X = 40

Y = 9.3

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 9a. Group 1 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 1 Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.40000E+02

Y = 0.93000E+01

Enter Ending Point

X = 40

Y = 12.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 9b. Group 1 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 1 Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.40000E+02

Y = 0.12500E+02

Enter Ending Point

X = -45

Y = 12.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 9c. Group 1 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 1 Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = -0.45000E+02

Y = 0.12500E+02

Enter Ending Point

X = -45

Y = 9.3

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 9d. Group 1 - Segment 4.

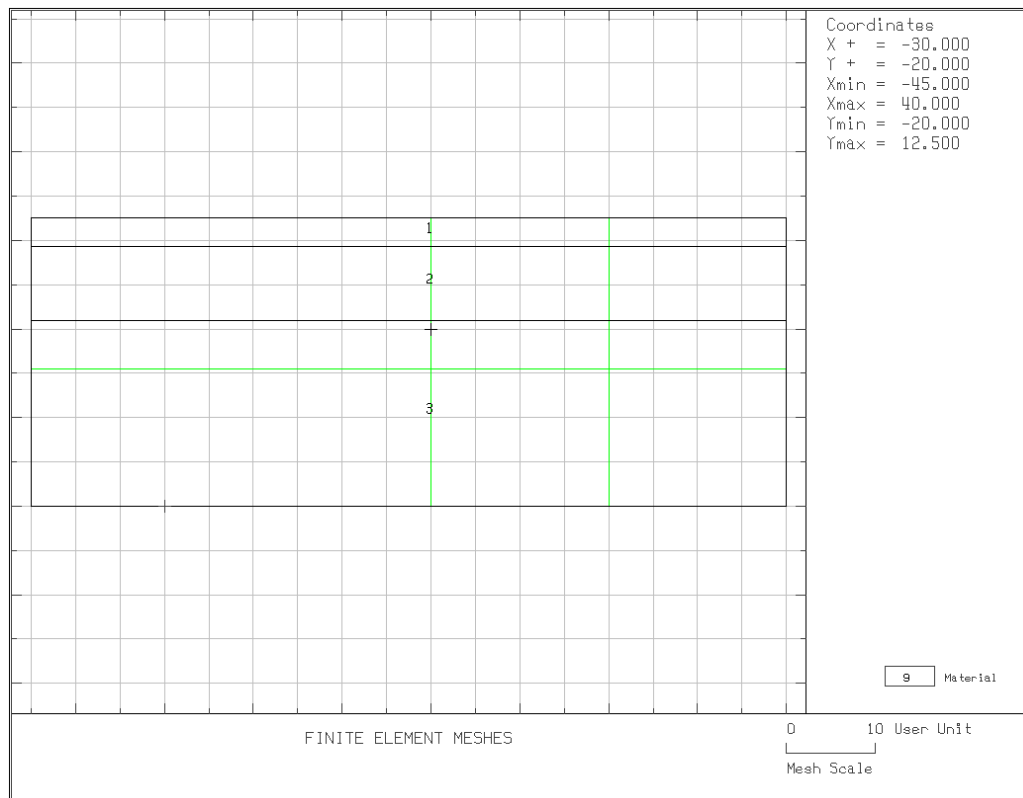


그림 10. 완성된 Group 1~3.

2.3.1.4 Box 구조물 ; Group 4~6

그림 2는 Box 구조물 단면에 대한 개략도를 표 4는 이들 Group에 대한 상세 입력 내용을 나타냅니다.

Group 4 (Box Frame)를 만들기 위하여 그림 11과 같이 AIG 창을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 그림 12a~12f와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 4를 완성합니다. Segment 작성 시 유의할 사항은 Box Frame의 Geometry는 상대적으로 매우 중요하므로 IEND=2로 지정해야 합니다. 그리고 Group 5 (Box Column)도 Group 4와 같은 방법으로 완성합니다. Box Frame과 Column은 Bending에 저항하는 구조물이므로 Beam 요소 (LTP=2)로 모델링 합니다.

Group 6 (Box Excavation)은 Box Frame (Group 4) 내부에 굴착될 원지반 요소로 Segment의 좌표가 Group 4와 동일하므로 이미 작성된 Group 4의 좌표를 따라 가도록 IEND=3을 지정합니다. 그리고 MTYPE=3, MATNO=0을 지정합니다. 여기서 MATNO=0으로 지정하는 이유는 굴착될 Group 내의 원지반 요소의 재료번호를 변경하지 않고 다만 이 Group 내의 원지반 연속체 요소의 Element Activity 사항을 지정하기 위해서 입니다.

그림 13은 Box 구조물과 관련된 Group 4~6의 완성된 모양을 보여 줍니다. 본 Box 구조물은 AIG 작성시 Line Option의 Thickness를 디폴트 값과 달리 정하여 3중의 Line으로 나타내었습니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
4	Box Frame	2	Beam(2)	2	3	999	1	4.26	8.12	11.56	8.12	2
							2	11.56	8.12	11.56	11	
							3	11.56	11	6.06	11	
							4	6.06	11	6.06	12.5	
							5	6.06	12.5	4.26	12.5	
							6	4.26	12.5	4.26	8.12	
5	Box Column	2	Beam(2)	3	3	999	1	8.26	11	8.26	8.12	2

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
6	Box Excavation	3	Cont.	0	0	3	1	4.26	8.12	11.56	8.12	3
							2	11.56	8.12	11.56	11	
							3	11.56	11	6.06	11	
							4	6.06	11	6.06	12.5	
							5	6.06	12.5	4.26	12.5	
							6	4.26	12.5	4.26	8.12	

표 4. Box 구조물 groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

MATND KF MATold
MATNDi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	3	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 11. AIG - Group 4.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 4 Box Frame

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 4.26

Y = 8.12

Enter Ending Point

X = 11.56

Y = 8.12

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12a. Group 4 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 4 Box Frame

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.11560E+02

Y = 0.81200E+01

Enter Ending Point

X = 11.56

Y = 11

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12b. Group 4 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 4 Box Frame

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.11560E+02

Y = 0.11000E+02

Enter Ending Point

X = 6.06

Y = 11

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12c. Group 4 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 4 Box Frame

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.60600E+01

Y = 0.11000E+02

Enter Ending Point

X = 6.06

Y = 12.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12d. Group 4 - Segment 4.

Line Segment

Segment No = 5

Group No: 4 Box Frame

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.60600E+01

Y = 0.12500E+02

Enter Ending Point

X = 4.26

Y = 12.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12e. Group 4 - Segment 5.

Line Segment

Segment No = 6

Group No: 4 Box Frame

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.42600E+01

Y = 0.12500E+02

Enter Ending Point

X = 4.26

Y = 8.12

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12f. Group 4 - Segment 6.

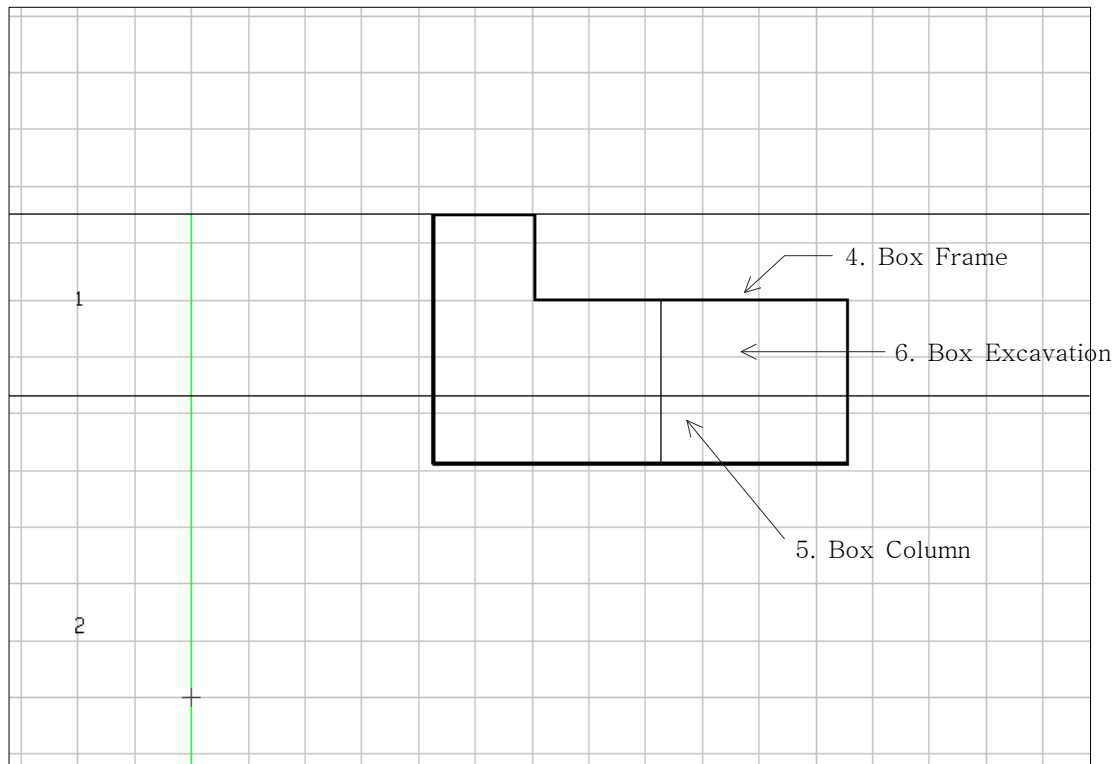


그림 13. 완성된 Group 4~6.

2.3.1.5 SCE-Wall 및 Excavation ; Group 7~11

그림 2는 SCE-Wall 및 Excavation 위치에 대한 개략도를 그리고 표 5와 6은 각 각 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 7 (SCE-Wall)을 만들기 위하여 그림 14와 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 15와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 7을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 SCE-Wall의 위치는 상대적으로 매우 중요하므로 IEND=2로 지정해야 합니다. 그리고 SCE-Wall은 Box 구조물과 같이 Bending에 저항하는 구조물 이므로 Element Type은 Beam (LTP=2)을 선택하였습니다.

Group 8~11은 단계별 굴착 Group을 나타냅니다. Group 8 (1단 굴착)을 만들기 위하여 그림 16과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 17a~17d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 8을 완성합니다. 전 절의 Group 6 (Box Excavation)에서와 같이 MTYPE=3, MATNO=0으로 지정합니다. Group 9~11도 Group 8과 같은 방법으로 완성합니다.

그림 18은 SCE-Wall과 Excavation Group의 완성된 모습입니다. AIG 작성시 Line Option 을 이용하여 SCE-Wall은 3중의 검정색 Line으로 그리고 Excavation Group들은 3중의 갈색 (Brown) 점선으로 나타내었습니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
7	SCE – Wall	2	Beam(2)	1	4	999	1	0	12.5	0	–4	2

⌘ 5. SCE-Wall group.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
8	Excavation–1	3	Cont.	0	0	4	1	–45	8.4	0.0	8.4	2
							2	0.0	8.4	0.0	8.4	2
							3	0.0	12.5	–45	12.5	2
							4	–45	12.5	–45	8.4	2
9	Excavation–2	3	Cont.	0	0	6	1	–45	5.0	0.0	5.0	2
							2	0.0	5.0	0.0	8.4	2
							3	0.0	8.4	–45	8.4	2
							4	–45	8.4	–45	5	2
10	Excavation–3	3	Cont.	0	0	8	1	–45	2.3	0.0	2.3	2
							2	0.0	2.3	0.0	5.0	2
							3	0.0	5	–45	5.0	2
							4	–45	5	–45	2.3	2
11	Excavation–4	3	Cont.	0	0	10	1	–45	2.3	0.0	2.3	2
							2	0.0	2.3	0.0	5.0	2
							3	0.0	5.0	–45	5.0	2
							4	–45	5.0	–45	2.3	2

⌘ 6. Excavation groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

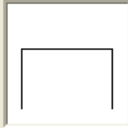
MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATND KF MATold
MATNDi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options



Update Group

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	4	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

그림 14. AIG - Group 7.

- 150 -

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 7 SCE - Wall

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 12.5

Enter Ending Point

X = 0

Y = -4

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 15. Group 7 - Segment 1.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNO_i KF_i THIC_i
LTP LMAT
LTP_i LMAT_i
LTP_o LMAT_o

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1 → 2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	4
LMAT	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 16. AIG - Group 8.

- 152 -

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 8 Excavation - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = -45

Y = 8.4

Enter Ending Point

X = 0

Y = 8.4

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 17a. Group 8 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 8 Excavation - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.84000E+01

Enter Ending Point

X = 0

Y = 12.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 17b. Group 8 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 8 Excavation - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.12500E+02

Enter Ending Point

X = -45

Y = 12.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 17c. Group 8 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 8 Excavation - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = -0.45000E+02

Y = 0.12500E+02

Enter Ending Point

X = -45

Y = 8.4

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 17d. Group 8 - Segment 4.

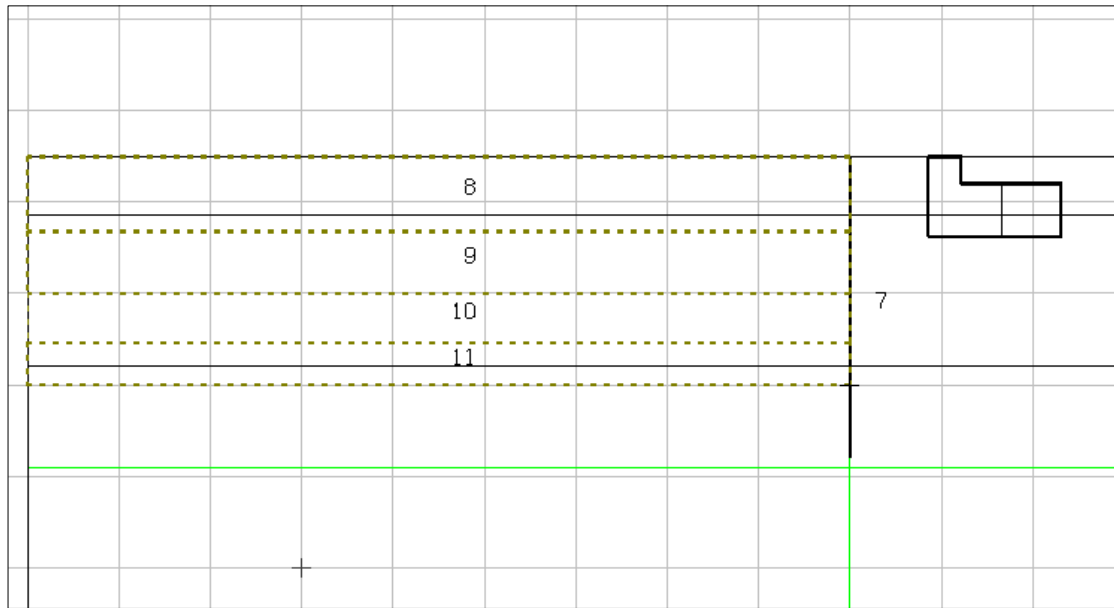


그림 18. 완성된 group 7~11.

2.3.1.6 Anchor ; Group 12~17

그림 2와 3은 Anchor Group의 좌표와 Group No를 그리고 표 7은 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 12 (1단 Anchor 자유장)를 만들기 위하여 그림 19와 같이 AIG 창을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 그림 20과 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 12를 완성합니다. Anchor는 일축인장에 저항하는 구조재로 Truss 요소 (LTP=3)로 모델링 합니다. Segment 작성시 자유장을 나타내기 위하여 NDIV=1, IEND=0을 지정합니다. Group 13 (1단 Anchor 정착장)도 Group 12와 같은 방법으로 작성하나 Segment 작성시 정착장을 나타내기 위하여 NDIV=0, IEND=-2로 지정합니다. IEND=-2로 지정하는 이유는 Anchor의 정착장이 지층을 횡단하면서 지층의 4절점 연속체 요소를 삼각형 요소로 분할하지 않고 연속체 요소의 절점만 통과하기 위해서입니다. 일반적으로 1개의 4절점 연속체 요소가 2개의 분할된 삼각형 요소보다 더 정확한 해석결과를 줍니다. Group 14~17도 Group 12, 13에서와 같은 방법으로 완성합니다.

그림 21은 Group 12~17의 완성된 모양을 보여줍니다. AIG 작성시 Line Option을 이용하여 Anchor의 자유장은 3중의 적색 (Light Red) Line으로, Anchor의 정착장은 3중의 청색 (Light Blue) Line으로 나타내었습니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		NDIV	IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y		
12	Anchor-1 (Free)	2	Truss(3)	1	5	999	1	0	8.9	9.46	1.51	1	0
13	Anchor-1 (Fixed)	2	Truss(3)	1	5	999	1	9.46	1.51	15.68	-3.35	0	-2
14	Anchor-2 (Free)	2	Truss(3)	2	7	999	1	0	5.5	6.63	1.03	1	0
15	Anchor-2 (Fixed)	2	Truss(3)	2	7	999	1	6.63	1.03	11.52	-2.27	0	-2
16	Anchor-3 (Free)	2	Truss(3)	3	9	999	1	0	2.8	3.9	0.55	1	0
17	Anchor-3 (Fixed)	2	Truss(3)	3	9	999	1	3.9	0.55	10.74	-3.4	0	-2

표 7. Anchor groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

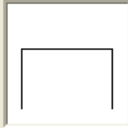
MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATND KF MATold
MATNDi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options



Update Group

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	5	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 19. AIG - Group 12.

- 158 -

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 12 Anchor - 1 (Free)

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point		Enter Ending Point	
X =	0	X =	9.46
Y =	8.9	Y =	1.51

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 1

0: Include beginning & ending points, not intermediate ▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 20. Group 12 - Segment 1.

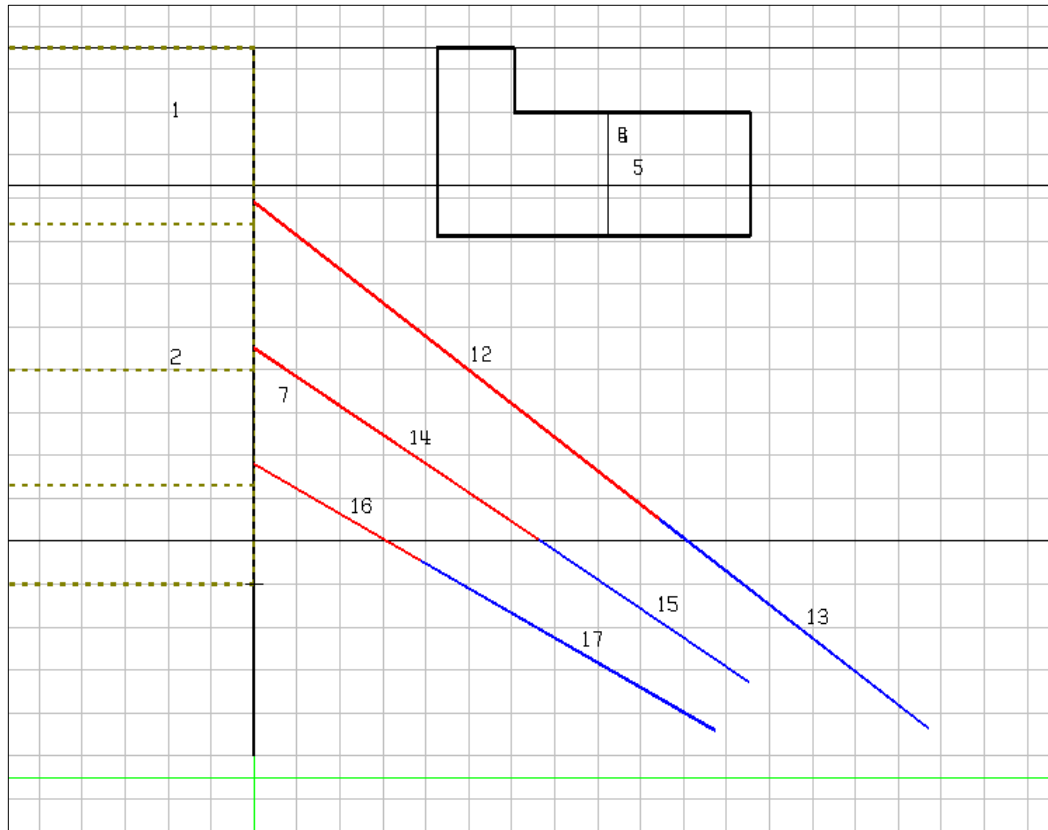


그림 21. 완성된 group 12~17.

2.3.1.7 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addgrn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 22 참조)

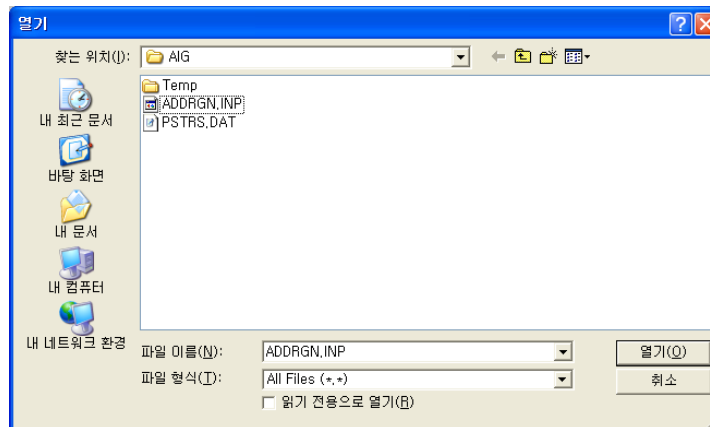


그림 22. Input 파일 선택.

2.3.1.8 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 23과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

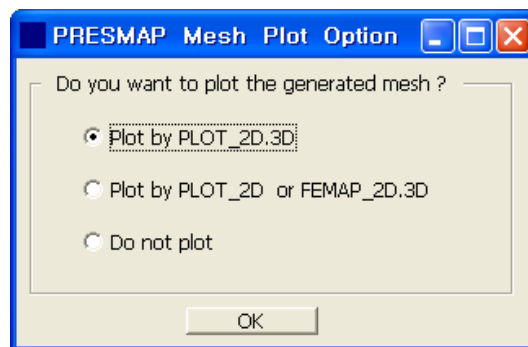


그림 23. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 24는 Fill, Silty-Sand, 그리고 Sand-Gravel로 구성된 원지반 유한요소망 입니다.

그림 25는 Box 구조물을 나타내는 Beam 요소와 이 부근의 원지반 연속체 요소 번호를 보여줍니다. Box Frame 내부에 있는 원지반 연속체 요소 번호는 Group 6 (Box Excavation)에서 작성한 Element Activity 데이터가 Group.Man에서 올바르게 지정되었는지 확인하는데 사용할 수 있습니다.

그림 26은 SCE-Wall, Anchor, 그리고 이 주변의 원지반의 유한요소망을 보여줍니다. SCE-Wall은 Beam 요소로 그리고 Anchor는 Truss요소로 모델링 되었습니다.

그림 27은 1~4단 굴착 부근의 원지반 연속체 요소 번호를 보여줍니다. 원지반 연속체 요소 번호는 Group.Man 파일의 Element Activitr 데이터를 확인하는데 사용할 수 있습니다.

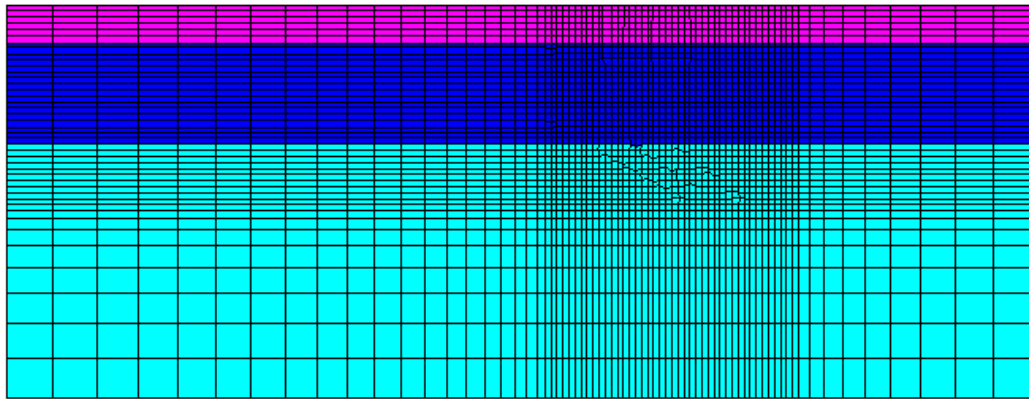


그림 24. Continuum 요소, MATNO 1~3 (원지반 요소)

1177	1219	1261	1303	1345	1387	1429	1471	1513	1555	1597	1639	1681	1723	1765	1807	1849
1178	1220	1262	1304	1346	1388	1430	1472	1514	1556	1598	1640	1682	1724	1766	1808	1850
1179	1221	1263	1305	1347	1389	1431	1473	1515	1557	1599	1641	1683	1725	1767	1809	1851
1180	1222	1264	1306	1348	1390	1432	1474	1516	1558	1600	1642	1684	1726	1768	1810	1852
1181	1223	1265	1307	1349	1391	1433	1475	1517	1559	1601	1643	1685	1727	1769	1811	1853
1182	1224	1266	1308	1350	1392	1434	1476	1518	1560	1602	1644	1686	1728	1770	1812	1854
1183	1225	1267	1309	1351	1393	1435	1477	1519	1561	1603	1645	1687	1729	1771	1813	1855
1184	1226	1268	1310	1352	1394	1436	1478	1520	1562	1604	1646	1688	1730	1772	1814	1856
1185	1227	1269	1311	1353	1395	1437	1479	1521	1563	1605	1647	1689	1731	1773	1815	1857
1186	1228	1270	1312	1354	1396	1438	1480	1522	1564	1606	1648	1690	1732	1774	1816	1858

그림 25. Beam, 원지반 요소

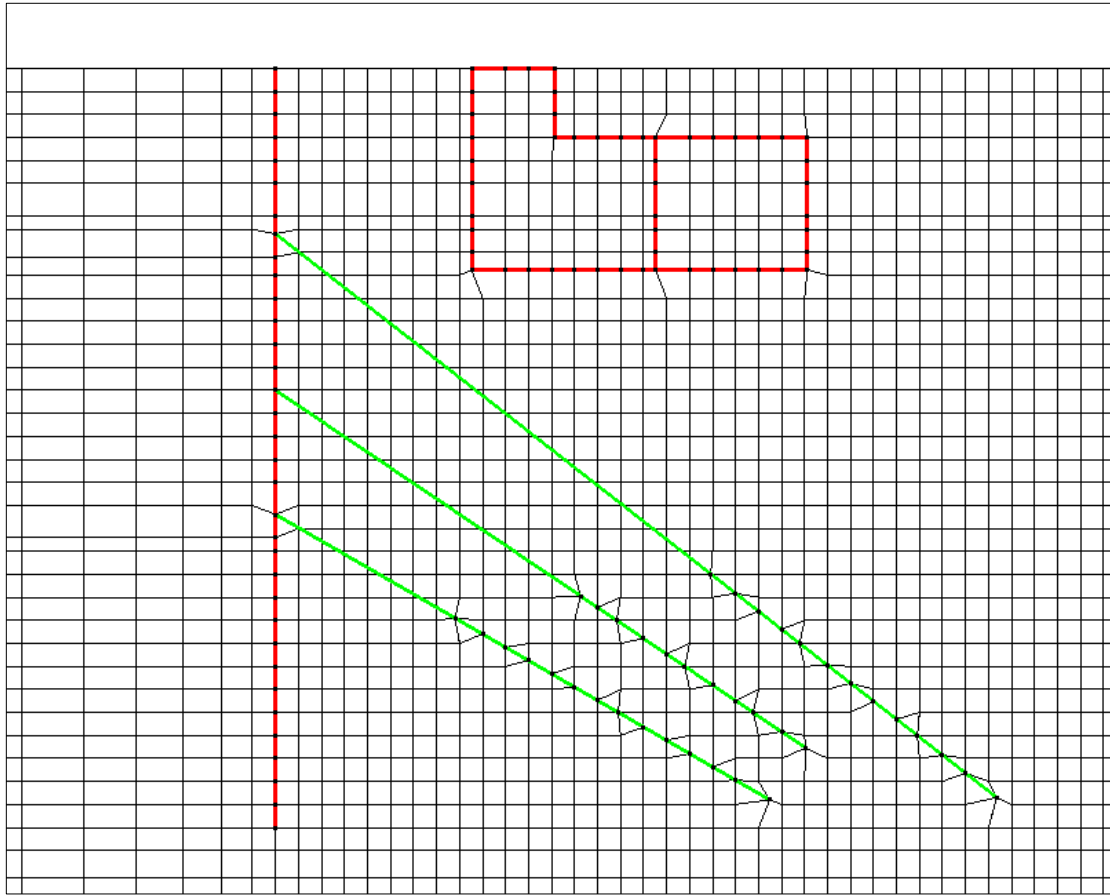


그림 26. Beam, Truss 요소 (SCE-Wall, Anchor, 원지반 요소)

505	547	589	631	673	715	757	799	841	883
506	548	590	632	674	716	758	800	842	884
507	549	591	633	675	717	759	801	843	885
508	550	592	634	676	718	760	802	844	886
509	551	593	635	677	719	761	803	845	887
510	552	594	636	678	720	762	804	846	888
511	553	595	637	679	721	763	805	847	889
512	554	596	638	680	722	764	806	848	890
513	555	597	639	681	723	765	807	849	891
514	556	598	640	682	724	766	808	850	892
515	557	599	641	683	725	767	809	851	893
516	558	600	642	684	726	768	810	852	894
517	559	601	643	685	727	769	811	853	895
518	560	602	644	686	728	770	812	854	896
519	561	603	645	687	729	771	813	855	897
520	562	604	646	688	730	772	814	856	898
521	563	605	647	689	731	773	815	857	899
522	564	606	648	690	732	774	816	858	900
523	565	607	649	691	733	775	817	859	901
524	566	608	650	692	734	776	818	860	902
525	567	609	651	693	735	777	819	861	903
526	568	610	652	694	736	778	820	862	904
527	569	611	653	695	737	779	821	863	905
528	570	612	654	696	738	780	822	864	906
529	571	613	655	697	739	781	823	865	907
530	572	614	656	698	740	782	824	866	908
531	573	615	657	699	741	783	825	867	909
532	574	616	658	700	742	784	826	868	910
533	575	617	659	701	743	785	827	869	911
534	576	618	660	702	744	786	828	870	912
535	577	619	661	703	745	787	829	871	913
536	578	620	662	704	746	788	830	872	914
537	579	621	663	705	747	789	831	873	915
538	580	622	664	706	748	790	832	874	916

그림 27. 1~4단 굴착 부근의 원지반 요소 번호

2.3.2 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일 이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.

본 Excavation 예제는 각 Group 별 AIG 창 작성시 PLTDS Plot 입력사항인 Check Box가 체크되지 않아 Card No 3.3.5.4.1-3의 NPTYPE 값들이 모두 0으로 출력됩니다. 따라서 본 List에는 지면을 절약하기 위해 Group 4에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 모두 열거하였으나 기타 Group들에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 생략하여 열거했습니다.

```

* Card 1.1
* IMOD
2
* Card 4.1
* NBX  NBV  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
3    2    1        1        0        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
-4.50000E+01 -2.00000E+01 -3.00000E+01
* Card 4.3
*   W          DX          AX
4.50000E+01  5.00000E-01 -3.00000E-01
2.00000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
2.00000E+01  5.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.4
*   H          DY          AY
1.70000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
1.55000E+01  5.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
1    1
* Card 3.3
* IEDIT
4
* Card 3.3.5.1
* NODE
0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGTITL
17    1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref          Yref
0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
* Group No = 1
Fill
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
1    1    0    0    3
*
=====
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo          YLo
4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X          Y
1    -4.50000E+01  1.00000E+00
2    4.00000E+01  1.00000E+00
3    4.00000E+01  9.30000E+00
4    -4.50000E+01  9.30000E+00

```

```

1    -4.50000E+01  9.30000E+00
2    4.00000E+01  9.30000E+00
3    4.00000E+01  1.25000E+01
4    -4.50000E+01  1.25000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
3    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
4    1    0    2
*
=====
*
* Group No = 2
Silty - Sand
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
2    1    0    0    3
*
=====
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo          YLo
4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X          Y
1    -4.50000E+01  1.00000E+00
2    4.00000E+01  1.00000E+00
3    4.00000E+01  9.30000E+00
4    -4.50000E+01  9.30000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
3    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
4    1    0    2
*
=====
*
* Group No = 3
Sand Gravel
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1

```



```

* MAT KF LTP LMAT MATold
  3 1 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 -4.50000E+01 -2.00000E+01
  2 4.00000E+01 -2.00000E+01
  3 4.00000E+01 1.00000E+00
  4 -4.50000E+01 1.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2
*
*=====
*
* Group No = 4
  Box Frame
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  2 2
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  3 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1 For Mesh
  0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2 For Principal Stress
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3 For Deformed Shape
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4 For Beam
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5 For Truss
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6 For Contour: Continuum
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
  0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  7 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 4.26000E+00 8.12000E+00
  2 1.15600E+01 8.12000E+00
  3 1.15600E+01 1.10000E+01
  4 6.06000E+00 1.10000E+01
  5 6.06000E+00 1.25000E+01
  6 4.26000E+00 1.25000E+01
  7 4.26000E+00 8.12000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  6
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  5 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  6 1 0 2
*
*=====
*
* Group No = 5
  Box Column
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  2 3
*
*-----

```

```

*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  3 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 8.26000E+00 1.10000E+01
  2 8.26000E+00 8.12000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
*
=====
*
* Group No = 6
Box Excavation
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  0 1 0 0 3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 3
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0

```

```

*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  6 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 4.26000E+00 8.12000E+00
  2 1.15600E+01 8.12000E+00
  3 1.15600E+01 1.10000E+01
  4 6.06000E+00 1.10000E+01
  5 6.06000E+00 1.25000E+01
  6 4.26000E+00 1.25000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  6
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  5 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  6 1 0 3
*
=====
*
* Group No = 7
SCE - Wall
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 0 0 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  2 1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  4 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0

```

```

*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 1.25000E+01
  2 0.00000E+00 -4.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
*
*=====
*
* Group No = 8
  Excavation - 1
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 6 2 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  0 1 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 4
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 -4.50000E+01 8.40000E+00
  2 0.00000E+00 8.40000E+00
  3 0.00000E+00 1.25000E+01
  4 -4.50000E+01 1.25000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1

```

```

* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2
*
*=====
*
* Group No = 9
  Excavation - 2
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 6 2 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  0 1 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 6
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 -4.50000E+01 5.00000E+00
  2 0.00000E+00 5.00000E+00
  3 0.00000E+00 8.40000E+00
  4 -4.50000E+01 8.40000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2

```

```

*
=====
*
* Group No = 10
    Excavation - 3
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    3    1    0    6    2    1    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
    0    1    0    0    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0    8
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0    0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
    4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1   -4.50000E+01  2.30000E+00
    2    0.00000E+00  2.30000E+00
    3    0.00000E+00  5.00000E+00
    4   -4.50000E+01  5.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    1     1     0     2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    2     1     0     2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    3     1     0     2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    4     1     0     2
*
=====
*
* Group No = 11
    Excavation - 4
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE

```

```

    3    1    0    6    2    2    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
    0    1    0    0    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0    10
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0    0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
    4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1   -4.50000E+01  0.00000E+00
    2    0.00000E+00  0.00000E+00
    3    0.00000E+00  2.30000E+00
    4   -4.50000E+01  2.30000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    1     1     0     2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    2     1     0     2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    3     1     0     2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    4     1     0     2
*
=====
*
* Group No = 12
    Anchor - 1 (Free)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2    1    0    12    0    2    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP   LMAT
    3     1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2

```

* NAC NDAC For MATold
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNO
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNOj
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMAT
5 999

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATi
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATo
0 0

*

*

* Card 3.3.5.4.2

* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.2-1

* NP X Y
1 0.00000E+00 8.90000E+00
2 9.46000E+00 1.51000E+00

* Card 3.3.5.4.3

* NSEGMENT

1

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 1 1 0

*

=====

*

* Group No = 13

Anchor - 1 (Fixed)

*

* Card 3.3.5.4.1

* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
2 1 0 9 0 2 0

* Card 3.3.5.4.1-1

* LTP LMAT
3 1

*

*

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATold
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNO
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNOj
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMAT
5 999

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATi
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATo
0 0

*

*

* Card 3.3.5.4.2

* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.2-1

* NP X Y
1 9.46000E+00 1.51000E+00
2 1.56800E+01 -3.35000E+00

* Card 3.3.5.4.3

* NSEGMENT

1

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 1 0 -2

*

=====

*

* Group No = 14

Anchor - 2 (Free)

*

* Card 3.3.5.4.1

* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
2 1 0 12 0 2 0

* Card 3.3.5.4.1-1

* LTP LMAT
3 2

*

*

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATold
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNO
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNOj
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMAT
7 999

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATi
0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATo
0 0

*

*

* Card 3.3.5.4.2

* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.2-1

* NP X Y
1 0.00000E+00 5.50000E+00
2 6.63000E+00 1.03000E+00

* Card 3.3.5.4.3

* NSEGMENT

1

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 1 1 0

*

=====

*

* Group No = 15

Anchor - 2 (Fixed)

```

*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   9   0   2   0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3    2

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  7   999

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0    0

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  2   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   6.63000E+00  1.03000E+00
  2   1.15200E+01 -2.27000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1    1    0   -2

```

```

*

```

```

* Group No = 16
  Anchor - 3 (Free)

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0  12   0   2   0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3    3

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  9   999

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0    0

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  2   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   0.00000E+00  2.80000E+00
  2   3.90000E+00  5.50000E-01

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1    1    1    0

```

```

*

```

```

* Group No = 17
  Anchor - 3 (Fixed)

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   9   0   2   0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3    3

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  9   999

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0    0

```

```

*

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  2   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   3.90000E+00  5.50000E-01
  2   1.07400E+01 -3.40000E+00

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND

1	1	0	-2
*			
=====			
*			

2.3.3 Group.Mes 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일은 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

Group.Mes 파일은 해석할 구조물과 주변지반을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-2D User's Manual의 Mesh File를 참고하기 바랍니다.

..WGROUP.MES

NUMNP	NCONT	NBEAM	NTRUS
3096	2982	85	38

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.125000E+02
2	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.120000E+02
3	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.115000E+02
4	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.110000E+02
5	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.105000E+02
6	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.100000E+02
7	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.930000E+01
8	1	0	1	1	1	1	-.450000E+02	.900000E+01

..

3089	1	0	1	1	1	1	.400000E+02	-.508125E+01
3090	1	0	1	1	1	1	.400000E+02	-.605000E+01
3091	1	0	1	1	1	1	.400000E+02	-.740625E+01
3092	1	0	1	1	1	1	.400000E+02	-.915000E+01
3093	1	0	1	1	1	1	.400000E+02	-.112813E+02
3094	1	0	1	1	1	1	.400000E+02	-.138000E+02
3095	1	0	1	1	1	1	.400000E+02	-.167062E+02
3096	1	1	1	1	1	1	.400000E+02	-.200000E+02

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	44	1	2	45	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
2	45	2	3	46	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
3	46	3	4	47	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
4	47	4	5	48	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
5	48	5	6	49	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
6	49	6	7	50	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
7	50	7	8	51	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00
8	51	8	9	52	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00

..

2975	3088	3045	3046	3089	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
2976	3089	3046	3047	3090	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
2977	3090	3047	3048	3091	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
2978	3091	3048	3049	3092	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
2979	3092	3049	3050	3093	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
2980	3093	3050	3051	3094	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
2981	3094	3051	3052	3095	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
2982	3095	3052	3053	3096	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT

NEL	I	J	MSEC	NODEK
2983	1300	1299	2	1
2984	1299	1298	2	1
2985	1298	1297	2	1

2986	1297	1296	2	1
2987	1296	1295	2	1
2988	1295	1294	2	1
2989	1294	1293	2	1
2990	1293	1292	2	1

.
.
.

3060	912	911	1	1
3061	911	910	1	1
3062	910	909	1	1
3063	909	908	1	1
3064	908	907	1	1
3065	907	906	1	1
3066	906	905	1	1
3067	905	904	1	1

TRUSS ELEMENT

NEL	I	J	MATT	NODEK
3068	911	1743	1	1
3069	1743	1787	1	1
3070	1787	1831	1	1
3071	1831	1874	1	1
3072	1874	1918	1	1
3073	1918	1962	1	1
3074	1962	2006	1	1
3075	2006	2050	1	1

.
.
.

3098	1490	1533	3	1
3099	1533	1577	3	1
3100	1577	1621	3	1
3101	1621	1664	3	1
3102	1664	1708	3	1
3103	1708	1751	3	1
3104	1751	1795	3	1
3105	1795	1839	3	1

0
0

2.3.4 Group.Man 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Man 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Main File Card 그룹 8의 Element Activity 포맷에 맞게 작성되어, Main File 작성시 Group.Man을 삽입하여 사용합니다.

Group.Man은 AIG 작성시 Element Activity의 NAC와 NDAC의 입력사항들이 각 Group 별로, 각 Group 내의 요소 종류 별로, 각 요소 종류당 재료 번호 별로 나열되어 있습니다.

*
* MAIN FILE: ELEMENT ACTIVITY *
* (CARD 8) *
*

*
* Card 8.1
* NFAD
* 323
*

*
* Group No = 4
* Box Frame
*

* Beam Element
*

* Material No = 2
*
* NEL NAC NDAC
* 2983 3 999
* -3028 3 999

* Number of Elements = 2
*

*
* Group No = 5
* Box Column
*

* Beam Element
*

* Material No = 3
*
* NEL NAC NDAC
* 3029 3 999
* -3034 3 999

* Number of Elements = 2
*

*
*
*=====

*
* Group No = 6
* Box Excavation
*

*
* Continuum Element
*

* Material No = 1
*
* NEL NAC NDAC
* 1261 0 3
* -1266 0 3
* 1303 0 3
* -1308 0 3
* 1345 0 3
* -1350 0 3
* 1390 0 3
* -1392 0 3
* 1432 0 3
* -1434 0 3
* 1474 0 3
* -1476 0 3
* 1516 0 3
* -1518 0 3
* 1558 0 3
* -1560 0 3
* 1600 0 3
* -1602 0 3
* 1642 0 3
* -1644 0 3
* 1684 0 3
* -1686 0 3
* 1726 0 3
* -1728 0 3
* 1768 0 3
* -1770 0 3
* 1810 0 3
* -1812 0 3

* Number of Elements = 28
*

* Material No = 2
*

```

*   NEL   NAC   NDAC
    1267     0     3
   -1269     0     3
    1309     0     3
   -1311     0     3
    1351     0     3
   -1353     0     3
    1393     0     3
   -1395     0     3
    1435     0     3
   -1437     0     3
    1477     0     3
   -1479     0     3
    1519     0     3
   -1521     0     3
    1561     0     3
   -1563     0     3
    1603     0     3
   -1605     0     3
    1645     0     3
   -1647     0     3
    1687     0     3
   -1689     0     3
    1729     0     3
   -1731     0     3
    1771     0     3
   -1773     0     3
    1813     0     3
   -1815     0     3

```

* Number of Elements = 28

*

*

*

=====

*

* Group No = 7

* SCE - Wall

*

*

* Beam Element

*

*

* Material No = 1

*

```

*   NEL   NAC   NDAC
    3035     4   999
   -3067     4   999

```

* Number of Elements = 2

*

*

*

=====

*

* Group No = 8

* Excavation - 1

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 1

*

```

*   NEL   NAC   NDAC
      1     0     4
     -6     0     4
     43     0     4
    -48     0     4
     85     0     4
    -90     0     4
    127     0     4
   -132     0     4
    169     0     4
   -174     0     4
    211     0     4
   -216     0     4
    253     0     4
   -258     0     4
    295     0     4
   -300     0     4
    337     0     4
   -342     0     4
    379     0     4
   -384     0     4
    421     0     4
   -426     0     4
    463     0     4
   -468     0     4
    505     0     4
   -510     0     4
    547     0     4
   -552     0     4
    589     0     4
   -594     0     4
    631     0     4
   -636     0     4
    673     0     4
   -678     0     4
    715     0     4

```

-720	0	4
757	0	4
-762	0	4
799	0	4
-804	0	4
841	0	4
-846	0	4

* Number of Elements = 42

*

*

*-----

*

* Material No = 2

*

*	NEL	NAC	NDAC
	7	0	4
	-8	0	4
	49	0	4
	-50	0	4
	91	0	4
	-92	0	4
	133	0	4
	-134	0	4
	175	0	4
	-176	0	4
	217	0	4
	-218	0	4
	259	0	4
	-260	0	4
	301	0	4
	-302	0	4
	343	0	4
	-344	0	4
	385	0	4
	-386	0	4
	427	0	4
	-428	0	4
	469	0	4
	-470	0	4
	511	0	4
	-512	0	4
	553	0	4
	-554	0	4
	595	0	4
	-596	0	4
	637	0	4
	-638	0	4
	679	0	4
	-680	0	4
	721	0	4
	-722	0	4

763	0	4
-764	0	4
805	0	4
-806	0	4
847	0	4
-848	0	4

* Number of Elements = 42

*

*

*

*=====

*

* Group No = 9

* Excavation - 2

*

*-----

*

* Continuum Element

*

*-----

*

* Material No = 2

*

*	NEL	NAC	NDAC
	9	0	6
	-15	0	6
	51	0	6
	-57	0	6
	93	0	6
	-99	0	6
	135	0	6
	-141	0	6
	177	0	6
	-183	0	6
	219	0	6
	-225	0	6
	261	0	6
	-267	0	6
	303	0	6
	-309	0	6
	345	0	6
	-351	0	6
	387	0	6
	-393	0	6
	429	0	6
	-435	0	6
	471	0	6
	-477	0	6
	513	0	6
	-519	0	6
	555	0	6

-561	0	6
597	0	6
-603	0	6
639	0	6
-645	0	6
681	0	6
-687	0	6
723	0	6
-729	0	6
765	0	6
-771	0	6
807	0	6
-813	0	6
849	0	6
-855	0	6

* Number of Elements = 42

*

*

*

=====

*

* Group No = 10

* Excavation - 3

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 2

*

NEL	NAC	NDAC
-----	-----	------

16	0	8
----	---	---

-20	0	8
-----	---	---

58	0	8
----	---	---

-62	0	8
-----	---	---

100	0	8
-----	---	---

-104	0	8
------	---	---

142	0	8
-----	---	---

-146	0	8
------	---	---

184	0	8
-----	---	---

-188	0	8
------	---	---

226	0	8
-----	---	---

-230	0	8
------	---	---

268	0	8
-----	---	---

-272	0	8
------	---	---

310	0	8
-----	---	---

-314	0	8
------	---	---

352	0	8
-----	---	---

-356	0	8
------	---	---

394	0	8
-398	0	8
436	0	8
-440	0	8
478	0	8
-482	0	8
520	0	8
-524	0	8
562	0	8
-566	0	8
604	0	8
-608	0	8
646	0	8
-650	0	8
688	0	8
-692	0	8
730	0	8
-734	0	8
772	0	8
-776	0	8
814	0	8
-818	0	8
856	0	8
-860	0	8

* Number of Elements = 42

*

*

*

=====

*

* Group No = 11

* Excavation - 4

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 2

*

NEL	NAC	NDAC
-----	-----	------

21	0	10
----	---	----

-23	0	10
-----	---	----

63	0	10
----	---	----

-65	0	10
-----	---	----

105	0	10
-----	---	----

-107	0	10
------	---	----

147	0	10
-----	---	----

-149	0	10
------	---	----

189	0	10
-----	---	----

-191	0	10
231	0	10
-233	0	10
273	0	10
-275	0	10
315	0	10
-317	0	10
357	0	10
-359	0	10
399	0	10
-401	0	10
441	0	10
-443	0	10
483	0	10
-485	0	10
525	0	10
-527	0	10
567	0	10
-569	0	10
609	0	10
-611	0	10
651	0	10
-653	0	10
693	0	10
-695	0	10
735	0	10
-737	0	10
777	0	10
-779	0	10
819	0	10
-821	0	10
861	0	10
-863	0	10

* Number of Elements = 42

*

*

*-----

*

* Material No = 3

*

*	NEL	NAC	NDAC
	24	0	10
	-25	0	10
	66	0	10
	-67	0	10
	108	0	10
	-109	0	10
	150	0	10
	-151	0	10
	192	0	10
	-193	0	10

234	0	10
-235	0	10
276	0	10
-277	0	10
318	0	10
-319	0	10
360	0	10
-361	0	10
402	0	10
-403	0	10
444	0	10
-445	0	10
486	0	10
-487	0	10
528	0	10
-529	0	10
570	0	10
-571	0	10
612	0	10
-613	0	10
654	0	10
-655	0	10
696	0	10
-697	0	10
738	0	10
-739	0	10
780	0	10
-781	0	10
822	0	10
-823	0	10
864	0	10
-865	0	10

* Number of Elements = 42

*

*

*

*=====

*

* Group No = 12

* Anchor - 1 (Free)

*

*-----

*

* Truss Element

*

*-----

*

* Material No = 1

*

*	NEL	NAC	NDAC
	3068	5	999


```

* Number of Elements =      1
*
*
*
=====
*
* Group No = 13
*      Anchor - 1 (Fixed)
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3069      5      999
*      -3080      5      999
* Number of Elements =      2
*
*
*
=====
*
* Group No = 14
*      Anchor - 2 (Free)
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 2
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3081      7      999
* Number of Elements =      1
*
*
*
=====
*
* Group No = 15
*      Anchor - 2 (Fixed)
*
*-----
*
* Truss Element

```

```

*
*-----
*
* Material No = 2
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3082      7      999
*      -3091      7      999
* Number of Elements =      2
*
*
*
=====
*
* Group No = 16
*      Anchor - 3 (Free)
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 3
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3092      9      999
* Number of Elements =      1
*
*
*
=====
*
* Group No = 17
*      Anchor - 3 (Fixed)
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 3
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3093      9      999
*      -3105      9      999
* Number of Elements =      2
*
*
*

```

2.3.5 Group.Pos

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Pos 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Post File 포맷에 맞게 작성됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54 이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 기능을 대체할 수 있어 Group.Pos 파일을 사용하지 않아도 됩니다.

2.4 Ex_4 Subway 터널

이 예제는 80년대에 재래식 공법(ASSM 공법)으로 시공된 지하철 터널입니다. 터널공사는 전단면 굴착 후 Shotcrete 타설, 방수막 설치, 2차 Lining 콘크리트 타설로 이루어져 있으며 터널 저변에 지하수를 일부 포함한 토층이 자리하고 있어 Invert와 Rock Bolt를 시공하여 보강한 형태를 갖추고 있습니다.

그림 1은 해석영역의 지반 및 구조물 개략도이고 그림 2는 터널 단면 상세도입니다. 터널공사는 표 1의 시공순서에 따르며 터널해석은 전응력해석 (Total Stress Analysis)입니다.

표 2는 AIG를 사용하여 본 예제의 유한요소망을 생성하기 위해 사용된 Group Summary로 총 10개의 Group이 사용되었습니다. Group의 순서와 Group을 형성하는 Segment의 IEND 값이 차후 ADDRGN-2D를 Execute하여 최종적으로 생성되는 유한요소망의 모양에 영향을 미칩니다. 따라서 처음에 정한 Group 순서가 적절한 유한요소망을 생성하지 못할 경우에는 Group 순서를 재조정 하여야 합니다,

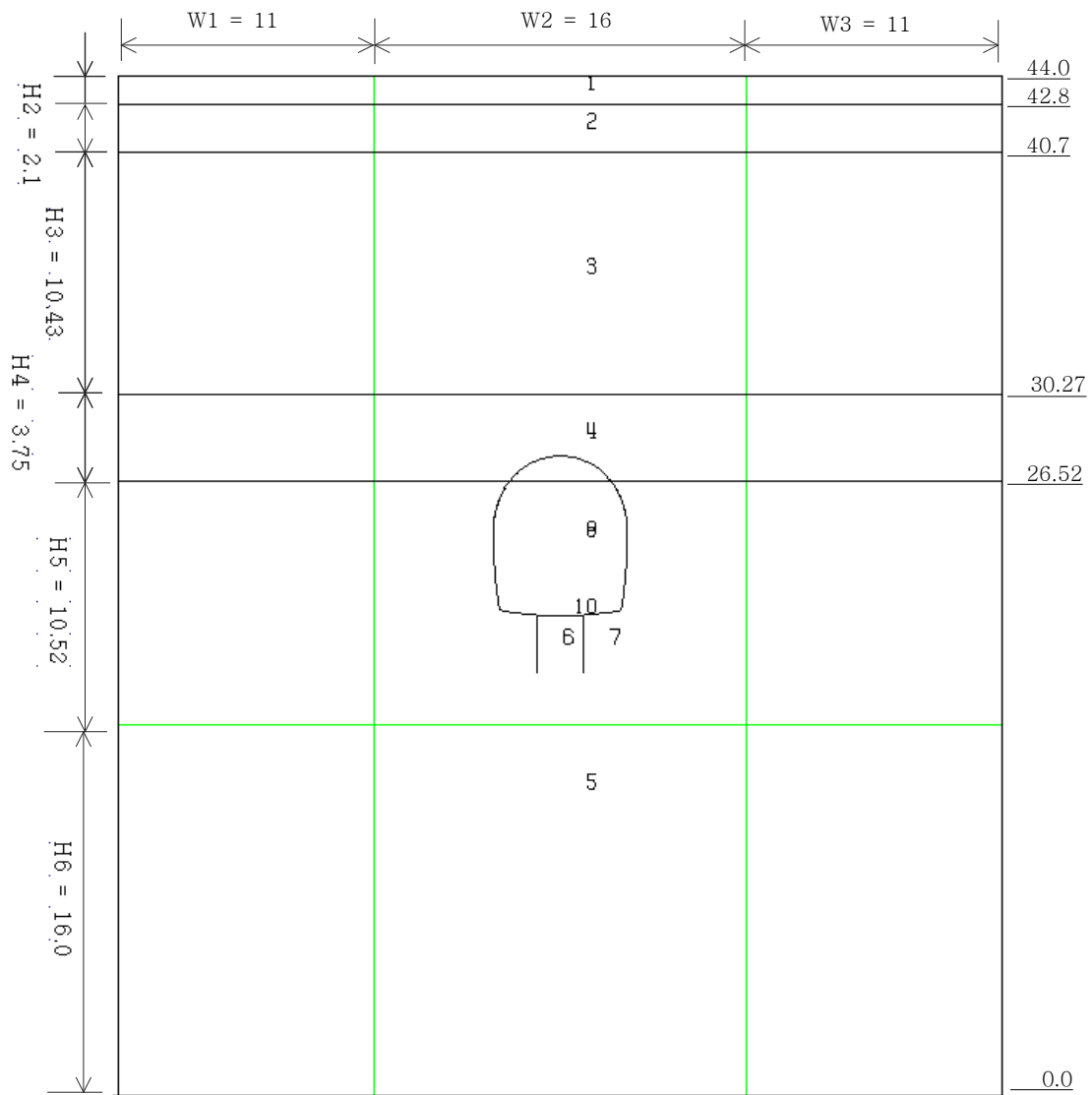
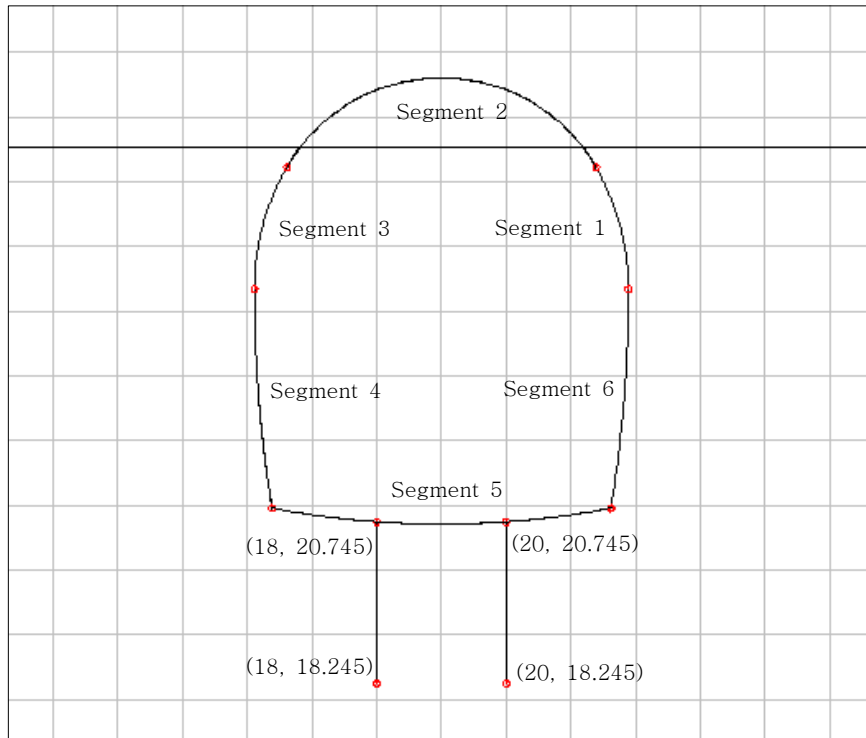


그림 1. Subway 터널 해석단면.



Segment No	Origin		Radius & Angle			
	Xo	Yo	Rx	Ry	θ_b	θ_e
1	19	34.9	14.19	14.19	259.36	280.64
2	0.939	24.33	20.95	20.95	-9.281	0.021
3	18.13	24.34	3.76	3.76	0	30
4	19	24.84	2.76	2.76	30	150
5	19.87	24.34	3.76	3.76	150	180
6	37.06	24.33	20.95	20.95	179.979	189.281

그림 2. 터널 주변 개략도

Step	Description
1,2	원지반 초기응력 계산
3	터널 전단면 굴착
4	1차 Shotcrete 타설
5	Rock Bolt 설치
6	Invert 콘크리트 타설
7	방수막 및 2차 Lining 설치

표 1. 건설 작업 순서.

Group No.	Name	MTYPE	NAC	NDAC	MATNO / LTP / LMAT / IEND
1	Fill	3			1 / 0 / 0 / 2
2	Weathered Soil	3			2 / 0 / 0 / 2
3	Weathered Rock	3			3 / 0 / 0 / 2
4	Soft Rock	3			4 / 0 / 0 / 2
5	Hard Rock	3			5 / 0 / 0 / 2
6	Rock Bolt-1	2	5	999	0 / 3 / 1 / -2
7	Rock Bolt-2	2	5	999	0 / 3 / 1 / -2
8	Lining	3	7	999	6 / 0 / 0 / 2
9	Core/Soft, Hard Rock	3	0	3	0 / 0 / 0 / 3
10	Invert	2	6	999	0 / 2 / 3 / 3

표 2. Group Summary.

2.4.1 AIG를 사용한 Subway 터널 Mesh 생성

2.4.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

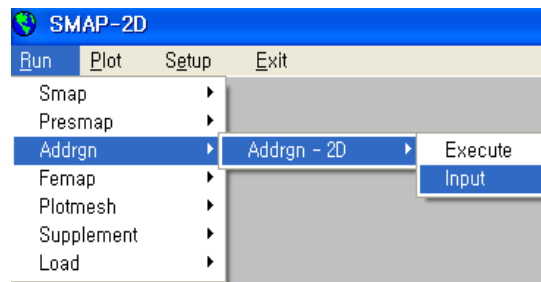


그림 3. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 *Run => Addrqn => Addrqn-2D => Input => New*의 순서로 클릭합니다.

2.4.1.2 Base Mesh 작성하기

그림 1을 참고하여 그림 4의 Base Mesh를 작성합니다. 본 예제는 전응력 해석 (Total Stress Analysis)으로 Y_{water} 의 값은 원점의 Y_0 값보다 낮게 설정되었습니다. 터널공사가 수행되는 중앙 Block에서 응력 변화가 상대적으로 크게 발생하므로 이 부분에서의 유한요소망은 비교적 조밀하게 짜져야 하므로 $AX2 = AY4 = AY5 = 0.5$ 를 입력합니다.

다음은 그림 5의 PLTDS Plotting List 창에서 "Finite Element Meshes"를 선택하면 완성된 Base Mesh가 그림 6와 같이 나타납니다.

Base Mesh

Horizontal Block

Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 3

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	11	0.5	-0.3
2	16	0.5	0.5
3	11	0.	0.3
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block

Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 6

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	1.2	1.2	0.5
2	2.1	1	0.5
3	10.43	1	0.5
4	3.75	0.5	0.5
5	10.52	0.5	0.5
6	16	0.5	0.3
7			
8			

Boundary Condition

Top

Left 0 Free Right

Bottom 1 Roller 1 Roller

Origin

Xo 00 Yo 0

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater -10

OK

Description

그림 4. Base Mesh 창.

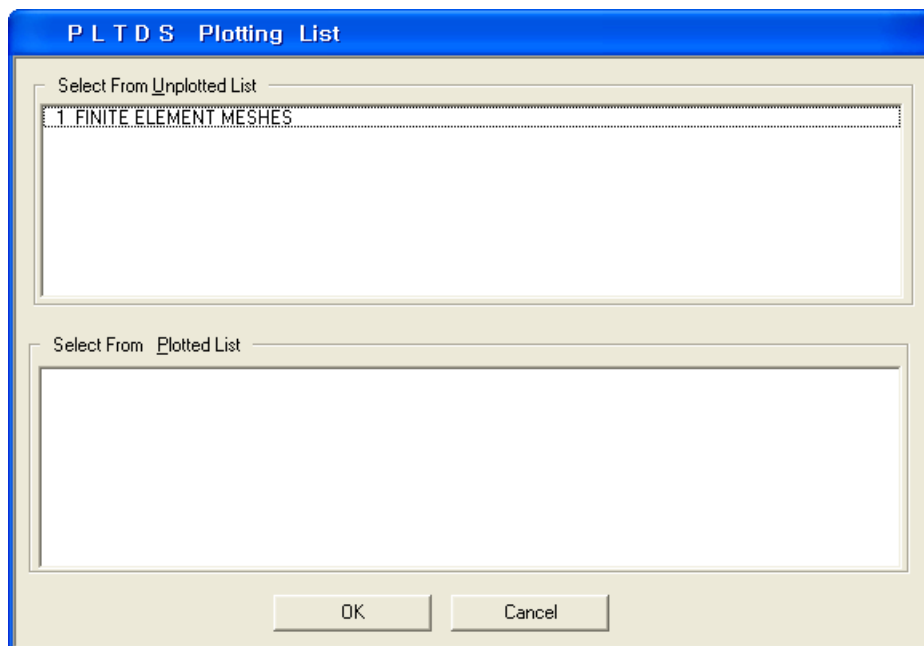


그림 5. PLTDS Plotting List.

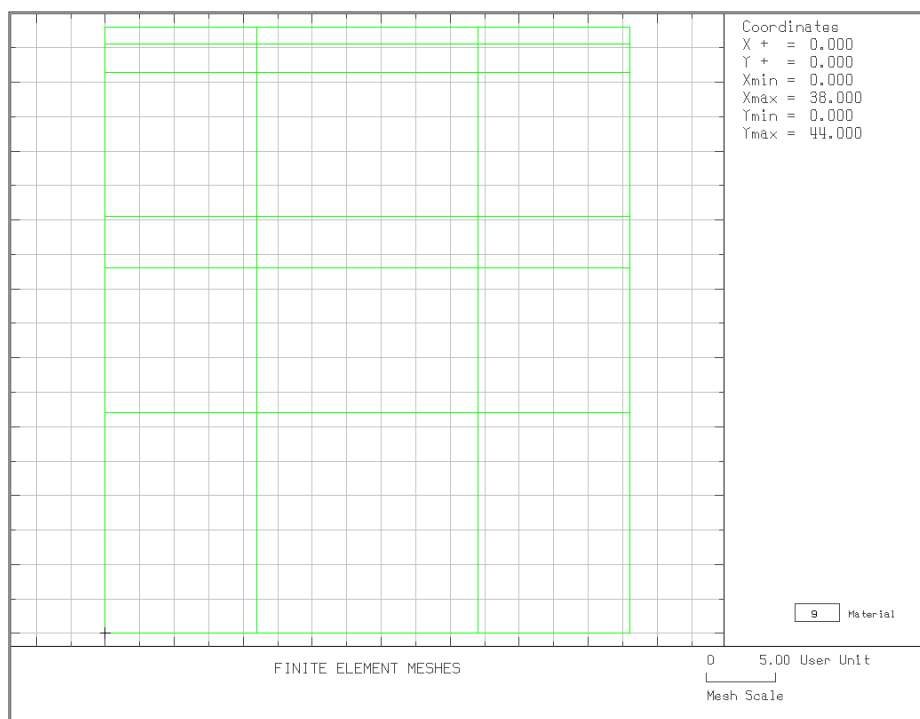
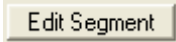


그림 6. 완성된 Base Mesh.

2.4.1.3 지층 ; Group 1~5 만들기

그림 1은 본 예제의 해석단면의 지층을 그리고 표 3은 지층 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 1~5는 원지반을 나타냅니다. 표 3을 바탕으로 Group 1 (Fill)을 만들기 위하여 그림 7과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 8a~8d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 1을 완성합니다. Group 2 (Weathered Soil), Group 3 (Weathered Rock), Group 4 (Soft Rock), Group 5 (Hard Rock)도 Group 1과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 9는 Group 1~5의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
1	Fill	3	Cont.	1			1	0.0	42.8	38	42.8	2
							2	38	42.8	38	44	
							3	38	44	0.0	42.8	
							4	0.0	44	0.0	42.8	
2	Weathered Soil	3	Cont.	2			1	0.0	40.7	38	40.7	2
							2	38	40.7	38	42.8	
							3	38	42.8	0.0	42.8	
							4	0.0	42.8	0.0	40.7	
3	Weathered Rock	3	Cont.	3			1	0.0	30.27	38	30.27	2
							2	38	30.27	38	40.7	
							3	38	40.7	0.0	40.7	
							4	0.0	40.7	0.0	30.27	
4	Soft Rock	3	Cont.	4			1	0.0	26.52	38	26.52	2
							2	38	26.52	38	30.27	
							3	38	30.27	0.0	30.27	
							4	0.0	30.27	0.0	26.52	
5	Hard Rock	3	Cont.	5			1	0.0	0.0	38	0	2
							2	38	0.0	38	26.52	
							3	38	26.52	0.0	26.52	
							4	0.0	26.52	0.0	0.0	

표 3. 지층 groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

1 → 2

그림 7. AIG - Group 1.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Fill

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 8a. Group 1 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 1 Fill

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 8b. Group 1 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 1 Fill

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 8c. Group 1 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 1 Fill

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 8d. Group 1 - Segment 4.

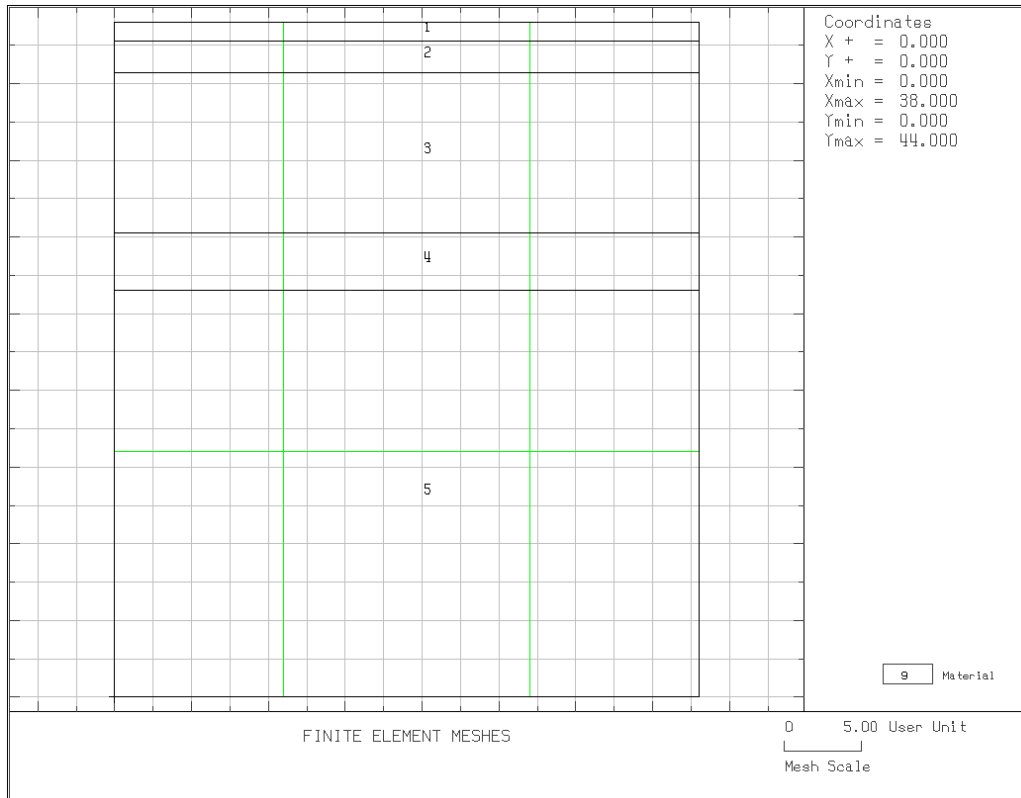


그림 9. 완성된 Group 1~5.

2.4.1.4 Rock Bolts ; Group 6~7 만들기

그림 2는 터널 Rock Bolt에 대한 개략도를 그리고 표 4는 이들 Group에 대한 상세 입력 내용을 나타냅니다.

Group 6 (Rock Bolt-1)을 만들기 위하여 그림 10과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 11과 같이 Segment 1을 작성합니다. Rock Bolt Segment의 IEND=-2로 지정하는 이유는 Rock Bolt가 지층을 횡단하면서 지층의 4절점 연속체 요소를 삼각형 요소로 분할하지 않고 연속체 요소의 절점만 통과하기 위해서입니다. 일반적으로 1개의 4절점 연속체 요소가 2개의 분할된 삼각형요소보다 더 정확한 해석결과를 줍니다. 다음은 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 6을 완성합니다. Group 7의 Rock Bolt도 Group 6과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 12는 Group 6~7의 완성된 모양을 보여줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
6	Bolt-1	2	Truss(3)	1	5	999	1	18	20.745	18	18.245	-2
7	Bolt-2	2	Truss(3)	1	5	999	1	20	20.745	20	18.245	-2

표 4. Rock Bolts groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

MATND KF MATold
MATNDi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	5	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 10. AIG - Group 6.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 6 Rock Bolt - 1

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 18

Y = 20.745

Enter Ending Point

X = 18

Y = 18.245

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

-2: Include beginning & ending point but no splitting

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11. Group 6 - Segment 1.

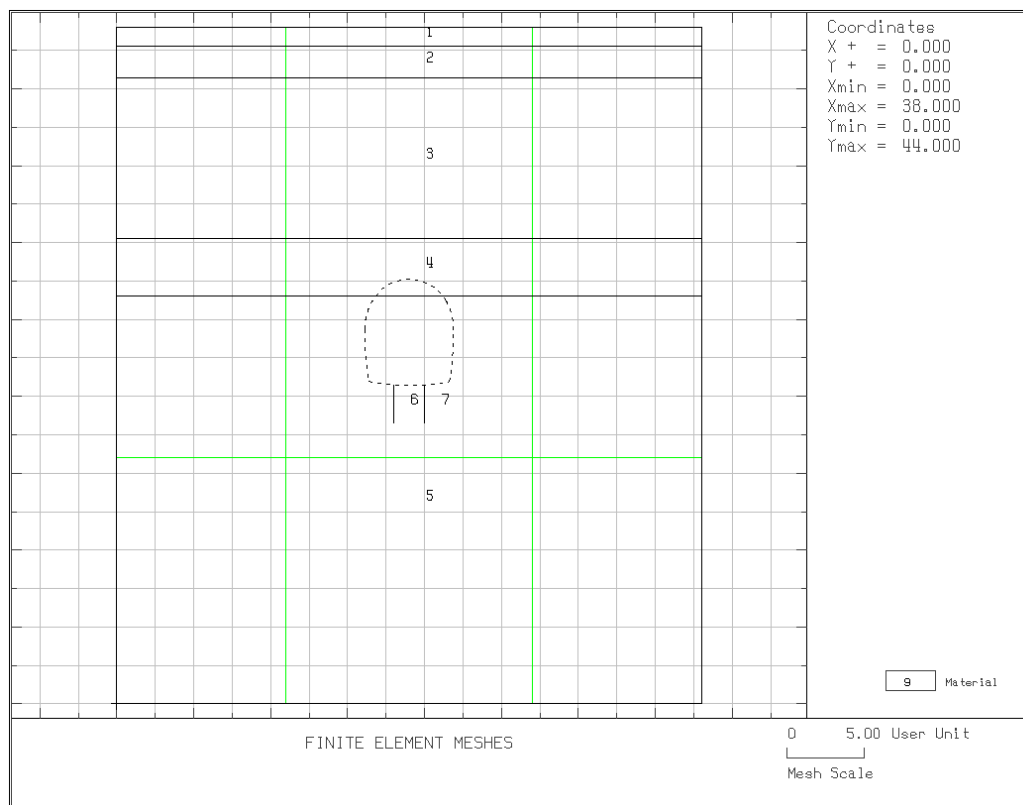


그림 12. 완성된 Group 6~7.

2.4.1.5 터널 Lining, Core, Invert ; Group 8~10 만들기

그림 2는 터널 Lining에 대한 개략도를 그리고 표 5~7은 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 8은 터널 Lining을 나타냅니다. Group 8을 만들기 위하여 그림 13과 같이 AIG 창을 입력한 후 **Edit Segment** 버튼을 클릭하여 그림 14a~14f와 같이 Segment를 작성하고 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 8을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 터널 Lining의 Geometry는 상대적으로 매우 중요하므로 IEND=2로 지정해야 합니다. 본 터널 Lining Group은 MTYPE=-2를 사용하여 1차 Shotcrete, 2차 Lining, 그리고 Shotcrete와 Lining 사이의 Interface에 방수막으로 Joint 요소를 포함하고 있습니다. 이들 서로 다른 요소들의 Element Activity는 표 1의 시공순서를 참조하기 바랍니다. Shotcrete와 Lining은 Bending에 저항하는 Beam (LTP=2) 요소로 모델링 되었습니다.

Group 9 (Core)는 터널 Lining (Group 8) 내부에 굴착될 원지반 요소로 Segment의 좌표가 Group 8과 동일하므로 이미 작성된 Group 8의 좌표를 따라 가도록 IEND=3을 지정합니다. 그리고 MTYPE=3, MATNO=0을 지정합니다. 여기서 MATNO=0으로 지정하는 이유는 굴착될 Group 내의 원지반 요소의 재료번호를 변경하지 않고 다만 이 Group 내의 원지반 연속체 요소의 Element Activity 사항을 지정하기 위해서 입니다.

Group 10은 Invert 콘크리트로 1차 Shotcrete 타설 후 Invert 부분을 보강하기 위해서 시공되었습니다. Bending에 저항하는 Beam (LTP=2) 요소로 모델링 되었습니다.

Description	Element Type	Material No	Element Activity	
			NAC	NDAC
Interface	Joint	MATNO _j =6	7	999
Shotcrete	LTP _i =2, Beam	LMAT _i =1	4	999
Lining	LTP _o =2, Beam	LMAT _o =2	7	999

Group No.	Description	MTYPE	Seg. No.	Origin		Radius & Angle				IEND
				X _o	Y _o	R _x	R _y	θ _b	θ _e	
8	Tunnel Lining	-2	1	19	34.9	14.19	14.19	259.36	280.64	2
			2	0.939	24.33	20.95	20.95	-9.281	0.021	2
			3	18.13	24.34	3.76	3.76	0	30	2
			4	19	24.84	2.76	2.76	30	150	2
			5	19.87	24.34	3.76	3.76	150	180	2
			6	37.06	24.33	20.95	20.95	179.979	189.281	2

⌘ 5. Lining groups.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg	Origin		Radius & Angle				IEND
					NAC	NDAC		X _o	Y _o	R _x	R _y	θ _b	θ _e	
9	Core Soft, Hard Rock	3	Cont.	0	0	3	1	19	34.9	14.19	14.19	259.36	280.64	3
							2	0.939	24.33	20.95	20.95	-9.281	0.021	3
							3	18.13	24.34	3.76	3.76	0	30	3
							4	19	24.84	2.76	2.76	30	150	3
							5	19.87	24.34	3.76	3.76	150	180	3
							6	37.06	24.33	20.95	20.95	179.979	189.281	3

⌘ 6. Core group.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg	Origin		Radius & Angle				IEND
					NAC	NDAC		X _o	Y _o	R _x	R _y	θ _b	θ _e	
10	Invert	2	2	3	6	999	1	19	34.9	14.19	14.19	259.36	280.64	2

⌘ 7. Invert group.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

-2: Generate slip lines with joint elements

MATNO KF MATold
MATNOj KFi THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh
☐ Hide

Line Options

joint

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable
☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
MATNOj	7	999
	0	0
LMATi	4	999
LMATo	7	999

PLTDS Plot

☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 13. AIG - Group 8.

- 208 -

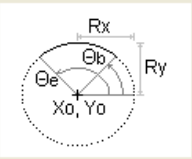
Arc Segment

Segment No = 1
Group No: 8 Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo: 18.13 Yo: 24.34

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 3.76
Vertical Radius : Ry 3.76
Beginning Angle (Deg.): Qb 0
Ending Angle (Deg.): Qe 30

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 14a. Group 8 - Segment 1.

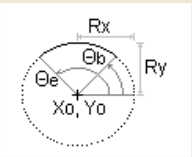
Arc Segment

Segment No = 2
Group No: 8 Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo: 19 Yo: 24.84

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 2.76
Vertical Radius : Ry 2.76
Beginning Angle (Deg.): Qb 30
Ending Angle (Deg.): Qe 150

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 14b. Group 8 - Segment 2.

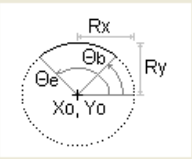
Arc Segment

Segment No = 3
Group No: 8 Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo: 19.87 Yo: 24.34

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 3.76
Vertical Radius : Ry 3.76
Beginning Angle (Deg.): Qb 150
Ending Angle (Deg.): Qe 180

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 14c. Group 8 - Segment 3.

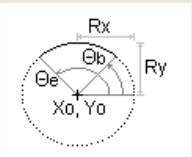
Arc Segment

Segment No = 4
Group No: 8 Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo: 37.06 Yo: 24.33

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 20.95
Vertical Radius : Ry 20.95
Beginning Angle (Deg.): Qb 179.98
Ending Angle (Deg.): Qe 189.28

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 14d. Group 8 - Segment 4.

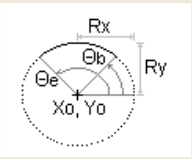
Arc Segment

Segment No = 5
Group No: 8 Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo: 19 Yo: 34.9

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 14.19
Vertical Radius : Ry 14.19
Beginning Angle (Deg.): Qb 259.36
Ending Angle (Deg.): Qe 280.64

Note: When $Qb = Qe$, a straight radial line is drawn from $R = Rx$ to $R = Ry$. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle $Q = Qb = Qe$.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 14e. Group 8 - Segment 5.

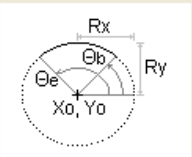
Arc Segment

Segment No = 6
Group No: 8 Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo: 0.939 Yo: 24.33

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 20.95
Vertical Radius : Ry 20.95
Beginning Angle (Deg.): Qb -9.281
Ending Angle (Deg.): Qe -0.021

Note: When $Qb = Qe$, a straight radial line is drawn from $R = Rx$ to $R = Ry$. That is, Rx and Ry represent radial distances at angle $Q = Qb = Qe$.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 14f. Group 8 - Segment 6.

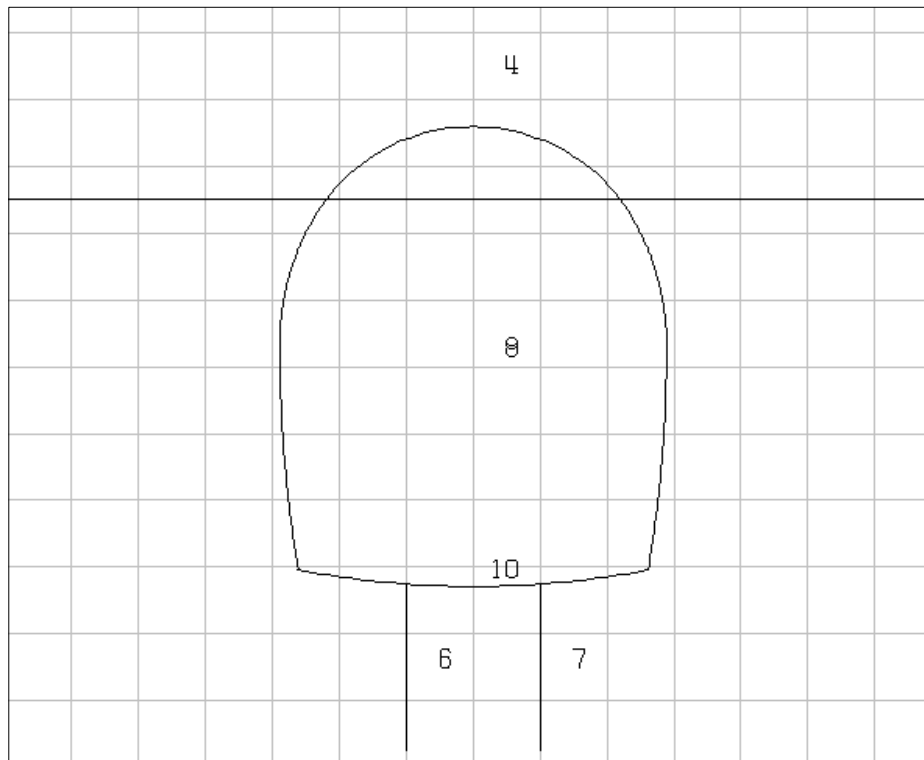


그림 15. 완성된 Group 8~10.

2.4.1.6 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addgrn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 16 참조)

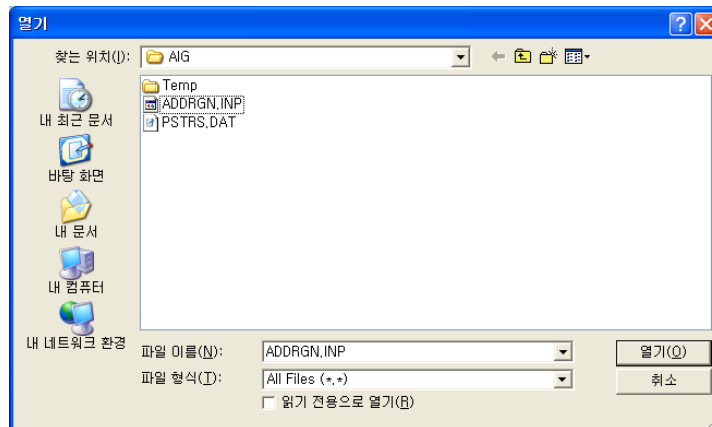


그림 16. Input 파일 선택.

2.4.1.7 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 17과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이들 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

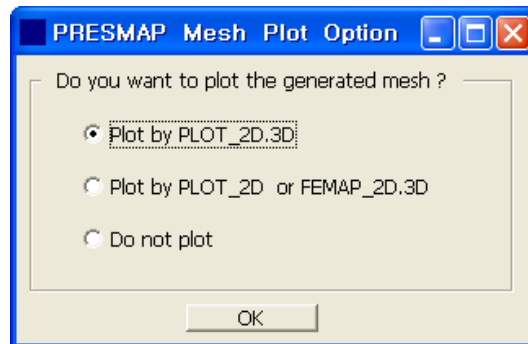


그림 17. PRESMAP Mesh Plot Option

그림 18은 Fill, Weathered Soil, Weathered Rock, Soft Rock, 그리고 Hard Rock으로 구성된 원지반 유한요소망입니다.

그림 19는 Beam 요소로 모델링된 1차 Shotcrete, 그림 20은 Beam 요소로 모델링된 Invert 콘크리트와 Truss 요소로 모델링된 Rock Bolt, 그림 21은 Beam 요소로 모델링된 2차 Lining 콘크리트, 그리고 그림 22는 Joint 요소로 모델링된 Interface에서의 방수막 요소번호를 각 각 보여줍니다. 이들 요소번호는 Group.Man 파일에서 Element Activity가 올바르게 생성되었는지 확인하는데 사용됩니다.

그림 23은 터널 Core를 포함한 주변 원지반 요소번호를 보여줍니다. 이 그림은 Step 3에서 굴착될 터널 Core 부분의 Element Activity 데이터를 확인하는데 사용할 수 있습니다.

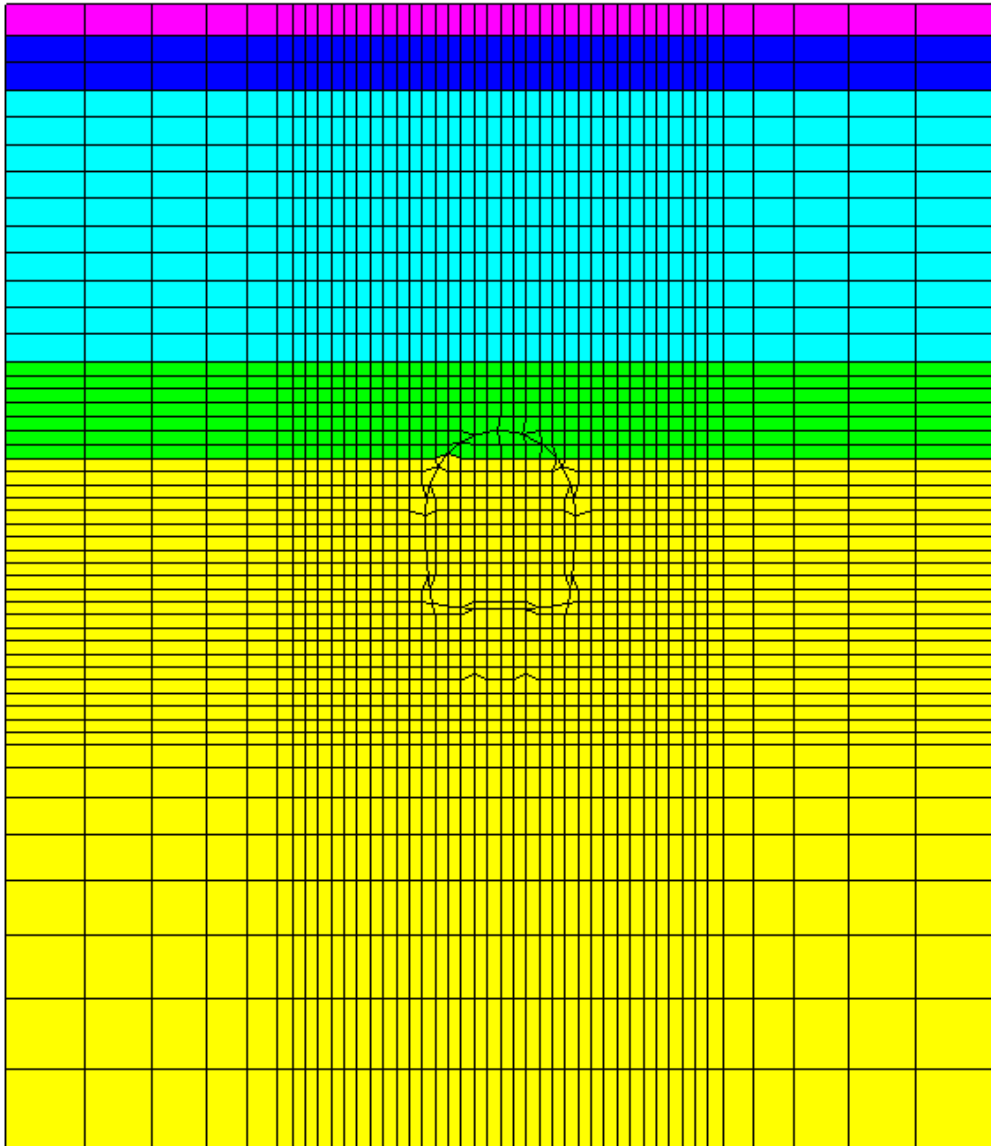


그림 18. Continuum 요소, MATNO 1~5 (원지반 요소).

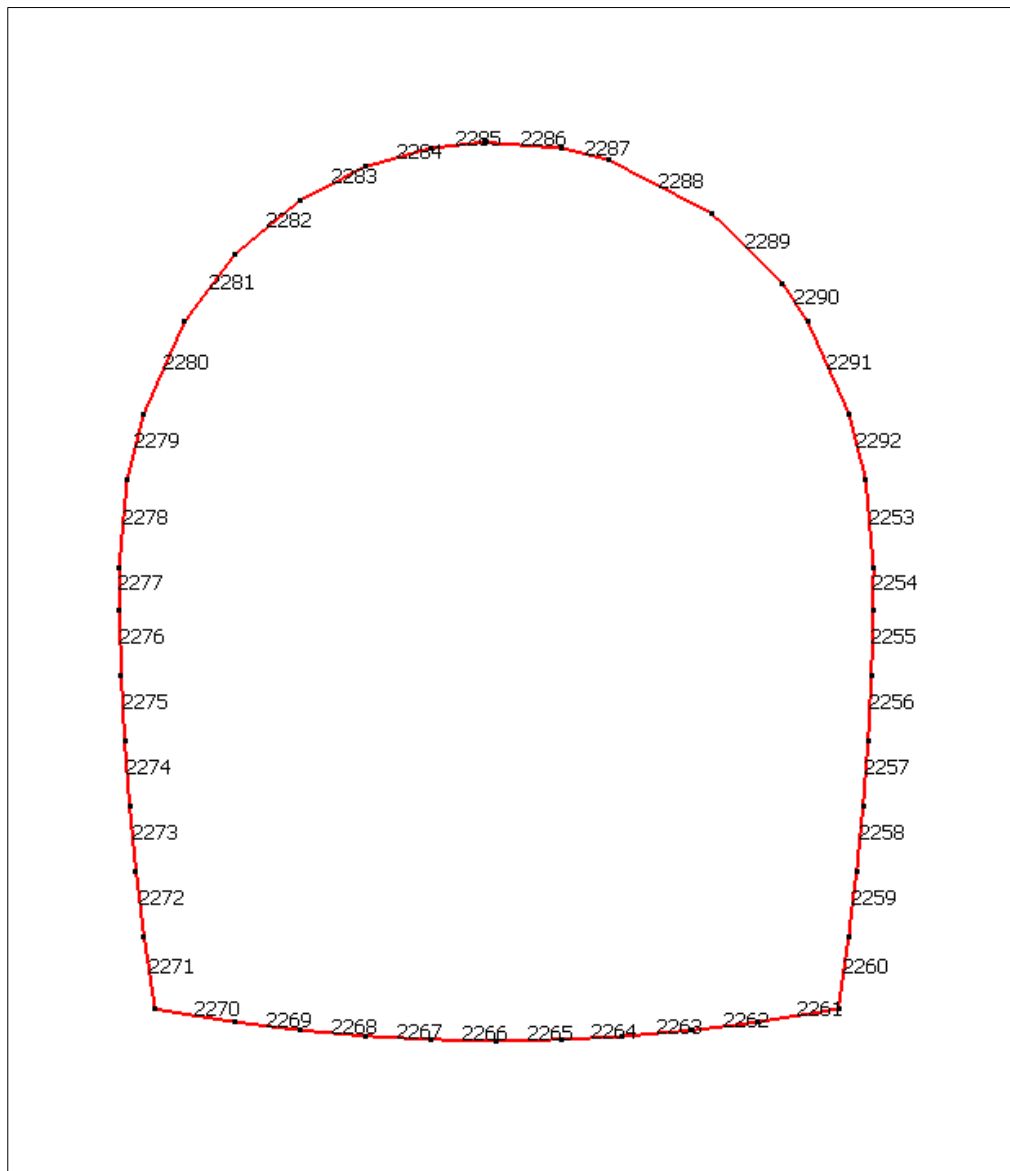


그림 19. 1차 Shotcrete 요소 번호.

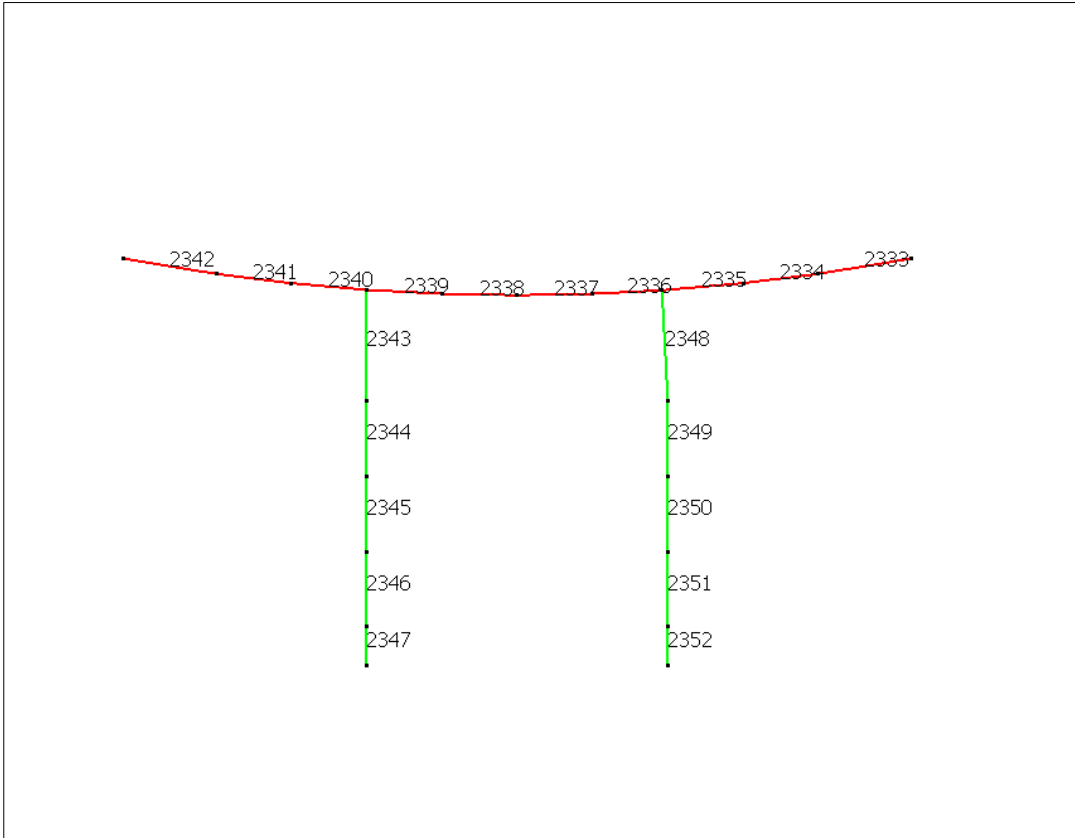


그림 20. Invert 콘크리트, Rock Bolt 요소 번호.

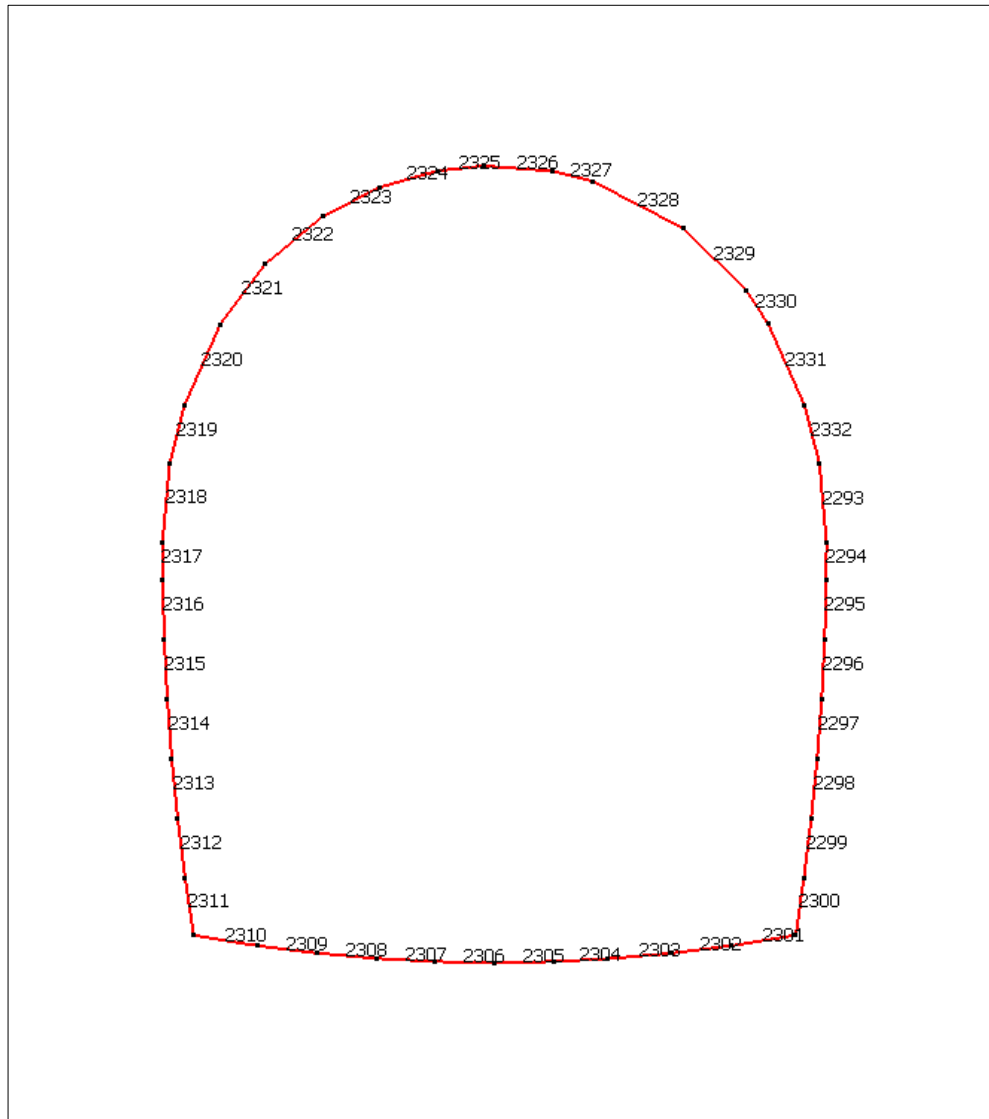


그림 21. 2차 Lining 콘크리트 요소 번호.

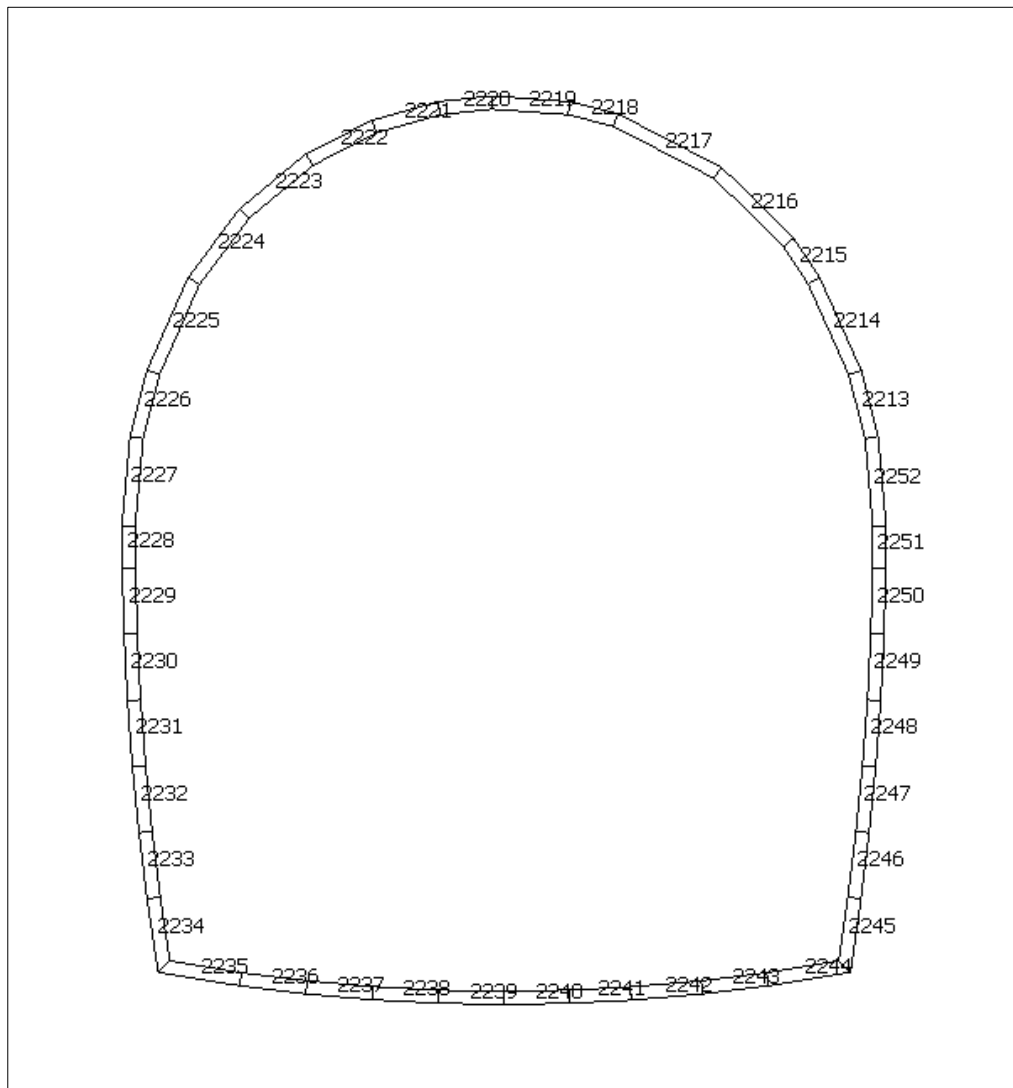


그림 22. 방수막 (Interface) 요소 번호.

667	717	767	817	867	917	967	1017	1067	1117	1167	1217	1267	1317	1367	1417	1467	1517
668	718	768	818	868	918	968	1018	1068	1118	1168	1218	1268	1318	1368	1418	1468	1518
669	719	769	819	869	919	969	1019	1069	1119	1169	1219	1269	1319	1369	1419	1469	1519
670	720	770	820	870	920	2205	1020	1070	1120	1170	1220	1270	1320	1370	1420	1470	1520
671	721	771	821	871	921	971	1021	1071	1121	1171	1221	1271	1321	1371	1421	1471	1521
672	722	772	822	872	922	972	1022	1072	1122	1172	1222	1272	1322	1372	1422	1472	1522
673	723	773	823	873	923	973	1023	1073	1123	1173	1223	1273	1323	1373	1423	1473	1523
674	724	774	824	874	924	974	1024	1074	1124	1174	1224	1274	1324	1374	1424	1474	1524
675	725	775	825	875	925	975	1025	1075	1125	1175	1225	1275	1325	1375	1425	1475	1525
676	726	776	826	876	926	976	1026	1076	1126	1176	1226	1276	1326	1376	1426	1476	1526
677	727	777	827	877	927	977	1027	1077	1127	1177	1227	1277	1327	1377	1427	1477	1527
678	728	778	828	878	928	978	1028	1078	1128	1178	1228	1278	1328	1378	1428	1478	1528
679	729	779	829	879	929	979	1029	1079	1129	1179	1229	1279	1329	1379	1429	1479	1529
680	730	780	830	880	930	980	1030	1080	1130	1180	1230	1280	1330	1380	1430	1480	1530
681	731	781	831	881	931	981	1031	1081	1131	1181	1231	1281	1331	1381	1431	1481	1531
682	732	782	832	882	932	982	1032	1082	1132	1182	1232	1282	1332	1382	1432	1482	1532
683	733	783	833	883	933	983	1033	1083	1133	1183	1233	1283	1333	1383	1433	1483	1533
684	734	784	834	884	934	984	1034	1084	1134	1184	1234	1284	1334	1384	1434	1484	1534

그림 23. 터널 주변 원지반 요소 번호.

2.4.2 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일 이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.

본 Subway 터널 예제는 각 Group 별 AIG 창 작성시 PLTDS Plot 입력사항인 Check Box가 체크되지 않아 Card No 3.3.5.4.1-3의 NPTYPE 값들이 모두 0으로 출력됩니다. 따라서 본 List에는 지면을 절약하기 위해 Group 6에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 모두 열거하였으나 기타 Group들에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 생략하여 열거했습니다.

```

* Card 1.1
* IMOD
2
* Card 4.1
* NBX  NBX  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
3    6    1        1        0        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
0.00000E+00  0.00000E+00 -1.00000E+01
* Card 4.3
*   W          DX          AX
1.10000E+01  5.00000E-01 -3.00000E-01
1.60000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
1.10000E+01  5.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.4
*   H          DY          AY
1.20000E+00  1.20000E+00  5.00000E-01
2.10000E+00  1.00000E-00  5.00000E-01
1.04300E+01  1.00000E-00  5.00000E-01
3.75000E+00  5.00000E-01  5.00000E-01
1.05200E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
1.60000E+01  5.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
1    1
* Card 3.3
* IEDIT
4
* Card 3.3.5.1
* NODE
0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGTITL
10    1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref      Yref
0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
* Group No = 1

*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
1    1    0    0    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2

```

```

* NPOINT  MOVE  IREF  XLo      YLo
4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
1    0.00000E+00  4.28000E+01
2    3.80000E+01  4.28000E+01
3    3.80000E+01  4.40000E+01
4    0.00000E+00  4.40000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
3    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
4    1    0    2
*
*
=====
*
* Group No = 2

*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
2    1    0    0    3
*
*
=====
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT  MOVE  IREF  XLo      YLo
4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
1    0.00000E+00  4.07000E+01
2    3.80000E+01  4.07000E+01
3    3.80000E+01  4.28000E+01
4    0.00000E+00  4.28000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
3    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
4    1    0    2
*
*
=====
*
* Group No = 3

*
* Card 3.3.5.4.2

```

Weathered Rock


```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3   0   0   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  3   1   0   0   3

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   0.00000E+00  3.02700E+01
  2   3.80000E+01  3.02700E+01
  3   3.80000E+01  4.07000E+01
  4   0.00000E+00  4.07000E+01

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4   1   0   2

```

```

*
*=====

```

```

* Group No = 4

Soft Rock

```

```

*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3   0   0   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  4   1   0   0   3

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   0.00000E+00  2.65200E+01
  2   3.80000E+01  2.65200E+01
  3   3.80000E+01  3.02700E+01
  4   0.00000E+00  3.02700E+01

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND

```

```

  3   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4   1   0   2

```

```

*
*=====

```

```

* Group No = 5

Hard Rock

```

```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3   0   0   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  5   1   0   0   3

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4   0   0   0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1   0.00000E+00  0.00000E+00
  2   3.80000E+01  0.00000E+00
  3   3.80000E+01  2.65200E+01
  4   0.00000E+00  2.65200E+01

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3   1   0   2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4   1   0   2

```

```

*
*=====

```

```

* Group No = 6

Rock Bolt

```

```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   0   0   0   0   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3   1

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2

```

```

* NAC   NDAC   For LMAT
    5   999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1   For Mesh
    0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2   For Principal Stress
    0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3   For Deformed Shape
    0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4   For Beam
    0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5   For Truss
    0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6   For Contour: Continuum
    0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
    0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT  MOVE  IREF  XLo          YLo
    2      0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
    1      1.80000E+01  2.07450E+01
    2      1.80000E+01  1.82450E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    1      1      0   -2
*
*=====
*
* Group No =   7
                                Rock Bolt
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE  IPOST  OVERLAY  GCOLOR  GLTYPE  GLTHIC  GHIDE
    2      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP    LMAT
    3      1
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0

```

```

    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    5   999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT  MOVE  IREF  XLo          YLo
    2      0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
    1      2.00000E+01  2.07450E+01
    2      2.00000E+01  1.82450E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
    1      1      0   -2
*
*=====
*
* Group No =   8
                                Lining
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE  IPOST  OVERLAY  GCOLOR  GLTYPE  GLTHIC  GHIDE
   -2      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MATj  KFj  THICj  LTi  LMi  LTo  LMo
    6      1    0.100  2      1  2      2
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    7   999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    4   999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    7   999
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT  MOVE  IREF  XLo          YLo
    7      0    0    0.00000E+00  0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1  2.18900E+01  2.43400E+01
  2  2.13902E+01  2.62200E+01
  3  1.66137E+01  2.62200E+01
  4  1.61100E+01  2.43373E+01
  5  1.63800E+01  2.09540E+01
  6  2.16148E+01  2.09516E+01
  7  2.18890E+01  2.43373E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  6
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.8130E+01  2.4340E+01  3.7600E+00  3.7600E+00  0.00  30.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.9000E+01  2.4840E+01  2.7600E+00  2.7600E+00  30.00  150.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.9870E+01  2.4340E+01  3.7600E+00  3.7600E+00  150.00  180.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.7060E+01  2.4330E+01  2.0950E+01  2.0950E+01  179.98  189.28
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  5      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.9000E+01  3.4900E+01  1.4190E+01  1.4190E+01  259.36  280.64
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  6      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  9.3900E-01  2.4330E+01  2.0950E+01  2.0950E+01  -9.28  0.02
*
=====
*
* Group No = 9
Core/ Soft, Hard Rock
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  0      1      0      0      3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO

```

```

0      3
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
  6      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1  2.18900E+01  2.43400E+01
  2  2.13902E+01  2.62200E+01
  3  1.66137E+01  2.62200E+01
  4  1.61100E+01  2.43373E+01
  5  1.63800E+01  2.09540E+01
  6  2.16148E+01  2.09516E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  6
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.8130E+01  2.4340E+01  3.7600E+00  3.7600E+00  0.00  30.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.9000E+01  2.4840E+01  2.7600E+00  2.7600E+00  30.00  150.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.9870E+01  2.4340E+01  3.7600E+00  3.7600E+00  150.00  180.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  3.7060E+01  2.4330E+01  2.0950E+01  2.0950E+01  179.98  189.28
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  5      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  1.9000E+01  3.4900E+01  1.4190E+01  1.4190E+01  259.36  280.64
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  6      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  9.3900E-01  2.4330E+01  2.0950E+01  2.0950E+01  -9.28  0.02
*
=====
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0      0

```

<pre> * * Group No = 10 Invert * * Card 3.3.5.4.1 * MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE 2 1 0 0 0 0 0 * Card 3.3.5.4.1-1 * LTP LMAT 2 3 * *----- * * Card 3.3.5.4.1-2 * NAC NDAC For MATold 0 0 * Card 3.3.5.4.1-2 * NAC NDAC For MATNO 0 0 * Card 3.3.5.4.1-2 * NAC NDAC For MATNOj 0 0 * Card 3.3.5.4.1-2 * NAC NDAC For LMAT 6 999 * Card 3.3.5.4.1-2 * NAC NDAC For LMATi </pre>	<pre> 0 0 * Card 3.3.5.4.1-2 * NAC NDAC For LMATo 0 0 * *----- * * Card 3.3.5.4.2 * NPOINT MOVE IREF XLo YLo 2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00 * Card 3.3.5.4.2-1 * NP X Y 1 1.63800E+01 2.09540E+01 2 2.16200E+01 2.09540E+01 * Card 3.3.5.4.3 * NSEGMENT 1 * Card 3.3.5.4.3.1 * SEGNO LTYPE NDIV IEND 1 2 0 2 * Card 3.3.5.4.3.1-1 * Xo Yo Rx Ry Qb Qe 1.9000E+01 3.4900E+01 1.4190E+01 1.4190E+01 259.36 280.64 * *===== * </pre>
--	---

2.4.3 Group.Mes 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일은 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

Group.Mes 파일은 해석할 구조물과 주변지반을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-2D User's Manual의 Mesh File를 참고하기 바랍니다.

..WGROUP.MES

NUMNP NCONT NBEAM NTRUS

2335 2252 90 10

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEX	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.440000E+02
2	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.428000E+02
3	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.417500E+02
4	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.407000E+02
5	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.396570E+02
6	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.386140E+02
7	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.375710E+02
8	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.365280E+02

.

.

.

2328	0	0	1	1	0	1	1	.215312E+02	.210407E+02
2329	0	0	1	1	0	1	1	.215991E+02	.215233E+02
2330	0	0	1	1	0	1	1	.216608E+02	.220224E+02
2331	0	0	1	1	0	1	1	.217102E+02	.225211E+02
2332	0	0	1	1	0	1	1	.217477E+02	.230196E+02
2333	0	0	1	1	0	1	1	.217731E+02	.235182E+02
2334	0	0	1	1	0	1	1	.217866E+02	.240170E+02
2335	0	0	1	1	0	1	1	.217890E+02	.243331E+02

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	52	1	2	53	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
2	53	2	3	54	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00
3	54	3	4	55	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00
4	55	4	5	56	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
5	56	5	6	57	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
6	57	6	7	58	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
7	58	7	8	59	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
8	59	8	9	60	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00

.

.

.

2245	1409	1408	2329	2328	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00
2246	1408	1458	2330	2329	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00
2247	1458	1457	2331	2330	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00
2248	1457	1456	2332	2331	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00
2249	1456	1455	2333	2332	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00
2250	1455	1454	2334	2333	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00
2251	1454	1453	2335	2334	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00
2252	1453	1452	2296	2335	0	0	0	0	6	1	1	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT

NEL	I	J	MSEC	NODEK
2253	1452	1453	1	1
2254	1453	1454	1	1
2255	1454	1455	1	1
2256	1455	1456	1	1

2257	1456	1457	1	1
2258	1457	1458	1	1
2259	1458	1408	1	1
2260	1408	1409	1	1

.
.

.

2335	1307	1257	3	1
2336	1257	1206	3	1
2337	1206	1155	3	1
2338	1155	1104	3	1
2339	1104	1053	3	1
2340	1053	1001	3	1
2341	1001	950	3	1
2342	950	899	3	1

TRUSS ELEMENT

NEL	I	J	MATT	NODEK
2343	1053	1054	1	1
2344	1054	1055	1	1
2345	1055	1056	1	1
2346	1056	1057	1	1
2347	1057	1058	1	1
2348	1257	1258	1	1
2349	1258	1259	1	1
2350	1259	1260	1	1
2351	1260	1261	1	1
2352	1261	1262	1	1

0
0

2.4.4 Group.Man 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Man 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Main File Card 그룹 8의 Element Activity 포맷에 맞게 작성되어, Main File 작성시 Group.Man을 삽입하여 사용합니다.

Group.Man은 AIG 작성시 Element Activity의 NAC와 NDAC의 입력사항들이 각 Group 별로, 각 Group 내의 요소 종류 별로, 각 요소 종류당 재료 번호 별로 나열되어 있습니다.

연속체 요소 (Continuum Element) 번호 2169~2208은 재료번호 (Material No.) 6의 방수막을 나타내는 Joint 요소로 Group 8과 Group 9에서 Element Activity가 두 번 중복되어 있으므로 Group 9에서 생성된 Material No. 6의 Activity 데이터는 제거되어야 합니다.


```

*****
*
*      MAIN FILE: ELEMENT ACTIVITY
*      (CARD 8)
*
*****
*
* Card 8.1
*   NFAD
*   54
*
*
*=====
*
* Group No =   6
*
*                      Rock Bolt
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   2343   5   999
*   -2347   5   999
* Number of Elements =   2
*
*
*-----
*
* Group No =   7
*
*                      Rock Bolt
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   2348   5   999
*   -2352   5   999
* Number of Elements =   2
*
*
*-----
*
* Group No =   8
*
*                      Lining
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =   6
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   2213   7   999
*   -2252   7   999

```

```

* Number of Elements =   2
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   2253   4   999
*   -2292   4   999
* Number of Elements =   2
*
*-----
*
* Material No =   2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   2293   7   999
*   -2332   7   999
* Number of Elements =   2
*
*-----
*
* Group No =   9
*
*                      Core/ Soft, Hard Rock
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =   4
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   970    0    3
*   1019   0    3
*   -1020   0    3
*   1069   0    3
*   -1070   0    3
*   1119   0    3
*   -1120   0    3
*   1169   0    3
*   -1170   0    3
*   1220   0    3
*   1203   0    3
*   -2206   0    3
* Number of Elements =  12
*
*-----
*
* Material No =   5
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   824    0    3
*   -830   0    3
*   872    0    3
*   -881   0    3
*   921    0    3
*   -931   0    3

```

```

971      0      3
-982     0      3
1021     0      3
-1032    0      3
1071     0      3
-1082    0      3
1121     0      3
-1132    0      3
1171     0      3
-1182    0      3
1221     0      3
-1232    0      3
1271     0      3
-1281    0      3
1322     0      3
-1331    0      3
1374     0      3
-1380    0      3
2201     0      3
-2202    0      3
2207     0      3
-2208    0      3

```

```
* Number of Elements = 28
```

```
*
```

```
*
```

```
*-----
```

```
*
```

```
*
```

```
*
```

```
* Material No = 6
```

```
*
```

```
*      NEL      NAC      NDAC
```

```
      2213        0      3
```

```
      -2252        0      3
```

```
* Number of Elements = 2
```

```
*
```

```
*
```

```
*
```

```
*=====
```

```
*
```

```
* Group No = 10
```

```
*
```

```
Invert
```

```
*
```

```
*-----
```

```
*
```

```
* Beam Element
```

```
*
```

```
*-----
```

```
*
```

```
* Material No = 3
```

```
*
```

```
*      NEL      NAC      NDAC
```

```
      2333        6     999
```

```
      -2342        6     999
```

```
* Number of Elements = 2
```

2.4.5 Group.Pos

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Pos 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Post File 포맷에 맞게 작성됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54 이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 기능을 대체할 수 있어 Group.Pos 파일을 사용하지 않아도 됩니다.

2.5 Ex_5 Buried Pipe

이 예제는 매설된 Steel Pipe의 안정성 해석에 사용했던 SMAP-S2 Example Problem 9로 직경 1m, 두께 1cm의 Steel Pipe를 매설하고 6m 높이의 제방을 쌓아올린 예제입니다.

그림 1은 본 예제의 해석단면을 그리고 표 1은 공사의 시공순서입니다. 처음 2 Step은 원지반의 초기응력을 계산하는데 사용되었고 Step 3에서는 굴착, Step 4, 5에서는 Pipe 매설, 이 후 4단에 걸쳐 제방을 성토하였습니다.

표 2는 AIG를 사용하여 본 예제의 유한요소망을 생성하기 위해 사용된 Group Summary로 총 9개의 Group이 사용되었습니다. Group의 순서와 Group을 형성하는 Segment의 IEND 값이 차후 ADDRGN-2D를 Execute하여 최종적으로 생성되는 유한요소망의 모양에 영향을 미칩니다. 따라서 처음에 정한 Group 순서가 적절한 유한요소망을 생성하지 못할 경우에는 Group 순서를 재조정 하여야 합니다.

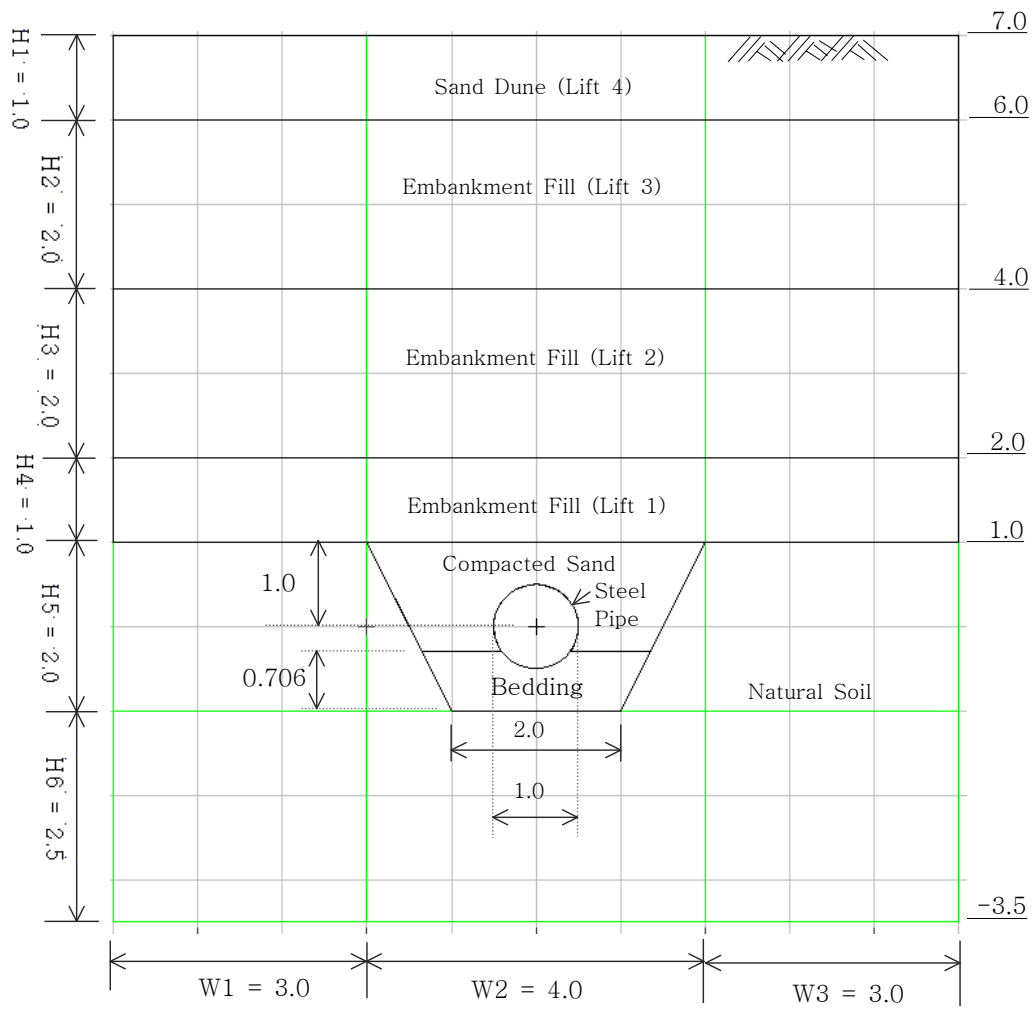


그림 1. Buried Pipe 해석단면.

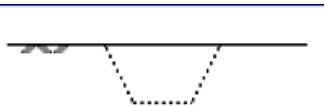
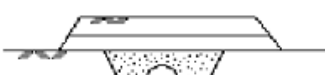
Step	Construction Sequence	Description	Active / Deactive Elements
1,2		In situ K_0 state	Natural soil elements within the trench are active
3		Excavate trench	Natural soil elements within the trench are deactive
4		Place bedding	Compacted sand elements are active
5		Place steel pipe and fill the backfill	Steel pipe elements and compacted sand elements are active
6		Place the first lift of embankment fill	Embankment fill elements are active
7		Place the second lift of embankment fill	Embankment fill elements are active
8		Place the third lift of embankment fill	Embankment fill elements are active
9		Place the fourth lift of sand dune	Sand dune elements are active

표 1. 건설 작업 순서도.

Group No.	Name	MTYPE	NAC	NDAC	MATNO / LTP / LMAT / IEND
1	Natural Soil	3	0	0	1 / 0 / 0 / 2
2	Excavation	3	0	3	1 / 0 / 0 / 2
3	Compacted Sand (Bedding)	3	4	999	2 / 0 / 0 / 2
4	Steel Pipe	2	5	999	0 / 2 / 1 / 2
5	Compacted Sand (Back Fill)	3	5	999	3 / 0 / 0 / 2
6	Lift 1	3	6	999	4 / 0 / 0 / 2
7	Lift 2	3	7	999	5 / 0 / 0 / 2
8	Lift 3	3	8	999	6 / 0 / 0 / 2
9	Lift 4	3	9	999	7 / 0 / 0 / 2

표 2. Group Summary.

2.5.1 AIG를 사용한 Buried Pipe Mesh 생성

2.5.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

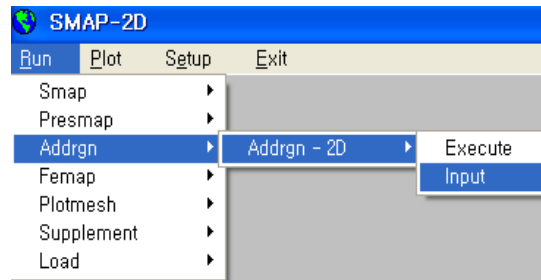


그림 2. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 *Run => Addrng => Addrng-2D => Input => New*의 순서로 클릭합니다.

2.5.1.2 Base Mesh 작성하기

그림 1을 참고하여 그림 3의 Base Mesh를 작성합니다. 본 예제는 전응력 해석 (Total Stress Analysis)으로 Y_{water} 의 값은 원점의 Y_0 값보다 낮게 설정되었습니다. 굴착과 Pipe 매설 공사가 수행되는 중앙 Block에서 응력 변화가 상대적으로 크게 발생하므로 이 부분에서의 유한요소망은 비교적 조밀하게 짜져야 하므로 $AX2 = 0.5$ 를 입력합니다. Y방향으로의 Base Mesh는 Pipe 매설 층과 Lift 층을 구분하여 요소망을 작성할 수 있도록 6개의 Block을 사용하였습니다.

다음은 그림 4의 PLTDS Plotting List 창에서 "Finite Element Meshes"를 선택하면 완성된 Base Mesh가 그림 5와 같이 나타납니다.

Base Mesh

Horizontal Block

Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 3

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	3	0.1	-0.3
2	4	0.1	0.5
3	3	0.1	0.3
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block

Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 6

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	1	0.3	0.5
2	2	0.3	0.5
3	2	0.3	0.5
4	1	0.2	0.5
5	2	0.1	0.5
6	2.5	0.1	0.3
7			
8			

Boundary Condition

Top

Left 0 Free Right

Bottom 1 Roller 1 Roller

Origin

Xo -5 Yo -3.5

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater -5

OK

Description

그림 3. Base Mesh 창.

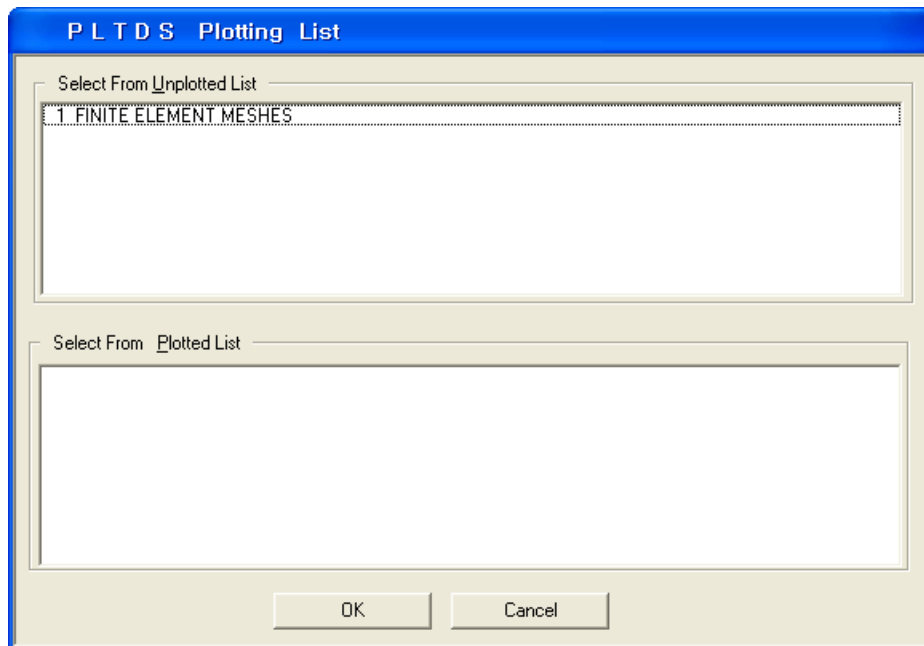


그림 4. PLTDS Plotting List.

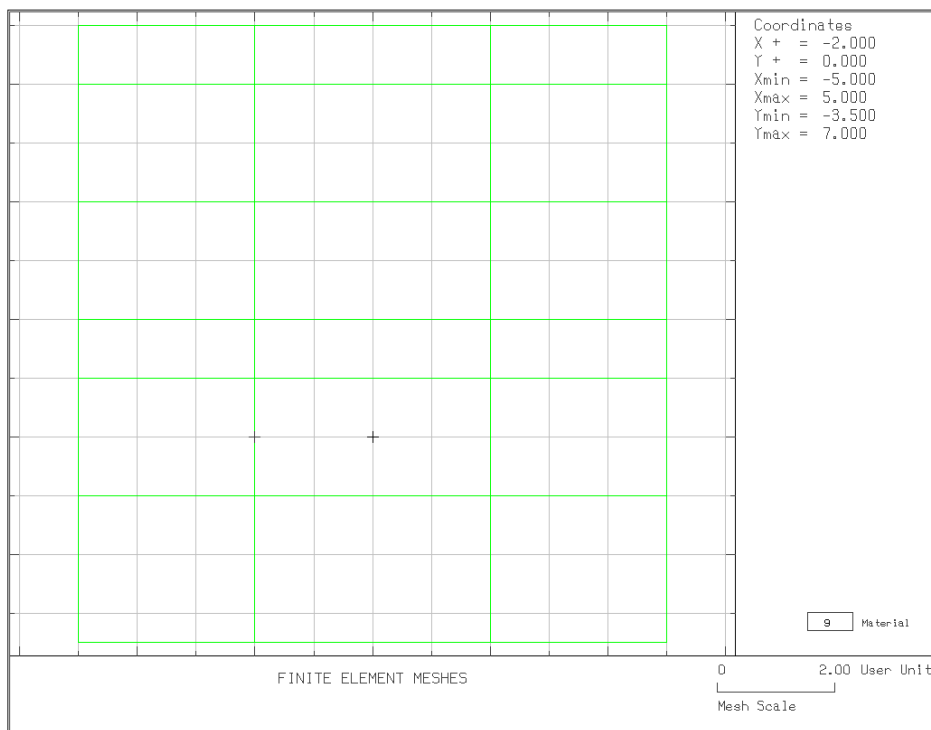
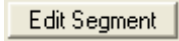


그림 5. 완성된 Base Mesh.

2.5.1.3 원지반, 굴착 ; Group 1~2 만들기

그림 1은 원지반 (Natural Soil)과 굴착 (Excavation) 단면을 그리고 표 3은 이 들 Group 에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

표 3을 바탕으로 Group 1 (Natural Soil)을 만들기 위하여 그림 6과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 7a~7d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 1을 완성합니다. Group 2 (Excavation)도 Group 1과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 8은 Group 1~2의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
1	Natural Soil	3	Cont.	1	0	0	1	-5	-3.5	5	-3.5	2
							2	5	-3.5	5	1	
							3	5	1	-5	1	
							4	-5	1	-5	-3.5	
2	Excavation	3	Cont.	1	0	3	1	-1	-1	1	-1	2
							2	1	-1	2	1	
							3	2	1	-2	1	
							4	-2	1	-1	-1	

표 3. 원지반, 굴착 groups

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO	1	KF	1.00	MATold	3	MTYPE
MATNOj	0	KFj	1.00	THICj	0.10	Description
LTP	0	LMAT	0	☐ Add new mesh ☐ Hide		
LTPi	2	LMATi	1	Line Options Color Type Thickness		
LTPo	2	LMATo	2			

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	0
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

1 → 2

Update Group

Save

Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

그림 6. AIG - Group 1.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Natural Soil

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7a. Group 1 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 1 Natural Soil

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7b. Group 1 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 1 Natural Soil

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.50000E+01

Y = 0.10000E+01

Enter Ending Point

X = -5

Y = 1

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7c. Group 1 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 1 Natural Soil

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = -0.50000E+01

Y = 0.10000E+01

Enter Ending Point

X = -5

Y = -3.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7d. Group 1 - Segment 4.

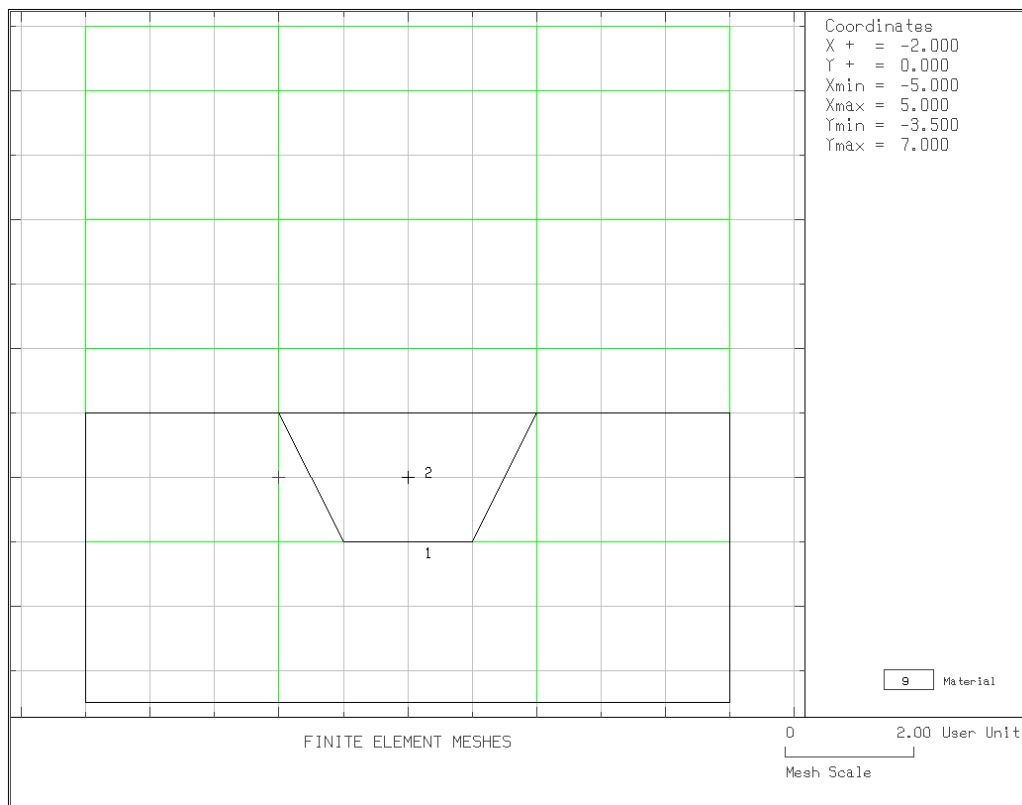


그림 8. 완성된 Group 1~2.

2.5.1.4 Bedding, Back Fill, Steel Pipe ; Group 3~5 만들기

그림 1은 Compacted Sand로 구성된 Bedding, Back Fill과 Steel Pipe 단면을 그리고 표 4는 이 들 Group에 대한 상세 입력 내용을 나타냅니다.

표 4를 바탕으로 Group 3 (Bedding)을 만들기 위하여 그림 9와 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 10a~10f와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 3을 완성합니다. Group 4 (Steel Pipe) 그리고 Group 5 (Back Fill)도 Group 3과 같은 방법으로 완성합니다. Group 3 (Bedding)과 Group 5 (Back Fill)은 원지반 (Natural Soil) 위치에 추가로 존재해야 하므로 AIG 작성 시 “Add new mesh” Check 버튼이 체크되어 있어야 합니다. Group 4의 Steel Pipe는 Bending에 저항하는 구조물이므로 Beam 요소 (LTP=2)로 모델링 합니다. 그림 11은 Group 3~5의 완성된 모양을 보여줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Add New Mesh	Element Type	Mat. No. (MATNO / LMAT)	Element Activity	
						NAC	NDAC
3	Compacted Sand (Bedding)	3	V	Cont.	2 / 0	4	999
4	Steel Pipe	2		Beam	0 / 1	5	999
5	Compacted Sand (Back Fill)	3	V	Cont.	3 / 0	5	999

Group No.	Seg. No.	Line Segment				Arc Segment						IEND
		Beginning Point		Ending Point		Origin		Radius & Angle				
		X	Y	X	Y	X_o	Y_o	R_X	R_Y	θ_b	θ_e	
3	1	-1	-1	1	-1							2
	2	1	-1	1.353	-0.294							
	3	1.353	-0.294	0.404509	-0.293893							
	4					0	0	0.5	0.5	-36	-144	
	5	-0.40509	-0.293893	-1.353	-0.294							
	6	-1.353	-0.294	-1	-1							
4	1					0	0	0.5	0.5	0	360	2
5	1	2	1	-2	1							2
	2	-2	1	-1.353	-0.294							
	3	-0.404509	-0.293893	1.353	-0.294							
	4					0	0	0.5	0.5	216	-36	
	5	0.404509	-0.293893	1.353	-0.294							
	6	1.353	-0.294	2	1							

표 4. Compacted Sand, Steel Pipe groups

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOj KFi THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☒ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1→2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
MATNO	4	999
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 9. AIG - Group 3.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 3 Compacted Sand (Bedding)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = -1

Y = -1

Enter Ending Point

X = 1

Y = -1

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 10a. Group 3 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 3 Compacted Sand (Bedding)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.10000E+01

Y = -0.10000E+01

Enter Ending Point

X = 1.353

Y = -0.294

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 10b. Group 3 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 3 Compacted Sand (Bedding)

Points By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.13530E+01
Y = -0.29400E+00

Enter Ending Point

X = 0.40451
Y = -0.29389

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 10c. Group 3 - Segment 3.

Arc Segment

Segment No = 4

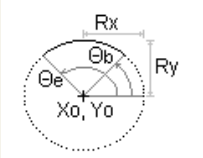
Group No: 3 Compacted Sand (Bedding)

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo 0 Yo 0

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 0.5
Vertical Radius : Ry 0.5
Beginning Angle (Deg.): Qb -36
Ending Angle (Deg.): Qe -144

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 10d. Group 3 - Segment 4.

Line Segment

Segment No = 5

Group No: 3 Compacted Sand (Bedding)

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

그림 10e. Group 3 - Segment 5.

Line Segment

Segment No = 6

Group No: 3 Compacted Sand (Bedding)

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

그림 10f. Group 3 -Segment 6.

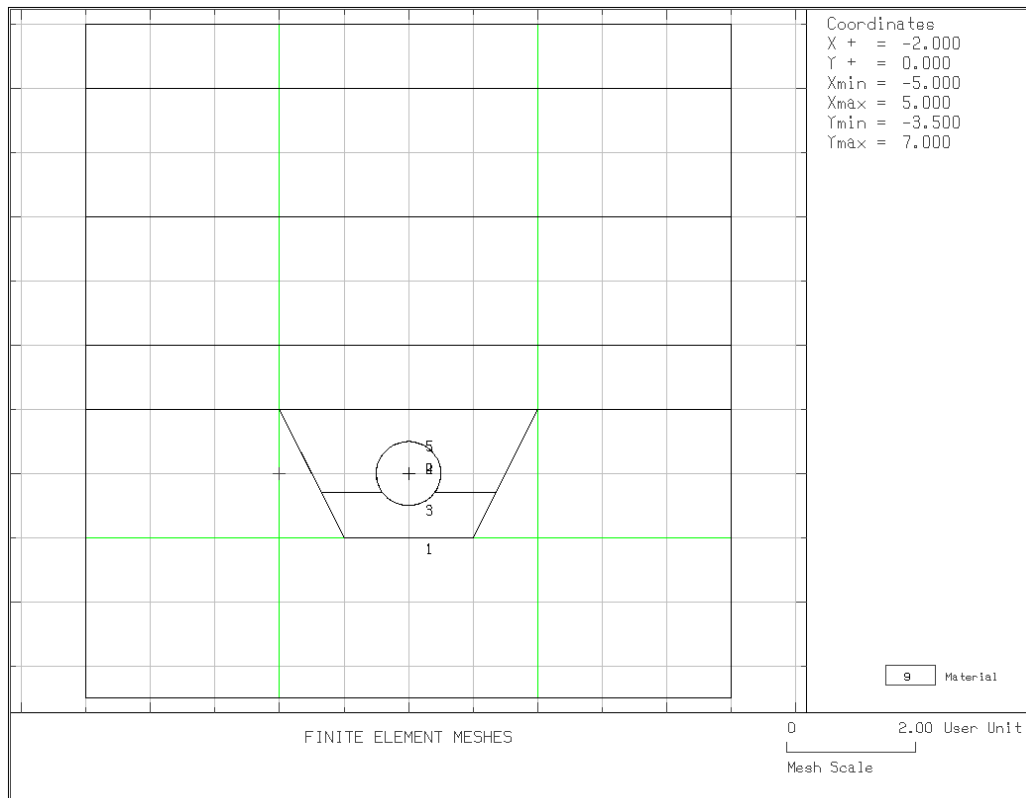


그림 11. 완성된 Group 3~5.

2.5.1.5 Lift ; Group 6~9 만들기

그림 1은 4단에 걸쳐 성토된 Lift의 단면을 그리고 표 5는 이 들 Group에 대한 상세 입력 내용을 나타냅니다.

표 5를 바탕으로 Group 6 (Lift 1)을 만들기 위하여 그림 12와 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 13a~13d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 6을 완성합니다. Group 7~9도 Group 6과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 14는 Group 6~9의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
6	Lift 1	3	Cont.	4	6	999	1	-5	1	5	1	2
							2	5	1	5	2	
							3	5	2	-5	2	
							4	5	2	-5	1	
7	Lift 2	3	Cont.	5	7	999	1	-5	2	5	2	2
							2	5	2	5	4	
							3	5	4	-5	4	
							4	-5	4	-5	2	
8	Lift 3	3	Cont.	6	8	999	1	-5	4	5	4	2
							2	5	4	5	6	
							3	5	6	-5	6	
							4	-5	6	-5	4	
9	Lift 4	3	Cont.	7	9	999	1	-5	6	5	6	2
							2	5	6	5	7	
							3	5	7	-5	7	
							4	-5	7	-5	6	

⌘ 5. Lift groups

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO	4	KF	1.00	MATold	3	MTYPE
MATNOj	0	KFj	1.00	THICj	0.10	Description
LTP	0	LMAT	0	☐ Add new mesh ☐ Hide		
LTPi	2	LMATi	1	Line Options Color Type Thickness		
LTPo	2	LMATo	2			

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	6	999
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot

- ☐ Mesh
- ☐ Principal Stress
- ☐ Deformed Shape
- ☐ Beam
- ☐ Truss
- ☐ Contour
- ☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)

XLO
YLO

1 → 2

그림 12. AIG -Group 6.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 6 Lift 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13a. Group 6 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 6 Lift 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13b. Group 6 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 6 Lift 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.50000E+01

Y = 0.20000E+01

Enter Ending Point

X = -5

Y = 2

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13c. Group 6 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 6 Lift 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = -0.50000E+01

Y = 0.20000E+01

Enter Ending Point

X = -5

Y = 1

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13d. Group 6 - Segment 4.

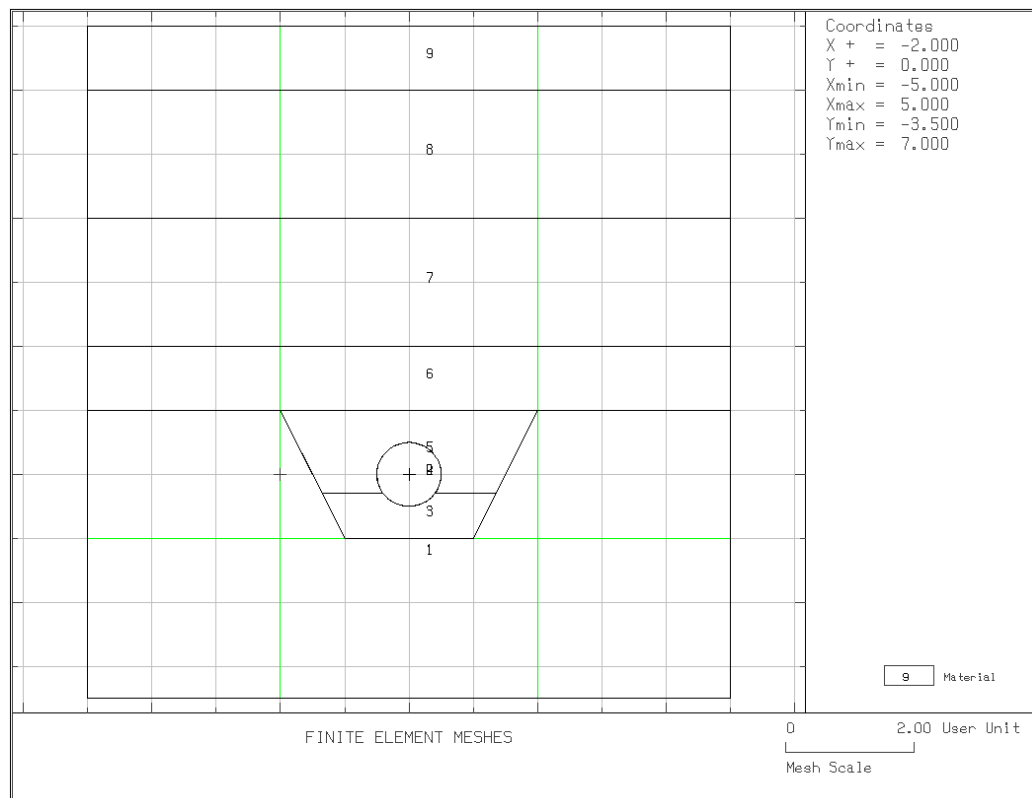


그림 14. 완성된 그룹 6~9.

2.5.1.6 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addgrn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 15 참조)

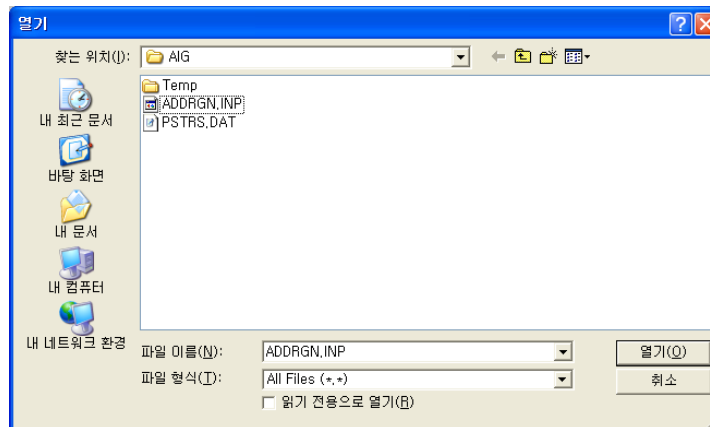


그림 15. Input 파일 선택.

2.5.1.7 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 16과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이들 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

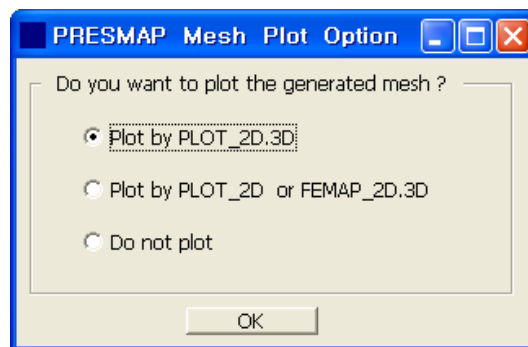


그림 16. PRESMAP Mesh Plot Option

그림 17은 공사가 완료된 최종단계에서의 유한요소망입니다.

그림 18은 Steel Pipe 매설을 위해 굴착될 부분의 원지반 요소번호를 보여줍니다.

그림 19는 Bedding과 Back Fill의 요소번호를 보여줍니다. 그리고 그림 20은 Beam 요소로 모델링된 Steel Pipe의 요소 번호를 보여줍니다. 이들 요소번호는 Group.Man 파일에서 Element Activity가 올바르게 생성되었는지 확인하는데 사용됩니다.

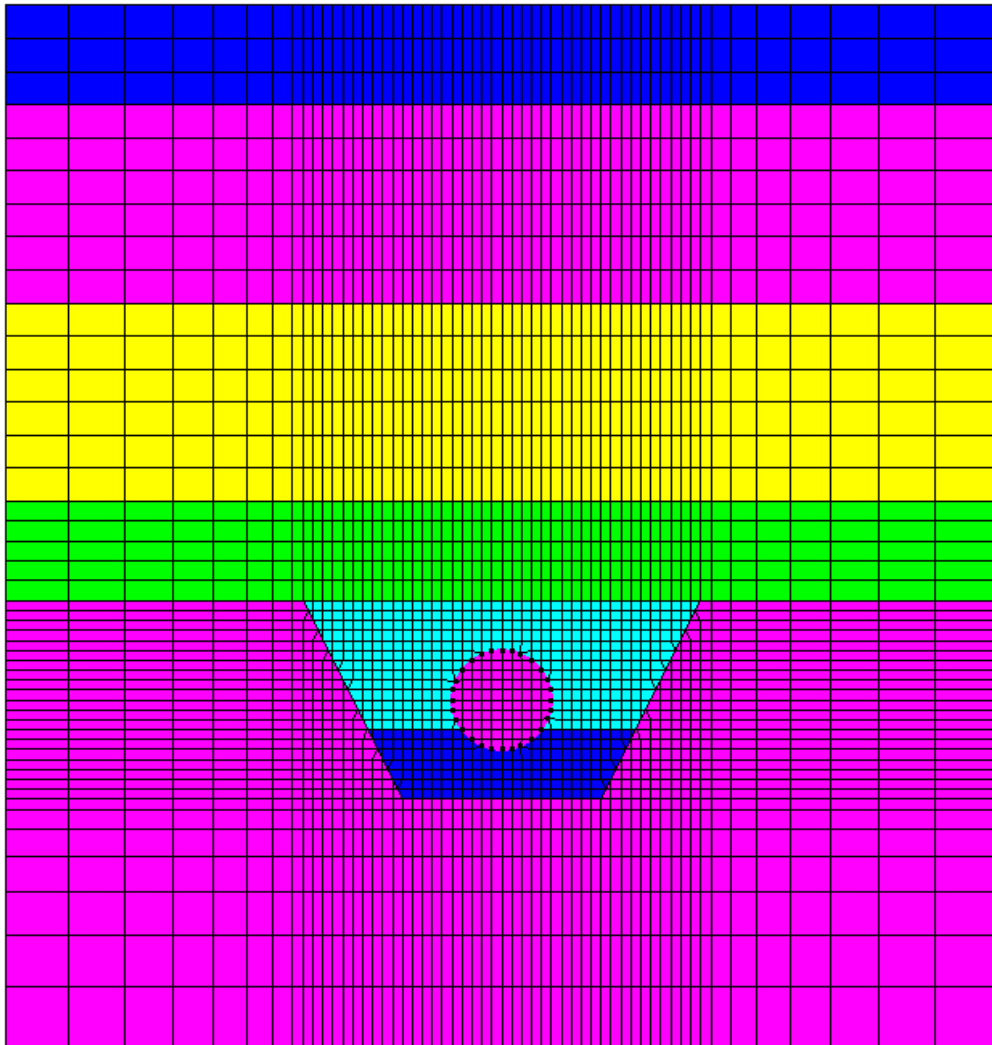


그림 17. 전체 유한요소망

350	397	444	491	538	585	632	679	726	773	820	867	914	961	1008	1055	1102	1149	1196	1243	1290	1337	1384	1431	1478	1525	1572	1619	1666	1713	1760	1807	1854	1901	1948	1995	2042	2089	2136	2183	2230	2277
351	398	445	492	539	586	633	680	727	774	821	868	915	962	1009	1056	1103	1150	1197	1244	1291	1338	1385	1432	1479	1526	1573	1620	1667	1714	1761	1808	1855	1902	1949	1996	2043	2090	2137	2184	2231	2278
352	399	446	493	540	587	634	681	728	775	822	869	916	963	1010	1057	1104	1151	1198	1245	1292	1339	1386	1433	1480	1527	1574	1621	1668	1715	1762	1809	1856	1903	1950	1997	2044	2091	2138	2185	2232	2279
353	400	447	494	541	588	635	682	729	776	823	870	917	964	1011	1058	1105	1152	1199	1246	1293	1340	1387	1434	1481	1528	1575	1622	1669	1716	1763	1810	1857	1904	1951	1998	2045	2092	2139	2186	2233	2280
354	401	448	495	542	589	636	683	730	777	824	871	918	965	1012	1059	1106	1153	1200	1247	1294	1341	1388	1435	1482	1529	1576	1623	1670	1717	1764	1811	1858	1905	1952	1999	2046	2093	2140	2187	2234	2281
355	402	449	496	543	590	637	684	731	778	825	872	919	966	1013	1060	1107	1154	1201	1248	1295	1342	1389	1436	1483	1530	1577	1624	1671	1718	1765	1812	1859	1906	1953	2000	2047	2094	2141	2188	2235	2282
356	403	450	497	544	591	638	685	732	779	826	873	920	967	1014	1061	1108	1155	1202	1249	1296	1343	1390	1437	1484	1531	1578	1625	1672	1719	1766	1813	1860	1907	1954	2001	2048	2095	2142	2189	2236	2283
357	404	451	498	545	592	639	686	733	780	827	874	921	968	1015	1062	1109	1156	1203	1250	1297	1344	1391	1438	1485	1532	1579	1626	1673	1720	1767	1814	1861	1908	1955	2002	2049	2096	2143	2190	2237	2284
358	405	452	499	546	593	640	687	734	781	828	875	922	969	1016	1063	1110	1157	1204	1251	1298	1345	1392	1439	1486	1533	1580	1627	1674	1721	1768	1815	1862	1909	1956	2003	2050	2097	2144	2191	2238	2285
359	406	453	500	547	594	641	688	735	782	829	876	923	970	1017	1064	1111	1158	1205	1252	1299	1346	1393	1440	1487	1534	1581	1628	1675	1722	1769	1816	1863	1910	1957	2004	2051	2098	2145	2192	2239	2286
360	407	454	501	548	595	642	689	736	783	830	877	924	971	1018	1065	1112	1159	1206	1253	1300	1347	1394	1441	1488	1535	1582	1629	1676	1723	1770	1817	1864	1911	1958	2005	2052	2099	2146	2193	2240	2287
361	408	455	502	549	596	643	690	737	784	831	878	925	972	1019	1066	1113	1160	1207	1254	1301	1348	1395	1442	1489	1536	1583	1630	1677	1724	1771	1818	1865	1912	1959	2006	2053	2100	2147	2194	2241	2288
362	409	456	503	550	597	644	691	738	785	832	879	926	973	1020	1067	1114	1161	1208	1255	1302	1349	1396	1443	1490	1537	1584	1631	1678	1725	1772	1819	1866	1913	1960	2007	2054	2101	2148	2195	2242	2289
363	410	457	504	551	598	645	692	739	786	833	880	927	974	1021	1068	1115	1162	1209	1256	1303	1350	1397	1444	1491	1538	1585	1632	1679	1726	1773	1820	1867	1914	1961	2008	2055	2102	2149	2196	2243	2290
364	411	458	505	552	599	646	693	740	787	834	881	928	975	1022	1069	1116	1163	1210	1257	1304	1351	1398	1445	1492	1539	1586	1633	1680	1727	1774	1821	1868	1915	1962	2009	2056	2103	2150	2197	2244	2291
365	412	459	506	553	600	647	694	741	788	835	882	929	976	1023	1070	1117	1164	1211	1258	1305	1352	1399	1446	1493	1540	1587	1634	1681	1728	1775	1822	1869	1916	1963	2010	2057	2104	2151	2198	2245	2292
366	413	460	507	554	601	648	695	742	789	836	883	930	977	1024	1071	1118	1165	1212	1259	1306	1353	1400	1447	1494	1541	1588	1635	1682	1729	1776	1823	1870	1917	1964	2011	2058	2105	2152	2199	2246	2293
367	414	461	508	555	602	649	696	743	790	837	884	931	978	1025	1072	1119	1166	1213	1260	1307	1354	1401	1448	1495	1542	1589	1636	1683	1730	1777	1824	1871	1918	1965	2012	2059	2106	2153	2200	2247	2294
368	415	462	509	556	603	650	697	744	791	838	885	932	979	1026	1073	1120	1167	1214	1261	1308	1355	1402	1449	1496	1543	1590	1637	1684	1731	1778	1825	1872	1919	1966	2013	2060	2107	2154	2201	2248	2295
369	416	463	510	557	604	651	698	745	792	839	886	933	980	1027	1074	1121	1168	1215	1262	1309	1356	1403	1450	1497	1544	1591	1638	1685	1732	1779	1826	1873	1920	1967	2014	2061	2108	2155	2202	2249	2296
370	417	464	511	558	605	652	699	746	793	840	887	934	981	1028	1075	1122	1169	1216	1263	1310	1357	1404	1451	1498	1545	1592	1639	1686	1733	1780	1827	1874	1921	1968	2015	2062	2109	2156	2203	2250	2297
371	418	465	512	559	606	653	700	747	794	841	888	935	982	1029	1076	1123	1170	1217	1264	1311	1358	1405	1452	1499	1546	1593	1640	1687	1734	1781	1828	1875	1922	1969	2016	2063	2110	2157	2204	2251	2298

그림 18. 굴착될 부분의 원지반 요소번호.

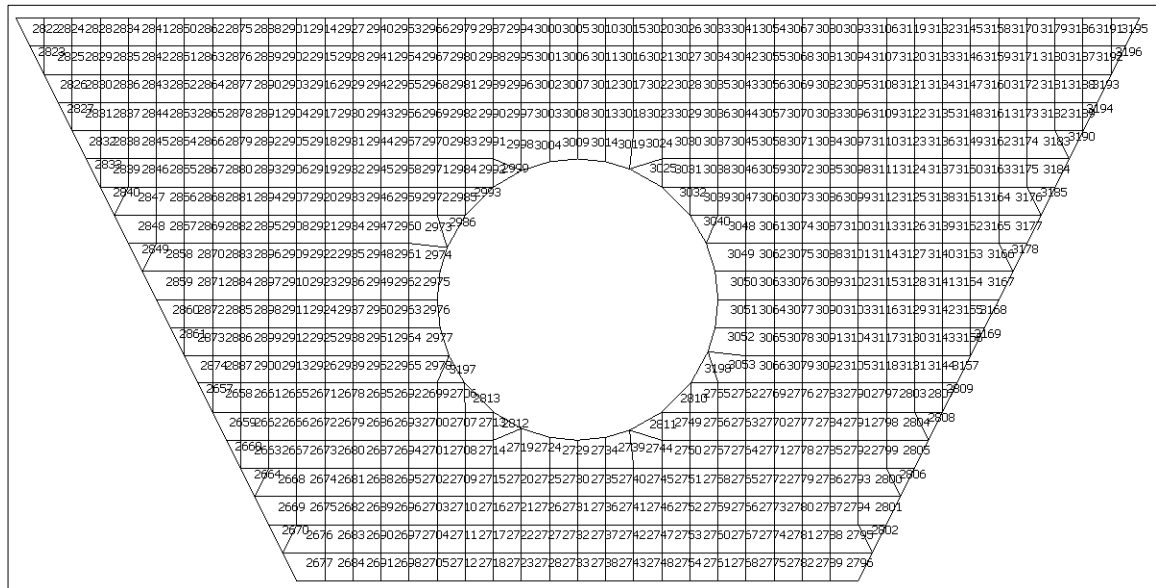


그림 19. Bedding, Back Fill 요소번호.

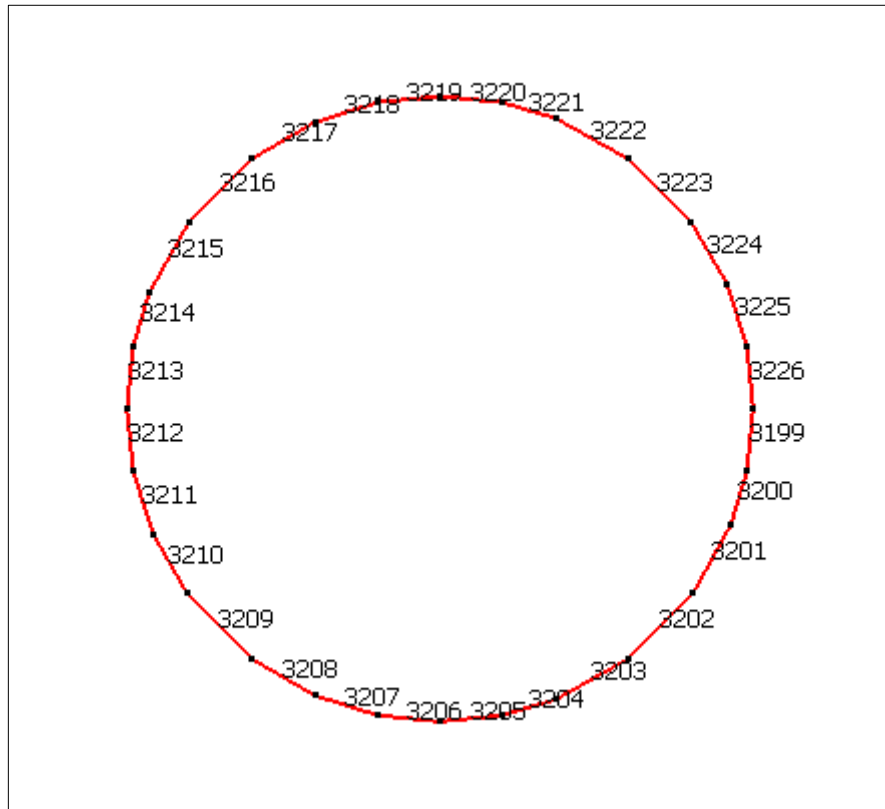


그림 20. Steel Pipe 요소번호.

2.5.2 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일 이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.

```

* Card 1.1
* IMOD
2
* Card 4.1
* NBX  NBX  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
3    6    1        1        0        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
-5.00000E+00 -3.50000E+00 -5.00000E+00
* Card 4.3
*   W          DX          AX
3.00000E+00  1.00000E-01 -3.00000E-01
4.00000E+00  1.00000E-01  5.00000E-01
3.00000E+00  1.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.4
*   H          DY          AY
1.00000E+00  3.00000E-01  5.00000E-01
2.00000E+00  3.00000E-01  5.00000E-01
2.00000E+00  3.00000E-01  5.00000E-01
1.00000E+00  2.00000E-01  5.00000E-01
2.00000E+00  1.00000E-01  5.00000E-01
2.50000E+00  1.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
1    1
* Card 3.3
* IEDIT
4
* Card 3.3.5.1
* NODE
0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGTITL
9    1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref      Yref
0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
* Group No = 1
      Natural Soil
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
1    1    0    0    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2

```

```

* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
1    -5.00000E+00 -3.50000E+00
2     5.00000E+00 -3.50000E+00
3     5.00000E+00  1.00000E+00
4    -5.00000E+00  1.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
3    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
4    1    0    2
*
*
=====
*
* Group No = 2
      Excavation
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3    1    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
1    1    0    0    3
*
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
0      3
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
0      0
*
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1 For Mesh
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2 For Principal Stress
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3 For Deformed Shape
0

```



```

* Card 3.3.5.4.1-3
* NPType4 For Beam
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPType5 For Truss
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPType6 For Contour: Continuum
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
1 -1.00000E+00 -1.00000E+00
2 1.00000E+00 -1.00000E+00
3 2.00000E+00 1.00000E+00
4 -2.00000E+00 1.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
4 1 0 2
*
=====
*
* Group No = 3
Compacted Sand (Bedding)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3 1 1 10 1 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
2 1 0 0 3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
4 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi

```

```

0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
0 0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
6 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
1 -1.00000E+00 -1.00000E+00
2 1.00000E+00 -1.00000E+00
3 1.35300E+00 -2.94000E-01
4 4.04509E-01 -2.93893E-01
5 -4.04509E-01 -2.93893E-01
6 -1.35300E+00 -2.94000E-01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
6
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
4 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
0.0000E+00 0.0000E+00 5.0000E-01 5.0000E-01 -36.00 -144.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
5 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
6 1 0 2
*
=====
*
* Group No = 4
Steel Pipe
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
2 1 0 12 0 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
2 1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT

```

```

5 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
1 5.00000E-01 0.00000E+00
2 5.00000E-01 8.74228E-08
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
0.0000E+00 0.0000E+00 5.0000E-01 5.0000E-01 0.00 360.00
*
*=====
*
* Group No = 5
Compacted Sand (Back Fill)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3 1 1 9 1 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
3 1 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
5 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
6 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
1 2.00000E+00 1.00000E+00

```

```

2 -2.00000E+00 1.00000E+00
3 -1.35300E+00 -2.94000E-01
4 -4.04509E-01 -2.93893E-01
5 4.04509E-01 -2.93893E-01
6 1.35300E+00 -2.94000E-01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
6
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
1 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
4 2 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
0.0000E+00 0.0000E+00 5.0000E-01 5.0000E-01 216.00 -36.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
5 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
6 1 0 2
*
*=====
*
* Group No = 6
Lift 1
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
4 1 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
6 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1 -5.00000E+00  1.00000E+00
  2  5.00000E+00  1.00000E+00
  3  5.00000E+00  2.00000E+00
  4 -5.00000E+00  2.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4      1      0      2
*
=====
*
* Group No = 7
      Lift 2
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  5      1      0      0      3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  7      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1 -5.00000E+00  2.00000E+00
  2  5.00000E+00  2.00000E+00
  3  5.00000E+00  4.00000E+00
  4 -5.00000E+00  4.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1

```

```

4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4      1      0      2
*
=====
*
* Group No = 8
      Lift 3
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  6      1      0      0      3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  8      999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1 -5.00000E+00  4.00000E+00
  2  5.00000E+00  4.00000E+00
  3  5.00000E+00  6.00000E+00
  4 -5.00000E+00  6.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1

```

```
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
   3      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
   4      1      0      2
```

```
*
```

```
=====
```

```
*
```

```
* Group No = 9
      Lift 4
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.1
```

```
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
   3      1      0      0      0      0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
```

```
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
   7      1      0      0      3
```

```
*
```

```
-----
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC  NDAC  For MATold
   0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC  NDAC  For MATNO
   9      999
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC  NDAC  For MATNoj
   0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC  NDAC  For LMAT
   0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC  NDAC  For LMATi
```

```
0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC  NDAC  For LMATo
   0      0
```

```
*
```

```
-----
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.2
```

```
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
   4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.2-1
```

```
* NP  X      Y
   1  -5.00000E+00  6.00000E+00
   2   5.00000E+00  6.00000E+00
   3   5.00000E+00  7.00000E+00
   4  -5.00000E+00  7.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.3
```

```
* NSEGMENT
```

```
4
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
   1      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
   2      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
   3      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
   4      1      0      2
```

```
*
```

```
=====
```

```
*
```

2.5.3 Group.Mes 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일은 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

Group.Mes 파일은 해석할 구조물과 주변지반을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-2D User's Manual의 Mesh File를 참고하기 바랍니다.

..WGROUP.MES

NUMNP NCONT NBEAM NTRUS

2736 3198 28 0

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEX	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.700000E+01
2	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.666667E+01
3	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.633333E+01
4	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.600000E+01
5	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.566667E+01
6	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.533333E+01
7	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.500000E+01
8	1	0	1	1	1	1	1	-.500000E+01	.466667E+01

.
.
.

2729	1	0	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.100000E+01
2730	1	0	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.111224E+01
2731	1	0	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.130612E+01
2732	1	0	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.158163E+01
2733	1	0	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.193878E+01
2734	1	0	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.237755E+01
2735	1	0	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.289796E+01
2736	1	1	1	1	1	1	1	.500000E+01	-.350000E+01

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	49	1	2	50	0	0	0	0	7	0	1	2	2	.0000E+00
2	50	2	3	51	0	0	0	0	7	0	1	2	2	.0000E+00
3	51	3	4	52	0	0	0	0	7	0	1	2	2	.0000E+00
4	52	4	5	53	0	0	0	0	6	0	1	2	2	.0000E+00
5	53	5	6	54	0	0	0	0	6	0	1	2	2	.0000E+00
6	54	6	7	55	0	0	0	0	6	0	1	2	2	.0000E+00
7	55	7	8	56	0	0	0	0	6	0	1	2	2	.0000E+00
8	56	8	9	57	0	0	0	0	6	0	1	2	2	.0000E+00

.
.
.

3191	2277	2229	2230	2278	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
3192	2278	2230	2231	2279	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
3193	2279	2231	2232	2280	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
3194	2280	2232	2233	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
3195	2325	2277	2278	2326	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
3196	2326	2278	2279	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
3197	1137	1138	1186	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
3198	1617	1570	1618	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT

NEL	I	J	MSEC	NODEK
3199	1615	1616	1	1
3200	1616	1617	1	1
3201	1617	1570	1	1
3202	1570	1523	1	1

3203	1523	1476	1	1
3204	1476	1428	1	1
3205	1428	1380	1	1
3206	1380	1332	1	1
3207	1332	1284	1	1
3208	1284	1235	1	1
3209	1235	1186	1	1
3210	1186	1137	1	1
3211	1137	1136	1	1
3212	1136	1135	1	1
3213	1135	1134	1	1
3214	1134	1133	1	1
3215	1133	1180	1	1
3216	1180	1227	1	1
3217	1227	1274	1	1
3218	1274	1322	1	1
3219	1322	1370	1	1
3220	1370	1418	1	1
3221	1418	1466	1	1
3222	1466	1515	1	1
3223	1515	1564	1	1
3224	1564	1613	1	1
3225	1613	1614	1	1
3226	1614	1615	1	1
0				
0				

2.5.4 Group.Man 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Man 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Main File Card 그룹 8의 Element Activity 포맷에 맞게 작성되어, Main File 작성시 Group.Man을 삽입하여 사용합니다.

Group.Man은 AIG 작성시 Element Activity의 NAC와 NDAC의 입력사항들이 각 Group 별로, 각 Group 내의 요소 종류 별로, 각 요소 종류당 재료 번호 별로 나열되어 있습니다.


```

*****
*
*      MAIN FILE: ELEMENT ACTIVITY
*      (CARD 8)
*
*****
*
* Card 8.1
*   NFAD
*     538
*
*
*=====
*
* Group No =   2
*       Excavation
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   397     0     3
*  -398     0     3
*   444     0     3
*  -447     0     3
*   491     0     3
*  -496     0     3
*   538     0     3
*  -544     0     3
*   585     0     3
*  -593     0     3
*   632     0     3
*  -643     0     3
*   679     0     3
*  -692     0     3
*   726     0     3
*  -741     0     3
*   773     0     3
*  -789     0     3
*   820     0     3
*  -838     0     3
*   867     0     3
*  -886     0     3
*   914     0     3
*  -933     0     3
*   961     0     3

```

```

-980    0    3
1008    0    3
-1027   0    3
1055    0    3
-1074   0    3
1102    0    3
-1121   0    3
1149    0    3
-1168   0    3
1196    0    3
-1215   0    3
1243    0    3
-1262   0    3
1290    0    3
-1309   0    3
1337    0    3
-1356   0    3
1384    0    3
-1403   0    3
1431    0    3
-1450   0    3
1478    0    3
-1497   0    3
1525    0    3
-1544   0    3
1572    0    3
-1591   0    3
1619    0    3
-1638   0    3
1666    0    3
-1685   0    3
1713    0    3
-1732   0    3
1760    0    3
-1779   0    3
1807    0    3
-1825   0    3
1854    0    3
-1870   0    3
1901    0    3
-1915   0    3
1948    0    3
-1961   0    3
1995    0    3
-2006   0    3
2042    0    3
-2050   0    3
2089    0    3
-2095   0    3
2136    0    3
-2140   0    3

```

```

2183      0      3
-2186     0      3
2230      0      3
-2231     0      3
2653      0      3
-2656     0      3
2814      0      3
-2821     0      3
* Number of Elements =      84
*
*
*
=====
*
* Group No =      3
*      Compacted Sand      (Bedding)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =      2
*
*      NEL      NAC      NDAC
2657         4      999
-2813        4      999
* Number of Elements =      2
*
*
*
=====
*
* Group No =      4
*      Steel      Pipe
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No =      1
*
*      NEL      NAC      NDAC
3199         5      999
-3226        5      999
* Number of Elements =      2
*
*

```

```

*
=====
*
* Group No =      5
*      Compacted Sand      (Back Fill)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =      3
*
*      NEL      NAC      NDAC
2822         5      999
-3198        5      999
* Number of Elements =      2
*
*
*
=====
*
* Group No =      6
*      Lift 1
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =      4
*
*      NEL      NAC      NDAC
16          6      999
-20         6      999
63          6      999
-67         6      999
110         6      999
-114        6      999
157         6      999
-161        6      999
204         6      999
-208        6      999
251         6      999
-255        6      999
298         6      999
-302        6      999
345         6      999
-349        6      999

```

392	6	999
-396	6	999
439	6	999
-443	6	999
486	6	999
-490	6	999
533	6	999
-537	6	999
580	6	999
-584	6	999
627	6	999
-631	6	999
674	6	999
-678	6	999
721	6	999
-725	6	999
768	6	999
-772	6	999
815	6	999
-819	6	999
862	6	999
-866	6	999
909	6	999
-913	6	999
956	6	999
-960	6	999
1003	6	999
-1007	6	999
1050	6	999
-1054	6	999
1097	6	999
-1101	6	999
1144	6	999
-1148	6	999
1191	6	999
-1195	6	999
1238	6	999
-1242	6	999
1285	6	999
-1289	6	999
1332	6	999
-1336	6	999
1379	6	999
-1383	6	999
1426	6	999
-1430	6	999
1473	6	999
-1477	6	999
1520	6	999
-1524	6	999
1567	6	999

-1571	6	999
1614	6	999
-1618	6	999
1661	6	999
-1665	6	999
1708	6	999
-1712	6	999
1755	6	999
-1759	6	999
1802	6	999
-1806	6	999
1849	6	999
-1853	6	999
1896	6	999
-1900	6	999
1943	6	999
-1947	6	999
1990	6	999
-1994	6	999
2037	6	999
-2041	6	999
2084	6	999
-2088	6	999
2131	6	999
-2135	6	999
2178	6	999
-2182	6	999
2225	6	999
-2229	6	999
2272	6	999
-2276	6	999
2319	6	999
-2323	6	999
2366	6	999
-2370	6	999
2413	6	999
-2417	6	999
2460	6	999
-2464	6	999
2507	6	999
-2511	6	999
2554	6	999
-2558	6	999
2601	6	999
-2605	6	999

* Number of Elements = 112

*

*

*

=====

*

* Group No = 7	-908	7	999
* Lift 2	950	7	999
*	-955	7	999
*-----	997	7	999
*	-1002	7	999
* Continuum Element	1044	7	999
*	-1049	7	999
*-----	1091	7	999
*	-1096	7	999
* Material No = 5	1138	7	999
*	-1143	7	999
* NEL NAC NDAC	1185	7	999
10 7 999	-1190	7	999
-15 7 999	1232	7	999
57 7 999	-1237	7	999
-62 7 999	1279	7	999
104 7 999	-1284	7	999
-109 7 999	1326	7	999
151 7 999	-1331	7	999
-156 7 999	1373	7	999
198 7 999	-1378	7	999
-203 7 999	1420	7	999
245 7 999	-1425	7	999
-250 7 999	1467	7	999
292 7 999	-1472	7	999
-297 7 999	1514	7	999
339 7 999	-1519	7	999
-344 7 999	1561	7	999
386 7 999	-1566	7	999
-391 7 999	1608	7	999
433 7 999	-1613	7	999
-438 7 999	1655	7	999
480 7 999	-1660	7	999
-485 7 999	1702	7	999
527 7 999	-1707	7	999
-532 7 999	1749	7	999
574 7 999	-1754	7	999
-579 7 999	1796	7	999
621 7 999	-1801	7	999
-626 7 999	1843	7	999
668 7 999	-1848	7	999
-673 7 999	1890	7	999
715 7 999	-1895	7	999
-720 7 999	1937	7	999
762 7 999	-1942	7	999
-767 7 999	1984	7	999
809 7 999	-1989	7	999
-814 7 999	2031	7	999
856 7 999	-2036	7	999
-861 7 999	2078	7	999
903 7 999	-2083	7	999

2125	7	999	-244	8	999
-2130	7	999	286	8	999
2172	7	999	-291	8	999
-2177	7	999	333	8	999
2219	7	999	-338	8	999
-2224	7	999	380	8	999
2266	7	999	-385	8	999
-2271	7	999	427	8	999
2313	7	999	-432	8	999
-2318	7	999	474	8	999
2360	7	999	-479	8	999
-2365	7	999	521	8	999
2407	7	999	-526	8	999
-2412	7	999	568	8	999
2454	7	999	-573	8	999
-2459	7	999	615	8	999
2501	7	999	-620	8	999
-2506	7	999	662	8	999
2548	7	999	-667	8	999
-2553	7	999	709	8	999
2595	7	999	-714	8	999
-2600	7	999	756	8	999
* Number of Elements = 112			-761	8	999
*			803	8	999
*			-808	8	999
*			850	8	999
*=====			-855	8	999
*			897	8	999
* Group No = 8			-902	8	999
* Lift 3			944	8	999
*			-949	8	999
*-----			991	8	999
*			-996	8	999
* Continuum Element			1038	8	999
*			-1043	8	999
*-----			1085	8	999
*			-1090	8	999
* Material No = 6			1132	8	999
*			-1137	8	999
* NEL NAC NDAC			1179	8	999
4 8 999			-1184	8	999
-9 8 999			1226	8	999
51 8 999			-1231	8	999
-56 8 999			1273	8	999
98 8 999			-1278	8	999
-103 8 999			1320	8	999
145 8 999			-1325	8	999
-150 8 999			1367	8	999
192 8 999			-1372	8	999
-197 8 999			1414	8	999
239 8 999			-1419	8	999

1461	8	999	*
-1466	8	999	*
1508	8	999	*
-1513	8	999	=====
1555	8	999	*
-1560	8	999	* Group No = 9
1602	8	999	* Lift 4
-1607	8	999	*
1649	8	999	*-----
-1654	8	999	*
1696	8	999	* Continuum Element
-1701	8	999	*
1743	8	999	*-----
-1748	8	999	*
1790	8	999	* Material No = 7
-1795	8	999	*
1837	8	999	* NEL NAC NDAC
-1842	8	999	1 9 999
1884	8	999	-3 9 999
-1889	8	999	48 9 999
1931	8	999	-50 9 999
-1936	8	999	95 9 999
1978	8	999	-97 9 999
-1983	8	999	142 9 999
2025	8	999	-144 9 999
-2030	8	999	189 9 999
2072	8	999	-191 9 999
-2077	8	999	236 9 999
2119	8	999	-238 9 999
-2124	8	999	283 9 999
2166	8	999	-285 9 999
-2171	8	999	330 9 999
2213	8	999	-332 9 999
-2218	8	999	377 9 999
2260	8	999	-379 9 999
-2265	8	999	424 9 999
2307	8	999	-426 9 999
-2312	8	999	471 9 999
2354	8	999	-473 9 999
-2359	8	999	518 9 999
2401	8	999	-520 9 999
-2406	8	999	565 9 999
2448	8	999	-567 9 999
-2453	8	999	612 9 999
2495	8	999	-614 9 999
-2500	8	999	659 9 999
2542	8	999	-661 9 999
-2547	8	999	706 9 999
2589	8	999	-708 9 999
-2594	8	999	753 9 999
* Number of Elements = 112			-755 9 999

800	9	999
-802	9	999
847	9	999
-849	9	999
894	9	999
-896	9	999
941	9	999
-943	9	999
988	9	999
-990	9	999
1035	9	999
-1037	9	999
1082	9	999
-1084	9	999
1129	9	999
-1131	9	999
1176	9	999
-1178	9	999
1223	9	999
-1225	9	999
1270	9	999
-1272	9	999
1317	9	999
-1319	9	999
1364	9	999
-1366	9	999
1411	9	999
-1413	9	999
1458	9	999
-1460	9	999
1505	9	999
-1507	9	999
1552	9	999
-1554	9	999
1599	9	999
-1601	9	999
1646	9	999
-1648	9	999
1693	9	999
-1695	9	999
1740	9	999

-1742	9	999
1787	9	999
-1789	9	999
1834	9	999
-1836	9	999
1881	9	999
-1883	9	999
1928	9	999
-1930	9	999
1975	9	999
-1977	9	999
2022	9	999
-2024	9	999
2069	9	999
-2071	9	999
2116	9	999
-2118	9	999
2163	9	999
-2165	9	999
2210	9	999
-2212	9	999
2257	9	999
-2259	9	999
2304	9	999
-2306	9	999
2351	9	999
-2353	9	999
2398	9	999
-2400	9	999
2445	9	999
-2447	9	999
2492	9	999
-2494	9	999
2539	9	999
-2541	9	999
2586	9	999
-2588	9	999

* Number of Elements = 112

*

*

2.5.5 Group.Pos

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Pos 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Post File 포맷에 맞게 작성됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54 이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 기능을 대체할 수 있어 Group.Pos 파일을 사용하지 않아도 됩니다.

2.6 Ex_6 개착식 터널

이 예제는 지표면까지 포화된 지반에 Subway 터널을 시공하기 위하여 차수가시설 구조물을 축조한 후 터널 공사를 수행한 예제입니다. 본 개착식 터널 공사와 관련하여 2차원 유효응력 해석에 사용될 유한요소망 작성에 대하여 설명하고자 합니다.

그림 1은 가시설 및 터널 개략도로 가시설 구조물은 Sheet Pile, Strut, Anchor로 구성되어 있으며 상부 굴착부분은 Strut로 하부 굴착부분은 Prestressing을 가한 Anchor로 지지되어 있습니다. 터널 Lining은 철근 콘크리트 구조로 되어 있으며 지표면으로 부터 7.72m까지는 버림 콘크리트로 뒷채움되며 그 다음 지표면까지는 토사로 뒷채움 됩니다.

표 1은 시공순서 Summary로 처음 2000 day는 초기 정수압 상태를 만들기 위해 사용되었고 Sheet Pile설치 후 1단 굴착은 지표면으로 부터 2m까지 일시에 굴착하여 6일이 경과한 후 1단 Strut를 설치하였습니다. 같은 방법으로 부분굴착 후 2, 3, 4단 Strut와 1, 2, 3, 4단 Anchor를 설치하였고, 9단 굴착 후 Bedding 콘크리트 타설, 터널 라이닝 공사, 버림 콘크리트 뒷채움, 토사 뒷채움 그리고 Sheet Pile제거의 순서로 되었습니다. 상세한 시공순서는 그림 2a~2f를 참조하기 바랍니다.

SMAP-2D나 SMAP-3D 프로그램을 사용하여 Flow, 압밀, 동해석을 수행할 시 Time Step, Time, Step No (Cycle)에 관한 관계를 분명히 알아야 하며 그림 3을 참조하여 이해하기 바랍니다. 본 예제와 관련하여 Step No와 Time과의 관계가 표 2a~2d에 상세히 설명되어 있습니다. AIG를 사용하여 각 Group의 Element Activity를 나타내는 NAC와 NDAC는 Step No로 입력하게 되어 있습니다.

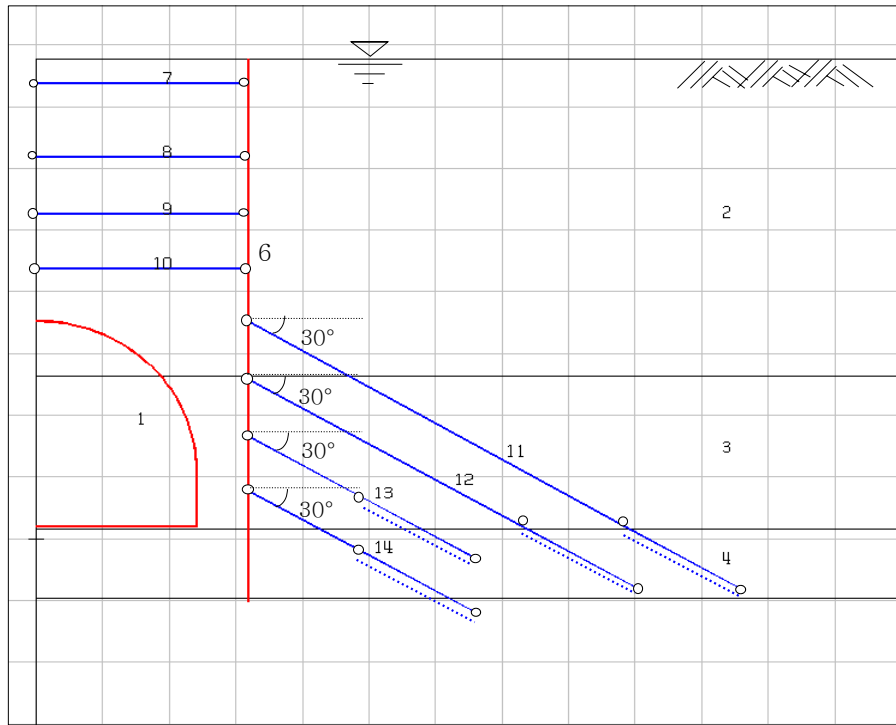


그림 1. 가시설 및 터널 개략도.

순서	구분	소요일수(day)	비고
1	초기응력 계산	2000	초기 정수압 상태
2	Sheet Pile 설치		
3	1단 굴착	6	GL-2.00
4	1단 Strut 설치		
5	2단 굴착	9	GL-5.00
6	2단 Strut 설치		
7	3단 굴착	7	GL-7.30
8	3단 Strut 설치		
9	4단 굴착	7	GL-9.50
10	4단 Strut 설치		
11	5단 굴착	7	GL-11.80
12	1단 Anchor 설치		
13	6단 굴착	7	GL-14.00
14	2단 Anchor 설치		
15	7단 굴착	7	GL-16.30
16	3단 Anchor 설치		
17	8단 굴착	7	GL-18.50
18	4단 Anchor 설치		
19	9단 굴착	5	GL-19.94
20	Bedding 콘크리트 타설	1	GL-19.44
21	터널 라이닝 공사	30	
22	버림 콘크리트 뒷채움	6	GL-7.72
23	토사 뒷채움	4	GL+ 0.00
24	Sheet Pile 제거	10	

표 1. 시공순서 Summary.

구분	비고
	초기응력계산 초기 유효 수평 및 수직 응력, 정수압 계산. $\Delta t=20$ days 로 100 Step 소요 초기응력은 Step 100 (Time=2000 day)에 완료. 원지반은 Group 2,3,4,5 (MTYPE=3)
	Sheet Pile 항타 Sheet Pile은 초기응력계산이 완료된 직후 Step 101 (Time=2000 day)에 설치하여 Step 396 (Time=2113 day)에 제거. Sheet Pile 은 Beam요소로 모델링함. Sheet Pile은 Group 6 (MTYPE=2, LTP=2)
	1단 굴착 1단 굴착은 Step 101 (Time=2000 day)에 GL-2.00 까지 굴착. Group 15 (MTYPE=3, MATNO=1)
	1단 Strut 설치 1단 Strct는 GL-1.50 위치에 Step 113 (Time=2006 day)에 설치하여 Step 347 (Time=2099 day)에 제거. Strut는 Truss 요소로 모델링함. Group 7 (MTYPE=2, LTP=3)

그림 2a. 가시설 및 터널 시공순서.

구분	비고
	2단 굴착 2단 굴착은 Step 113 (Time=2006 day)에서 GL-5.00까지 굴착. Group 16 (MTYPE=3, MATNO=1)
	2단 Strut 설치 2단 Strut는 GL-4.5위치에 Step 131 (Time=2015 day)에서 설치하여 Step 347 (Time=2099 day)에서 제거. Strut 는 Truss 요소로 모델링함. Group 8 (MTYPE=2, LTP=3)
	3단 굴착 3단 굴착은 Step 131 (Time=2015 day)에서 GL-7.30까지 굴착. Group 17 (MTYPE=3, MATNO=1)
	3단 Strut 설치 3단 Strut는 GL-6.8 위치에 Step 145 (Time=2022 day)에서 설치하여 Step 347 (Time=2099 day)에서 제거. Strut 는 Truss 요소로 모델링함. Group 9 (MTYPE=2, LTP=3)

그림 2b. 가시설 및 터널 시공순서.

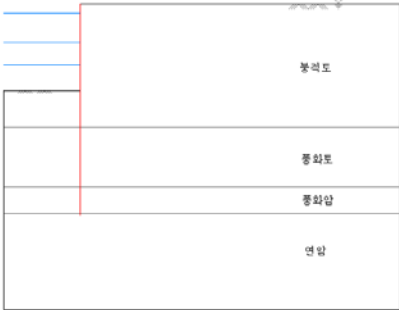
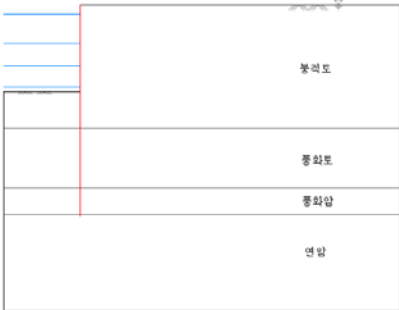
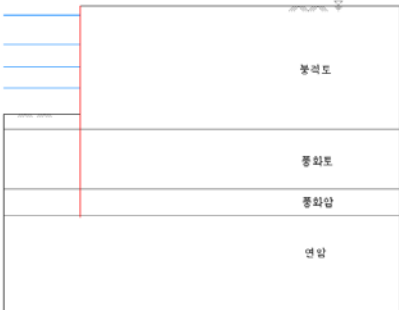
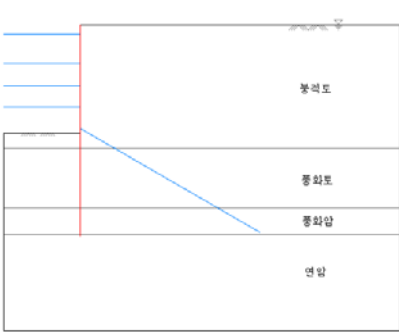
구분	비고
	4단 굴착 4단 굴착은 Step 145 (Time=2022 day)에서 GL-9.50까지 굴착. Group 18 (MTYPE=3, MATNO=1)
	4단 Strut 설치 4단 Strut 는 GL-9.00 위치에 Step 159 (Time=2029 day)에서 설치하여 Step 287 (Time=2093 day)에서 제거. Strut 는 Truss 요소로 모델링함. Group 10 (MTYPE=3, LTP=3)
	5단 굴착 5단 굴착은 Step 159 (Time=2029 day)에서 GL-11.80까지 굴착. Group 19 (MTYPE=3, MATNO=1)
	1단 Anchor 설치 1단 Anchor 는 GL-11.30위치에서 -30° 각도로 Step 173 (Time=2036 day)에서 설치하여 Step 287 (Time=2093 day)에서 해체. Anchor 는 Truss 요소로 모델링함. Group 11 (MTYPE=3, LTP=3)

그림 2c. 가시설 및 터널 시공순서.

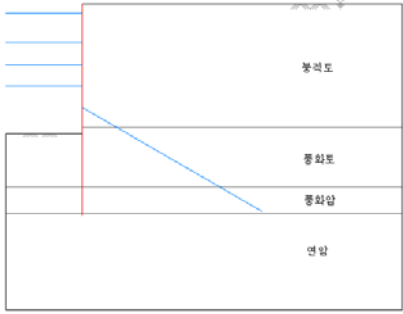
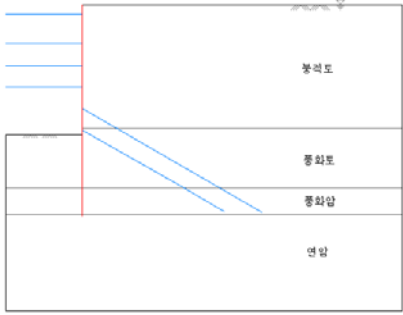
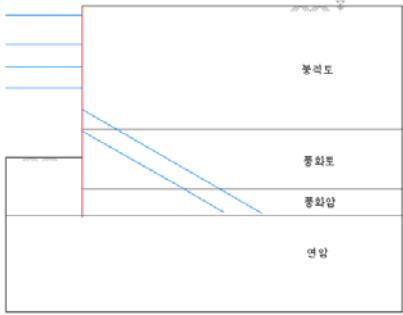
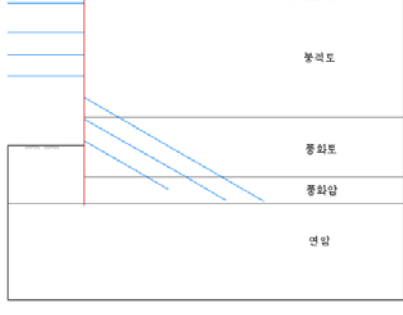
구분	비고
	6단 굴착 6단 굴착은 Step 173 (Time=2036 day)에서 GL-14.00 까지 굴착. Group 20 (MTYPE=3, MATNO=1) Group 21 (MTYPE=3, MATNO=2)
	2단 Anchor 설치 2단 Anchor 는 GL-13.50 위치에서 -30° 각도로 Step 187 (Time=2043 day)에서 설치하여 Step 287 (Time=2093 day)에서 해체. Anchor 는 Truss 요소로 모델링함. Group 12 (MTYPE=3, LTP=3)
	7단 굴착 7단 굴착은 Step 187 (Time=2043 day)에서 GL-16.30 까지 굴착. Group 22 (MTYPE=3, MATNO=2)
	3단 Anchor 설치 3단 Anchor 는 GL-15.80 위치에서 -30° 각도로 Step 201 (Time=2050 day)에서 설치하여 Step 287 (Time=2093 day)에서 해체. Anchor 는 Truss 요소로 모델링함. Group 13 (MTYPE=3, LTP=3)

그림 2d. 가시설 및 터널 시공순서.

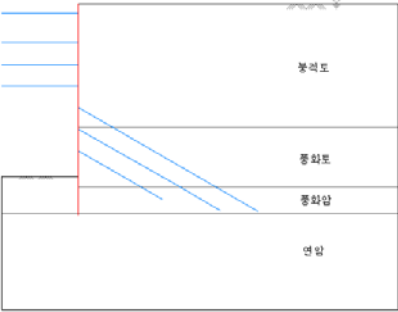
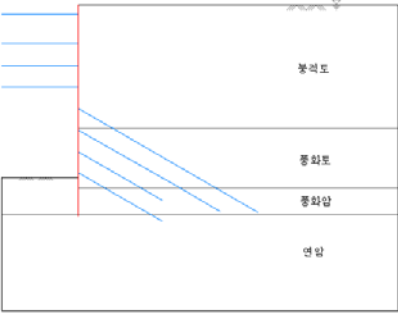
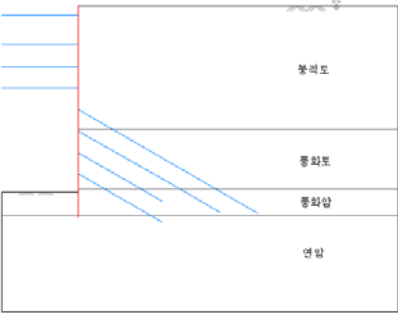
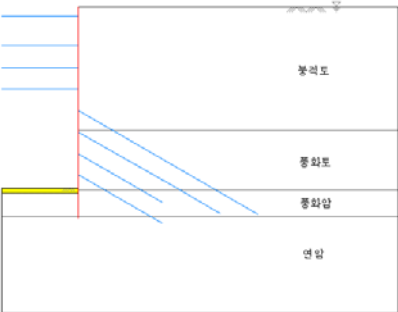
구분	비고
	8단 굴착 8단 굴착은 Step 201 (Time=2050 day)에서 GL-18.50까지 굴착. Group 23 (MTYPE=3, MATNO=2)
	4단 Anchor 설치 4단 Anchor 는 GL-18.00위치에서 -30° 각도로 Step 215 (Time=2057 day)에서 설치하여 Step 287 (Time=2093 day)에서 해체. Anchor는 Truss요소로 모델링함. Group 14 (MTYPE=3, LTP=3)
	9단 굴착 9단 굴착은 Step 215 (Time=2057 day)에서 GL-19.94까지 굴착. Group 24 (MTYPE=3, MATNO=2) Group 25 (MTYPE=3, MATNO=3)
	Bedding Bedding은 터널 Lining 기초로 Step 225 (Time=2062 day)에서 GL-19.44까지 버림 콘크리트로 타설. Group 26 (MTYPE=3, MATNO=5, check "Add new mesh")

그림 2e. 가시설 및 터널 시공 순서.

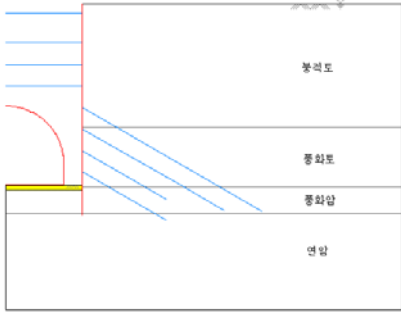
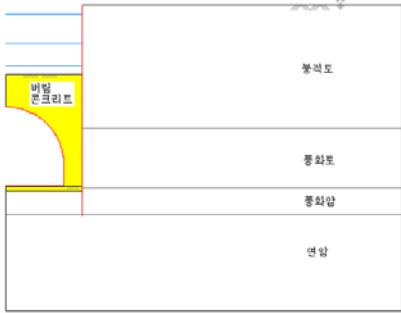
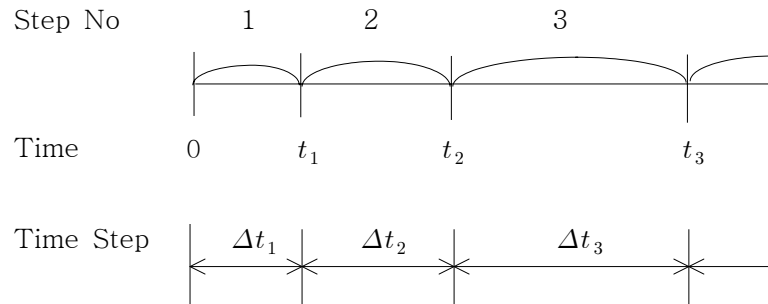
구분	비고
	터널 Lining 시공 터널 Lining은 Step 227 (Time=2063 day)에서 시공완료. 터널 Lining 은 Beam 요소로 모델링함. Group 1 (MTYPE=2, LTP=2)
	버림 콘크리트 뒷채움 버림 콘크리트 뒷채움은 Step 287 (Time=2093 day)에서 GL-7.72까지 타설 완료. Group 27 (MTYPE=3, MATNO=5, check "Add new mesh")
	토사 뒷채움 토사 뒷채움은 Step 347 (Time=2099 day)에서 GL-0.00까지 뒷채움 완료. Group 28 (MTYPE=3, MATNO=6, check "Add new mesh")
	Sheet Pile 제거 Sheet Pile 은 Step 396 (Time=2113 day)에서 제거. 기타 사항은 Sheet Pile 향타 참조.

그림 2f. 가시설 및 터널 시공순서.

Time Step, Time, Step No에 대하여

SMAP-2D나 SMAP-3D 프로그램 입력사항인 Time Step, Time, 그리고 Step No(Cycle)에 대하여 아래 그림을 참고하여 설명하고자 한다.



Step No(Cycle)는 정수(Integer)로 계산 Step을 나타내고, Time Step은 실수(Real)로 각 Step에 사용된 시간증분을 나타낸다. 따라서 각 Step이 끝나는 점에서의 시간인 Time은 실수로 Time Step의 합으로 계산된다. 그림에서 보는 바와 같이 Step No(Cycle) n에서의 Time은 아래식으로 계산된다.

$$t_n = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

정해석 (Static Analysis)의 경우

Time Step을 1.0으로 사용하면 Step No와 Time이 같은 값을 가지므로 입력이 용이하다.

그림 3. Time Step, Time, Step No 관계.

Step No (Cycle)	Time
	0 day (해석 시작)
1	20
2	40
	
	$\Delta t = 20 \text{ day}$ (Time Step)
	1960
99	1980
100	2000 day (초기응력 완료, 1단 굴착 완료)
101	2000.5
102	2001.0
103	2001.5
104	2002.0
105	2002.5
106	2003.0
107	2003.5
108	2004.0
109	2004.5
110	2005.0
111	2005.5
112	2006 day (1단 Strut설치, 2단 굴착 완료)
113	2006.5
114	2007.0
	
	$\Delta t = 0.5 \text{ day}$
129	2014.5
130	2015 day (2단 Strut 설치, 3단 굴착 완료)
131	2015.5
132	2016.0
	
	$\Delta t = 0.5 \text{ day}$
143	2021.5
144	2022 day (3단 Strut 설치, 4단 굴착 완료)

표 2a. Step No와 Time 관계.

Step No (Cycle)	Time	
	2022	day (3단 Strut 설치, 4단 굴착 완료)
145	2022.5	
146	2023.0	
		$\Delta t = 0.5 \text{ day}$ (Time Step)
157	2028.5	
158	2029	day (4단 Strut 설치, 5단 굴착 완료)
159	2029.5	
160	2030.0	
		$\Delta t = 0.5 \text{ day}$
171	2035.5	
172	2036	day (1단 Anchor 설치, 6단 굴착 완료)
173	2036.5	
174	2037.0	
		$\Delta t = 0.5 \text{ day}$
185	2042.5	
186	2043	day (2단 Anchor 설치, 7단 굴착 완료)
187	2043.5	
188	2044.0	
		$\Delta t = 0.5 \text{ day}$
199	2049.5	
200	2050	day (3단 Anchor 설치, 7단 굴착 완료)
201	2050.5	
202	2051.0	
		$\Delta t = 0.5 \text{ day}$
213	2056.5	
214	2057	day (3단 Anchor 설치, 9단 굴착 완료)

표 2b. Step No와 Time 관계.

Step No (Cycle)	Time 2057 day (4단 Anchor 설치)
215	2057.5
216	2058.0
	$\Delta t = 0.5 \text{ day}$ (Time Step)
223	2061.5
224	2062 day (Badding 버림 콘크리트 타설)
225	2062.5 $\Delta t = 0.5 \text{ day}$
226	2063 day (터널 Lining 시공)
227	2063.5
228	2064.0
	$\Delta t = 0.5 \text{ day}$
285	2092.5
286	2093 day (Anchor 해체, 4단 Strut 제거, 버림 콘크리트 뒹채움)
287	2093.1
288	2093.2
	$\Delta t = 0.1 \text{ day}$
345	2098.9
346	2099 day (1,2,3단 Strut 제거, 토사 뒹채움)
347	2099.1
348	2099.2
	$\Delta t = 0.1 \text{ day}$
385	2102.9
386	2103 day (뒹채움 완료)

표 2c. Step No와 Time 관계.

Step No (Cycle)	Time	
	2103	day (뒹채움 완료)
387	2104	
388	2105	
		$\Delta t = 1 \text{ day}$ (Time Step)
395	2112	
396	2113	day (Sheet Pile 제거, 공사 끝)
397	2123	
398	2133	
		$\Delta t = 10 \text{ day}$
446	2613	
447	2623	day (해석 종료)

표 2d. Step No와 Time 관계.

2.6.1 AIG를 사용한 개착식 터널 Mesh 생성

2.6.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

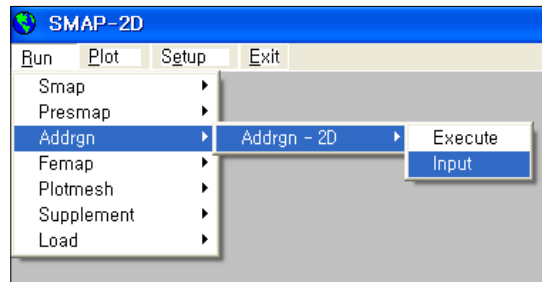


그림 4. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 *Run => Addrng => Addrng-2D => Input => New*의 순서로 클릭합니다.

2.6.1.2 Base Mesh 작성하기

그림 5를 참고하여 그림 6의 Base Mesh를 작성합니다. 본 예제는 자유수면 (Water Table)이 지표면에 위치한 유효응력해석을 위한 예제로 Y_{water} 의 값은 지표면의 Y좌표인 19.94m로 입력합니다. 굴착과 터널 공사가 수행되는 왼쪽 상부 Block에서 변위와 응력 변화가 상대적으로 크게 발생하므로 이 부분에서의 유한 요소망은 비교적 조밀하게 짜져야 하므로 $AX_1 = AY_1 = 0.5$ 를 입력합니다.

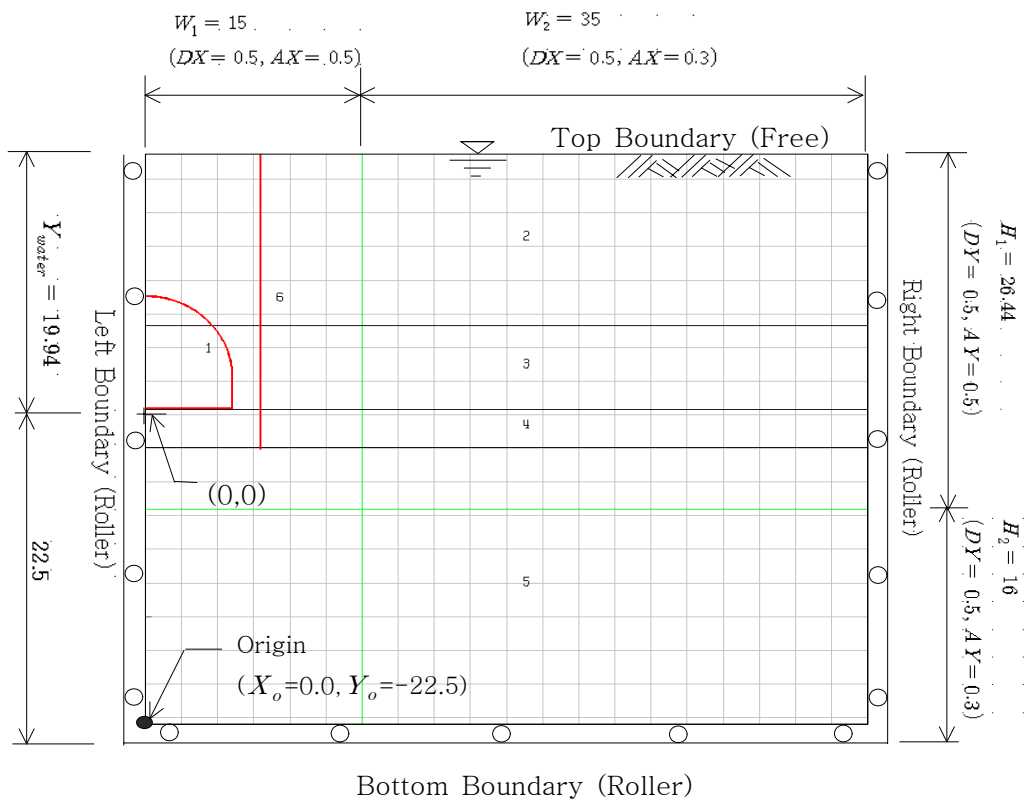


그림 5. Base Mesh 입력사항.

Base Mesh

Horizontal Block: Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 2

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	0.15000E+02	0.50000E+00	0.5
2	0.35000E+02	0.50000E+00	0.3
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block: Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 2

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	0.26440E+02	0.50000E+00	0.5
2	0.16000E+02	0.50000E+00	0.3
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Boundary Condition

Top: 0 Free

Left: 1 Roller

Right: 1 Roller

Bottom: 1 Roller

Origin

Xo: 0.00000E+00 Yo: -0.22500E+02

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater: 0.19940E+02

OK Description

그림 6. Base Mesh 창.

2.6.1.3 Group Summary

표 3은 AIG를 사용하여 본 예제의 유한요소망을 작성하기 위해 사용된 Group Summary로 총 28개의 Group이 사용되었습니다. Group의 순서가 차후 ADDRGN-2D를 Execute하여 최종적으로 생성되는 유한요소망의 모양에 영향을 미칩니다. 따라서 처음에 정한 Group순서가 적절한 유한요소망을 생성하지 못할 경우에는 Group순서를 재조정하여야 합니다.

본 예제의 핵심 구조물인 터널 Lining은 Group 1, 지층은 Group 2~5, Sheet Pile은 Group 6, Strut는 Group 7~10, Anchor는 Group 11~14, 굴착 (Excavation)은 Group 15~25, 터널 Lining의 기초가 되는 Bedding 콘크리트는 Group 26, 버팀 콘크리트 뒷채움은 Group 27, 그리고 토사 뒷채움은 Group 28로 하였습니다.

Group No.	Name	MTYPE	NAC	NDAC	비고 (MATNO / LTP / LMAT)
1	터널 Lining	2	227	9000	0 / 2 / 2
2	붕적토	3			1 / 0 / 0
3	풍화토	3			2 / 0 / 0
4	풍화암	3			3 / 0 / 0
5	연암	3			4 / 0 / 0
6	Sheet Pile	2	101	396	0 / 2 / 1
7	Strut-1	2	113	347	0 / 3 / 1
8	Strut-2	2	131	347	0 / 3 / 1
9	Strut-3	2	145	347	0 / 3 / 1
10	Strut-4	2	159	287	0 / 3 / 1
11	Anchor-1	2	173	287	0 / 3 / 2
12	Anchor-2	2	187	287	0 / 3 / 3
13	Anchor-3	2	201	287	0 / 3 / 3
14	Anchor-4	2	215	287	0 / 3 / 3
15	EX-1 (-2.0 m)	3	0	101	1 / 0 / 0
16	EX-2 (-5.0 m)	3	0	113	1 / 0 / 0
17	EX-3 (-7.3 m)	3	0	131	1 / 0 / 0
18	EX-4 (-9.5 m)	3	0	145	1 / 0 / 0
19	EX-5 (-11.8 m)	3	0	159	1 / 0 / 0
20	EX-6A (-13.34 m)	3	0	173	1 / 0 / 0
21	EX-6B (-14 m)	3	0	173	2 / 0 / 0
22	EX-7 (-16.3 m)	3	0	187	2 / 0 / 0
23	EX-8 (-18.5 m)	3	0	201	2 / 0 / 0
24	EX-9A (-19.54 m)	3	0	215	2 / 0 / 0
25	EX-9B (-19.94 m)	3	0	215	3 / 0 / 0
26	Bedding	3	225	9000	5 / 0 / 0
27	버림콘크리트 Fill	3	287	9000	6 / 0 / 0
28	토사 뒷채움	3	347	9000	7 / 0 / 0

표 3. Group Summary.

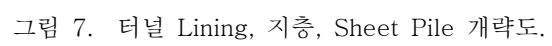
2.6.1.4 터널 Lining, 지층, Sheet Pile ; Group 1~6 만들기

그림 7은 터널 Lining, 지층, Sheet Pile Group에 대한 개략도를 그리고 표 4는 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 1은 터널 Linig을 나타냅니다. Group 1을 만들기 위하여 그림 8과 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 9a~9d와 같이 Segment를 작성하고 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 1을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 터널 Lining의 Geometry는 상대적으로 매우 중요하므로 IEND=2로 지정해야 합니다. 그림 10은 Group 1의 완성된 모양을 보여줍니다. AIG 창 작성시 Line Option의 Color, Type, Thickness를 디폴트 값과 달리 정하여 3중으로 된 적색 Line으로 나타내었습니다.

Group 2~5는 원지반을 나타냅니다. 표 4를 바탕으로 Group 2 (Top Soil, 붕적토)를 만들기 위하여 그림 11과 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 12a~12d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 2를 완성합니다. Group 3 (Weathered Soil, 풍화토), Group 4 (Weathered Rock, 풍화암), 그리고 Group 5 (Soft Rock, 연암)도 Group 2와 같은 방법으로 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 지층의 Geometry는 터널 Lining을 비롯한 타 구조물에 비해 상대적으로 중요도가 낮으므로 IEND=3로 지정하였습니다. 그림 13은 Group 2~5의 완성된 모양을 보여줍니다.

Group 6은 Sheet Pile을 나타냅니다. Group 6을 만들기 위하여 그림 14와 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 15와 같이 Segment를 작성하고 Edit Segment 메뉴를 클릭하여 Group 6을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 Sheet Pile은 터널 Lining과 같이 상대적으로 그 위치가 매우 중요하므로 IEND=2로 지정해야 합니다. 그림 16은 Group 6의 완성된 모양을 보여줍니다. Sheet Pile은 터널 Lining과 같이 Bending에 저항하는 구조물 이므로 Element Type은 Beam (LTP=2)을 선택하였습니다.



Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Element Activity	
				X	Y
1	Tunnel Lining	2	Cont.	227	9000

Group No.	Segment No.	Line Segment				Arc Segment						IEND
		Beginning Point		Ending Point		Origin		Radius & Angle				
		X	Y	X	Y	X_o	Y_o	R_X	R_Y	θ_b	θ_e	
1	1	0.0	0.5	6.02	0.5							2
	2			6.02	2.8							2
	3					0.0	2.8	6.02	6.02	0.0	8.02	2
	4					0.0	2.8	6.02	6.02	8.02	90	2

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
2	Top Soil	3	Cont.	1	227	9000	1	0.0	6.6	50	6.6	3
							2			50	19.94	3
							3			0.0	19.94	3
							4			0.0	6.6	3
3	Weathered Soil	3	Cont.	2	227	9000	1	0.0	0.4	50	0.4	3
							2			50	6.6	3
							3			0.0	6.6	3
							4			0.0	0.4	3
4	Weathered Rock	3	Cont.	3	227	9000	1	0.0	-2.4	50	-2.4	3
							2			50	0.4	3
							3			0.0	0.4	3
							4			0.0	-2.4	3
5	Soft Rock	3	Cont.	4	227	9000	1	0.0	-22.5	50	-22.5	3
							2			50	-2.4	3
							3			0.0	-2.4	3
							4			0.0	-22.5	3

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
6	Sheet Pile	2	Beam(2)	1	101	396	1	7.95	19.94	7.95	-2.56	2

표 4. 터널 Lining, 지층, Sheet Pile groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Material Parameter

2: Generate lines

MATNO KF MATold
MATNOi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	227	9000
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 8. AIG - Group 1.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Tunnel Lining

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 0.5

Enter Ending Point

X = 6.02

Y = 0.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 9a. Group 1 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 1 Tunnel Lining

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.60200E+01

Y = 0.50000E+00

Enter Ending Point

X = 6.02

Y = 2.8

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 9b. Group 1 - Segment 2.

Arc Segment

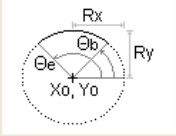
Segment No = 3

Group No: 1 Tunnel Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin: X_o 0 Y_o 2.8

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 6.02

Vertical Radius : Ry 6.02

Beginning Angle (Deg.): Qb 0

Ending Angle (Deg.): Qe 8.02

Note: When $Q_b = Q_e$, a straight radial line is drawn from $R = R_x$ to $R = R_y$. That is, R_x and R_y represent radial distances at angle $Q = Q_b = Q_e$.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 9c. Group 1 - Segment 3.

Arc Segment

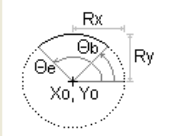
Segment No = 4

Group No: 1 Tunnel Lining

Origin By: ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin: X_o 0 Y_o 2.8

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 6.02

Vertical Radius : Ry 6.02

Beginning Angle (Deg.): Qb 8.02

Ending Angle (Deg.): Qe 90

Note: When $Q_b = Q_e$, a straight radial line is drawn from $R = R_x$ to $R = R_y$. That is, R_x and R_y represent radial distances at angle $Q = Q_b = Q_e$.

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Line Segment

그림 9d. Group 1 - Segment 4.



그림 10. 완성된 Group 1.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOj KFj THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1→2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	0
	0	0
LMAT	227	9000
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 11. AIG - Group 2.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 2 Top Soil

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 6.6

Enter Ending Point

X = 50

Y = 6.6

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12a. Group 2 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 2 Top Soil

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.50000E+02

Y = 0.66000E+01

Enter Ending Point

X = 50

Y = 19.94

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12b. Group 2 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 2 Top Soil

Points By:

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.50000E+02

Y = 0.19940E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 19.94

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 12c. Group 2 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 2 Top Soil

Points By

☐ Mouse Pickup
☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.19940E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 6.6

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK

Cancel

Go To Arc Segment

그림 12d. Group 2 - Segment 4.

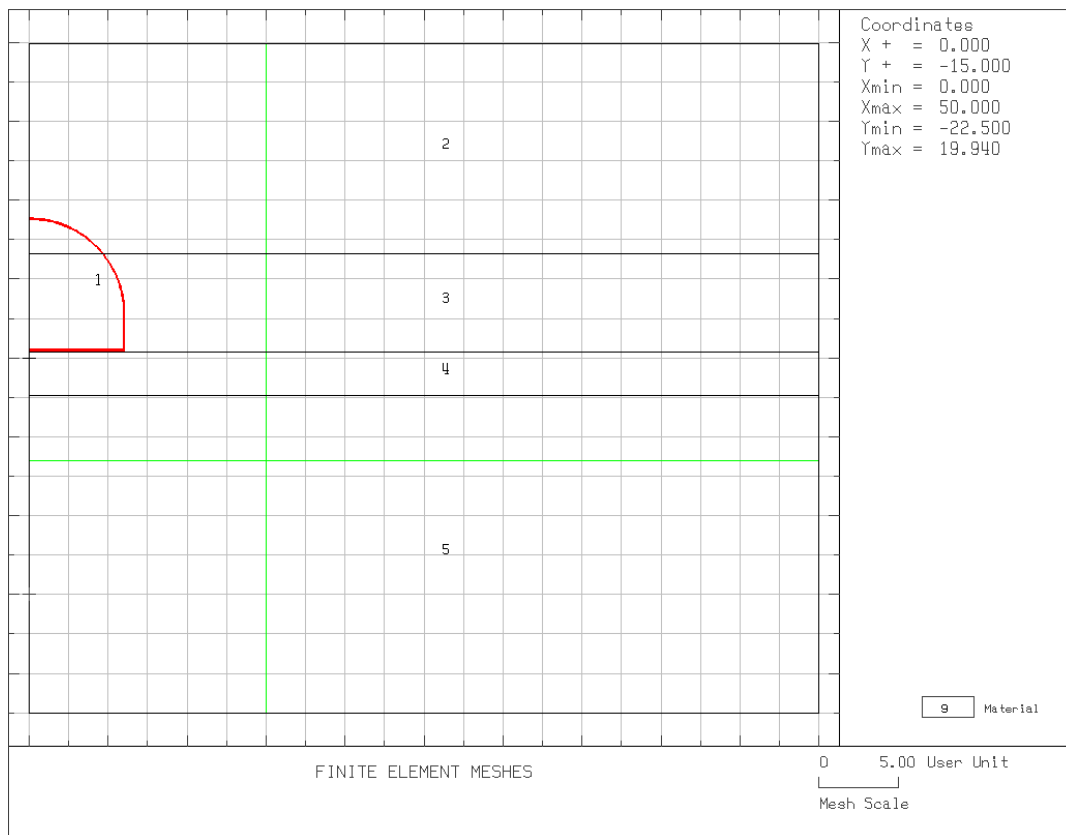


그림 13. 완성된 Group 2~5.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

Material Parameter

2: Generate lines

MATNO KF MATold
MATNOj KFj THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	101	396
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 14. AIG - Group 1.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 6 Sheet Pile

Points By

☐ Mouse Pickup
☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 7.95

Y = 19.94

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = -2.56

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK

Cancel

Go To Arc Segment

그림 15. Group 6 - Segment 1.

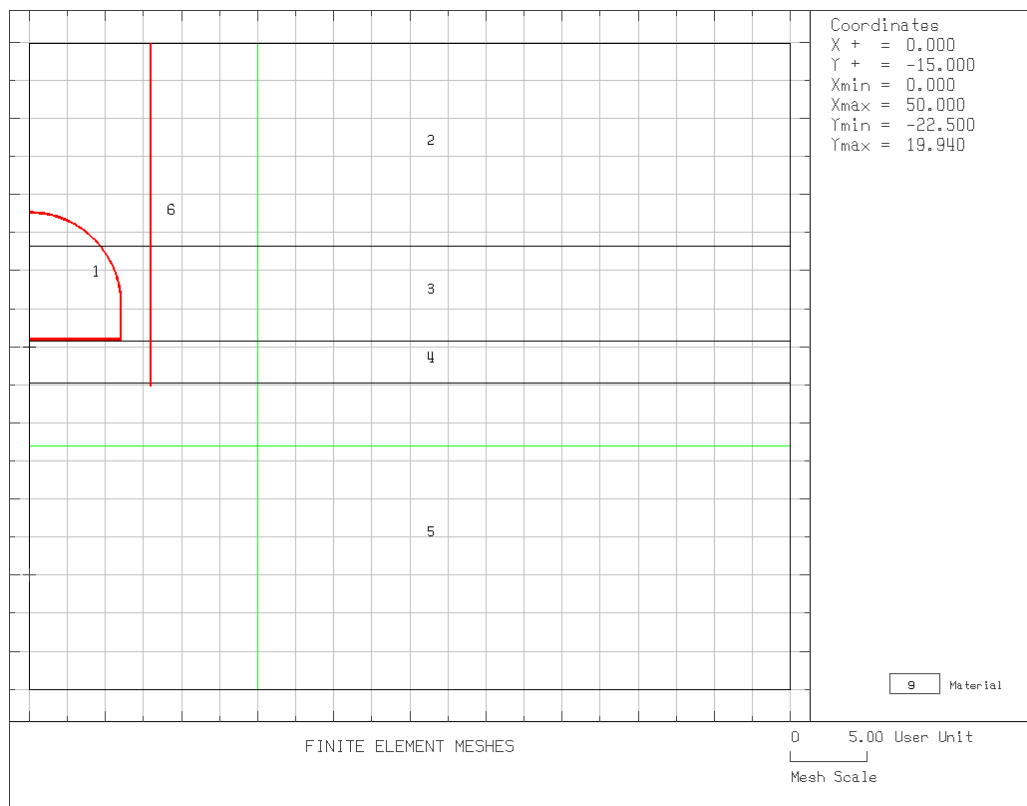


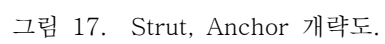
그림 16. 완성된 Group 6.

2.6.1.5 Strut, Anchor ; Group 7~14 만들기

그림 17은 Strut, Anchor Group에 대한 개략도를 그리고 표 5는 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 7~10은 Strut를 나타냅니다. Group 7 (1단 Strut)을 만들기 위하여 그림 18과 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 19와 같이 Segment를 작성하고 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 7을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 Strut의 위치는 중요하므로 IEND=2로 지정해야 합니다. Strut는 부재의 양단에서 1축 압축을 받는 Truss (LTP=3)요소로 모델링하므로 NDIV=1을 지정합니다. Group 8 (2단 Strut), Group 9 (3단 Strut), Group 10 (4단 Strut)도 Group 7과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 20은 Group 7~10의 완성된 모양을 보여줍니다.

Group 11~14는 Anchor를 나타냅니다. Group 11 (1단 Anchor)를 만들기 위하여 그림 21과 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 22a와 같이 Segment 1을 작성합니다. Segment 1은 Anchor의 자유장을 나타내므로 NDIV=1을 지정해야 합니다. 다음은 그림 22b와 같이 Segment 2를 작성합니다. Segment 2는 Anchor의 정착장을 나타내므로 NDIV=0과 IEND=-2로 지정합니다. IEND=-2로 지정하는 이유는 Anchor의 정착장이 지층을 횡단하면서 지층의 4절점 연속체 요소를 삼각형 요소로 분할하지 않고 연속체 요소의 절점만 통과하기 위해서입니다. 일반적으로 1개의 4절점 연속체 요소가 2개로 분할된 삼각형 요소보다 더 정확한 해석결과를 줍니다. 다음은 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 11을 완성합니다. Group 12 (2단 Anchor), Group 13 (3단 Anchor), Group 14 (4단 Anchor)도 Group 11과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 23은 Group 11~14의 완성된 모양을 보여줍니다.



Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		NDIV	IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y		
7	Strut-1	2	Truss(3)	1	113	347	1	0.0	18.44	7.95	18.44	1	2
8	Strut-2	2	Truss(3)	1	131	347	1	0.0	15.44	7.95	15.44	1	2
9	Strut-3	2	Truss(3)	1	145	347	1	0.0	13.14	7.95	13.14	1	2
10	Strut-4	2	Truss(3)	1	159	287	1	0.0	10.94	7.95	10.94	1	2

Group No.	Description	MTYPE	Element Type (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		NDIV	IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y		
11	Anchor-1	2	Truss(3)	2	173	287	1	7.95	8.64	22.24	0.39	1	0
							2			26.57	-2.11	0	-2
12	Anchor-2	2	Truss(3)	3	187	287	1	7.95	6.44	18.34	0.44	1	0
							2			22.67	-2.06	0	-2
13	Anchor-3	2	Truss(3)	3	201	287	1	7.95	4.14	12.28	1.64	1	0
							2			16.61	-0.86	0	-2
14	Anchor-4	2	Truss(3)	3	215	287	1	7.95	1.94	12.28	-0.56	1	0
							2			16.61	-3.06	0	-2

표 5. Strut, Anchor groups.

AIG

Group Identity
 Group No Segment No Title

Material Parameter

2: Generate lines

MATND	1	KF	1.00	MATold	3	MTYPE
MATNDi	0	KFi	1.00	THICi	0.10	Description
LTP	3	LMAT	1	☐ Add new mesh		☐ Hide
LTPi	2	LMATi	1	Line Options Color Type Thickness		
LTPo	2	LMATo	2			

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable
 ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	113	347
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
 is relative to Reference
 Point (XREF, YREF)

XLO
 YLO

그림 18. AIG - Group 7.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 7

Strut-1

Points By

☐ Mouse Pickup
☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 18.44

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = 18.44

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK

Cancel

Go To Arc Segment

그림 19. Group 7 - Segment 1.

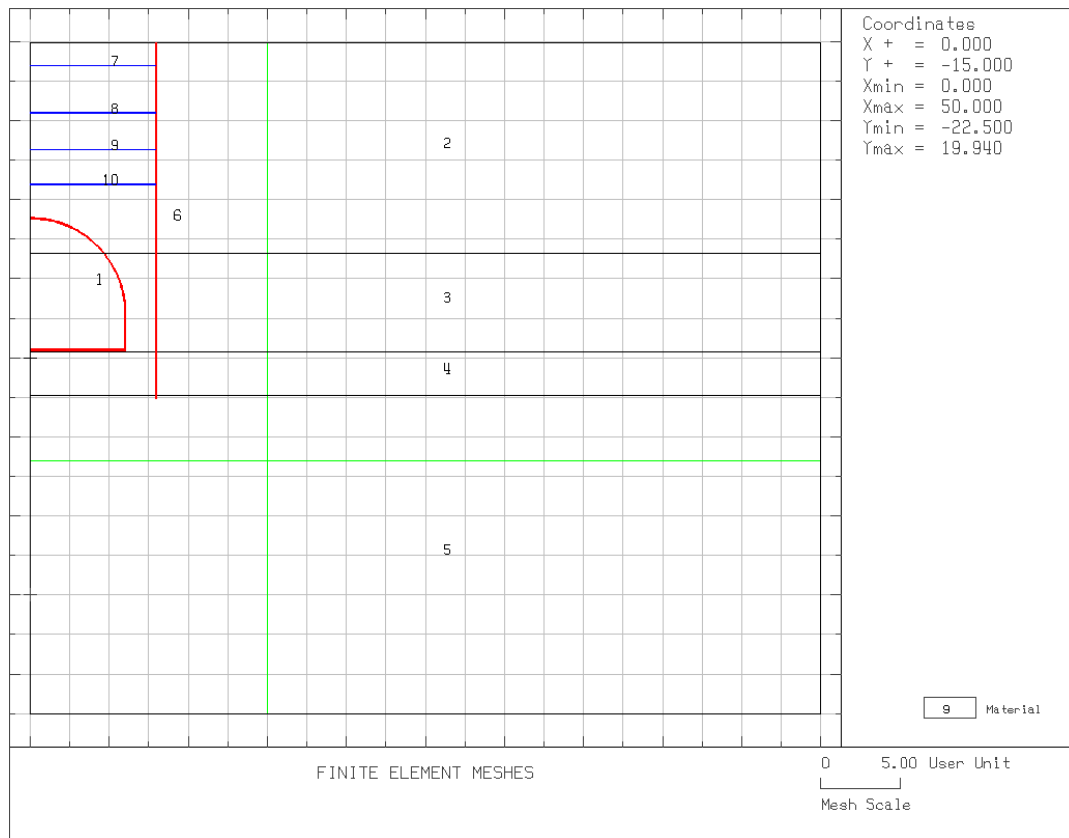


그림 20. 완성된 Group 7~10.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

Material Parameter

2: Generate lines

MATND KF MATold
MATNDi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

MTYPE

Description

☐ Add new mesh
☐ Hide

Line Options

Color Type Thickness

1→2

Update Group

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Save

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	173	287
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

Replot
Group Editor
Close
Exit

그림 21. AIG - Group 11.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 11 ANCHOR BAR-1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 7.95

Y = 8.64

Enter Ending Point

X = 22.24

Y = 0.33

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 1

0: Include beginning & ending points, not intermediate

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 22a. Group 11 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 11 Anchor Bar-1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.22240E+02

Y = 0.39000E+00

Enter Ending Point

X = 26.57

Y = -2.11

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

-2: Include beginning & ending point but no splitting

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 22b. Group 11 - Segment 2.

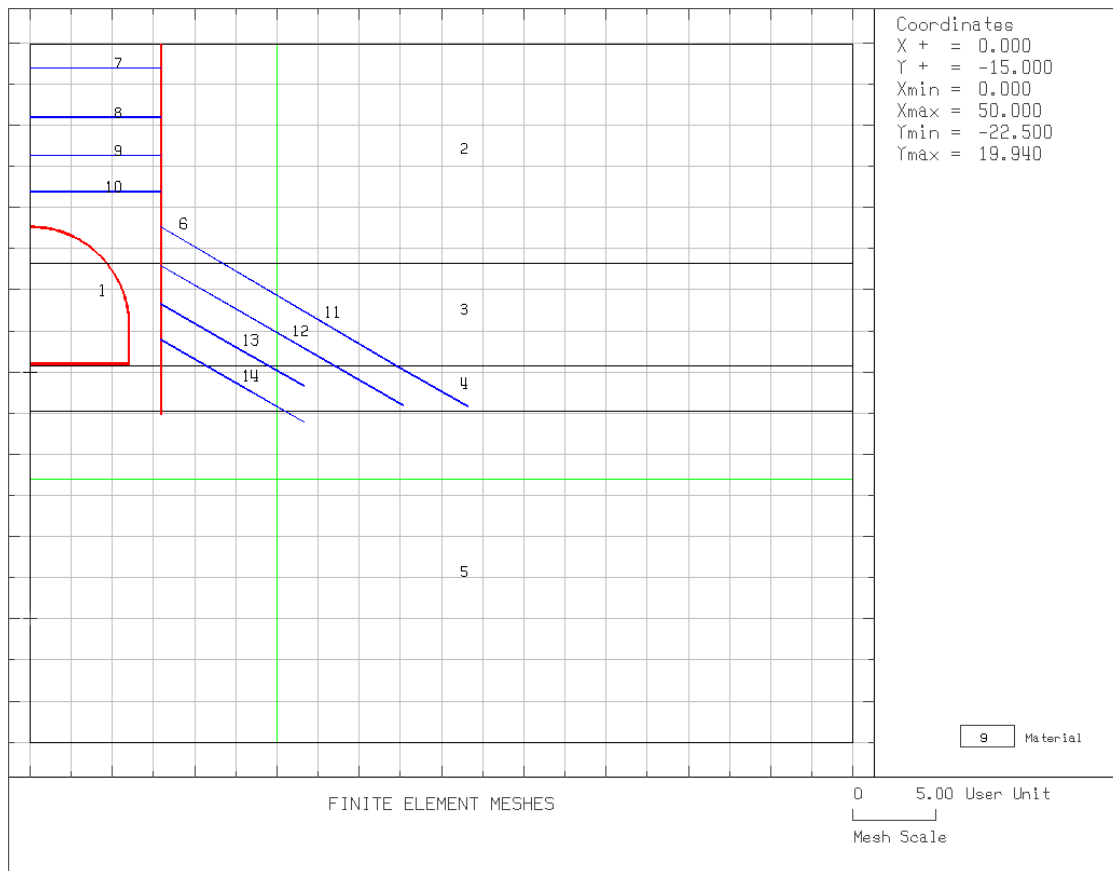


그림 23. 완성된 Group 11~14.

2.6.1.6 굴착 (Excavation) ; Group 15~25 만들기

그림 24는 굴착 (Excavation) Group 에 대한 개략도를 그리고 표 6은 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 15~25는 단계별 굴착 Group을 나타냅니다. Group 15 (1단 굴착, EX-1)를 만들기 위하여 그림 25와 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 26a~26d와 같이 Segment를 작성하고 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 15를 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 굴착될 위치는 상대적으로 덜 중요하므로 IEND=3으로 지정합니다. 기타 Group 16~25도 Group 15와 같은 방법으로 완성합니다. 그림 27은 Group 15~25의 완성된 모양을 보여줍니다. 지층을 경계로하여 6단 굴착은 Group 20과 21로, 9단 굴착은 Group 24와 25로 분할하여 작성합니다.

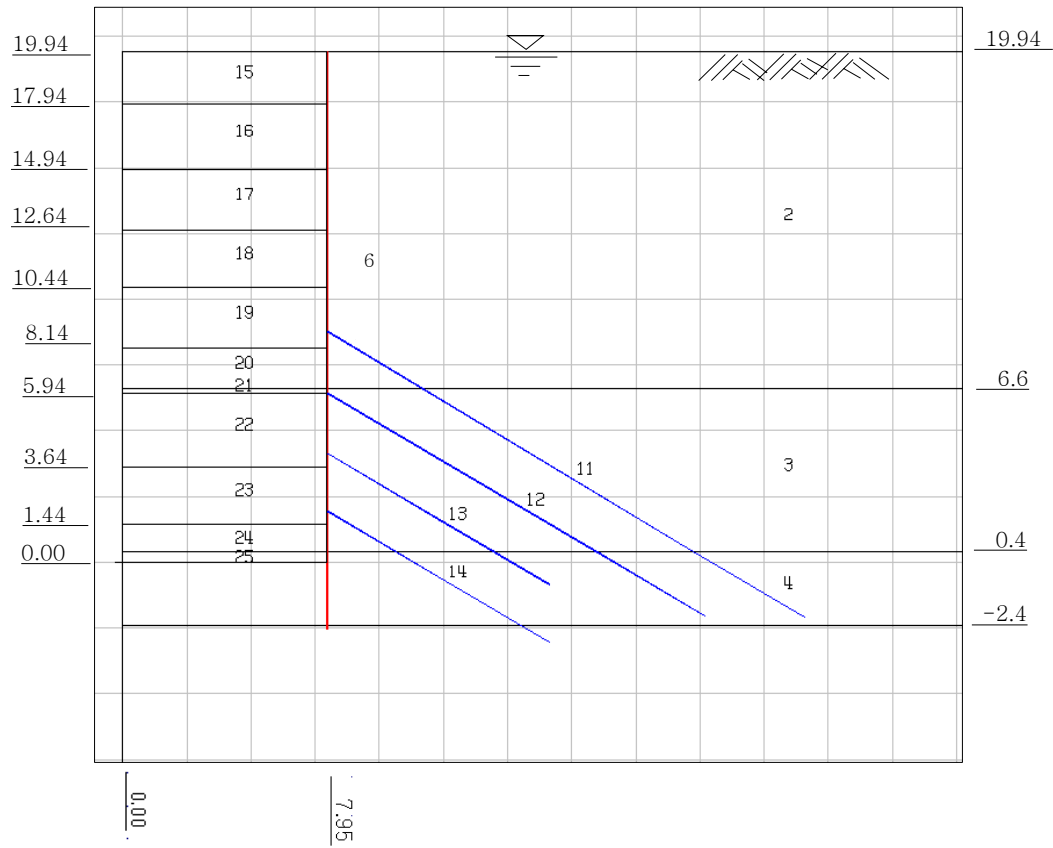


그림 24. 굴착 (Excavation) 개략도.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No.	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
15	EX-1	3	Cont.	1	0	101	1	0.0	17.94	7.95	17.94	3
							2			7.95	19.94	3
							3			0.0	19.94	3
							4			0.0	17.94	3
16	EX-2	3	Cont.	1	0	113	1	0.0	14.94	7.95	14.94	3
							2			7.95	17.94	3
							3			0.0	17.94	3
							4			0.0	14.94	3
17	EX-3	3	Cont.	1	0	131	1	0.0	12.64	7.95	12.64	3
							2			7.95	14.94	3
							3			0.0	14.94	3
							4			0.0	12.64	3
18	EX-4	3	Cont.	1	0	145	1	0.0	10.44	7.95	10.44	3
							2			7.95	12.64	3
							3			0.0	12.64	3
							4			0.0	12.64	3
19	EX-5	3	Cont.	1	0	159	1	0.0	8.14	7.95	8.14	3
							2			7.95	10.44	3
							3			0.0	10.44	3
							4			0.0	8.14	3
20	EX-6A	3	Cont.	1	0	173	1	0.0	6.6	7.95	6.6	3
							2			7.95	8.14	3
							3			0.0	8.14	3
							4			0.0	6.6	3
21	EX-6B	3	Cont.	2	0	173	1	0.0	5.94	7.95	5.94	3
							2			7.95	6.6	3
							3			0.0	6.6	3
							4			0.0	5.94	3
22	EX-7	3	Cont.	2	0	187	1	0.0	3.64	7.95	3.64	3
							2			7.95	5.94	3
							3			0.0	5.94	3
							4			0.0	3.64	3
23	EX-8	3	Cont.	2	0	201	1	0.0	1.44	7.95	1.44	3
							2			7.95	3.64	3
							3			0.0	3.64	3
							4			0.0	1.44	3
24	EX-9A	3	Cont.	2	0	215	1	0.0	0.4	7.95	0.4	3
							2			7.95	1.44	3
							3			0.0	1.44	3
							4			0.0	0.4	3
25	EX-9B	3	Cont.	3	0	215	1	0.0	0.0	7.95	0.0	3
							2			7.95	0.4	3
							3			0.0	0.4	3
							4			0.0	0.0	3

표 6. 굴착 (Excavation) groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOj KFj THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1→2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	101
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 25. AIG - Group 15.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 15 EX - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 17.94

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = 17.94

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 26a. Group 15 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 15 EX - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.79500E+01

Y = 0.17940E+02

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = 19.94

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 26b. Group 15 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 15 EX - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.79500E+01

Y = 0.19940E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 19.94

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 26c. Group 15 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 15 EX - 1

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.19940E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 17.94

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 26d. Group 15 - Segment 4.

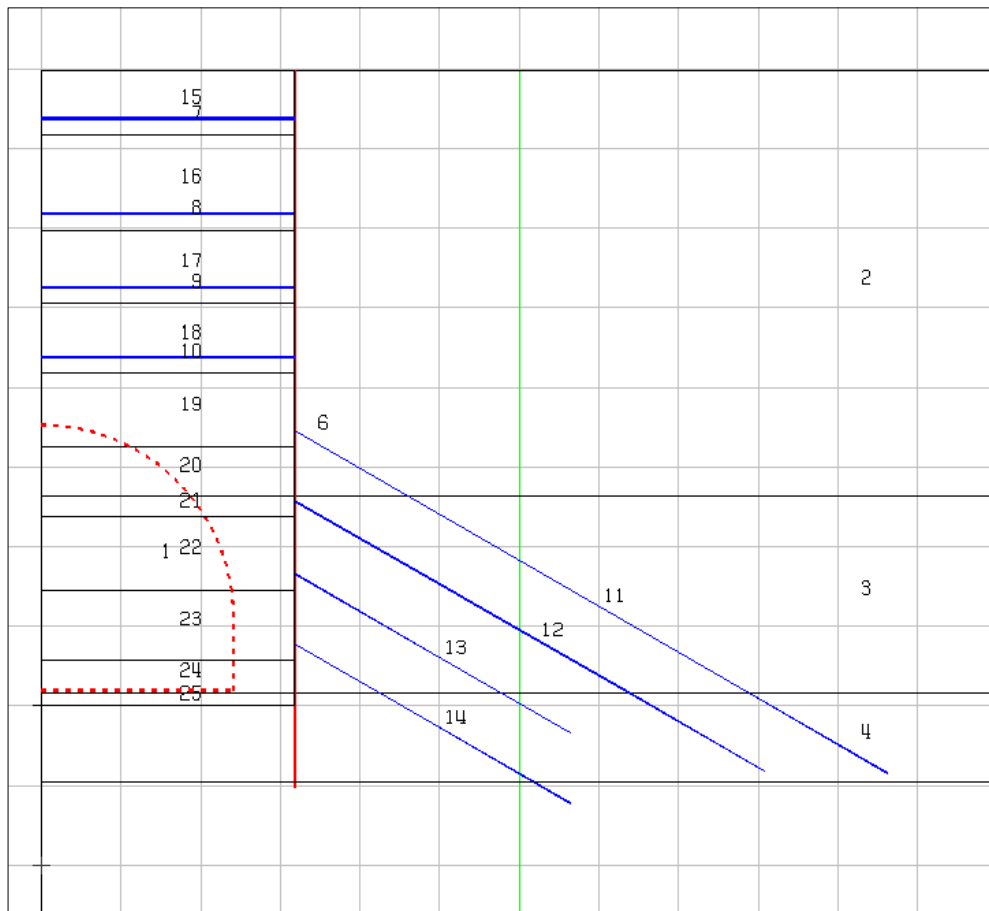


그림 27. 완성된 Group 15~25.

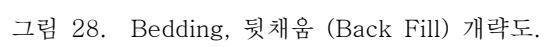
2.6.1.7 Bedding, 뒷채움 ; Group 26~28 만들기

그림 28은 Badding 콘크리트와 뒷채움 Group에 대한 개략도를 그리고 표 7은 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 26은 터널 Lining의 기초가 되는 Bedding 콘크리트를 나타냅니다. Group 26을 만들기 위하여 그림 29와 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 30a~30d와 같이 Segment 를 작성하고 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 26을 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 Bedding 콘크리트의 위치는 상대적으로 덜 중요하므로 IEND=3으로 지정합니다.

Group 27과 28은 터널 Lining공사가 끝난 후의 버림 콘크리트와 토사 뒷채움 Group을 나타냅니다. Group 27을 만들기 위하여 그림 31과 같이 AIG 창을 입력한 후 Edit Segment 버튼을 클릭하여 그림 32a~32f와 같이 Segment를 작성하고 End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 27을 완성합니다. Group 28 (토사 뒷채움)도 Group 27과 같은 방법으로 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 뒷채움 Group의 위치로 상대적으로 덜 중요하므로 IEND=3으로 지정합니다.

그림 33은 Group 26~28의 완성된 모양을 보여줍니다. 다른 Group들과 구별해 보여주기 위해서 삼중의 녹색 점선으로 이들 Group을 나타냈습니다. Group 26~28의 AIG 창 작성시 유의할 사항은 이들 Group은 원지반 Group과는 별도로 존재하기 때문에 “Add new mesh”의 Check Box를 체크해야 합니다.



Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity	
					X	Y
26	Bedding Concrete	3	Cont.	5	225	9000
27	Concrete Back Fill	3	Cont.	6	287	9000
28	Soil Back Fill	3	Cont.	7	347	9000

Group No.	Segment No.	Line Segment				Arc Segment						IEND
		Beginning Point		Ending Point		Origin		Radius & Angle				
		X	Y	X	Y	X_o	Y_o	R_X	R_Y	θ_b	θ_e	
26	1	0.0	0.0	7.95	0.0							3
	2			7.95	0.5							3
	3			0.0	0.5							3
	4			0.0	0.0							3
27	1	6.02	0.5	7.95	0.5							3
	2			7.95	12.22							3
	3			0.0	12.22							3
	4			0.0	8.82							3
	5					0.0	2.8	6.02	6.02	90	0.0	3
	6			6.02	0.5							3
28	1	0.0	12.22	7.95	12.22							3
	2			7.95	19.94							3
	3			0.0	19.94							3
	4			0.0	12.22							3

표 7. Bedding, 뒷채움 (Back Fill) groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☒ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1→2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	225	9000
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 29. AIG - Group 26.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 26 Bedding

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 0

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = 0

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 30a. Group 26 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 26 Bedding

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.79500E+01

Y = 0.00000E+00

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = 0.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 30b. Group 26 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 26 Bedding

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.79500E+01

Y = 0.50000E+00

Enter Ending Point

X = 0

Y = 0.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 30c. Group 26 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 26 Bedding

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.50000E+00

Enter Ending Point

X = 0

Y = 0

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 30d. Group 26 - Segment 4.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO
MATNO_i
LTP
LTP_i
LTP_o

KF
KF_i
LMAT
LMAT_i
LMAT_o

MATold
THIC_i

☒ Add new mesh
☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

1 → 2

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	287	9000
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 31. AIG - Group 27.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 27 Back Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 6.02

Y = 0.5

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = 0.5

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 32a. Group 27 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 27 Back Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.79500E+01

Y = 0.50000E+00

Enter Ending Point

X = 7.95

Y = 12.22

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 32b. Group 27 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 27 Back Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.79500E+01

Y = 0.12220E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 12.22

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 32c. Group 27 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 27 Back Fill

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.12220E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 8.82

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 32d. Group 27 - Segment 4.

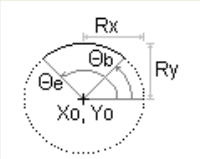
Arc Segment

Segment No = 5
Group No: 27 Back Fill

Origin By
☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin
Xo 0 Yo 2.8

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx 6.02
Vertical Radius : Ry 6.02
Beginning Angle (Deg.) : Qb 90
Ending Angle (Deg.) : Qe 0

Note: When $Q_b = Q_e$, a straight radial line is drawn from $R = R_x$ to $R = R_y$. That is, R_x and R_y represent radial distances at angle $Q = Q_b = Q_e$.

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Line Segment

그림 32e. Group 27 - Segment 5.

Line Segment

Segment No = 6
Group No: 27 Back Fill

Points By
☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point
X = 0.60200E+01
Y = 0.28000E+01

Enter Ending Point
X = 6.02
Y = 0.5

Divisions and Inclusions
Number of divisions: 0
3: This segment is only for reference line

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 32f. Group 27 - Segment 6.

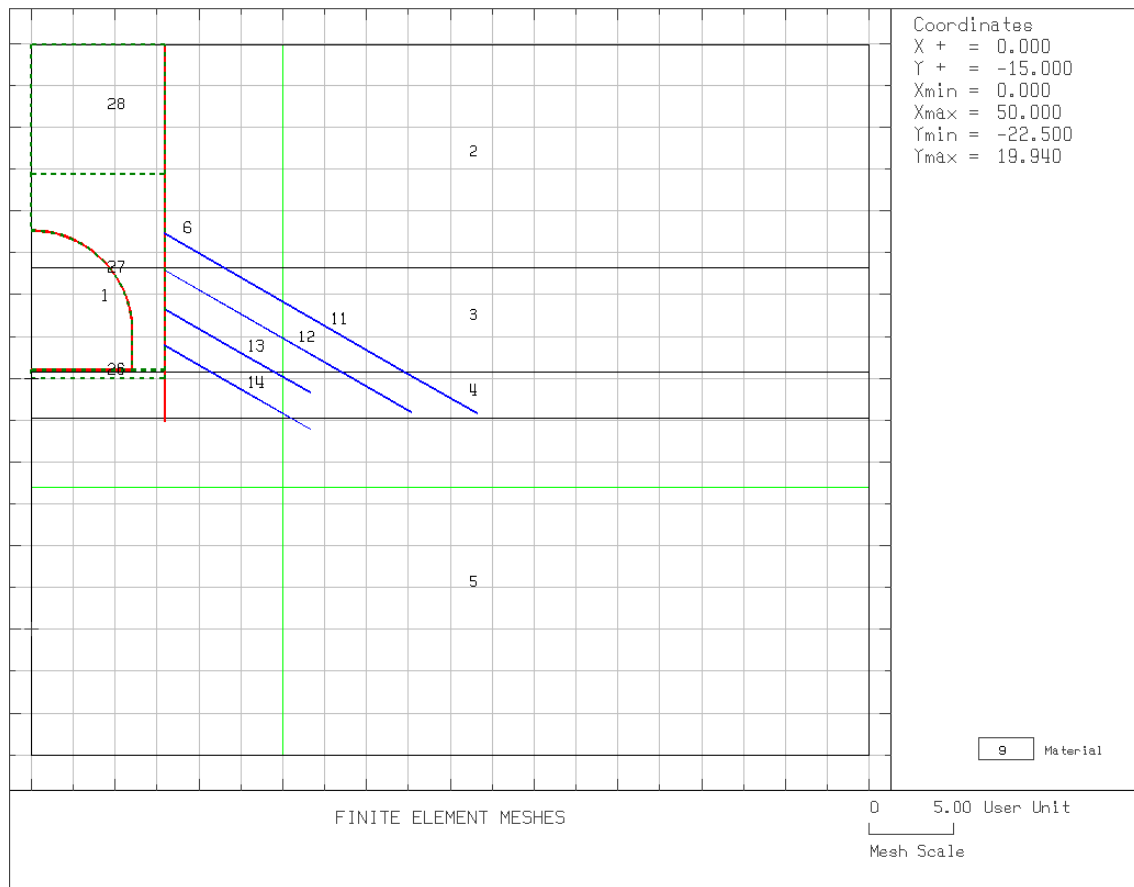


그림 33. 완성된 Group 26~28 (Strut와 굴착 Group은 제외).

2.6.1.8 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addgrn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 34 참조)

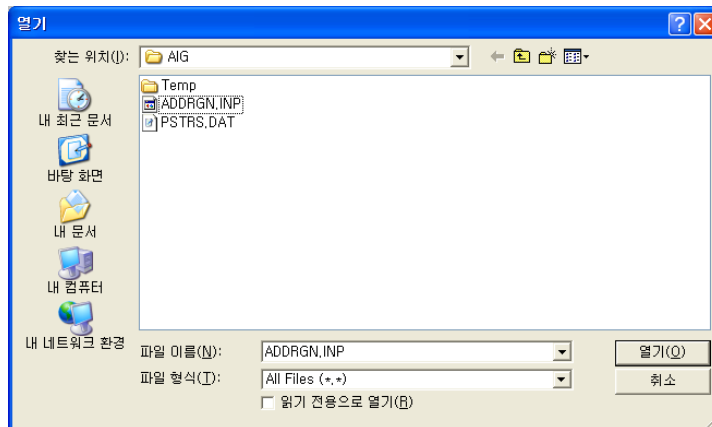


그림 34. Input 파일 선택.

2.6.1.9 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 35와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

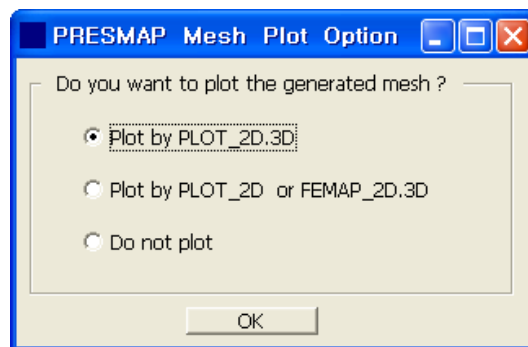


그림 35. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 36은 붕적토 (Top Soil), 풍화토 (Weathered Soil), 풍화암 (Weathered Rock), 연암 (Soft Rock)으로 구성된 원지반 유한요소망입니다.

그림 37은 터널 Lining의 기초가 되는 Bedding 콘크리트, 버림 콘크리트 뒷채움, 토사 뒷채움으로 구성된 유한요소망으로 이들과 같은 위치에 있는 원지반 유한요소와 구별해서 보여주기 위해 별도로 Plot하였습니다.

그림 38은 터널 Lining과 Sheet Pile을 나타내는 Beam 요소, Strut와 Anchor를 나타내는 Truss 요소를 주변의 연속체요소와 함께 Plot하였습니다.

그림 39a와 39b는 각각 1~4단 굴착 부근과 5~9단 굴착 부근의 원지반 연속체 요소 번호를 보여줍니다. 이 그림들은 Group.Man 파일의 Element Activity 데이터를 확인하는데 사용할 수 있습니다.

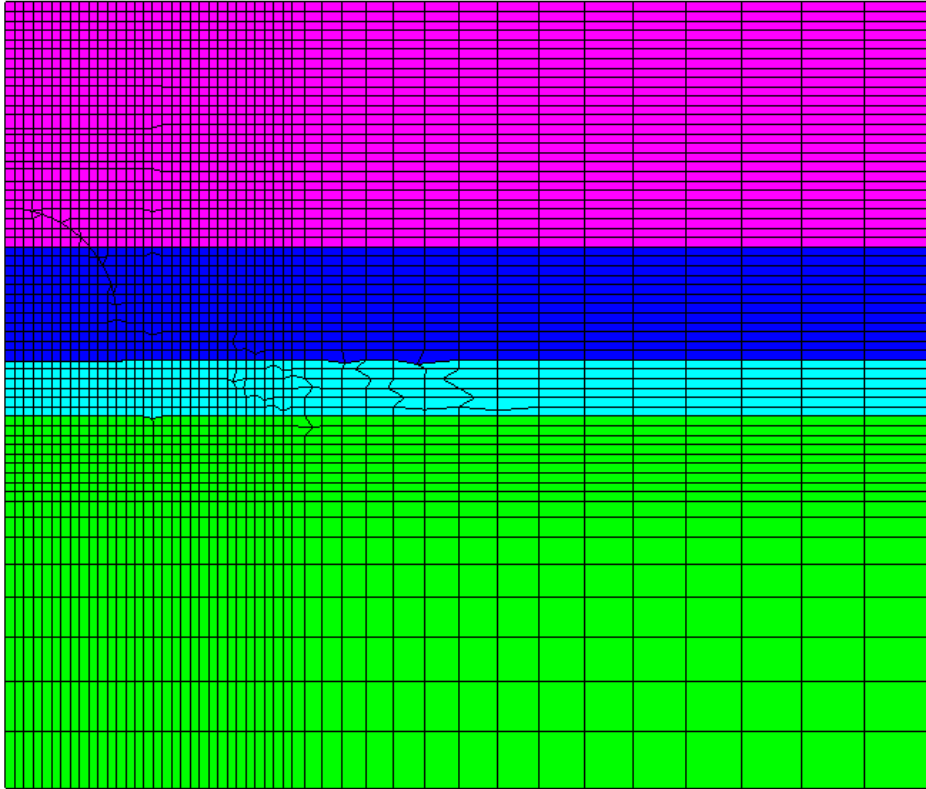


그림 36. Continuum 요소, MATNO 1~4 (원지반 요소).

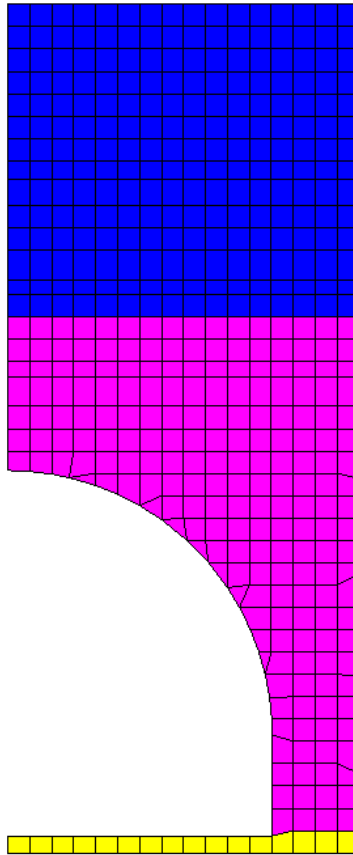


그림 37. Continuum 요소, MATNO 5~7 (Bedding, 뒹채움 요소).

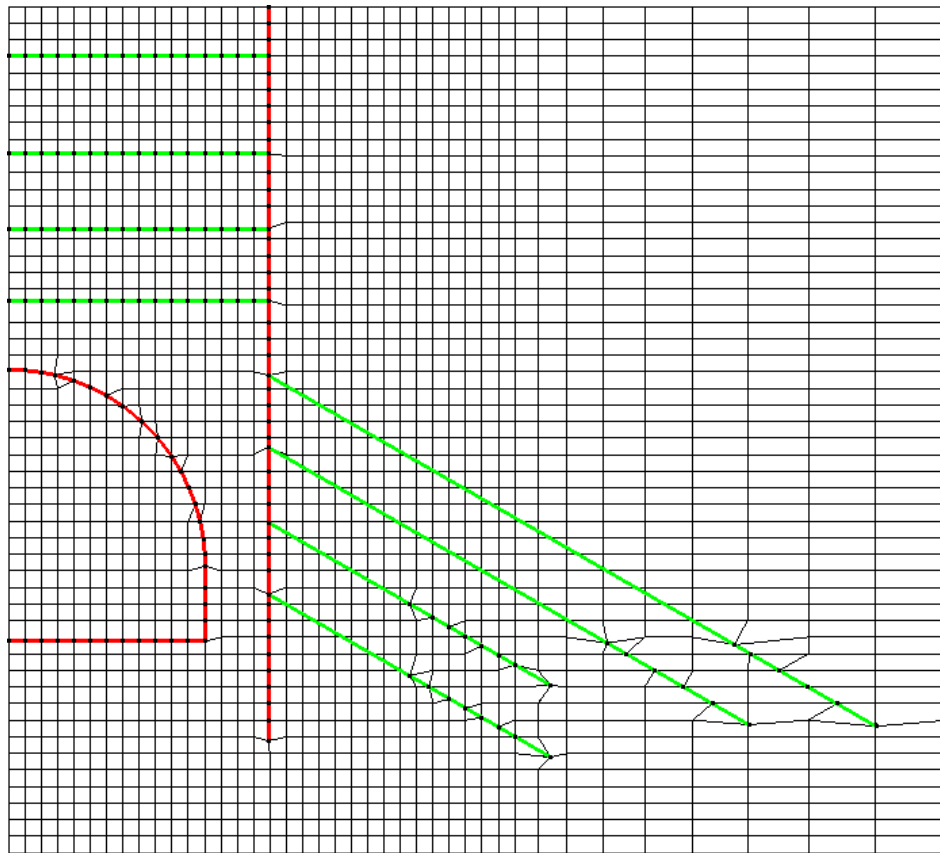


그림 38. Beam, Truss 요소 (터널 Lining, Sheet Pile, Strut, Anchor 요소).

1	62	123	184	245	306	367	428	489	550	611	672	733	794	855	916			
2	63	124	185	246	307	368	429	490	551	612	673	734	795	856	917			
3	64	125	186	247	308	369	430	491	552	613	674	735	796	857	918			
4	65	126	187	248	309	370	431	492	553	614	675	736	797	858	919			
5	66	127	188	249	310	371	432	493	554	615	676	737	798	859	920			
6	67	128	189	250	311	372	433	494	555	616	677	738	799	860	921			
7	68	129	190	251	312	373	434	495	556	617	678	739	800	861	922			
8	69	130	191	252	313	374	435	496	557	618	679	740	801	862	923			
9	70	131	192	253	314	375	436	497	558	619	680	741	802	863	924			
10	71	132	193	254	315	376	437	498	559	620	681	742	803	864	925			
11	72	133	194	255	316	377	438	499	560	621	682	743	804	865	926			
12	73	134	195	256	317	378	439	500	561	622	683	744	805	866	927			
13	74	135	196	257	318	379	440	501	562	623	684	745	806	867	928			
14	75	136	197	258	319	380	441	502	563	624	685	746	807	868	929			
15	76	137	198	259	320	381	442	503	564	625	686	747	808	869	930			
16	77	138	199	260	321	382	443	504	565	626	687	748	809	870	931			
17	78	139	200	261	322	383	444	505	566	627	688	749	810	871	932			
18	79	140	201	262	323	384	445	506	567	628	689	750	811	872	933			
19	80	141	202	263	324	385	446	507	568	629	690	751	812	873	934			
20	81	142	203	264	325	386	447	508	569	630	691	752	813	874	935			
21	82	143	204	265	326	387	448	509	570	631	692	753	814	875	936			
22	83	144	205	266	327	388	449	510	571	632	693	754	815	876	937			
23	84	145	206	267	328	389	450	511	572	633	694	755	816	877	938			
24	85	146	207	268	329	390	451	512	573	634	695	756	817	878	939			
25	86	147	208	269	330	391	452	513	574	635	696	757	818	879	940			
26	87	148	209	270	331	392	453	514	575	636	697	758	819	880	941			
27	88	149	210	271	332	393	454	515	576	637	698	759	820	881	942			

그림 39a. 1~4단 굴착 부근의 원지반 요소 번호.

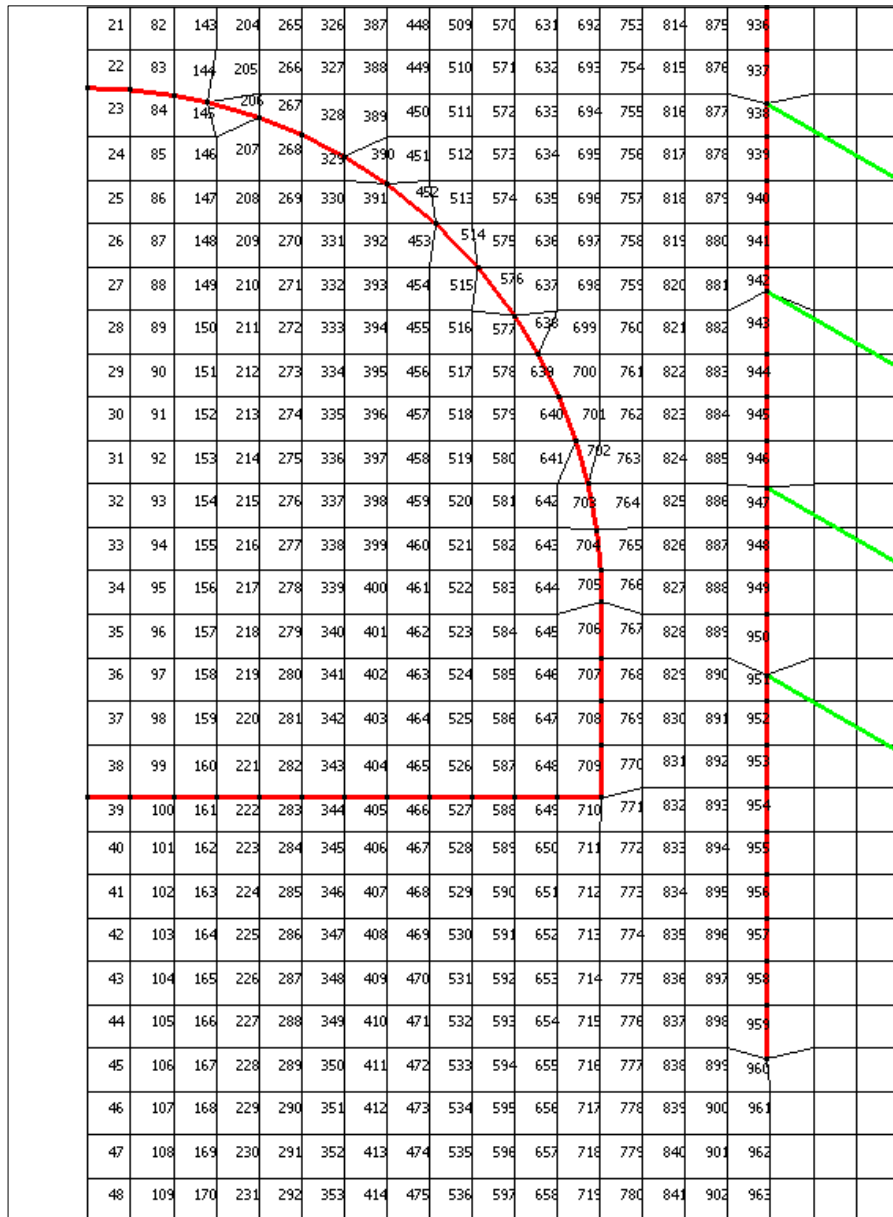


그림 39b. 5~9단 굴착 부근의 원지반 요소 번호.

2.6.2 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일 이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.

본 개착식 터널 예제는 각 Group 별 AIG 창 작성시 PLTDS Plot 입력사항인 Check Box가 체크되지 않아 Card No 3.3.5.4.1-3의 NPTYPE 값들이 모두 0으로 출력됩니다. 따라서 본 List에는 지면을 절약하기 위해 Group 1에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 모두 열거하였으나 기타 Group들에 대해서는 PLTDS plot와 관련된 사항을 생략하여 열거했습니다.

```

* Card 1.1
* IMOD
2
* Card 4.1
* NBX  NBY  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
2    2    1        1        0        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
0.00000E+00 -0.22500E+02  0.19940E+02
* Card 4.3
*   W          DX          AX
0.15000E+02  0.50000E+00  0.50000E+00
0.35000E+02  0.50000E+00  0.30000E+00
* Card 4.4
*   H          DY          AY
0.26440E+02  0.50000E+00  0.50000E+00
0.16000E+02  0.50000E+00  0.30000E+00
* Card 4.5
* IGMOD
1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
1    1
* Card 3.3
* IEDIT
4
* Card 3.3.5.1
* NODE
0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGTITL
28    1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref      Yref
0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
* Group No = 1
Tunnel Lining
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
2    1    0    12    2    2    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
2    2
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
0    0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
227  9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
0    0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1  For Mesh
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2  For Principal Stress
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3  For Deformed Shape
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4  For Beam
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5  For Truss
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6  For Contour: Continuum
0
* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT  MOVE  IREF  XLo      YLo
5    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP  X      Y
1    0.00000E+00  0.50000E+00
2    0.60200E+01  0.50000E+00
3    0.60200E+01  0.28000E+01
4    0.59611E+01  0.36399E+01
5    -0.26314E-06  0.88200E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
1    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
2    1    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
3    2    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
0.0000E+00  0.2800E+01  0.6020E+01  0.6020E+01  0.00  8.02
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
4    2    0    2
* Card 3.3.5.4.3.1-1

```

```

* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  0.0000E+00  0.2800E+01  0.6020E+01  0.6020E+01  8.02  90.00
*
=====
*
* Group No = 2
  Top Soil
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  1 0 0 0 3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  227 9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 0.66000E+01
  2 0.50000E+02 0.66000E+01
  3 0.50000E+02 0.19940E+02
  4 0.00000E+00 0.19940E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
*
=====
*
* Group No = 3
  Weathered Soil
*

```

```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  2 0 0 0 3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  227 9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 0.40000E+00
  2 0.50000E+02 0.40000E+00
  3 0.50000E+02 0.66000E+01
  4 0.00000E+00 0.66000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
*
=====
*
* Group No = 4
  Weathered Rock
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  3 0 0 0 3
*
-----

```



```

*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  227 9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 -0.24000E+01
  2 0.50000E+02 -0.24000E+01
  3 0.50000E+02 0.40000E+00
  4 0.00000E+00 0.40000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
*
*=====
*
* Group No = 5
  Soft Rock
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  4 0 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2

```

```

* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  227 9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 -0.22500E+02
  2 0.50000E+02 -0.22500E+02
  3 0.50000E+02 -0.24000E+01
  4 0.00000E+00 -0.24000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
*
*=====
*
* Group No = 6
  Sheet Pile
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 12 0 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP LMAT
  2 1
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  101 396
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0

*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE   IREF   XLo           YLo
    2     0     0     0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X           Y
    1     0.79500E+01  0.19940E+02
    2     0.79500E+01 -0.25600E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV   IEND
    1     1     0     2
*
=====
*
* Group No = 7
Strut-1
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2     1     0     9     0     2     0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP    LMAT
    3     1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    113   347
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE   IREF   XLo           YLo
    2     0     0     0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X           Y
    1     0.00000E+00  0.18440E+02
    2     0.79500E+01  0.18440E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV   IEND
    1     1     0     2

```

```

*
=====
*
* Group No = 8
Strut-2
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2     1     0     9     0     1     0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP    LMAT
    3     0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    131   347
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE   IREF   XLo           YLo
    2     0     0     0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X           Y
    1     0.00000E+00  0.15440E+02
    2     0.79500E+01  0.15440E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV   IEND
    1     1     0     2
*
=====
*
* Group No = 9
Strut-3
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2     1     0     9     0     2     0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP    LMAT
    3     1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2

```

```

* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    145    347
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
    2     0     0     0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1     0.00000E+00 0.13140E+02
    2     0.79500E+01 0.13140E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     1     0     2
*
*=====
*
* Group No = 10
    Struct - 4
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2     1     0     9     0     1     0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP   LMAT
    3     1
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    173    287
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
    3     0     0     0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1     0.79500E+01 0.86400E+01
    2     0.22240E+02 0.39000E+00
    3     0.26570E+02 -0.21100E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     1     1     0
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    2     1     0    -2
*
*=====
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo

```

```

    2     0     0     0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1     0.00000E+00 0.10940E+02
    2     0.79500E+01 0.10940E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    1
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     1     0     2
*
*=====
*
* Group No = 11
    ANCHOR BAR-1
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
    2     1     0     9     0     1     0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP   LMAT
    3     2
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
    173    287
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
    0     0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
    0     0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
    3     0     0     0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
    1     0.79500E+01 0.86400E+01
    2     0.22240E+02 0.39000E+00
    3     0.26570E+02 -0.21100E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    1     1     1     0
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
    2     1     0    -2
*
*=====
*
* Group No = 12

```

```

ANCHOR BAR-2
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   9   0   1   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3    2
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  187  287
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0    0
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  3    0    0    0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
  1    0.79500E+01 0.41400E+01
  2    0.18340E+02 0.44000E+00
  3    0.22670E+02 -0.20600E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1    1    1    0
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2    1    0   -2
*
* =====
*
* Group No = 13
ANCHOR-3
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   9   0   1   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3    2
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2

```

```

* NAC  NDAC  For MATNO
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  201  287
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0    0
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  3    0    0    0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
  1    0.79500E+01 0.41400E+01
  2    0.12280E+02 0.16400E+01
  3    0.16610E+02 -0.86000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1    1    1    0
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2    1    0   -2
*
* =====
*
* Group No = 14
ANCHOR BAR-4
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2   1   0   9   0   1   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  3    2
*
* -----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  215  287
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo
  0    0
*

```

```

*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  3 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.79500E+01 0.19400E+01
  2 0.12280E+02 -0.56000E+00
  3 0.16610E+02 -0.30600E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 1 0
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 -2
*
*=====
*
* Group No = 15
EX - 1
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  1 0 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 101
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNoj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 0.17940E+02
  2 0.79500E+01 0.17940E+02
  3 0.79500E+01 0.17940E+02
  4 0.00000E+00 0.17940E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3

```

```

* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
*
*=====
*
* Group No = 16
EX - 2
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  1 0 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 113
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNoj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 0.14940E+02
  2 0.79500E+01 0.14940E+02
  3 0.79500E+01 0.17940E+02
  4 0.00000E+00 0.17940E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3

```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4      1      0      3
```

```
*
```

```
=====
```

```
*
```

```
* Group No = 17
EX - 3
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.1
```

```
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      0      0      0      0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
```

```
* MAT KF LTP LMAT MATold
  1      0      0      0      3
```

```
*
```

```
-----
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For MATold
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For MATNO
  0      131
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For MATNOj
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For LMAT
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For LMATi
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For LMATo
  0      0
```

```
*
```

```
-----
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.2
```

```
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.2-1
```

```
* NP X Y
  1      0.00000E+00 0.12640E+02
  2      0.79500E+01 0.12640E+02
  3      0.79500E+01 0.14940E+02
  4      0.00000E+00 0.14940E+02
```

```
* Card 3.3.5.4.3
```

```
* NSEGMENT
```

```
  4
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1      1      0      3
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2      1      0      3
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3      1      0      3
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4      1      0      3
```

```
*
```

```
=====
```

```
*
```

```
* Group No = 18
EX - 4 (-9.5m)
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.1
```

```
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      0      0      0      0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
```

```
* MAT KF LTP LMAT MATold
  1      0      0      0      3
```

```
*
```

```
-----
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For MATold
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For MATNO
  0      145
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For MATNOj
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For LMAT
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For LMATi
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
```

```
* NAC NDAC For LMATo
  0      0
```

```
*
```

```
-----
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.2
```

```
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.2-1
```

```
* NP X Y
  1      0.00000E+00 0.10440E+02
  2      0.79500E+01 0.10440E+02
  3      0.79500E+01 0.12640E+02
  4      0.00000E+00 0.12640E+02
```

```
* Card 3.3.5.4.3
```

```
* NSEGMENT
```

```
  4
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1      1      0      3
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2      1      0      3
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3      1      0      3
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
```

```
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4      1      0      3
```

```
*
```

```
=====
```

```
*
```

```
* Group No = 19
EX - 5
```

```
*
```

```
* Card 3.3.5.4.1
```

```
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      0      0      0      0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
```

```
* MAT KF LTP LMAT MATold
  1      0      0      0      3
```

```
*
```

```

*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 159
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 0.81400E+01
  2 0.79500E+01 0.81400E+01
  3 0.79500E+01 0.10440E+02
  4 0.00000E+00 0.10440E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
*
*=====
*
* Group No = 20
EX - 6A
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  1 0 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 173

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 0.66000E+01
  2 0.79500E+01 0.66000E+01
  3 0.79500E+01 0.81400E+01
  4 0.00000E+00 0.81400E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 3
*
*=====
*
* Group No = 21
EX -6B
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  2 0 0 0 3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 173
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi

```

```

      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
      1      0.00000E+00  0.59400E+01
      2      0.79500E+01  0.59400E+01
      3      0.79500E+01  0.66000E+01
      4      0.00000E+00  0.66000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
      4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      2      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      3      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      4      1      0      3
*
*=====
==
*
* Group No = 22
      EX - 7 (-18.5m)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
      3      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
      2      0      0      0      3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
      0      187
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNoj
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
*-----
*

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
      1      0.00000E+00  0.36400E+01
      2      0.79500E+01  0.36400E+01
      3      0.79500E+01  0.59400E+01
      4      0.00000E+00  0.59400E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
      4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      2      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      3      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      4      1      0      3
*
*=====
==
*
* Group No = 23
      EX - 8
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
      3      1      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
      2      0      0      0      3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
      0      201
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNoj
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
      1      0.00000E+00  0.14400E+01
      2      0.79500E+01  0.14400E+01

```



```

      3    0.79500E+01  0.36400E+01
      4    0.00000E+00  0.36400E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4    1    0    3
*
=====
*
* Group No = 24
EX   - 9A
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    1    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  2    0    0    0    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For MATold
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For MATNO
  0    215
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For MATNoj
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For LMAT
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For LMATi
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For LMATo
  0    0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
  4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1    0.00000E+00  0.40000E+00
  2    0.79500E+01  0.40000E+00
  3    0.79500E+01  0.14400E+01
  4    0.00000E+00  0.14400E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1    1    0    3

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4    1    0    3
*
=====
*
* Group No = 25
EX   - 9B
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    1    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  3    0    0    0    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For MATold
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For MATNO
  0    215
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For MATNoj
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For LMAT
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For LMATi
  0    0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC  For LMATo
  0    0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
  4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X      Y
  1    0.00000E+00  0.00000E+00
  2    0.79500E+01  0.00000E+00
  3    0.79500E+01  0.40000E+00
  4    0.00000E+00  0.40000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3    1    0    3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4    1    0    3

```

```

4      1      0      3
*
=====
*
* Group No = 26
  Bedding
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      1      2      2      2      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  5      0      0      0      3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
  225    9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNoj
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
  0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      0.00000E+00  0.00000E+00
  2      0.79500E+01  0.00000E+00
  3      0.79500E+01  0.50000E+00
  4      0.00000E+00  0.50000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4      1      0      3
*
=====
*
* Group No = 27
  Back Fill
*
* Card 3.3.5.4.1

```

```

* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      1      2      2      2      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  6      0      0      0      3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
  287    9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNoj
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
  0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
  0      0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  6      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      0.60200E+01  0.50000E+00
  2      0.79500E+01  0.50000E+00
  3      0.79500E+01  0.12220E+02
  4      0.00000E+00  0.12220E+02
  5     -0.26314E-06  0.88200E+01
  6      0.60200E+01  0.28000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  6
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4      1      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  5      2      0      3
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  0.0000E+00  0.2800E+01  0.6020E+01  0.6020E+01  90.00  0.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  6      1      0      3
*
=====
*
* Group No = 28

```

```

Soil Backfill
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3   1   1   2   2   2   0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  7   0   0   0   3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  347 9000
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0   0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0   0
*

```

```

*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4   0   0   0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1   0.00000E+00 0.12220E+02
  2   0.79500E+01 0.12220E+02
  3   0.79500E+01 0.19940E+02
  4   0.00000E+00 0.19940E+02
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT
  4
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1   1   0   3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2   1   0   3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3   1   0   3
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4   1   0   3
*
=====
*

```

2.6.3 Group.Mes 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일은 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

Group.Mes 파일은 해석할 구조물과 주변지반을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-2D User's Manual의 Mesh File를 참고하기 바랍니다.

..WGROUP.MES

NUMNP NCONT NBEAM NTRUS

2976 3338 77 92

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEY	XC	YC
1	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.199400E+02
2	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.194315E+02
3	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.189231E+02
4	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.184400E+02
5	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.179062E+02
6	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.173977E+02
7	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.168892E+02
8	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.163808E+02

.

.

.

2969	1	0	1	0	1	1	.500000E+02	-.784321E+01
2970	1	0	1	0	1	1	.500000E+02	-.898889E+01
2971	1	0	1	0	1	1	.500000E+02	-.104506E+02
2972	1	0	1	0	1	1	.500000E+02	-.122284E+02
2973	1	0	1	0	1	1	.500000E+02	-.143222E+02
2974	1	0	1	0	1	1	.500000E+02	-.167321E+02
2975	1	0	1	0	1	1	.500000E+02	-.194580E+02
2976	1	1	1	1	1	1	.500000E+02	-.225000E+02

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	63	1	2	64	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00
2	64	2	3	65	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00
3	65	3	4	66	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00
4	66	4	5	67	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00
5	67	5	6	68	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00
6	68	6	7	69	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00
7	69	7	8	70	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00
8	70	8	9	71	0	0	0	0	1	0	0	2	2	.0000E+00

.

.

.

3331	1000	938	939	1001	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00
3332	1001	939	940	1002	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00
3333	1002	940	941	1003	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00
3334	1003	941	942	1004	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00
3335	1004	942	943	1005	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00
3336	1005	943	944	1006	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00
3337	1006	944	945	1007	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00
3338	1007	945	946	1008	0	0	0	0	7	0	0	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT

NEL	I	J	MSEC	NODEK
3339	23	85	2	1
3340	85	147	2	1
3341	147	209	2	1
3342	209	272	2	1

3343	272	334	2	1
3344	334	396	2	1
3345	396	459	2	1
3346	459	522	2	1

.
.
.

3408	1001	1000	1	1
3409	1000	999	1	1
3410	999	998	1	1
3411	998	997	1	1
3412	997	996	1	1
3413	996	995	1	1
3414	995	994	1	1
3415	994	993	1	1

TRUSS ELEMENT

NEL	I	J	MATT	NODEK
3416	4	66	1	1
3417	66	128	1	1
3418	128	190	1	1
3419	190	252	1	1
3420	252	314	1	1
3421	314	376	1	1
3422	376	438	1	1
3423	438	500	1	1

.
.
.

3500	1028	1591	2	1
3501	1591	1654	2	1
3502	1654	1717	2	1
3503	1717	1779	2	1
3504	1779	1842	2	1
3505	1842	1904	2	1
3506	1904	1967	2	1
3507	1967	2030	2	1

0
0

2.6.4 Group.Man 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Man 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Main File Card 그룹 8의 Element Activity 포맷에 맞게 작성되어, Main File 작성시 Group.Man을 삽입하여 사용합니다.

Group.Man은 AIG 작성시 Element Activity의 NAC와 NDAC의 입력사항들이 각 Group 별로, 각 Group 내의 요소 종류 별로, 각 요소 종류당 재료 번호 별로 나열되어 있습니다.

```

*****
*
*      MAIN FILE: ELEMENT ACTIVITY
*      (CARD 8)
*
*****

* Card 8.1
*   NFAD
*   366
*
*
*=====
*
* Group No =   1
*      Tunnel Lining
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No =   2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3339   227   9000
*   -3371   227   9000
* Number of Elements =      2
*
*
*=====
*
* Group No =   6
*      Sheet Pile
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3372   101   396
*   -3415   101   396
* Number of Elements =      2
*
*

```

```

*
*=====
*
* Group No =   7
*      Strut-1
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3416   113   347
*   -3431   113   347
* Number of Elements =      2
*
*
*=====
*
* Group No =   9
*      Strut-3
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No =   1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3448   145   347
*   -3463   145   347
* Number of Elements =      2
*
*
*=====
*
* Group No =  10
*      Struct - 4
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----

```



```

*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3464   173   287
*   -3479   173   287
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 11
*   ANCHOR BAR-1
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3480   173   287
*   -3485   173   287
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 12
*   ANCHOR BAR-2
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3486   187   287
*   -3491   187   287
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====

```

```

*
* Group No = 13
*   ANCHOR-3
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3492   201   287
*   -3499   201   287
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 14
*   ANCHOR BAR-4
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3500   215   287
*   -3507   215   287
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 15
*   EX - 1
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 1

```

```

*
*   NEL   NAC   NDAC
*     1     0   101
*    -4     0   101
*    62     0   101
*   -65     0   101
*   123     0   101
*  -126     0   101
*   184     0   101
* -187     0   101
*   245     0   101
* -248     0   101
*   306     0   101
* -309     0   101
*   367     0   101
* -370     0   101
*   428     0   101
* -431     0   101
*   489     0   101
* -492     0   101
*   550     0   101
* -553     0   101
*   611     0   101
* -614     0   101
*   672     0   101
* -675     0   101
*   733     0   101
* -736     0   101
*   794     0   101
* -797     0   101
*   855     0   101
* -858     0   101
*   916     0   101
* -919     0   101
* Number of Elements =    32
*
*
*
*=====
*
* Group No = 16
*      EX - 2
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*

```

```

*   NEL   NAC   NDAC
*     5     0   113
*   -10     0   113
*    66     0   113
*   -71     0   113
*   127     0   113
* -132     0   113
*   188     0   113
* -193     0   113
*   249     0   113
* -254     0   113
*   310     0   113
* -315     0   113
*   371     0   113
* -376     0   113
*   432     0   113
* -437     0   113
*   493     0   113
* -498     0   113
*   554     0   113
* -559     0   113
*   615     0   113
* -620     0   113
*   676     0   113
* -681     0   113
*   737     0   113
* -742     0   113
*   798     0   113
* -803     0   113
*   859     0   113
* -864     0   113
*   920     0   113
* -925     0   113
* Number of Elements =    32
*
*
*
*=====
*
* Group No = 17
*      EX - 3
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC

```

11	0	131
-14	0	131
72	0	131
-75	0	131
133	0	131
-136	0	131
194	0	131
-197	0	131
255	0	131
-258	0	131
316	0	131
-319	0	131
377	0	131
-380	0	131
438	0	131
-441	0	131
499	0	131
-502	0	131
560	0	131
-563	0	131
621	0	131
-624	0	131
682	0	131
-685	0	131
743	0	131
-746	0	131
804	0	131
-807	0	131
865	0	131
-868	0	131
926	0	131
-929	0	131

* Number of Elements = 32

*

*

*

=====

*

* Group No = 18

* EX - 4

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 1

*

NEL	NAC	NDAC
15	0	145

-19	0	145
76	0	145
-80	0	145
137	0	145
-141	0	145
198	0	145
-202	0	145
259	0	145
-263	0	145
320	0	145
-324	0	145
381	0	145
-385	0	145
442	0	145
-446	0	145
503	0	145
-507	0	145
564	0	145
-568	0	145
625	0	145
-629	0	145
686	0	145
-690	0	145
747	0	145
-751	0	145
808	0	145
-812	0	145
869	0	145
-873	0	145
930	0	145
-934	0	145

* Number of Elements = 32

*

*

*

=====

*

* Group No = 19

* EX - 5

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 1

*

NEL	NAC	NDAC
20	0	159
-23	0	159

81	0	159
-84	0	159
142	0	159
-145	0	159
203	0	159
-206	0	159
264	0	159
-267	0	159
325	0	159
-328	0	159
386	0	159
-389	0	159
447	0	159
-450	0	159
508	0	159
-511	0	159
569	0	159
-572	0	159
630	0	159
-633	0	159
691	0	159
-694	0	159
752	0	159
-755	0	159
813	0	159
-816	0	159
874	0	159
-877	0	159
935	0	159
-938	0	159
2874	0	159

* Number of Elements = 33

*

*

*

=====

*

* Group No = 20

* EX - 6A

*

*-----

*

* Continuum Element

*

*-----

*

* Material No = 1

*

NEL	NAC	NDAC
24	0	173
-26	0	173

85	0	173
-87	0	173
146	0	173
-148	0	173
207	0	173
-209	0	173
268	0	173
-270	0	173
329	0	173
-331	0	173
390	0	173
-392	0	173
451	0	173
-453	0	173
512	0	173
-514	0	173
573	0	173
-575	0	173
634	0	173
-636	0	173
695	0	173
-697	0	173
756	0	173
-758	0	173
817	0	173
-819	0	173
878	0	173
-880	0	173
939	0	173
-941	0	173
2871	0	173
-2873	0	173

* Number of Elements = 34

*

*

*

=====

*

* Group No = 21

* EX - 6B

*

*-----

*

* Continuum Element

*

*-----

*

* Material No = 2

*

NEL	NAC	NDAC
27	0	173

-28	0	173
88	0	173
-89	0	173
149	0	173
-150	0	173
210	0	173
-211	0	173
271	0	173
-272	0	173
332	0	173
-333	0	173
393	0	173
-394	0	173
454	0	173
-455	0	173
515	0	173
-516	0	173
576	0	173
-577	0	173
637	0	173
-638	0	173
698	0	173
-699	0	173
759	0	173
-760	0	173
820	0	173
-821	0	173
881	0	173
-882	0	173
942	0	173
-943	0	173
2870	0	173

* Number of Elements = 33

*

*

*

=====

*

* Group No = 22

* EX - 7

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 2

*

NEL	NAC	NDAC
29	0	187

-32	0	187
90	0	187
-93	0	187
151	0	187
-154	0	187
212	0	187
-215	0	187
273	0	187
-276	0	187
334	0	187
-337	0	187
395	0	187
-398	0	187
456	0	187
-459	0	187
517	0	187
-520	0	187
578	0	187
-581	0	187
639	0	187
-642	0	187
700	0	187
-703	0	187
761	0	187
-764	0	187
822	0	187
-825	0	187
883	0	187
-886	0	187
944	0	187
-947	0	187
2868	0	187
-2869	0	187

* Number of Elements = 34

*

*

*

=====

*

* Group No = 23

* EX - 8

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 2

*

NEL	NAC	NDAC
-----	-----	------

33	0	201
-36	0	201
94	0	201
-97	0	201
155	0	201
-158	0	201
216	0	201
-219	0	201
277	0	201
-280	0	201
338	0	201
-341	0	201
399	0	201
-402	0	201
460	0	201
-463	0	201
521	0	201
-524	0	201
582	0	201
-585	0	201
643	0	201
-646	0	201
704	0	201
-707	0	201
765	0	201
-768	0	201
826	0	201
-829	0	201
887	0	201
-890	0	201
948	0	201
-951	0	201

* Number of Elements = 32

*

*

*

=====

*

* Group No = 24

* EX - 9A

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 2

*

NEL	NAC	NDAC
37	0	215

-38	0	215
98	0	215
-99	0	215
159	0	215
-160	0	215
220	0	215
-221	0	215
281	0	215
-282	0	215
342	0	215
-343	0	215
403	0	215
-404	0	215
464	0	215
-465	0	215
525	0	215
-526	0	215
586	0	215
-587	0	215
647	0	215
-648	0	215
708	0	215
-709	0	215
769	0	215
-770	0	215
830	0	215
-831	0	215
891	0	215
-892	0	215
952	0	215
-953	0	215

* Number of Elements = 32

*

*

*

=====

*

* Group No = 25

* EX - 9B

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 3

*

NEL	NAC	NDAC
39	0	215
100	0	215

```

161      0      215
222      0      215
283      0      215
344      0      215
405      0      215
466      0      215
527      0      215
588      0      215
649      0      215
710      0      215
771      0      215
832      0      215
893      0      215
954      0      215
* Number of Elements =      16
*
*
*
*=====
*
* Group No = 26
*      Bedding
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 5
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      2875      225      9000
*      -2890      225      9000
* Number of Elements =      2
*
*
*
*=====

```

```

*
* Group No = 27
*      Back Fill
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 6
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      2891      287      9000
*      -3098      287      9000
* Number of Elements =      2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 28
*      Soil Backfill
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 7
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3099      347      9000
*      -3338      347      9000
* Number of Elements =      2
*
*
*

```

2.6.5 Group.Pos

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Pos 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Post File 포맷에 맞게 작성됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54 이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 기능을 대체할 수 있어 Group.Pos 파일을 사용하지 않아도 됩니다.

2.7 Ex_7 Sea Wall

이 예제는 현존하는 안벽(Sea Wall)구조물의 안정성 영향평가에 사용한 예제로 2차원 유효응력 해석에 사용될 유한요소망 작성에 대하여 설명하고자 합니다.

그림 1은 본 예제의 해석단면으로 안벽 구조물은 흙막이 벽으로 전면에 Steel Sheet Pile이 사용되었고 배면에는 Anchor용 Steel Sheet Pile이 Tie Rod에 의해 전면 Sheet Pile에 연결되었습니다. 그림 2는 Sea Wall 단면 개략도입니다.

표 1은 시공순서 Summary로 처음 2000day는 초기 정수압 상태를 만들기 위해 사용되었고 Sheet Pile 설치 후 배면 굴착은 지표면으로부터 2.5m 까지 일시에 굴착하여 12일이 경과한 후 Tie Rod 설치와 배면 뒤채움을 하였고 이후 콘크리트 포장, 전면굴착, 그리고 상재하중과 견인력 작용의 순서로 되었습니다. 상세한 시공순서는 그림 3a와 3b를 참조하기 바랍니다.

SMAP-2D나 SMAP-3D 프로그램을 사용하여 Flow, 압밀, 동해석을 수행할 시 Time Step, Time, Step No (Cycle)에 관한 관계를 분명히 알아야 하며 그림 4를 참조하여 이해하기 바랍니다. 본 예제와 관련하여 Step No와 Time과의 관계가 표 2에 상세히 설명되어 있습니다. AIG를 사용하여 각 Group의 Element Activity를 나타내는 NAC와 NDAC는 Step No로 입력하게 되어 있습니다.

표 3은 AIG를 사용하여 본 예제의 유한요소망을 생성하기 위해 사용된 Group Summary로 총 15개의 Group이 사용되었습니다. Group의 순서와 Group을 형성하는 Segment의 IEND 값이 차후 ADDRGN-2D를 Execute하여 최종적으로 생성되는 유한요소망의 모양에 영향을 미칩니다. 따라서 처음에 정한 Group 순서가 적절한 유한요소망을 생성하지 못할 경우에는 Group 순서를 재조정 하여야 합니다.

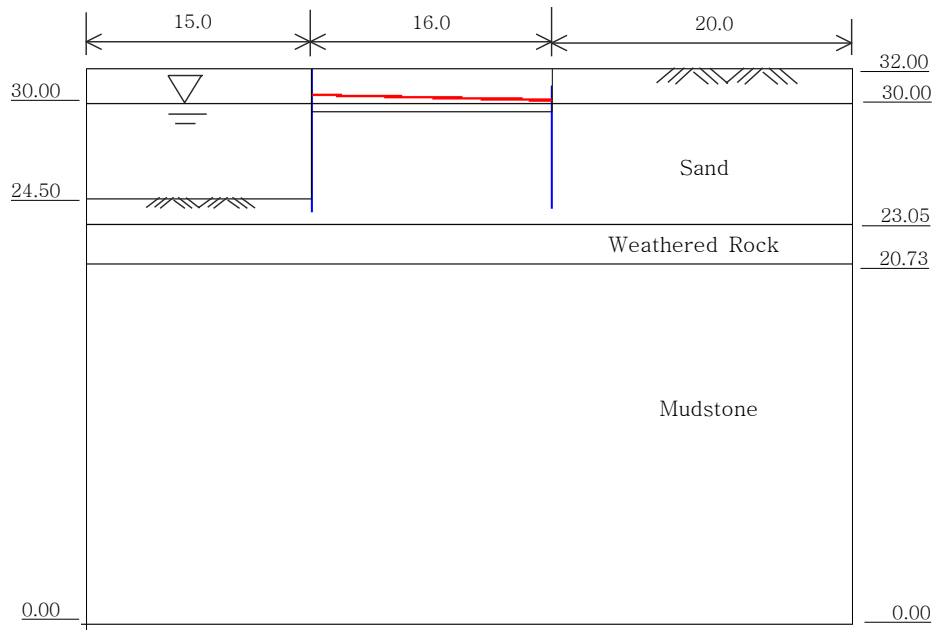


그림 1. Sea Wall 해석단면.

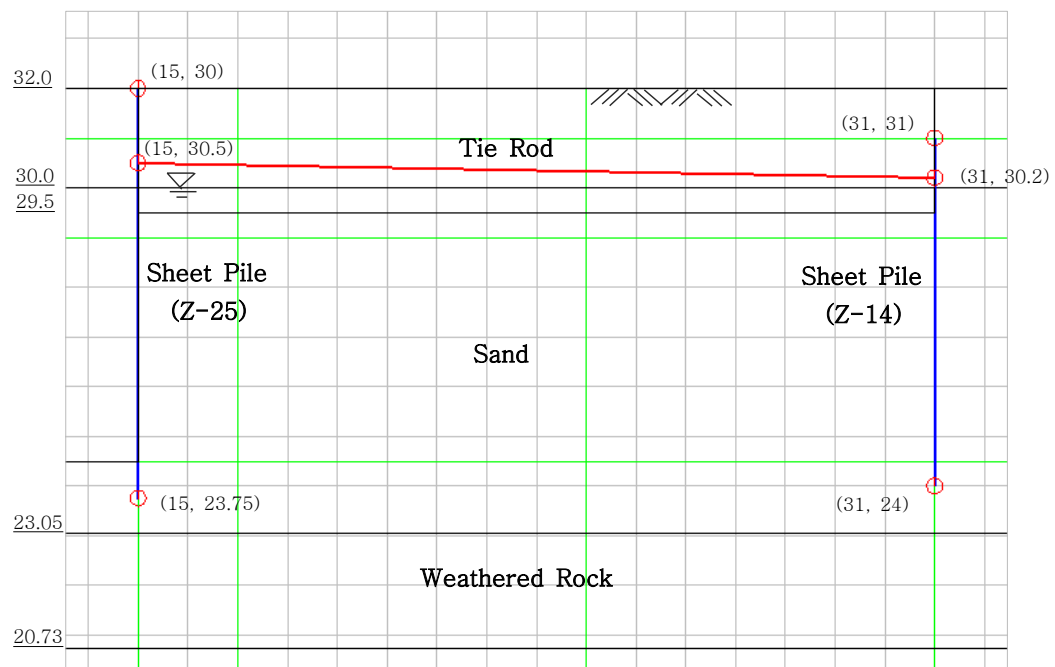


그림 2. Sea Wall 단면 개략도.

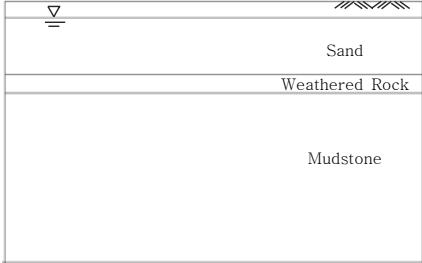
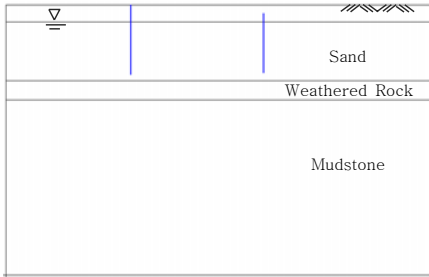
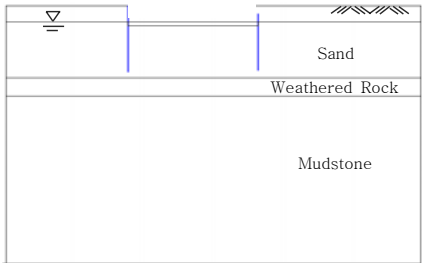
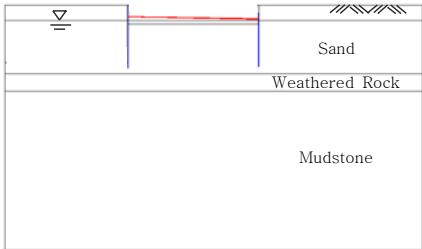
구분	비고
	초기응력계산 초기 유효 수평 및 수직 응력, 정수압 계산. $\Delta t=20$ days 로 100 Step 소요 초기응력은 Step 100 (Time=2000 day)에 완료. 원지반은 Group 1,2,3,4 (MTYPE=3)
	Sheet Pile 항타 Sheet Pile은 초기응력계산이 완료된 직후 Step 101 (Time=2000 day)에 설치. Sheet Pile 은 Beam요소로 모델링함. Sheet Pile은 Group 8,9 (MTYPE=2, LTP=2)
	배면 굴착 배면 굴착은 Step 101 (Time=2000 day)에 GL-2.50까지 굴착. Group 5,6 (MTYPE=3, MATNO=5,6)
	Tie Rod 설치 Tie Rod는 Step 107 (Time=2012 day)에 설치. Tie Rod는 Truss 요소로 모델링함. Group 10 (MTYPE=2, LTP=3)

그림 3a. Sea Wall 시공순서.

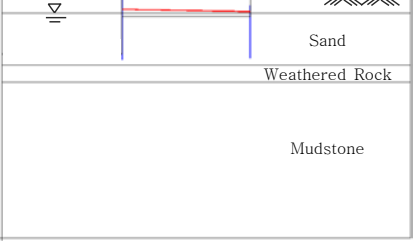
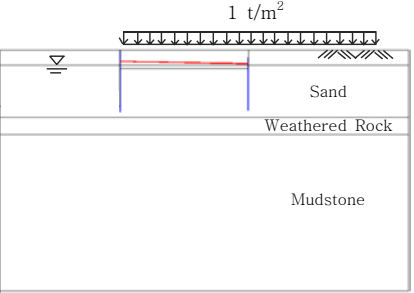
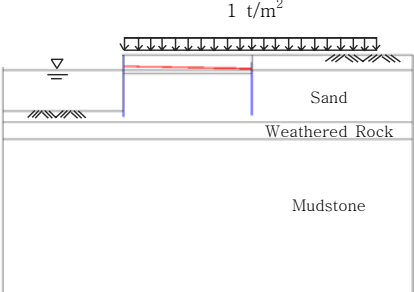
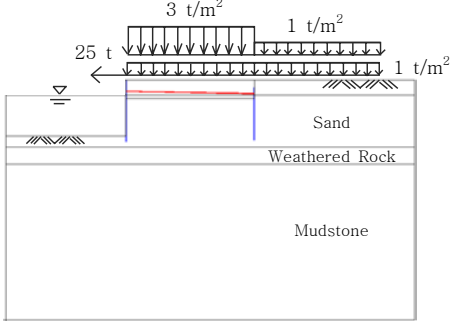
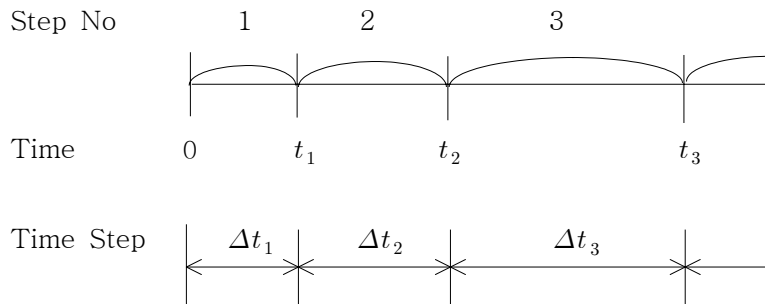
구분	비고
	배면 채움 배면 채움은 Step 107 (Time=2012 day)에서 지표면까지 채움. Group 11,12 (MTYPE=3, MATNO=8,9)
	콘크리트 포장 콘크리트 포장은 지표면에 1t/m²의 상재하중으로 Step 113 (Time=2024day)에서 작용.
	전면 굴착 전면 굴착은 Step 113 (Time=2024 day)에서 GL-7.5까지 굴착. Group 13,14 (MTYPE=3, MATNO=10,11)
	상재하중과 견인력 상재하중 (3t/m², 1t/m²)과 견인력 (25t)은 Step 119 (Time=2084day)에서 지표면에 작용.

그림 3b. Sea Wall 시공순서.

Time Step, Time, Step No에 대하여

SMAP-2D나 SMAP-3D 프로그램 입력사항인 Time Step, Time, 그리고 Step No(Cycle)에 대하여 아래 그림을 참고하여 설명하고자 한다.



Step No(Cycle)는 정수(Integer)로 계산 Step을 나타내고, Time Step은 실수(Real)로 각 Step에 사용된 시간증분을 나타낸다. 따라서 각 Step이 끝나는 점에서의 시간인 Time은 실수로 Time Step의 합으로 계산된다. 그림에서 보는 바와 같이 Step No(Cycle) n에서의 Time은 아래식으로 계산된다.

$$t_n = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

정해석 (Static Analysis)의 경우

Time Step을 1.0으로 사용하면 Step No와 Time이 같은 값을 가지므로 입력이 용이하다.

그림 4. Time Step, Time, Step No 관계.

순서	구분	소요일수(day)	비고
1	초기응력 계산	2000	초기 정수압 상태
2	Sheet Pile 향타		
3	배면 굴착	12	GL-2.50
4	Tie Rod 설치		
5	배면 채움	12	GL-0.00
6	콘크리트 포장		
7	전면 굴착	60	GL-7.50
8	상재하중, 견인력		

표 1. 시공순서 Summary.

Step No (Cycle)	Time 0 day (해석 시작)
1	20
2	40
 $\Delta t = 20 \text{ day}$ (Time Step)	
99	1980
100	2000 day (초기응력 완료, Sheet Pile 설치, 배면굴착)
101	2002
102	2004
 $\Delta t = 2 \text{ day}$	
105	2010
106	2012 day (Tie Rod 설치, 배면 채움)
107	2014
108	2016
 $\Delta t = 2 \text{ day}$	
111	2022
112	2024 day (콘크리트 포장, 전면 굴착)
113	2034
114	2044
 $\Delta t = 10 \text{ day}$	
117	2074
118	2084 day (상재하중, 견인력)
119	2104
120	2124
 $\Delta t = 20 \text{ day}$	
124	2204
125	2224 day (해석 종료)

표 2. Step No와 Time 관계.

Group No.	Name	MTYPE	NAC	NDAC	MATNO / LTP / LMAT / IEND
1	Sand (over water)	3			1 / 0 / 0 / 2
2	Sand (under water)	3			2 / 0 / 0 / 2
3	Weathered Rock	3			3 / 0 / 0 / 2
4	Mudstone	3			4 / 0 / 0 / 2
5	Back Excavation (over water)	3	0	101	5 / 0 / 0 / 2
6	Back Excavation (under water)	3	0	101	6 / 0 / 0 / 2
7	Water Element (in Group 6)	3	101	107	7 / 0 / 0 / 2
8	Sheet Pile (Front, Z-25)	2	101	999	0 / 2 / 1 / 2
9	Sheet Pile (Back, Z-14)	2	101	999	0 / 2 / 2 / 2
10	Tie Rod	2	107	999	0 / 3 / 1 / 2
11	Back Fill (over water)	3	107	999	8 / 0 / 0 / 2
12	Back Fill (under water)	3	107	999	9 / 0 / 0 / 2
13	Front Excavation (over water)	3	0	113	10 / 0 / 0 / 2
14	Front Excavation (under water)	3	0	113	11 / 0 / 0 / 2
15	Water Element (in Group 14)	3	113	999	12 / 0 / 0 / 2

표 3. Group Summary.

2.7.1 AIG를 사용한 Sea Wall Mesh 생성

2.7.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

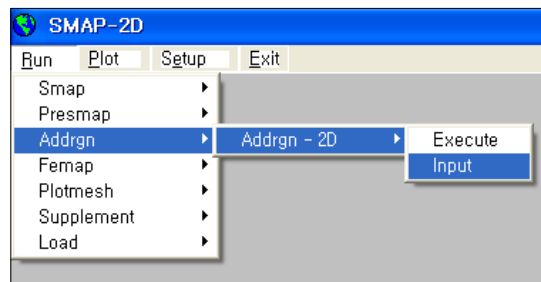


그림 5. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 *Run => Addrng => Addrng-2D => Input => New*의 순서로 클릭합니다.

2.7.1.2 Base Mesh 작성하기

그림 1과 2를 참고하여 그림 6의 Base Mesh를 작성합니다. 본 예제는 자유수면 (Water Table)이 지표면 아래 2.5m에 위치한 유효응력해석을 위한 예제로 Y_{water} 의 값은 30.0m로 입력합니다. 전면 흙막이용 Sheet Pile 주변에서 변위와 응력 변화가 상대적으로 크게 발생하므로 이 부분에서의 유한 요소망은 비교적 조밀하게 짜져야 합니다. Y방향의 Base Mesh는 굴착층과 지층을 구분하여 요소망을 작성할 수 있도록 7개의 Block를 사용하였습니다.

다음의 그림 7의 PLTDS Plotting List 창에서 "Finite Element Meshes"를 선택하면 완성된 Base Mesh가 그림 8과 같이 나타납니다.

Base Mesh

Horizontal Block

Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 6

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	10	0.3	-0.3
2	5	0.4	0.5
3	2	0.4	0.5
4	7	0.4	0.5
5	7	0.5	0.5
6	20	0.3	0.3
7			
8			

Vertical Block

Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 7

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	1	0.4	0.5
2	1	0.4	0.5
3	1	0.4	0.5
4	4.5	0.4	0.5
5	1.45	0.4	0.5
6	2.32	0.4	0.5
7	2.073	0.3	0.3
8			

Boundary Condition

Left

Top

0 Free

Right

Bottom

1 Roller

1 Roller

Origin

Xo 0 Yo 0

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater 30

OK

Description

그림 6. Base Mesh 창.

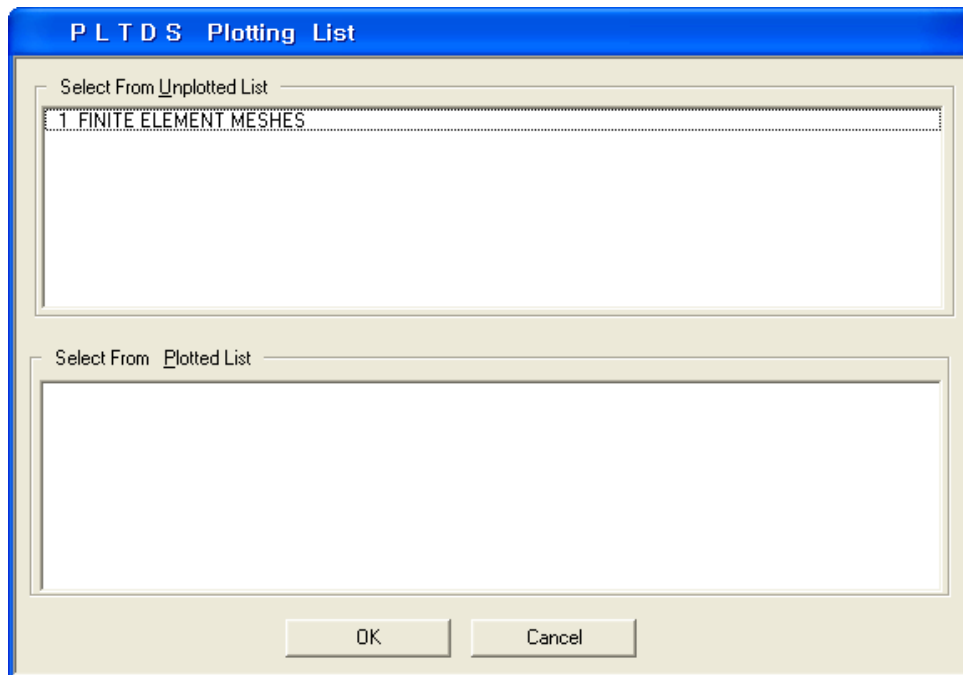


그림 7. PLTDS Plotting List.

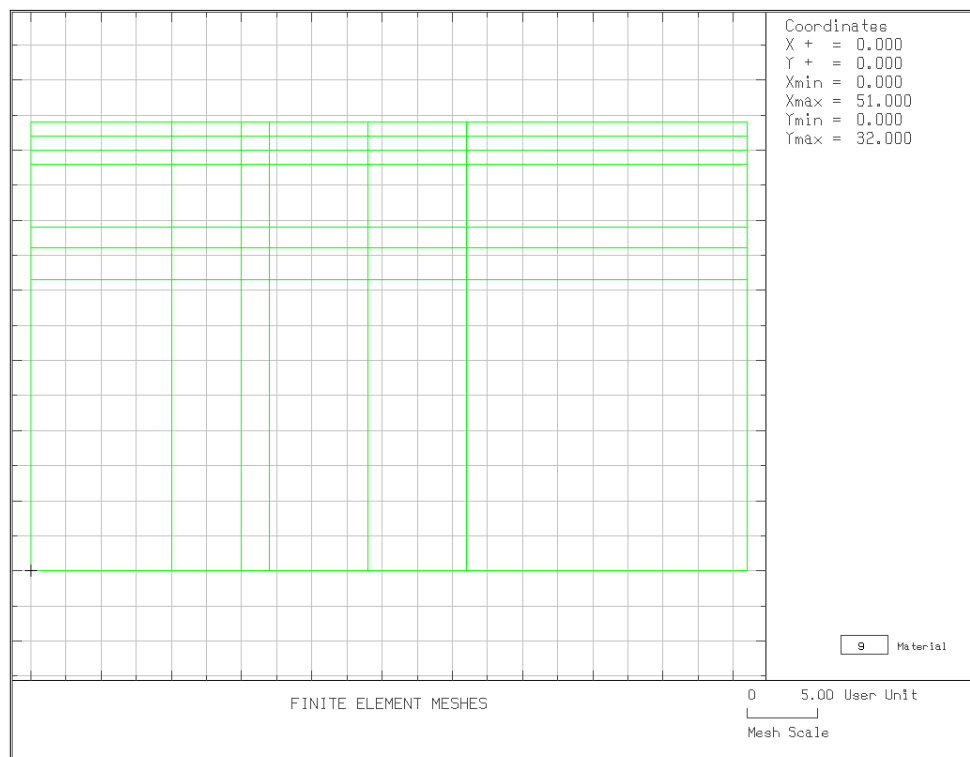


그림 8. 완성된 Base Mesh.

2.7.1.3 지층 ; Group 1~4 만들기

그림 1은 본 예제의 해석단면의 지층을 그리고 표 4는 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 1~4는 원지반을 나타냅니다. 표 4를 바탕으로 Group 1 (Sand over water)을 만들기 위하여 그림 9와 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 10a~10d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 1을 완성합니다. Group 2 (Sand under water), Group 3 (Weathered Rock), 그리고 Group 4 (Mudstone)도 Group 1과 같은 방법으로 완성합니다. 그림 11은 Group 1~4의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
1	Sand (over water)	3	Cont.	1	0	0	1	0	32	0	30	2
							2	0	30	51	30	
							3	51	30	51	32	
							4	51	32	0	32	
2	Sand (under water)	3	Cont.	2	0	0	1	0	30	0	23	2
							2	0	23.05	51	23	
							3	51	23.05	51	30	
							4	51	30	0	30	
3	Weathered Rock	3	Cont.	3	0	0	1	0	23.05	0	20.73	2
							2	0	20.73	51	20.73	
							3	51	20.73	51	23.05	
							4	51	23.05	0	23.05	
4	Mudstone	3	Cont.	4	0	0	1	0	20.73	0	0	2
							2	0	0	51	0	
							3	51	0	51	20.73	
							4	51	20.73	0	20.73	

표 4. 지층 groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO	1	KF	1.00	MATold	3	MTYPE
MATNOj	0	KFj	1.00	THICj	0.10	Description
LTP	0	LMAT	0	☐ Add new mesh ☐ Hide		
LTPi	2	LMATi	1	Line Options Color Type Thickness		
LTPo	2	LMATo	2			

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	0
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

1 → 2

Update Group

Save

Replot
Group Editor
Segment Editor
Close
Exit

그림 9. AIG - Group 1

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Sand (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0

Y = 32

Enter Ending Point

X = 0

Y = 30

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 10a. Group 1 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 1 Sand (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.30000E+02

Enter Ending Point

X = 51

Y = 30

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 10b. Group 1 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 1 Sand (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.51000E+02

Y = 0.30000E+02

Enter Ending Point

X = 51

Y = 32

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 10c. Group 1 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 1 Sand (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.51000E+02

Y = 0.32000E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 32

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 10d. Group 1 - Segment 4.

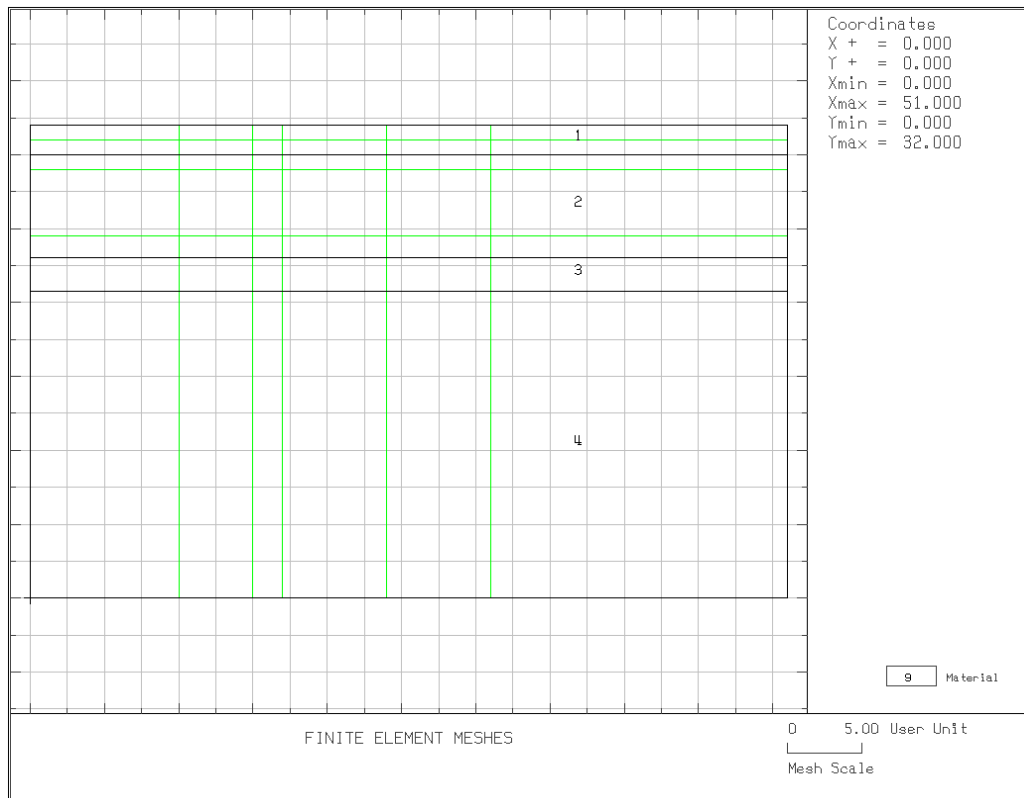


그림 11. 완성된 Group 1~4.

2.7.1.4 배면 굴착 ; Group 5~7 만들기

그림 2는 Sea Wall 단면 개략도를 표 5는 이들 Group에 대한 상세 입력 내용을 나타냅니다.

Group 5 (Back Excavation over water)를 만들기 위해서 그림 12와 같이 AIG 창을 압력한 후  버튼을 클릭하여 그림 13a~13d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 5를 완성합니다. Group 6 (Back Excavation under water) 과 Group 7 (Water Element in Group 6)도 Group 5와 같은 방법으로 완성합니다.

그림 14는 Group 5~7의 완성된 모양을 보여줍니다. Group 7의 AIG 창 작성시 유의할 사항은, Group 7은 원지반 Group 과는 별도로 존재하기 때문에 “Add new mesh”의 Check Box를 체크해야 합니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
5	Back Excavation (over water)	3	Cont.	5	0	101	1	15	32	15	30	2
							Cont.	15	30	31	30	
							Cont.	31	30	31	32	
							Cont.	31	32	15	32	
6	Back Excavation (under water)	3	Cont.	6	0	101	1	15	30	15	29.5	2
							Cont.	15	29.5	31	29.5	
							Cont.	31	29.5	31	30	
							Cont.	31	30	15	30	
7	Water Element (in Group 6)	3	Cont.	7	101	107	1	15	30	15	29.5	2
							Cont.	15	29.5	31	29.5	
							Cont.	31	29.5	31	30	
							Cont.	31	30	15	30	

표 5. 배면굴착 groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOj KFi THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	101
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 12. AIG - Group 5.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 5 Back Excavation (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 15

Y = 32

Enter Ending Point

X = 15

Y = 30

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13a. Group 5 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 5 Back Excavation (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.15000E+02

Y = 0.30000E+02

Enter Ending Point

X = 31

Y = 30

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13b. Group 5 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 5 Back Excavation (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.31000E+02

Y = 0.30000E+02

Enter Ending Point

X = 31

Y = 32

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13c. Group 5 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 5 Back Excavation (over water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.31000E+02

Y = 0.32000E+02

Enter Ending Point

X = 15

Y = 32

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 13d. Group 5 - Segment 4.

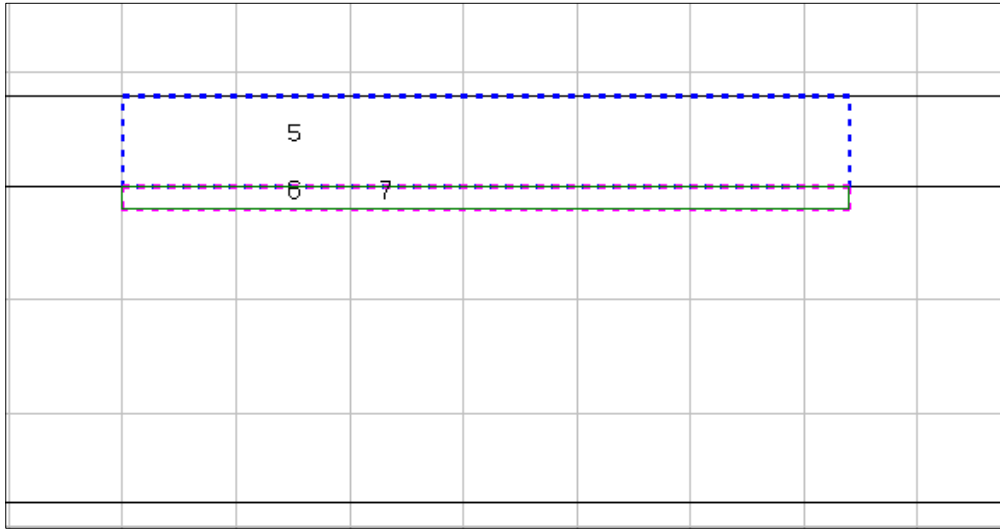


그림 14. 완성된 Group 5~7.

2.7.1.5 Sheet Pile, Tie Rod ; Group 8~10 만들기

그림 2는 Sea wall 단면 개략도를 표 6은 이들 Group에 대한 상세 입력 내용을 나타냅니다.

Group 8 (전면 Sheet Pile)을 만들기 위해서 그림 15와 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 16과 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 8을 완성합니다. Group 9 (배면 Sheet Pile)와 Group 10 (Tie Rod)도 Group 8과 같은 방법으로 완성합니다. Segment 작성시 유의할 사항은 이들 Group의 Geometry는 상대적으로 매우 중요하므로 IEND=2로 지정해야 합니다.

그림 17은 Group 8~10의 완성된 모양을 보여줍니다. AIG 창 작성시 유의할 사항은, Group 8과 9의 Sheet Pile은 Bending에 저항하는 구조물이므로 Beam 요소 (LTP=2)로 모델링하고, Group 10의 Tie Rod는 일축 인장에 저항하는 부재이므로 Truss 요소 (LTP=3)로 모델링 합니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE (LTP)	Mat. No. (LMAT)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
8	Sheet Pile (Front, Z-25)	2	Beam(2)	1	101	999	1	15	32	15	23.75	2
9	Sheet Pile (Back, Z-14)	2	Beam(2)	2	101	999	1	31	31	31	24	2
10	Tie Rod	2	Truss(3)	1	107	999	1	15	30.5	31	30.2	2

표 6. Sheet Pile, Tie Rod groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATNO KF MATold
MATNOj KFi THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	101	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 15. AIG - Group 8.

- 404 -

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 8

Sheet File (Z-25)

Points By

☐ Mouse Pickup
☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 15

Y = 32

Enter Ending Point

X = 15

Y = 23.75

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK

Cancel

Go To Arc Segment

그림 16. Group 8 - Segment 1.

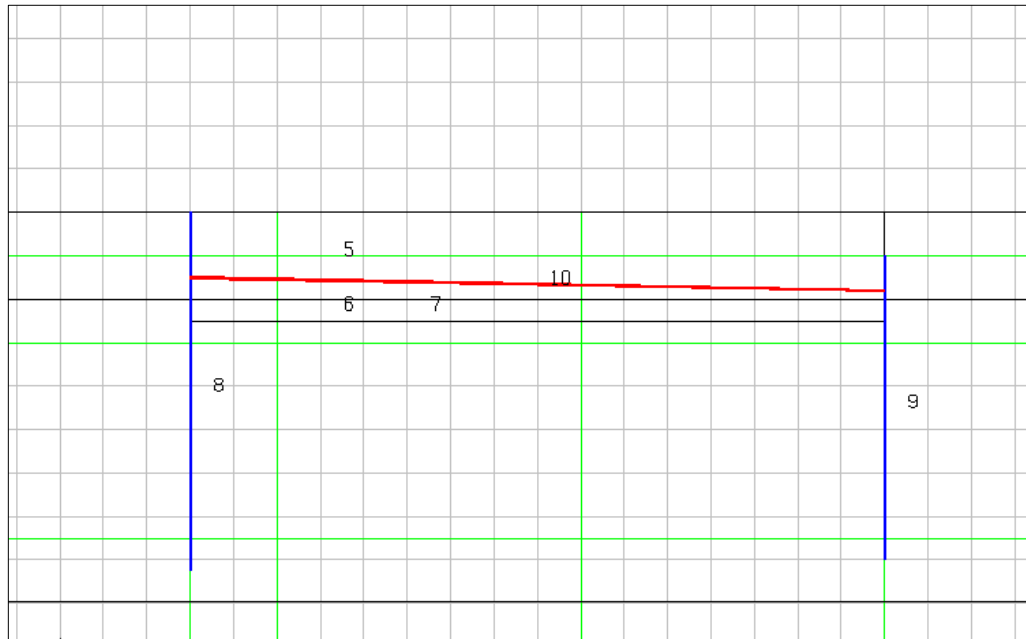


그림 17. 완성된 Group 8~10.

2.7.1.6 배면 뒤채움, 전면 굴착 ; Group 11~15 만들기

그림 1은 뒤채움 및 굴착될 단면을 표 7은 이들 Group에 대한 상세 입력 내용을 나타냅니다.

Group 11 (Back Fill over water)을 만들기 위해서 그림 18과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 19a~19d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 11을 완성합니다. Group 12 (Back Fill under water), Group 13 (Front Excavation over water), Group 14 (Front Excavation under water), 그리고 Group 15 (Water Element in Group 14)도 Group 11과 같은 방법으로 완성합니다.

그림 20은 Group 11~15의 완성된 모양을 보여줍니다. AIG 창 작성시 유의할 사항은, Group 11, 12, 15는 원지반 Group과는 별도로 존재하기 때문에 “Add new mesh”의 Check Box를 체크해야 합니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
11	Back Fill (Over Water)	3	Cont.	8	107	999	1	15	32	15	30	2
							2	15	30	31	30	
							3	31	30	31	32	
							4	31	32	15	32	
12	Back Fill. (under water)	3	Cont.	9	107	999	1	15	30	15	29.5	2
								15	29.5	31	29.5	
								31	29.5	31	30	
								31	30	15	30	
13	Front Excavation. (over water)	3	Cont.	10	0	113	1	0	32	0	30	2
							Cont.	0	30	15	30	
							Cont.	15	30	15	32	
							Cont.	15	32	0	32	
14	Front Excavation. (under water)	3	Cont.	11	0	113	1	0	30	0	24.5	2
							Cont.	0	24.5	15	24.5	
							Cont.	15	24.5	15	30	
							Cont.	15	30	0	30	
15	Water Element (in Group 14)	3	Cont.	12	113	999	1	0	30	0	24.5	2
							Cont.	0	24.5	15	24.5	
							Cont.	15	24.5	15	30	
							Cont.	15	30	0	30	

표 7. 배면 뒤채움, 전면 굴착 groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNOj KFj THICj
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☒ Add new mesh ☐ Hide

Line Options
Color Type Thickness

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	107	999
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

1→2

그림 18. AIG - Group 11.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 11 Back Fill (Over Water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 15

Y = 32

Enter Ending Point

X = 15

Y = 30

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 19a. Group 11 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 11 Back Fill (Over Water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.15000E+02

Y = 0.30000E+02

Enter Ending Point

X = 31

Y = 30

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 19b. Group 11 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 11 Back Fill (Over Water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.31000E+02

Y = 0.30000E+02

Enter Ending Point

X = 31

Y = 32

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 19c. Group 11 - Segment 3.

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 11 Back Fill (Over Water)

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.31000E+02

Y = 0.32000E+02

Enter Ending Point

X = 15

Y = 32

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 19d. Group 11 - Segment 4.

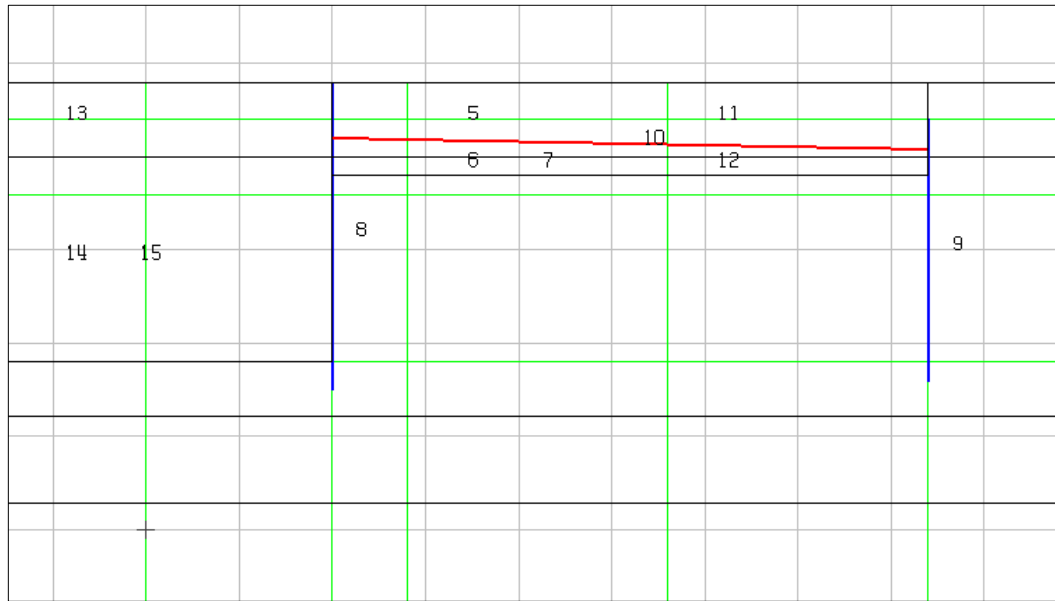


그림 20. 완성된 Group 11~15.

2.7.1.7 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addrgn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 21 참조)

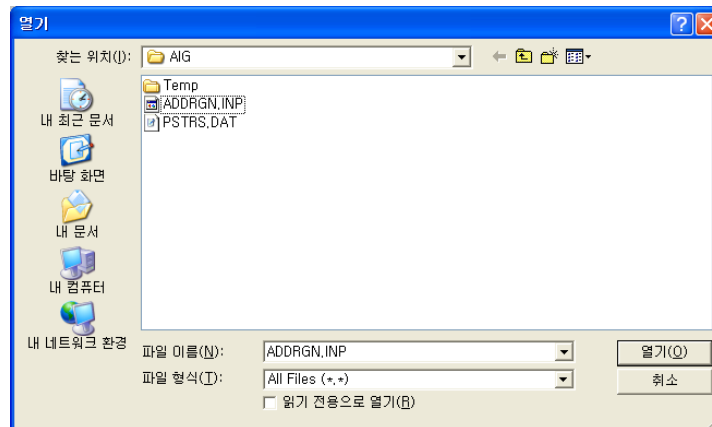


그림 21. Input 파일 선택.

2.7.1.8 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 22와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

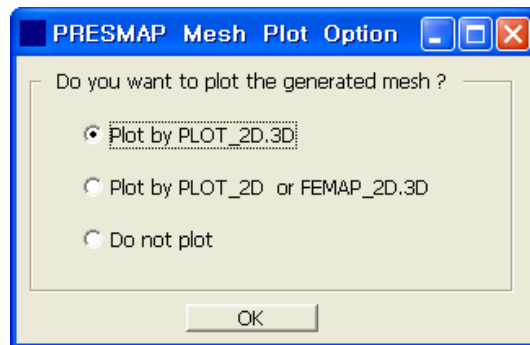


그림 22. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 23은 공사가 완료된 최종단계에서의 유한요소망입니다.

그림 24는 Tie Rod 매설을 위해 굴착될 부분의 원지반 요소망을 보여줍니다.

그림 25는 전면굴착 부분의 원지반 요소망을 보여줍니다. 그리고 그림 26은 Beam 요소로 모델링된 Sheet Pile과 Truss 요소로 모델링된 Tie Rod의 요소 번호를 보여줍니다. 이 들 요소번호는 Group.Man 파일에서 Element Activity가 올바르게 생성되었는지 확인하는데 사용됩니다.

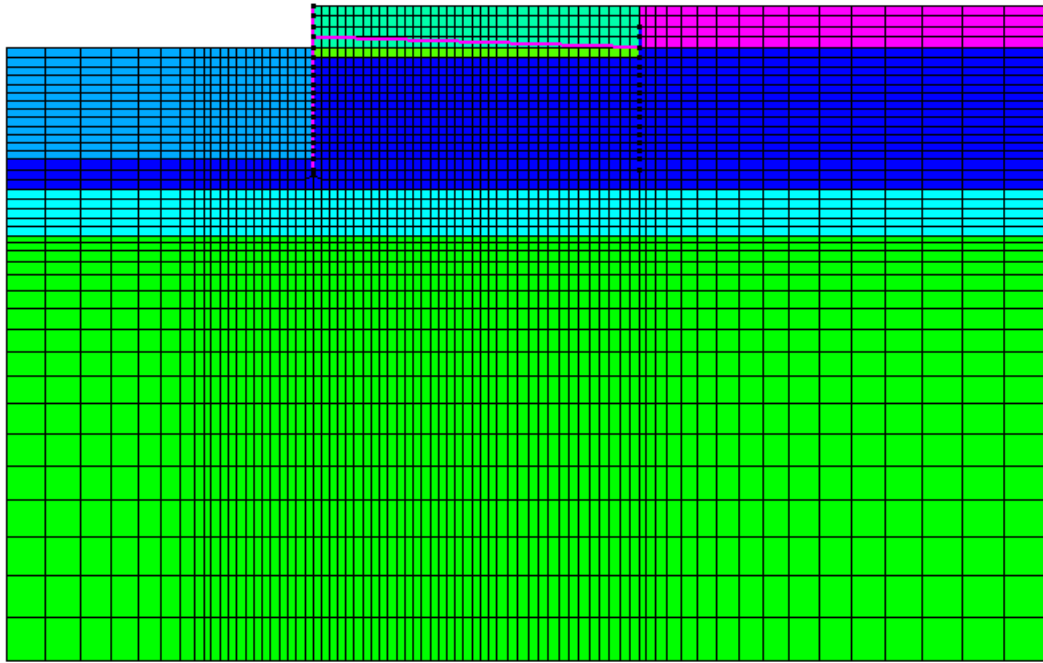


그림 23. 최종 단계에서의 유한요소망.

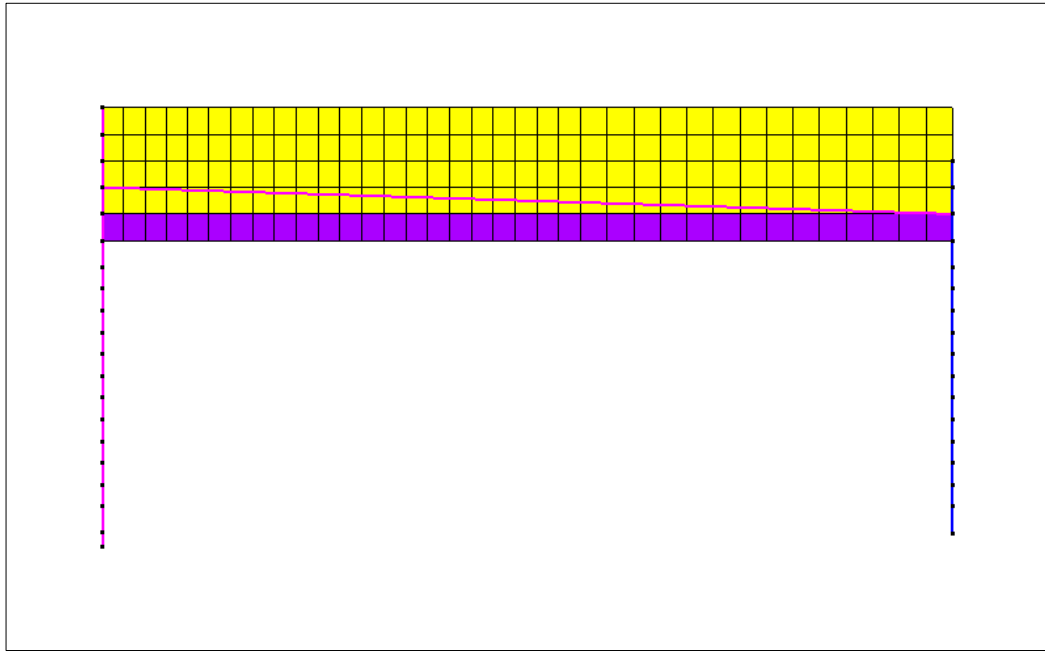


그림 24. Tie Rod 매설을 위해 굴착될 부분의 유한요소망.

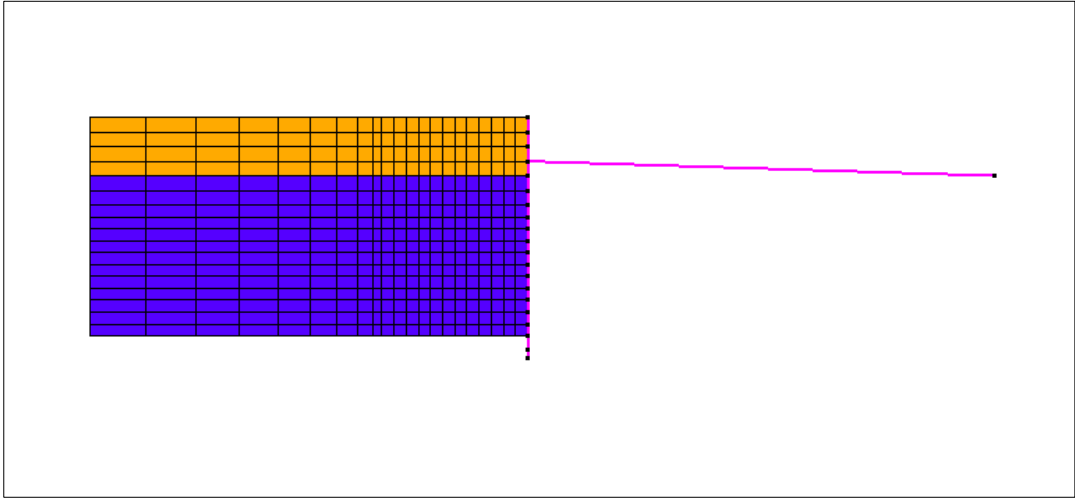


그림 25. 전면굴착 부분의 원지반 유한요소망

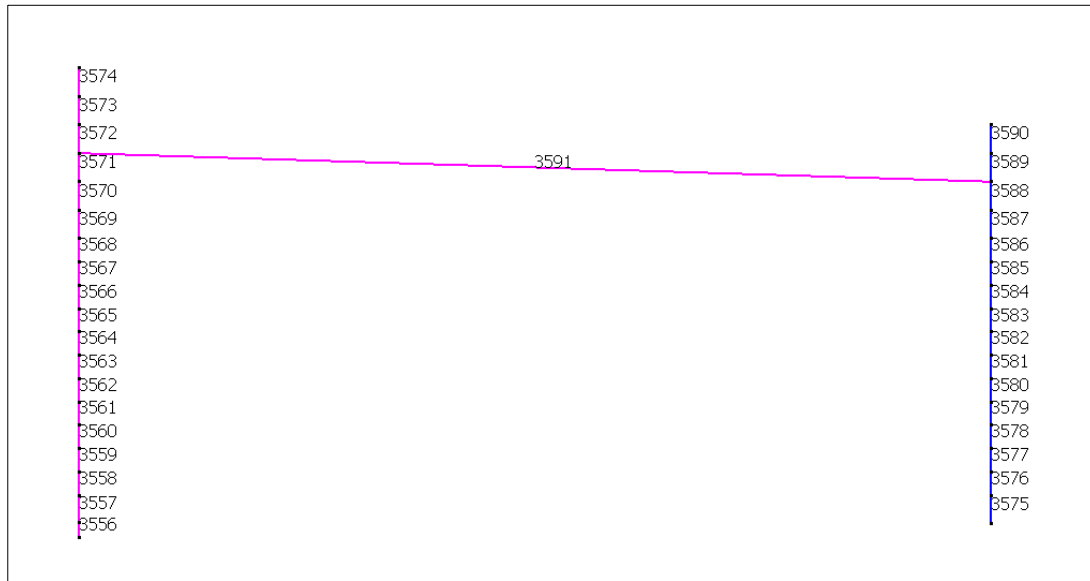


그림 26. Sheet Pile, Tie Rod의 요소 번호.

2.7.2 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.

```

* Card 1.1
* IMOD
2
* Card 4.1
* NBX  NBV  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
  6    7    1        1        0        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
0.00000E+00  0.00000E+00  3.00000E+01
* Card 4.3
*   W          DX          AX
1.00000E+01  3.00000E-01 -3.00000E-01
5.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
2.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
7.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
7.00000E+00  5.00000E-01  5.00000E-01
2.00000E+01  3.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.4
*   H          DY          AY
1.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
1.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
1.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
4.50000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
1.45000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
2.32000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
2.07300E+01  3.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL      NSNODE
  1    1
* Card 3.3
* IEDIT
4
* Card 3.3.5.1
* NODE
0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGTITL
15    1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref          Yref
0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
* Group No = 1
      Sand (over water)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  1    1    0    0    3

```

```

*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo          YLo
  4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X          Y
  1    0.00000E+00  3.20000E+01
  2    0.00000E+00  3.00000E+01
  3    5.10000E+01  3.00000E+01
  4    5.10000E+01  3.20000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX          GNODY
  4          1.00000E+01  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4    1        0    2
*
*=====
*
* Group No = 2
      Sand (under water)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  2    0    0    0    3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo          YLo
  4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP   X          Y
  1    0.00000E+00  3.00000E+01
  2    0.00000E+00  2.30500E+01
  3    5.10000E+01  2.30500E+01
  4    5.10000E+01  3.00000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX          GNODY
  4          1.00000E+01  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4    1        0    2
*
*=====

```

```

*
* Group No = 3
* Weathered Rock
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 0 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  3 0 0 0 3

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 2.30500E+01
  2 0.00000E+00 2.07300E+01
  3 5.10000E+01 2.07300E+01
  4 5.10000E+01 2.30500E+01

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX GNODY
  4 1.00000E+01 0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2

```

```

*
*=====

```

```

*
* Group No = 4
* Mudstone

```

```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 0 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  4 0 0 0 3

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 0.00000E+00 2.07300E+01
  2 0.00000E+00 0.00000E+00
  3 5.10000E+01 0.00000E+00
  4 5.10000E+01 2.07300E+01

```

```

* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX GNODY
  4 1.00000E+01 0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1

```

```

* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2

```

```

*
*=====

```

```

* Group No = 5
* Back Excavation (over water)

```

```

* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3 1 0 0 0 0 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  5 1 0 0 3

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 101

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0 0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0

```

```

*
*-----

```

```

* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE1 For Mesh
  0
* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE2 For Principal Stress
  0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE3 For Deformed Shape
  0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE4 For Beam
  0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE5 For Truss
  0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-3
* NPTYPE6 For Contour: Continuum
  0

```

```

* Card 3.3.5.4.1-3
* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line
  0

```

```

*
*-----

```

```

*

```

```
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      1.50000E+01  3.20000E+01
  2      1.50000E+01  3.00000E+01
  3      3.10000E+01  3.00000E+01
  4      3.10000E+01  3.20000E+01
```

```
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
  4      -5.00000E+00  0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4      1      0      2
```

```
*
=====
```

```
*
* Group No = 6
      Back Excavation (under water)
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      0      0      0      0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  6      0      0      0      3
```

```
*
=====
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0      101
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNoj
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0      0
```

```
*
=====
```

```
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      1.50000E+01  3.00000E+01
  2      1.50000E+01  2.95000E+01
```

```
  3      3.10000E+01  2.95000E+01
  4      3.10000E+01  3.00000E+01
```

```
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
  4      -5.00000E+00  0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4      1      0      2
```

```
*
=====
```

```
*
* Group No = 7
      Water Element (in Group 6)
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3      1      1      0      0      0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
  7      0      0      0      3
```

```
*
=====
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  101      107
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNoj
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0      0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0      0
```

```
*
=====
```

```
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
  4      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
  1      1.50000E+01  3.00000E+01
  2      1.50000E+01  2.95000E+01
  3      3.10000E+01  2.95000E+01
  4      3.10000E+01  3.00000E+01
```

```
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
  4      -3.00000E+00  0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1      1      0      2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 1 0 2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 0 2
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  4 1 0 2
```

```
*
=====
```

```
*
* Group No = 8
  Sheet Pile (Z-25)
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 9 0 2 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
```

```
* LTP LMAT
  2 1
```

```
*
-----
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  101 999
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
```

```
*
-----
```

```
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 1.50000E+01 3.20000E+01
  2 1.50000E+01 2.37500E+01
```

```
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX GNODY
  1 0.00000E+00 0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
```

```
*
=====
```

```
*
* Group No = 9
  Sheet Pile (Z-14)
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 9 0 2 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
```

```
* LTP LMAT
  2 2
```

```
*
-----
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  101 999
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATo
  0 0
```

```
*
-----
```

```
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  2 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 3.10000E+01 3.10000E+01
  2 3.10000E+01 2.40000E+01
```

```
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX GNODY
  1 0.00000E+00 0.00000E+00
```

```
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 0 2
```

```
*
=====
```

```
*
* Group No = 10
  Tie Rod
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 0 12 0 2 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-1
```

```
* LTP LMAT
  3 1
```

```
*
-----
```

```
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATold
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNO
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For MATNOj
  0 0
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMAT
  107 999
```

```
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC NDAC For LMATi
```



```

      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      2      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
      1      1.50000E+01 3.05000E+01
      2      3.10000E+01 3.02000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
      1      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      1      1      0
*
*=====
*
* Group No = 11
      Back Fill (Over Water)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
      3      1      1      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
      8      1      0      0      3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
      107     999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNoj
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      4      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
      1      1.50000E+01 3.00000E+01
      2      1.50000E+01 2.95000E+01
      3      3.10000E+01 2.95000E+01
      4      3.10000E+01 3.00000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
      4      2.00000E+00 0.00000E+00

```

```

* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      2      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      3      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      4      1      0      2
*
*=====
*
* Group No = 12
      Back Fill. (under water)
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
      3      1      1      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT KF LTP LMAT MATold
      9      0      0      0      3
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
      107     999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNoj
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
      0      0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
      4      0      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
      1      1.50000E+01 3.00000E+01
      2      1.50000E+01 2.95000E+01
      3      3.10000E+01 2.95000E+01
      4      3.10000E+01 3.00000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
      4      2.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
      2      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND

```

3 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

4 1 0 2

*

=====

*

* Group No = 13

Front Excavation. (over water)

*

* Card 3.3.5.4.1

* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE

3 1 0 0 0 0 0

* Card 3.3.5.4.1-1

* MAT KF LTP LMAT MATold

10 1 0 0 3

*

*

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATold

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNO

0 113

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNOj

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMAT

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATi

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATo

0 0

*

*

* Card 3.3.5.4.2

* NPOINT MOVE IREF XLo YLo

4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.2-1

* NP X Y

1 0.00000E+00 3.20000E+01

2 0.00000E+00 3.00000E+01

3 1.50000E+01 3.00000E+01

4 1.50000E+01 3.20000E+01

* Card 3.3.5.4.3

* NSEGMENT GNODX GNODY

4 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

1 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

2 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

3 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

4 1 0 2

*

=====

*

* Group No = 14

Front Excavation. (under water)

*

* Card 3.3.5.4.1

* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE

3 1 0 0 0 0 0

* Card 3.3.5.4.1-1

* MAT KF LTP LMAT MATold

11 0 0 0 3

*

*

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATold

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNO

0 113

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNOj

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMAT

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATi

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATo

0 0

*

*

* Card 3.3.5.4.2

* NPOINT MOVE IREF XLo YLo

4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.2-1

* NP X Y

1 0.00000E+00 3.00000E+01

2 0.00000E+00 2.45000E+01

3 1.50000E+01 2.45000E+01

4 1.50000E+01 3.00000E+01

* Card 3.3.5.4.3

* NSEGMENT GNODX GNODY

4 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

1 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

2 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

3 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

4 1 0 2

*

=====

*

* Group No = 15

Water Element (in Group 14)

*

* Card 3.3.5.4.1

* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE

3 1 1 0 0 0 0

* Card 3.3.5.4.1-1

* MAT KF LTP LMAT MATold

12 0 0 0 3

```

*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATold
*      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNO
*      113     999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For MATNOj
*      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMAT
*      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATi
*      0      0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC   NDAC   For LMATo
*      0      0
*
*-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo      YLo
*      4      1      0      0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP      X      Y
*      1      0.00000E+00 3.00000E+01
*      2      0.00000E+00 2.45000E+01
*      3      1.50000E+01 2.45000E+01
*      4      1.50000E+01 3.00000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
*      4      2.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
*      1      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
*      2      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
*      3      1      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
*      4      1      0      2
*
*=====
*

```

2.7.3 Group.Mes 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일은 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

Group.Mes 파일은 해석할 구조물과 주변지반을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-2D User's Manual의 Mesh File를 참고하시기 바랍니다.

..WGROUP.MES

NUMNP NCONT NBEAM NTRUS

3182 3555 35 1

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.320000E+02
2	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.315000E+02
3	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.310000E+02
4	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.305000E+02
5	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.300000E+02
6	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.295000E+02
7	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.290000E+02
8	1	0	1	0	1	1	.000000E+00	.285909E+02

.

.

3175	1	0	1	0	1	1	.510000E+02	.125528E+02
3176	1	0	1	0	1	1	.510000E+02	.111038E+02
3177	1	0	1	0	1	1	.510000E+02	.954010E+01
3178	1	0	1	0	1	1	.510000E+02	.786162E+01
3179	1	0	1	0	1	1	.510000E+02	.606837E+01
3180	1	0	1	0	1	1	.510000E+02	.416035E+01
3181	1	0	1	0	1	1	.510000E+02	.213756E+01
3182	1	1	1	1	1	1	.510000E+02	.000000E+00

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	44	1	2	45	0	0	0	0	10	0	1	2	2	.0000E+00
2	45	2	3	46	0	0	0	0	10	0	1	2	2	.0000E+00
3	46	3	4	47	0	0	0	0	10	0	1	2	2	.0000E+00
4	47	4	5	48	0	0	0	0	10	0	1	2	2	.0000E+00
5	48	5	6	49	0	0	0	0	11	0	0	2	2	.0000E+00
6	49	6	7	50	0	0	0	0	11	0	0	2	2	.0000E+00
7	50	7	8	51	0	0	0	0	11	0	0	2	2	.0000E+00
8	51	8	9	52	0	0	0	0	11	0	0	2	2	.0000E+00

.

.

3548	913	870	871	914	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00
3549	914	871	872	915	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00
3550	915	872	873	916	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00
3551	916	873	874	917	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00
3552	917	874	875	918	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00
3553	918	875	876	919	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00
3554	919	876	877	920	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00
3555	920	877	878	921	0	0	0	0	12	0	0	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT

NEL	I	J	MSEC	NODEK
3556	923	922	1	1
3557	922	921	1	1
3558	921	920	1	1
3559	920	919	1	1

3560	919	918	1	1
3561	918	917	1	1
3562	917	916	1	1
3563	916	915	1	1
3564	915	914	1	1
3565	914	913	1	1
3566	913	912	1	1
3567	912	911	1	1
3568	911	910	1	1
3569	910	909	1	1
3570	909	908	1	1
3571	908	907	1	1
3572	907	906	1	1
3573	906	905	1	1
3574	905	904	1	1
3575	2470	2469	2	1
3576	2469	2468	2	1
3577	2468	2467	2	1
3578	2467	2466	2	1
3579	2466	2465	2	1
3580	2465	2464	2	1
3581	2464	2463	2	1
3582	2463	2462	2	1
3583	2462	2461	2	1
3584	2461	2460	2	1
3585	2460	2459	2	1
3586	2459	2458	2	1
3587	2458	2457	2	1
3588	2457	2456	2	1
3589	2456	2455	2	1
3590	2455	2454	2	1

TRUSS ELEMENT

NEL	I	J	MATT	NODEK
3591	907	2456	1	1
0				
0				

2.7.4 Group.Man 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Man 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Main File Card 그룹 8의 Element Activity 포맷에 맞게 작성되어, Main File 작성시 Group.Man을 삽입하여 사용합니다.

Group.Man은 AIG 작성시 Element Activity의 NAC와 NDAC의 입력사항들이 각 Group 별로, 각 Group 내의 요소 종류 별로, 각 요소 종류당 재료 번호 별로 나열되어 있습니다.

```

*****
*
*      MAIN FILE: ELEMENT ACTIVITY
*      (CARD 8)
*
*****
*
* Card 8.1
*   NFAD
*     205
*
*
*=====
*
* Group No =   5
*      Back  Excavation  (over water)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =   5
*
*   NEL    NAC    NDAC
*   883      0    101
*  -886      0    101
*   925      0    101
*  -928      0    101
*   967      0    101
*  -970      0    101
*  1009      0    101
* -1012      0    101
*   1051     0    101
* -1054      0    101
*   1093     0    101
* -1096      0    101
*   1135     0    101
* -1138      0    101
*   1177     0    101
* -1180      0    101
*   1219     0    101
* -1222      0    101
*   1261     0    101
* -1264      0    101
*   1303     0    101
* -1306      0    101
*   1345     0    101
* -1348      0    101
*   1387     0    101

```

```

-1390      0    101
  1429      0    101
-1432      0    101
  1471      0    101
-1474      0    101
  1513      0    101
-1516      0    101
  1555      0    101
-1558      0    101
  1597      0    101
-1600      0    101
  1639      0    101
-1642      0    101
  1681      0    101
-1684      0    101
  1723      0    101
-1726      0    101
  1765      0    101
-1768      0    101
  1807      0    101
-1810      0    101
  1849      0    101
-1852      0    101
  1891      0    101
-1894      0    101
  1933      0    101
-1936      0    101
  1975      0    101
-1978      0    101
  2017      0    101
-2020      0    101
  2059      0    101
-2062      0    101
  2101      0    101
-2104      0    101
  2143      0    101
-2146      0    101
  2185      0    101
-2188      0    101
  2227      0    101
-2230      0    101
  2269      0    101
-2272      0    101
  2311      0    101
-2314      0    101
  2353      0    101
-2356      0    101

```

```

* Number of Elements =   72
*
*
*

```



```

=====
*
* Group No = 6
*      Back Excavation (under water)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 6
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      887      0      101
*      929      0      101
*      971      0      101
*      1013     0      101
*      1055     0      101
*      1097     0      101
*      1139     0      101
*      1181     0      101
*      1223     0      101
*      1265     0      101
*      1307     0      101
*      1349     0      101
*      1391     0      101
*      1433     0      101
*      1475     0      101
*      1517     0      101
*      1559     0      101
*      1601     0      101
*      1643     0      101
*      1685     0      101
*      1727     0      101
*      1769     0      101
*      1811     0      101
*      1853     0      101
*      1895     0      101
*      1937     0      101
*      1979     0      101
*      2021     0      101
*      2063     0      101
*      2105     0      101
*      2147     0      101
*      2189     0      101
*      2231     0      101
*      2273     0      101
*      2315     0      101
*      2357     0      101
* Number of Elements = 36

```

```

*
*
*
=====
*
* Group No = 7
*      Water Element (in Group 6)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 7
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3067     101     107
*      -3102    101     107
* Number of Elements = 2
*
*
*
=====
*
* Group No = 8
*      Sheet Pile (Z-25)
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*      NEL      NAC      NDAC
*      3556     101     999
*      -3574    101     999
* Number of Elements = 2
*
*
*
=====
*
* Group No = 9
*      Sheet Pile (Z-14)
*
*-----
*
* Beam Element

```

```

*
*-----
*
* Material No = 2
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3575   101   999
*   -3590   101   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 10
*   Tie Rod
*
*-----
*
* Truss Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3591   107   999
* Number of Elements = 1
*
*
*
*=====
*
* Group No = 11
*   Back Fill (Over Water)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 8
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3103   107   999
*   -3246   107   999
* Number of Elements = 2
*
*
*

```

```

*=====
*
* Group No = 12
*   Back Fill. (under water)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 9
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   3247   107   999
*   -3282   107   999
* Number of Elements = 2
*
*
*
*=====
*
* Group No = 13
*   Front Excavation. (over water)
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No = 10
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   1      0    113
*   -4     0    113
*   43     0    113
*   -46    0    113
*   85     0    113
*   -88    0    113
*   127    0    113
*   -130   0    113
*   169    0    113
*   -172   0    113
*   211    0    113
*   -214   0    113
*   253    0    113
*   -256   0    113
*   295    0    113
*   -298   0    113
*   337    0    113

```

-340	0	113
379	0	113
-382	0	113
421	0	113
-424	0	113
463	0	113
-466	0	113
505	0	113
-508	0	113
547	0	113
-550	0	113
589	0	113
-592	0	113
631	0	113
-634	0	113
673	0	113
-676	0	113
715	0	113
-718	0	113
757	0	113
-760	0	113
799	0	113
-802	0	113
841	0	113
-844	0	113

* Number of Elements = 42

*

*

*

=====

*

* Group No = 14

* Front Excavation. (under water)

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 11

*

NEL	NAC	NDAC
5	0	113
-17	0	113
47	0	113
-59	0	113
89	0	113
-101	0	113
131	0	113
-143	0	113

173	0	113
-185	0	113
215	0	113
-227	0	113
257	0	113
-269	0	113
299	0	113
-311	0	113
341	0	113
-353	0	113
383	0	113
-395	0	113
425	0	113
-437	0	113
467	0	113
-479	0	113
509	0	113
-521	0	113
551	0	113
-563	0	113
593	0	113
-605	0	113
635	0	113
-647	0	113
677	0	113
-689	0	113
719	0	113
-731	0	113
761	0	113
-773	0	113
803	0	113
-815	0	113
845	0	113
-857	0	113

* Number of Elements = 42

*

*

*

=====

*

* Group No = 15

* Water Element (in Group 14)

*

*

* Continuum Element

*

*

* Material No = 12

*

*	NEL	NAC	NDAC
	3283	113	999
	-3555	113	999
* Number of Elements = 2			
*			
*			

2.7.5 Group.Pos

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Pos 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Post File 포맷에 맞게 작성됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54 이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 기능을 대체할 수 있어 Group.Pos 파일을 사용하지 않아도 됩니다.

2.8 Ex_8 Arch Warehouse

이 예제는 지중 및 지상 구조물을 AIG를 사용하여 동시에 모델링하여 유한요소망을 작성하는 예제입니다.

그림1은 본 예제의 해석단면으로 Warehouse 구조물은 지중 콘크리트 기초(Foundation)와 지상 아치형 Steel Frame으로 구성되어 있습니다.

표 1은 시공순서 Summary로 처음 step은 초기응력을 계산하는데 사용되고, 기초의 터파기와 콘크리트 타설은 step 3에서 동시에 시공된 것으로 하였고, Arch Frame은 step 4에서 설치한 것으로 가정하였습니다.

표 2는 AIG를 사용하여 본 예제의 유한요소망을 생성하기 위해 사용된 Group Summary로 총 5개의 Group이 사용되었습니다. Group의 순서와 Group을 형성하는 Segment의 IEND값이 차후 ADDRGN-2D를 Execute하여 최종적으로 생성되는 유한요소망의 모양에 영향을 미칩니다. 따라서 처음에 정한 Group 순서가 적절한 유한요소망을 생성하지 못할 경우에는 Group 순서를 재조정 하여야 합니다.

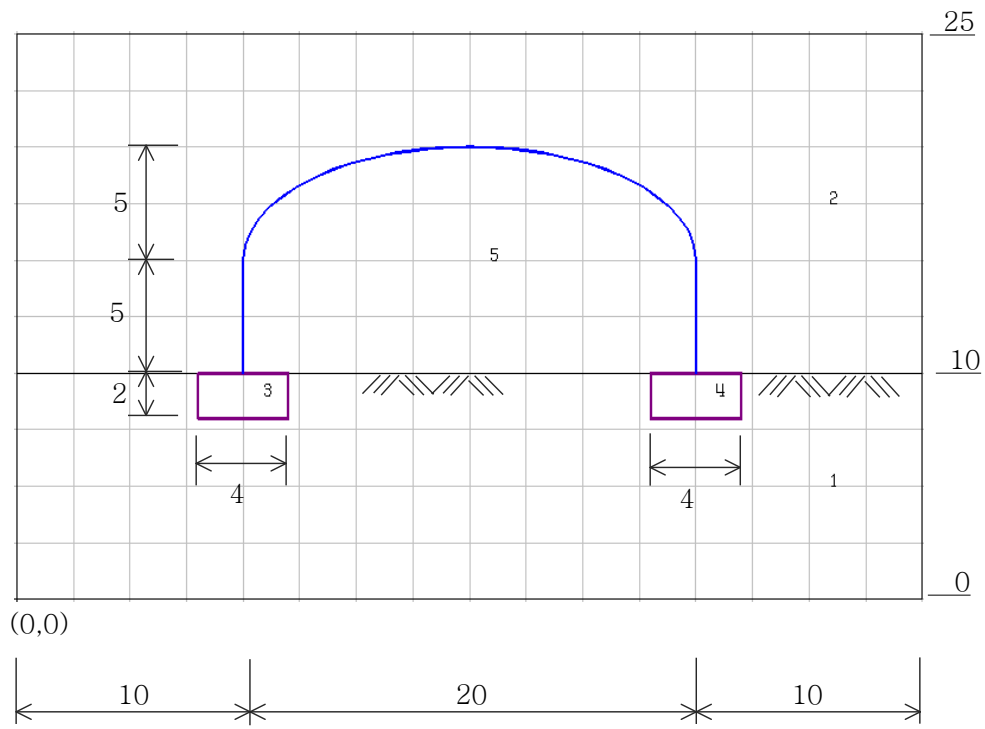


그림 1. Arch Warehouse 해석단면

순서	구분	Active Step (NAC)	Deactive Step (NDAC)
1	초기 응력 계산		
2	기초 터파기	0	3
3	기초 콘크리트 타설	3	999
4	Frame 설치	4	999

표 1. 시공순서 Summary

Group No.	Name	MTYPE	Add New Mesh	NAC	NDAC	MATNO / MAP _{old} / LTP / LMAT / IEND)
1	Soil Layer	3				1 / 0 / 0 / 0 / 2
2	Above Ground	1				0 / 0 / 0 / 0 / 0
3	Left Foundation	4		터파기 (MAT _{old} =2)		3 / 2 / 0 / 0 / 2
				0	3	
				기초 (MATNO=3)		
				3	999	
4	Right Foundation	4		터파기 (MAT _{old} =2)		3 / 2 / 0 / 0 / 2
				0	3	
				기초 (MATNO=3)		
				3	999	
5	Arch Frame	2	V	4	999	0 / 0 / 2 / 1 / 2

표 2. Group Summary

2.8.1 AIG를 사용한 Arch Warehouse Mesh 생성

2.8.1.1 AIG 실행하기

AIG를 이용하여 Mesh 파일 생성을 위한 Input Data를 작성하기 위해서 다음과 같은 단계를 거칩니다.

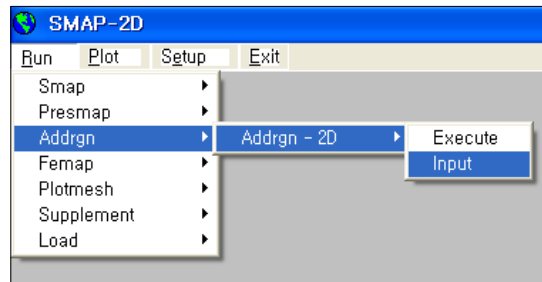


그림 2. AIG 실행하기.

새로운 Mesh 작성을 위하여 *Run => Addrqn => Addrqn-2D => Input => New*의 순서로 클릭합니다.

2.8.1.2 Base Mesh 작성하기

그림 1을 참고하여 그림 3의 Base Mesh를 작성합니다. 본 예제는 Above Ground와 Soil 층을 구분하여 요소망을 작성할 수 있도록 Y방향으로 2개의 Block을 사용하였습니다.

다음의 그림 4의 PLTDS Plotting List 창에서 “Finite Element Meshes”를 선택하면 완성된 Base Mesh가 그림 5와 같이 나타납니다.

Base Mesh

Horizontal Block

Horizontal blocks are defined from left to right.

Number of blocks in X direction: 1

No.	Width (W)	Element Size (DX)	Normalized Midpoint (AX)
1	40	0.5	0.5
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Vertical Block

Vertical blocks are defined from top to bottom.

Number of blocks in Y direction: 2

No.	Height (H)	Element Size (DY)	Normalized Midpoint (AY)
1	15	0.5	0.5
2	10	0.5	0.5
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Boundary Condition

Left

Top

0 Free

Right

Bottom

1 Roller

1 Roller

Origin

Xo 0 Yo 0

Water Table

For total stress analysis, set Ywater lower than Yo

Ywater 0

OK

Description

그림 3. Base Mesh 창.

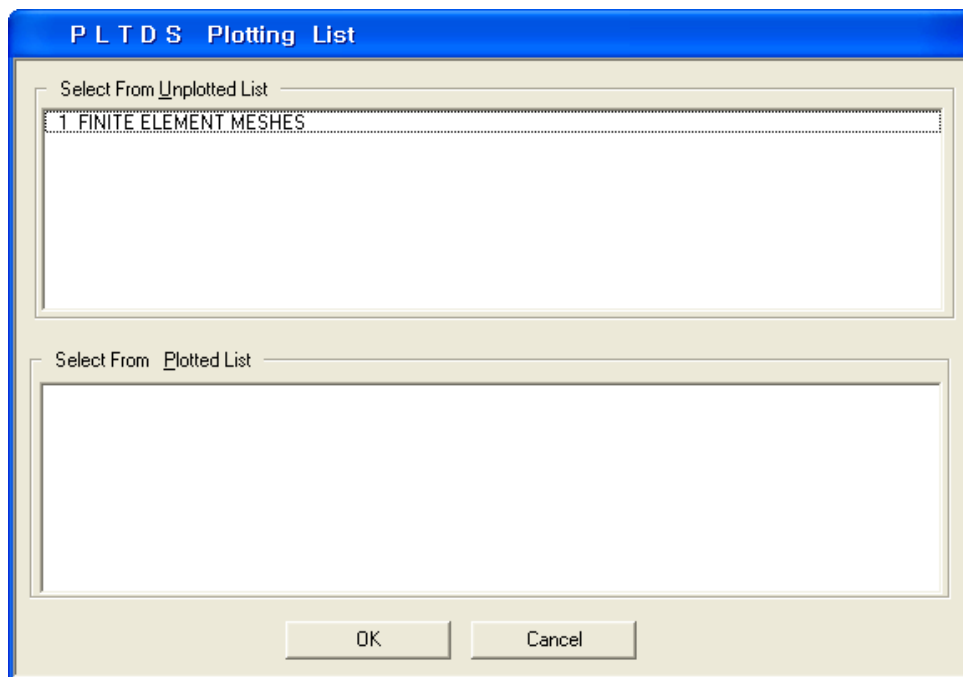


그림 4. PLTDS Plotting List.

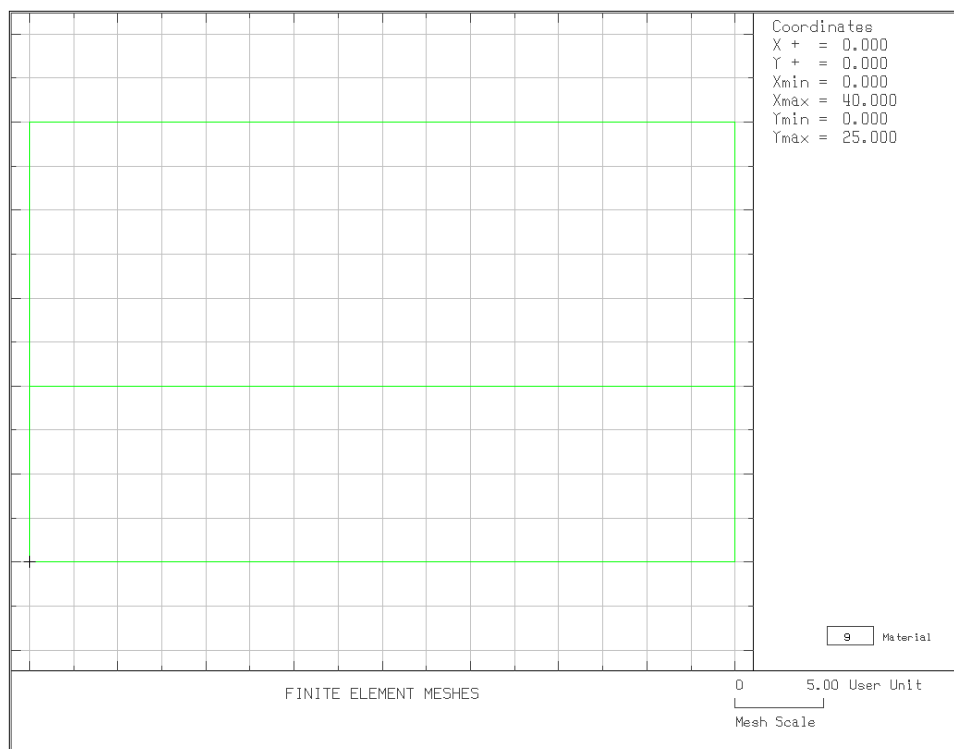


그림 5. 완성된 Base Mesh

2.8.1.3 Soil Layer와 Above Ground ; Group 1~2 만들기

그림 1은 본 예제의 해석단면의 지층과 Above Ground 공간을 그리고 표 3은 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 1은 원지반 Soil Layer를 나타냅니다. 표 3을 바탕으로 Group 1 (soil Layer)을 만들기 위하여 그림 6과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 7a~7d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 1을 완성합니다.

Group 2는 Above Ground 공간을 만들기 위하여 MTYPE=1을 적용하였습니다. 이 공간내에는 “Add new mesh”가 체크된 Group만이 존재합니다. 이 공간내에 시공될 지상 구조물인 Group 5를 참고하기 바랍니다. 표 3을 바탕으로 구조물인 Group 5를 참고하기 바랍니다. 표 3을 바탕으로 Group 2 (Above Ground)를 만들기 위하여 그림 8과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 Group 1과 같은 방법으로 Segment를 완성합니다.

그림 9는 Group 1~2의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
1	Soil Layer	3	Cont.	1	0	0	1	0	0	40	0	2
							2	40	0	40	10	
							3	40	10	0	10	
							4	0	10	0	0	
2	Above Ground	3	Cont.	2	0	0	1	0	10	40	10	2
							2	40	10	40	25	
							3	40	25	0	25	
							4	0	25	0	10	

표 3. Soil Layer, Above Ground groups.

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

3: Assign new material number within closed loop

MATNO KF MATold
MATNO_i KF_i THIC_i
LTP LMAT
LTP_i LMAT_i
LTP_o LMAT_o

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

1 → 2

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATNO	0	0
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 6. AIG - Group 1.

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 1 Soil Layer

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7a. Group 1 - Segment 1.

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 1 Soil Layer

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

▼

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7b. Group 1 - Segment 2.

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 1 Soil Layer

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.40000E+02

Y = 0.10000E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 10

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7c. Group 1 - Segment 3

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 1 Soil Layer

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.00000E+00

Y = 0.10000E+02

Enter Ending Point

X = 0

Y = 0

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 7d. Group 1 - Segment 4

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

Edit Segment
Show Seg. No.

MTYPE and Material Parameter

1: Generate lines & remove elements within closed loop

MATND KF MATold
MATNDi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

cut
inside

그림 8. AIG - Group 2

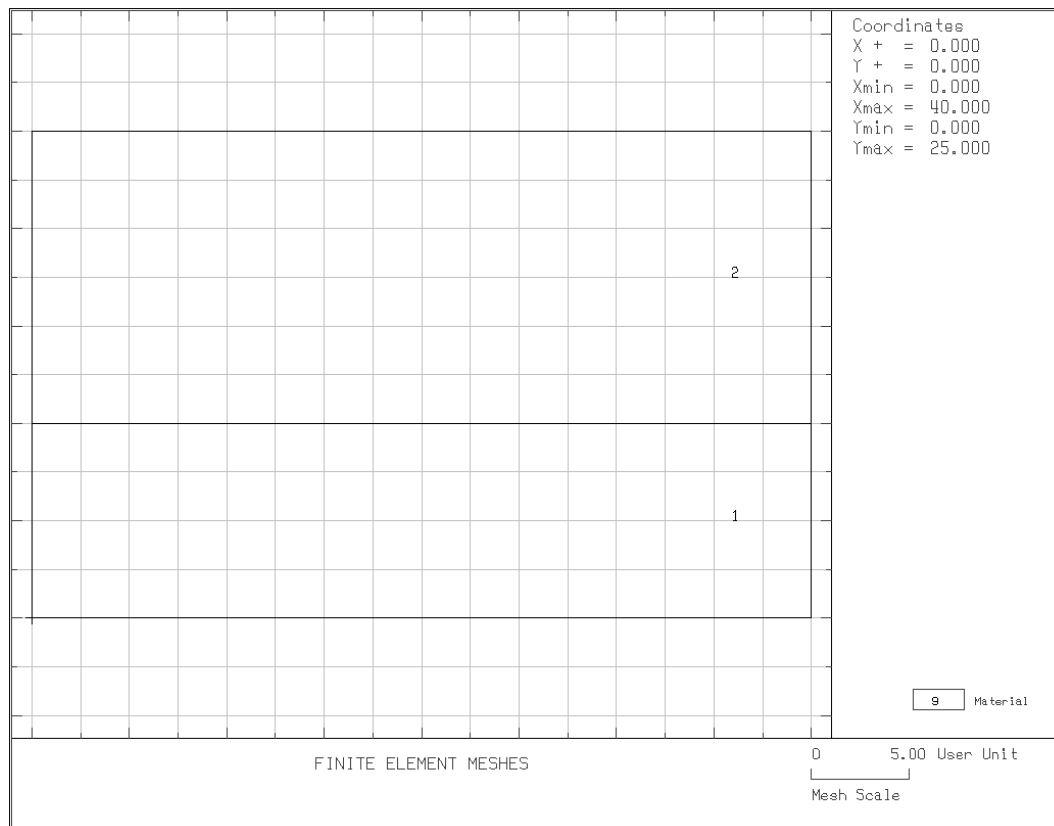


그림 9. 완성된 Group 1~2

2.8.1.4 Foundations ; Group 3~4 만들기

그림 1은 본 예제의 해석단면 내에 시공될 기호 (Foundation)를 그리고 표 4는 이들 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 3은 Left Foundation을 나타냅니다. Group 3은 MTYPE=4를 적용하여 터파기에 해당되는 원지반 (MAT_{old}=2)과 콘크리트 기호 (MATNO=3)를 포함하고 있습니다. 터파기 원지반은 3번 Step (NDAC=3)에서 굴착되고, 콘크리트 기초는 3번 Step (NAC=3)에서 시공되는 것으로 가정하였습니다. 표 4를 바탕으로 Group 3 (Left Foundation)을 만들기 위하여 그림 10과 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 11a~11d와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 3을 완성합니다.

Group 4는 Right Foundation으로 Left Foundation인 Group 3과 동일한 단면과 시공순서를 가지고 있어 그림 12와 같이 Group Editor로 Group 3을 복사하여 Group 4를 만든다음 그림 13과 같이 Group 4 AIG 창에서 Local Origin을 체크하여 오른쪽으로 20m 만큼 이동하면 완성됩니다.

그림 14는 Group 3~4의 완성된 모양을 보여 줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element TYPE	Mat. No. (MATNO)	Element Activity		Seg. No	Beginning Point		Ending Point		IEND
					NAC	NDAC		X	Y	X	Y	
3	Left Foundation	3	Cont.	1	0	0	1	8	8	12	8	2
							2	12	8	12	10	
							3	12	10	8	10	
							4	8	10	8	8	
4	Right Foundation	3	Cont.	2	0	0	1	28	8	32	8	2
							2	32	8	32	10	
							3	32	10	28	10	
							4	28	10	28	8	

표 4. Foundations groups

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

4: Same as MTYPE = 3 but keep old & add new materials

MATNO KF MATold
MATNO_i KF_i THIC_i
LTP LMAT
LTP_i LMAT_i
LTP_o LMAT_o

☐ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATold	0	3
MATNO	3	999
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

그림 10. AIG - Group 3

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 3 Left Foundation

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 8

Y = 8

Enter Ending Point

X = 12

Y = 8

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11a. Group 3 - Segment 1

Line Segment

Segment No = 2

Group No: 3 Left Foundation

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.12000E+02

Y = 0.80000E+01

Enter Ending Point

X = 12

Y = 10

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11b. Group 3 - Segment 2

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 3 Left Foundation

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.12000E+02

Y = 0.10000E+02

Enter Ending Point

X = 8

Y = 10

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11c. Group 3 - Segment 3

Line Segment

Segment No = 4

Group No: 3 Left Foundation

Points By

☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.80000E+01

Y = 0.10000E+02

Enter Ending Point

X = 8

Y = 8

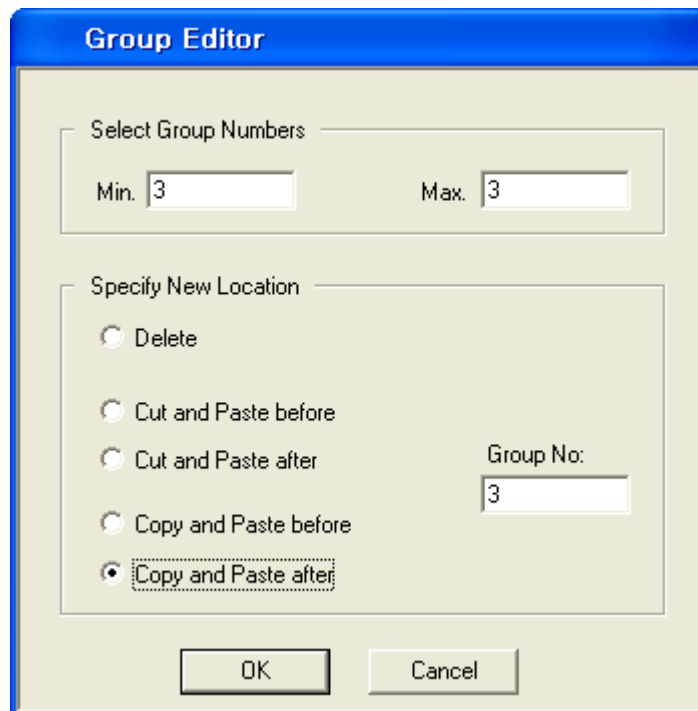
Divisions and Inclusions

Number of divisions: 0

2: Include beginning & ending point

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 11d. Group 3 - Segment 4



Group Editor

Select Group Numbers

Min. Max.

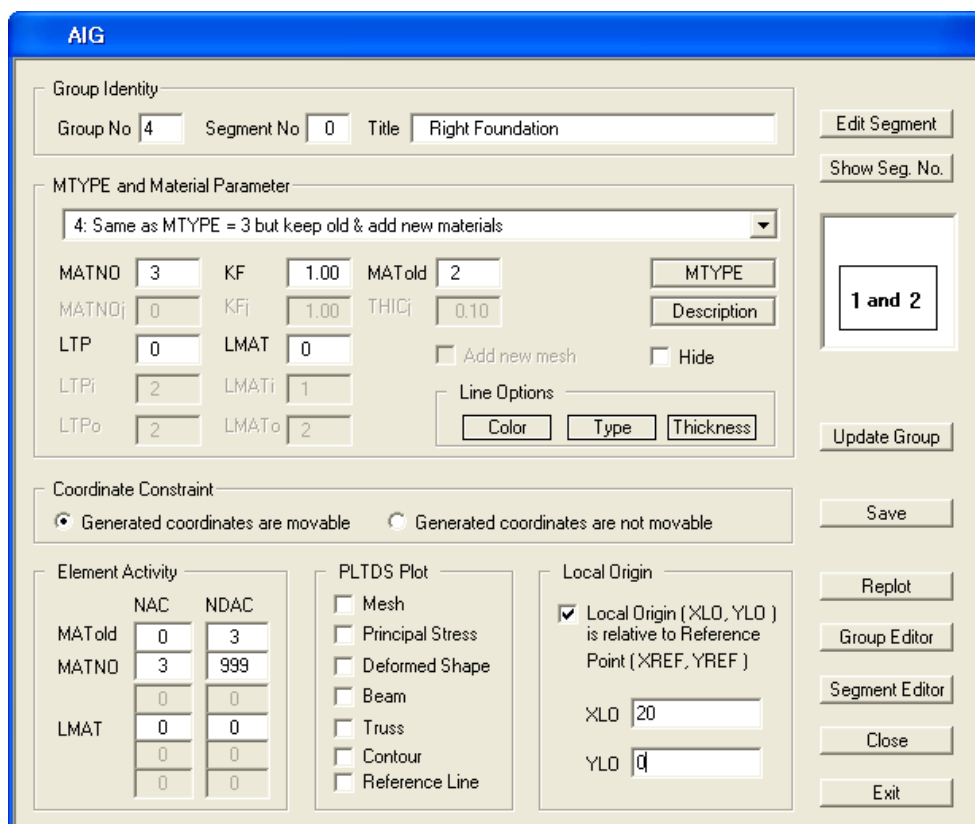
Specify New Location

☐ Delete
☐ Cut and Paste before
☐ Cut and Paste after
☐ Copy and Paste before
☒ Copy and Paste after

Group No:

OK Cancel

그림 12. Group Editor.



AIG

Group Identity

Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

4: Same as MTYPE = 3 but keep old & add new materials

MATNO KF MATold
 MATNOj KFi THICj
 LTP LMAT
 LTPi LMATi
 LTPo LMATo

☐ Add new mesh ☐ Hide
 Line Options:

Coordinate Constraint

☒ Generated coordinates are movable
☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
MATold	0	3
MATNO	3	999
	0	0
LMAT	0	0
	0	0
	0	0

PLTDS Plot

☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin

☒ Local Origin (XLO, YLO) is relative to Reference Point (XREF, YREF)
 XLO
 YLO

그림 13. AIG - Group 4.

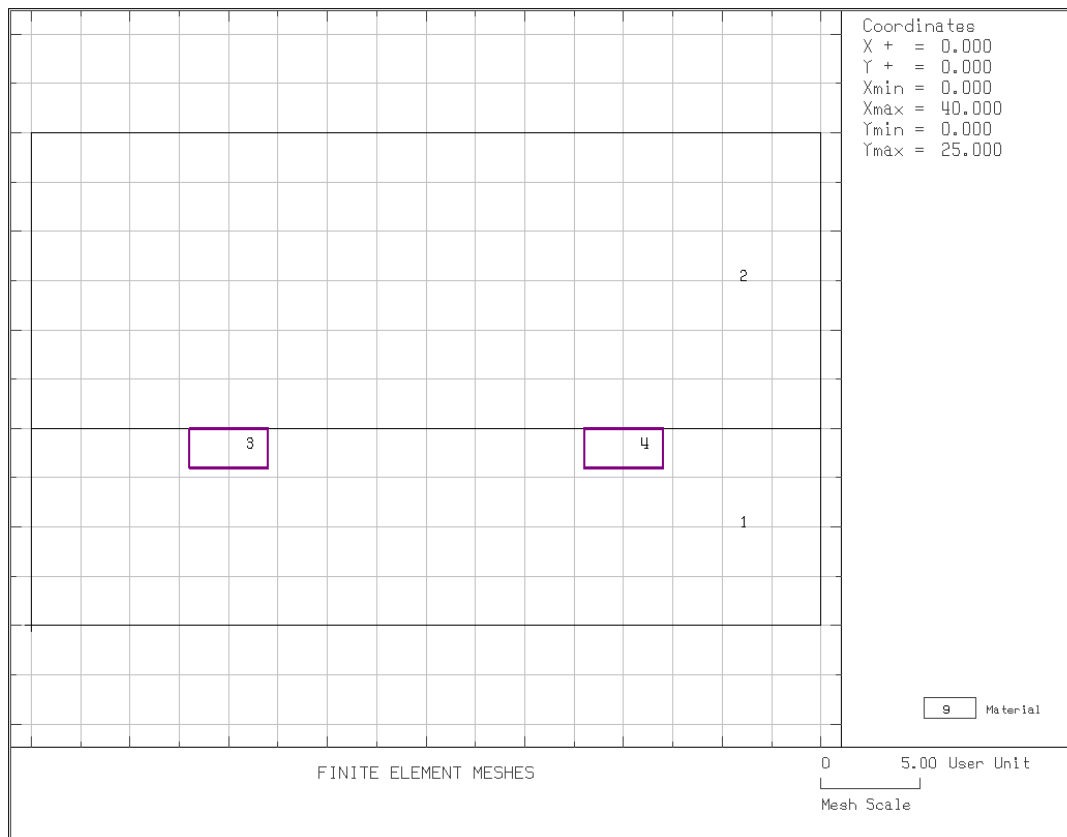


그림 14. 완성된 Group 3~4

2.8.1.5 Arch Frame ; Group 5 만들기

그림 1은 본 예제의 해석 단면 내에 시공될 지상구조물인 Arch형 Frame을 그리고 표 5는 이 Group에 대한 상세 입력내용을 나타냅니다.

Group 5는 Warehouse의 Arch형 Frame으로 Group 2에서 지정한 Above Ground 공간내에 시공되므로 2.8.1.3에서 설명한 바와 같이 그림 15의 AIG 창 작성시 “Add new Mesh” Check Box가 체크되어야 합니다. Arch Frame은 Bending에 저항하는 구조물이므로 Beam 요소 (LTP=2)로 모델링합니다.

표 5를 바탕으로 Group 5 (Arch Frame)를 만들기 위하여 그림 15와 같이 AIG 창을 입력한 후  버튼을 클릭하여 그림 16a~16c와 같이 Segment를 작성하고, End Segment 메뉴를 클릭하여 Group 5를 완성합니다. 그림 17은 Group 5의 완성된 모양을 보여줍니다.

Group No.	Description	MTYPE	Element Type	Mat. No. (MATNO)	Element Activity	
					X	Y
5	Arch Frame	2	Cont.		4	999

Group No.	Segment No.	Line Segment				Arc Segment						IEND
		Beginning Point		Ending Point		Origin		Radius & Angle				
		X	Y	X	Y	X_o	Y_o	R_X	R_Y	θ_b	θ_e	
5	1	30	10	30	15							2
	2					20	15	10	5	0	180	2
	3	10	15	10	10							2

⌘ 5. Arch Frame groups

AIG

Group Identity
Group No Segment No Title

MTYPE and Material Parameter

2: Generate lines

MATND KF MATold
MATNDi KFi THICi
LTP LMAT
LTPi LMATi
LTPo LMATo

☒ Add new mesh ☐ Hide

Line Options

Color
Type
Thickness

Edit Segment

Show Seg. No.

Update Group

Coordinate Constraint
☒ Generated coordinates are movable ☐ Generated coordinates are not movable

Element Activity

	NAC	NDAC
	0	0
	0	0
	0	0
LMAT	4	999
	0	0
	0	0

PLTDS Plot
☐ Mesh
☐ Principal Stress
☐ Deformed Shape
☐ Beam
☐ Truss
☐ Contour
☐ Reference Line

Local Origin
☐ Local Origin (XLO, YLO)
is relative to Reference
Point (XREF, YREF)
XLO
YLO

Save

Replot

Group Editor

Segment Editor

Close

Exit

그림 15. AIG - Group 5

Line Segment

Segment No = 1

Group No: 5 Arch Frame

Points By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X =

Y =

Enter Ending Point

X =

Y =

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

OK Cancel Go To Arc Segment

그림 16a. Group 5 - Segment 1

Arc Segment

Segment No = 2

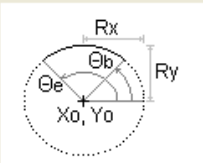
Group No: 5 Arch Frame

Origin By ☐ Mouse Pickup ☒ Enter X and Y

Enter Origin

Xo Yo

Enter Radius and Angle



Horizontal Radius : Rx

Vertical Radius : Ry

Beginning Angle (Deg.): Qb

Ending Angle (Deg.): Qe

Note: When Qb = Qe, a straight radial line is drawn from R = Rx to R = Ry.
That is, Rx and Ry represent radial distances at angle Q = Qb = Qe.

Divisions and Inclusions

Number of divisions:

OK Cancel Go To Line Segment

그림 16b. Group 5 - Segment 2

Line Segment

Segment No = 3

Group No: 5 Arch Frame

Points By

☐ Mouse Pickup
☒ Enter X and Y

Enter Beginning Point

X = 0.10000E+02

Y = 0.15000E+02

Enter Ending Point

X = 10

Y = 10

Divisions and Inclusions

Number of divisions: 5

2: Include beginning & ending point

OK

Cancel

Go To Arc Segment

그림 16c. Group 5 - Segment 3

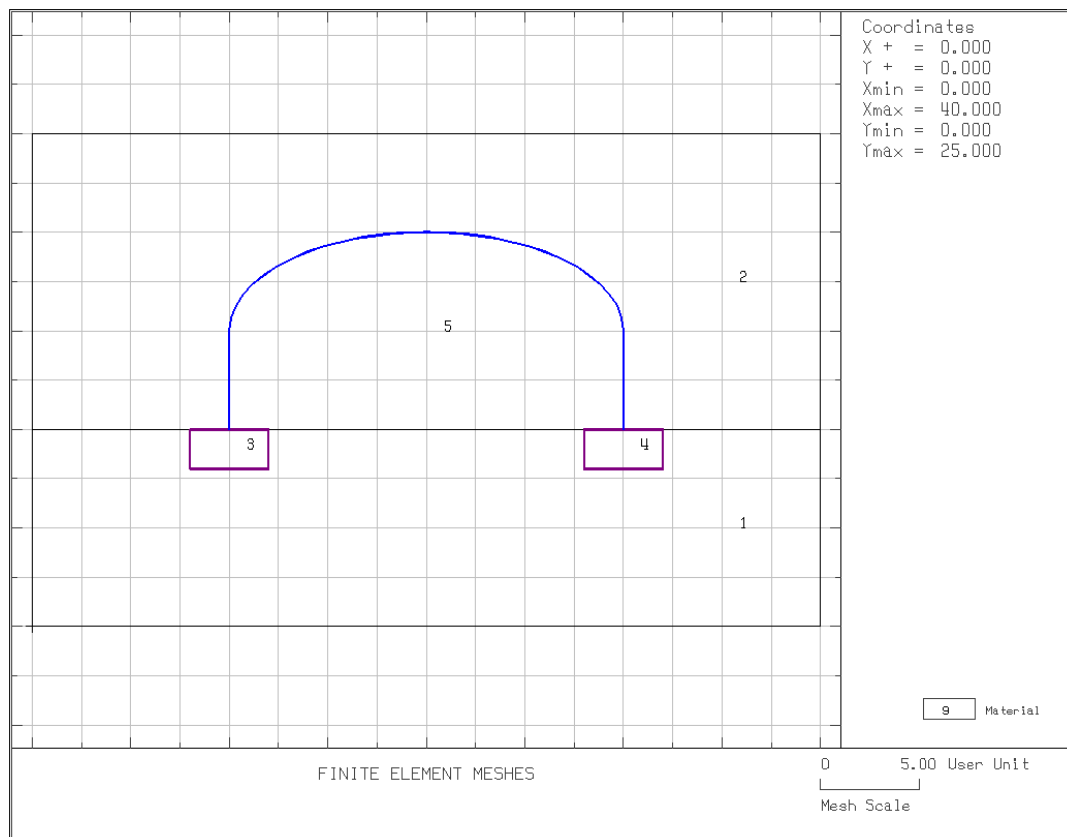


그림 17. 완성된 Group 5

2.8.1.6 유한요소망 자동생성하기

지금까지 AIG 프로그램을 사용하여 각 Group의 기하학적 좌표와 기타 Parameter를 포함한 ADDRGN-2D Input파일을 만들었습니다. 이제는 해석할 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 ADDRGN-2D 프로그램을 실행 (Execute)하겠습니다.

프로그램을 자동 실행시키기 위하여 *Run => Addrgn => Addrgn-2D => Execute => Browser => Input* 파일을 선택합니다. 이때 Input 파일은 AIG에서 Group을 모두 만들고 프로그램을 끝내기 전 저장한 파일을 선택합니다. (그림 18 참조)

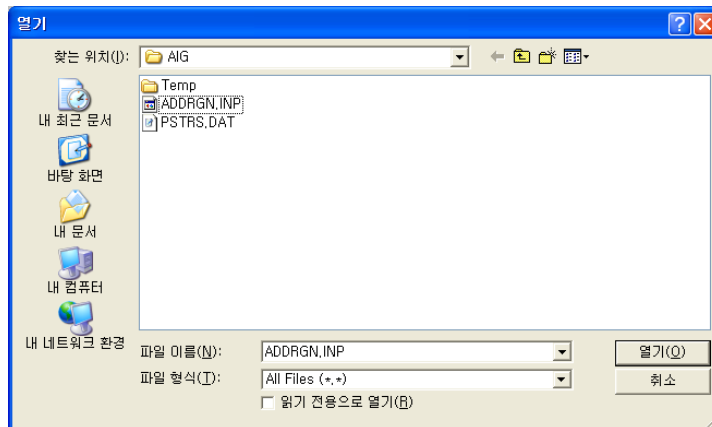


그림 18. Input 파일 선택.

2.8.1.7 Mesh Plot 하기

ADDRGN-2D 프로그램이 종료되면 그림 19와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot_3D 프로그램을 실행합니다. ADDRGN-2D 프로그램 실행 후에 생기는 파일에는 Group.Mes, Group.Man, 그리고 Group.Pos가 있습니다. 이 파일 중 Group.Mes를 Open하여 자동 생성된 유한요소 Mesh를 확인합니다.

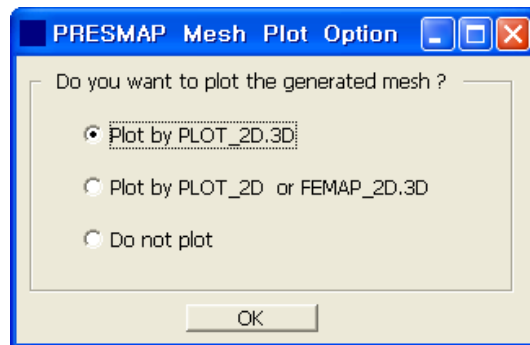


그림 19. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 20은 공사가 완료된 최종단계에서의 유한요소망입니다.

그림 21과 그림 22는 각각 Beam 요소로 모델링된 Arch Frame의 요소번호와 절점번호를 보여줍니다. 이 둘 요소번호는 Group.Man 파일에서 Element Activity가 올바르게 생성되었는지 확인하는데 사용됩니다.

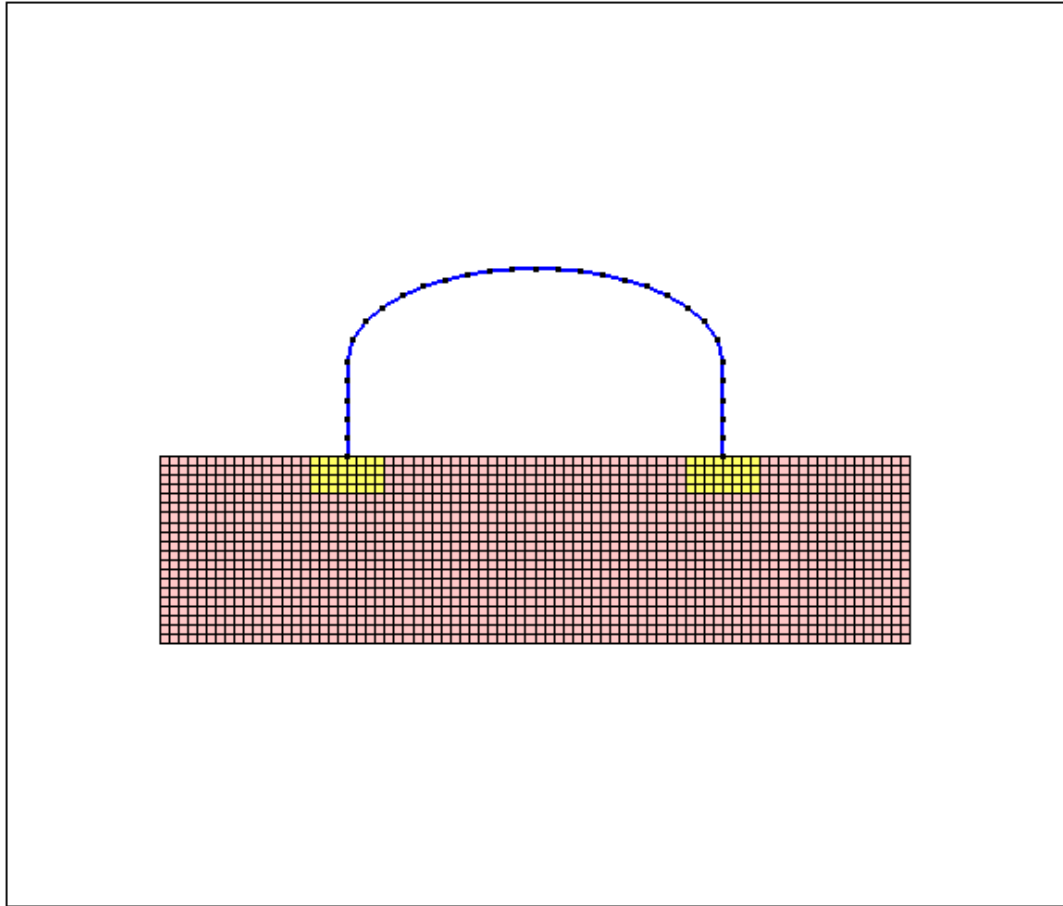


그림 20. 최종 단계에서의 유한요소망

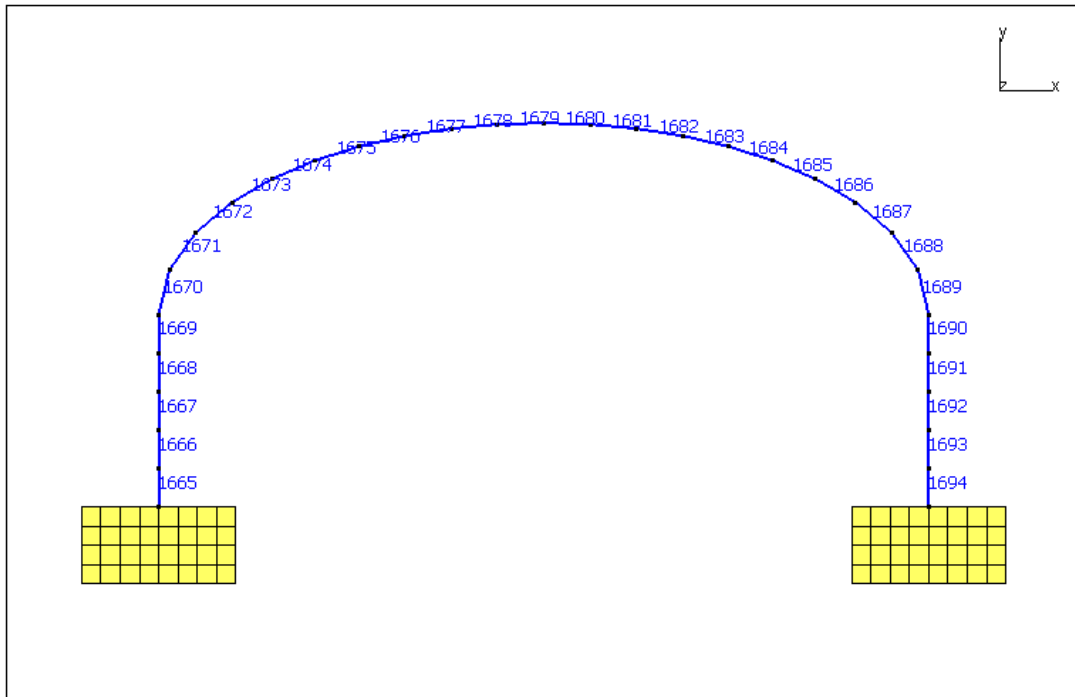


그림 21. Arch Frame의 요소 번호

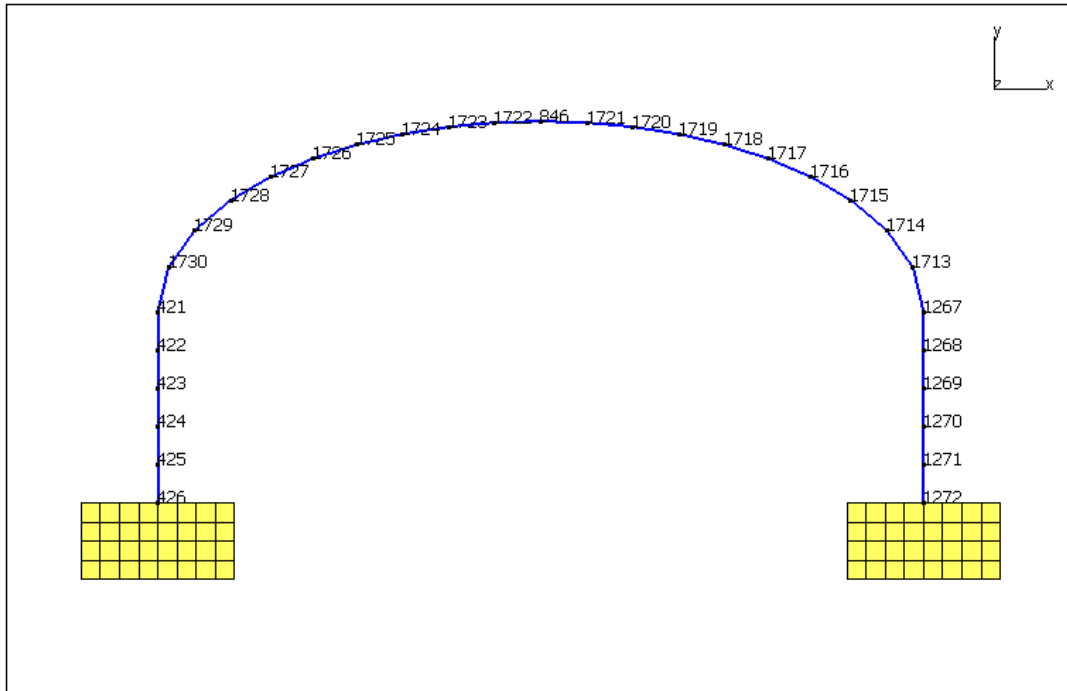


그림 22. Arch Frame의 절점 번호

2.8.2 ADDRGN.INP 파일보기

AIG 실행 후에 Output 파일로 ADDRGN.INP (디폴트 파일이름) 파일이 생성됩니다. 이 파일은 역으로 생각하면 일일이 손으로 입력해야 얻어졌을 Data입니다. 하지만 AIG를 이용하여 좌표값과 그에 대한 몇 가지 사항들을 입력함으로써 간단히 얻어졌습니다. 다음은 AIG로 생성된 ADDRGN.INP 파일을 TEXT 파일로 본 것입니다. TEXT 파일 포맷의 자세한 설명은 ADDRGN-2D User's Manual을 참고하시기 바랍니다. 이 TEXT 파일이 익숙한 사용자는 AIG를 통하지 않고도 TEXT편집기로 필요한 사항을 쉽게 수정할 수 있습니다.


```

* Card 1.1
* IMOD
  2
* Card 4.1
* NBX  NBX  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
  1    2    1        1        0        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
  0.00000E+00  0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 4.3
*   W          DX          AX
  4.00000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
* Card 4.4
*   H          DY          AY
  1.50000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
  1.00000E+01  5.00000E-01  5.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
  1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
  1    1
* Card 3.3
* IEDIT
  4
* Card 3.3.5.1
* NODE
  0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
  0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND
  0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGTITL
  5    1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref          Yref
  0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
* Group No = 1
  Soil Layer
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  3    0    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP  LMAT  MATold
  1    1    0    0    3
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo          YLo
  4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X          Y

```

```

  1    0.00000E+00  0.00000E+00
  2    4.00000E+01  0.00000E+00
  3    4.00000E+01  1.00000E+01
  4    0.00000E+00  1.00000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX          GNODY
  4          1.50000E+01  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4    1        0    2
*
=====
*
* Group No = 2
  Above Ground
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  1    0    0    0    0    0    0    0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  0    0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo          YLo
  4    0    0    0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X          Y
  1    0.00000E+00  1.00000E+01
  2    4.00000E+01  1.00000E+01
  3    4.00000E+01  2.50000E+01
  4    0.00000E+00  2.50000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX          GNODY
  4          1.50000E+01  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  1    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  2    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  3    1        0    2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO  LTYPE  NDIV  IEND
  4    1        0    2
*
=====
*
* Group No = 3
  Left Foundation
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE

```

4 1 0 5 0 2 0

* Card 3.3.5.4.1-1

* MAT KF LTP LMAT MATold

3 1 0 0 2

*

*

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATold

0 3

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNO

3 999

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNOj

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMAT

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATi

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATo

0 0

*

*

* Card 3.3.5.4.1-3

* NPTYPE1 For Mesh

0

* Card 3.3.5.4.1-3

* NPTYPE2 For Principal Stress

0

* Card 3.3.5.4.1-3

* NPTYPE3 For Deformed Shape

0

* Card 3.3.5.4.1-3

* NPTYPE4 For Beam

0

* Card 3.3.5.4.1-3

* NPTYPE5 For Truss

0

* Card 3.3.5.4.1-3

* NPTYPE6 For Contour: Continuum

0

* Card 3.3.5.4.1-3

* 0: No, 1: Yes to Include Reference Line

0

*

*

* Card 3.3.5.4.2

* NPOINT MOVE IREF XLo YLo

4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.2-1

* NP X Y

1 8.00000E+00 8.00000E+00

2 1.20000E+01 8.00000E+00

3 1.20000E+01 1.00000E+01

4 8.00000E+00 1.00000E+01

* Card 3.3.5.4.3

* NSEGMENT GNODX GNODY

4 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

1 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

2 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

3 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

4 1 0 2

*

=====

*

* Group No = 4

Right Foundation

*

* Card 3.3.5.4.1

* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE

4 1 0 5 0 2 0

* Card 3.3.5.4.1-1

* MAT KF LTP LMAT MATold

3 1 0 0 2

*

*

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATold

0 3

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNO

3 999

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For MATNOj

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMAT

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATi

0 0

* Card 3.3.5.4.1-2

* NAC NDAC For LMATo

0 0

*

*

* Card 3.3.5.4.2

* NPOINT MOVE IREF XLo YLo

4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.2-1

* NP X Y

1 2.80000E+01 8.00000E+00

2 3.20000E+01 8.00000E+00

3 3.20000E+01 1.00000E+01

4 2.80000E+01 1.00000E+01

* Card 3.3.5.4.3

* NSEGMENT GNODX GNODY

4 0.00000E+00 0.00000E+00

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

1 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

2 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

3 1 0 2

* Card 3.3.5.4.3.1

* SEGNO LTYPE NDIV IEND

4 1 0 2

```

*
=====
*
* Group No = 5
  Arch Frame
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  2 1 1 9 0 2 0
* Card 3.3.5.4.1-1
* LTP  LMAT
  2 1
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATold
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNO
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For MATNOj
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMAT
  4 999
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATi
  0 0
* Card 3.3.5.4.1-2
* NAC  NDAC  For LMATo

```

```

0 0
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE IREF XLo YLo
  4 0 0 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP X Y
  1 3.00000E+01 1.00000E+01
  2 3.00000E+01 1.50000E+01
  3 1.00000E+01 1.50000E+01
  4 1.00000E+01 1.00000E+01
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX GNODY
  3 0.00000E+00 0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  1 1 5 2
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  2 2 20 2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo Yo Rx Ry Qb Qe
  2.0000E+01 1.5000E+01 1.0000E+01 5.0000E+00 0.00 180.00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE NDIV IEND
  3 1 5 2
*
=====
*

```

2.8.3 Group.Mes 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일은 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

Group.Mes 파일은 해석할 구조물과 주변지반을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-2D User's Manual의 Mesh File를 참고하기 바랍니다.

..WGROUP.MES

NUMNP NCONT NBEAM NTRUS
1730 1664 30 0

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.100000E+02
2	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.950000E+01
3	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.900000E+01
4	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.850000E+01
5	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.800000E+01
6	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.750000E+01
7	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.700000E+01
8	1	0	1	1	1	1	.000000E+00	.650000E+01
.								
.								
.								
1723	1	1	1	1	0	1	.175838E+02	.198519E+02
1724	1	1	1	1	0	1	.163879E+02	.196624E+02
1725	1	1	1	1	0	1	.152084E+02	.193886E+02
1726	1	1	1	1	0	1	.140551E+02	.190205E+02
1727	1	1	1	1	0	1	.129430E+02	.185425E+02
1728	1	1	1	1	0	1	.118987E+02	.179312E+02
1729	1	1	1	1	0	1	.109740E+02	.171524E+02
1730	1	1	1	1	0	1	.102768E+02	.161682E+02

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	22	1	2	23	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
2	23	2	3	24	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
3	24	3	4	25	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
4	25	4	5	26	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
5	26	5	6	27	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
6	27	6	7	28	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
7	28	7	8	29	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
8	29	8	9	30	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
.														
.														
.														
1657	1335	1314	1315	1336	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1658	1336	1315	1316	1337	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1659	1337	1316	1317	1338	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1660	1338	1317	1318	1339	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1661	1356	1335	1336	1357	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1662	1357	1336	1337	1358	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1663	1358	1337	1338	1359	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1664	1359	1338	1339	1360	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT

NEL	I	J	MSEC	NODEK
1665	426	425	1	1
1666	425	424	1	1
1667	424	423	1	1
1668	423	422	1	1
1669	422	421	1	1
1670	421	1730	1	1
1671	1730	1729	1	1
1672	1729	1728	1	1
1673	1728	1727	1	1
1674	1727	1726	1	1
1675	1726	1725	1	1
1676	1725	1724	1	1
1677	1724	1723	1	1
1678	1723	1722	1	1
1679	1722	846	1	1
1680	846	1721	1	1
1681	1721	1720	1	1
1682	1720	1719	1	1
1683	1719	1718	1	1
1684	1718	1717	1	1
1685	1717	1716	1	1
1686	1716	1715	1	1
1687	1715	1714	1	1
1688	1714	1713	1	1
1689	1713	1267	1	1
1690	1267	1268	1	1
1691	1268	1269	1	1
1692	1269	1270	1	1
1693	1270	1271	1	1
1694	1271	1272	1	1
0				
0				

2.8.4 Group.Man 파일보기

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Man 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Main File Card 그룹 8의 Element Activity 포맷에 맞게 작성되어, Main File 작성시 Group.Man을 삽입하여 사용합니다.

Group.Man은 AIG 작성시 Element Activity의 NAC와 NDAC의 입력사항들이 각 Group 별로, 각 Group 내의 요소 종류 별로, 각 요소 종류당 재료 번호 별로 나열되어 있습니다.

```

*****
*
*      MAIN FILE: ELEMENT ACTIVITY
*      (CARD 8)
*
*****

*
* Card 8.1
*   NFAD
*     38
*
*
*=====
*
* Group No =   3
*   Left Foundation
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =   2
*
*
*   NEL    NAC    NDAC
*   321      0      3
*  -324      0      3
*   341      0      3
*  -344      0      3
*   361      0      3
*  -364      0      3
*   381      0      3
*  -384      0      3
*   401      0      3
*  -404      0      3
*   421      0      3
*  -424      0      3
*   441      0      3
*  -444      0      3
*   461      0      3
*  -464      0      3
*
* Number of Elements =   16
*
*
*-----
*
* Material No =   3
*
*
*   NEL    NAC    NDAC
*   1601      3    999

```

```

-1632      3    999
* Number of Elements =    2
*
*
*=====
*
* Group No =    4
*   Right Foundation
*
*-----
*
* Continuum Element
*
*-----
*
* Material No =    2
*
*   NEL    NAC    NDAC
*   1121      0      3
*  -1124      0      3
*   1141      0      3
*  -1144      0      3
*   1161      0      3
*  -1164      0      3
*   1181      0      3
*  -1184      0      3
*   1201      0      3
*  -1204      0      3
*   1221      0      3
*  -1224      0      3
*   1241      0      3
*  -1244      0      3
*   1261      0      3
*  -1264      0      3
*
* Number of Elements =   16
*
*
*-----
*
* Material No =    3
*
*
*   NEL    NAC    NDAC
*   1633      3    999
*  -1664      3    999
*
* Number of Elements =    2
*
*
*=====
*

```



```

* Group No = 5
*   Arch Frame
*
*-----
*
* Beam Element
*
*-----
*
* Material No = 1
*
*   NEL   NAC   NDAC
*   1665   4   999
*   -1694   4   999
* Number of Elements = 2
*
*

```

2.8.5 Group.Pos

ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Pos 파일은, SMAP-2D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Post File 포맷에 맞게 작성됩니다. 하지만 SMAP-2D Version 6.54 이후에는 Plot-3D가 기존의 Plot-2D의 기능을 대체할 수 있어 Group.Pos 파일을 사용하지 않아도 됩니다.

지반구조물 유한요소망 작성
Part 2 GEN-3D

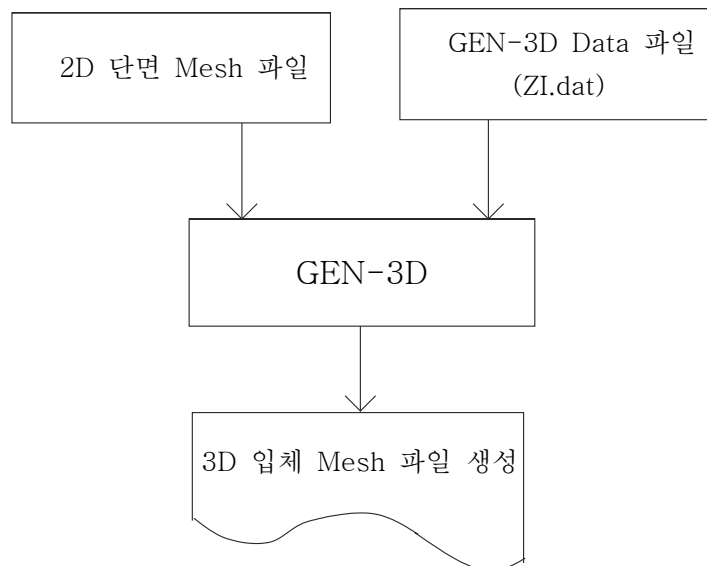
2007년 2월

1.1 GEN-3D 란?	1
1.2 GEN-3D 관련 Menu 및 주요기능 사용법	2
1.2.1 Program Menu	2
1.2.2 Working Directory	2
1.2.3 GEN-3D 실행하기	3
1.2.4 Mesh Plot 하기	4
1.2.5 PLOT-3D	6
1.2.5.1 PLOT-3D-View	6
1.2.5.2 PLOT-3D-Plot	9
1.2.5.3 PLOT-3D-Toolbar	11
1.3 GEN-3D 사용자 매뉴얼	12
2.1 Ex_1 Curved Box	19
2.1.1 2D Mesh 파일 작성하기	22
2.1.1.1 2D Mesh 파일 Listing (2D_Mesh.dat)	23
2.1.2 3D로 확장하기 위한 ZI.dat 파일 작성하기	25
2.1.2.1 ZI.dat 파일 Listing	27
2.1.3 GEN-3D 실행하기	30
2.1.4 생성된 3D Mesh Plot 하기	31
2.1.5 생성된 3D Mesh 파일 보기	33
2.2 Ex_2 NATM Tunnel	36
2.2.1 2D Mesh 파일 작성하기	40
2.2.1.1 2D Mesh 파일 Listing (2D_Mesh.dat)	41
2.2.2 3D로 확장하기 위한 ZI.dat 파일 작성하기	44
2.2.2.1 ZI.dat 파일 Listing	45
2.2.3 GEN-3D 실행하기	47
2.2.4 생성된 3D Mesh Plot 하기	48
2.2.5 생성된 3D Mesh 파일 보기	49
2.3 Ex_3 RCD Pile	55
2.3.1 2D Mesh 파일 작성하기	56
2.3.2 3D로 확장하기 위한 ZI.dat 파일 작성하기	64
2.3.2.1 ZI.dat 파일 Listing	66
2.3.3 GEN-3D 실행하기	72
2.3.4 생성된 3D Mesh Plot 하기	73
2.3.5 생성된 3D Mesh 파일 보기	74

1.1 GEN-3D 란?

GEN-3D는 2차원 대표단면 Mesh를 지정한 방향으로 확장하여 3차원 Mesh 파일을 자동 생성하는 역할을 합니다. 2차원 대표단면 Mesh는 AIG를 사용한 ADDRGN-2D 프로그램이나 기타 PRESMAP 프로그램 (PRESMAP-2D, PRESMAP-GP, NATM-2D 등)을 실행시켜 생성할 수 있습니다. GEN-3D에 의해 생성된 3차원 Mesh 파일은 SMAP-3D Mesh 파일로 사용됩니다.

GEN-3D의 세부사항은 SMAP-3D 사용자 Manual에 상세히 설명되어 있습니다. GEN-3D는 SMAP-3D의 *RUN => PRESMAP => GEN-3D* Menu를 클릭하여 실행 (Execute)합니다.



1.2 GEN-3D 관련 Menu 및 주요기능 사용법

1.2.1 Program Menu

GEN-3D를 사용하기 위하여 바탕화면의 SMAP 아이콘을 클릭하여 *Program Menu* => *SMAP-3D*를 선택합니다.

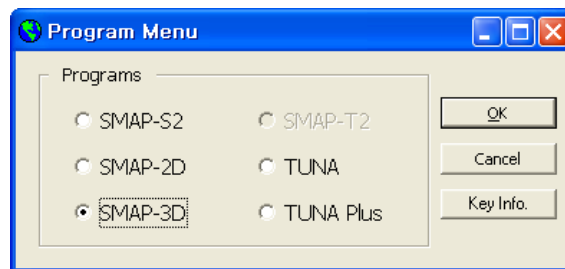


그림 1. Program Menu.

1.2.2 Working Directory

1. Disk drive를 선택해서 Directory를 선택합니다. 모든 Output 파일들은 지정된 Working Directory에 저장될 것입니다.
2. 작업파일이 저장될 폴더를 지정하여 차후의 관리를 용이하게 하기 위한 작업입니다.
3. 작업을 시작하기 전에 폴더 지정을 잘해두면 작업파일들의 정리가 쉬워집니다.
4. C:드라이브가 아닌 드라이브의 하부 Directory를 설정하여도 관계없습니다.
5. 원본폴더에 있는 예제파일을 수정하거나 학습할 때는 원본폴더내의 파일들이 손상되지 않도록 Input 폴더를 만들어 기존의 파일들을 복사하여 붙여 넣은 후에 프로그램을 실행시키면 됩니다.
6. 다른 Directory로 이동할 때는 *SETUP* => *General-Working Directory* => *Browser* 창을 이용하여 변경하시면 됩니다.

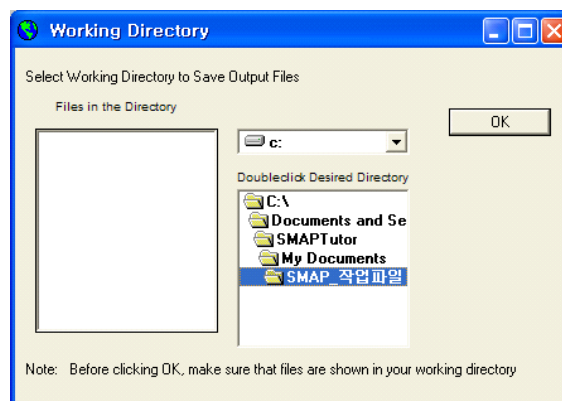


그림 2. Working Directory.

1.2.3 GEN-3D 실행하기

GEN-3D를 실행시키기 위하여 그림 3과 같이 *Run => Presmap => Gen-3D*를 선택합니다.

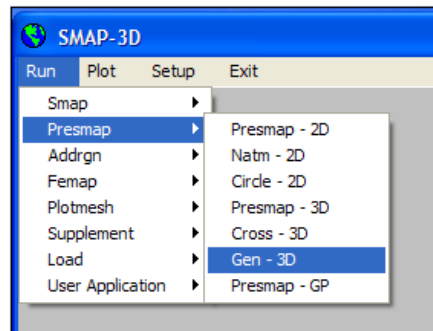


그림 3. GEN-3D 프로그램 실행

그러면 그림 4와 같이 GEN-3D와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 GEN-3D Data 파일 (ZI.dat)과 2D 단면 Mesh 파일 (Ex. 2D_Mesh.dat)을 입력하고 Output 파일 (Ex. ZI.out)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

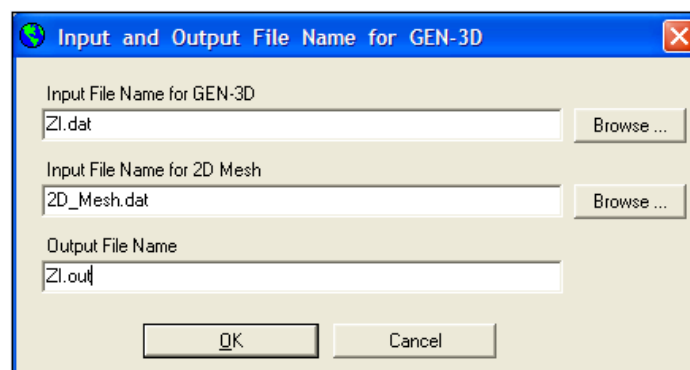


그림 4. GEN-3D Input 및 Output 파일 입력 창

1.2.4 Mesh Plot 하기

GEN-3D 프로그램이 종료되면 그림 5와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

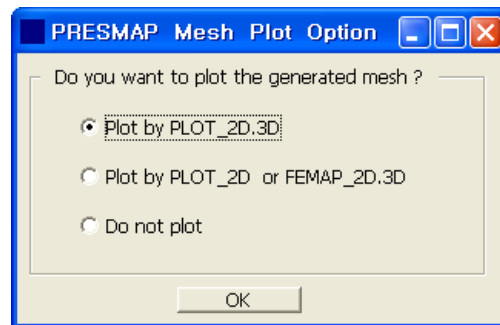


그림 5. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 6과 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 7의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. ZI.out)을 선택합니다.

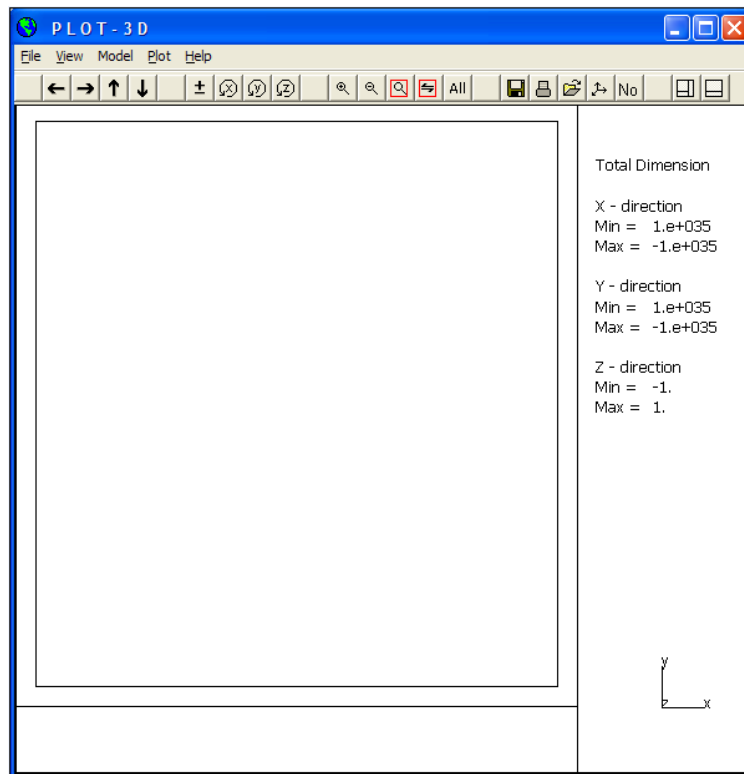


그림 6. Plot-3D 창

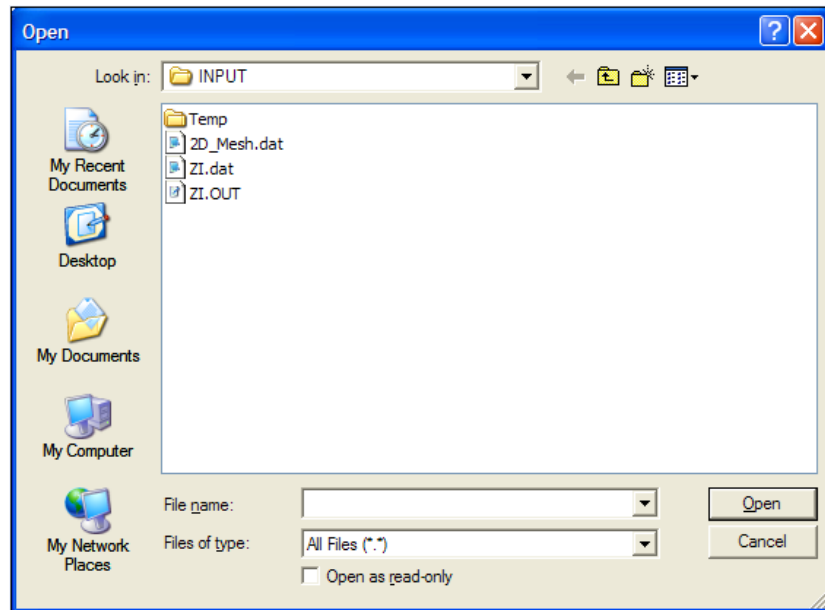


그림 7. Open 파일 입력 창

그림 8은 x 축과 y 축으로 회전시킨 3D 유한요소망입니다. Plot-3D의 주요기능은 다음절 1.2.5를 참조하기 바랍니다.

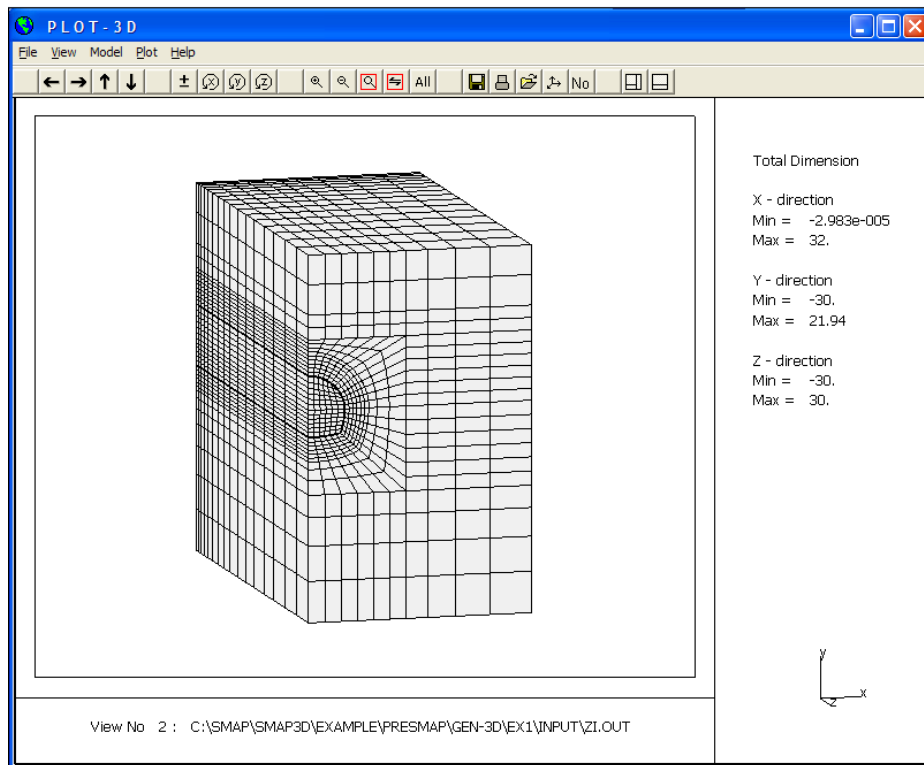


그림 8. 자동 생성된 3D 유한요소망

PLOT-3D

1.2.5 PLOT-3D

1.2.5.1 PLOT-3D - View.

PLOT-3D는 Plot Option의 Plot by PLOT_2D.3D. PLOT 보기 사항입니다. 프로그램 실행 후의 2·3차원 해석 결과나 Mesh파일을 볼 때 주로 쓰입니다.

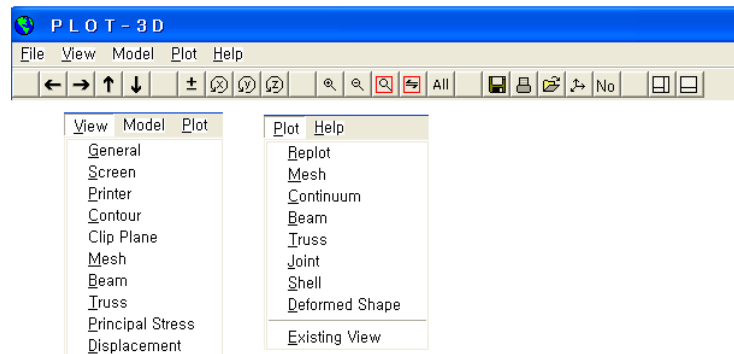


그림 9. PLOT-3D.

- ◆ General : View Option의 전반적인 사항들을 지정해 주는 기능입니다.
- ◆ Screen, Printer : Screen, Printer 설정을 위한 기능입니다.
- ◆ Contour : 화면에 출력되는 Mesh/해석결과 내용물의 색을 다르게 설정하여 보기위한 기능입니다. 직접 색을 선택할 수도 있고, 이미 Set되어 있는 Option을 택하여 볼 수도 있습니다.
- ◆ Clip Plane : 특정 좌표, Node, Element에서의 단면의 형상이나 재료를 확인하기 위해 쓰이는 기능으로 Mesh가 3차원으로 이루어졌을 때 주로 사용됩니다. 절단면의 형상을 보거나 숨길 수 있으며, 외곽선의 색도 지정할 수 있습니다.

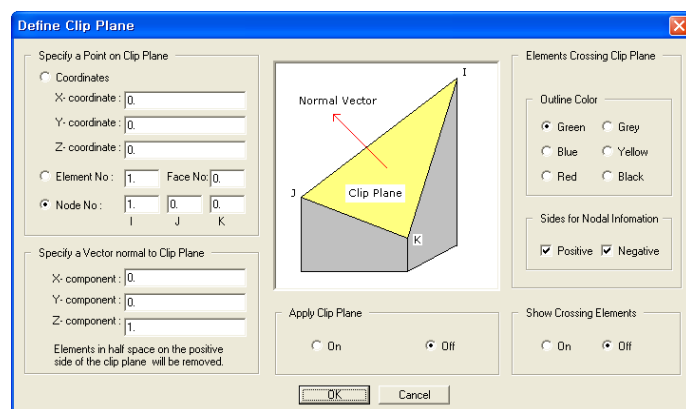


그림 10. Define Clip Plane.

- ◆ Mesh : Mesh에 대한 전반적인 선택사항으로 원하는 요소종류나 재료 번호만을 선택하여 볼 수도 있고, 색 보기 방식도 지정할 수 있습니다.

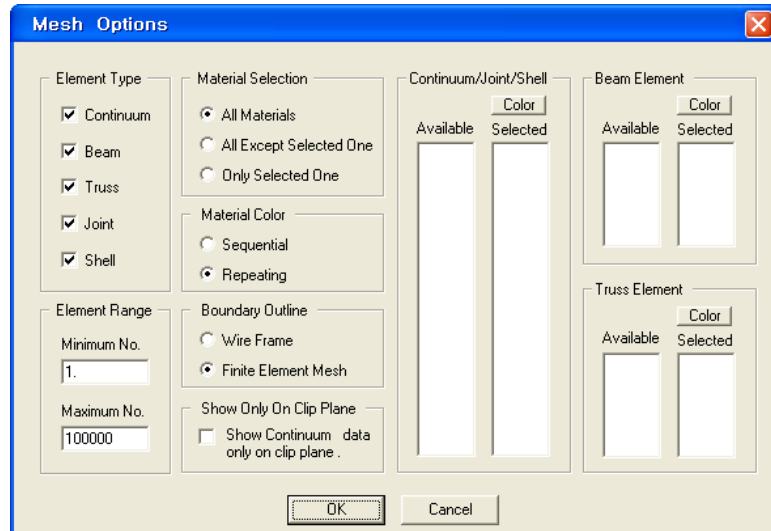


그림 11. Mesh Options.

- ◆ Beam, Truss : 도면상의 Beam, Truss 결과를 보기 위한 Option 사항입니다.
- ◆ Principal Stress : 연속체 요소나 Shell 요소의 주응력을 확인하는데 있어서 필요한 사항들을 설정합니다.

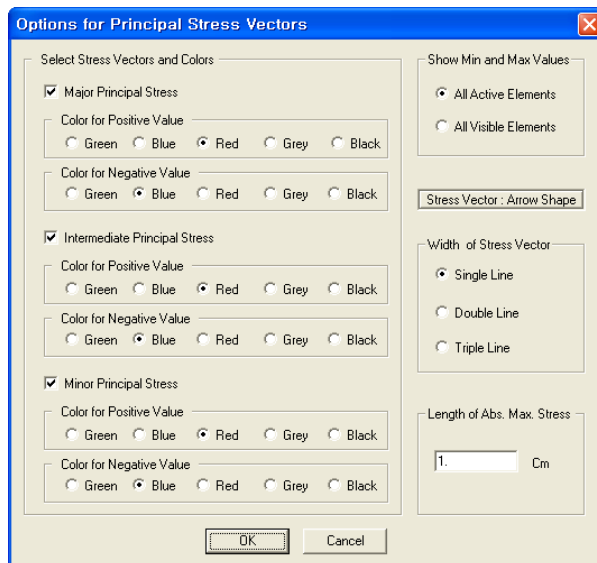


그림 12. Options for Principal Stress Vectors.

- ◆ Displacement : 변위를 확인하는데 필요한 여러 가지 사항들을 설정합니다.

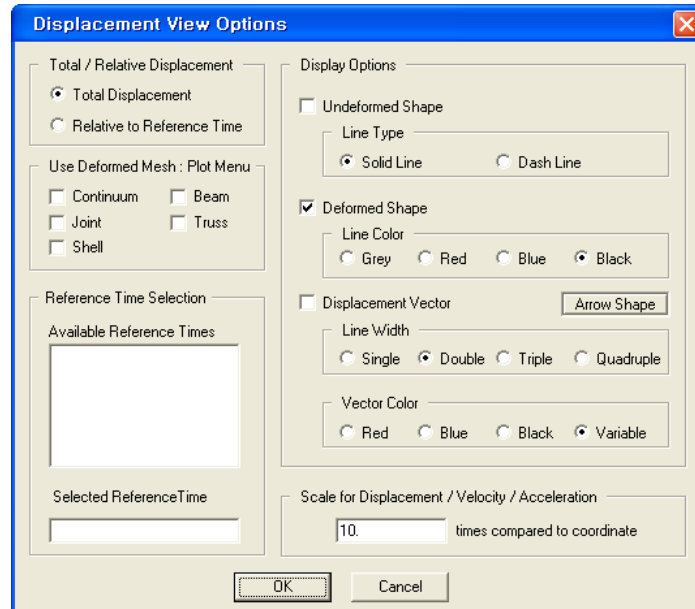


그림 13. Displacement View Options.

1.2.5.2 PLOT-3D - Plot.

- ◆ Replot : 프로그램 이용 도중 자동으로 Update 되지 않는 그림을 볼 때 이용합니다.
- ◆ Mesh : 프로그램 실행 후 원하는 Mesh Type을 선택합니다.

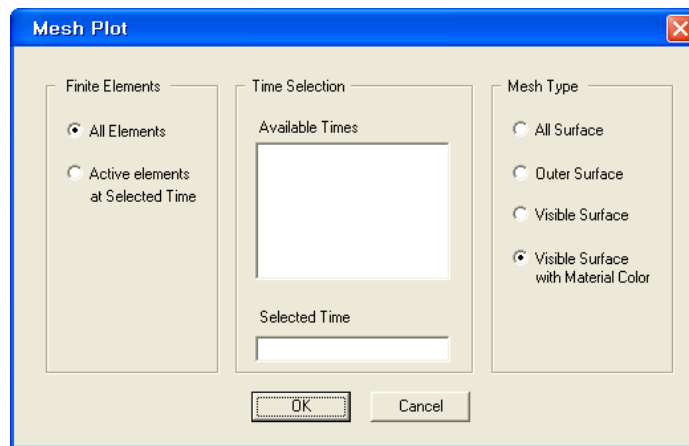


그림 14. Mesh Plot.

- ◆ Continuum, Beam, Truss, Joint, Shell :
프로그램 실행 후 각 요소들의 특정 시간, 특정 항목에 대한 결과를 확인할 수 있습니다.

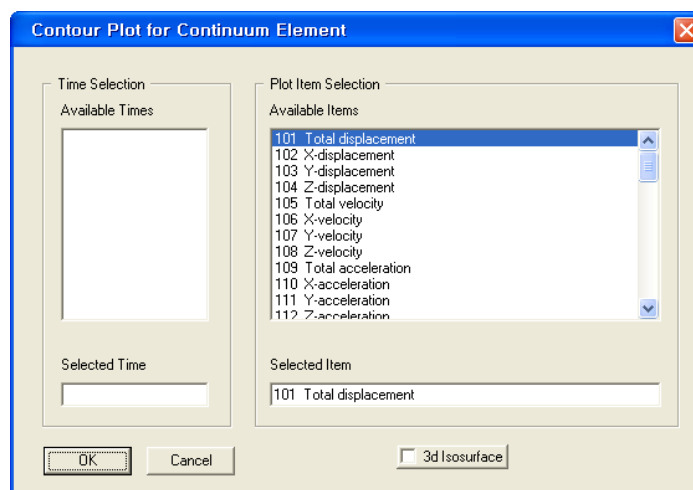


그림 15. Contour Plot for Continuum Element.

- ◆ Deformed Shape : 프로그램 실행 후 각 요소들의 특정 시간, 특정 항목에 대한 변위를 확인할 수 있습니다.

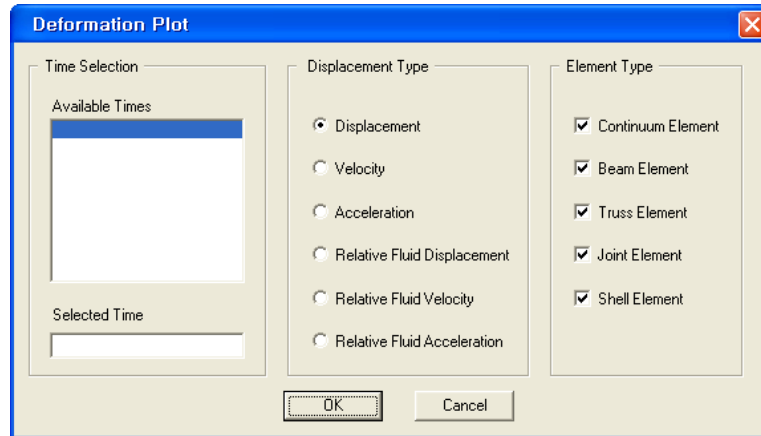


그림 16. Deformation Plot.

- ◆ Existing Views : Save 버튼  을 클릭하여 저장된 View를 다시 Plot 할 때 사용됩니다. 'Update Selected View Title' 버튼은 View Title을 변경할 때 사용되고, 'Delete Selected View' 버튼은 Select한 View를 List에서 삭제할 때 사용됩니다. 저장된 View에 대한 내용은 Sub Working Directory "Temp"내에 Text 파일 "PlotView.dat"로 보존됩니다.

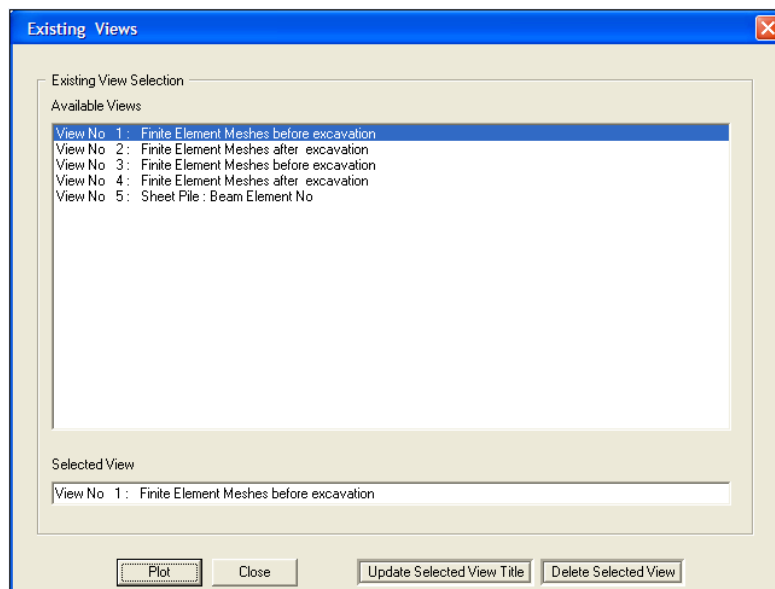
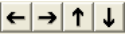
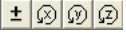


그림 17. Existing Views

1.2.5.3 PLOT-3D - Toolbar.

1.  : Plotting된 도면의 방향을 움직여 보기 위한 기능입니다.
2.  : 도면을 x, y, z축으로 회전시켜 보는 기능으로 ±를 누르면 회전방향이 반대로 전환됩니다.
3.  : 도면을 확대, 축소해서 보는 기능이며, 선택한 부분만 확대하여 볼 수 있습니다.
4.  : 이전 PLOT 화면으로 돌아가는 기능입니다.
5.  : 완성된 Mesh 전체를 한눈에 볼 수 있는 기능입니다.
6.  : 현재 화면상에 Plotting 된 도면을 Text 파일 PlotView.dat에 저장합니다.
7.  : 현재 화면상에 Plotting된 도면을 프린트로 출력합니다.
8.  : Open할 Plotting 파일을 찾기 위한 기능입니다.
9.  : x, y, z 축을 쉽게 보기 위한 좌표축으로 누를 때마다 반시계 방향으로 이동합니다. 이 기능은 화면이 2등분으로 되었을 때만 가능합니다.
10.  : 한번 누를 때마다
*Node Number -> Element Number ->
Node & Element Number -> Skeleton Boundary Code ->
Fluid Boundary Code -> Rotation Boundary Code ->
Slip Boundary Code -> Material Number ->
Material & Node Number*
순으로 바뀌게 됩니다. 정해진 순서와 상관없이 원하시는 No.를 보고 싶으시면 View -> General View Option -> Number를 선택하여 임의로 지정하시면 됩니다.
11.  : 화면이 3등분으로 되어 우측 창에 세부정보를 보여줍니다.
12.  : 화면이 좁아 도면상에 모두 들어오지 않을 때 화면 우측의 세부정보를 나타내는 창을 숨겨 화면을 2등분하여 넓게 보는 기능입니다.

1.3 GEN-3D 사용자 매뉴얼

Card Group	입력 데이터와 정의
1	1.1 TITLE TITLE 제목 (최대 60 글자수까지 허용)
	1.2 NBZ, NBNODE, NSNODE, NSNEL, IBOUND, IPLANE, ICLOSE, CMFAC NBZ Z 방향으로 생성할 블록의 수 NBNODE Z 방향으로 생성할 블록 절점의 수 NSNODE 새롭게 시작할 절점번호 NSNEL 새롭게 시작할 요소번호 IBOUND = 0 경계면을 지정하지 않음(디폴트) = 1 봉 요소로 나타내는 Wire Frame 경계 포함 = 2 Shell 요소로 나타내는 평면 경계 포함 = 3 Wire Frame과 평면 경계 포함 IPLANE = 0 입력 2D Section을 X-Y 평면에 확장(디폴트) = 1 입력 2D Section을 Z-Y 평면에 확장 = 2 입력 2D Section을 Z-X 평면에 확장 = 3 입력 2D Section을 임의의 평면에 확장 ICLOSE = 0 개방 루프(Loop) = 1 폐쇄 루프(Loop) 처음 Section과 마지막 Section은 동일함. CMFAC 2D Section의 좌표 축척비
	1.2.1 (IBOUND > 0인 경우에만 입력) X_{LEFT}, X_{RIGHT}, Y_{BOTTOM}, Y_{TOP}, Z_{BACK}, Z_{FRONT} X_{LEFT}, X_{RIGHT} 좌, 우 경계면의 X 좌표 Y_{BOTTOM}, Y_{TOP} 아래, 위 경계면의 Y 좌표 Z_{BACK}, Z_{FRONT} 뒤, 앞 경계면의 Z 좌표

Card Group	입력 데이터와 정의																															
1	1.2.2 (IPLANE = 3인 경우에만 입력) X_0, Y_0, Z_0 X_a, Y_a, Z_a X_b, Y_b, Z_b <table><tr><td>X_0, Y_0, Z_0</td><td>지역 좌표를 지정하기 위한 기준점</td></tr><tr><td>X_a, Y_a, Z_a</td><td>지역 X 축을 지정하기 위한 좌표</td></tr><tr><td>X_b, Y_b, Z_b</td><td>지역 Y 축을 지정하기 위한 좌표</td></tr></table>			X_0, Y_0, Z_0	지역 좌표를 지정하기 위한 기준점	X_a, Y_a, Z_a	지역 X 축을 지정하기 위한 좌표	X_b, Y_b, Z_b	지역 Y 축을 지정하기 위한 좌표																							
	X_0, Y_0, Z_0	지역 좌표를 지정하기 위한 기준점																														
X_a, Y_a, Z_a	지역 X 축을 지정하기 위한 좌표																															
X_b, Y_b, Z_b	지역 Y 축을 지정하기 위한 좌표																															
	1.3 $IBZ_{BASE}, IBZ_{FRONT}, IBZ_{BACK}$ (그림 18을 참고하십시오) <table><tr><td>IBZ_{BASE}</td><td>내부 경계 조건</td></tr><tr><td>IBZ_{FRONT}</td><td>앞면의 경계 조건</td></tr><tr><td>IBZ_{BACK}</td><td>뒷면의 경계 조건</td></tr></table> <table><tr><td>IBZ</td><td>ISZ</td><td>IFZ</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> <table><tr><td>ISZ</td><td>골격의 Z 방향 자유도</td></tr><tr><td>IFZ</td><td>간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도</td></tr><tr><td>ISZ, IFZ = 0</td><td>지정된 방향으로 움직임이 허용됨</td></tr><tr><td>= 1</td><td>지정된 방향으로 움직임이 고정됨</td></tr></table>			IBZ_{BASE}	내부 경계 조건	IBZ_{FRONT}	앞면의 경계 조건	IBZ_{BACK}	뒷면의 경계 조건	IBZ	ISZ	IFZ	0	0	0	1	0	1	2	1	0	3	1	1	ISZ	골격의 Z 방향 자유도	IFZ	간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도	ISZ, IFZ = 0	지정된 방향으로 움직임이 허용됨	= 1	지정된 방향으로 움직임이 고정됨
IBZ_{BASE}	내부 경계 조건																															
IBZ_{FRONT}	앞면의 경계 조건																															
IBZ_{BACK}	뒷면의 경계 조건																															
IBZ	ISZ	IFZ																														
0	0	0																														
1	0	1																														
2	1	0																														
3	1	1																														
ISZ	골격의 Z 방향 자유도																															
IFZ	간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도																															
ISZ, IFZ = 0	지정된 방향으로 움직임이 허용됨																															
= 1	지정된 방향으로 움직임이 고정됨																															

Card Group	입력 데이터와 정의			
비 상 예 제	2.1			
		NODE₁, NODE₂,	Z ₁ , Z ₂ ,	X ₁ X ₂
	NBNODE	-	-	-
	Cards	-	-	-
	NODE	절점 번호		
	Z	Z 좌표		
	X	X 좌표		
	참고:	Z와 X는 Center Line 좌표입니다.		

비
지
명
매
개

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.1 BLNAME BLNAME 블록 이름 (최대 60 글자까지 허용)
	3.2 IBLNO IBLNO 블록 번호
	3.3 I, J, LTYPE, IMATC, IMATB, IMATT, NIXCH (그림 18을 참고하십시오) I, J 블록의 Corner 절점번호 LTYPE = 0 직선 = 1 곡선 IMATC 연속체 요소의 재료번호 증가 IMATB 보 요소의 재료번호 증가 IMATT 봉 요소의 재료번호 증가 NIXCH 인덱스 수정이 필요한 연속체 요소 재료수
	3.4 NDZ, α, MC₁, MC₂, MC₃, MB, MT NDZ Z 방향으로 생성할 요소의 수 α = 0.5 요소길이는 일정 = 0.3 요소길이는 I에서 J로 점차 증가 = - 0.3 요소길이는 J에서 I로 점차 증가 MC 수정되지 않을 연속체 요소의 재료번호 MB 수정되지 않을 보 요소의 재료번호 MT 수정되지 않을 봉 요소의 재료번호 참고: 만약 MC, MB, MT가 마이너스 기호를 가지고 있다면, 이들 재료번호에 해당하는 요소는 생성되지 않는다.
	3.5 [LTYPE = 1인 경우에만 입력 ; 곡선의 경우] Z₀, X₀, R, θ_b, θ_e Z₀, X₀ 원점의 좌표 R 반지름 θ_b, θ_e 시점과 종점의 각도(°)

각 블록에 대한 데이터

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.6 [NIXCH > 0인 경우에만 입력] NIXCH Cards MAT, NMAT, NI₁, NI₂, NI₃, NI₄, NI₅, NI₆, NI₇, NI₈ - - - - - - - - - - MAT 재료 번호 NMAT 새로 사용할 재료 번호 NI_i I_i 에서의 추가 절점번호 증가수 참고: 인덱스 수정은 각 블록의 첫번째 층에만 적용됨	
4	4.1 ITRANB ITRANB = 0 Transmitting 경계를 지정하지 않음 ITRANB = 1 절점을 기반으로 하는 Transmitting 경계 지정 ITRANB = 2 요소를 기반으로 하는 Transmitting 경계 지정 ITRANB가 0인 경우는 나머지 카드가 사용되지 않습니다. ITRANB가 2인 경우는 Card Group 4.4로 가십시오.	
	4.2	4.2.1 NTNC NTNC 재료의 수
	재료의 물성치	4.2.2 NTNC Cards MAT, RHO, CP, CS - - - - MAT 재료 번호 RHO 질량의 밀도 CP 압축파의 속도 CS 전단파의 속도

Card Group

입력 데이터와 정의

4

4.3

절점을 기준으로 하는 Transmitting 경계 생성
(이 카드는 반복해서 사용 가능)

법선이 x 방향인 평면의 경우,

1
NPT
N₁, N₂, ..., N_{NPT}

법선이 y 방향인 평면의 경우,

2
NPT
N₁, N₂, ..., N_{NPT}

법선이 z 방향인 평면의 경우(앞면),

3

법선이 z 방향인 평면의 경우(뒷면),

4

Transmitting 경계 생성을 끝마칠 경우,

0

NPT

절점의 수

N₁, N₂, ..., N_{NPT}

절점 번호

4.4

요소를 기준으로 하는 Transmitting 경계 생성
(이 카드는 반복해서 사용 가능)

법선이 X-Y 평면에 있는 표면의 경우

1
NPT
N₁, N₂, ..., N_{NPT}

앞면의 경우,

3

뒷면의 경우,

4

Transmitting 경계 생성을 끝마칠 경우,

0

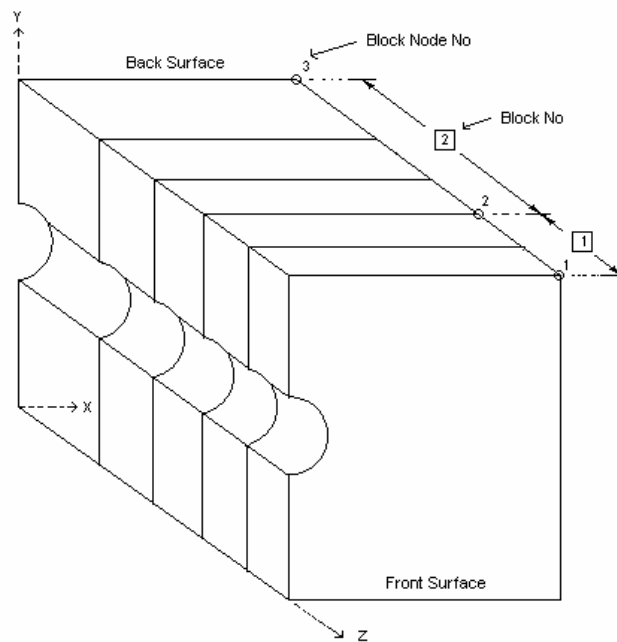
NPT

절점의 수

N₁, N₂, ..., N_{NPT}

절점 번호

Transmitting 경계 생성



예:

IPLANE = 0 (입력 2D Section을 X-Y 평면에 확장)

블록 번호 1, I = 1 J = 2 NDZ = 2 $\alpha = 0.3$

블록 번호 2, I = 2 J = 3 NDZ = 3 $\alpha = 0.3$

블록의 수, NBZ = 2

블록 절점의 수, NBNODE = 3

그림 18. GEN-3D의 블록 인덱스

2.1 Ex_1 Curved Box

본 예제는 그림 1에서 보는 바와 같은 Curved Box의 3차원 유한요소망을 GEN-3D의 가장 기본적인 기능을 사용하여 자동 생성하는 예제입니다.

Box는 구형단면으로 4개의 직사각형 요소로 구성되어 있으며, 이에 관한 Data는 2차원 대표단면 Mesh File인 2D_Mesh.dat에 있습니다. (그림 2 참조)

Box는 길이 방향으로 2개의 Block으로 구성되어 있으며, 첫 번째 Block은 22.5° 까지 Curve로 되어있고, 두 번째 Block은 길이 39.36의 직선으로 되어 있습니다. (그림 3 참조)

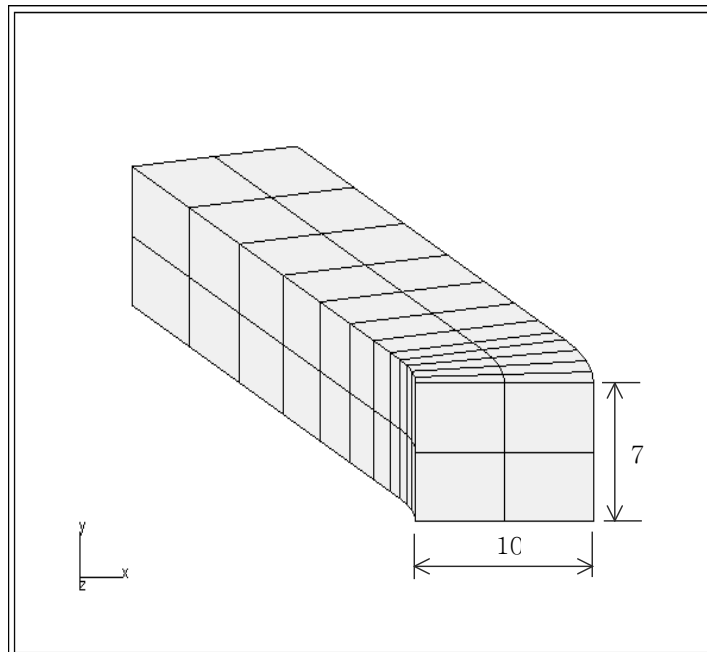


그림 1. Curved Box 개략도

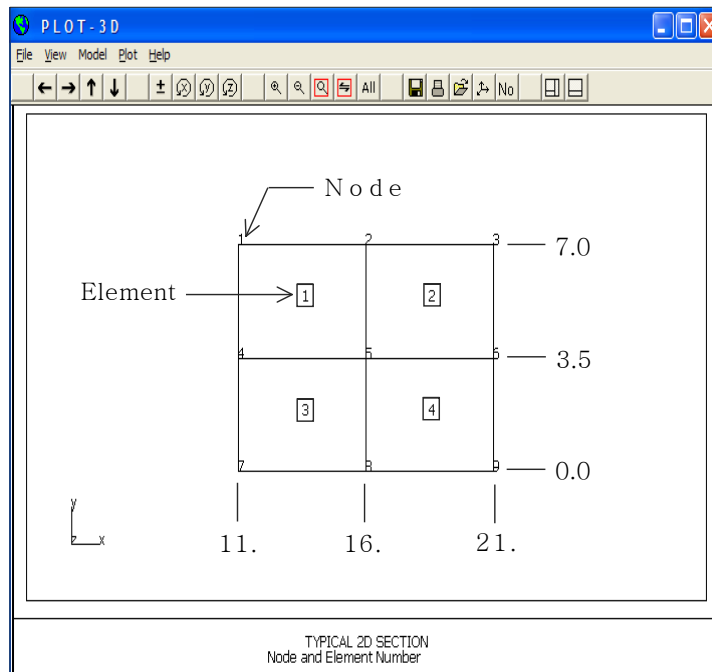


그림 2. 2차원 대표단면 유한요소망 (2D_Mesh.dat)

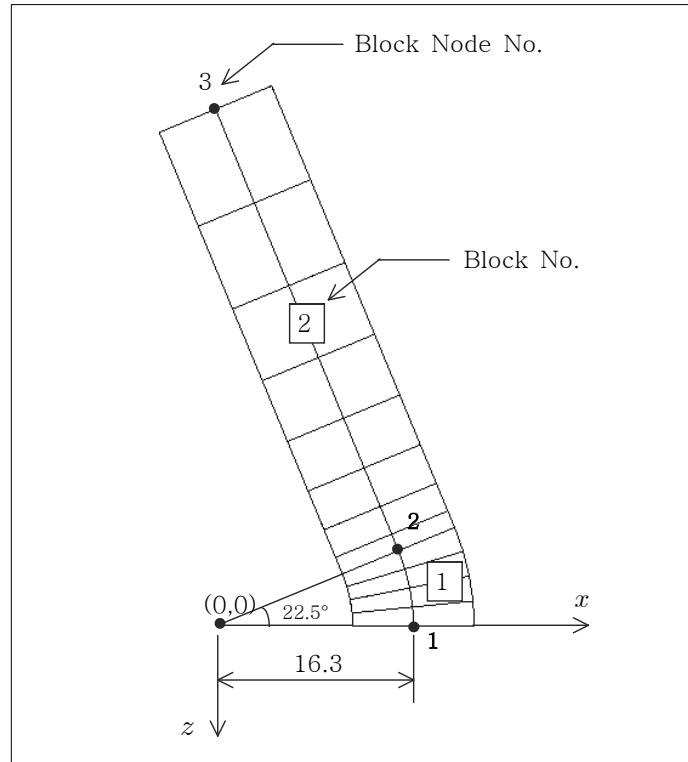


그림 3. Box 길이방향 $z - x$ 단면 개략도

2.1.1 2D Mesh 파일 작성하기

일반적으로 2차원 대표단면 Mesh는 AIG를 사용한 ADDRGN-2D 프로그램이나 기타 PRESMAP 프로그램 (PRESMAP-2D, PRESMAP-GP, NATM-2D, CIRCLE-2D 등)을 실행시켜 생성합니다. 하지만 본 Box 예제는 그림 2에서와 같이 4개의 직사각형요소로 구성되어 있어 위에 열거한 2차원 전처리 프로그램을 사용하지 않고 손으로도 쉽게 작성할 수 있습니다.

2D Mesh 파일 작성에 관한 자세한 설명은 SMAP-2D 사용자 매뉴얼 (Mesh 파일 작성)과 다음 페이지 2D Mesh 파일 Listing의 주석을 참조하기 바랍니다.

2.1.1.1 2D Mesh 파일 Listing (2D_Mesh.dat)

TYPICAL 2D SECTION

NUMNP	NCONT	NBEAM	NTRUSS
9	4	0	0

=> 절점의 개수 (NUMNP) 와 연속체요소의 개수 (NCONT), Beam요소의 개수 (NBEAM), Truss요소의 개수 (NTRUSS) 를 입력합니다. 본 예제는 9개의 절점과 4개의 연속체 요소로 이루어져 있습니다.

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEX	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	1	11.3	7.0
2	0	0	1	1	1	1	1	16.3	7.0
3	1	0	1	1	1	1	1	21.3	7.0
4	1	0	1	1	1	1	1	11.3	3.5
5	0	0	1	1	1	1	1	16.3	3.5
6	1	0	1	1	1	1	1	21.3	3.5
7	1	0	1	1	1	1	1	11.3	0.0
8	0	0	1	1	1	1	1	16.3	0.0
9	1	1	1	1	1	1	1	21.3	0.0

=> GEN-3D에 의해서 확장되는 것은 z축으로의 확장입니다. 그러므로 2차원 평면을 이루고 있는 각 절점의 번호와 경계조건, 정확한 좌표 값을 입력합니다.

ISX : 골격의 X방향 자유도

ISY : 골격의 Y방향 자유도

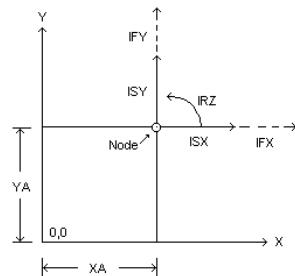
IFX : 간극수의 골격에 대한 X방향 자유도

IFY : 간극수의 골격에 대한 Y방향 자유도

IRZ : z축에 대한 회전 자유도

IEX : Slip의 X방향 자유도

IEY : Slip의 Y방향 자유도



ISX, ISY, IFX, IFY, IRZ, IEX, IEY = 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.

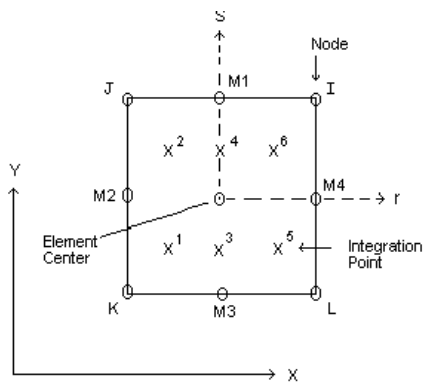
= 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.

=> SMAP-2D User's Manual. Mesh File - Card Group 2.2 참고

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	2	1	4	5	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0.0
2	3	2	5	6	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0.0
3	5	4	7	8	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0.0
4	6	5	8	9	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0.0

=> 각 요소의 번호 (NEL) 와 요소를 구성하는 인덱스 (I1, I2, I3, I4, M5, M6, M7, M8) 를 나타낸 것으로 시계 반대방향으로 입력합니다.



MATC = 재료번호.

KS = -1 폭약을 포함하는 요소.
 = 0 골격을 포함하는 요소.
 = 1~4 절리를 포함하는 요소.

KF = 0 간극수를 포함하는 경우.
 = 1 간극수를 포함하지 않는 경우.

INTR = R방향 적분점 수. (초기값=2)
 INTS = S방향 적분점 수. (초기값=2)

TBJWL = KS=-1일 때 사용하는 변수로 이 요소가 폭발한 시간.

=> SMAP-2D User's Manual. Mesh File - Card Group 3.2 참고

2.1.2 3D로 확장하기 위한 ZI.dat 파일 작성하기

ZI.dat 파일은 2차원 대표단면 Mesh를 단면에 수직한 방향으로 확장시켜 3차원 입체 유한요소망을 생성하는데 필요한 GEN-3D Data 파일로 Word Pad나 Note Pad와 같은 Text 편집기를 사용하여 작성합니다.

본 예제는 그림 3에서 보는 바와 같이 Box의 길이 방향으로 곡선과 직선의 2개의 Block으로 구성되어 있고, 첫 번째 곡선 Block은 등 간격으로 4등분 되어있고, 두 번째 직선 Block은 요소의 길이가 뒷면으로 갈수록 점차 증가하여 나뉘집니다.

표 1은 Block 길이 방향의 Center Line 좌표입니다. ZI.dat 파일 작성에 관한 자세한 설명은 1.3절의 GEN-3D 사용자 매뉴얼과 다음 페이지 ZI.dat 파일 Listing의 주석을 참조하기 바랍니다.

Block No.	LTYPE	LTYPE=0 (직선)		LTYPE=1 (곡선)				
		z_i	x_i	z_0	x_0	R	θ_b	θ_e
		z_j	x_j					
1	1			0.0	0.0	16.3	0.0	22.5
2	0	-6.238	15.06					
		-42.60	0.0					

표 1. Block 길이 방향 Center Line 좌표.

2.1.2.1 ZI.dat 파일 Listing

* CARD 1.1

* TITLE

3-D MESH GENERATION BY GEN-3D

=> 제목을 입력하는 Card로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 1.2

* NBZ NBNODE

2 3

=> Z 방향으로 생성할 Block의 개수 (NBZ)와 절점의 개수 (NBNODE)를 입력합니다. 각 Block마다 LTYPE와 Z 방향으로 생성될 요소의 수, 그 간격 등의 세부사항은 Card 3에서 지정됩니다.

* CARD 1.3

* IBZ_base IBZ_front IBZ_back

1 3 3

=> 각각 내부를 구성하는 요소의 경계조건 (IBZ_base), 앞면을 구성하는 요소의 경계조건 (IBZ_front), 뒷면을 구성하는 요소의 경계조건 (IBZ_back)을 나타냅니다.

IBZ	ISZ	IFZ
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

ISZ : 골격의 Z 방향 자유도

IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도.

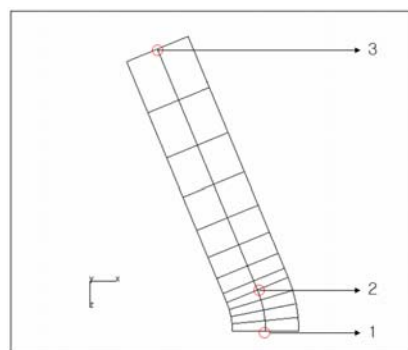
ISZ, IFZ = 0 : 지정된 방향으로 움직임이 허용됨.

ISZ, IFZ = 1 : 지정된 방향으로 움직임이 고정됨.

* CARD 2.1

* NODE	Zp	Xp
1	0.0	16.30
2	-6.238	15.06
3	-42.60	0.00

=> Center Line의 절점의 번호와 그 좌표를 나타냅니다. Center Line을 입력하면 2D Mesh가 Center Line을 따라 확장되어 3D 입체 Mesh를 형성합니다.



* -----
*

*** CARD 3.1**

* BLNAME
BLOCK1

=> Block의 이름을 입력합니다. 제목과 마찬가지로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

*** CARD 3.2**

* IBLNO
1

=> Block의 번호를 입력합니다.

*** CARD 3.3**

* I J LTYPE
1 2 1

=> 해당 Block을 구성하는 시작하는 절점번호(I)와 끝나는 절점번호(J)를 입력합니다. LTYPE이 1인 경우는 곡선을 따라 요소가 생성됨을 나타냅니다. 곡선이 형성되는 각도는 Card 3.5에서 입력합니다.

*** CARD 3.4**

* NDZ, ALPA
4 0.5

=> NDZ : Z방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
 $\alpha = 0.5$: 요소의 길이를 일정하게 나눕니다.
 $= 0.3$: 요소의 길이가 절점 I에서 J로 갈수록 점차 증가하며 나뉘집니다.
 $= -0.3$: 요소의 길이가 절점 J에서 I로 갈수록 점차 증가하며 나뉘집니다.

*** CARD 3.5**

* Zo Xo R Tb Te
0.0 0.0 16.3 0.0 22.5

=> Zo, Xo는 원점의 좌표를 나타내고 R은 반지름, Tb, Te는 곡선의 시작점과 종점의 각도를 나타냅니다.

```

* -----
*
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK2

= Block의 이름을 입력합니다. 제목과 마찬가지로 최대 60 Character 영문으로만 입력
가능합니다.

* CARD 3.2
* IBLNO
  2

=>Block의 번호를 입력합니다.

* CARD 3.3
* I    J    LTYPE
  2    3    0
=> 해당 Block을 구성하는 시작점과 끝나는 절점번호를 입력합니다. LTYPE이 0인 경우는 직선
을 따라 요소가 생성됨을 나타냅니다.

* CARD 3.4
* NDZ      ALPA
  8         0.3
=> NDZ      : Z 방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
       $\alpha = 0.5$  : 요소의 길이를 일정하게 나눕니다.
      = 0.3   : 요소의 길이가 절점 I 에서 J 로 갈수록 점차 증가
                하며 나뉘집니다.
      = -0.3  : 요소의 길이가 절점 J 에서 I 로 갈수록 점차 증가
                하며 나뉘집니다.

* -----
*
* CARD 4.1
* ITRANB
  0

=> ITRANB  = 0   Transmitting 경계를 지정하지 않습니다.
          = 1   절점을 기반으로 하는 Transmitting 경계를 지정합니다.
          = 2   요소를 기반으로 하는 Transmitting 경계를 지정합니다.

      ITRANB가 0인 경우 나머지 Card가 이용되지 않습니다.

*
* END OF DATA
* -----
*
만들어진 data파일을 지정된 폴더에 저장합니다.

```

2.1.3 GEN-3D 실행하기

GEN-3D를 실행시키기 위하여 그림 4과 같이 *Run => Presmap => Gen-3D*를 선택합니다.

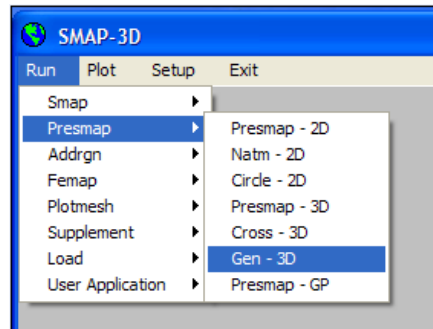


그림 4. GEN-3D 프로그램 실행

그러면 그림 5와 같이 GEN-3D와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 GEN-3D Data 파일 (Zl.dat)과 2D 단면 Mesh 파일 (2D_Mesh.dat)을 입력하고 Output 파일 (Zl.out)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

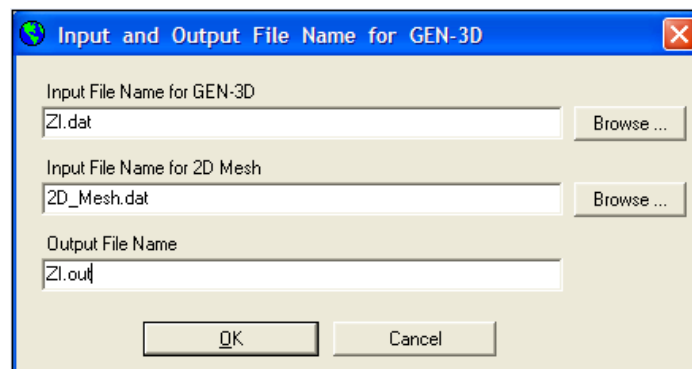


그림 5. GEN-3D Input 및 Output 파일 입력 창

2.1.4 생성된 3D Mesh Plot 하기

GEN-3D 프로그램이 종료되면 그림 6과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

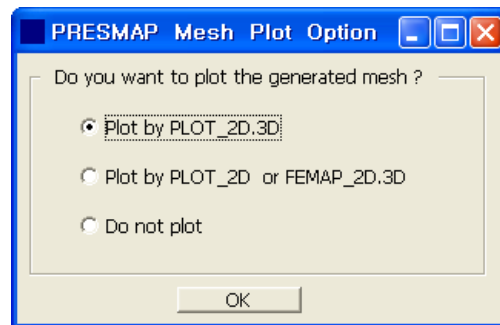


그림 6. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 7과 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 8의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (ZI.out)을 선택합니다.

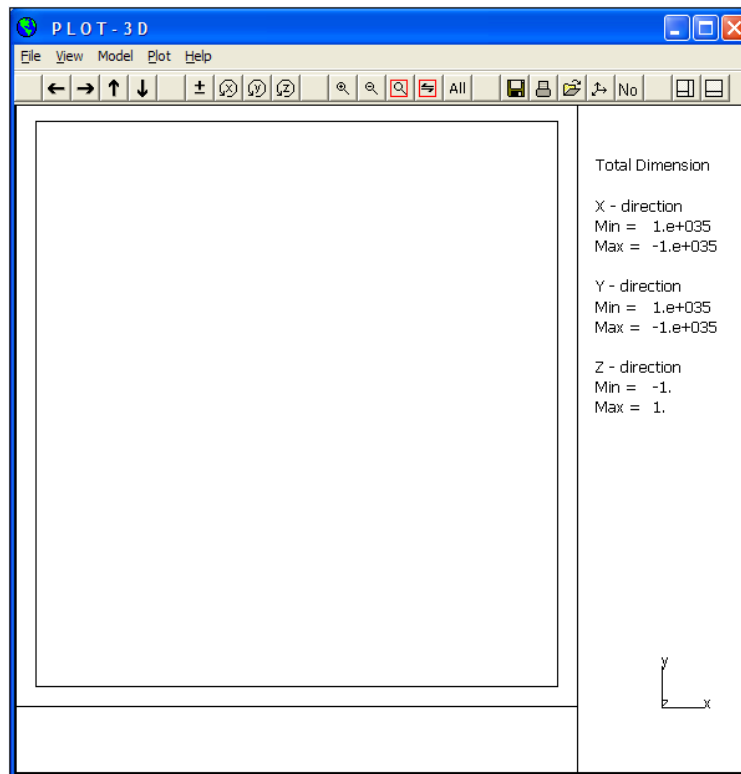


그림 7. Plot-3D 창

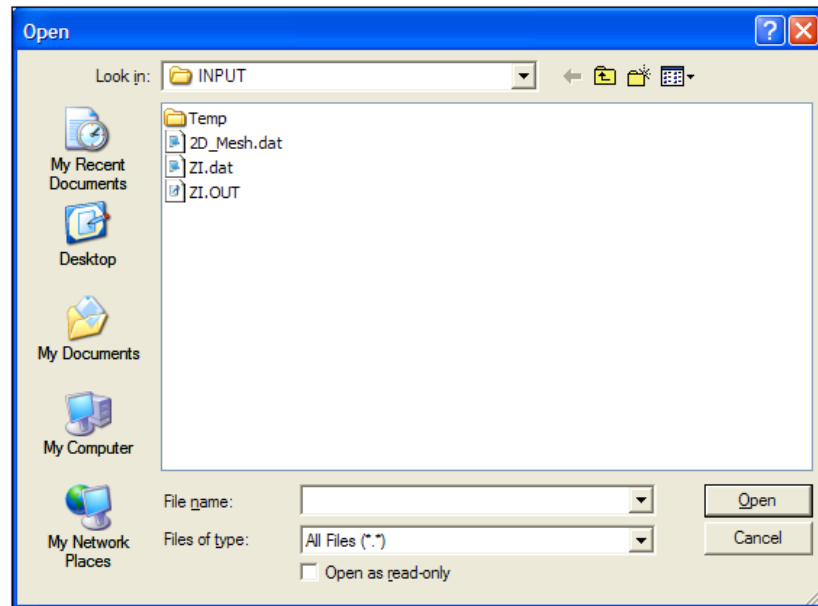


그림 8. Open 파일 입력 창

그림 9는 x 축과 y 축으로 회전시킨 3D 유한요소망입니다. Plot-3D의 주요기능은 1.2.5절을 참조하기 바랍니다.

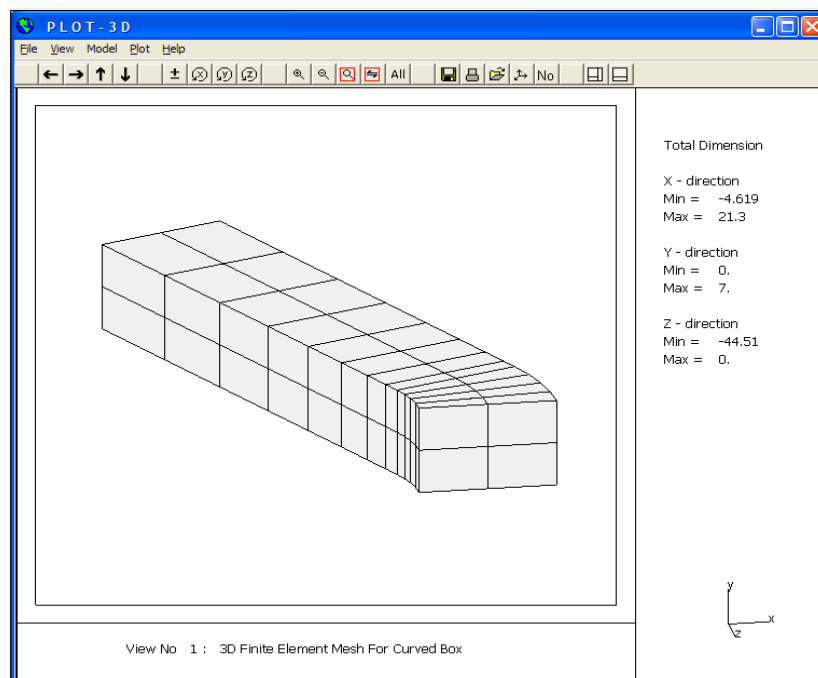


그림 9. 자동 생성된 3D 유한요소망

2.1.5 생성된 3D Mesh 파일 보기

GEN-3D 프로그램 실행 후 생성된 ZI.out (디폴트 output 파일 이름) 파일은 SMAP-3D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

ZI.out 파일은 해석할 구조물을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-3D 사용자 매뉴얼의 Mesh File을 참고하기 바랍니다.

Curved Box Generated by GEN-3D: Listing of ZI.OUT

NUMNP	NCONT	NBEAM	NTRUSS												
117	48	0	0												
NODAL	BOUNDARY CONDITIONS &												COORDINATES		
NODE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ	IEX	IEY	IEZ	XC	YC	ZC
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.113000E+02	.700000E+01	.000000E+00
2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.163000E+02	.700000E+01	.000000E+00
3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.213000E+02	.700000E+01	.000000E+00
4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.113000E+02	.350000E+01	.000000E+00
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.163000E+02	.350000E+01	.000000E+00
6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.213000E+02	.350000E+01	.000000E+00
7	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.113000E+02	.000000E+00	.000000E+00
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.163000E+02	.000000E+00	.000000E+00
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.213000E+02	.000000E+00	.000000E+00
10	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.112456E+02	.700000E+01	-.110760E+01
11	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.162215E+02	.700000E+01	-.159768E+01
12	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.211974E+02	.700000E+01	-.208777E+01
13	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.112456E+02	.350000E+01	-.110760E+01
14	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.162215E+02	.350000E+01	-.159768E+01
15	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.211974E+02	.350000E+01	-.208777E+01
-															
-															
-															
102	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.781972E+01	.700000E+01	-.367863E+02
103	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.141922E+01	.350000E+01	-.329598E+02
104	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.320025E+01	.350000E+01	-.348731E+02
105	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.781972E+01	.350000E+01	-.367863E+02
106	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.141922E+01	.000000E+00	-.329598E+02
107	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.320025E+01	.000000E+00	-.348731E+02
108	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.781972E+01	.000000E+00	-.367863E+02
109	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.461947E+01	.700000E+01	-.406868E+02
110	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.700000E+01	-.426000E+02
111	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.461947E+01	.700000E+01	-.445132E+02
112	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.461947E+01	.350000E+01	-.406868E+02
113	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.350000E+01	-.426000E+02
114	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.461947E+01	.350000E+01	-.445132E+02
115	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.461947E+01	.000000E+00	-.406868E+02
116	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.000000E+00	-.426000E+02
117	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.461947E+01	.000000E+00	-.445132E+02
ELEMENT INDEX															
NEL	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	INTT	TBJWL
1	2	1	4	5	11	10	13	14	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
2	3	2	5	6	12	11	14	15	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
3	5	4	7	8	14	13	16	17	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
4	6	5	8	9	15	14	17	18	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
5	11	10	13	14	20	19	22	23	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
6	12	11	14	15	21	20	23	24	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
7	14	13	16	17	23	22	25	26	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
8	15	14	17	18	24	23	26	27	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
9	20	19	22	23	29	28	31	32	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
10	21	20	23	24	30	29	32	33	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
11	23	22	25	26	32	31	34	35	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
-															
-															
-															
36	78	77	80	81	87	86	89	90	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
37	83	82	85	86	92	91	94	95	1	0	1	2	2	2	.0000E+00

38	84	83	86	87	93	92	95	96	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
39	86	85	88	89	95	94	97	98	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
40	87	86	89	90	96	95	98	99	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
41	92	91	94	95	101	100	103	104	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
42	93	92	95	96	102	101	104	105	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
43	95	94	97	98	104	103	106	107	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
44	96	95	98	99	105	104	107	108	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
45	101	100	103	104	110	109	112	113	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
46	102	101	104	105	111	110	113	114	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
47	104	103	106	107	113	112	115	116	1	0	1	2	2	2	.0000E+00
48	105	104	107	108	114	113	116	117	1	0	1	2	2	2	.0000E+00

0

* CARD 9.6.1

* NODVIS NELVIS

0 0

2.2 Ex_2 NATM Tunnel

본 예제는 그림 1에서 보는 바와 같은 NATM 터널의 3차원 유한요소망을 GEN-3D의 가장 기본적인 기능을 사용하여 자동 생성하는 예제입니다.

본 예제의 2차원 대표단면 Mesh File인 2D_Mesh.dat는 AIG를 사용하여 작성되었으며 자세한 Mesh 작성과정은 “AIG Mesh Guide 2007”의 EX_2 NATM 터널을 참고하기 바랍니다. 그림 2a는 2차원 대표단면 유한요소망입니다. 그림 2b는 터널 주변의 유한요소망입니다.

NATM 터널은 길이 방향으로 1개의 Block으로 구성되어 있으며, 요소와 길이는 터널 Center Line에 따라 뒷면으로 갈수록 점차 증가하여 나뉘집니다. (그림 3 참조)

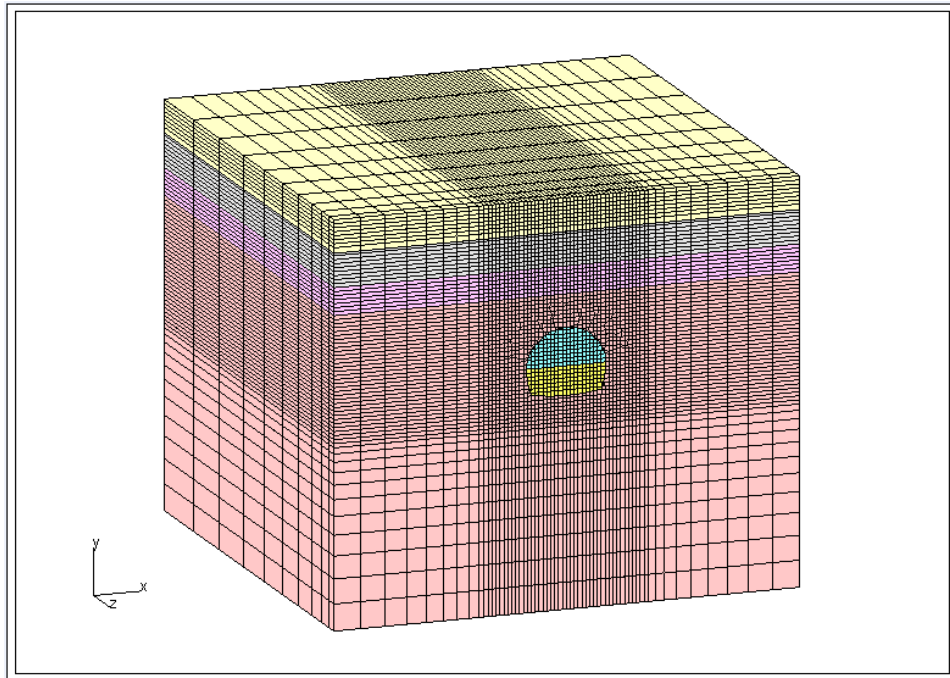


그림 1. GEN-3D로 생성할 3D NATM 터널 Mesh

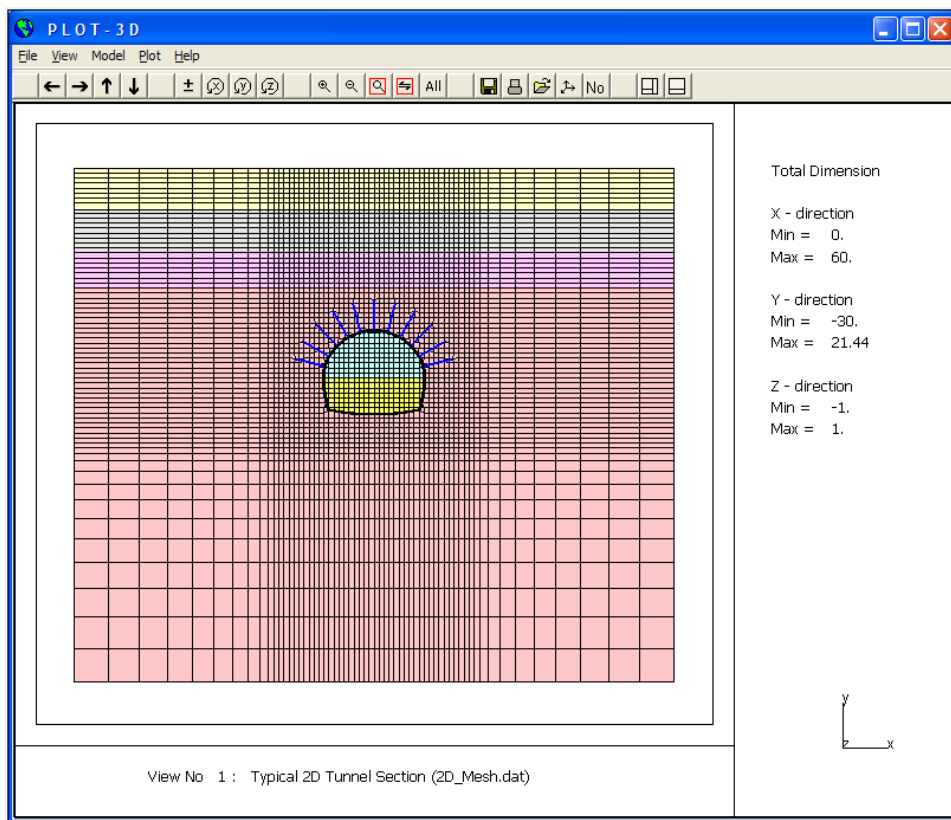


그림 2a. 2차원 대표단면 유한요소망 (2D_Mesh.dat)

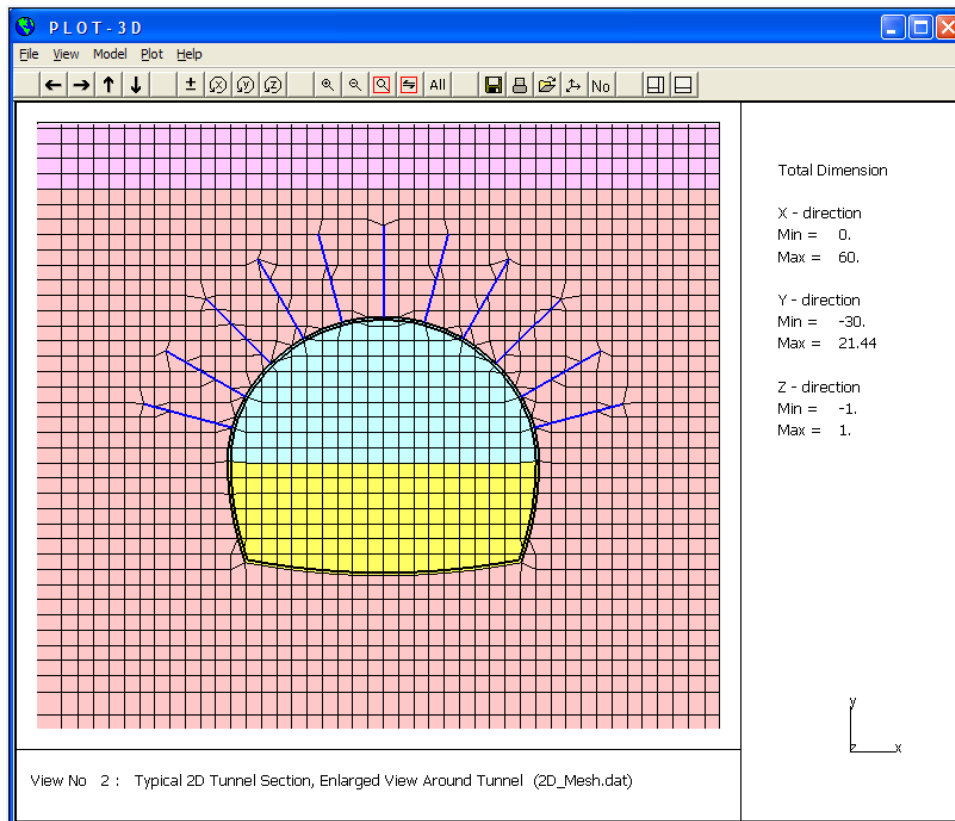


그림 2b. 터널 주변 대표단면 유한요소망 (2D_Mesh.dat)

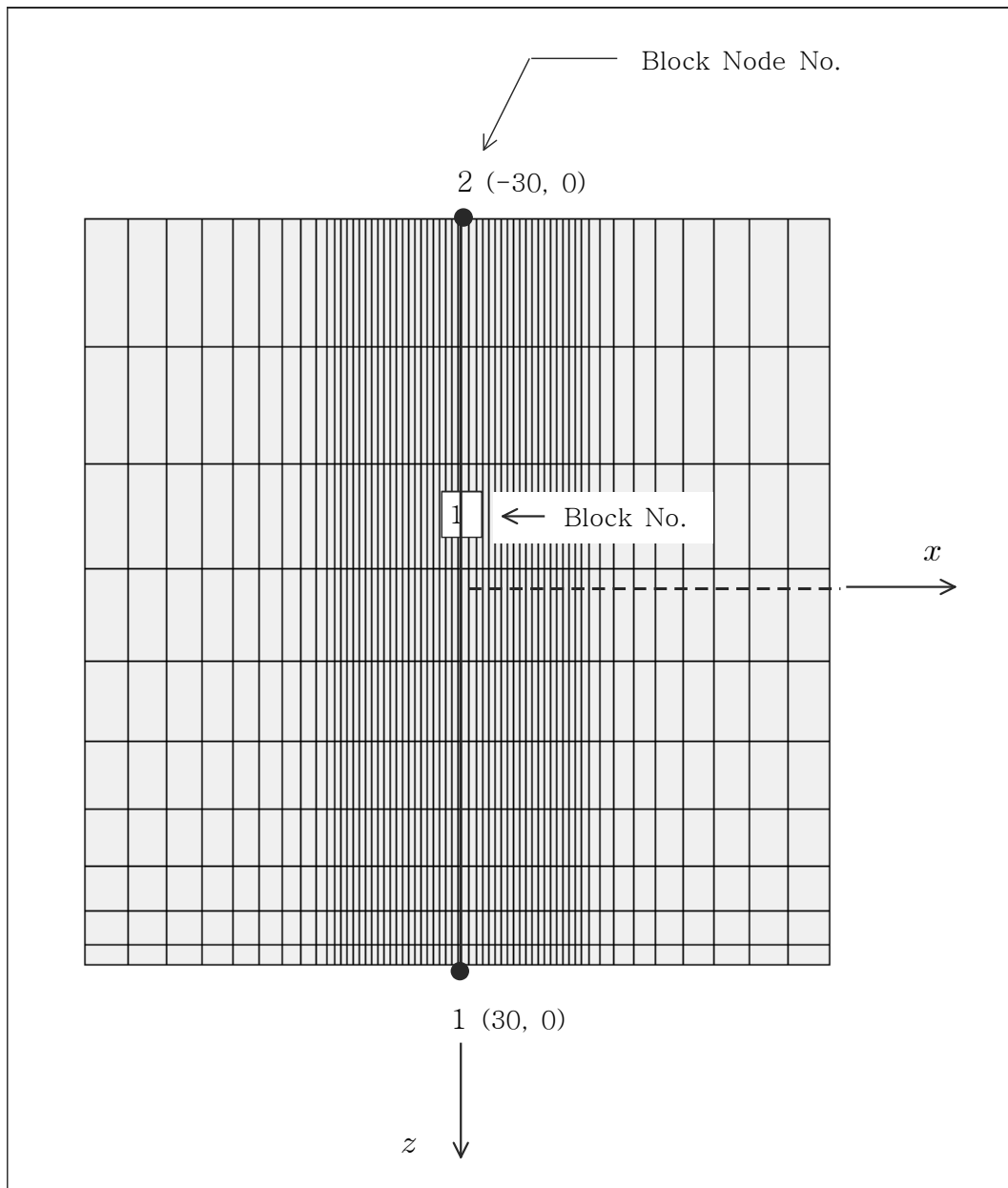


그림 3. 터널 길이방향 $z-x$ 단면 개략도

2.2.1 2D Mesh 파일 작성하기

본 예제의 2차원 대표단면 Mesh File인 2D_Mesh.dat는 AIG를 사용하여 작성되었습니다. 자세한 Mesh 작성 과정은 “AIG Mesh Guide 2007”의 EX_2 NATM 터널에 설명 되어 있습니다.

2D Mesh 파일 Input Data에 관한 자세한 설명은 SMAP-2D 사용자 매뉴얼 (Mesh 파일 작성)과 다음 페이지 2D Mesh 파일 Listing의 주석을 참조하기 바랍니다.

2.2.1.1 2D Mesh 파일 Listing (2D_Mesh.dat)

TYPICAL 2D SECTION

NUMNP	NCONT	NBEAM	NTRUSS
4269	4154	102	60

=> 절점의 개수 (NUMNP) 와 연속체요소의 개수 (NCONT), Beam요소의 개수 (NBEAM), Truss요소의 개수 (NTRUSS)를 입력합니다. 본 예제는 4269개의 절점과 4154개의 연속체 요소, 102개의 보 요소, 60개의 봉 요소로 이루어져 있습니다.

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEX	IEY	XC	YC
1	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.214400E+02
2	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.209400E+02
3	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.204400E+02
4	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.199400E+02
5	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.194400E+02
6	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.189400E+02
7	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.184400E+02
8	1	0	1	1	1	1	1	.000000E+00	.179400E+02
-									
-									
-									
4262	0	0	1	1	0	1	1	.260167E+02	-.283347E+01
4263	0	0	1	1	0	1	1	.265147E+02	-.291271E+01
4264	0	0	1	1	0	1	1	.270126E+02	-.298126E+01
4265	0	0	1	1	0	1	1	.275105E+02	-.303921E+01
4266	0	0	1	1	0	1	1	.280084E+02	-.308619E+01
4267	0	0	1	1	0	1	1	.285063E+02	-.312273E+01
4268	0	0	1	1	0	1	1	.290042E+02	-.314886E+01
4269	0	0	1	1	0	1	1	.295021E+02	-.316461E+01

=> GEN-3D에 의해서 확장되는 것은 z축으로의 확장입니다. 그러므로 2차원 평면을 이루고 있는 각 절점의 번호와 경계조건, 정확한 좌표 값을 입력합니다.

ISX : 골격의 x방향 자유도

ISY : 골격의 y방향 자유도

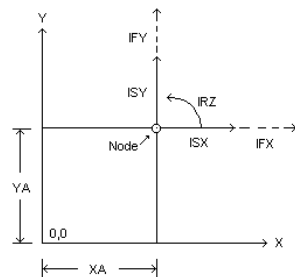
IFX : 간극수의 골격에 대한 x방향 자유도

IFY : 간극수의 골격에 대한 y방향 자유도

IRZ : z축에 대한 회전 자유도

IEX : Slip의 x방향 자유도

IEY : Slip의 y방향 자유도

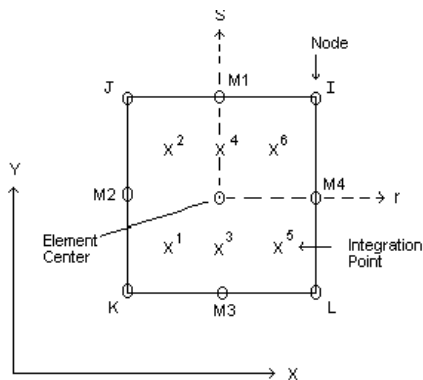


ISX, ISY, IFX, IFY, IRZ, IEX, IEY = 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.
 = 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.

=> SMAP-2D User's Manual. Mesh File - Card Group 2.2 참고

ELEMENT INDEX														
NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	70	1	2	71	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
2	71	2	3	72	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
3	72	3	4	73	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
4	73	4	5	74	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
5	74	5	6	75	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
6	75	6	7	76	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
7	76	7	8	77	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
8	77	8	9	78	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
9	78	9	10	79	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00
10	79	10	11	80	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00
11	80	11	12	81	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00
12	81	12	13	82	0	0	0	0	2	0	1	2	2	.0000E+00
-														
-														
-														
4144	1428	1498	4260	4259	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4145	1498	1499	4261	4260	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4146	1499	1568	4262	4261	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4147	1568	1637	4263	4262	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4148	1637	1706	4264	4263	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4149	1706	1775	4265	4264	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4150	1775	1844	4266	4265	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4151	1844	1913	4267	4266	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4152	1913	1982	4268	4267	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4153	1982	2051	4269	4268	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00
4154	2051	2120	4210	4269	0	0	0	0	7	1	1	2	2	.0000E+00

=> 각 요소의 번호 (NEL) 와 요소를 구성하는 인덱스 (I1, I2, I3, I4, M5, M6, M7, M8) 를 나타낸 것으로 시계 반대방향으로 입력합니다.



MATC = 재료번호.

KS = -1 폭약을 포함하는 요소.
= 0 골격을 포함하는 요소.
= 1~4 절리를 포함하는 요소.

KF = 0 간극수를 포함하는 경우.
= 1 간극수를 포함하지 않는 경우.

INTR = R방향 적분점 수. (초기값=2)

INTS = S방향 적분점 수. (초기값=2)

TBJWL = KS=-1일 때 사용하는 변수로 이 요소가 폭발한 시간.

=> SMAP-2D User's Manual. Mesh File - Card Group 3.2 참고

BEAM ELEMENT				
NEL	I	J	MSEC	NODEK
4155	4210	4269	2	1
4156	4269	4268	2	1
4157	4268	4267	2	1
4158	4267	4266	2	1
4159	4266	4265	2	1
4160	4265	4264	2	1
4161	4264	4263	2	1
4162	4263	4262	2	1
-				
-				
-				
4249	2802	2803	1	1
4250	1499	1498	1	1
4251	1498	1428	1	1
4252	1428	1427	1	1
4253	1427	1426	1	1
4254	1426	1425	1	1
4255	1425	1424	1	1
4256	1424	1423	1	1



NEL : 보 요소 번호
 I, J : 보 요소 끝점의 절점 번호
 MSEC : 보 단면 번호
 NODEK : Reference 절점 번호

TRUSS ELEMENT				
NEL	I	J	MATT	NODEK
4257	2801	2869	1	1
4258	2869	2938	1	1
4259	2938	3007	1	1
4260	3007	3076	1	1
4261	3076	3144	1	1
4262	3144	3213	1	1
4263	2730	2798	1	1
4264	2798	2867	1	1
-				
-				
-				
4307	1418	1349	1	1
4308	1349	1279	1	1
4309	1279	1209	1	1
4310	1209	1140	1	1
4311	1421	1351	1	1
4312	1351	1282	1	1
4313	1282	1213	1	1
4314	1213	1144	1	1
4315	1144	1074	1	1
4316	1074	1005	1	1
0				
0				



NEL : 봉 요소 번호
 I, J : 봉 요소 끝점의 절점 번호
 MATT : 재료 번호
 NODEK : Reference 절점 번호

2.2.2 3D로 확장하기 위한 ZI.dat 파일 작성하기

ZI.dat 파일은 2차원 대표단면 Mesh를 단면에 수직한 방향으로 확장시켜 3차원 입체 유한요소망을 생성하는데 필요한 GEN-3D Data 파일로 Word Pad나 Note Pad와 같은 Text 편집기를 사용하여 작성합니다.

본 예제는 그림 3에서 보는 바와 같이 터널의 길이 방향으로 1개의 직선 Block으로 구성되어 있고, 요소의 길이는 뒷면으로 갈수록 점차 증가하여 나뉘집니다.

ZI.dat 파일 작성에 관한 자세한 설명은 1.3절의 GEN-3D 사용자 매뉴얼과 다음 페이지 ZI.dat 파일 Listing의 주석을 참조하기 바랍니다.

2.2.2.1 ZI.dat 파일 Listing

* CARD 1.1

* TITLE

3-D NATM TUNNEL GENERATION BY GEN-3D

=> 제목을 입력하는 Card로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 1.2

* NBZ NBNODE

1 2

=> Z 방향으로 생성할 Block의 개수 (NBZ)와 절점의 개수 (NBNODE)를 입력합니다. 각 Block마다 LTYPE와 Z 방향으로 생성될 요소의 수, 그 간격 등의 세부사항은 Card 3에서 지정됩니다.

* CARD 1.3

* IBZ_base IBZ_front IBZ_back

1 3 3

=> 각각 내부를 구성하는 요소의 경계조건 (IBZ_base), 앞면을 구성하는 요소의 경계조건 (IBZ_front), 뒷면을 구성하는 요소의 경계조건 (IBZ_back)을 나타냅니다.

IBZ	ISZ	IFZ
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

ISZ : 골격의 Z 방향 자유도

IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도.

ISZ, IFZ = 0 : 지정된 방향으로 움직임이 허용됨.

ISZ, IFZ = 1 : 지정된 방향으로 움직임이 고정됨.

* CARD 2.1

* NODE Zp Xp

1	30	0
2	-30	0

=> Center Line의 절점의 번호와 그 좌표를 나타냅니다. Center Line을 입력하면 2D Mesh가 Center Line을 따라 확장되어 3D 입체 Mesh를 형성합니다.


```

* -----
*
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK1

= Block의 이름을 입력합니다. 제목과 마찬가지로 최대 60 Character 영문으로만 입력
  가능합니다.

* CARD 3.2
* IBLNO
  1

=>Block의 번호를 입력합니다.

* CARD 3.3
* I    J    LTYPE
  1    2    0
=> 해당 Block을 구성하는 시작점과 끝나는 절점번호를 입력합니다. LTYPE이 0인 경우는 직선
  을 따라 요소가 생성됨을 나타냅니다.

* CARD 3.4
* NDZ      ALPA
  10       0.3
=> NDZ      : Z 방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
       $\alpha = 0.5$  : 요소의 길이를 일정하게 나눕니다.
      = 0.3   : 요소의 길이가 절점 I 에서 J 로 갈수록 점차 증가
                  하며 나뉘집니다.
      = -0.3  : 요소의 길이가 절점 J 에서 I 로 갈수록 점차 증가
                  하며 나뉘집니다.

* -----
*
* CARD 4.1
* ITRANB
  0

=> ITBANB = 0   Transmitting 경계를 지정하지 않습니다.
          = 1   절점을 기반으로 하는 Transmitting 경계를 지정합니다.
          = 2   요소를 기반으로 하는 Transmitting 경계를 지정합니다.

  ITBANB가 0인 경우 나머지 Card가 이용되지 않습니다.

*
* END OF DATA
* -----
*
  만들어진 data파일을 지정된 폴더에 저장합니다.

```

2.2.3 GEN-3D 실행하기

GEN-3D를 실행시키기 위하여 그림 4와 같이 *Run => Presmap => Gen-3D*를 선택합니다.

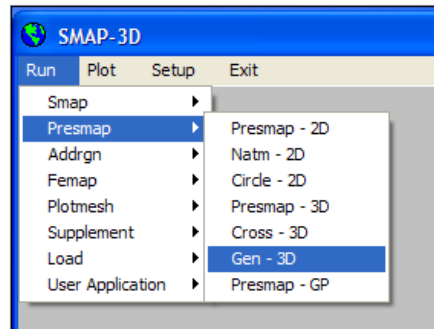


그림 4. GEN-3D 프로그램 실행

그러면 그림 5와 같이 GEN-3D와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 GEN-3D Data 파일 (ZI.dat)과 2D 단면 Mesh 파일 (2D_Mesh.dat)을 입력하고 Output 파일 (ZI.out)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

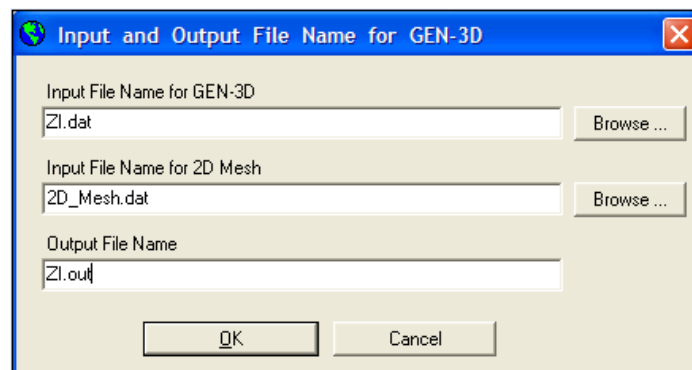


그림 5. GEN-3D Input 및 Output 파일 입력 창

2.2.4 생성된 3D Mesh Plot 하기

GEN-3D 프로그램이 종료되면 그림 6과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

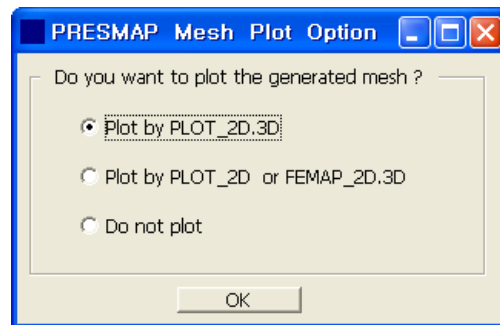


그림 6. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 7과 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 8의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (ZI.out)을 선택합니다.

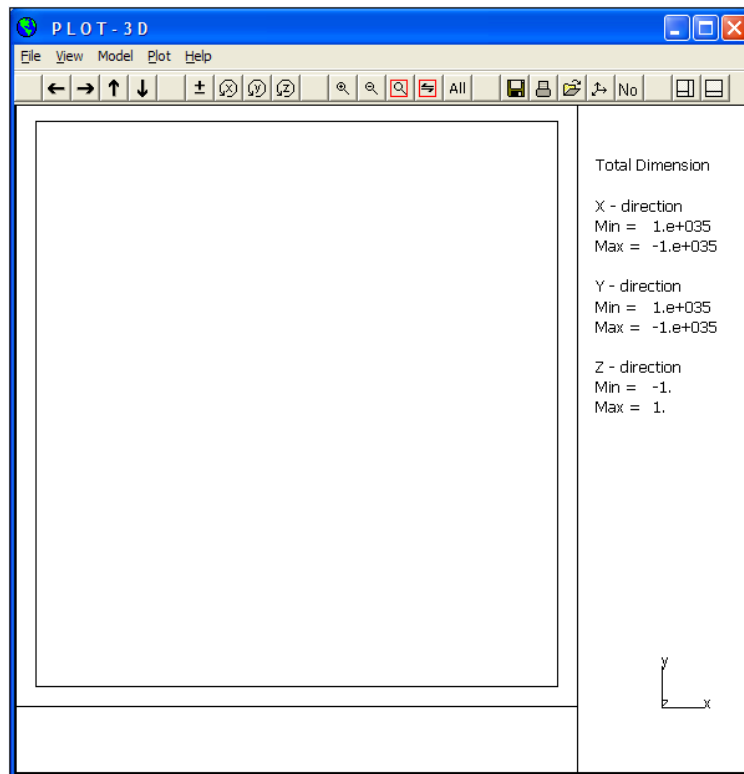


그림 7. Plot-3D 창

2.2.5 생성된 3D Mesh 파일 보기

GEN-3D 프로그램 실행 후 생성된 ZI.out (디폴트 output 파일 이름) 파일은 SMAP-3D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

ZI.out 파일은 해석할 구조물을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-3D 사용자 매뉴얼의 Mesh File을 참고하기 바랍니다.

NATM Tunnel Generated by GEN-3D: Listing of ZI.OUT

NUMNP	NCONT	NBEAM	NTRUSS													
46959	42560	0	660													
NODAL	BOUNDARY CONDITIONS												COORDINATES			
NODE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ	IEX	IEY	IEZ	XC	YC	ZC	
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.214400E+02	.300000E+02	
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.209400E+02	.300000E+02	
3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.204400E+02	.300000E+02	
4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.199400E+02	.300000E+02	
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.194400E+02	.300000E+02	
6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.189400E+02	.300000E+02	
7	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.184400E+02	.300000E+02	
8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.179400E+02	.300000E+02	
9	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.172400E+02	.300000E+02	
10	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.169400E+02	.300000E+02	
11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.164400E+02	.300000E+02	
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.159400E+02	.300000E+02	
-																
-																
-																
46940	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.255499E+02	.257198E+01	-.300000E+02	
46941	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.252355E+02	.190359E+01	-.300000E+02	
46942	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.251318E+02	.157319E+01	-.300000E+02	
46943	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.250125E+02	.928265E+00	-.300000E+02	
46944	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.249901E+02	.498830E+00	-.300000E+02	
46945	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.250061E+02	-.543811E-01	-.300000E+02	
46946	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.250495E+02	-.574995E+00	-.300000E+02	
46947	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.251131E+02	-.104406E+01	-.300000E+02	
46948	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.252057E+02	-.153910E+01	-.300000E+02	
46949	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.253250E+02	-.203403E+01	-.300000E+02	
46950	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.254722E+02	-.252952E+01	-.300000E+02	
46951	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.255473E+02	-.274872E+01	-.300000E+02	
46952	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.260167E+02	-.283347E+01	-.300000E+02	
46953	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.265147E+02	-.291271E+01	-.300000E+02	
46954	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.270126E+02	-.298126E+01	-.300000E+02	
46955	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.275105E+02	-.303921E+01	-.300000E+02	
46956	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.280084E+02	-.308619E+01	-.300000E+02	
46957	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.285063E+02	-.312273E+01	-.300000E+02	
46958	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.290042E+02	-.314886E+01	-.300000E+02	
46959	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	.295021E+02	-.316461E+01	-.300000E+02	
ELEMENT INDEX																
NEL	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	INTT	TBJWL	
1	70	1	2	71	4339	4270	4271	4340	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
2	71	2	3	72	4340	4271	4272	4341	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
3	72	3	4	73	4341	4272	4273	4342	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
4	73	4	5	74	4342	4273	4274	4343	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
5	74	5	6	75	4343	4274	4275	4344	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
6	75	6	7	76	4344	4275	4276	4345	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
7	76	7	8	77	4345	4276	4277	4346	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
8	77	8	9	78	4346	4277	4278	4347	1	0	1	2	2	2	.0000E+00	
9	78	9	10	79	4347	4278	4279	4348	2	0	1	2	2	2	.0000E+00	
10	79	10	11	80	4348	4279	4280	4349	2	0	1	2	2	2	.0000E+00	
11	80	11	12	81	4349	4280	4281	4350	2	0	1	2	2	2	.0000E+00	
12	81	12	13	82	4350	4281	4282	4351	2	0	1	2	2	2	.0000E+00	
13	82	13	14	83	4351	4282	4283	4352	2	0	1	2	2	2	.0000E+00	
-																
-																
-																
42548	45419	45349	41080	41150	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42549	45420	45419	41150	41151	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42550	45490	45420	41151	41221	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42551	45491	45490	41221	41222	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42552	45492	45491	41222	41223	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42553	45493	45492	41223	41224	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42554	44188	44189	39920	39919	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42555	44118	44188	39919	39849	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	
42556	44117	44118	39849	39848	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00	

42557	44116	44117	39848	39847	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00
42558	44115	44116	39847	39846	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00
42559	44114	44115	39846	39845	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00
42560	44113	44114	39845	39844	0	0	0	0	8	15	1	2	2	2	.0000E+00

TRUSS ELEMENT INDEX

NEL	I	J	MATC	K
42561	2801	2869	1	1
42562	2869	2938	1	1
42563	2938	3007	1	1
42564	3007	3076	1	1
42565	3076	3144	1	1
42566	3144	3213	1	1
42567	2730	2798	1	1
42568	2798	2867	1	1
42569	2867	2935	1	1
42570	2935	3003	1	1

-

-

-

43210	44178	44108	1	1
43211	44108	44039	1	1
43212	44039	43969	1	1
43213	43969	43899	1	1
43214	43899	43830	1	1
43215	44111	44041	1	1
43216	44041	43972	1	1
43217	43972	43903	1	1
43218	43903	43834	1	1
43219	43834	43764	1	1
43220	43764	43695	1	1

0

* CARD 9.6.1

* NODVIS NELVIS

0

0

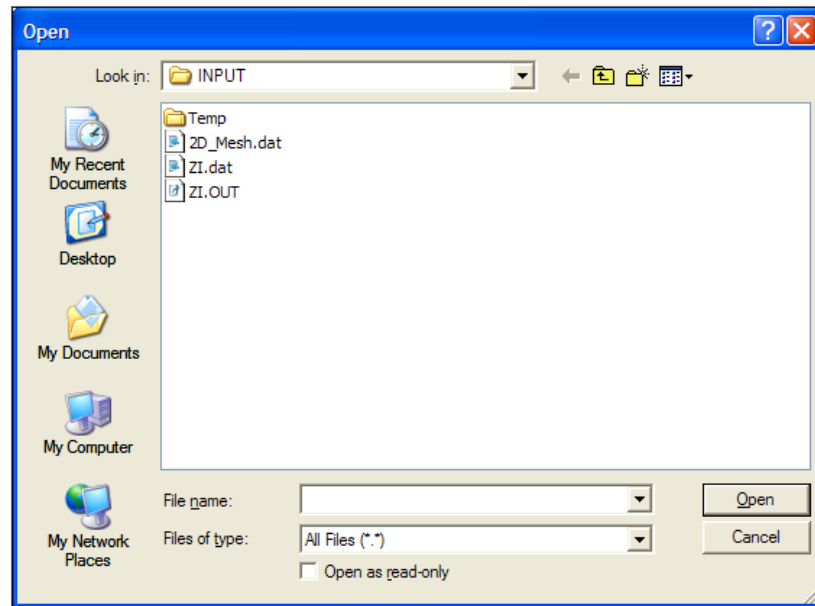


그림 8. Open 파일 입력 창

그림 9a는 x 축과 y 축으로 회전시킨 3D 전체 유한요소망입니다. Plot-3D의 주요기능은 1.2.5절을 참조하기 바랍니다.

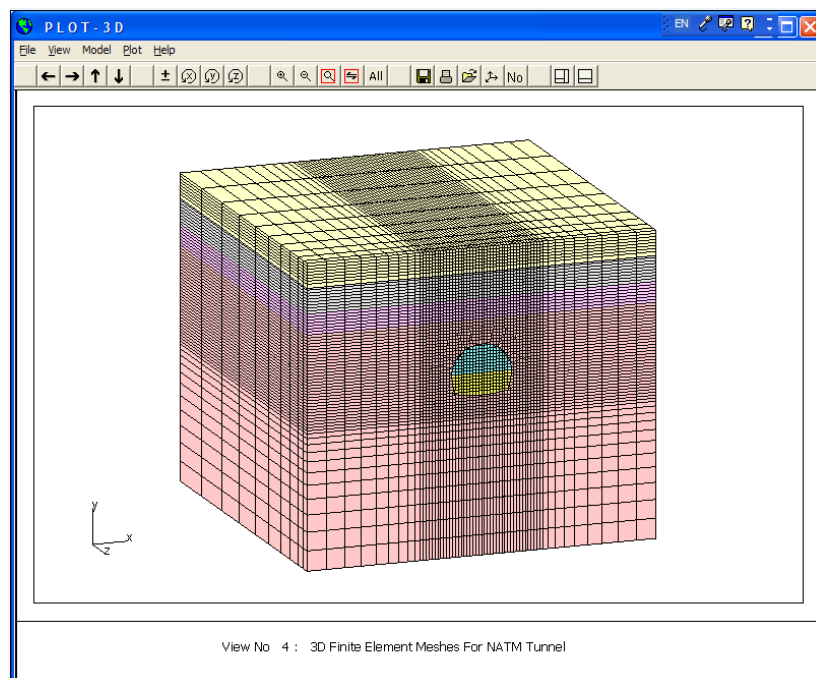


그림 9a. 자동 생성된 3D 전체 유한요소망

그림 9b는 자동 생성된 Rock Bolt와 Upper and Lower Core를 보여줍니다.

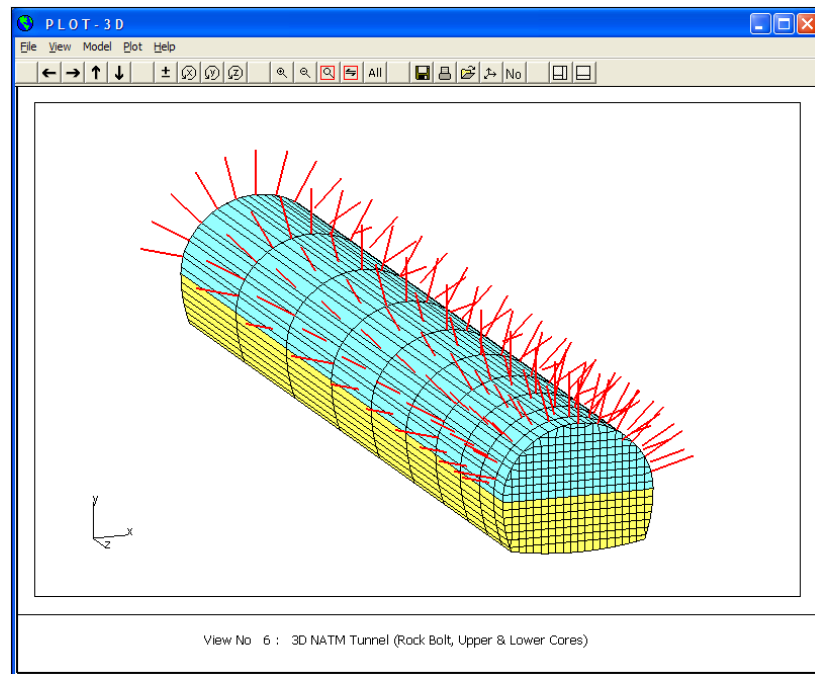


그림 9b. Rock Bolt, Upper and Lower Core

그림 9c는 Shell 요소로 모델링된 Shotcrete와 터널 Lining을 보여줍니다.

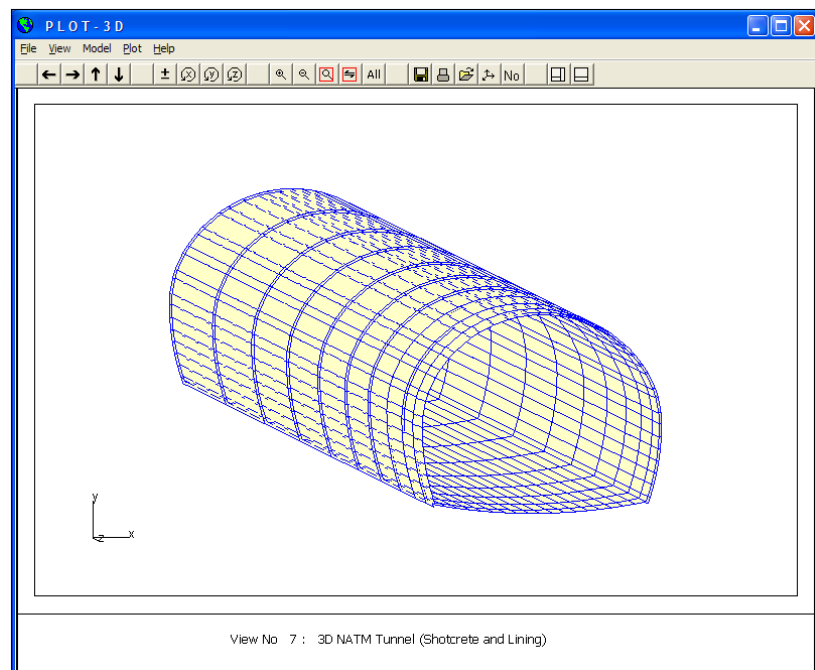


그림 9c. Shotcrete, 터널 Lining

그림 9d는 Joint 요소로 모델링된 Shotcrete와 Lining 사이의 Interface 방수막을 보여줍니다.

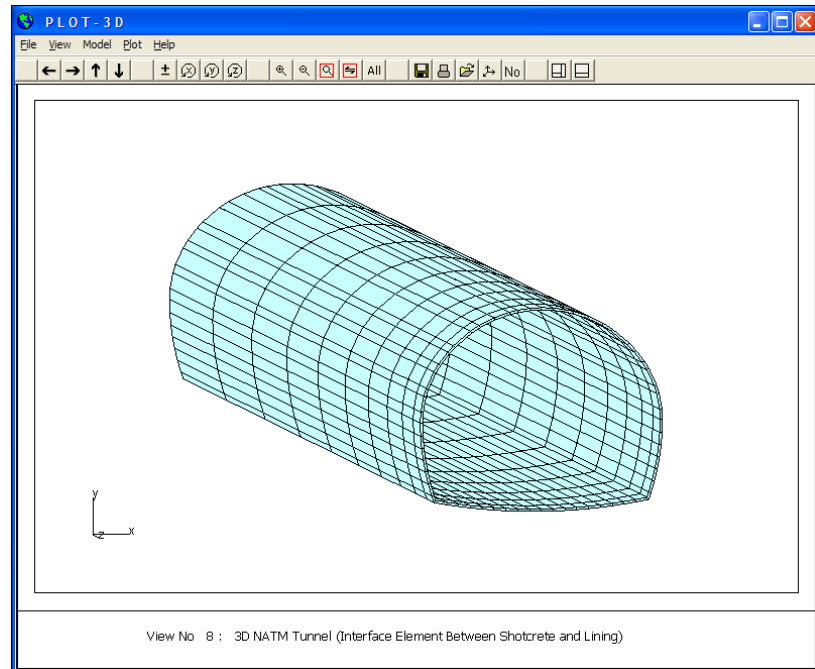


그림 9d. Shotcrete와 Lining 사이의 Interface 방수막

2.3 Ex_3 RCD Pile

본 예제는 송전선 기초인 RCD 콘크리트 Pile과 주변지반의 3차원 Mesh를 AIG와 GEN-3D를 사용하여 생성시킨 예제입니다.

그림 1은 본 예제의 측면 개략도로 직경이 4m이고 길이가 8m인 철근 콘크리트 Pile이 모래층을 관통하여 연암에 정착된 상태를 나타내고 그림 2는 평면 개략도로 가로×세로가 50m×50m인 사각형 해석단면의 중앙에 Pile이 위치한 상태를 나타냅니다.

2.3.1 2D Mesh 파일 작성하기

본 예제의 2차원 대표단면 Mesh는 AIG를 사용하여 작성하였습니다. 그림 3은 Base Mesh와 Pile Group을 보여줍니다. Pile이 타입 될 중앙부분의 Mesh를 세밀하게 나누고 주위지반은 중앙에서 멀어질수록 Mesh의 크기를 커지게 하기 위하여 수평과 수직으로 각각 3개의 Block을 사용하였습니다. AIG에서 작성할 2D Mesh는 지표면을 나타내므로 Base Mesh창에서 경계조건은 모두 Roller로 설정해야 합니다.

표 1은 AIG 실행 후에 Output로 생성된 Text 파일 ADDRGN.INP의 Listing입니다. 그리고 표 2는 ADDRGN-2D 프로그램 실행 (Execute) 후 생성된 Group.Mes 파일 Listing으로 SMAP-2D 프로그램의 Input File중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어있습니다. 그림 4는 Group.Mes 파일을 Plot-3D로 Plot한 것으로 본 예제의 2차원 대표단면 Mesh로 사용합니다.

AIG를 사용하여 2D Mesh를 생성하는 모든 과정은 “지반구조물 유한요소망 작성 Part I AIG 2007년 2월”에 있는 예제에 자세히 설명되어 있습니다.

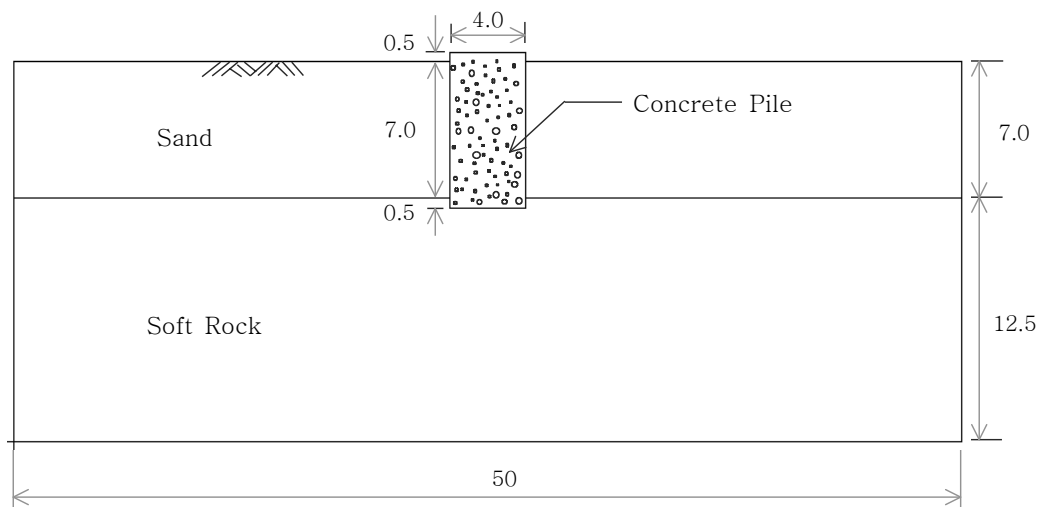


그림 1. RCD Pile 측면 개략도

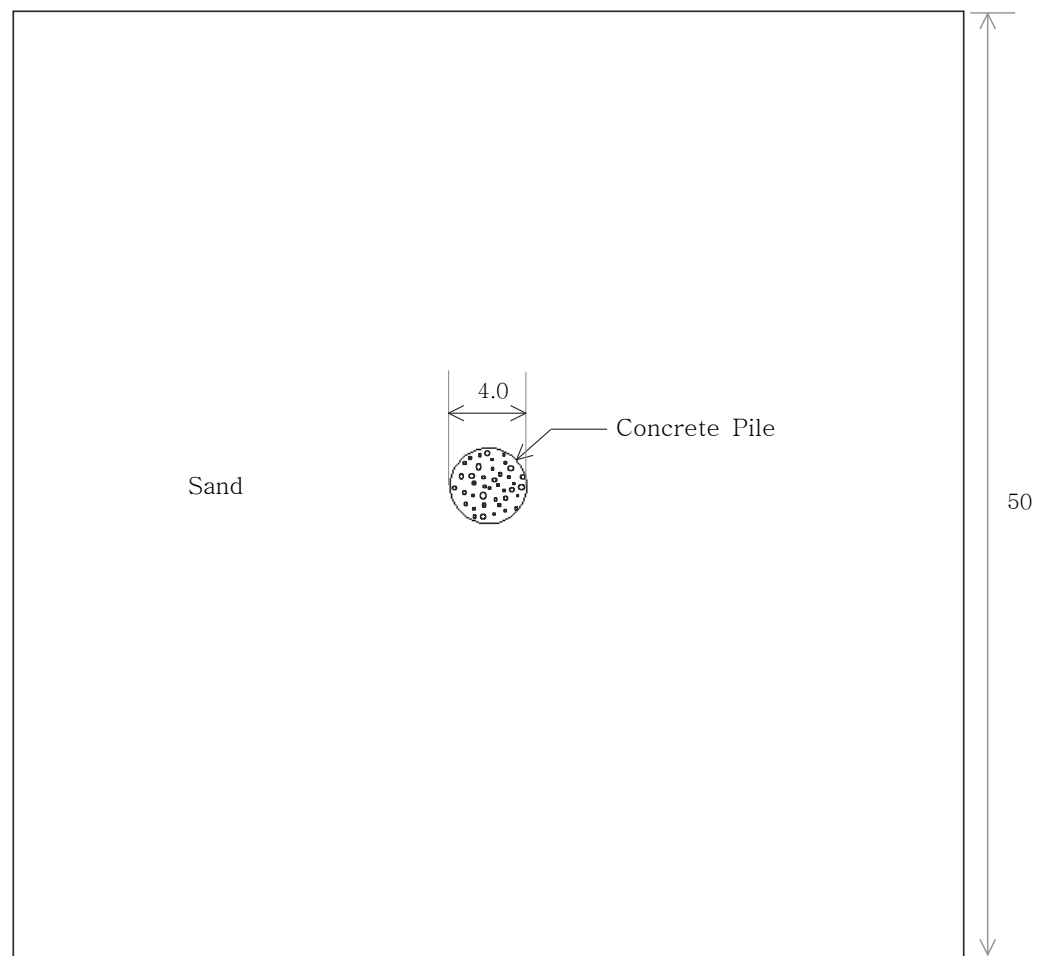


그림 2. RCD Pile 평면 개략도

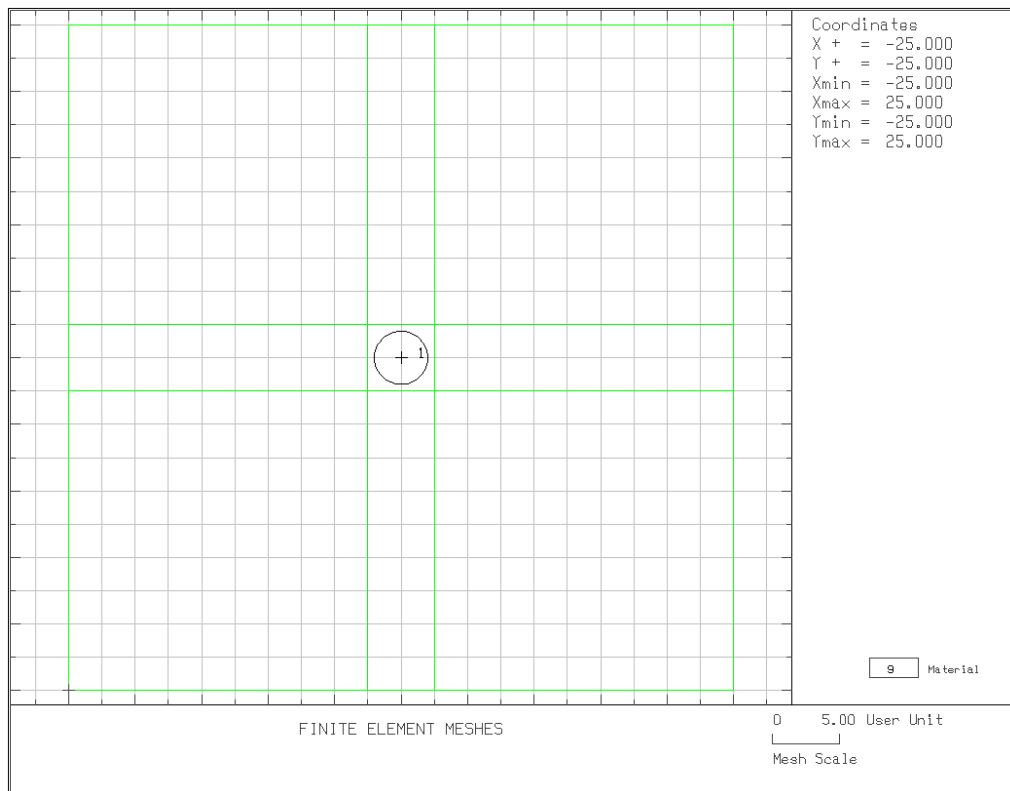


그림 3. Base Mesh 및 Pile Group

표 1. ADDRGN.INP 파일 Listing.

```

* Card 1.1
* IMOD
  2
* Card 4.1
* NBX  NBY  IB_LEFT  IB_RIGHT  IB_TOP  IB_BOTTOM
  3    3    1        1        1        1
* Card 4.2
*   Xo          Yo          Ywater
-2.50000E+01 -2.50000E+01 -3.00000E+01
* Card 4.3
*   W          DX          AX
  2.25000E+01  4.00000E-01 -3.00000E-01
  5.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
  2.25000E+01  4.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.4
*   H          DY          AY
  2.25000E+01  4.00000E-01 -3.00000E-01
  5.00000E+00  4.00000E-01  5.00000E-01
  2.25000E+01  4.00000E-01  3.00000E-01
* Card 4.5
* IGMOD
  1
* Card 3.1-1
* FILEA
BMESH.DAT
* Card 3.1-2
* FILEM
GROUP.MES
* Card 3.2
* NSNEL  NSNODE
  1      1
* Card 3.3
* IEDIT
  4
* Card 3.3.5.1
* NODE
  0
* Card 3.3.5.2
* NOEL
  0
* Card 3.3.5.3
* IBOUND

```

```

0
* Card 3.3.5.4-1
* NGROUP  IGITL
  1      1
* Card 3.3.5.4-2
*   Xref      Yref
  0.00000E+00  0.00000E+00
*
=====
*
*   Group No =   1
RCD File
*
* Card 3.3.5.4.1
* MTYPE IGPOST OVERLAY GCOLOR GLTYPE GLTHIC GHIDE
  4      0      0      0      0      0      0
* Card 3.3.5.4.1-1
* MAT  KF  LTP LMAT  MATold
  3  1  0  0  4
*
-----
*
* Card 3.3.5.4.2
* NPOINT MOVE  IREF  XLo      YLo
  1      0      0      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.2-1
* NP    X      Y
  1      2.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3
* NSEGMENT GNODX      GNODY
  1      0.00000E+00  0.00000E+00
* Card 3.3.5.4.3.1
* SEGNO LTYPE  NDIV  IEND
  1      2      0      2
* Card 3.3.5.4.3.1-1
* Xo      Yo      Rx      Ry      Qb      Qe
  0.0000E+00  0.0000E+00  2.0000E+00  2.0000E+00  0.00  360.00
*
=====
*

```

표 2. Group.Mes 파일 Listing

WGROUP.MES

NUMNP NCONT NBEAM NTRUS

1681 1692 0 0

NODAL COORDINATES

NODE	ISX	ISY	IFX	IFY	IRZ	IEX	IEY	XC	YC
1	1	1	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.250000E+02
2	1	0	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.221990E+02
3	1	0	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.195816E+02
4	1	0	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.171480E+02
5	1	0	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.148980E+02
6	1	0	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.128316E+02
7	1	0	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.109490E+02
8	1	0	1	1	1	1	1	-.250000E+02	.925000E+01
.									
.									
.									
1674	1	0	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.925000E+01
1675	1	0	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.109490E+02
1676	1	0	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.128316E+02
1677	1	0	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.148980E+02
1678	1	0	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.171480E+02
1679	1	0	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.195816E+02
1680	1	0	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.221990E+02
1681	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	-.250000E+02

.

.

.

ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	M5	M6	M7	M8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	TBJWL
1	42	1	2	43	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
2	43	2	3	44	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
3	44	3	4	45	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
4	45	4	5	46	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
5	46	5	6	47	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
6	47	6	7	48	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
7	48	7	8	49	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
8	49	8	9	50	0	0	0	0	1	0	1	2	2	.0000E+00
.														
.														
.														
1685	1046	1005	1006	1047	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1686	1047	1006	1007	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1687	1003	1004	1045	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1688	960	961	1002	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1689	877	878	919	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1690	795	755	796	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1691	714	674	715	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00
1692	675	635	676	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	.0000E+00

.

.

.

0

0

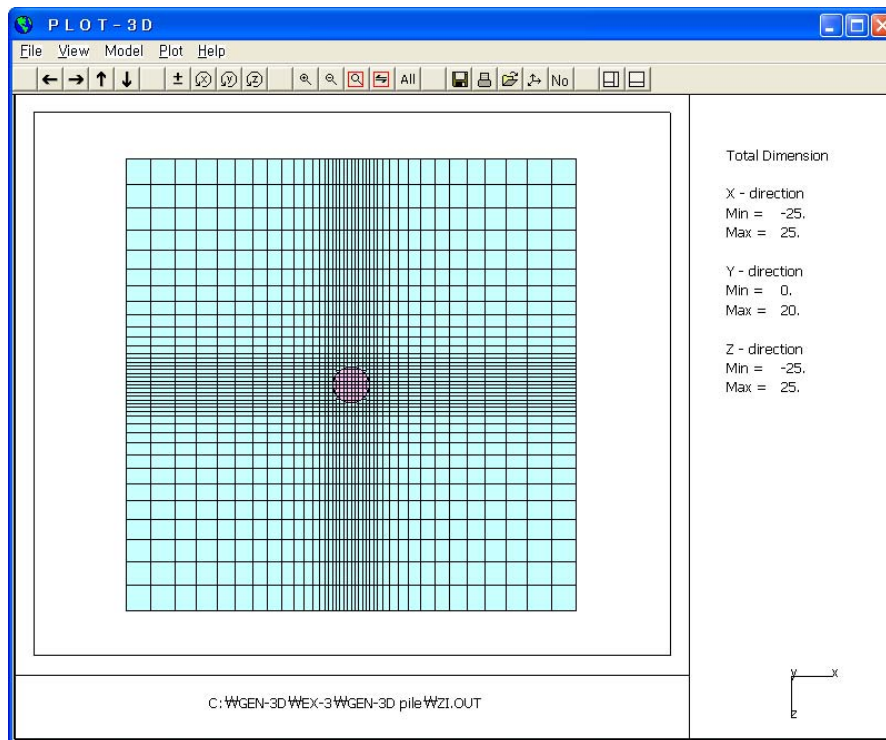


그림 4a. 2차원 대표단면 유한요소망 (Group.Mes)

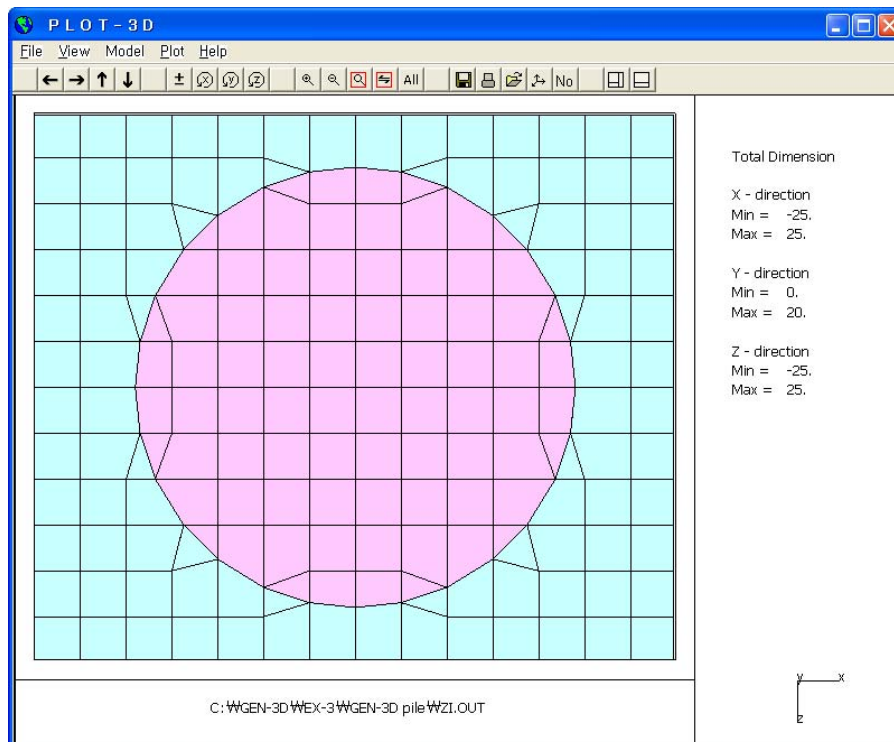


그림 4b. Pile (재료번호 3) 및 주변토층 (재료번호 1) 요소망

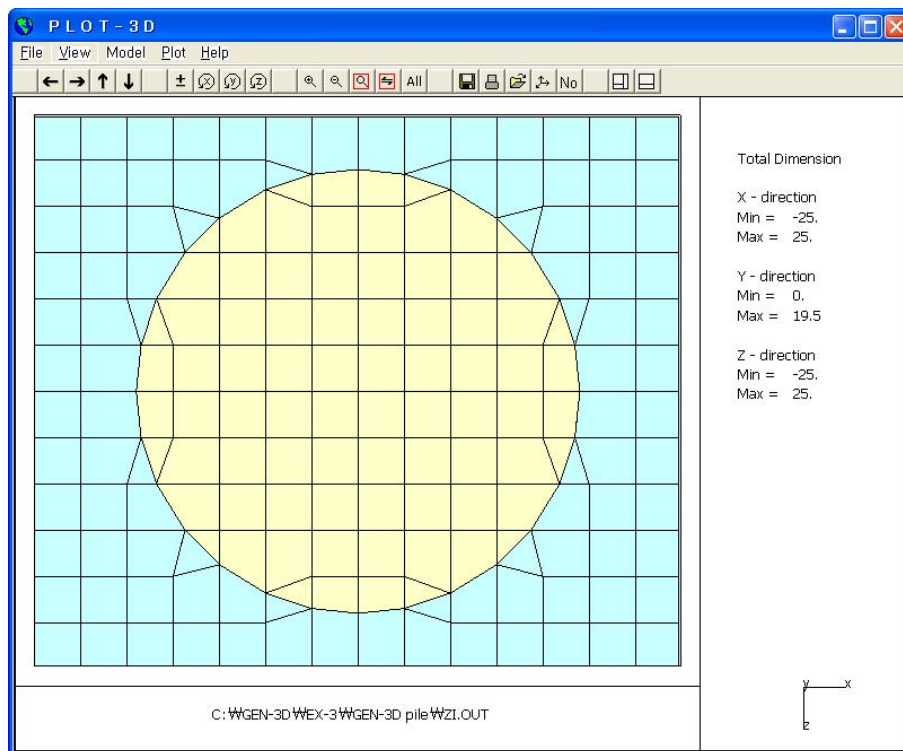


그림 4c. Pile 위치에 있는 토층 (재료번호 4) 및 주변토층 (재료번호 1) 요소망

2.3.2 3D로 확장하기 위한 ZI.dat 파일 작성하기

ZI.dat 파일은 2차원 대표단면 Mesh를 단면에 수직한 방향으로 확장시켜 3차원 입체 유한요소망을 생성하는데 필요한 GEN-3D Data 파일로 Word Pad나 Note Pad와 같은 Text 편집기를 사용하여 작성합니다.

본 예제는 그림 5에서 보는 바와 같이 Pile의 길이 방향으로 4개의 Block으로 구성되어 있습니다. Block 1은 지표면 위에 돌출한 Pile (재료번호 3) 두부를 나타냅니다. Block 2는 토층 (재료번호 1)과 Pile (재료번호 3) 그리고 Pile 위치에 있는 토층 (재료번호 4)을 포함하고 있습니다. 따라서 재료번호 1과 4는 같은 원지반 토층을 나타냅니다. Block 3은 Pile 정착부 높이에 있는 연암층 (재료번호 2)과 Pile (재료번호 3) 그리고 Pile 위치에 있는 연암층 (재료번호 5)을 포함합니다. 마지막 Block 4는 Block 3과 같은 연암층으로 재료번호 7과 10으로 이루어졌습니다.

해석의 경제성과 정확성을 고려하여, Block 1~3에서의 요소는 등간격으로 등분하였고 Block 4에서는 요소의 길이가 밀면으로 갈수록 점차 증가하여 나누었습니다.

ZI.dat 파일 작성에 관한 자세한 설명은 1.3절의 GEN-3D 사용자 매뉴얼과 다음 페이지 ZI.dat 파일 Listing의 주석을 참조하기 바랍니다.

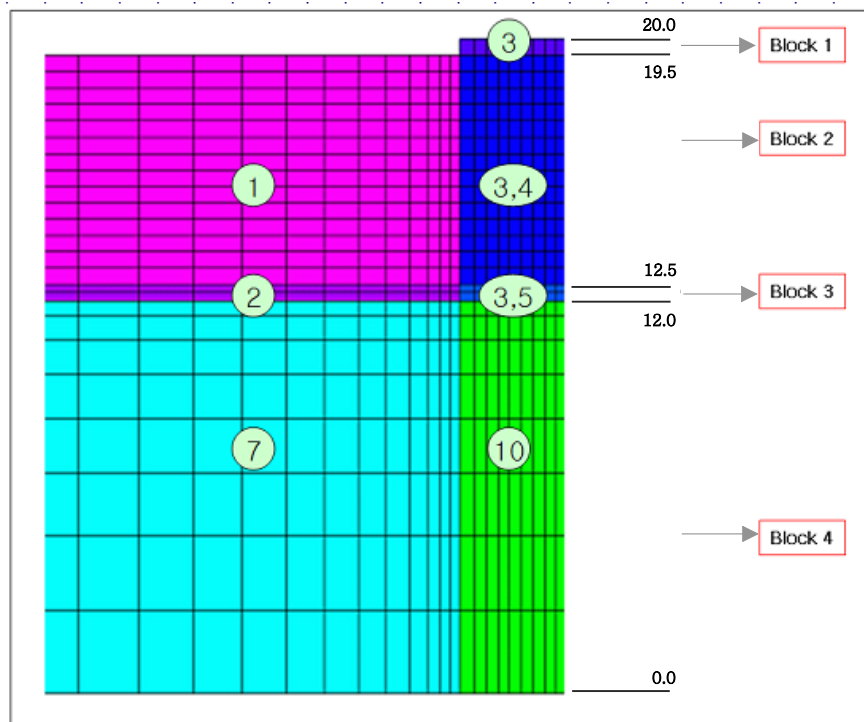


그림 5. Pile 길이 방향으로 Block과 재료번호.

2.3.2.1 ZI.dat 파일 Listing

* CARD 1.1

* TITLE

3-D RCD File GENERATION BY GEN-3D (Group.mes)

=> 제목을 입력하는 Card로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 1.2

NBZ	NBNODE	NSNODE	NSNEL	IBOUND	IPLANE	ICLOSE	CMFAC
4	5	1	1	0	2	0	1.0

- Z방향으로 생성할 Block의 개수(NBZ)와 절점의 개수(NBNODE)를 입력합니다. 각 Block마다 LTYPE과 Z방향으로 생성될 요소의 수, 간격 등의 세부사항이 Card 3에서 지정됩니다.
- NSNODE : Z축으로 확장될 절점의 새로운 시작 번호를 나타냅니다.
- NSNEL : Z축으로 확장될 요소의 새로운 시작 번호를 나타냅니다.
- IBOUND = 0 : **경계면을 지정하지 않습니다. (초기 자동설정 값)**
 = 1 : Truss 요소로 나타나는 Wire Frame경계를 포함합니다.
 = 2 : Shell 요소로 나타나는 평면경계를 포함합니다.
 = 3 : Wire Frame과 평면 경계를 포함합니다.
- IPLANE = 0 : 입력된 2차원 단면을 X-Y평면에 확장합니다. (초기 자동설정 값)
 = 1 : 입력된 2차원 단면을 Z-Y평면에 확장합니다.
 = 2 : **입력된 2차원 단면을 Z-X평면에 확장합니다.**
 = 3 : 입력된 2차원 단면을 임의의 평면에 확장합니다.
- ICLOSE = 0 : 개방된 루프로써 시작단면과 끝나는 단면이 만나지 않습니다.
 = 1 : 폐쇄된 루프로써 시작단면과 끝나는 단면이 동일합니다.
- CMFAC : 2차원 단면의 좌표 축적비를 나타냅니다. (대부분 1로 사용됨)

* CARD 1.3

IBZ_base	IBZ_front	IBZ_back
1	1	3

=> 각각 내부를 구성하는 요소의 경계조건(IBZ_base), 앞면을 구성하는 요소의 경계조건(IBZ_front), 뒷면을 구성하는 요소의 경계조건(IBZ_back)을 나타냅니다.

IBZ	ISZ	IFZ	
0	0	0	ISZ : 골격의 Z 방향 자유도. IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도.
1	0	1	
2	1	0	ISZ, IFZ =0 : 지정된 방향으로 움직임이 허용됨.
3	1	1	ISZ, IFZ =1 : 지정된 방향으로 움직임이 고정됨.

* CARD 2.1

NODE	Zp	Xp
1	20.00	0
2	19.50	0
3	12.50	0
4	12.00	0
5	0.00	0

=> Center Line의 절점의 번호와 그 좌표를 나타냅니다.
Center Line을 입력하면 2D Mesh가 Center Line을 따라 확장되어 3D 입체 Mesh를 형성합니다.


```

* -----
*
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK1

```

=> Block의 이름을 입력합니다. 제목과 마찬가지로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

*** CARD 3.2**

```

* IBLNO
  1

```

=> Block의 번호를 입력합니다.

*** CARD 3.3**

```

* I   J   LTYPE  IMATC  IMATB  IMATT
  1   2     0     0     0     0

```

- ♦ I, J : 해당 Block을 구성하는 시작하는 절점(I)과 끝나는 절점(J)의 번호를 입력합니다.
- ♦ **LTYPE = 0 : z방향으로 직선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.**
 = 1 : z방향으로 곡선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.
- ♦ IMATC : 연속체 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ♦ IMATB : Beam 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ♦ IMATT : Truss 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.

*** CARD 3.4**

```

* NDZ   ALPA  MC1  MC2  MC3  MB  MT
  1     0.5  -1  -4   0   0   0

```

- ♦ NDZ : Z 방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
- ♦ **$\alpha = 0.5$: 요소의 길이를 일정하게 나눕니다.**
 = 0.3 : 요소의 길이를 절점 I에서 J를 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
 = -0.3 : 요소의 길이를 절점 J에서 I를 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
- ♦ MC : 수정되지 않을 연속체 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ♦ MB : 수정되지 않을 Beam 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ♦ MT : 수정되지 않을 Truss 요소의 재료번호를 나타냅니다.

! 참고 : 만약 MC, MB, MT가 (-)기호를 가지고 있다면 이들 재료번호에 해당하는 요소는 생성되지 않습니다.

✓ Card 3.3에서 IMATC=0과 Card 3.4에서 MC1=-1, MC2=-4로 지정한 것은 Block 1에서 이미 존재하는 원지반의 재료 1, 4가 작용하지 않고, AIG로 입력된 재료 3만 작용한다는 것을 뜻합니다. 따라서 Block 1에는 재료 3만이 존재합니다.

* -----
 *
 * **CARD 3.1**
 * BLNAME
 BLOCK2

=> Block의 이름을 입력합니다. 제목과 마찬가지로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* **CARD 3.2**

* IBLNO
 2

=> Block의 번호를 입력합니다.

* **CARD 3.3**

* I J LTYPE IMATC IMATB IMATT
 2 3 0 0 0 0

- ♦ I, J : 해당 Block을 구성하는 시작하는 절점 (I) 과 끝나는 절점 (J) 의 번호를 입력합니다.
- ♦ **LTYPE = 0** : z방향으로 직선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.
 = 1 : z방향으로 곡선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.
- ♦ IMATC : 연속체 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ♦ IMATB : Beam 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ♦ IMATT : Truss 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.

* **CARD 3.4**

* NDZ ALPA MC1 MC2 MC3 MB MT
 14 0.5 0 0 0 0 0

- ♦ NDZ : Z 방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
 $\alpha = 0.5$: 요소의 길이를 일정하게 나눕니다.
 = 0.3 : 요소의 길이를 절점 I 에서 J 로 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
 = -0.3 : 요소의 길이를 절점 J 에서 I 로 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
- ♦ MC : 수정되지 않을 연속체 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ♦ MB : 수정되지 않을 Beam 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ♦ MT : 수정되지 않을 Truss 요소의 재료번호를 나타냅니다.

! 참고 : 만약 MC, MB, MT가 (-) 기호를 가지고 있다면 이들 재료번호에 해당하는 요소는 생성되지 않습니다.

✓ Card 3.3에서 IMATC=0과 Card 3.4에서 MC=0으로 지정한 것은 Block 2에서 이미 존재하는 원지반의 재료 1, 4와 AIG로 입력된 재료 3이 수정되지 않고 작용한다는 것을 뜻합니다. 따라서 Block 2에는 재료 1, 3, 4가 존재합니다.

```

* -----
*
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK3

```

=> Block의 이름을 입력합니다. 제목과 마찬가지로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

```

* CARD 3.2
* IBLNO
  3

```

=> Block의 번호를 입력합니다.

```

* CARD 3.3
* I   J   LTYPE  IMATC  IMATB  IMATT
  3   4     0      1      0      0

```

- ♦ I, J : 해당 Block을 구성하는 시작하는 절점(I)과 끝나는 절점(J)의 번호를 입력합니다.
- ♦ **LTYPE = 0** : z방향으로 직선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.
= 1 : z방향으로 곡선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.
- ♦ IMATC : 연속체 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ♦ IMATB : Beam 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ♦ IMATT : Truss 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.

```

* CARD 3.4
* NDZ   ALPA  MC1  MC2  MC3  MB  MT
  2     0.5   3    0    0    0    0

```

- ♦ NDZ : Z 방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
- ♦ **$\alpha = 0.5$** : 요소의 길이를 일정하게 나눕니다.
= 0.3 : 요소의 길이를 절점 I에서 J로 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
= -0.3 : 요소의 길이를 절점 J에서 I로 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
- ♦ MC : 수정되지 않을 연속체 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ♦ MB : 수정되지 않을 Beam 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ♦ MT : 수정되지 않을 Truss 요소의 재료번호를 나타냅니다.

✓ Card 3.3에서 IMATC=1과 Card 3.4에서 MC1=3으로 지정한 것은 Block 3에서 AIG로 입력된 재료 3을 제외한 재료 1, 4가 각각 재료번호가 1만큼 증가하여 작용한다는 것을 뜻합니다. 따라서 Block 3에는 재료 2, 5, 3이 존재합니다.

```

* -----
*
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK4

```

=> Block의 이름을 입력합니다. 제목과 마찬가지로 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 3.2

```

* IBLNO
  4

```

=> Block의 번호를 입력합니다.

* CARD 3.3

```

* I   J   LTYPE  IMATC  IMATB  IMATT
  4   5     0      6     0     0

```

- ◆ I, J : 해당 Block을 구성하는 시작하는 절점(I)과 끝나는 절점(J)의 번호를 입력합니다.
- ◆ **LTYPE = 0** : Z방향으로 직선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.
 = 1 : Z방향으로 곡선 형태로 요소가 생성됨을 나타냅니다.
- ◆ IMATC : 연속체 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ◆ IMATB : Beam 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.
- ◆ IMATT : Truss 요소의 재료번호를 입력한 숫자만큼 증가합니다.

* CARD 3.4

```

* NDZ   ALPA  MC1  MC2  MC3  MB   MT
  8      0.3  -3   0   0   0   0

```

- ◆ NDZ : Z방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
 $\alpha = 0.5$: 요소의 길이를 일정하게 나눕니다.
 = 0.3 : 요소의 길이를 절점 I에서 J로 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
 = -0.3 : 요소의 길이를 절점 J에서 I로 갈수록 점차 증가하며 나눕니다.
- ◆ MC : 수정되지 않을 연속체 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ◆ MB : 수정되지 않을 Beam 요소의 재료번호를 나타냅니다.
- ◆ MT : 수정되지 않을 Truss 요소의 재료번호를 나타냅니다.

!참고 : 만약 MC, MB, MT가 (-)기호를 가지고 있다면 이들 재료번호에 해당하는 요소는 생성되지 않습니다.

✓ Card 3.3에서 IMATC=6과 Card 3.4에서 MC1=-3으로 지정한 것은 Block 4에서 AIG로 입력된 재료 3은 작용하지 않고 연속체 재료 1, 4만 6만큼 증가하여 작용하는 것을 뜻합니다. 따라서 Block 4에는 재료 7, 10만이 존재합니다.

```

* -----
*
* CARD 4.1
* ITRANB
  0

=> ITBANB = 0 Transmitting 경계를 지정하지 않습니다.
    = 1   절점을 기반으로 하는 Transmitting 경계를 지정합니다.
    = 2   요소를 기반으로 하는 Transmitting 경계를 지정합니다.

    ITBANB가 0인 경우 나머지 Card가 이용되지 않습니다.
*
* END OF DATA
* -----
*

```

만들어진 DATA 파일을 지정된 폴더에 저장합니다.

2.3.3 GEN-3D 실행하기

GEN-3D를 실행시키기 위하여 그림 6과 같이 *Run => Presmap => Gen-3D*를 선택합니다.

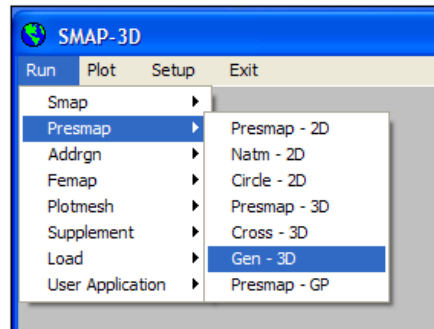


그림 6. GEN-3D 프로그램 실행

그러면 그림 7과 같이 GEN-3D와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 GEN-3D Data 파일 (ZI.dat)과 2D 단면 Mesh 파일 (Group.Mes)을 입력하고 Output 파일 (ZI.out)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

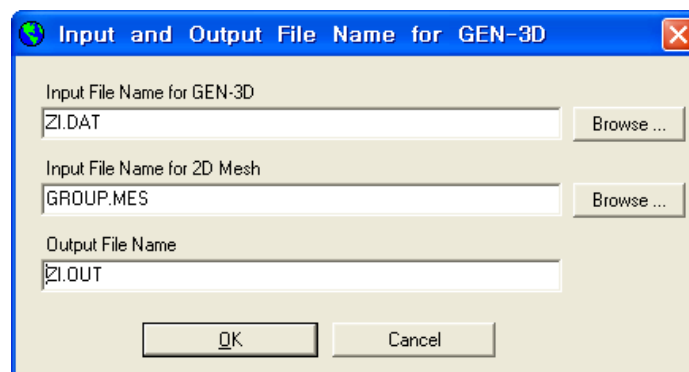


그림 7. GEN-3D Input 및 Output 파일 입력 창

2.3.4 생성된 3D Mesh Plot 하기

GEN-3D 프로그램이 종료되면 그림 8과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

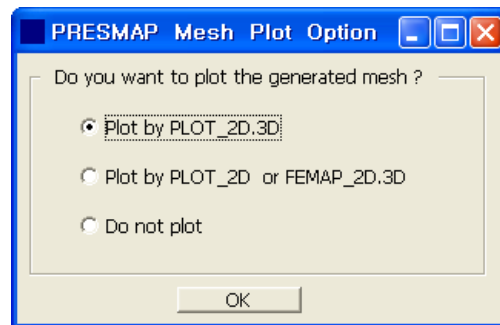


그림 8. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 9와 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 10의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (ZI.out)을 선택합니다.

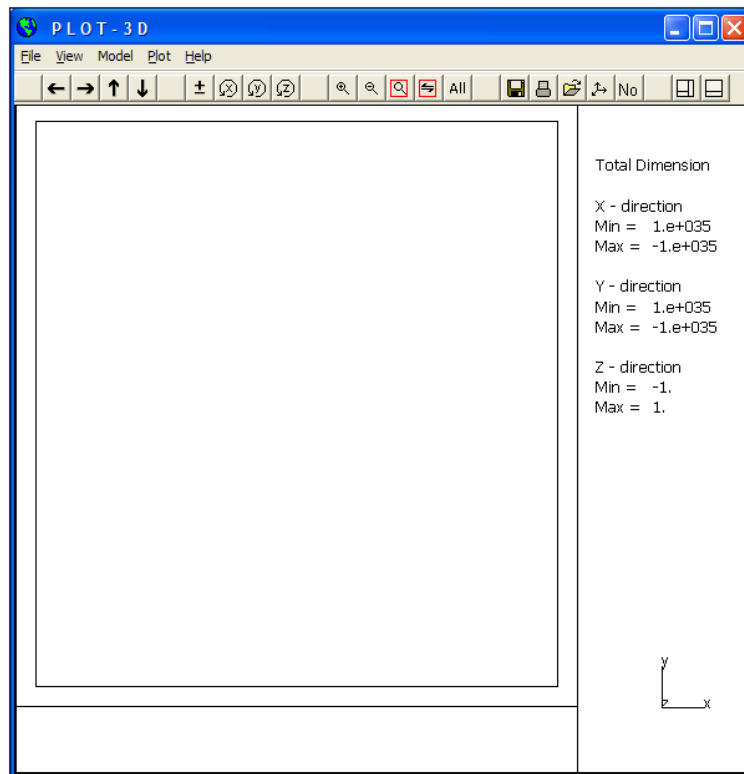


그림 9. Plot-3D 창

2.3.5 생성된 3D Mesh 파일 보기

GEN-3D 프로그램 실행 후 생성된 ZI.out (디폴트 output 파일 이름) 파일은 SMAP-3D 프로그램의 Input File 중의 하나인 Mesh File과 동일한 포맷으로 되어 있어 파일이름만 변경하여 Mesh File로 사용됩니다.

ZI.out 파일은 해석할 구조물을 나타내는 유한요소망의 좌표, 재료번호 등을 포함하고 있습니다. 자세한 설명은 SMAP-3D 사용자 매뉴얼의 Mesh File을 참고하기 바랍니다.

RCD File Generated by GEN-3D: Listing of ZI.OUT

NUMNP	NCONT	NBEAM	NTRUSS															
NODAL	BOUNDARY CONDITIONS & COORDINATES																	
NODE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ	IEX	IEY	IEZ	XC	YC	ZC			
42114	40048	0	0															
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.195606E+01	.200000E+02	-.416666E+00			
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.200000E+01	.200000E+02	.208219E-05			
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.195606E+01	.200000E+02	.416667E+00			
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.156124E+01	.200000E+02	-.125000E+01			
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.181806E+01	.200000E+02	-.833333E+00			
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.166667E+01	.200000E+02	-.416666E+00			
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.166667E+01	.200000E+02	.372529E-06			
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.166667E+01	.200000E+02	.416667E+00			
.																		
.																		
.																		
42107	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.925000E+01			
42108	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.109490E+02			
42109	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.128316E+02			
42110	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.148980E+02			
42111	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.171480E+02			
42112	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.195816E+02			
42113	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.221990E+02			
42114	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.250000E+02	.000000E+00	.250000E+02			
ELEMENT INDEX																		
NEL	11	12	13	14	15	16	17	18	MATC	KS	KF	INTR	INTS	INTT	TBJWL			
1	6	1	2	7	765	724	725	766	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
2	7	2	3	8	766	725	726	767	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
3	8	3	9	0	767	726	768	0	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
4	12	4	5	13	804	763	764	805	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
5	13	5	6	14	805	764	765	806	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
6	14	6	7	15	806	765	766	807	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
7	15	7	8	16	807	766	767	808	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
8	16	8	9	17	808	767	768	809	3	0	1	2	2	2	.0000E+00			
.																		
.																		
.																		
40041	39466	39426	39467	0	41147	41107	41148	0	10	0	1	2	2	2	.0000E+00			
40042	39427	39387	39428	0	41108	41068	41109	0	10	0	1	2	2	2	.0000E+00			
40043	39389	39390	39431	0	41070	41071	41112	0	7	0	1	2	2	2	.0000E+00			
40044	39432	39433	39474	0	41113	41114	41155	0	7	0	1	2	2	2	.0000E+00			
40045	39515	39516	39557	0	41196	41197	41238	0	7	0	1	2	2	2	.0000E+00			
40046	39679	39639	39680	0	41360	41320	41361	0	7	0	1	2	2	2	.0000E+00			
40047	39760	39720	39761	0	41441	41401	41442	0	7	0	1	2	2	2	.0000E+00			
40048	39799	39759	39800	0	41480	41440	41481	0	7	0	1	2	2	2	.0000E+00			
0																		
* CARD 9.6.1																		
* NODVIS NELVIS																		
0																		

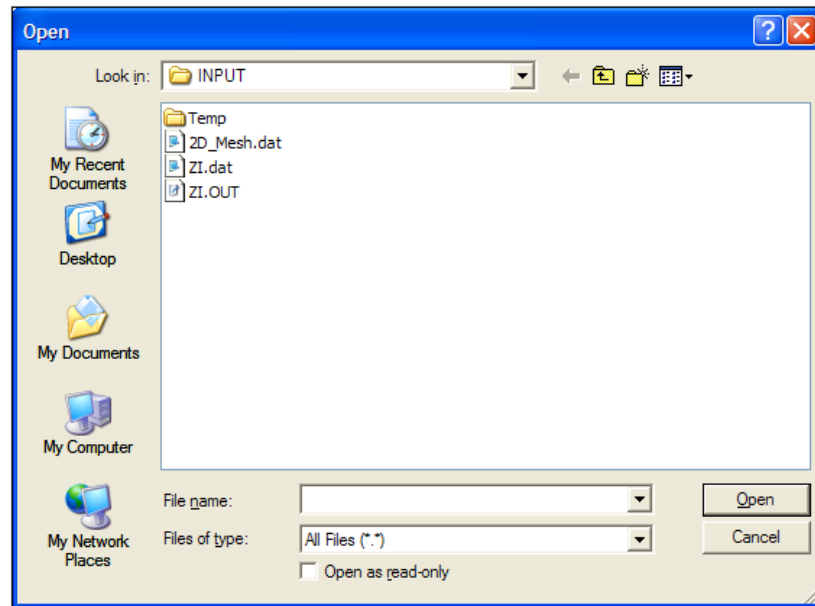


그림 10. Open 파일 입력 창

그림 11a는 x 축과 y 축으로 회전시킨 원지반 토층 및 연암을 나타내는 3D 전체 유한요소 망입니다. Plot-3D의 주요기능은 1.2.5절을 참조하기 바랍니다.

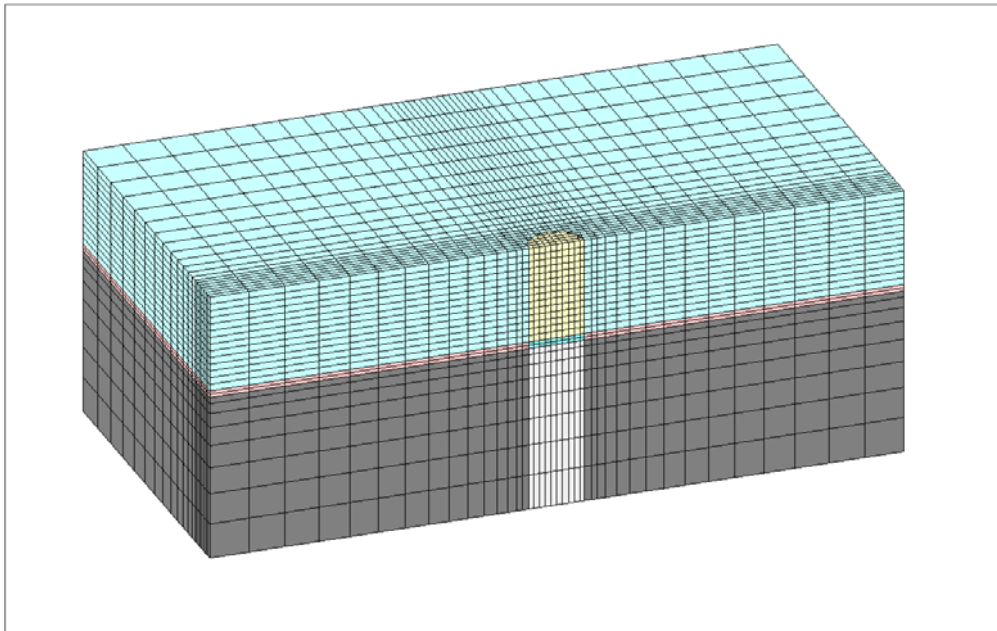


그림 11a. 자동 생성된 3D 전체 유한요소망 (원지반 토층 및 연암)

그림 11b는 Pile 시공 후 Pile 및 주변 원지반 전체 유한요소망을 보여줍니다.

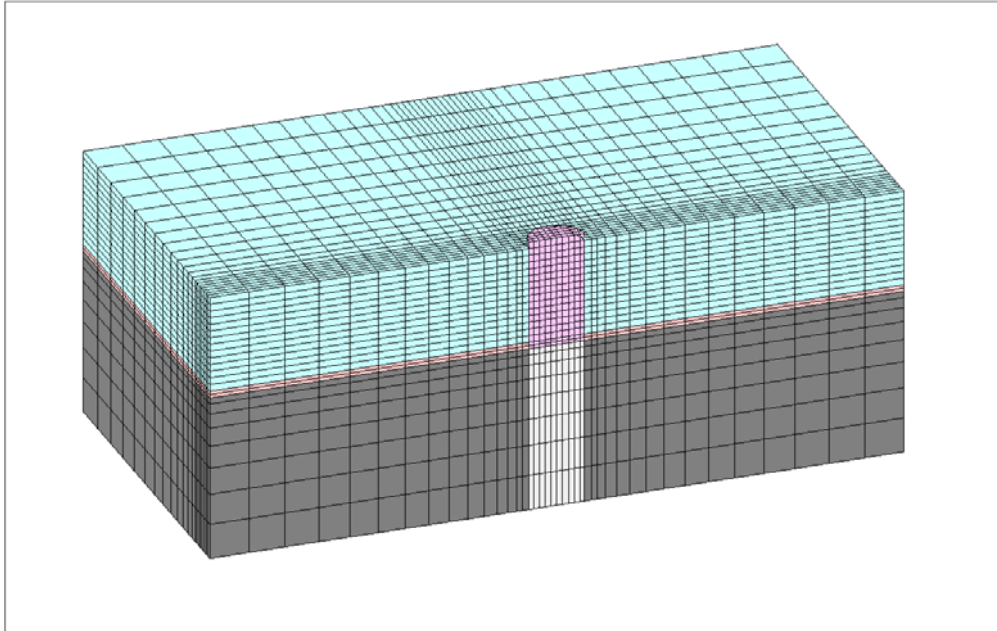


그림 11b. 자동 생성된 3D 전체 유한요소망 (Pile 및 주변 원지반)

그림 11c는 자동 생성된 3D Pile 유한요소망을 보여줍니다.

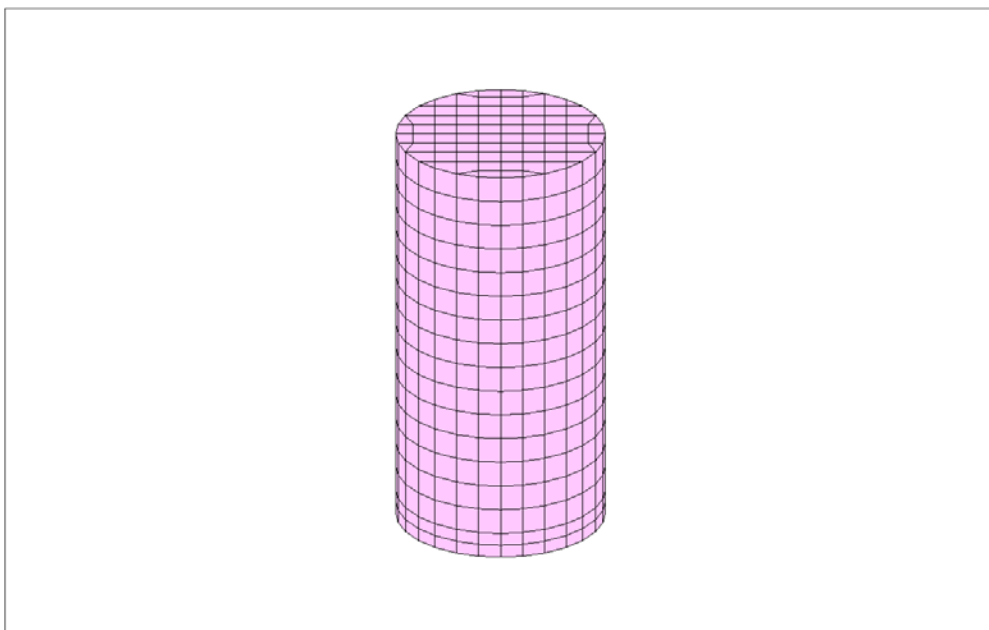


그림 11c. 자동 생성된 3D Pile 유한요소망

지반구조물 유한요소망 작성

Part 3 PRESMAP-GP

2007년 2월

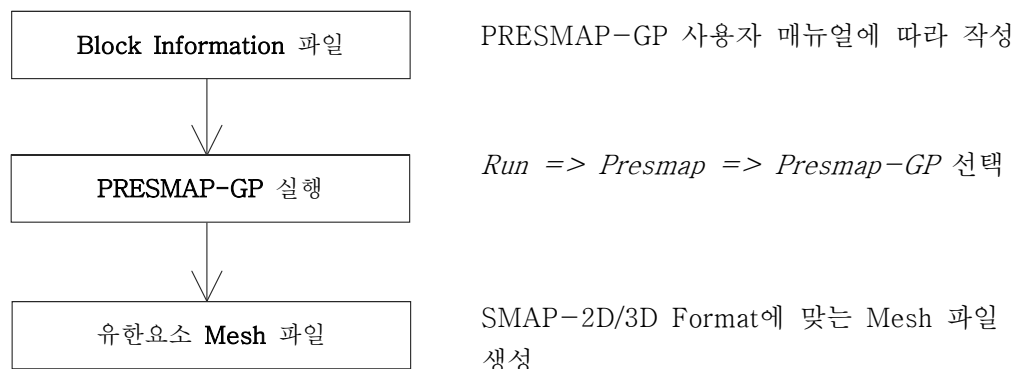
1.1	PRESMAP-GP 란?	1
1.2	PRESMAP-GP 관련 Menu 및 주요기능 사용법	2
1.2.1	Program Menu	2
1.2.2	Working Directory	2
1.2.3	PRESMAP-GP Input	3
1.2.4	Mesh Plot 하기	4
1.2.5	PLOT-3D	5
1.2.5.1	PLOT-3D-View	6
1.2.5.2	PLOT-3D-Plot	6
1.2.5.3	PLOT-3D-Toolbar	7
1.3	PRESMAP-GP 사용자 매뉴얼	12
2.1	Ex_1 Solid Objet	43
2.1.1	Block Information 파일 작성하기	46
2.1.2	Block Information 파일 Listing (Ex1.RGN)	57
2.1.3	Block Mesh 확인하기	61
2.1.3.1	Block Mesh 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기	62
2.1.3.2	Block Mesh Plot 하기	63
2.1.4	유한요소망 자동생성하기	66
2.1.4.1	유한요소망 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기	67
2.1.4.2	유한요소망 Plot 하기	68
2.1.4.3	유한요소망 Mesh 파일 보기	72
2.2	Ex_2 Cylinder	74
2.2.1	Block Information 파일 작성하기	78
2.2.2	Block Information 파일 Listing (Ex2.RGN)	88
2.2.3	Block Mesh 확인하기	93
2.2.3.1	Block Mesh 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기	94
2.2.3.2	Block Mesh Plot 하기	95
2.2.4	유한요소망 자동생성하기	97
2.2.4.1	유한요소망 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기	98
2.2.4.2	유한요소망 Plot 하기	99
2.2.4.3	유한요소망 Mesh 파일 보기	102
2.3	Ex_3 Abutment	104
2.3.1	Block Information 파일 작성하기	110
2.3.2	Block Mesh 확인하기	140
2.3.2.1	Block Mesh 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기	141
2.3.2.2	Block Mesh Plot 하기	142
2.3.3	유한요소망 자동생성하기	144
2.3.3.1	유한요소망 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기	145
2.3.3.2	유한요소망 Plot 하기	146
2.3.3.3	유한요소망 Mesh 파일 보기	149

1.1 PRESMAP-GP 란?

PRESMAP-GP는 사용자가 Block 단위로 작성한 입력파일을 SMAP 프로그램 Format에 맞는 유한요소 망으로 분할시켜 2, 3차원 Mesh파일을 생성시켜주는 전처리 프로그램입니다.

PRESMAP-GP는 2, 3차원 구조물 및 지반해석에 필요한 Line 요소 (Beam, Truss) Block, Surface 요소 (평면응력, 평면변형, 축대칭, Shell) Block, 그리고 Volume 요소 (8절점 Solid) Block을 지원합니다. 각 Block 내에서의 요소망은 직교, 구면 또는 원기둥 좌표를 기준으로 분할할 수 있습니다.

인접한 Block과 Block사이에서의 Interface 좌표는 먼저 정의된 Block 좌표로 결정되고, 경계조건은 최종 정의된 Block의 경계조건을 따라 결정됩니다.



1.2 PRESMAP-GP 관련 Menu 및 주요기능 사용법

1.2.1 Program Menu

PRESMAP-GP를 사용하기 위하여 바탕화면의 SMAP 아이콘을 클릭하여 *Program Menu* => *SMAP-3D*를 선택합니다.

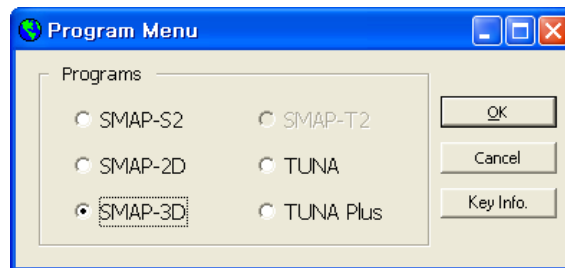


그림 1. Program Menu.

1.2.2 Working Directory

1. Disk drive를 선택해서 Directory를 선택합니다. 모든 Output 파일들은 지정된 Working Directory에 저장될 것입니다.
2. 작업파일이 저장될 폴더를 지정하여 차후의 관리를 용이하게 하기 위한 작업입니다.
3. 작업을 시작하기 전에 폴더 지정을 잘해두면 작업파일들의 정리가 쉬워집니다.
4. C:드라이브가 아닌 드라이브의 하부 Directory를 설정하여도 관계없습니다.
5. 원본폴더에 있는 예제파일을 수정하거나 학습할 때는 원본폴더내의 파일들이 손상되지 않도록 Input 폴더를 만들어 기존의 파일들을 복사하여 붙여 넣은 후에 프로그램을 실행시키면 됩니다.
6. 다른 Directory로 이동할 때는 *SETUP* => *General-Working Directory* => *Browser* 창을 이용하여 변경하시면 됩니다.

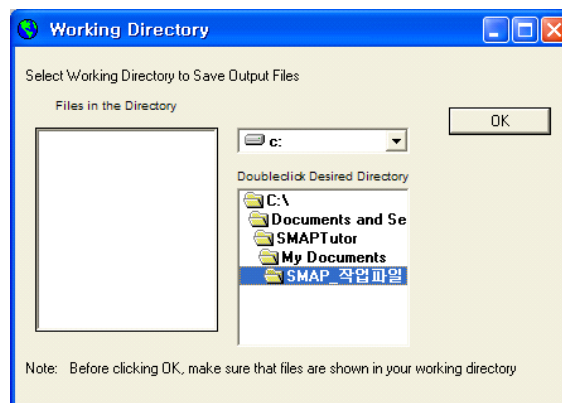


그림 2. Working Directory.

1.2.3 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 3과 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

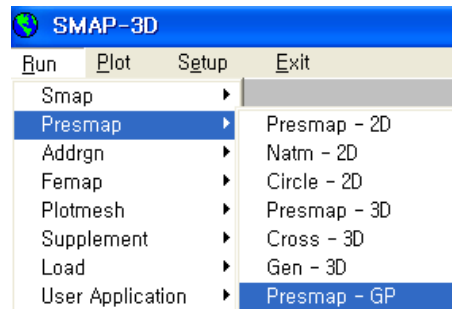


그림 3. PRESMAP-GP 프로그램 실행

그러면 그림 4와 같이 PRESMAP-GP와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 PRESMAP-GP Input 파일 (Ex. EX1.RGN)과 Output 파일 (Ex. EX1.OUT)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

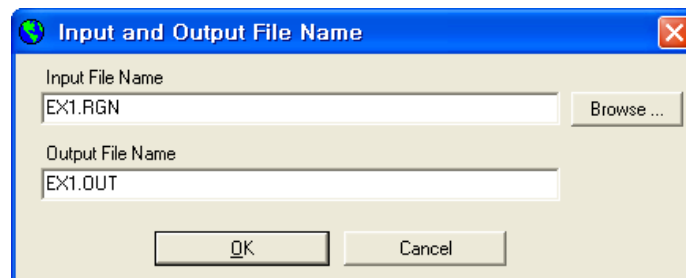


그림 4. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

1.2.4 Mesh Plot 하기

PRESMAP-GP 프로그램이 종료되면 그림 5와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

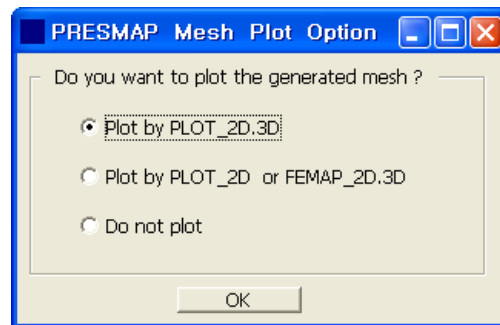


그림 5. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 6과 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 7의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. EX1.OUT)을 선택합니다.

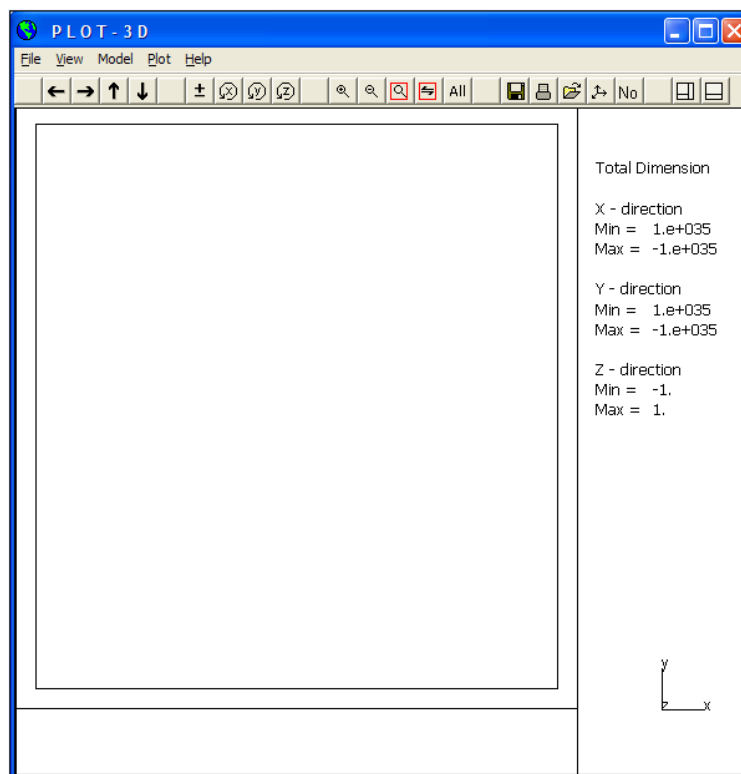


그림 6. Plot-3D 창

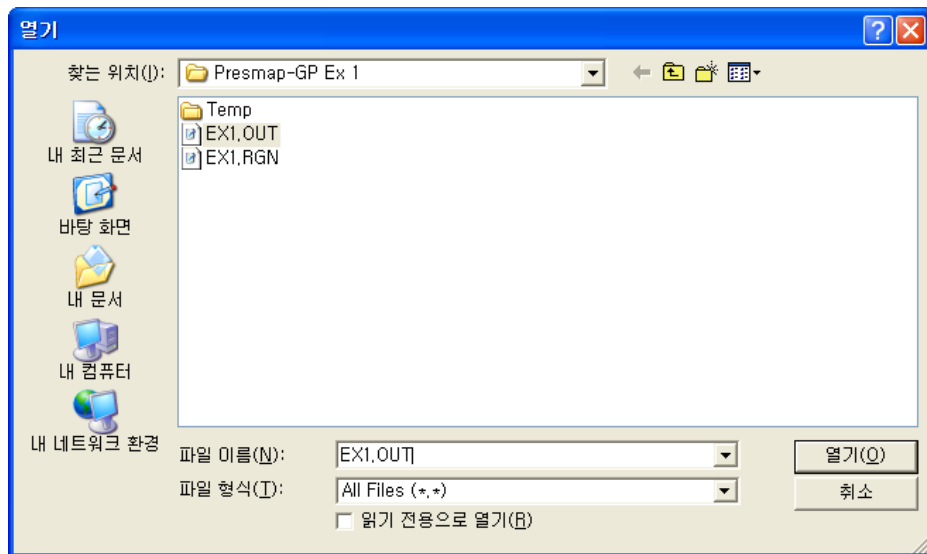


그림 7. Open 파일 입력 창

그림 8은 x 축과 y 축으로 회전시킨 3D 유한요소망입니다. Plot-3D의 주요기능은 다음절 1.2.5를 참조하기 바랍니다.

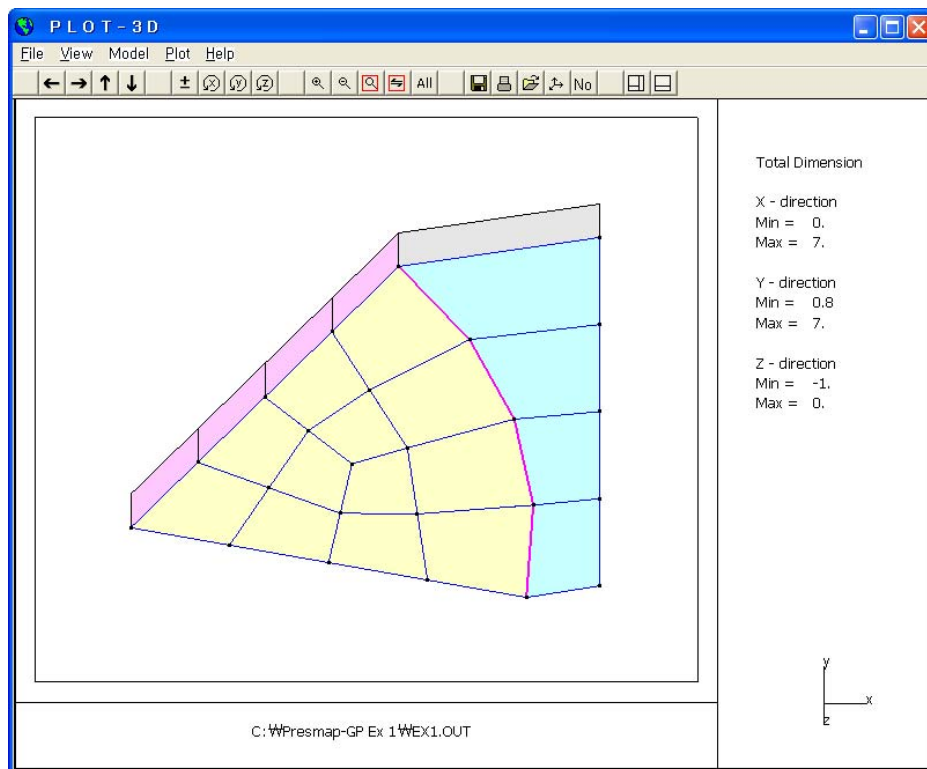


그림 8. 자동 생성된 3D 유한요소망

1.2.5 PLOT-3D

1.2.5.1 PLOT-3D - View.

PLOT-3D는 Plot Option의 Plot by PLOT_2D.3D. PLOT 보기 사항입니다. 프로그램 실행 후의 2·3차원 해석 결과나 Mesh파일을 볼 때 주로 쓰입니다.

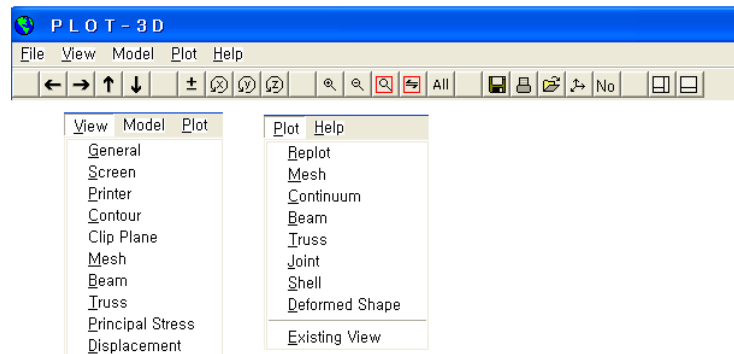


그림 9. PLOT-3D.

- ◆ General : View Option의 전반적인 사항들을 지정해 주는 기능입니다.
- ◆ Screen, Printer : Screen, Printer 설정을 위한 기능입니다.
- ◆ Contour : 화면에 출력되는 Mesh/해석결과 내용물의 색을 다르게 설정하여 보기위한 기능입니다. 직접 색을 선택할 수도 있고, 이미 Set되어 있는 Option을 택하여 볼 수도 있습니다.
- ◆ Clip Plane : 특정 좌표, Node, Element에서의 단면의 형상이나 재료를 확인하기 위해 쓰이는 기능으로 Mesh가 3차원으로 이루어졌을 때 주로 사용됩니다. 절단면의 형상을 보거나 숨길 수 있으며, 외곽선의 색도 지정할 수 있습니다.

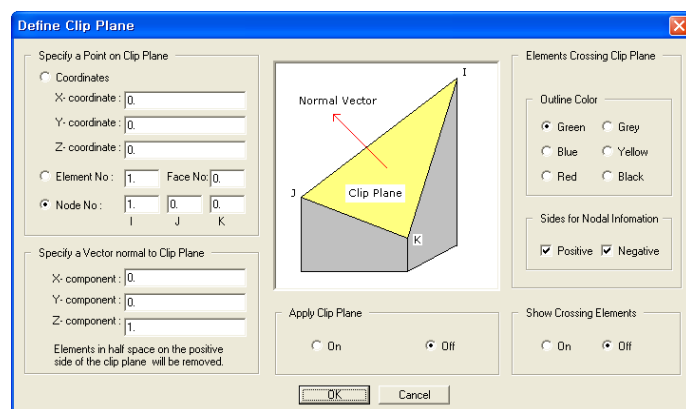


그림 10. Define Clip Plane.

- ◆ Mesh : Mesh에 대한 전반적인 선택사항으로 원하는 요소종류나 재료 번호만을 선택하여 볼 수도 있고, 색 보기 방식도 지정할 수 있습니다.

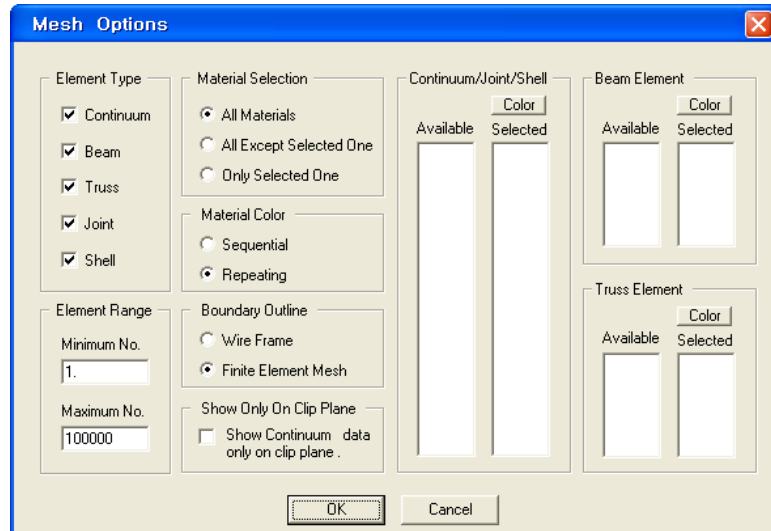


그림 11. Mesh Options.

- ◆ Beam, Truss : 도면상의 Beam, Truss 결과를 보기 위한 Option 사항입니다.
- ◆ Principal Stress : 연속체 요소나 Shell 요소의 주응력을 확인하는데 있어서 필요한 사항들을 설정합니다.

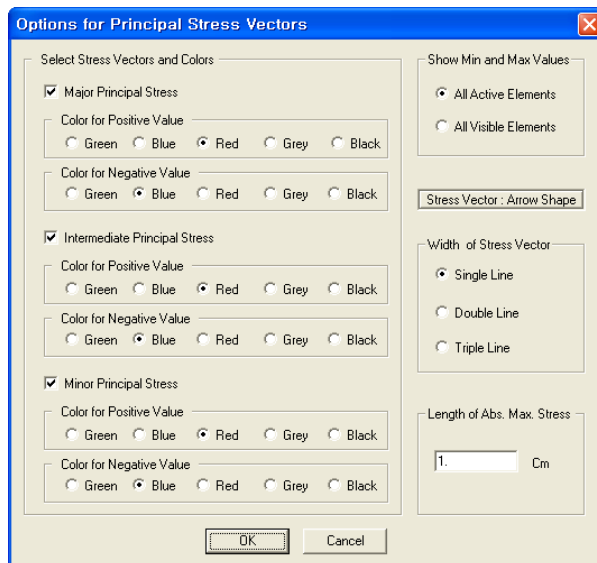


그림 12. Options for Principal Stress Vectors.

- ◆ Displacement : 변위를 확인하는데 필요한 여러 가지 사항들을 설정합니다.

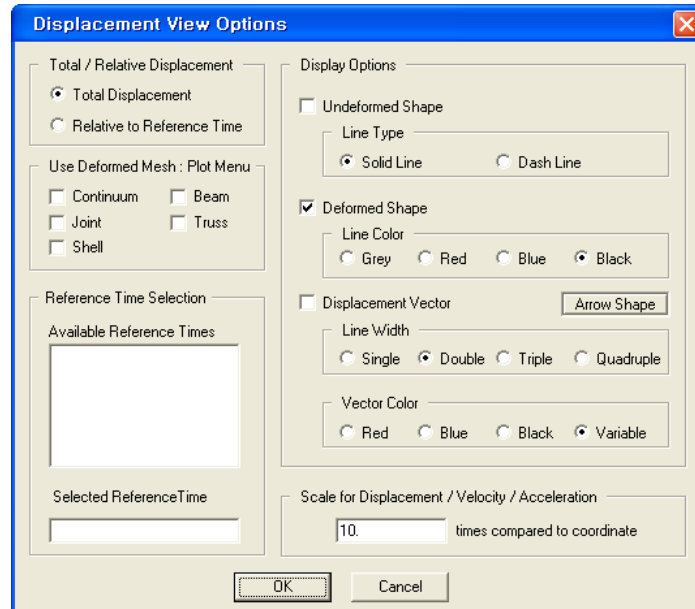


그림 13. Displacement View Options.

1.2.5.2 PLOT-3D - Plot.

- ◆ Replot : 프로그램 이용 도중 자동으로 Update 되지 않는 그림을 볼 때 이용합니다.
- ◆ Mesh : 프로그램 실행 후 원하는 Mesh Type을 선택합니다.

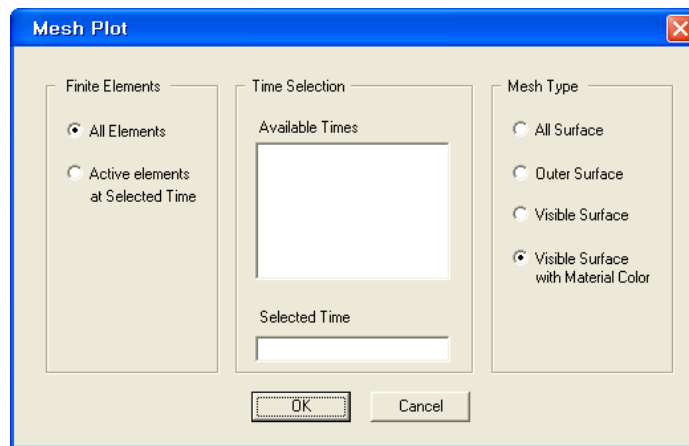


그림 14. Mesh Plot.

- ◆ Continuum, Beam, Truss, Joint, Shell :
프로그램 실행 후 각 요소들의 특정 시간, 특정 항목에 대한 결과를 확인할 수 있습니다.

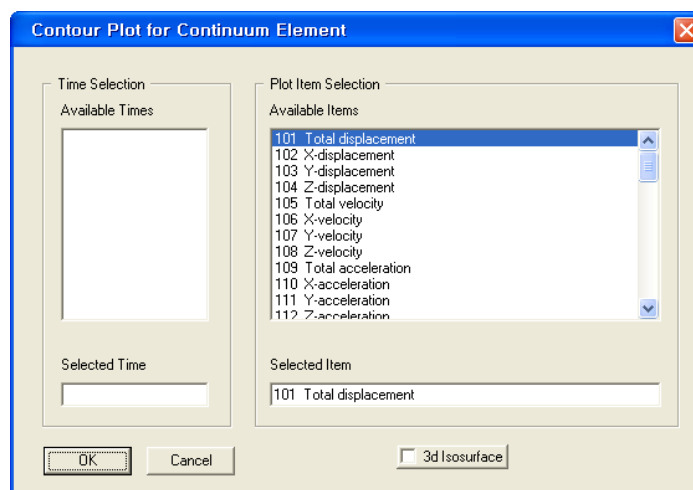


그림 15. Contour Plot for Continuum Element.

- ◆ Deformed Shape : 프로그램 실행 후 각 요소들의 특정 시간, 특정 항목에 대한 변위를 확인할 수 있습니다.

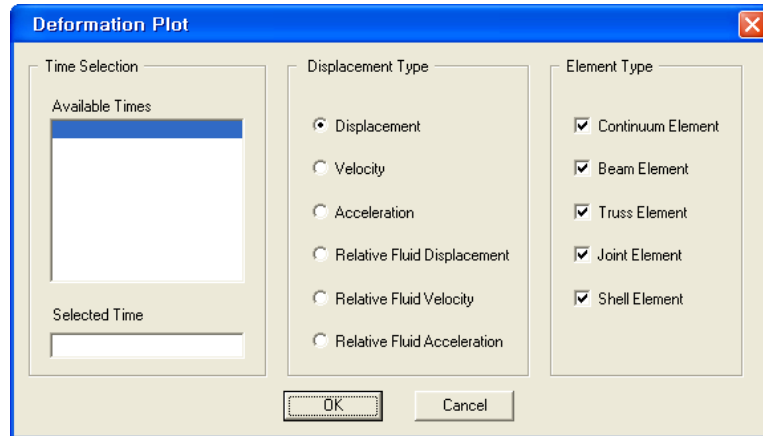


그림 16. Deformation Plot.

- ◆ Existing Views : Save 버튼  을 클릭하여 저장된 View를 다시 Plot 할 때 사용됩니다. 'Update Selected View Title' 버튼은 View Title을 변경할 때 사용되고, 'Delete Selected View' 버튼은 Select한 View를 List에서 삭제할 때 사용됩니다. 저장된 View에 대한 내용은 Sub Working Directory "Temp"내에 Text 파일 "PlotView.dat"로 보존됩니다.

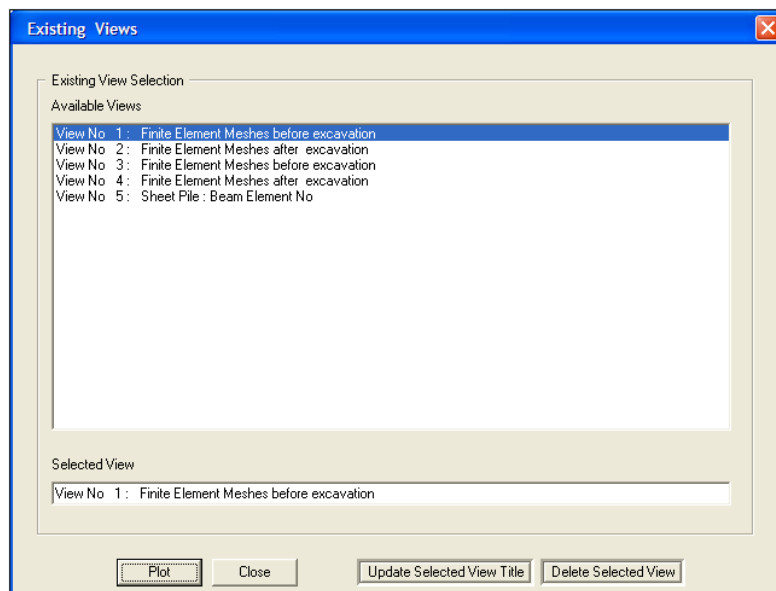
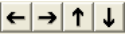
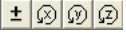


그림 17. Existing Views

1.2.5.3 PLOT-3D - Toolbar.

1.  : Plotting된 도면의 방향을 움직여 보기 위한 기능입니다.
2.  : 도면을 x, y, z축으로 회전시켜 보는 기능으로 ±를 누르면 회전방향이 반대로 전환됩니다.
3.  : 도면을 확대, 축소해서 보는 기능이며, 선택한 부분만 확대하여 볼 수 있습니다.
4.  : 이전 PLOT 화면으로 돌아가는 기능입니다.
5.  : 완성된 Mesh 전체를 한눈에 볼 수 있는 기능입니다.
6.  : 현재 화면상에 Plotting 된 도면을 Text 파일 PlotView.dat에 저장합니다.
7.  : 현재 화면상에 Plotting된 도면을 프린트로 출력합니다.
8.  : Open할 Plotting 파일을 찾기 위한 기능입니다.
9.  : x, y, z 축을 쉽게 보기 위한 좌표축으로 누를 때마다 반시계 방향으로 이동합니다. 이 기능은 화면이 2등분으로 되었을 때만 가능합니다.
10.  : 한번 누를 때마다
Node Number -> Element Number ->
Node & Element Number -> Skeleton Boundary Code ->
Fluid Boundary Code -> Rotation Boundary Code ->
Slip Boundary Code -> Material Number ->
Material & Node Number
 순으로 바뀌게 됩니다. 정해진 순서와 상관없이 원하시는 No.를 보고 싶으시면 View -> General View Option -> Number를 선택하여 임의로 지정하시면 됩니다.
11.  : 화면이 3등분으로 되어 우측 창에 세부정보를 보여줍니다.
12.  : 화면이 좁아 도면상에 모두 들어오지 않을 때 화면 우측의 세부정보를 나타내는 창을 숨겨 화면을 2등분하여 넓게 보는 기능입니다.

1.3 PRESMAP-GP 사용자 매뉴얼

Card	입력 데이터와 정의	
Group		
1	1.1	TITLE TITLE 제목 (최대 80 글자수까지 허용)
	1.2	NBLOCK, NBNODE, NSNODE, NSNEL, ISMAP, CMFAC NBLOCK 총 블록 수 NBNODE 총 블록 절점 수 NSNODE 새롭게 시작할 절점번호 NSNEL 새롭게 시작할 요소번호 ISMAP = 1 SMAP-S2의 Mesh 생성 = 2 SMAP-2D의 Mesh 생성 = 3 SMAP-3D의 Mesh 생성 CMFAC 좌표의 축적비 참고 : NBLOCK이 마이너스 값을 가지면, 출력 파일은 블록 다이어그램의 좌표를 포함하고 있기 때문에 블록을 그래픽으로 출력할 수 있다.
2	2.1	NBNODE NODE ₁ , X ₁ , Y ₁ , Z ₁ NODE ₂ , X ₂ , Y ₂ , Z ₂ Cards - - - - - - - - NODE 블록 절점 번호 X X 좌표 Y Y 좌표 Z Z 좌표

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.0 IBETYPE IBETYPE = 1 선 요소블록 (보 요소 또는 봉 요소) = 2 평면 요소블록 = - 2 삼각형 평면 요소블록 참고 : 평면 요소블록은 ISMAP이 1 또는 2인 경우에는 평면 변형/평면 응력/축대칭 요소를 생성하고, ISMAP이 3인 경우에는 Shell 요소를 생성한다. = 3 입체 요소블록 = - 3 삼각형 입체 요소블록 참고 : 입체 요소 블록은 3차원의 연속체 요소 또는 절리 요소를 생성한다.

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.1 BLNAME BLNAME 블록 이름 (최대 60 글자수까지 허용)
	3.2 ICoord, IMode, ILine ICoord = 1 직교 좌표를 기반으로 한 보간(補間)법 = 2 구면 좌표를 기반으로 한 보간법 = 3 원기둥 좌표를 기반으로 한 보간법 IMode = 0 좌표의 변경 없음 = 1 절점 M ₄ 를 원점으로 하여 좌표를 변경함. IMode는 ICoord가 1인 경우에만 적용 ILine = 0 보 요소를 생성 = 1 봉 요소를 생성

각 선 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=1]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.3 I_1, I_2, M_3, M_4 M_5 (ICOORD가 2인 경우에만 입력) M_5, M_6, M_7 (ICOORD가 3인 경우에만 입력) I_1-I_2 블록의 시점과 종점 M_3 블록의 Side 절점 M_4 기준이 되는 절점 <u>ICOORD=2인 경우</u> M_5 구면 좌표의 원점 <u>ICOORD=3인 경우</u> M_5 원기둥 좌표의 기준 원점 M_6 원기둥 축(M_5-M_6)을 정의하기 위한 절점 M_7 원기둥 축에 수직인 다른 방향의 축(M_5-M_7)을 정의하기 위한 절점

각 선 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=1]

그림 5.22를 참고하세요

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.4	3.4.1 NBOUND NBOUND 지정할 경계 조건의 총 수. 만약 NBOUND가 0이라면, Card Group 3.5로 가시오.
		3.4.2 NBOUND Cards IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ - - - - - - - - - - IBTYPE = 1 디폴트 경계 조건의 재설정 = 2 절점 I_1 = 3 절점 I_2 = 4 절점 M_4 ISX 골격의 X 방향 자유도 ISY 골격의 Y 방향 자유도 ISZ 골격의 Z 방향 자유도 IFX 간극수의 골격에 대한 X 방향 상대 자유도 IFY 간극수의 골격에 대한 Y 방향 상대 자유도 IFZ 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도 IRX X 축에 대한 회전 자유도 IRY Y 축에 대한 회전 자유도 IRZ Z 축에 대한 회전 자유도 ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ = 0 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨 = 1 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨 참고 : 초기 디폴트 경계 조건은 다음과 같다. ISX=ISY=ISZ=0, IFX=IFY=IFZ=1, IRX=IRY=IRZ=0

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.5	
각 선 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=1]	MATNO, NDX	
	MATNO 재료 번호 NDX X 방향으로 생성할 요소의 수	

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.1 BLNAME BLNAME 블록 이름 (최대 60 글자수까지 허용)
	3.2 ICOORD, IMODE, ILAG ICOORD = 1 직교 좌표를 기반으로 한 보간법 = 2 구면 좌표를 기반으로 한 보간법 = 3 원기둥 좌표를 기반으로 한 보간법 IMODE = 0 좌표의 변경 없음 = 1 Card 3.3에서 지정되는 기준점 (M_{10} , M_{11} , M_{12} , M_{13} , M_{14})을 사용하여 좌표를 수정함. ICOORD가 1인 경우에만 적용. ILAG = 0 Serendipity (블록의 중간 절점이 빠짐) 보간법 = 1 Lagrangian (블록의 중간 절점이 포함됨) 보간법 = 2 부채꼴 모양의 평면 요소 생성

각 면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.3 $I_1, I_2, I_3, I_4, M_5, M_6, M_7, M_8, M_9$ $M_{10}, M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}$ (IMODE = 1인 경우에만 입력) M_{15} (ICOORD = 2인 경우에만 입력) M_{15}, M_{16}, M_{17} (ICOORD = 3인 경우에만 입력) I_1-I_4 블록의 Corner 절점 M_5-M_8 블록의 Side 절점 M_9 ILAG가 1일 경우에만 사용되는 블록의 Center 절점 <u>IMODE=1인 경우</u> M_{10} 상부면 (I_1-M_5-I_2) 수정을 위한 기준 원점 M_{11} 좌측면 (I_2-M_6-I_3) 수정을 위한 기준 원점 M_{12} 하부면 (I_3-M_7-I_4) 수정을 위한 기준 원점 M_{13} 우측면 (I_4-M_8-I_1) 수정을 위한 기준 원점 M_{14} 전면 수정을 위한 기준 원점 <u>ICOORD=2인 경우</u> M_{15} 구면 좌표의 원점 <u>ICOORD=3인 경우</u> M_{15} 원기둥 좌표의 기준 원점 M_{16} 원기둥 축(M_{15}-M_{16})을 정의하기 위한 절점 M_{17} 원기둥 축에 수직인 다른 방향의 축(M_{15}-M_{17})을 정의하기 위한 절점

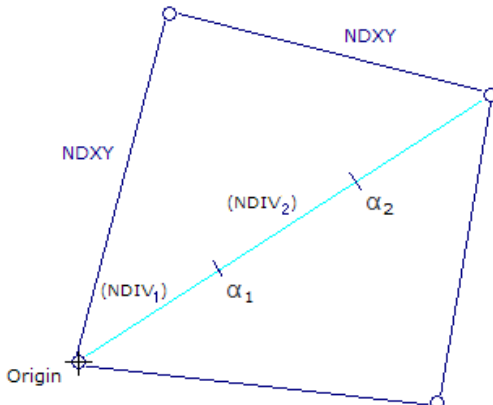
각 면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.4	3.4.1 NBOUND 지정할 경계조건의 총 수. NBOUND=0이면 Card Group 3.5로 가시오.
		3.4.2 NBOUND Cards IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ - - - - - IBTYPE = 1 디폴트 경계 조건의 재설정 = 2 절점 I ₁ 과 I ₂ 를 연결하는 선 = 3 절점 I ₂ 과 I ₃ 를 연결하는 선 = 4 절점 I ₃ 과 I ₄ 를 연결하는 선 = 5 절점 I ₄ 과 I ₁ 를 연결하는 선 = 6 절점 I ₁ = 7 절점 I ₂ = 8 절점 I ₃ = 9 절점 I ₄ ISX 골격의 X 방향 자유도 ISY 골격의 Y 방향 자유도 ISZ 골격의 Z 방향 자유도 IFX 간극수의 골격에 대한 X 방향 상대 자유도 IFY 간극수의 골격에 대한 Y 방향 상대 자유도 IFZ 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도 IRX X 축에 대한 회전 자유도 IRY Y 축에 대한 회전 자유도 IRZ Z 축에 대한 회전 자유도 ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ = 0 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨 = 1 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨 참고 : 디폴트 경계 조건은 다음과 같다. ISX=ISY=ISZ=0, IFX=IFY=IFZ=1, IRX=IRY=IRZ=0.

각 면 요소 블록에 대한 데이터 [IBTYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.5	MATNO, NDX, NDY NT_1, NT_2, NT_3, NT_4 $MAT_1, MAT_2, MAT_3, MAT_4$ THICK, DENSITY (ISMAP=1인 경우에만 입력) KS, KF (ISMAP=2인 경우에만 입력) MATNO 재료 번호 NDX I_2에서 I_1방향으로 생성할 요소의 수 NDY I_2에서 I_3방향으로 생성할 요소의 수 NT NT_i가 0보다 클 경우 블록 절점 i를 꼭지점으로 한 삼각형 블록이 생성된다. 이때 생성된 삼각형의 모양은 꼭지점을 중심으로 NT_i 등분을 갖는다. $NT_i \leq \min(NDX, NDY)$ and $NT_i + NT_j \leq \min(NDX, NDY)$ 여기서 $i=1, 2, 3, 4$ $j=2, 3, 4, 1$ MAT_i 블록 절점 i에 생긴 삼각형 블록의 재료 번호. MAT의 값이 0이면 삼각형 블록은 삭제될 것이다. THICK 요소의 두께. 평면 변형의 경우 THICK는 1.0으로 한다. DENSITY 요소의 단위 중량 KS = -1 폭약을 포함하는 요소 = 0 골격을 포함하는 요소 > 0 절리를 포함하는 요소. KS의 값은 절리면 번호를 나타낸다. KF = 0 간극수를 포함하는 경우 = 1 간극수를 포함하지 않는 경우

각 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.5 (ILAG=2인 경우에만 입력) NSEG NSEG ALPA₁, NDIV₁ Cards ALPA₂, NDIV₂ - - NSEG Segment 수 ALPA 원점부터의 백분율 거리 NDIV ALPA_{i-1}과 ALPA_i 사이의 등분 수 참고 : ILAG가 2인 경우 부채꼴 모양의 평면 요소를 만들 때 다음의 제약을 갖는다. 1. ICOORD = 2 (구면 좌표) 2. IMOD = 0 곡선 모서리 = 2 직선 모서리 3. Midside와 Center 절점은 사용되지 않는다. 4. NDX = NDY = NDXY = $\sum NDIV_i$ 

각 면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.1 BLNAME BLNAME 블록 이름 (최대 60 글자수까지 허용)
	3.2 ICoord, IMODE, ILAG ICoord = 1 직교 좌표를 기반으로 한 보간법 = 2 구면 좌표를 기반으로 한 보간법 = 3 원기둥 좌표를 기반으로 한 보간법 IMODE = 0 좌표의 변경 없음 = 1 Card 3.3에서 지정해 준 것에 따라 절점 M_8 , M_9 , M_{10} , M_{11} 를 원점으로 하여 좌표를 변경함. IMODE는 ICoord가 1인 경우에만 적용됨. ILAG = 0 Serendipity (블록의 중간 절점이 빠짐) 보간법 = 1 Lagrangian (블록의 중간 절점이 포함됨) 보간법 = 2 부채꼴 모양의 평면 생성

각 삼각형 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYP=2]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.3 I₁, I₂, I₃, M₄, M₅, M₆, M₇ M₈, M₉, M₁₀, M₁₁ (IMODE = 1인 경우에만 입력) M₁₂ (ICOORD = 2인 경우에만 입력) M₁₂, M₁₃, M₁₄ (ICOORD = 3인 경우에만 입력) I₁-I₃ 블록의 Corner 절점 M₄-M₆ 블록의 Side 절점 M₇ 블록의 Center 절점 <u>IMODE=1인 경우(좌표를 수정하는 경우)</u> M₈ 좌측면 (I₁-M₄-I₂) 수정을 위한 기준 원점 M₉ 하부면 (I₂-M₅-I₃) 수정을 위한 기준 원점 M₁₀ 우측면 (I₃-M₆-I₁) 수정을 위한 기준 원점 M₁₁ 전면 수정을 위한 기준 원점 <u>ICOORD=2인 경우(구면 좌표의 경우)</u> M₁₂ 구면 좌표의 원점 <u>ICOORD=3인 경우(원기둥 좌표의 경우)</u> M₁₂ 원기둥 좌표의 기준 원점 M₁₃ 원기둥 축(M₁₂-M₁₃)을 정의하기 위한 절점 M₁₄ 원기둥 축에 수직인 다른 방향의 축(M₁₂-M₁₄)을 정의하기 위한 절점

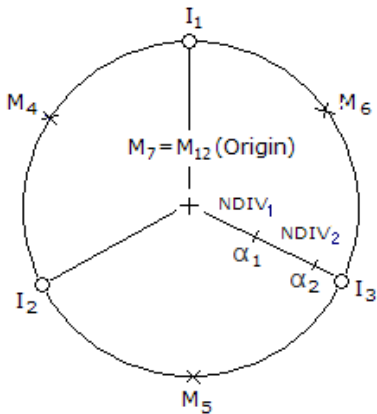
각 삼각형 평면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYP=2]
 그림 5.24를 참고하세요.

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.4	3.4.1 NBOUND NBOUND 지정할 경계 조건의 총 수. NBOUND=0이면 Card Group 3.5로 가시오.
		3.4.2 NBOUND Cards IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ - - - - - IBTYPE = 1 디폴트 경계 조건의 재설정 = 2 절점 I₁과 I₂를 연결하는 선 = 3 절점 I₂과 I₃를 연결하는 선 = 4 절점 I₃과 I₁를 연결하는 선 = 5 절점 I₁ = 6 절점 I₂ = 7 절점 I₃ ISX 골격의 X 방향 자유도 ISY 골격의 Y 방향 자유도 ISZ 골격의 Z 방향 자유도 IFX 간극수의 골격에 대한 X 방향 상대 자유도 IFY 간극수의 골격에 대한 Y 방향 상대 자유도 IFZ 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도 IRX X 축에 대한 회전 자유도 IRY Y 축에 대한 회전 자유도 IRZ Z 축에 대한 회전 자유도 ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ = 0 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨 = 1 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨 참고: 디폴트 경계 조건은 다음과 같다. ISX=ISY=ISZ=0, IFX=IFY=IFZ=1, IRX=IRY=IRZ=0

각 삼각형 평면 요소 블록에 대한 데이터 [IBTYPE=-2]

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.5	MATNO, NDXY THICK, DENSITY (ISMAP=1인 경우에만 입력) KS, KF (ISMAP=2인 경우에만 입력) MATNO 재료 번호 NDXY 블록의 각 변에 생성할 요소의 수 THICK 요소의 두께. 평면 변형의 경우는 THICK는 1.0으로 한다. DENSITY 요소의 단위 중량 KS = -1 폭약을 포함하는 요소 = 0 골격을 포함하는 요소 > 0 절리를 포함하는 요소 KS의 값은 절리면 번호를 나타낸다. KF = 0 간극수를 포함하는 경우 = 1 간극수를 포함하지 않는 경우

각 삼각형 평면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=-2]

Card	입력 데이터와 정의	
Group		
3	3.5 (ILAG=2인 경우에만 입력) NSEG	
	NSEG Cards ALPA₁, NDIV₁ ALPA₂, NDIV₂ - -	
	NSEG	Segment의 수
	ALPA	원점부터의 백분율 거리
	NDIV	ALPA _{i-1} 과 ALPA _i 사이의 등분 수
	참고 :	ILAG가 2인 경우 부채꼴 모양의 평면 요소를 만들 때 다음의 제약을 가진다. 1. ICOORD = 2 (구면 좌표) 2. IMOD = 0 곡선 모서리 = 2 직선 모서리 3. Center 블록 절점은 원점이어야 한다(M₇=M₁₂) 4. Midside 블록 절점(M₄, M₅, M₆)은 구면 좌표를 사용하여 보간됨
		

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.1 BLNAME BLNAME 블록 이름 (최대 60 글자수까지 허용)
	3.2 ICoord, IMode, ILaG ICoord = 1 직교 좌표를 기반으로 한 보간법 = 2 구면 좌표를 기반으로 한 보간법 = 3 원기둥 좌표를 기반으로 한 보간법 IMode = 0 좌표의 변경 없음 = 1 절점 M ₂₈ 를 원점으로 하여 좌표를 변경함. IMode는 ICoord가 1인 경우에만 적용됨. ILaG = 0 Serendipity(블록의 중간 절점이 빠짐) 보간법 = 1 Lagrangian (블록의 중간 절점이 포함됨) 보간법

각 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=3]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.3 $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8$ $M_9, M_{10}, M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{15}, M_{16}, M_{17}, M_{18}, M_{19}, M_{20}$ $M_{21}, M_{22}, M_{23}, M_{24}, M_{25}, M_{26}, M_{27}$ (ILAG= 1인 경우에만 입력) M_{28} (ICOORD=2 또는 IMODE = 1인 경우에만 입력) M_{28}, M_{29}, M_{30} (ICOORD=3인 경우에만 입력) (그림 5.22을 참고하세요) I_1-I_8 블록의 Corner 절점 M_9-M_{20} 블록의 Side 절점 M_{21}-M_{27} Lagrangian 보간법에 필요한 블록의 Side 절점 <u>ICOORD=2 또는 IMODE=1인 경우</u> M_{28} ICOORD가 2인 경우에는 구면 좌표의 원점을 나타내며 IMODE가 1인 경우에는 블록 내의 모든 절점을 수정하는 기준 원점을 나타낸다. <u>ICOORD=3인 경우 (원기둥 좌표)</u> M_{28} 원기둥 좌표의 기준 원점 M_{29} 원기둥 축 (M_{28}-M_{29})을 정의하기 위한 절점 M_{30} 원기둥 축에 수직인 다른 방향의 축(M_{28}-M_{30})을 정의하기 위한 절점

각 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=3]

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.4	3.4.1 NBOUND NBOUND 지정할 경계 조건의 총 수. 만약 NBOUND가 0일 경우 Card Group 3.5로 가시오
		3.4.2 NBOUND Cards IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ - - - - - - - - - - IBTYPE = 1 디폴트 경계 조건의 재설정 = 2 앞면 (I ₁ -I ₂ -I ₃ -I ₄) = 3 뒷면 (I ₅ -I ₆ -I ₇ -I ₈) = 4 좌측면 (I ₆ -I ₂ -I ₃ -I ₇) = 5 우측면 (I ₅ -I ₁ -I ₄ -I ₈) = 6 윗면 (I ₅ -I ₆ -I ₂ -I ₁) = 7 아랫면 (I ₈ -I ₇ -I ₃ -I ₄) = 8 절점 I ₁ 과 I ₂ 를 연결하는 선 = 9 절점 I ₂ 과 I ₃ 를 연결하는 선 = 10 절점 I ₃ 과 I ₄ 를 연결하는 선 = 11 절점 I ₄ 과 I ₁ 를 연결하는 선 = 12 절점 I ₅ 과 I ₆ 를 연결하는 선 = 13 절점 I ₆ 과 I ₇ 를 연결하는 선 = 14 절점 I ₇ 과 I ₈ 를 연결하는 선 = 15 절점 I ₈ 과 I ₅ 를 연결하는 선 = 16 절점 I ₁ 과 I ₅ 를 연결하는 선 = 17 절점 I ₂ 과 I ₆ 를 연결하는 선 = 18 절점 I ₃ 과 I ₇ 를 연결하는 선 = 19 절점 I ₄ 과 I ₈ 를 연결하는 선 = 20 절점 I ₁ = 21 절점 I ₂ = 22 절점 I ₃ = 23 절점 I ₄ = 24 절점 I ₅

각 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBTYPE=3] 그림 5.23을 참고하세요.

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.4.2 IBTYPE = 25 절점 I_6 =26 절점 I_7 =27 절점 I_8 ISX 골격의 X 방향 자유도 ISY 골격의 Y 방향 자유도 ISZ 골격의 Z 방향 자유도 IFX 간극수의 골격에 대한 X 방향 상대 자유도 IFY 간극수의 골격에 대한 Y 방향 상대 자유도 IFZ 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도 IRX X 축에 대한 회전 자유도 IRY Y 축에 대한 회전 자유도 IRZ Z 축에 대한 회전 자유도 ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ = 0 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨 = 1 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨 참고 : 디폴트 경계 조건은 다음과 같다. ISX=ISY=ISZ=0, IFX=IFY=IFZ=1, IRX=IRY=IRZ=1
	3.5 MATNO, NDX, NDY, NDZ, KS, KF NT₁, NT₂, NT₃, NT₄ MAT₁, MAT₂, MAT₃, MAT₄ MATNO 재료 번호 NDX I_2에서 I_1 방향으로 생성할 요소의 수 NDY I_2에서 I_3 방향으로 생성할 요소의 수 NDZ I_2에서 I_6 방향으로 생성할 요소의 수 KS = -1 폭약을 포함하는 요소 = 0 골격을 포함하는 요소 > 0 절리를 포함하는 요소 (KS는 절리면 번호) KF = 0 간극수를 포함하는 경우 = 1 간극수를 포함하지 않는 경우 NT & MAT 면 요소 블록 Card 3.5 설명을 참고하세요.

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.1 BLNAME BLNAME 블록 이름 (최대 60 글자수까지 허용)
	3.2 ICOORD, IMODE, ILAG ICOORD = 1 직교 좌표를 기반으로 한 보간법 = 2 구면 좌표를 기반으로 한 보간법 = 3 원기둥 좌표를 기반으로 한 보간법 IMODE = 0 좌표의 변경 없음 = 1 절점 M_{22} 를 원점으로 하여 좌표를 변경함 IMODE는 ICOORD가 1인 경우에만 적용됨 ILAG = 0 Serendipity(블록의 중간 절점이 빠짐) 보간법 = 1 Lagrangian(블록의 중간 절점이 포함됨) 보간법

각 삼각형 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=-3]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.3 $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$ $M_7, M_8, M_9, M_{10}, M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{15}, M_{16}, M_{17}$ $M_{18}, M_{19}, M_{20}, M_{21}$ M_{22} (ICOORD=2 또는 IMODE=1인 경우에만 입력) M_{22}, M_{23}, M_{24} (ICOORD=3인 경우에만 입력) (그림 5.24를 참고하십시오) I_1-I_6 블록의 Corner 절점 M_7- M_{20} 블록의 Side 절점 M_{21} 블록의 Center 절점 <u>ICOORD=2 또는 IMODE=1인 경우</u> M_{22} ICOORD가 2인 경우에는 구면 좌표의 원점을 나타내며 IMODE가 1인 경우에는 블록 내의 모든 절점을 수정하는 기준 원점을 나타낸다. <u>ICOORD=3인 경우 (원기둥 좌표)</u> M_{22} 원기둥 좌표의 기준 원점 M_{23} 원기둥 축 (M_{22}-M_{23})을 정의하기 위한 절점 M_{24} 원기둥 축에 수직인 다른 방향의 축(M_{22}-M_{24})을 정의하기 위한 절점

각 삼각형 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=-3]

Card Group	입력 데이터와 정의	
3	3.4	3.4.1 NBOUND NBOUND 지정할 경계 조건의 총 수. 만약 NBOUND가 0일 경우 Card Group 3.5로 가시오.
	3.4	3.4.2 NBOUND Cards IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ - - - - - - - - - - IBTYPE = 1 디폴트 경계 조건의 재설정 = 2 앞면 (I ₁ -I ₂ -I ₃) = 3 뒷면 (I ₄ -I ₅ -I ₆) = 4 좌측면 (I ₄ -I ₁ -I ₂ -I ₅) = 5 우측면 (I ₄ -I ₁ -I ₃ -I ₆) = 6 아랫면 (I ₆ -I ₅ -I ₂ -I ₃) = 7 절점 I ₁ 과 I ₂ 를 연결하는 선 = 8 절점 I ₂ 과 I ₃ 를 연결하는 선 = 9 절점 I ₃ 과 I ₁ 를 연결하는 선 = 10 절점 I ₄ 과 I ₅ 를 연결하는 선 = 11 절점 I ₅ 과 I ₆ 를 연결하는 선 = 12 절점 I ₆ 과 I ₄ 를 연결하는 선 = 13 절점 I ₁ 과 I ₄ 를 연결하는 선 = 14 절점 I ₂ 과 I ₅ 를 연결하는 선 = 15 절점 I ₃ 과 I ₆ 를 연결하는 선 = 16 절점 I ₁ = 17 절점 I ₂ = 18 절점 I ₃ = 19 절점 I ₄ = 20 절점 I ₅ = 21 절점 I ₆

각 삼각형 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBTYPE=-3]
 그림 5.25를 참고하십시오.

Card Group	입력 데이터와 정의
3	3.4.2 ISX 골격의 X 방향 자유도 ISY 골격의 Y 방향 자유도 ISZ 골격의 Z 방향 자유도 IFX 간극수의 골격에 대한 X 방향 상대 자유도 IFY 간극수의 골격에 대한 Y 방향 상대 자유도 IFZ 간극수의 골격에 대한 Z 방향 상대 자유도 IRX X 축에 대한 회전 자유도 IRY Y 축에 대한 회전 자유도 IRZ Z 축에 대한 회전 자유도 ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ = 0 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨 = 1 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨 참고: 디폴트 경계 조건은 다음과 같다 ISX=ISY=ISZ=0, IFX=IFY=IFZ=1, IRX=IRY=IRZ=1
	3.5 MATNO, NDXY, NDZ, KS, KF MATNO 재료 번호 NDXY I₁에서 I₂방향, I₂에서 I₃방향, I₃에서 I₁방향으로 생성할 요소의 수 NDZ Z 방향으로 생성할 요소의 수 KS = -1 폭약을 포함하는 요소 = 0 골격을 포함하는 요소 > 0 절리를 포함하는 요소 KS의 값은 절리면 번호를 나타낸다. KF = 0 간극수를 포함하는 경우 = 1 간극수를 포함하지 않는 경우 그림 5.24을 참고하십시오

각 삼각형 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=-3]

참고:

Mesh 컨트롤에 사용되는 DV-GP.DAT 파일

Mesh 생성을 컨트롤하기 위해서, 사용자는 디렉터리 C:\SMAP\CT\CTDATA에 있는 파일 DV-GP.DAT의 입력 값을 바꿀 수 있습니다.

1. 동일 절점을 컨트롤하는 상수

RLIMIT

인접한 두 개의 절점 사이 거리가 RLIMIT보다 짧다면, 두 절점은 동일한 것으로 인식됨

2. 구면 좌표를 컨트롤하는 상수

SDCLOSE, SDTOL, SDZERO

블록 Corner 절점 각도가 SDCLOSE (°)에 다다르면, 프로그램은 360°로 간주합니다. 허용 오차 각도는 SDTOL (°)입니다. 블록 Corner 절점의 각도가 360-SDZERO보다 크면, 프로그램은 0°로 간주합니다.

3. 원기둥 좌표를 컨트롤하는 상수

CDCLOSE, CDTOL, CDZERO

블록 Corner 절점의 각도가 CDCLOSE (°)에 다다르면, 프로그램은 360°로 간주합니다. 허용 오차 각도는 CDTOL (°)입니다. 블록 Corner 절점의 각도가 360-CDZERO보다 크면, 프로그램은 0°로 간주합니다.

4. 구형 블록에서 Longitude각이 180°보다 큰 경우나 원통 블록이 두 개보다 많은 상한을 차지하고 있을 경우에는 원점의 절점 번호에 마이너스 기호를 붙인다.

5. 디폴트 값

RLIMIT=0.001

SDCLOSE=359.1

SDTOL=0.001

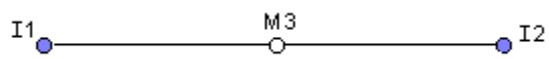
SDZERO=0.001

CDCLOSE=359.1

CDTOL=0.001

CDZERO=0.001

선 요소블록



평면 요소블록

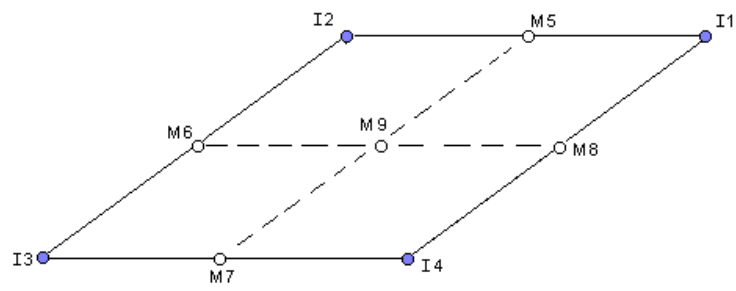


그림 5.22 PRESMA-P의 블록 인덱스

입체 요소블록

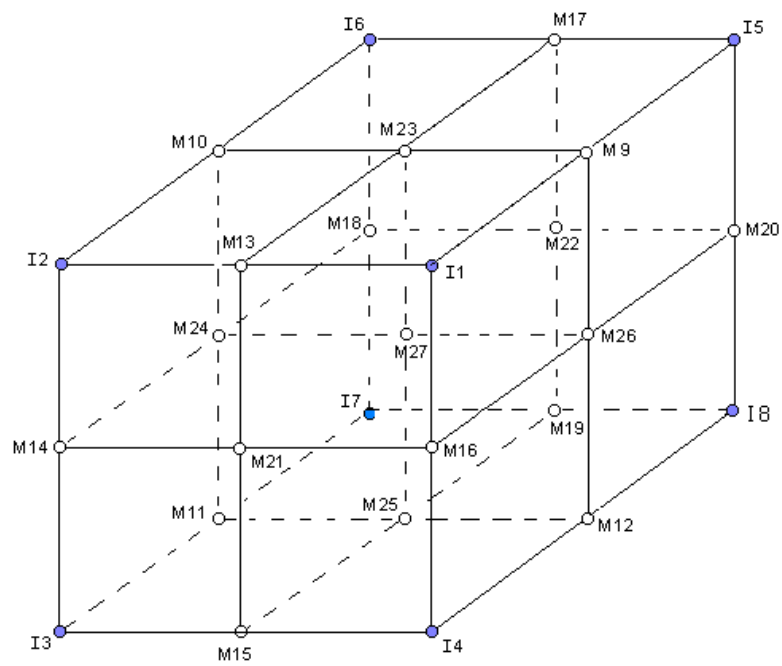


그림 5.22 PRESMA-P의 블록 인덱스(계속)

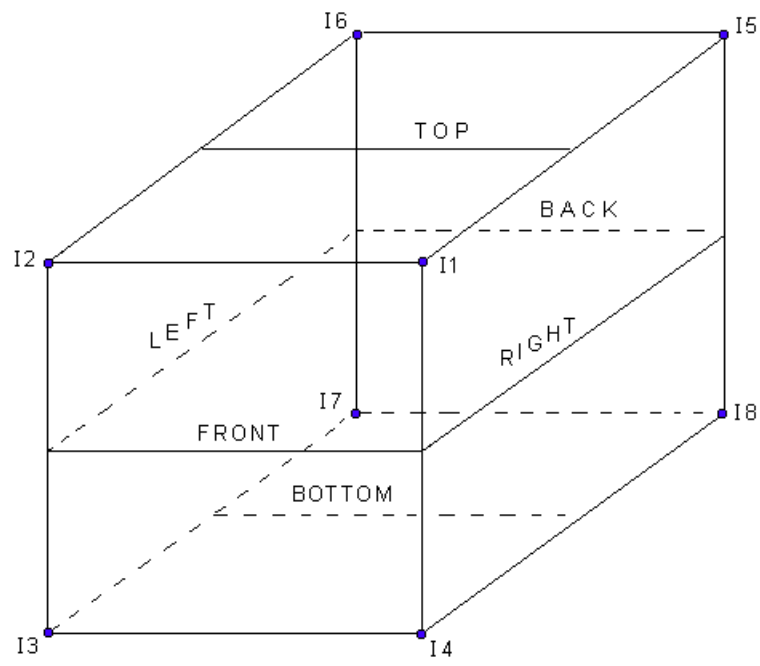


그림 5.23 입체 요소블록의 경계면

삼각형 평면 요소블록

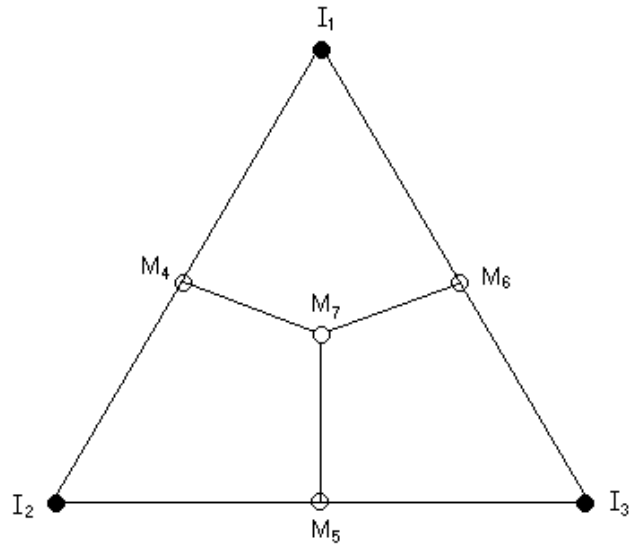


그림 5.24 PRESMA-P의 삼각형 블록 인덱스

삼각형 입체 요소블록

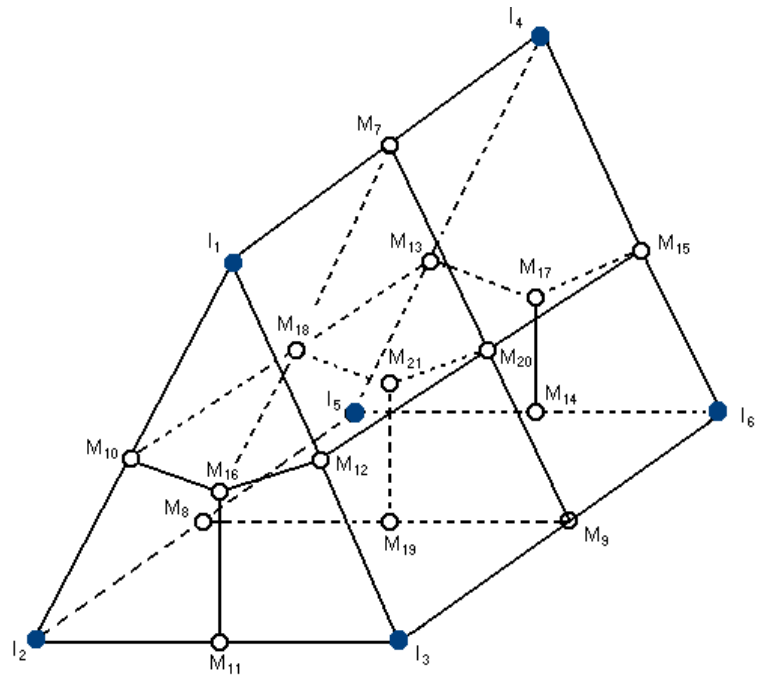


그림 5.24 PRESMA-P의 삼각형 블록 인덱스

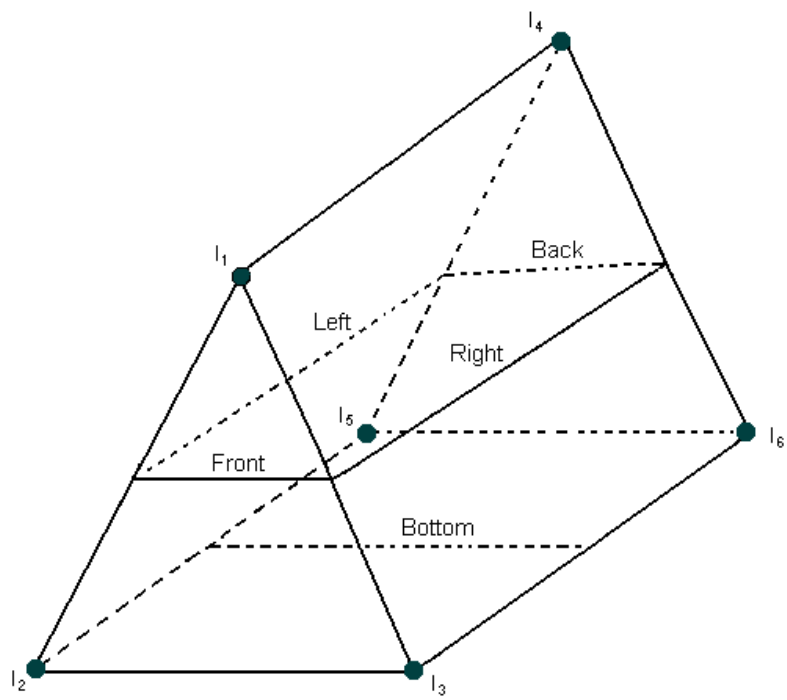


그림 5.25 삼각형 입체 요소블록의 경계면

2.1 Ex_1 Solid Object

본 예제는 그림 1과 2에서 보는 바와 같이 단순한 형태의 직선, 평면, 그리고 입체 요소 Block으로 구성된 Solid Object로 PRESMAP-GP에서 지원하는 모든 종류의 Block 들을 포함하고 있습니다.

표 1은 Block 구성표로 Block 1과 2는 입체요소 Block을 Block 3과 4는 평면요소 Block을, 그리고 Block 5는 Line 요소 Block을 나타냅니다.

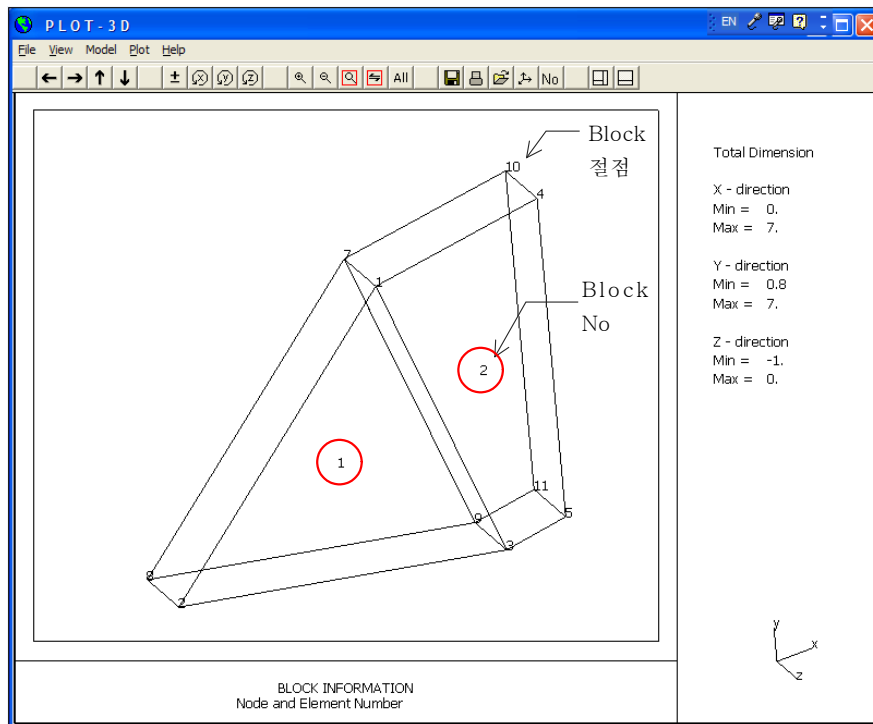


그림 1. 입체요소 Block (Block No 1,2)

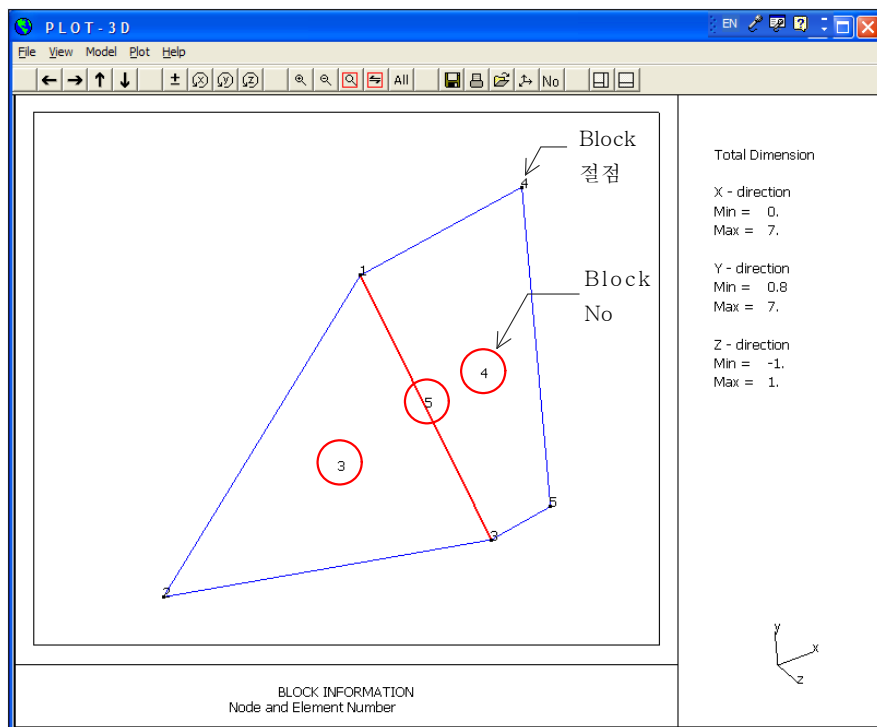


그림 2. Surface 요소 Block (Block No 3,4)과
Line 요소 Block (Block No 5)

Block No	Block Type (IBETYPE)	MATNO	Block Index
1	삼각형 입체 (-3)	1	$I_1=1, I_2=2, I_3=3$ $I_4=7, I_5=8, I_6=9$
2	사각형 입체 (3)	3	$I_1=4, I_2=1, I_3=3, I_4=5,$ $I_5=10, I_6=7, I_7=9, I_8=11$
3	삼각형 평면 (-2)	4	$I_1=1, I_2=2, I_3=3$
4	사각형 평면 (2)	2	$I_1=4, I_2=1, I_3=3, I_4=5$
5	직선 (1)	1	$I_1=1, I_2=3$ $M_3=6, M_4=2$

표 1. Block 구성표

2.1.1 Block Information 파일 작성하기

* CARD 1.1

* TITLE : EX1.RGN [3D-LSV-1]
3-D SOLID OBJECT GENERATION

=> 제목을 입력하는 Card로 최대 80 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 1.2

NBLOCK	NBNODE	NSNODE	NSNEL	ISMAP	CMFAC
5	12	1	1	3	1.0

- ◆ NBLOCK, NBNODE : 총 Block의 개수와 Block 절점의 개수를 입력합니다. 각 Block의 세부사항은 Card 3에서 지정됩니다.

참고 : NBLOCK에 (-)부호를 붙여서 프로그램을 실행시키면
유한요소망으로 나누어진 형태가 아니라 입력한 각 Block의
기본 형태로 화면상에 Block Mesh가 출력됩니다.

- ◆ NSNODE, NSNEL : Mesh 생성시 절점과 요소들의 새로운 시작 번호를 나타냅니다.

- ◆ ISMAP = 1 : SMAP-S2의 Mesh를 생성합니다.
= 2 : SMAP-2D의 Mesh를 생성합니다.
= 3 : **SMAP-3D의 Mesh를 생성합니다.**

- ◆ CMFAC : 좌표 축적비를 나타냅니다. (대부분 1로 사용됨)

* CARD 2.1

NODE	X	Y	Z
1	4.0	6.5	0.0
2	0.0	2.0	0.0
3	5.9	0.8	0.0
4	7.0	7.0	0.0
5	7.0	1.0	0.0
6	5.72	3.87	0.0
7	4.0	6.5	-1.0
8	0.0	2.0	-1.0
9	5.9	0.8	-1.0
10	7.0	7.0	-1.0
11	7.0	1.0	-1.0
12	5.72	3.87	-1.0

=> Block을 형성할 절점번호와 각 절점의 좌표값을 나타냅니다. (그림 1 참고)

* === Block 1 =====

*

*** CARD 3.0**

* IBETYPE
-3

=> IBETYPE = 1 : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
= 2 : 평면요소 Block을 생성합니다.
= - 2 : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

= 3 : 입체요소 Block을 생성합니다.
= - 3 : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
Joint요소를 생성합니다.

*** CARD 3.1**

* BLNAME
BLOCK 1

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

*** CARD 3.2**

* ICOORD IMODE ILAG
1 0 1

♦ ICOORD = 1 : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 2 : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 3 : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

♦ IMODE = 0 : 좌표를 수정하지 않습니다.
= 1 : 절점 M22를 원점으로 하여 좌표를 수정합니다. IMODE는 ICOORD가
1인 경우에만 적용됩니다.

♦ ILAG = 0 : Serendipity 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점=0)
= 1 : Lagrangian 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점≠0)

*** CARD 3.3**

* I1 I2 I3 I4 I5 I6
1 2 3 7 8 9
* M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15 M16 M17
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
* M18 M19 M20 M21
0 0 0 0

=> I1 - I6 : Block의 Corner 절점 (필수)
M7 - M20 : Block의 Side 절점
M21 : Block의 Center 절점

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND

3

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.4.2**

* IBTYPE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	0	0	0
4	1	1	0	0	1	1	1	0	0

=> IBTYPE = 1 : 초기 경계조건의 재설정
 = 3 : 뒷면 (I4-I5-I6)
 = 4 : 좌측면 (I4-I1-I2-I5)

ISX = 골격의 X방향 자유도

IRX = X축에 대한 회전 자유도

ISY = 골격의 Y방향 자유도

IRY = Y축에 대한 회전 자유도

ISZ = 골격의 Z방향 자유도

IRZ = Z축에 대한 회전 자유도

IFX = 간극수의 X방향 자유도

ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ

IFY = 간극수의 Y방향 자유도

= 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.

IFZ = 간극수의 Z방향 자유도

= 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.

! 참고 : Default 초기 경계조건은 ISX,ISY,ISZ=0 / IFX,IFY,IFZ=1 / IRX,IRY,IRZ=1 로 설정됩니다.

*** CARD 3.5**

* MATNO NDXY NDZ KS KF

1 4 1 0 1

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.
 NDXY : I1에서 I2방향, I2에서 I3방향, I3에서 I1방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
 NDZ : Z방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

KS = -1 : 폭약을 포함하는 요소

= 0 : 골격을 포함하는 요소

> 0 : Joint를 포함하는 요소

(이 경우 KS의 값은 Joint면의 번호를 나타냅니다.)

KF = 0 : 간극수를 포함하는 경우

= 1 : 간극수를 포함하지 않는 경우

* === Block 2 =====

*

*** CARD 3.0**

* IBETYPE
3

=> IBETYPE = 1 : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
= 2 : 평면요소 Block을 생성합니다.
= - 2 : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

= 3 : 입체요소 Block을 생성합니다.
= - 3 : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
Joint요소를 생성합니다.

*** CARD 3.1**

* BLNAME
BLOCK 2

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

*** CARD 3.2**

* ICOORD IMODE ILAG
1 0 1

◆ ICOORD = 1 : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 2 : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 3 : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

◆ IMODE = 0 : 좌표를 수정하지 않습니다.
= 1 : 절점 M28을 원점으로 하여 좌표를 수정합니다.
IMODE는 ICOORD가 1인 경우에만 적용됩니다.

◆ ILAG = 0 : Serendipity 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점=0)
= 1 : Lagrangian 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점≠0)

*** CARD 3.3**

* I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8						
4	1	3	5	10	7	9	11						
* M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
* M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27							
0	0	0	0	0	0	0							

=> I1 - I8 : Block의 Corner 절점 (필수)
M9 - M20 : Block의 Side 절점
M21 - M27 : Lagrangian 보간법에 필요한 Block의 Side 절점
(ILAG=1인 경우에만 입력)

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND
3

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.4.2**

* IBTYPE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	1	0	0	0
3	1	1	0	0	1	1	1	0	0

=> IBTYPE = 1 : 초기 경계조건의 재설정
= 2 : 앞면 (I1-I2-I3-I4)
= 3 : 뒷면 (I5-I6-I7-I8)

! 참고 : Default 초기 경계조건은 ISX, ISY, ISZ=0 / IFX, IFY, IFZ=1 / IRX, IRY, IRZ=1 로 설정됩니다.

*** CARD 3.5**

* MATNO	NDX	NDY	NDZ	KS	KF
3	1	4	1	0	1

* NT1	NT2	NT3	NT4
0	0	0	0

* MAT1	MAT2	MAT3	MAT4
0	0	0	0

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.
NDX : I2에서 I1방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
NDY : I2에서 I3방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
NDZ : I2에서 I6방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

참고 : 인접 Block간의 맞물리는 부분의 요소수가 일치해야 합니다.

KS = - 1 : 폭약을 포함하는 요소
= 0 : 골격을 포함하는 요소
> 0 : Joint를 포함하는 요소 (이 경우 KS의 값은 Joint면의 번호를 나타냅니다.)

KF = 0 : 간극수를 포함하는 경우
= 1 : 간극수를 포함하지 않는 경우

NT, MAT는 IBETYPE이 2, 3인 경우에 쓰이며 평면요소의 절점을 인접한 양쪽 절점과 삼각형 Block 을 형성하게 합니다. 이때 NTi, MATi가 0보다 클 경우 삼각형 Block을 형성하며, 꼭지 점을 중심으로 NTi만큼 나누어집니다. NTi, MATi가 0일 경우 삼각형Block은 형성되지 않습니다.

```

* === Block 3 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  -2

=> IBETYPE =      1      : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
           =      2      : 평면요소 Block을 생성합니다.
           =     - 2      : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

                           참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
                           평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
                           ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

           =      3      : 입체요소 Block을 생성합니다.
           =     - 3      : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

                           참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
                           Joint요소를 생성합니다.

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 3

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
  1      0      1

♦ ICOORD =      1      : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
           =      2      : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
           =      3      : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

♦ IMODE =      0      : 좌표를 수정하지 않습니다.
           =      1      : Card 3.3에서 지정하는 것에 따라 절점 M8, M9, M10, M11을
                           원점으로 하여 좌표를 수정합니다. IMODE는 ICOORD가 1인
                           경우에만 적용됩니다.

♦ ILAG =      0      : Serendipity 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점=0)
           =      1      : Lagrangian 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점≠0)
           =      2      : 부채꼴 모양의 평면요소가 생성됩니다.

* CARD 3.3
* I1 I2 I3 M4 M5 M6 M7
  1  2  3  0  0  0  0

=> I1 - I3 : Block의 Corner 절점 (필수)
     M4 - M6 : Block의 Side 절점
     M7 : Block의 Center 절점

```

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND
4

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.4.2**

* IBTYPE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ
1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
2	1	1	1	0	0	0	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1

=> IBTYPE = 1 : 초기 경계조건의 재설정
= 2 : 절점 I1과 I2를 연결하는 선
= 3 : 절점 I2와 I3을 연결하는 선
= 4 : 절점 I3과 I1을 연결하는 선

! 참고 : 초기 경계조건은 ISX, ISY, ISZ=0 / IFX, IFY, IFZ=1 / IRX, IRY, IRZ=0 로
설정됩니다.

*** CARD 3.5**

* MATNO NDXY
4 4

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.
NDXY : Block의 각 변에 생성할 요소의 수를 입력합니다. 인접 Block
간에 맞물리는 부분의 요소수가 같아야 합니다.

```

* === Block 4 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  2

=> IBETYPE   =    1   : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
              =    2   : 평면요소 Block을 생성합니다.
              =   - 2   : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

              참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
                    평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
                    ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

              =    3   : 입체요소 Block을 생성합니다.
              =   - 3   : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

              참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
                    Joint요소를 생성합니다.

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 4

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
  1      0      1

♦ ICOORD   =    1   : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
              =    2   : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
              =    3   : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

♦ IMODE    =    0   : 좌표를 수정하지 않습니다.
              =    1   : Card 3.3에서 지정하는 것에 따라 절점 M8, M9, M10, M11을
                    원점으로 하여 좌표를 수정합니다. IMODE는 ICOORD가 1인
                    경우에만 적용됩니다.

♦ ILAG     =    0   : Serendipity 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점=0)
              =    1   : Lagrangian 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점≠0)
              =    2   : 부채꼴 모양의 평면요소가 생성됩니다.

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      M5      M6      M7      M8      M9
  4        1        3        5        0        0        0        0        0

=> I1 - I4      : Block의 Corner 절점 (필수)
    M5 - M8      : Block의 Side 절점
    M9           : ILAG가 1일 경우에만 사용되는 Block의 Center 절점

```

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND
1

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.4.2**

* IBTYPE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ
5	1	0	1	0	1	0	1	0	1

=> IBTYPE = 5 절점 I4와 I1을 연결하는 선

! 참고 : 초기 경계조건은 ISX,ISY,ISZ=0 / IFX,IFY,IFZ=1 / IRX,IRY,IRZ=0 로 설정됩니다.

*** CARD 3.5**

* MATNO	NDX	NDY
2	1	4

* NT1	NT2	NT3	NT4
0	0	0	0

* MAT1	MAT2	MAT3	MAT4
0	0	0	0

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.

NDX : I2에서 I1방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

NDY : I2에서 I3방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

NT, MAT는 IBETYPE이 2, 3인 경우에 쓰이며 평면요소의 절점을 인접한 양쪽 절점과 삼각형 Block을 형성하게 합니다. 이때 NTi, MATi가 0보다 클 경우 삼각형 Block을 형성하며, 꼭지점을 중심으로 NTi만큼 나누어집니다. NTi, MATi가 0일 경우 삼각형Block은 형성되지 않습니다.

* -----
* END OF DATA

이렇게 작성된 Block Information 파일은 Output파일을 저장할 폴더를 지정한 후 그 폴더에 저장합니다. Block Information 파일을 작성할 때 Block의 좌표는 먼저 지정된 것이 우선이고 경계(Boundary)조건은 같은 위치에 중복 설정되어 있는 경우 최중적으로 설정된 것이 우선시 됩니다.

* === Block 5 =====

*

* CARD 3.0

* IBETYPE

1

=> IBETYPE = 1 : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
 = 2 : 평면요소 Block을 생성합니다.
 = - 2 : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
 평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
 ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

= 3 : 입체요소 Block을 생성합니다.
 = - 3 : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
 Joint요소를 생성합니다.

* CARD 3.1

* BLNAME

BLOCK 5

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 3.2

* ICOORD IMODE ILINE

1 0 0

◆ ICOORD = 1 : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
 = 2 : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
 = 3 : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

◆ IMODE = 0 : 좌표를 수정하지 않습니다.
 = 1 : 절점 M28을 원점으로 하여 좌표를 수정합니다. IMODE는 ICOORD가
 1인 경우에만 적용됩니다.

◆ ILINE = 0 : Beam요소를 생성합니다.
 = 1 : Truss요소를 생성합니다.

* CARD 3.3

* I1 I2 M3 M4

1 3 6 2

=> I1 - I2 : Block의 시작점과 끝나는 점 (필수)
 M3 : Block의 Side 절점
 M4 : 기준이 되는 절점

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND
2

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.4.2**

* IBTYPE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	1	0	0

=> IBTYPE = 3 : 절점 I2
= 4 : 절점 M4

! 참고 : Default 초기 경계조건은 ISX, ISY, ISZ=0 / IFX, IFY, IFZ=1 / IRX, IRY, IRZ=0 로
설정됩니다.

*** CARD 3.5**

* MATNO NDX
1 4

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.
NDX : x방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

2.1.2 Block Information 파일 Listing (Ex1.RGN)

```
* CARD 1.1
* TITLE : EX1.RGN [3D-LSV-1]
3-D TRI. LINE/SURFACE/VOLUME ELEMENT GENERATION
* CARD 1.2
* NBLOCK  NBNODE  NSNODE  NSNEL  ISMAP  CMFAC
      5      12      1      1      3      1.0
* CARD 2.1
* NODE  X      Y      Z
  1     4.0     6.5     0.0
  2     0.0     2.0     0.0
  3     5.9     0.8     0.0
  4     7.0     7.0     0.0
  5     7.0     1.0     0.0
  6     5.72    3.87    0.0
  7     4.0     6.5    -1.0
  8     0.0     2.0    -1.0
  9     5.9     0.8    -1.0
 10     7.0     7.0    -1.0
 11     7.0     1.0    -1.0
 12     5.72    3.87    -1.0
* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
-3
* CARD 3.1
* BLNAME
BLOCK 1
* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1      0      0
* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6
  1      2      3      7      8      9
* M7      M8      M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17
  0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
* M18     M19     M20     M21
  0      0      0      0
* CARD 3.4.1
* NBOUND
3
```

```

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  1      1   1   1   0   0   0   1   1   1
  3      0   0   0   1   1   1   0   0   0
  4      1   1   0   0   1   1   1   0   0
* CARD 3.5
* MATNO  NDXY  NDZ  KS  KF
  1      4    1   0   1
* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 2
* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1      0      1
* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  4      1      3      5      10     7      9      11
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0      0      0      0      0      0      0
* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3
* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  1      0   0   0   0   0   0   0   0   0
  2      0   0   0   1   1   1   0   0   0
  3      1   1   0   0   1   1   1   0   0
* CARD 3.5
* MATNO  NDX  NDY  NDZ  KS  KF
  3      1   4   1   0   1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0      0      0      0
* MAT1    MAT2    MAT3    MAT4
  0      0      0      0
* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
  -2

```

```

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 3
* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
  1      0      1
* CARD 3.3
* I1      I2      I3      M4      M5      M6      M7
  1      2      3      0      0      0      0
* CARD 3.4.1
* NBOUND
  4
* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  1      0    0    0    0    0    0    1    1    1
  2      1    1    1    0    0    0    1    1    1
  3      0    1    1    1    1    1    0    0    0
  4      1    1    1    1    1    1    1    1    1
* CARD 3.5
* MATNO  NDXY
  4      4
* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
  2
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 4
* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
  1      0      1
* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      M5      M6      M7      M8      M9
  4      1      3      5      0      0      0      0      0
* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1
* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  5      1    0    1    0    1    0    1    0    1
* CARD 3.5
* MATNO  NDX  NDY
  2      1    4
* NT1      NT2      NT3      NT4

```

```

0      0      0      0
* MAT1  MAT2  MAT3  MAT4
0      0      0      0

* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
1
* CARD 3.1
* BLNAME
BLOCK 5
* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILINE
1      0      0
* CARD 3.3
* I1      I2      M3      M4
1      3      6      2
* CARD 3.4.1
* NBOUND
2
* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
3      0    0    0    1    1    1    1    1    1
4      0    0    1    1    1    1    1    0    0
* CARD 3.5
* MATNO  NDX
1      4
* -----
* END OF DATA
*
```

2.1.3 Block Mesh 확인하기

Block Information 파일 (Ex1.RGN)에서 NBLOCK에 입력된 5에 (－) 기호를 붙여서 실행시키면 유한요소망으로 나뉜 형태가 아니라 Block 단위로 Plot이 됩니다. 삼각형 평면 Block과 삼각형 입체 Block은 PRESMAP-GP에 의하여 Block 내부가 각각 사각형 평면 Block과 사각형 입체 Block으로 3등분 되어, 최종적으로 생성되는 평면 및 입체 요소는 사각형 평면 및 사각형 입체 요소로 구성됩니다.

2.1.3.1 Block Mesh 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 3과 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

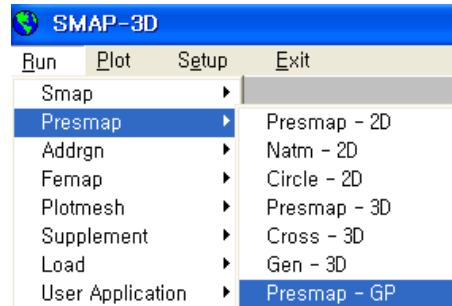


그림 3. PRESMAP-GP 프로그램 실행

그러면 그림 4와 같이 PRESMAP-GP와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 PRESMAP-GP Input 파일 (Ex. EX1.RGN)과 Output 파일 (Ex. EX1.OUT)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

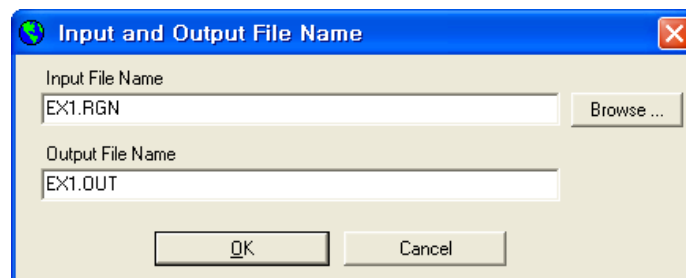


그림 4. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

2.1.3.2 Block Mesh Plot 하기

PRESMAP-GP 프로그램이 종료되면 그림 5와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

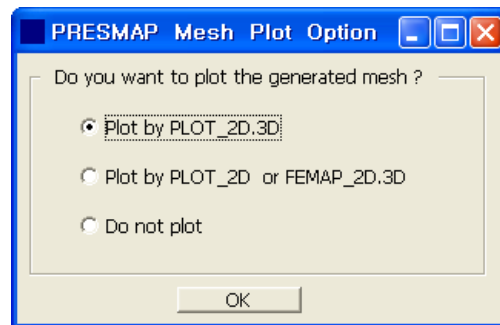


그림 5. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 6과 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 7의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. EX1.OUT)을 선택합니다.

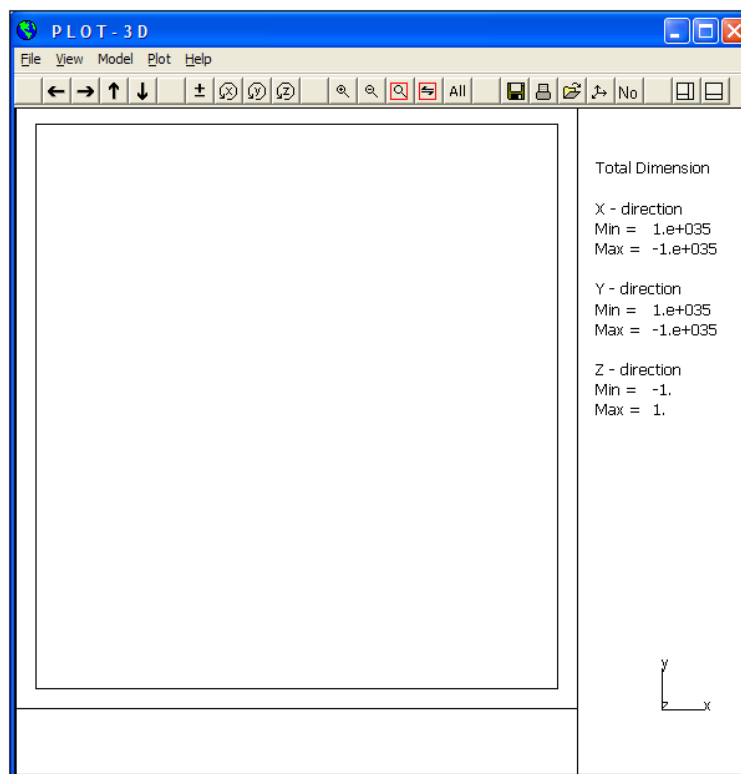


그림 6. Plot-3D 창

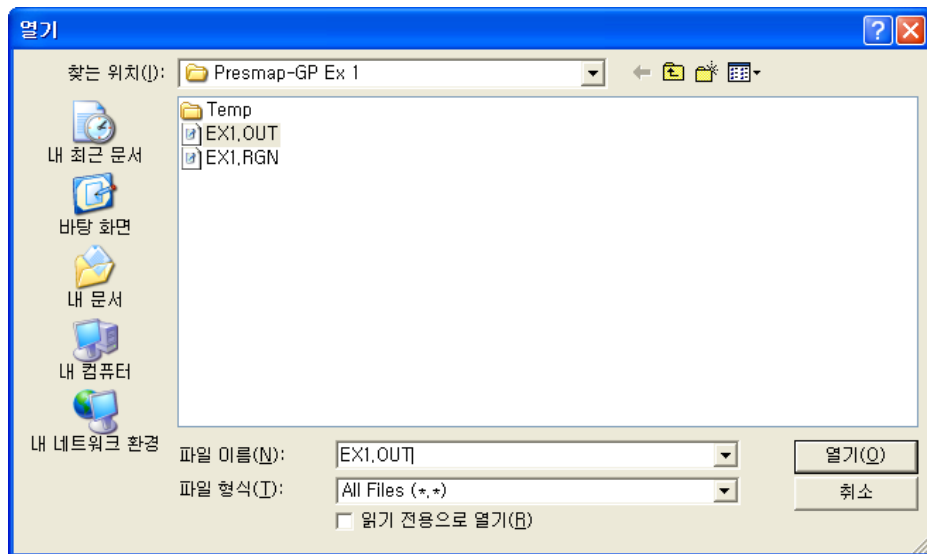


그림 7. Open 파일 입력 창

그림 8은 삼각형 입체 Block과 사각형 입체 Block을 보여줍니다. 그리고 그림 9는 삼각형 평면 Block, 사각형 평면 Block, 그리고 직선 Block을 보여줍니다.

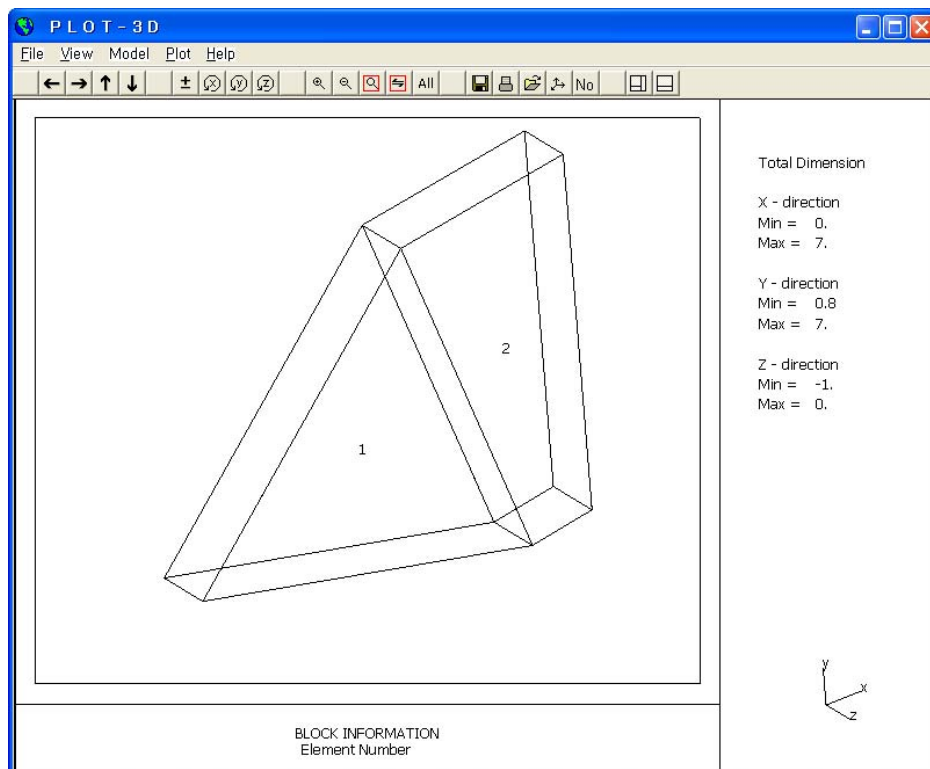


그림 8. 삼각형 입체 Block과 사각형 입체 Block

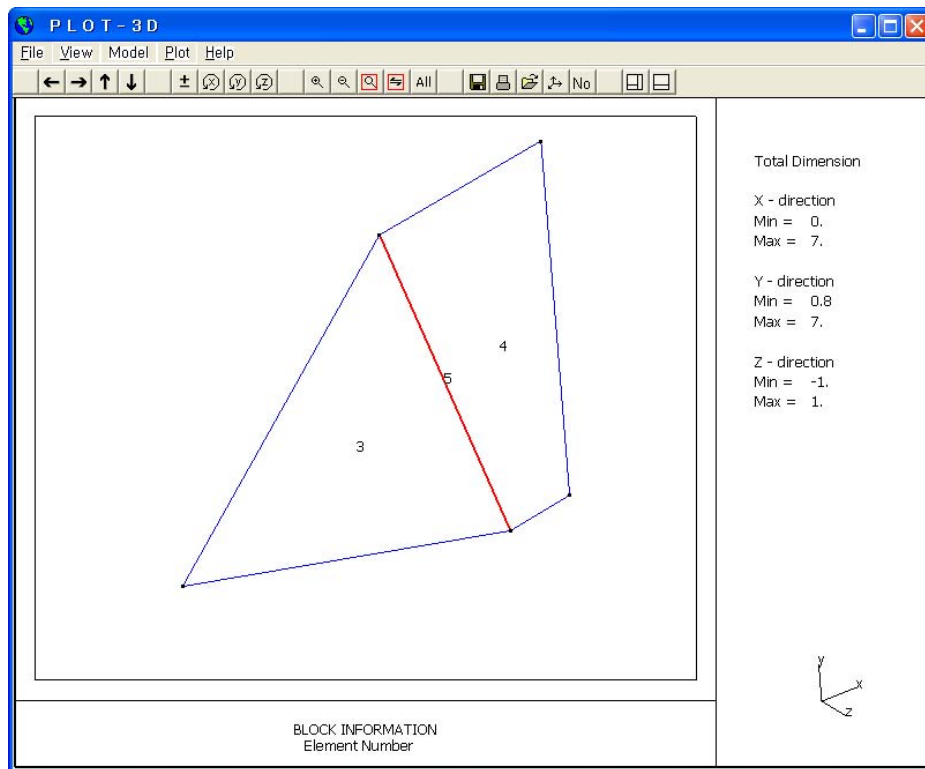


그림 9. 삼각형 평면, 사각형 평면, 그리고 직선 Block

2.1.4 유한요소망 자동생성하기

이제 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 PRESMAP-GP를 실행시켜 보겠습니다. Block Information 파일 (Ex1.RGN) 에서 NBLOCK에 입력된 5에 (-) 기호가 붙어있으면 제거하십시오.

Block과 Block의 경계면 상에서의 자동생성 된 유한요소망의 절점좌표는 먼저 지정된 Block의 좌표에 따라 정해지고, 경계조건은 최종적으로 지정된 Block의 경계조건에 따라 결정됩니다.

2.1.4.1 유한요소망 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 10과 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

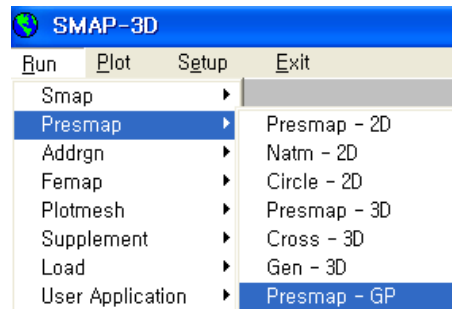


그림 10. PRESMAP-GP 프로그램 실행

그러면 그림 11과 같이 PRESMAP-GP와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 PRESMAP-GP Input 파일 (Ex. EX1.RGN)과 Output 파일 (Ex. EX1.OUT)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

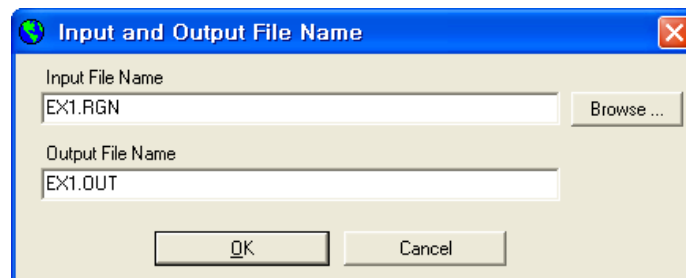


그림 11. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

2.1.4.2 유한요소망 Plot 하기

PRESMAP-GP 프로그램이 종료되면 그림 12와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

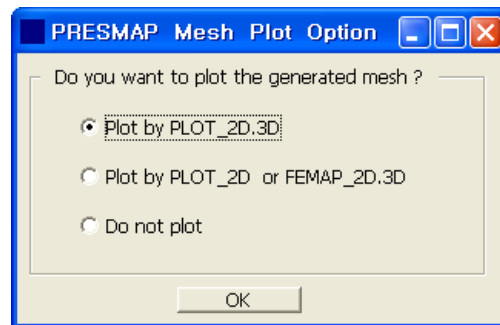


그림 12. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 13과 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 14의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. EX1.OUT)을 선택합니다.

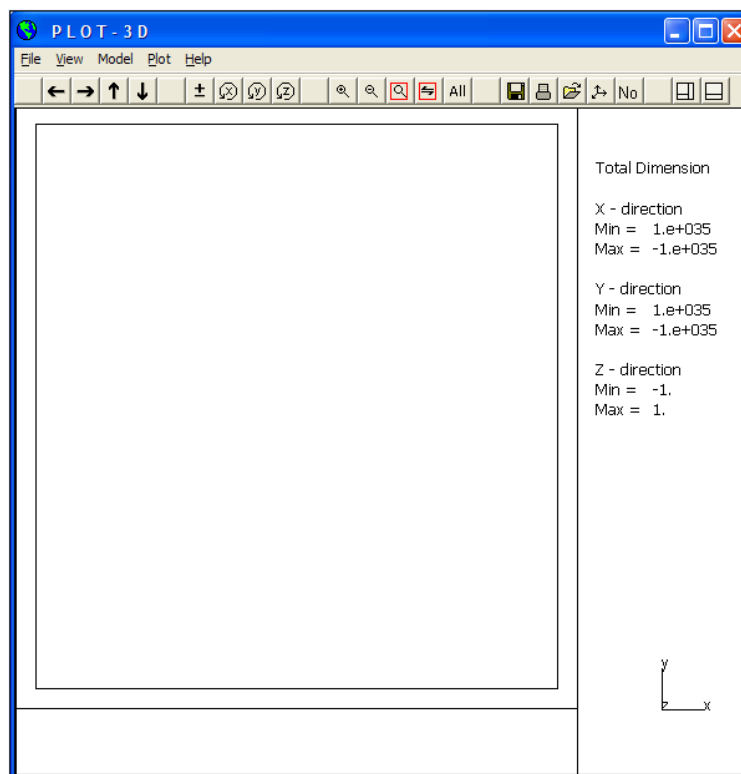


그림 13. Plot-3D 창

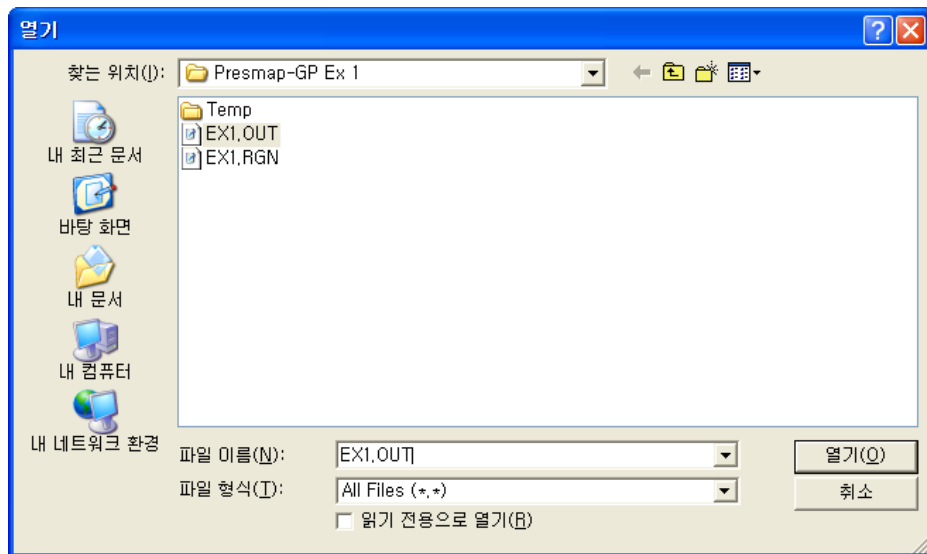


그림 14. Open 파일 입력 창

그림 15는 자동생성 된 전체 유한요소망의 절점번호를 보여줍니다. 그림 16은 입체요소 (Continuum Element) 번호, 그림 17은 평면요소 (Shell Element) 번호, 그리고 그림 18은 선 요소 (Beam Element) 번호를 보여줍니다.

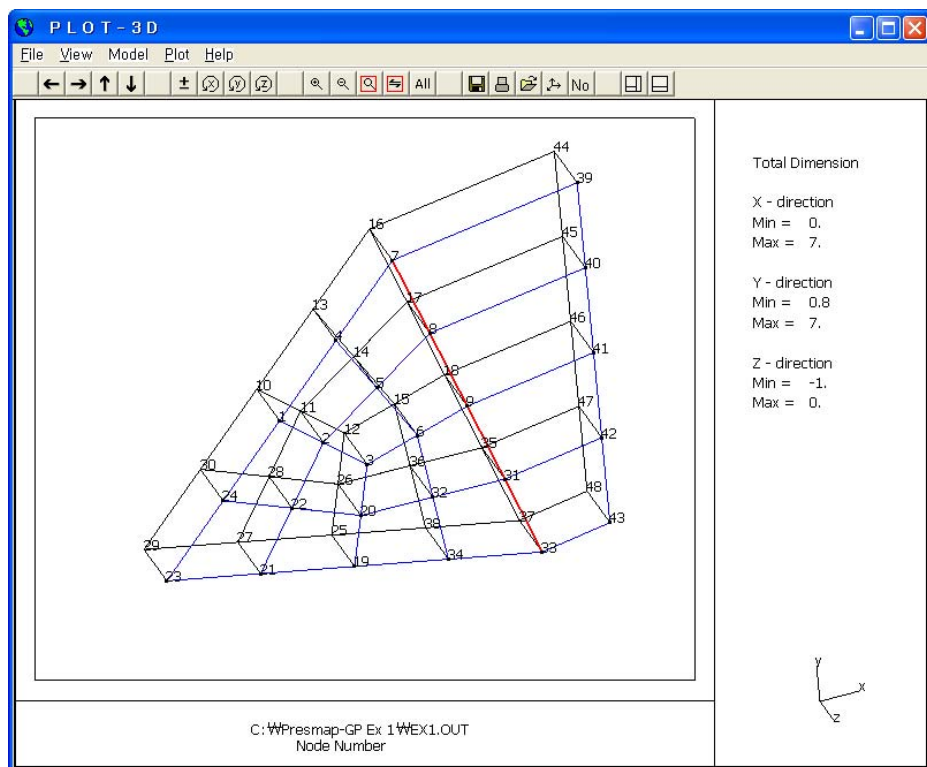


그림 15. 자동생성 된 전체 유한요소망 절점번호

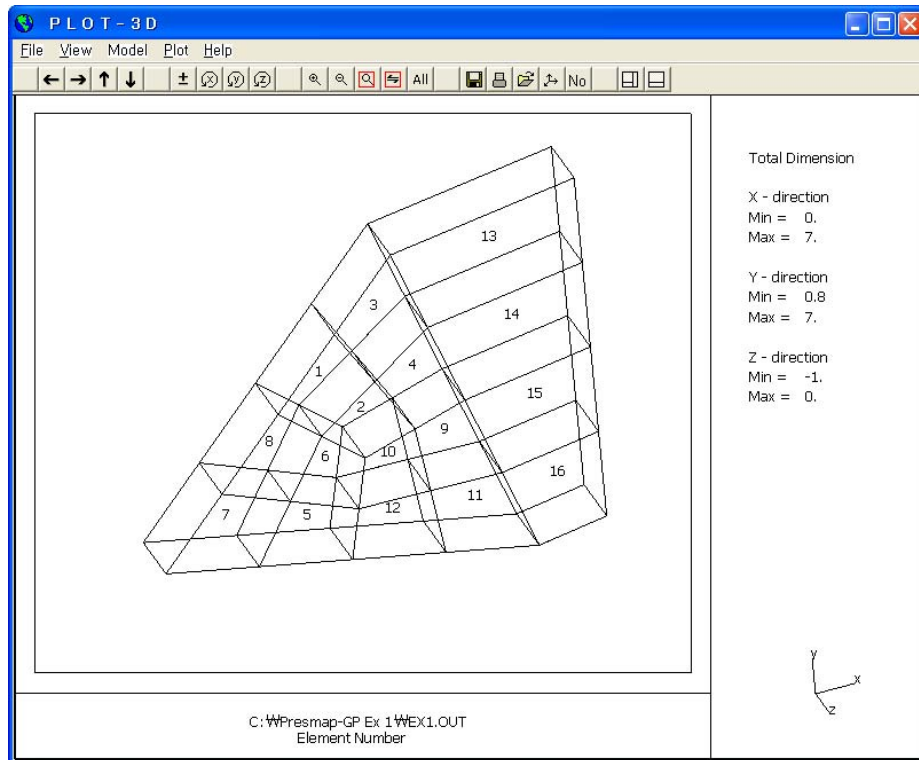


그림 16. 입체요소 (Continuum Element) 번호

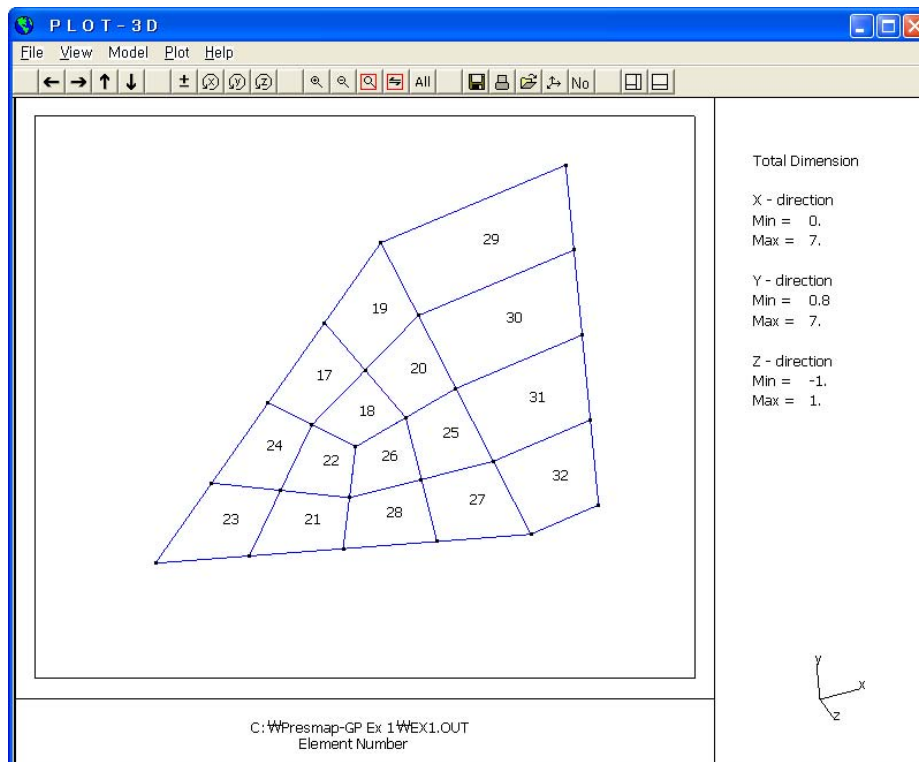


그림 17. 평면요소 (Shell Element) 번호

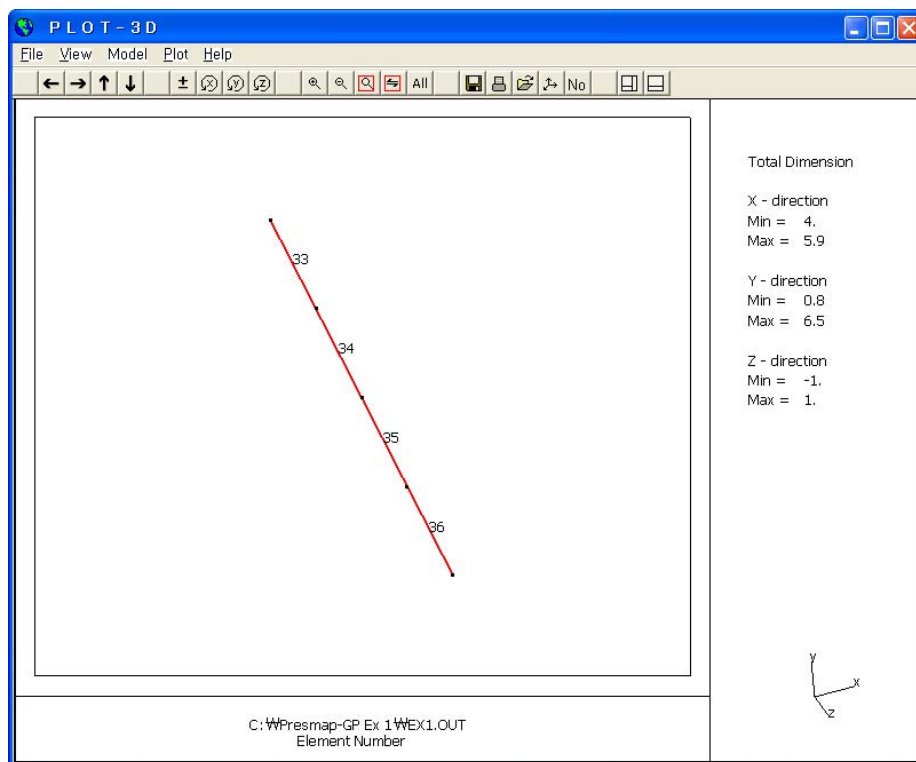


그림 18. 선 요소 (Beam Element) 번호

2.1.4.3 유한요소망 Mesh 파일보기

NUMNP NCONT NBEAM NTRUSS

=> 절점의 개수 (NUMNP) 와 연속체요소의 개수 (NCONT), Beam요소의 개수 (NBEAM), Truss요소의 개수 (NTRUSS) 를 나타냅니다.

NODAL BOUNDARY CONDITIONS & COORDINATES

NODE ISX ISY ISZ IFX IFY IFZ IRX IRY IRZ IEX IEY IEZ XC YC ZC

=> 각 절점의 번호와 경계조건, 정확한 좌표 값을 나타냅니다.

ISX : 골격의 X방향 자유도

ISY : 골격의 Y방향 자유도

ISZ : 골격의 Z방향 자유도

IFX : 간극수의 골격에 대한 X방향 자유도

IFY : 간극수의 골격에 대한 Y방향 자유도

IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z방향 자유도

IRX : X축에 대한 회전 자유도

IRY : Y축에 대한 회전 자유도

IRZ : Z축에 대한 회전 자유도

IEX : Slip의 X방향 자유도

IEY : Slip의 Y방향 자유도

IEZ : Slip의 Z방향 자유도

ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ, IEX, IEY, IEZ

= 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.

= 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.

CONTINUUM ELEMENT INDEX

NEL I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7 I8 MATC KS KF INTR INTS INTT TBJWL

=> 각 연속체 요소의 번호와 요소를 구성하는 절점의 좌표를 나타낸 것으로 시계 반대방향으로 번호가 부여됩니다.

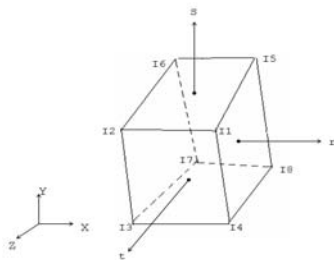


그림 19. 연속체 요소 Index.

MATC = 재료번호.

KS = -1 폭약을 포함하는 요소.

KS = 0 골격을 포함하는 요소.

KS = 1~6 절리를 포함하는 요소.

KF = 0 간극수를 포함하는 경우.

KF = 1 간극수를 포함하지 않는 경우.

INTR = R방향의 적분점 수. (초기값=2)

INTS = S방향의 적분점 수. (초기값=2)

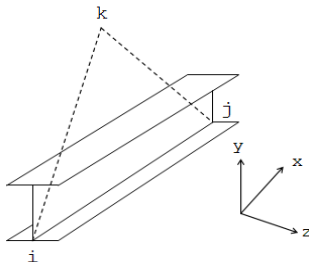
TBJWL = (KS=-1)일 때 사용하는 매개변수로 이 요소가 폭발한 시간.

=> SMAP-3D User's Manual. Mesh File Card Group 3.참고

BEAM ELEMENT INDEX

NEL I J K MATC

=> 각 Beam 요소의 번호와 요소를 구성하는 절점의 좌표, 재료번호를 나타냅니다. I, J는 Beam요소의 시작점과 끝점을 나타냅니다. K는 Beam요소의 Local Y방향을 지정하기 위하여 사용됩니다.



Beam 요소의 Local X축은 절점 i, j를 연결하는 선상에 있고 Local Y축은 절점 i, j, k로 구성되는 평면상에 위치하고 있으며, Local Z축은 이평면의 수직선상에 있습니다.

=> SMAP-3D User's Manual. Mesh File Card Group 4.참고

그림 20. Beam요소 Index.

< 생성된 유한요소 Mesh 파일 Ex1.OUT >

NUMNP NCONT NBEAM NTRUSS
48 32 4 0

NODAL	BOUNDARY CONDITIONS												COORDINATES		
NODE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ	IEX	IEY	IEZ	KC	YC	ZC
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	.200000E+01	.425000E+01	.000000E+00
2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.265000E+01	.367500E+01	.000000E+00
3	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.330000E+01	.310000E+01	.000000E+00
4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	.300000E+01	.537500E+01	.000000E+00
5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.356250E+01	.437500E+01	.000000E+00
6	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.412500E+01	.337500E+01	.000000E+00
7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	.400000E+01	.650000E+01	.000000E+00
8	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.447500E+01	.507500E+01	.000000E+00
9	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.495000E+01	.365000E+01	.000000E+00
10	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	.200000E+01	.425000E+01	-.100000E+01
.															
.															
.															
40	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	.700000E+01	.550000E+01	.000000E+00
41	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	.700000E+01	.400000E+01	.000000E+00
42	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	.700000E+01	.250000E+01	.000000E+00
43	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	.700000E+01	.100000E+01	.000000E+00
44	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	.700000E+01	.700000E+01	-.100000E+01
45	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	.700000E+01	.550000E+01	-.100000E+01
46	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	.700000E+01	.400000E+01	-.100000E+01
47	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	.700000E+01	.250000E+01	-.100000E+01
48	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	.700000E+01	.100000E+01	-.100000E+01

CONTINUUM ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	INTT	TBJWL
1	4	1	2	5	13	10	11	14	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
2	5	2	3	6	14	11	12	15	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
3	7	4	5	8	16	13	14	17	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
4	8	5	6	9	17	14	15	18	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
5	21	19	20	22	27	25	26	28	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
6	22	20	3	2	28	26	12	11	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
7	23	21	22	24	29	27	28	30	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
8	24	22	2	1	30	28	11	10	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
9	31	9	6	32	35	18	15	36	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
10	32	6	3	20	36	15	12	26	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
.															
.															
.															
23	23	21	22	24	0	0	0	0	4	15	1	2	2	2	.0000E+00
24	24	22	2	1	0	0	0	0	4	15	1	2	2	2	.0000E+00
25	31	9	6	32	0	0	0	0	4	15	1	2	2	2	.0000E+00
26	32	6	3	20	0	0	0	0	4	15	1	2	2	2	.0000E+00
27	33	31	32	34	0	0	0	0	4	15	1	2	2	2	.0000E+00
28	34	32	20	19	0	0	0	0	4	15	1	2	2	2	.0000E+00
29	39	7	8	40	0	0	0	0	2	15	1	2	2	2	.0000E+00
30	40	8	9	41	0	0	0	0	2	15	1	2	2	2	.0000E+00
31	41	9	31	42	0	0	0	0	2	15	1	2	2	2	.0000E+00
32	42	31	33	43	0	0	0	0	2	15	1	2	2	2	.0000E+00

BEAM ELEMENT INDEX

NEL	I	J	K	MATC
33	7	8	23	1
34	8	9	23	1
35	9	31	23	1
36	31	33	23	1

2.2 Ex_2 Cylinder

본 예제는 그림 1에서 보는 바와 같이 반경이 20인 반원기둥의 유한요소망을 PRESMAP-GP를 사용하여 자동 생성하는 예제입니다.

그림 1과 그림 2는 각각 Block 번호와 Block 절점 번호를 나타냅니다. 표 1은 Block 구성표로 Block 1과 3은 사각형 입체요소 Block으로 원기둥 좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용하고 Block 2와 4는 삼각형 입체요소 Block으로 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용하였습니다.

원기둥의 안쪽 Block과 바깥쪽 Block의 경계를 정확히 반경이 10으로 유지하기 위하여 원기둥 좌표를 사용한 Block 1을 직각좌표를 사용한 Block 2보다 먼저 정의합니다. 같은 이유로 Block 3은 Block 4보다 먼저 정의합니다.

그림 3은 삼각형 Block으로 원형을 만들기 위한 적절한 Block 좌표 설정을 나타냅니다. Block Information 파일을 작성할 때, Block 좌표는 먼저 지정된 것이 우선이고, Boundary 조건은 같은 위치에 중복 설정되어 있는 경우 최종적으로 설정된 것이 우선시 됩니다.

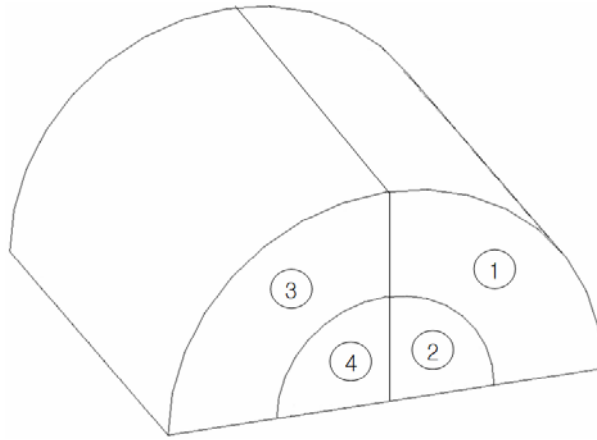


그림 1. Block 번호

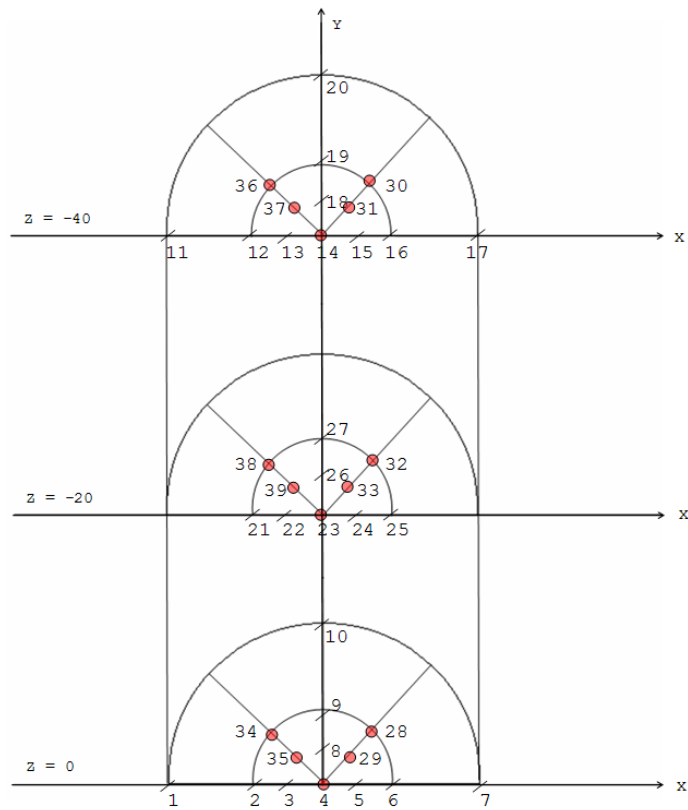
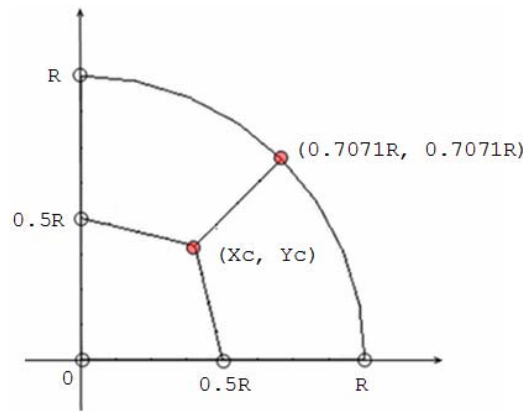


그림 2. Block 절점번호

Block No	Block Type (IBETYPE)	MATNO	Coord. System (ICOORD)	Block Index
1	사각형 입체 (3)	1	원기둥 좌표 (3)	$I_1=7$ $I_2=10$ $I_3=9$ $I_4=6$ $I_5=17$ $I_6=20$ $I_7=19$ $I_8=16$ $M_{28}=4$ $M_{29}=14$ $M_{30}=10$
2	삼각형 입체 (-3)	2	직교 좌표 (1)	$I_1=9$ $I_2=4$ $I_3=6$ $I_4=19$ $I_5=14$ $I_6=16$ $M_7=27$ $M_8=23$ $M_9=25$ $M_{10}=8$ $M_{11}=5$ $M_{12}=28$ $M_{13}=18$ $M_{14}=15$ $M_{15}=30$ $M_{16}=29$ $M_{17}=31$
3	사각형 입체 (3)	1	원기둥 좌표 (3)	$I_1=10$ $I_2=1$ $I_3=2$ $I_4=9$ $I_5=20$ $I_6=11$ $I_7=12$ $I_8=19$ $M_{28}=4$ $M_{29}=14$ $M_{30}=1$
4	삼각형 입체 (-3)	2	직교 좌표 (1)	$I_1=9$ $I_2=2$ $I_3=4$ $I_4=19$ $I_5=12$ $I_6=14$ $M_7=27$ $M_8=21$ $M_9=23$ $M_{10}=34$ $M_{11}=3$ $M_{12}=8$ $M_{13}=36$ $M_{14}=13$ $M_{15}=18$ $M_{16}=35$ $M_{17}=37$

표 1. Block 구성표



$$X_c = Y_c = \frac{1}{3}(0 + 0.5R + 0.7071R) = 0.4024R$$

그림 3. 원형 모양을 위한 삼각형 Block 좌표

2.2.1 Block Information 파일 작성하기

* CARD 1.1

* TITLE : EX2.RGN
3-D HALF CYLINDER GENERATION

=> 제목을 입력하는 Card로 최대 80 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 1.2

NBLOCK	NBNODE	NSNODE	NSNEL	ISMAP	CMFAC
4	39	1	1	3	1.0

- ◆ NBLOCK, NBNODE : 총 Block의 개수와 Block 절점의 개수를 입력합니다. 각 Block의 세부사항은 Card 3에서 지정됩니다.

참고 : NBLOCK에 (-) 부호를 붙여서 프로그램을 실행시키면
유한요소망으로 나누어진 형태가 아니라 입력한 각 Block의
기본 형태로 화면상에 Block Mesh가 출력됩니다.

- ◆ NSNODE, NSNEL : Mesh 생성시 절점과 요소들의 새로운 시작 번호를 나타냅니다.

- ◆ ISMAP
= 1 : SMAP-S2의 Mesh를 생성합니다.
= 2 : SMAP-2D의 Mesh를 생성합니다.
= 3 : **SMAP-3D의 Mesh를 생성합니다.**

- ◆ CMFAC : 좌표 축적비를 나타냅니다. (대부분 1로 사용됨)

*** CARD 2.1**

* NODE	X	Y	Z
1	-20.0	0.0	0.0
2	-10.0	0.0	0.0
3	- 5.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0
5	5.0	0.0	0.0
6	10.0	0.0	0.0
7	20.0	0.0	0.0
8	0.0	5.0	0.0
9	0.0	10.0	0.0
10	0.0	20.0	0.0
11	-20.0	0.0	-40.0
12	-10.0	0.0	-40.0
13	- 5.0	0.0	-40.0
14	0.0	0.0	-40.0
15	5.0	0.0	-40.0
16	10.0	0.0	-40.0
17	20.0	0.0	-40.0
18	0.0	5.0	-40.0
19	0.0	10.0	-40.0
20	0.0	20.0	-40.0
21	-10.0	0.0	-20.0
22	- 5.0	0.0	-20.0
23	0.0	0.0	-20.0
24	5.0	0.0	-20.0
25	10.0	0.0	-20.0
26	0.0	5.0	-20.0
27	0.0	10.0	-20.0
28	7.07	7.07	0.0
29	4.024	4.024	0.0
30	7.07	7.07	-40.0
31	4.024	4.024	-40.0
32	7.07	7.07	-20.0
33	4.024	4.024	-20.0
34	- 7.07	7.07	0.0
35	- 4.024	4.024	0.0
36	- 7.07	7.07	-40.0
37	- 4.024	4.024	-40.0
38	- 7.07	7.07	-20.0
39	- 4.024	4.024	-20.0

=> Block을 형성할 절점번호와 각 절점의 좌표값을 나타냅니다. (그림 2 Block 절점번호 참고)

```

* === Block 1 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

=> IBETYPE = 1 : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
           = 2 : 평면요소 Block을 생성합니다.
           = -2 : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

               참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
                     평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
                     ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

           = 3 : 입체요소 Block을 생성합니다.
           = -3 : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

               참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
                     Joint요소를 생성합니다.

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 1

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
  3      0      1

♦ ICOORD = 1 : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
          = 2 : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
          = 3 : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

♦ IMODE = 0 : 좌표를 수정하지 않습니다.
          = 1 : 절점 M28을 원점으로 하여 좌표를 수정합니다.
               IMODE는 ICOORD가 1인 경우에만 적용됩니다.

♦ ILAG = 0 : Serendipity 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점=0)
         = 1 : Lagrangian 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점≠0)

```

*** CARD 3.3**

* I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8				
7	10	9	6	17	20	19	16				
* M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
* M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27					
0	0	0	0	0	0	0					
* M28	M29	M30									
4	14	10									

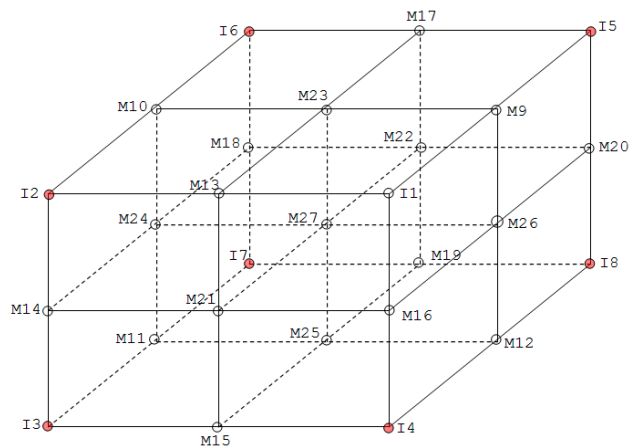


그림 4. 사각형 입체 Block Index.

- ◆ I1 - I8 : Block의 Corner절점 (필수)
- ◆ M9 - M20 : Block의 Side 절점.
- ◆ M21- M27 : Lagrangian 보간법에 필요한 Block의 Side 절점 (ILAG=1인 경우에만입력)
- ◆ M28 : 원기둥 좌표의 기준 원점.
- ◆ M29 : 원기둥 축 (M28-M29)을 정의하기 위한 절점.
- ◆ M30 : 원기둥 축에 수직인 다른 방향의 축 (M28-M30)을 정의하기 위한 절점.

*** CARD 3.4.1**

```
*   NBOUND
      1
```

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.4.2**

```
*   IBTYPE  ISX   ISY   ISZ   IFX   IFY   IFZ   IRX   IRY   IRZ
      5       0     0     0     0     0     0     0     0     0
```

=> IBTYPE = 5 : 우측면 (I5-I1-I4-I8)

ISX = 골격의 X방향 자유도 IRX = X축에 대한 회전 자유도
 ISY = 골격의 Y방향 자유도 IRY = Y축에 대한 회전 자유도
 ISZ = 골격의 Z방향 자유도 IRZ = Z축에 대한 회전 자유도

IFX = 간극수의 X방향 자유도 ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ
 IFY = 간극수의 Y방향 자유도 = 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.
 IFZ = 간극수의 Z방향 자유도 = 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.

! 참고 : Default 초기 경계조건은 ISX,ISY,ISZ=0 / IFX,IFY,IFZ=1 / IRX,IRY,IRZ=1 로 설정됩니다.

*** CARD 3.5**

```
* MATNO   NDX   NDY   NDZ   KS   KF
      1       8     4    10     0     0
* NT1      NT2   NT3   NT4
      0       0     0     0
* MAT1     MAT2  MAT3  MAT4
      0       0     0     0
```

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.
 NDX : I2에서 I1방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
 NDY : I2에서 I3방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
 NDZ : I2에서 I6방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

참고 : 인접 Block간의 맞물리는 부분의 요소수가 일치해야 합니다.

KS = -1 : 폭약을 포함하는 요소
 = 0 : 골격을 포함하는 요소
 > 0 : Joint를 포함하는 요소
 (이 경우 KS의 값은 Joint면의 번호를 나타냅니다.)

KF = 0 : 간극수를 포함하는 경우
 = 1 : 간극수를 포함하지 않는 경우

NT, MAT는 IBTYPE이 2, 3인 경우에 쓰이며 평면요소의 절점을 인접한 양쪽 절점과 삼각형 Block 을 형성하게 합니다. 이때 NTi, MATi가 0보다 클 경우 삼각형 Block을 형성하며, 꼭지점을 중심으로 NTi만큼 나누어집니다. NTi, MATi가 0일 경우 삼각형Block은 형성되지 않습니다.

* === Block 2 =====
*

* CARD 3.0

* IBETYPE
-3

=> IBETYPE = 1 : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
= 2 : 평면요소 Block을 생성합니다.
= -2 : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

= 3 : 입체요소 Block을 생성합니다.
= -3 : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
Joint요소를 생성합니다.

* CARD 3.1

* BLNAME
BLOCK 2

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 3.2

* ICOORD IMODE ILAG
1 0 1

♦ ICOORD = 1 : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 2 : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 3 : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

♦ IMODE = 0 : 좌표를 수정하지 않습니다.
= 1 : 절점 M22를 원점으로 하여 좌표를 수정합니다.
IMODE는 ICOORD가 1인 경우에만 적용됩니다.

♦ ILAG = 0 : Serendipity 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점=0)
= 1 : Lagrangian 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점≠0)

*** CARD 3.3**

* I1	I2	I3	I4	I5	I6					
9	4	6	19	14	16					
* M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
27	23	25	8	5	28	18	15	30	29	31
* M18	M19	M20	M21							
26	24	32	33							

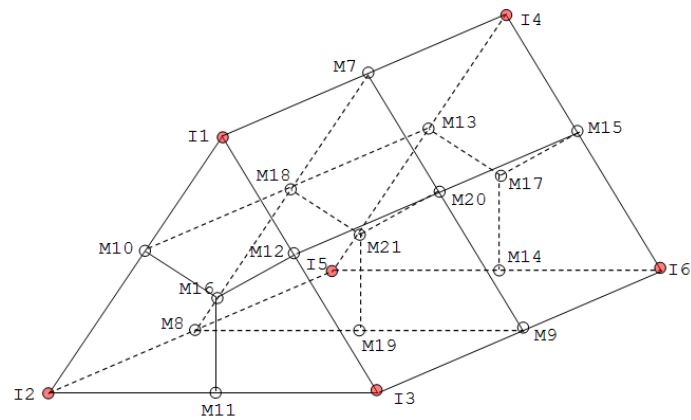


그림 5. 삼각형 입체 Block Index.

- ◆ I1 - I6 : Block의 Corner 절점 (필수)
- ◆ M7 - M20 : Block의 Side 절점
- ◆ M21 : Block의 Center 절점

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND
1

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.4.2**

* IBTYPE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ
5	1	0	1	0	1	0	1	0	1

=> IBTYPE = 5 : 우측면 (I4-I1-I3-I6)

! 참고 : 초기 경계조건은 ISX, ISY, ISZ=0 / IFX, IFY, IFZ=1 / IRX, IRY, IRZ=1 과 같습니다.

*** CARD 3.5**

* MATNO	NDXY	NDZ	KS	KF
2	8	10	0	0

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.
NDXY : I1에서 I2방향, I2에서 I3방향, I3에서 I1방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

NDZ : z방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

KS = -1 : 폭약을 포함하는 요소
= 0 : 골격을 포함하는 요소
> 0 : Joint를 포함하는 요소
(이 경우 KS의 값은 Joint면의 번호를 나타냅니다.)

KF = 0 : 간극수를 포함하는 경우
= 1 : 간극수를 포함하지 않는 경우


```

* === Block 3 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 3

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  3         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  10      1       2       9       20      11      12      19
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0
* M28     M29     M30
  4       14      1

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  5        0      0      0      0      0      0      0      0      0
* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  1        8      4      10      0      0
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 4 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  -3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 4

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0     1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6
  9       2       4      19      12      14
* M7      M8      M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17
  27      21      23      34      3       8      36      13      18      35      37
* M18     M19     M20     M21
  38      22      26      39

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE    ISX    ISY    ISZ    IFX    IFY    IFZ    IRX    IRY    IRZ
  5         1     0     1     0     1     0     1     0     1
* CARD 3.5
* MATNO     NDXY     NDZ     KS     KF
  2         8       10      0     0

```

2.2.2 Block Information 파일 Listing (Ex2.RGN)

```
* CARD 1.1
* TITLE : PRESMAP-GP Example2.
  Mesh 2_Presmap-GP.
* CARD 1.2
* NBLOCK  NBNODE  NSNODE  NSNEL  ISMAP  CMFAC
   4       39      1       1      3      1.0
* CARD 2.1
* NODE  X      Y      Z
   1    -20.0    0.0    0.0
   2    -10.0    0.0    0.0
   3     -5.0    0.0    0.0
   4     0.0     0.0    0.0
   5     5.0     0.0    0.0
   6    10.0     0.0    0.0
   7    20.0     0.0    0.0
   8     0.0     5.0    0.0
   9     0.0    10.0    0.0
  10     0.0    20.0    0.0
  11    -20.0    0.0   -40.0
  12    -10.0    0.0   -40.0
  13     -5.0    0.0   -40.0
  14     0.0     0.0   -40.0
  15     5.0     0.0   -40.0
  16    10.0     0.0   -40.0
  17    20.0     0.0   -40.0
  18     0.0     5.0   -40.0
  19     0.0    10.0   -40.0
  20     0.0    20.0   -40.0
  21    -10.0    0.0   -20.0
  22     -5.0    0.0   -20.0
  23     0.0     0.0   -20.0
  24     5.0     0.0   -20.0
  25    10.0     0.0   -20.0
  26     0.0     5.0   -20.0
  27     0.0    10.0   -20.0
  28     7.07     7.07    0.0
  29     4.024    4.024    0.0
  30     7.07     7.07   -40.0
```

31	4.024	4.024	-40.0
32	7.07	7.07	-20.0
33	4.024	4.024	-20.0
34	-7.07	7.07	0.0
35	-4.024	4.024	0.0
36	-7.07	7.07	-40.0
37	-4.024	4.024	-40.0
38	-7.07	7.07	-20.0
39	-4.024	4.024	-20.0

```

* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 1
* CARD 3.2
* ICOORD IMODE  ILAG
  3      0      1
* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  7      10      9       6      17      20      19      16
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0
* M28     M29     M30
  4       14      10
* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1
* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  5        0   0   0   0   0   0   0   0   0
* CARD 3.5
* MATNO  NDX  NDY  NDZ  KS  KF
  1       8   4   10   0   0
* NT1    NT2    NT3    NT4
  0       0     0     0
* MAT1   MAT2   MAT3   MAT4
  0       0     0     0

```

```

* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
-3
* CARD 3.1
* BLNAME
BLOCK 2
* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
1      0      1
* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6
9      4      6      19     14     16
* M7      M8      M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17
27     23     25     8       5       28     18     15     30     29     31
* M18     M19     M20     M21
26     24     32     33
* CARD 3.4.1
* NBOUND
1
* CARD 3.4.2
* IBTYPE ISX ISY ISZ IFX IFY IFZ IRX IRY IRZ
5      1      0      1      0      1      0      1      0      1
* CARD 3.5
* MATNO NDXY NDZ KS KF
2      8      10     0      0
* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
3
* CARD 3.1
* BLNAME
BLOCK 3
* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
3      0      1
* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
10     1      2      9      20     11     12     19
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0

```

```

* M21  M22  M23  M24  M25  M26  M27
  0    0    0    0    0    0    0

* M28  M29  M30
  4    14    1

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  5        0    0    0    0    0    0    0    0    0

* CARD 3.5
* MATNO  NDX  NDY  NDZ  KS  KF
  1      8    4    10    0    0

* NT1    NT2    NT3    NT4
  0      0      0      0

* MAT1    MAT2    MAT3    MAT4
  0      0      0      0

* -----
* CARD 3.0
* IBETYPE
  -3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 4

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1      0      1

* CARD 3.3
* I1     I2     I3     I4     I5     I6
  9      2      4      19     12     14

* M7     M8     M9     M10    M11    M12    M13    M14    M15    M16    M17
  27     21     23     34     3      8      36     13     18     35     37

* M18    M19    M20    M21
  38     22     26     39

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  5        1    0    1    0    1    0    1    0    1

* CARD 3.5

```

* MATNO	NDXY	NDZ	KS	KF
2	8	10	0	0

* -----

2.2.3 Block Mesh 확인하기

Block Information 파일 (Ex2.RGN)에서 NBLOCK에 입력된 4에 (－) 기호를 붙여서 실행시키면 유한요소망으로 나뉜 형태가 아니라 Block 단위로 Plot이 됩니다. 삼각형 평면 Block과 삼각형 입체 Block은 PRESMAP-GP에 의하여 Block 내부가 각각 사각형 평면 Block과 사각형 입체 Block으로 3등분 되어, 최종적으로 생성되는 평면 및 입체 요소는 사각형 평면 및 사각형 입체 요소로 구성됩니다.

2.2.3.1 Block Mesh 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 6과 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

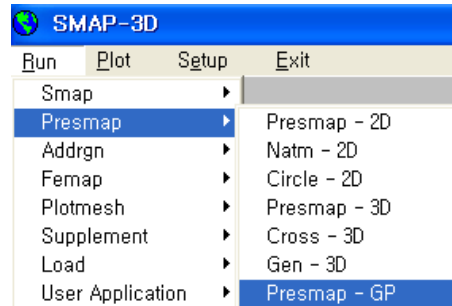


그림 6. PRESMAP-GP 프로그램 실행

그러면 그림 7과 같이 PRESMAP-GP와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 PRESMAP-GP Input 파일 (Ex. EX2.RGN)과 Output 파일 (Ex. EX2.OUT)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

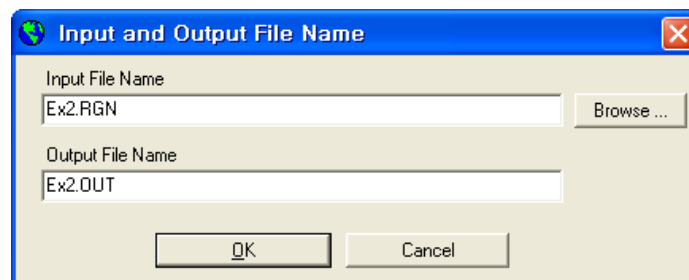


그림 7. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

2.2.3.2 Block Mesh Plot 하기

PRESMAP-GP 프로그램이 종료되면 그림 8과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

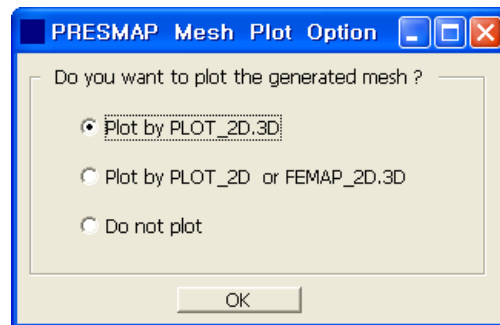


그림 8. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 9와 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 10의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. EX2.OUT)을 선택합니다.

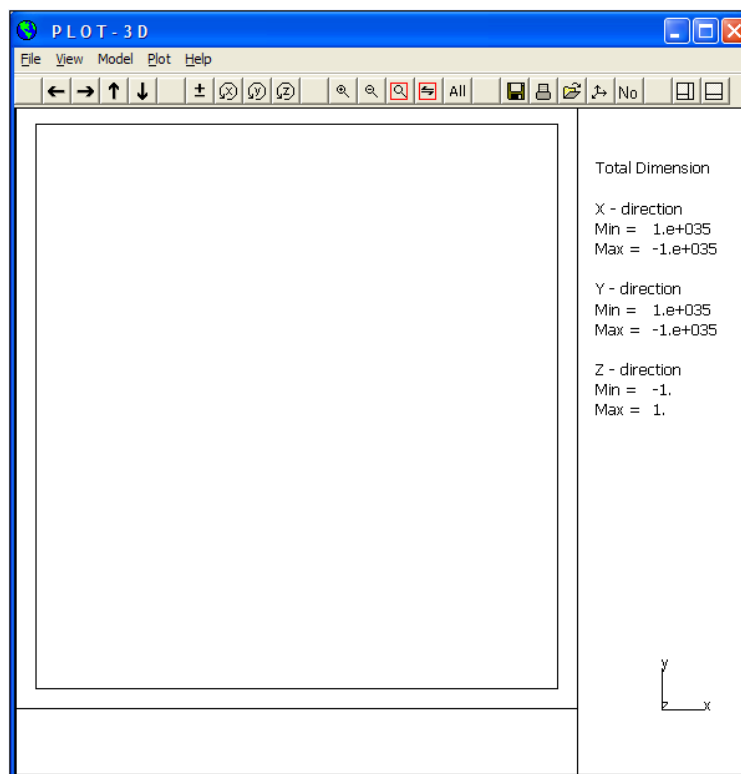


그림 9. Plot-3D 창

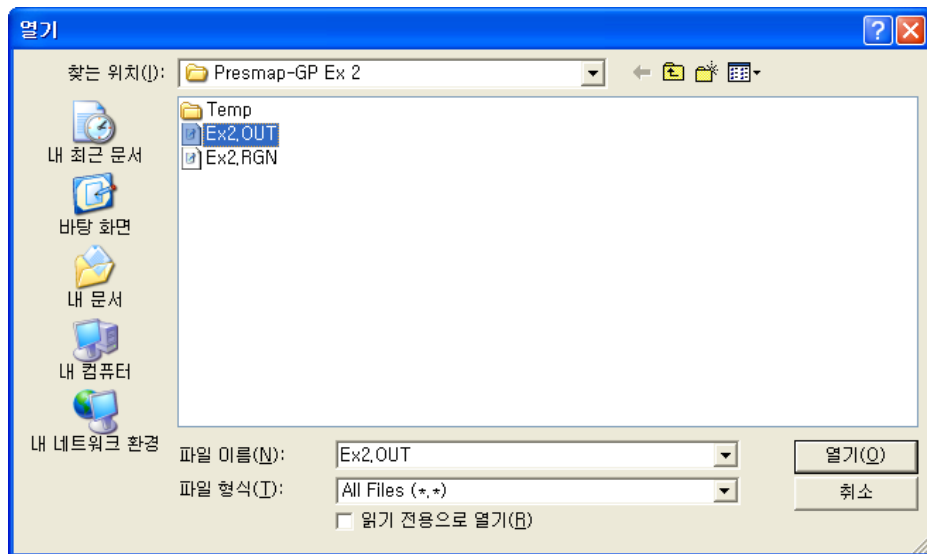


그림 10. Open 파일 입력 창

그림 11은 본 예제에 사용된 입체 Block No를 보여줍니다.

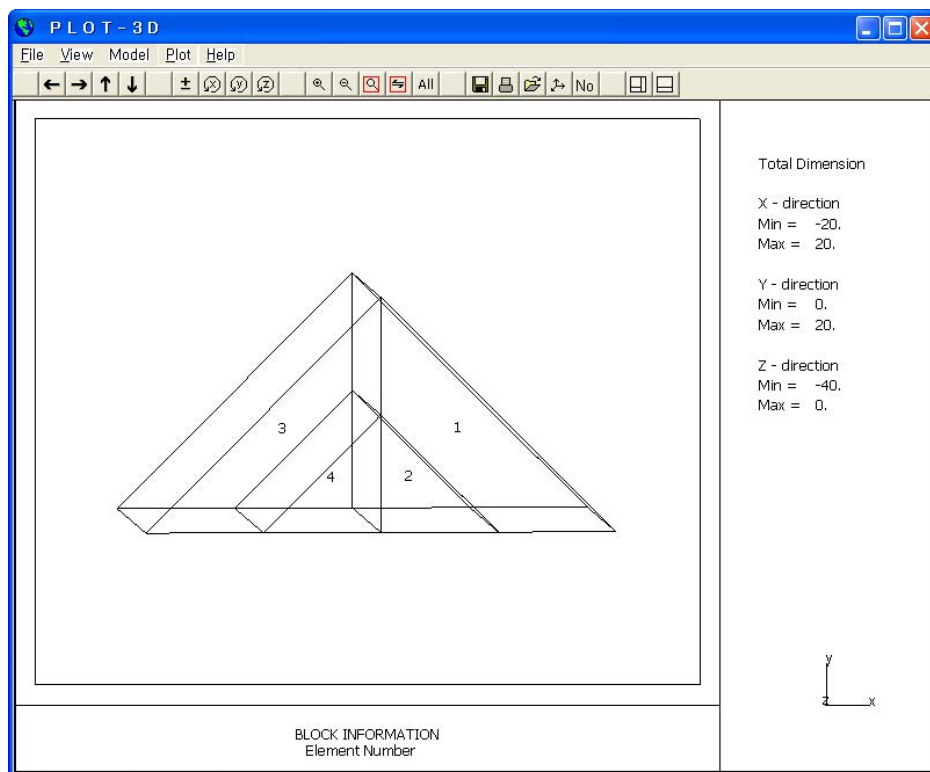


그림 11. 삼각형 및 사각형 입체 Block No.

2.2.4 유한요소망 자동생성하기

이제 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 PRESMAP-GP를 실행시켜 보겠습니다. Block Information 파일 (Ex2.RGN) 에서 NBLOCK에 입력된 4에 (-) 기호가 붙어있으면 제거하십시오.

Block과 Block의 경계면 상에서의 자동생성 된 유한요소망의 절점좌표는 먼저 지정된 Block의 좌표에 따라 정해지고, 경계조건은 최종적으로 지정된 Block의 경계조건에 따라 결정됩니다.

2.2.4.1 유한요소망 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 12와 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

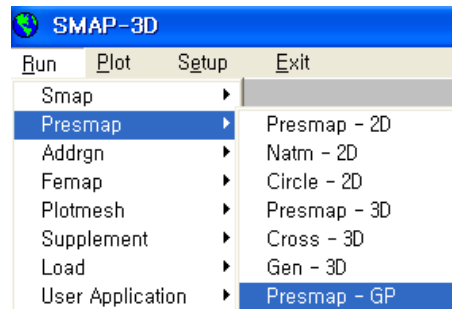


그림 12. PRESMAP-GP 프로그램 실행

그러면 그림 13과 같이 PRESMAP-GP와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 PRESMAP-GP Input 파일 (Ex. EX2.RGN)과 Output 파일 (Ex. EX2.OUT)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

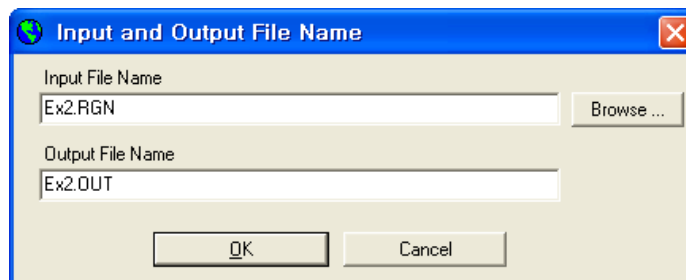


그림 13. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

2.2.4.2 유한요소망 Plot 하기

PRESMAP-GP 프로그램이 종료되면 그림 14와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

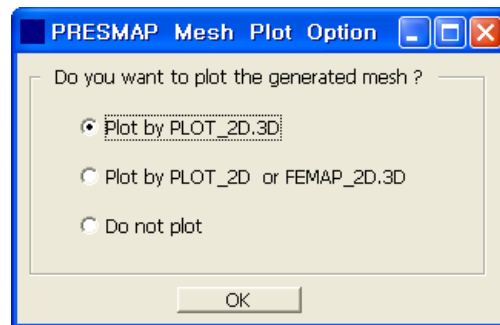


그림 14. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 15와 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 16의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. EX2.OUT)을 선택합니다.

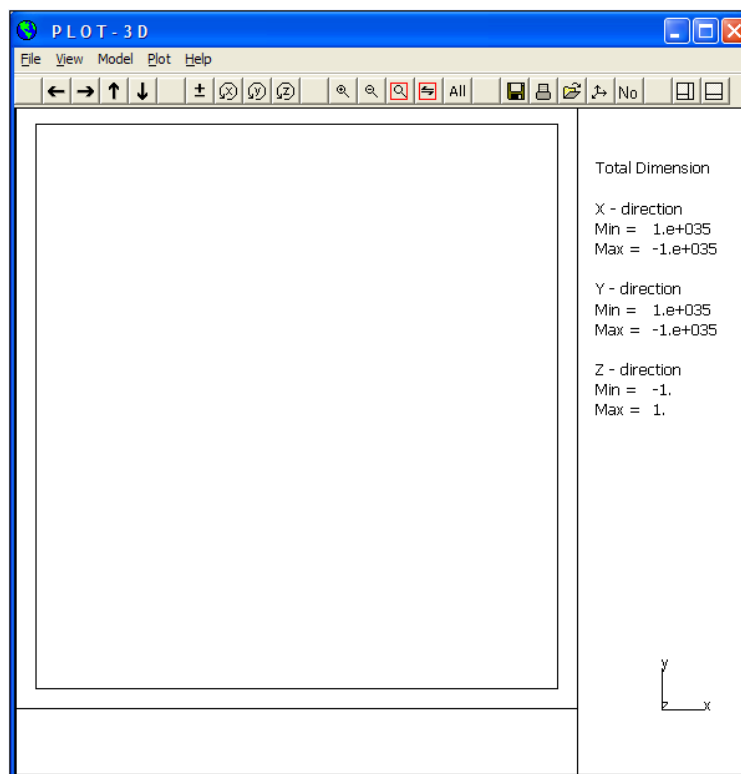


그림 15. Plot-3D 창

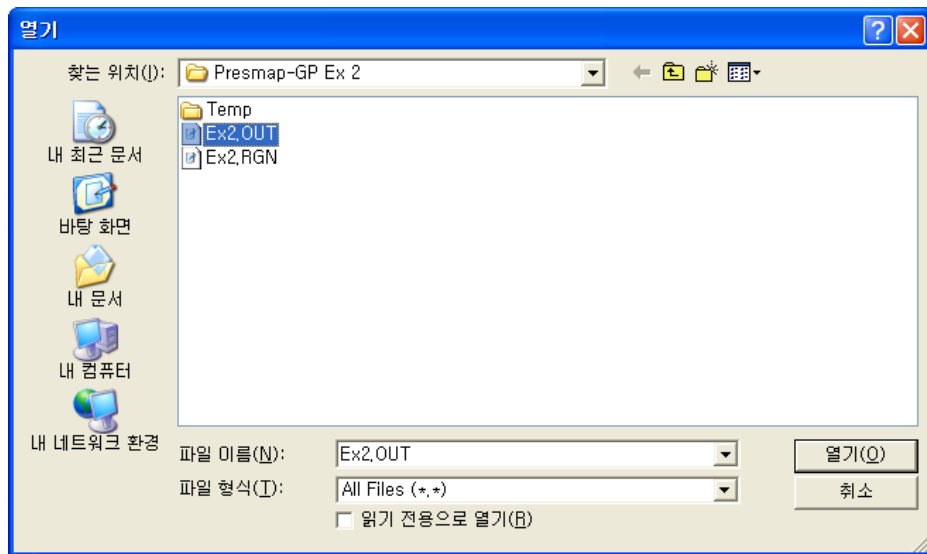


그림 16. Open 파일 입력 창

그림 17은 자동생성 된 전체 유한요소망을 보여줍니다. 그림 18은 Block No 1과 3에 해당하는 재료번호 1로 정의 된 바깥쪽 유한요소망을 나타내고 그림 19는 Block No 2와 4에 해당하는 재료번호 2로 지정된 안쪽 유한요소망을 나타냅니다.

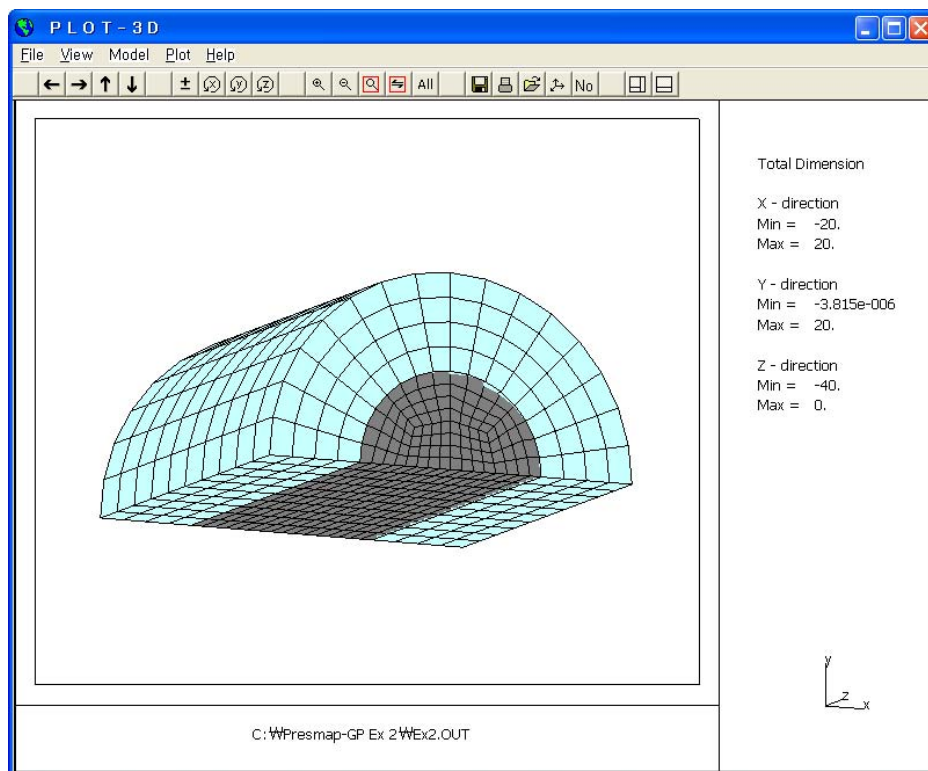


그림 17. 자동생성 된 전체 유한요소망

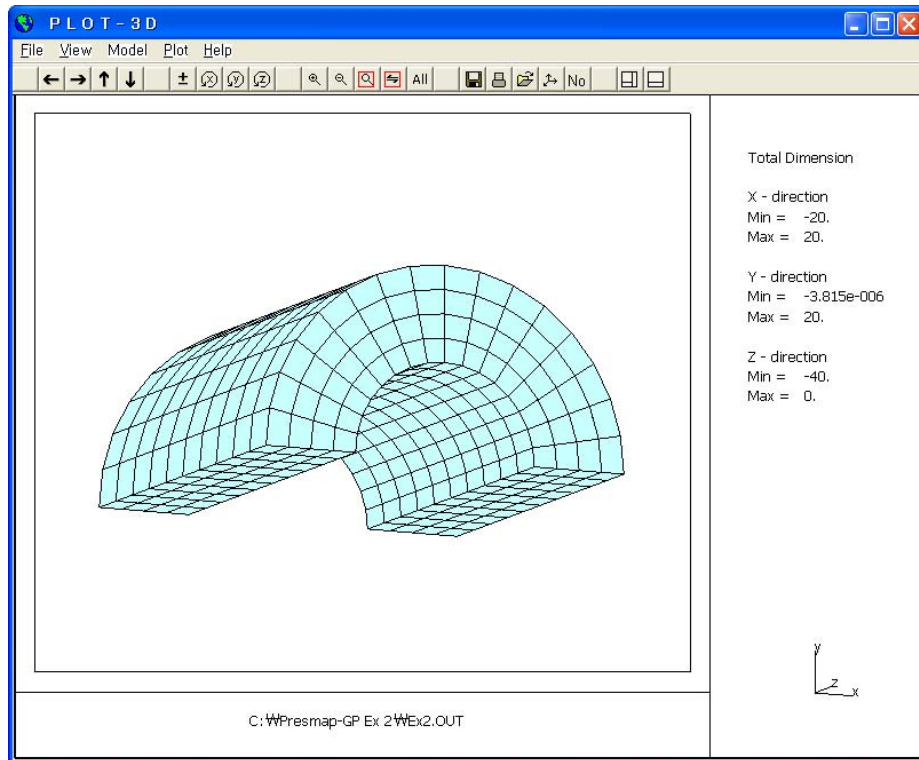


그림 18. 자동생성 된 유한요소망 (MATNO=1)

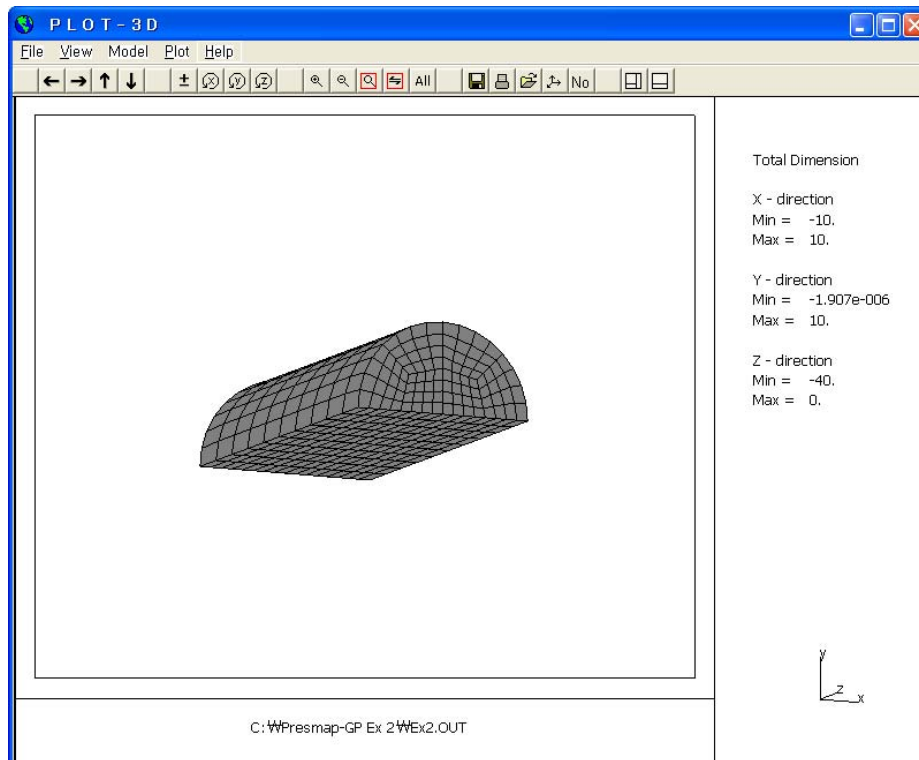


그림 19. 자동생성 된 유한요소망 (MATNO=2)

2.2.4.3 유한요소망 Mesh 파일보기

NUMNP NCONT NBEAM NTRUSS

=> 절점의 개수 (NUMNP) 와 연속체요소의 개수 (NCONT), Beam요소의 개수 (NBEAM), Truss요소의 개수 (NTRUSS) 를 나타냅니다.

NODAL BOUNDARY CONDITIONS & COORDINATES

NODE ISX ISY ISZ IFX IFY IFZ IRX IRY IRZ IEX IEY IEZ XC YC ZC

=> 각 절점의 번호와 경계조건, 정확한 좌표 값을 나타냅니다.

ISX : 골격의 x방향 자유도

ISY : 골격의 y방향 자유도

ISZ : 골격의 z방향 자유도

IFX : 간극수의 골격에 대한 x방향 자유도

IFY : 간극수의 골격에 대한 y방향 자유도

IFZ : 간극수의 골격에 대한 z방향 자유도

IRX : X축에 대한 회전 자유도

IRY : Y축에 대한 회전 자유도

IRZ : Z축에 대한 회전 자유도

IEX : Slip의 x방향 자유도

IEY : Slip의 y방향 자유도

IEZ : Slip의 z방향 자유도

ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ, IEX, IEY, IEZ

= 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.

= 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.

CONTINUUM ELEMENT INDEX

NEL I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7 I8 MATC KS KF INTR INTS INTT TBJWL

=> 각 연속체 요소의 번호와 요소를 구성하는 절점의 좌표를 나타낸 것으로 시계 반대방향으로 번호가 부여됩니다.

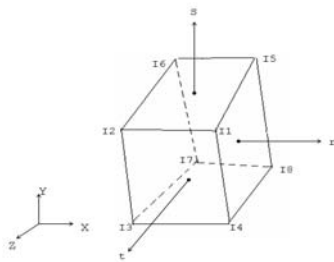


그림 20. 연속체 요소 Index.

MATC = 재료번호.

KS = -1 폭약을 포함하는 요소.

KS = 0 골격을 포함하는 요소.

KS = 1~6 절리를 포함하는 요소.

KF = 0 간극수를 포함하는 경우.

KF = 1 간극수를 포함하지 않는 경우.

INTR = R방향의 적분점 수. (초기값=2)

INTS = S방향의 적분점 수. (초기값=2)

TBJWL = (KS=-1)일 때 사용하는 매개변수로 이 요소가 폭발한 시간.

=> SMAP-3D User's Manual. Mesh File Card Group 3.참고

< 생성된 유한요소 Mesh 파일 Ex2.OUT >

NUMNP NCON NBEAM NTRUSS

2117 1600 0 0

NODAL BOUNDARY CONDITIONS & COORDINATES

NODE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ	IEX	IEY	IEZ	XC	YC	ZC
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.200000E+02	.000000E+00
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.175000E+02	.000000E+00
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.150000E+02	.000000E+00
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.125000E+02	.000000E+00
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.000000E+00	.100000E+02	.000000E+00
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.390181E+01	.196157E+02	.000000E+00
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.341408E+01	.171637E+02	.000000E+00
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.292636E+01	.147118E+02	.000000E+00
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.243863E+01	.122598E+02	.000000E+00
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.195090E+01	.980785E+01	.000000E+00
.															
.															
.															
.															
2107	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.213400E+01	.338400E+01	-.400000E+02
2108	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.320100E+01	.320100E+01	-.400000E+02
2109	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.112800E+01	.237800E+01	-.400000E+02
2110	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.225600E+01	.225600E+01	-.400000E+02
2111	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.338400E+01	.213400E+01	-.400000E+02
2112	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.118900E+01	.118900E+01	-.400000E+02
2113	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.237800E+01	.112800E+01	-.400000E+02
2114	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.356700E+01	.106700E+01	-.400000E+02
2115	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.125000E+01	.000000E+00	-.400000E+02
2116	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.250000E+01	.000000E+00	-.400000E+02
2117	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.375000E+01	.000000E+00	-.400000E+02

CONTINUUM ELEMENT INDEX

NEL	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	INTT	TBJWL
1	6	1	2	7	51	46	47	52	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
2	51	46	47	52	96	91	92	97	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
3	96	91	92	97	141	136	137	142	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
4	141	136	137	142	186	181	182	187	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
5	186	181	182	187	231	226	227	232	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
6	231	226	227	232	276	271	272	277	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
7	276	271	272	277	321	316	317	322	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
8	321	316	317	322	366	361	362	367	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
9	366	361	362	367	411	406	407	412	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
10	411	406	407	412	456	451	452	457	1	0	0	2	2	2	.0000E+00
.															
.															
.															
.															
1590	2104	2101	2102	2105	2116	2113	2114	2117	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1591	1997	1994	1784	1783	2009	2006	1800	1799	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1592	2009	2006	1800	1799	2021	2018	1819	1818	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1593	2021	2018	1819	1818	2033	2030	1838	1837	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1594	2033	2030	1838	1837	2045	2042	1857	1856	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1595	2045	2042	1857	1856	2057	2054	1876	1875	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1596	2057	2054	1876	1875	2069	2066	1895	1894	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1597	2069	2066	1895	1894	2081	2078	1914	1913	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1598	2081	2078	1914	1913	2093	2090	1933	1932	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1599	2093	2090	1933	1932	2105	2102	1952	1951	2	0	0	2	2	2	.0000E+00
1600	2105	2102	1952	1951	2117	2114	1971	1970	2	0	0	2	2	2	.0000E+00

2.3 Ex_3 Abutment

본 예제는 (주) IACE가 교대 내진해석을 위해 작성한 Mesh입니다. 교대 기초는 사다리꼴 단면의 상부 토층과 부채꼴 단면의 하부토층으로 구성되어 있는 성토층이 암반(Hard Rock)위에 시공되었습니다. 그림 1은 PRESMAP-GP의 입력파일에 사용된 Block 개략도이고, 그림 2는 PRESMAP-GP를 실행시켜 나온 전체 유한요소 망으로 Mesh가 비교적 균일하고 깔끔하게 생성되었습니다.

다음은 PRESMAP-GP의 Block 작성에 대하여 개략적인 설명을 하겠습니다. 상부토층(그림 5,6)은 3개 Block, 하부토층(그림 3,4)은 6개 Block, 그리고 암반층(그림 7,8)은 15개 Block으로 구성되어 있습니다. Block을 작성할 때 상부와 하부 토층사이 그리고 하부토층과 암반층 사이의 Interface에서 Block과 Block이 서로 맞물려야합니다. 이러한 이유로 본 예제에서는 중간층에 위치한 하부토층을 먼저 설명하겠습니다.

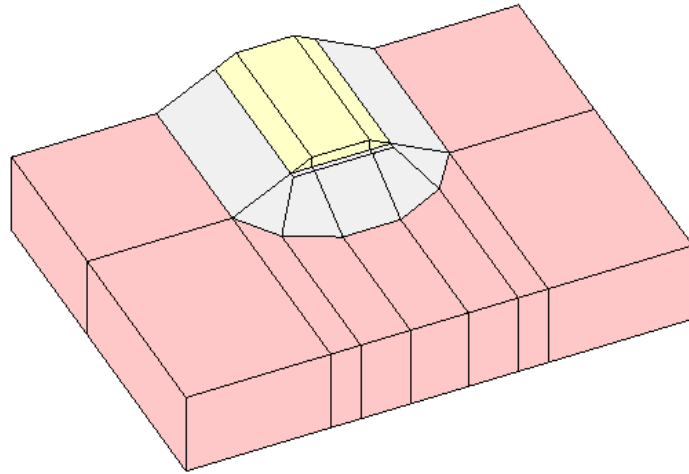


그림 1. Block 개략도

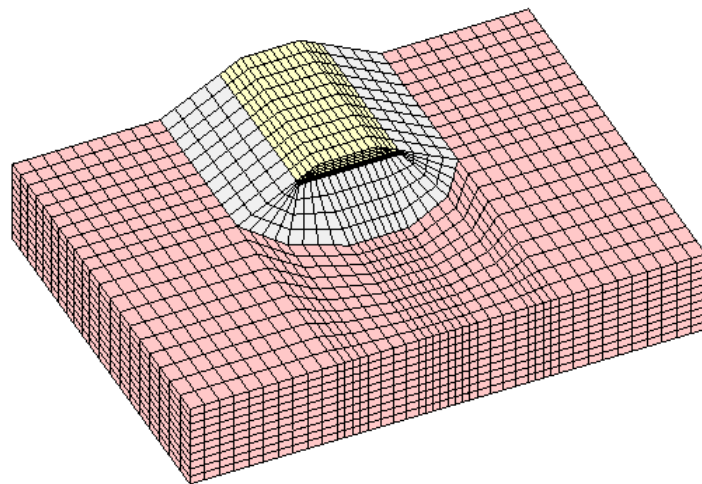


그림 2. 전체 Mesh

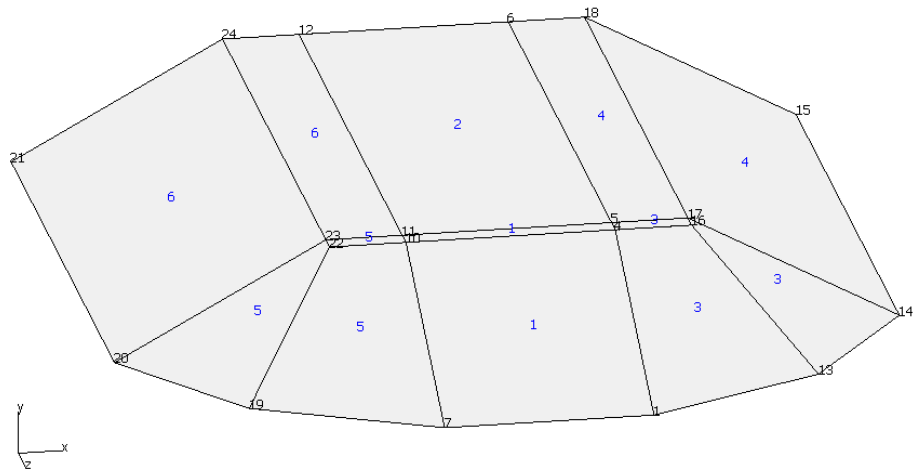


그림 3. 하부토층 Block No 1~6 (MATNO=1)

하부토층(그림 4)은 6개의 사각입체 Block으로 구성되어 있으며 이 6개의 Block들의 바닥면은 암반층 Block 10~15의 윗면과 연결되어 있습니다. 그리고 Block 2, 4, 6의 윗면은 상부토층 Block 7~9의 바닥면과 연결되어 있습니다. 한 Block과 다른 Block이 서로 접해 있을 경우에는 접해있는 Block면에서 요소의 분할이 동일해야 함에 유의하시기 바랍니다. 표 1은 하부토층을 이루는 Block절점의 좌표값입니다.

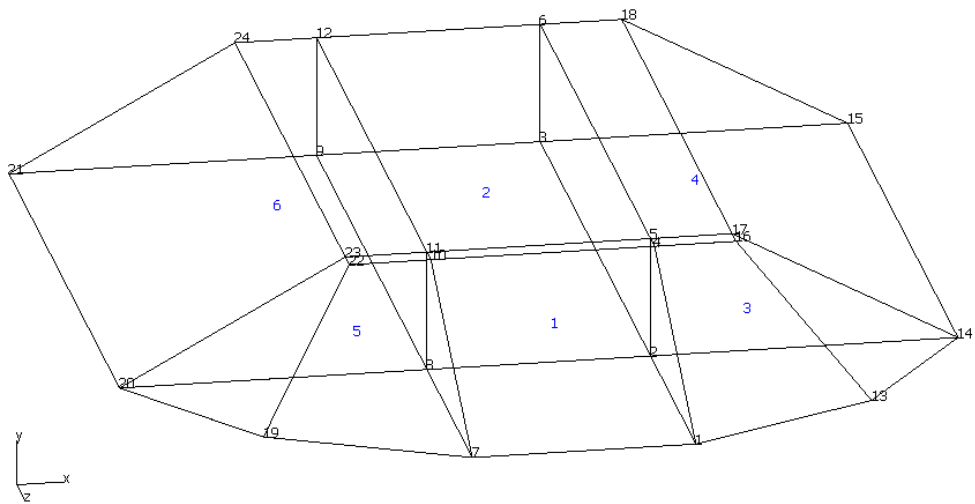


그림 4. 하부토층 Block 1~6 상세도

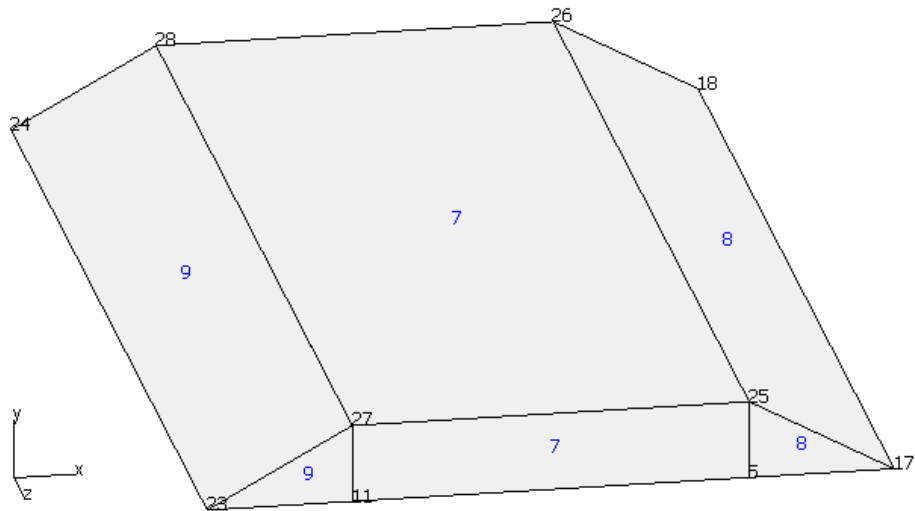


그림 5. 상부토층 Block No 7~9 (MATNO=2)

상부토층(그림 6)은 총 3개의 Block으로 중앙에 위치한 Block 7은 사각형 입체 Block, 바깥쪽에 위치한 Block 8, 9는 삼각형 입체 Block으로 구성되어 있습니다. 삼각형 입체 Block은 3차원상의 경사면을 Modeling하는데 유용하게 사용됩니다.

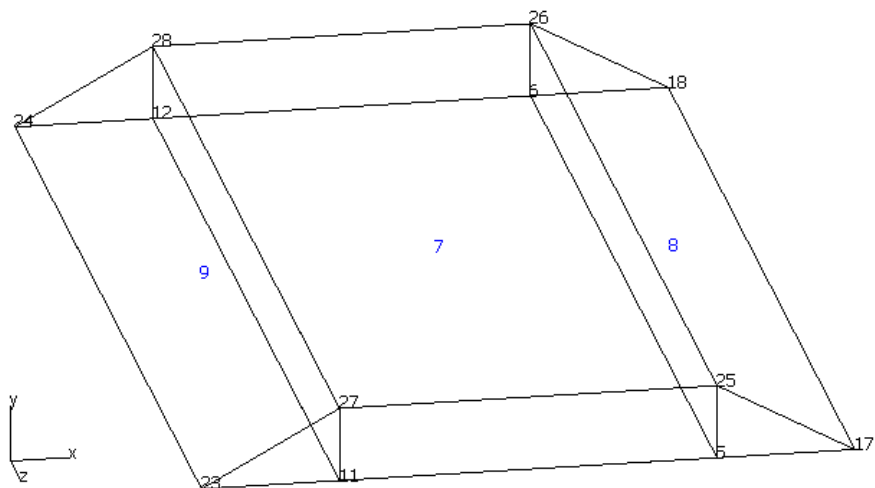


그림 6. 상부토층 Block 7~9 상세도

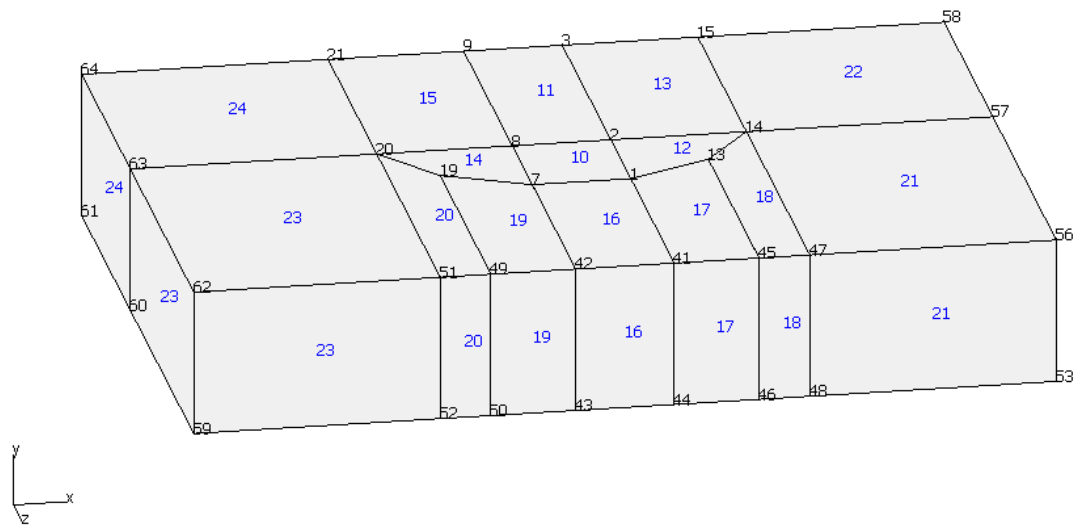


그림 7. 암반층 Block No 10~24 (MATNO=4)

암반층(그림 8)은 총 15개의 사각형 입체 Block으로 구성되어 있습니다. Block 10~15는 하부토층과 연결되어 있어 이 접촉면에서의 요소분할이 동일하게 이루어져야 함에 유의하시기 바랍니다.

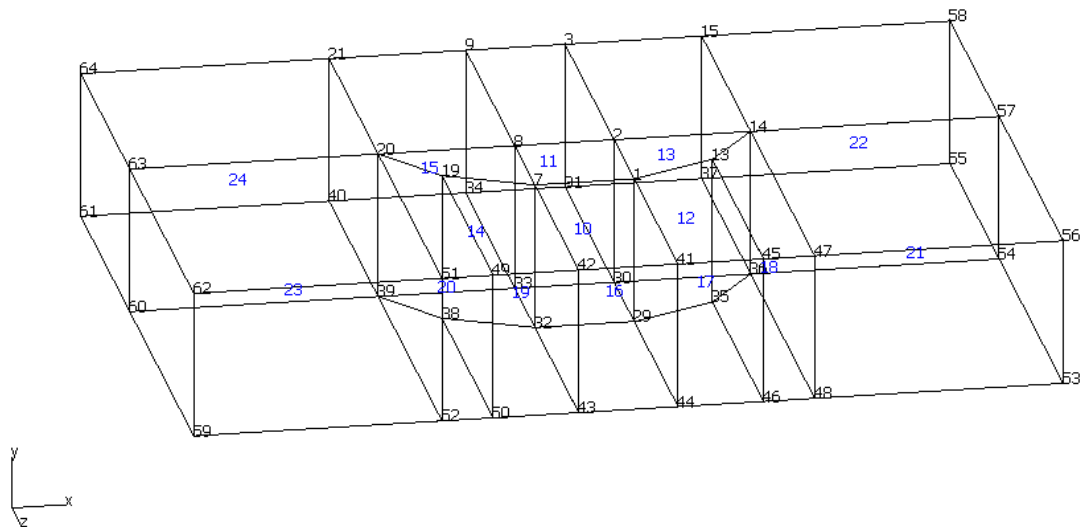


그림 8. 암반층 Block 10~24 상세도

Node	x	y	z
1	10	0	79
2	10	0	56
3	10	0	0
4	10	11	58
5	10	11	56
6	10	11	0
7	-10	0	79
8	-10	0	56
9	-10	0	0
10	-10	11	58
11	-10	11	56
12	-10	11	0
13	27.2	0	70.6
14	37.5	0	56
15	37.5	0	0
16	17.3	11	58
17	17.3	11	56
18	17.3	11	0
19	-27.2	0	70.6
20	-37.5	0	56
21	-37.5	0	0
22	-17.3	11	58
23	-17.3	11	56
24	-17.3	11	0

표 1. 하부토층 Block 절점

2.3.1 Block Information 파일 작성하기

Input 파일을 작성할 때 Block과 Block사이의 Interface에서의 좌표는 먼저 지정된 Block에 따라 결정되고, Boundary 조건은 같은 위치에 중복 설정되어 있는 경우 최종적으로 설정된 것이 우선시 됩니다. 이렇게 작성된 Data 파일은 Output파일을 저장할 폴더를 지정한 후 그 폴더에 저장합니다.

* CARD 1.1

* TITLE : EX3.RGN
3-D ABUTMENT GENERATION

=> 제목을 입력하는 Card로 최대 80 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* CARD 1.2

* NBLOCK	NBNODE	NSNODE	NSNEL	ISMAP	CMFAC
24	64	1	1	3	1.0

- ◆ NBLOCK, NBNODE : 총 Block의 개수와 Block 절점의 개수를 입력합니다. 각 Block의 세부사항은 Card 3에서 지정됩니다.

참고 : NBLOCK에 (-) 부호를 붙여서 프로그램을 실행시키면
유한요소망으로 나누어진 형태가 아니라 입력한 각 Block의
기본 형태로 화면상에 Block Mesh가 출력됩니다.

- ◆ NSNODE, NSNEL : Mesh 생성시 절점과 요소들의 새로운 시작 번호를 나타냅니다.
- ◆ ISMAP
= 1 : SMAP-S2의 Mesh를 생성합니다.
= 2 : SMAP-2D의 Mesh를 생성합니다.
= 3 : **SMAP-3D의 Mesh를 생성합니다.**
- ◆ CMFAC : 좌표 축적비를 나타냅니다. (대부분 1로 사용됨)

*** CARD 2.1**

* NODE	X	Y	Z
1	10.0	0.0	79.0
2	10.0	0.0	56.0
3	10.0	0.0	0.0
4	10.0	11.0	58.0
5	10.0	11.0	56.0
6	10.0	11.0	0.0
7	-10.0	0.0	79.0
8	-10.0	0.0	56.0
9	-10.0	0.0	0.0
10	-10.0	11.0	58.0
11	-10.0	11.0	56.0
12	-10.0	11.0	0.0
13	27.2	0.0	70.6
14	37.5	0.0	56.0
15	37.5	0.0	0.0
16	17.3	11.0	58.0
17	17.3	11.0	56.0
18	17.3	11.0	0.0
19	-27.2	0.0	70.6
20	-37.5	0.0	56.0
21	-37.5	0.0	0.0
22	-17.3	11.0	58.0
23	-17.3	11.0	56.0
24	-17.3	11.0	0.0
25	10.0	15.0	56.0
26	10.0	15.0	0.0
27	-10.0	15.0	56.0
28	-10.0	15.0	0.0
29	10.0	-30.0	79.0
30	10.0	-30.0	56.0
31	10.0	-30.0	0.0
32	-10.0	-30.0	79.0
33	-10.0	-30.0	56.0
34	-10.0	-30.0	0.0
35	27.2	-30.0	70.6
36	37.5	-30.0	56.0
37	37.5	-30.0	0.0
38	-27.2	-30.0	70.6
39	-37.5	-30.0	56.0
40	-37.5	-30.0	0.0
41	10.0	0.0	129.0
42	-10.0	0.0	129.0
43	-10.0	-30.0	129.0
44	10.0	-30.0	129.0
45	27.2	0.0	129.0
46	27.2	-30.0	129.0
47	37.5	0.0	129.0
48	37.5	-30.0	129.0
49	-27.2	0.0	129.0

50	-27.2	-30.0	129.0
51	-37.5	0.0	129.0
52	-37.5	-30.0	129.0
53	87.5	-30.0	129.0
54	87.5	-30.0	56.0
55	87.5	-30.0	0.0
56	87.5	0.0	129.0
57	87.5	0.0	56.0
58	87.5	0.0	0.0
59	-87.5	-30.0	129.0
60	-87.5	-30.0	56.0
61	-87.5	-30.0	0.0
62	-87.5	0.0	129.0
63	-87.5	0.0	56.0
64	-87.5	0.0	0.0

=> Block을 형성할 절점번호와 각 절점의 좌표값을 나타냅니다. (그림 4, 6, 8 참고)

* === Block 1 =====

*

* **CARD 3.0**

* IBETYPE

3

=> IBETYPE = 1 : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
= 2 : 평면요소 Block을 생성합니다.
= -2 : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

= 3 : 입체요소 Block을 생성합니다.
= -3 : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
Joint요소를 생성합니다.

* **CARD 3.1**

* BLNAME

BLOCK 1

=> Block의 이름을 입력합니다. 최대 60 Character 영문으로만 입력 가능합니다.

* **CARD 3.2**

* ICOORD IMODE ILAG

1 0 1

♦ ICOORD = 1 : 직교좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 2 : 구면좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.
= 3 : 원기둥좌표를 기반으로 하는 보간법을 사용합니다.

♦ IMODE = 0 : 좌표를 수정하지 않습니다.
= 1 : 절점 M28을 원점으로 하여 좌표를 수정합니다.
IMODE는 ICOORD가 1인 경우에만 적용됩니다.

♦ ILAG = 0 : Serendipity 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점=0)
= 1 : Lagrangian 보간법을 사용합니다. (Block의 중간 절점≠0)

*** CARD 3.3**

* I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8					
4	10	7	1	5	11	8	2					
* M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
* M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27						
0	0	0	0	0	0	0						

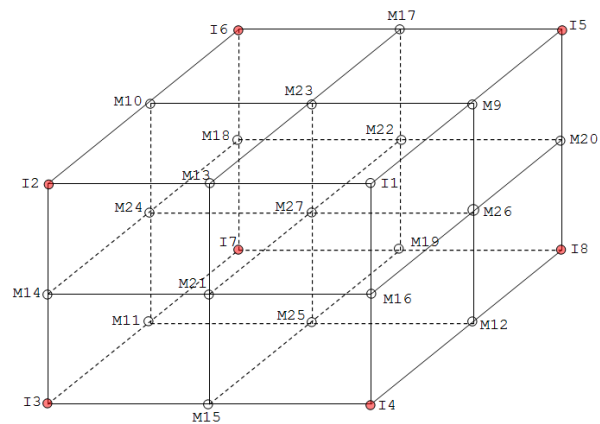


그림 9. 사각형 입체 Block Index.

- ♦ I1-I8 : Block의 Corner절점 (필수)
- ♦ M9-M20 : Block의 Side 절점.
- ♦ M21-M27 : Lagrangian 보간법에 필요한 Block의 Side 절점 (ILAG=1인 경우에 만 입력)

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND
0

=> 지정할 경계조건의 총 수를 나타냅니다.

*** CARD 3.5**

* MATNO	NDX	NDY	NDZ	KS	KF
1	8	4	4	0	1

* NT1	NT2	NT3	NT4
0	0	0	0

* MAT1	MAT2	MAT3	MAT4
0	0	0	0

=> MATNO : 재료번호를 입력합니다.
NDX : I2에서 I1방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
NDY : I2에서 I3방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.
NDZ : I2에서 I6방향으로 생성할 요소의 수를 입력합니다.

참고 : 각 요소들이 맞물리는 부분의 요소수가 일치해야 합니다.

KS = -1 : 폭약을 포함하는 요소
= 0 : 골격을 포함하는 요소
> 0 : Joint를 포함하는 요소
(이 경우 KS의 값은 Joint면의 번호를 나타냅니다.)

KF = 0 : 간극수를 포함하는 경우
= 1 : 간극수를 포함하지 않는 경우

NT, MAT는 IBETYPE이 2, 3인 경우에 쓰이며 평면요소의 절점을 인접한 양쪽 절점과 삼각형 Block 을 형성하게 합니다. 이때 NTi, MATi가 0보다 클 경우 삼각형 Block을 형성하며, 꼭지점을 중심으로 NTi만큼 나누어집니다. NTi, MATi가 0일 경우 삼각형Block은 형성되지 않습니다.


```

* === Block 2 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 2

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  5       11      8       2       6       12      9       3
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3        0      0      1      1      1      1      1      1      1
=> IBTYPE = 3 : 뒷면(I5-I6-I7-I8)

* CARD 3.5
* MATNO   NDY     NDZ     KS      KF
  1        8      4      10      0      1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1    MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 3 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 3

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0     1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  16      4       1      13      17      5       2      14
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  0

* CARD 3.5
* MATNO   NDX    NDY    NDZ    KS     KF
  1       4      4      4      0      1
* NT1     NT2    NT3    NT4
  0       0      0      0
* MAT1    MAT2   MAT3   MAT4
  0       0      0      0

```

```

* === Block 4 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 4

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  17      5       2      14      18      6       3      15
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3        0      0      1      1      1      1      1      1      1
=> IBTYPE = 3 : 뒷면(I5-I6-I7-I8)

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  1        4      4      10      0       1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1    MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 5 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 5

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  10      22      19      7       11      23      20      8
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  0

* CARD 3.5
* MATNO   NDX    NDY    NDZ    KS     KF
  1       4      4      4      0      1
* NT1     NT2    NT3    NT4
  0       0      0      0
* MAT1    MAT2   MAT3   MAT4
  0       0      0      0

```

```

* === Block 6 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 6

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  11      23      20      8       12      24      21      9
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3        0      0      1      1      1      1      1      1      1
=> IBTYPE = 3 : 뒷면(I5-I6-I7-I8)

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  1        4      4      10      0       1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 7 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3
* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 7

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  25      27      11      5       26      28      12      6
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX  ISY  ISZ  IFX  IFY  IFZ  IRX  IRY  IRZ
  3        0   0   1   1   1   1   1   1   1
=> IBTYPE = 3 : 뒷면(I5-I6-I7-I8)

* CARD 3.5
* MATNO   NDX   NDY   NDZ   KS   KF
  2        8    4    10    0    1
* NT1     NT2   NT3   NT4
  0        0    0    0
* MAT1    MAT2  MAT3  MAT4
  0        0    0    0

```

```

* === Block 8 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  -3

=> IBETYPE = 1 : Line요소 Block을 생성합니다. (Beam요소, Truss요소)
           = 2 : 평면요소 Block을 생성합니다.
           = -2 : 삼각형 평면요소 Block을 생성합니다.

           참고 : 평면요소 Block은 ISMAP이 1, 2인 경우에는
                  평면변형, 평면응력, 축대칭 요소를 생성하고,
                  ISMAP이 3인 경우에는 Shell요소를 생성합니다.

           = 3 : 입체요소 Block을 생성합니다.
           = -3 : 삼각형 입체요소 Block을 생성합니다.

           참고 : 입체요소 Block은 3차원의 연속체 요소 또는
                  Joint요소를 생성합니다.

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 8

* CARD 3.2
* ICOORD IMODE ILAG
  1      0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6
  25      5       17      26      6       18
* M7      M8      M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M18     M19     M20     M21
  0       0       0       0

```

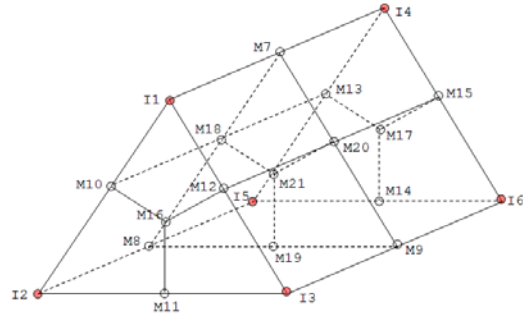


그림 10. 삼각형 입체 Block Index

- ◆ I1-I6 : Block의 Corner 절점 (필수)
- ◆ M7-M20 : Block의 Side 절점
- ◆ M21 : Block의 Center 절점

*** CARD 3.4.1**

* NBOUND
1

*** CARD 3.4.2**

* IBTYPE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1

=> IBTYPE = 3 : 윗면 (I5-I6-I7-I8)

*** CARD 3.5**

* MATNO	NDXY	NDZ	KS	KF
2	4	10	0	1


```

* === Block 9 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  -3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BLOCK 9

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0     1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6
  27      23      11      28      24      12
* M7      M8      M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17
  0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0
* M18     M19     M20     M21
  0        0        0        0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3         0      0      1      1      1      1      1      1      1
=> IBTYPE = 3 : 뒷면(I5-I6-I7-I8)

* CARD 3.5
* MATNO   NDXY   NDZ     KS      KF
  2        4     10      0       1

```

```

* === Block 10 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 10

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  1        7      32      29      2        8      33      30
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0      0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0      0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  7        0      1       0      1       1       1       1       1       1
=> IBTYPE = 7 : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  4        8      10      4       0       1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0        0      0       0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0       0

```

```

* === Block 11 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 11

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  2       8      33      30      3       9      34      31
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0      0      0      0      0      0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3       0      0      1      1      1      1      1      1      1
  7       0      1      0      1      1      1      1      1      1
  14      0      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =   3   : 뒷면 (I5-I6-I7-I8)
      =   7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  14   : 절점 I7과 I8을 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4       8      10      10      0      1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0       0      0      0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0       0      0      0

```

```

* === Block 12 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 12

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  13      1      29      35      14      2      30      36
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0        0        0        0        0        0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
=> IBTYPE = 7 : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  4        4      10      4        0      1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 13 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 13

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  14      2       30      36      15      3       31      37
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  14       0      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =   3   : 뒷면 (I5-I6-I7-I8)
      =   7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  14   : 절점 I7과 I8을 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  4        4      10      10      0       1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0        0      0       0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0       0

```

```

* === Block 14 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 14

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  7       19      38      32      8       20      39      33
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  1

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  7        0      1       0      1       1       1       1       1       1
=> IBTYPE = 7 : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  4        4      10      4       0       1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0       0       0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0       0       0

```

```

* === Block 15 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 15

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  8        20      39      33      9        21      40      34
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0         0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0         0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3         0       0       1       1       1       1       1       1       1
  7         0       1       0       1       1       1       1       1       1
  14        0       1       1       1       1       1       1       1       1

=> IBTYPE   =   3   : 뒷면 (I5-I6-I7-I8)
      =   7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  14   : 절점 I7과 I8을 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4         4      10      10      0      1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0         0       0       0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0         0       0       0

```

```

* === Block 16 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 16

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  41      42      43      44      1       7      32      29
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  2        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  10       0      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =  2   : 앞면  (I1-I2-I3-I4)
      =  7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  10  : 절점 I3과 I4를 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4        8      10      10      0      1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1      MAT2    MAT3     MAT4
  0        0      0      0

```



```

* === Block 17 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 17

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  45      41      44      46      13      1       29      35
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  2        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  10       0      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =   2   : 앞면 (I1-I2-I3-I4)
      =   7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  10   : 절점 I3과 I4를 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS      KF
  4        4      10      10      0       1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0        0      0       0
* MAT1     MAT2    MAT3     MAT4
  0        0      0       0

```

```

* === Block 18 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 18

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  47      45      46      48      14      13      35      36
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0        0        0        0        0        0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  2        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  10       0      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =  2   : 앞면  (I1-I2-I3-I4)
      =  7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  10  : 절점 I3과 I4를 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO  NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4       4      10      10      0      1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 19 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 19

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  42      49      50      43      7       19      38      32
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  2       0       0       1       1       1       1       1       1       1
  7       0       1       0       1       1       1       1       1       1
  10      0       1       1       1       1       1       1       1       1

=> IBTYPE  =  2   : 앞면  (I1-I2-I3-I4)
      =  7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  10  : 절점 I3과 I4를 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO  NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4       4      10      10      0      1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0       0       0       0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0       0       0       0

```

```

* === Block 20 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 20

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0     1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  49      51      52      50      19      20      39      38
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0       0       0       0       0       0       0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  3

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  2        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  10       0      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE   =   2   : 앞면   (I1-I2-I3-I4)
      =   7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
      =  10   : 절점 I3과 I4를 연결하는 선

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4        4      10      10      0      1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 21 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 21

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  56      47      48      53      57      14      36      54
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0        0        0        0        0        0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  7

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  2        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  5        1      0      0      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  10       0      1      1      1      1      1      1      1      1
  11       1      0      1      1      1      1      1      1      1
  19       1      1      0      1      1      1      1      1      1
  23       1      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =  2   : 앞면   (I1-I2-I3-I4)
          =  5   : 우측면 (I5-I1-I4-I8)
          =  7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
          = 10   : 절점 I3과 I4를 연결하는 선
          = 11   : 절점 I4와 I1을 연결하는 선
          = 19   : 절점 I4와 I8을 연결하는 선
          = 23   : 절점 I4

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4        10     10     10     0      1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1    MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 22 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 22

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  57      14      36      54      58      15      37      55
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0        0        0        0        0        0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  7

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  5        1      0      0      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  14       0      1      1      1      1      1      1      1      1
  15       1      0      1      1      1      1      1      1      1
  19       1      1      0      1      1      1      1      1      1
  27       1      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =   3   : 뒷면   (I5-I6-I7-I8)
          =   5   : 우측면 (I5-I1-I4-I8)
          =   7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
          =  14   : 절점 I7과 I8을 연결하는 선
          =  15   : 절점 I8과 I5를 연결하는 선
          =  19   : 절점 I4와 I8을 연결하는 선
          =  27   : 절점 I8

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4        10     10     10      0      1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1    MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 23 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 23

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  51      62      59      52      20      63      60      39
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0        0        0        0        0        0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  7

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  2        0       0       1       1       1       1       1       1       1
  4        1       0       0       1       1       1       1       1       1
  7        0       1       0       1       1       1       1       1       1
  9        1       0       1       1       1       1       1       1       1
  10       0       1       1       1       1       1       1       1       1
  18       1       1       0       1       1       1       1       1       1
  22       1       1       1       1       1       1       1       1       1

=> IBTYPE  =  2   : 앞면   (I1-I2-I3-I4)
          =  4   : 좌측면 (I6-I2-I3-I7)
          =  7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
          =  9   : 절점 I2와 I3을 연결하는 선
          = 10   : 절점 I3과 I4를 연결하는 선
          = 18   : 절점 I3과 I7을 연결하는 선
          = 22   : 절점 I3

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4        10     10     10     0      1
* NT1     NT2     NT3     NT4
  0        0      0      0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0        0      0      0

```

```

* === Block 24 =====
*
* CARD 3.0
* IBETYPE
  3

* CARD 3.1
* BLNAME
  BASE BLOCK 24

* CARD 3.2
* ICOORD  IMODE  ILAG
  1         0      1

* CARD 3.3
* I1      I2      I3      I4      I5      I6      I7      I8
  20      63      60      39      21      64      61      40
* M9      M10     M11     M12     M13     M14     M15     M16     M17     M18     M19     M20
  0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0        0
* M21     M22     M23     M24     M25     M26     M27
  0        0        0        0        0        0        0

* CARD 3.4.1
* NBOUND
  7

* CARD 3.4.2
* IBTYPE  ISX     ISY     ISZ     IFX     IFY     IFZ     IRX     IRY     IRZ
  3        0      0      1      1      1      1      1      1      1
  4        1      0      0      1      1      1      1      1      1
  7        0      1      0      1      1      1      1      1      1
  13       1      0      1      1      1      1      1      1      1
  14       0      1      1      1      1      1      1      1      1
  18       1      1      0      1      1      1      1      1      1
  26       1      1      1      1      1      1      1      1      1

=> IBTYPE  =   3   : 뒷면   (I5-I6-I7-I8)
          =   4   : 좌측면 (I6-I2-I3-I7)
          =   7   : 아랫면 (I8-I7-I3-I4)
          =  13   : 절점 I6과 I7을 연결하는 선
          =  14   : 절점 I7과 I8을 연결하는 선
          =  18   : 절점 I3과 I7을 연결하는 선
          =  26   : 절점 I7

* CARD 3.5
* MATNO   NDX     NDY     NDZ     KS     KF
  4        10      10      10      0      1
* NT1      NT2     NT3     NT4
  0         0       0       0
* MAT1     MAT2    MAT3    MAT4
  0         0       0       0

```


2.3.2 Block Mesh 확인하기

Block Information 파일 (Ex3.RGN)에서 NBLOCK에 입력된 24에 (－) 기호를 붙여서 실행시키면 유한요소망으로 나뉜 형태가 아니라 Block 단위로 Plot이 됩니다. 삼각형 평면 Block과 삼각형 입체 Block은 PRESMAP-GP에 의하여 Block 내부가 각각 사각형 평면 Block과 사각형 입체 Block으로 3등분 되어, 최종적으로 생성되는 평면 및 입체 요소는 사각형 평면 및 사각형 입체 요소로 구성됩니다.

2.3.2.1 Block Mesh 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 11과 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

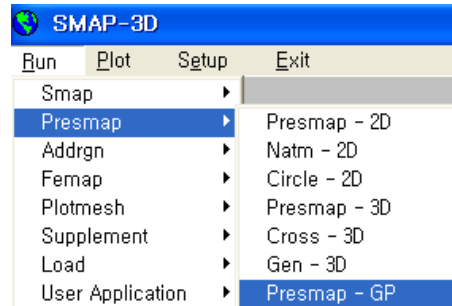


그림 11. PRESMAP-GP 프로그램 실행

그러면 그림 12와 같이 PRESMAP-GP와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 PRESMAP-GP Input 파일 (Ex. EX3.RGN)과 Output 파일 (Ex. EX3.OUT)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

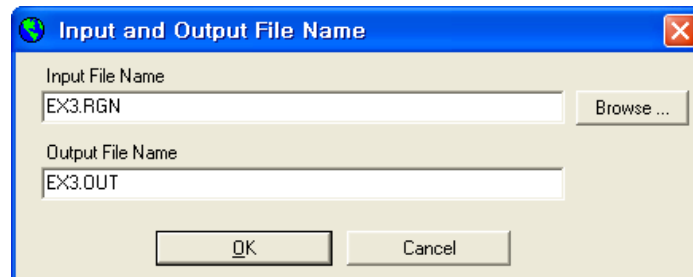


그림 12. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

2.3.2.2 Block Mesh Plot 하기

PRESMAP-GP 프로그램이 종료되면 그림 13과 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

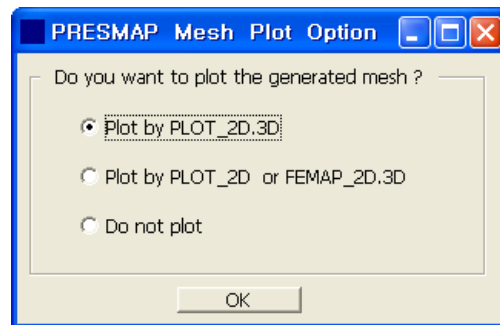


그림 13. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 14와 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 15의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. EX3.OUT)을 선택합니다.

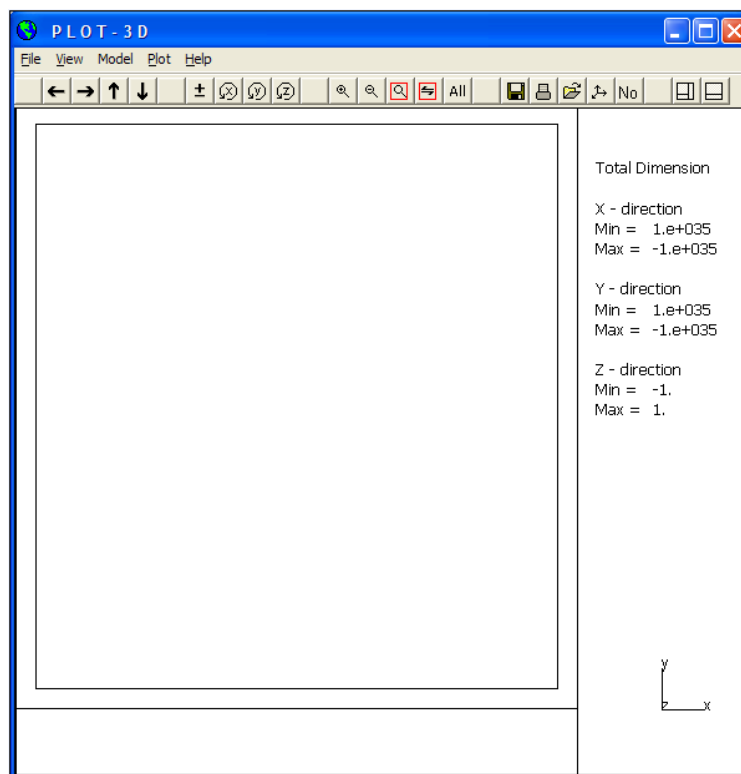


그림 14. Plot-3D 창

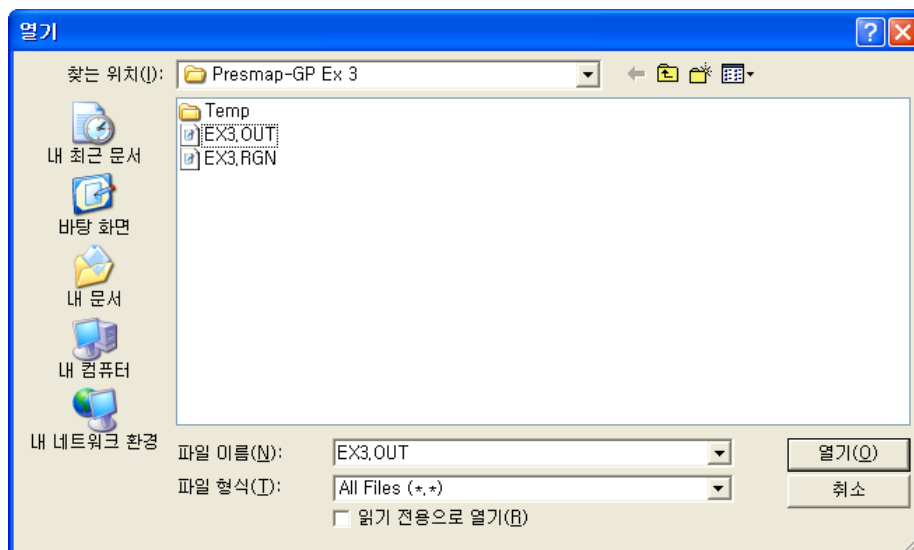


그림 15. Open 파일 입력 창

그림 16은 본 예제에 사용된 전체 Block Diagram을 보여줍니다.

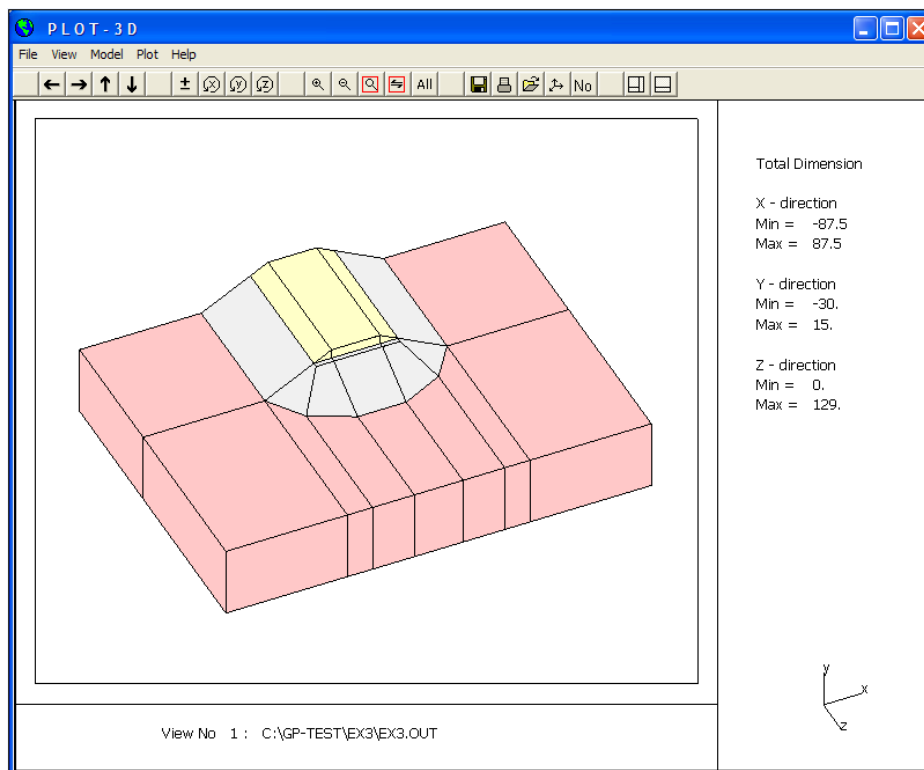


그림 16. 전체 Block Diagram

2.3.3 유한요소망 자동생성하기

이제 구조물의 최종 유한요소망을 자동 생성하기 위해 PRESMAP-GP를 실행시켜 보겠습니다. Block Information 파일 (Ex3.RGN) 에서 NBLOCK에 입력된 24에 (-) 기호가 붙어있으면 제거하십시오.

Block과 Block의 경계면 상에서의 자동생성 된 유한요소망의 절점좌표는 먼저 지정된 Block의 좌표에 따라 정해지고, 경계조건은 최종적으로 지정된 Block의 경계조건에 따라 결정됩니다.

2.3.3.1 유한요소망 생성을 위한 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 17과 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

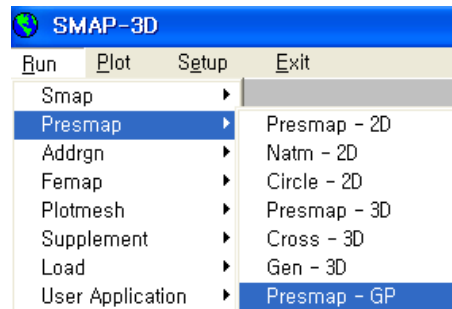


그림 17. PRESMAP-GP 프로그램 실행

그러면 그림 18과 같이 PRESMAP-GP와 관련된 Input 및 Output 파일 이름 창이 나타납니다. Input 파일로 이미 준비된 PRESMAP-GP Input 파일 (Ex. EX3.RGN)과 Output 파일 (Ex. EX3.OUT)을 입력한 다음 OK 버튼을 클릭합니다.

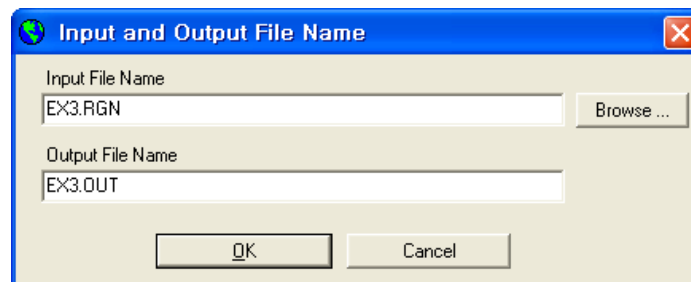


그림 18. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

2.3.3.2 유한요소망 Plot 하기

PRESMAP-GP 프로그램이 종료되면 그림 19와 같은 PRESMAP Mesh Plot Option 창이 나타납니다. “Plot by PLOT_2D.3D” 선택 후 OK 버튼을 클릭하여 Plot-3D 프로그램을 실행합니다.

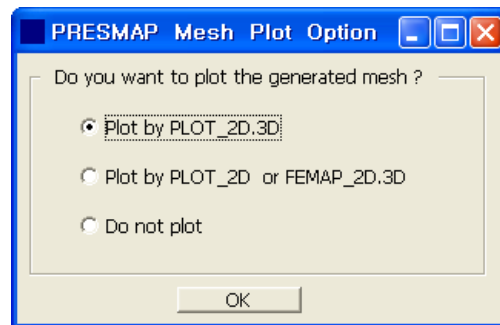


그림 19. PRESMAP Mesh Plot Option.

그림 20과 같이 Plot-3D 창이 나타나면 파일 오픈툴바 버튼 을 클릭하여 그림 21의 오픈 파일 입력 창에서 자동 생성된 3D 입체 Mesh 파일 (Ex. EX3.OUT)을 선택합니다.

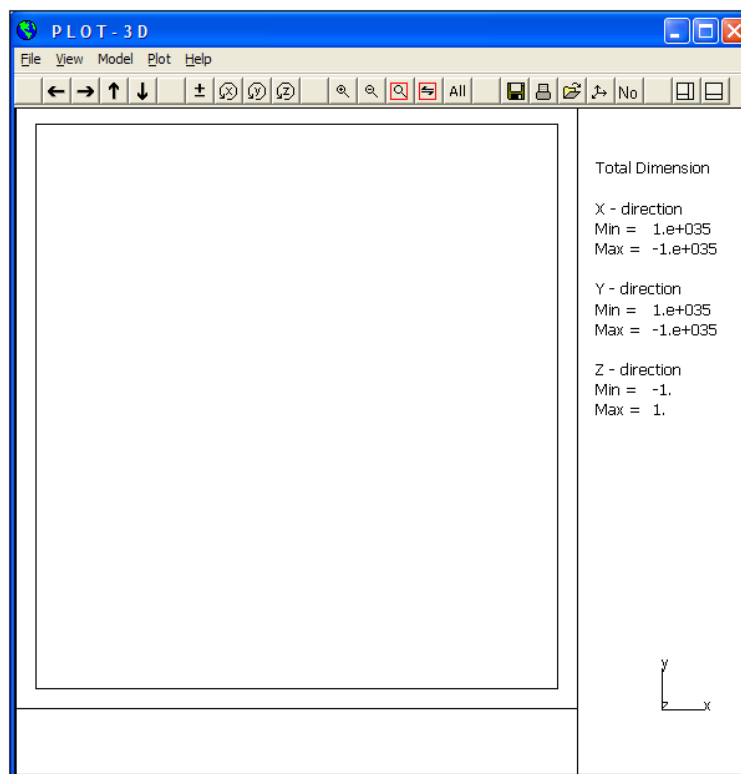


그림 20. Plot-3D 창

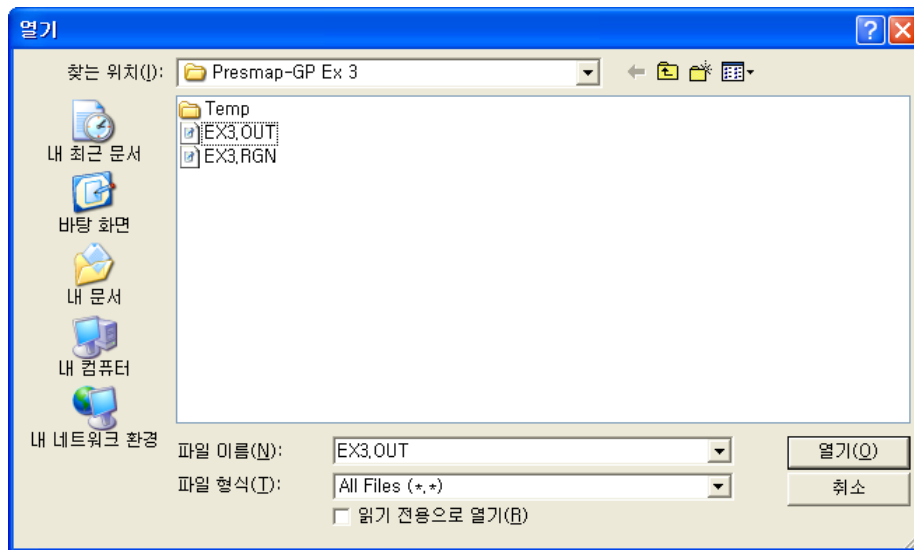


그림 21. Open 파일 입력 창

그림 22는 자동생성 된 전체 유한요소망을 보여줍니다. 그림 23은 상부 및 하부 성토층 유한요소망을 나타내고 그림 24는 암반층 유한요소망을 나타냅니다.

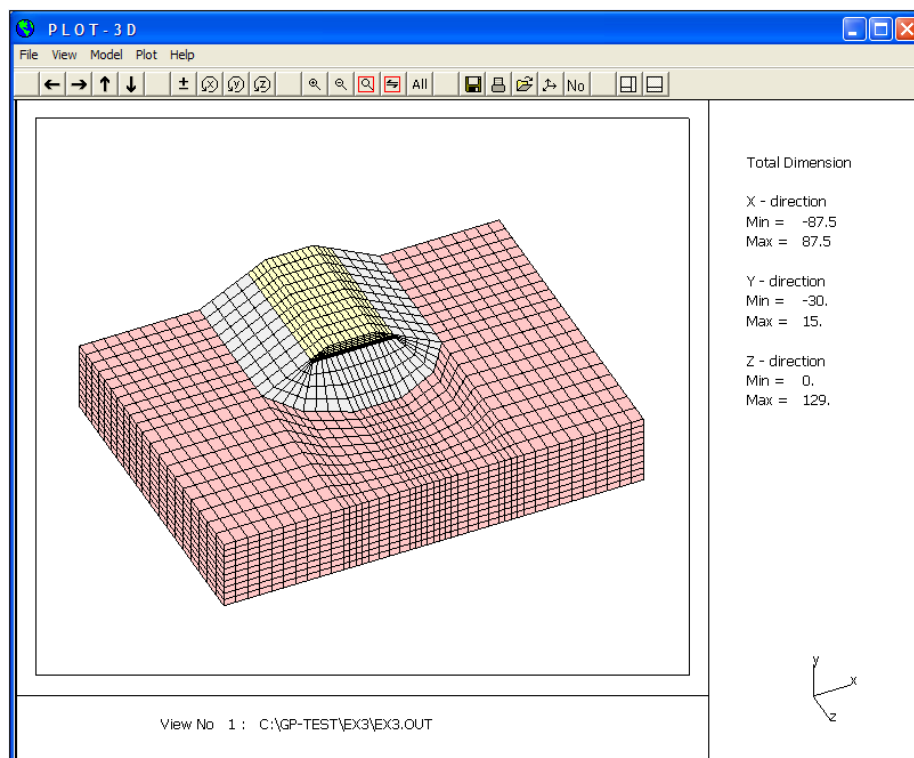


그림 22. 자동생성 된 전체 유한요소망

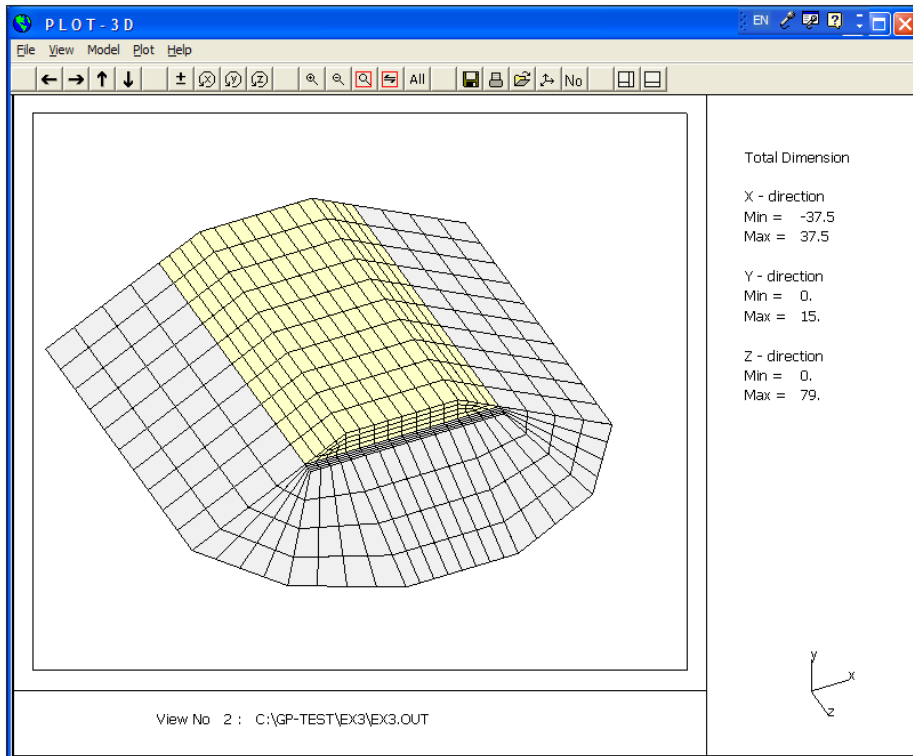


그림 23. 상부 및 하부 토층 유한요소망 (MATNO=1,2)

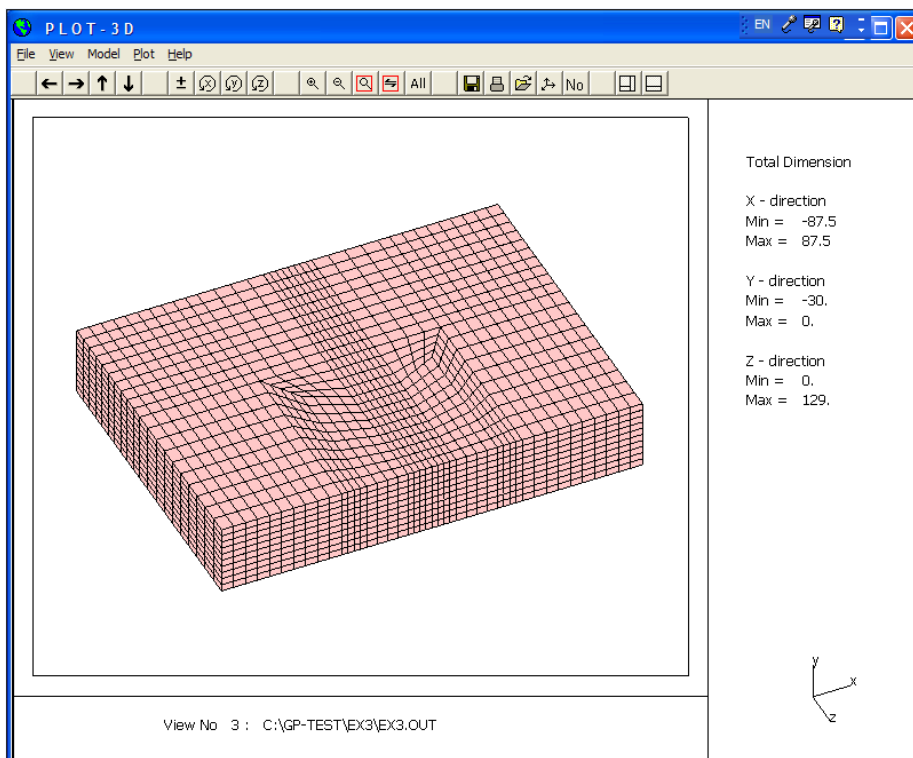


그림 24. 암반층 유한요소망 (MATNO=4)

2.3.3.3 유한요소망 Mesh 파일보기

NUMNP NCONT NBEAM NTRUSS

=> 절점의 개수(NUMNP)와 연속체요소의 개수(NCONT), Beam요소의 개수(NBEAM), Truss요소의 개수(NTRUSS)를 나타냅니다.

NODAL BOUNDARY CONDITIONS & COORDINATES

NODE ISX ISY ISZ IFX IFY IFZ IRX IRY IRZ IEX IEY IEZ XC YC ZC

=> 각 절점의 번호와 경계조건, 정확한 좌표 값을 나타냅니다.

ISX : 골격의 X방향 자유도

ISY : 골격의 Y방향 자유도

ISZ : 골격의 Z방향 자유도

IFX : 간극수의 골격에 대한 X방향 자유도

IFY : 간극수의 골격에 대한 Y방향 자유도

IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z방향 자유도

IRX : X축에 대한 회전 자유도

IRY : Y축에 대한 회전 자유도

IRZ : Z축에 대한 회전 자유도

IEX : Slip의 X방향 자유도

IEY : Slip의 Y방향 자유도

IEZ : Slip의 Z방향 자유도

ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY,

IRZ, IEX, IEY, IEZ

= 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.

= 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.

CONTINUUM ELEMENT INDEX

NEL I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7 I8 MATC KS KF INTR INTS INTT TBJWL

=> 각 연속체 요소의 번호와 요소를 구성하는 절점의 좌표를 나타낸 것으로 시계 반대방향으로 번호가 부여됩니다.

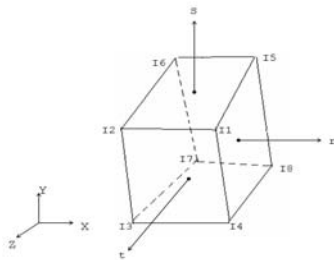


그림 25. 연속체 요소 Index.

MATC = 재료번호.

KS = -1 폭약을 포함하는 요소.

KS = 0 골격을 포함하는 요소.

KS = 1~6 절리를 포함하는 요소.

KF = 0 간극수를 포함하는 경우.

KF = 1 간극수를 포함하지 않는 경우.

INTR = R방향의 적분점 수. (초기값=2)

INTS = S방향의 적분점 수. (초기값=2)

TBJWL = (KS=-1)일 때 사용하는 매개변수로 이 요소가 폭발한 시간.

=> SMAP-3D User's Manual. Mesh File Card Group 3.참고

< 생성된 유한요소 Mesh 파일 Ex3.OUT >

NUMNP	NCONT	NBEAM	NTRUSS												
11811	10096	0	0												
NODAL	BOUNDARY CONDITIONS	& COORDINATES													
NODE	ISX	ISY	ISZ	IFX	IFY	IFZ	IRX	IRY	IRZ	IEX	IEY	IEZ	XC	YC	ZC
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.100000E+02	.110000E+02	.580000E+02
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.100000E+02	.825000E+01	.632500E+02
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.100000E+02	.550000E+01	.685000E+02
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.100000E+02	.275000E+01	.737500E+02
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.100000E+02	.000000E+00	.790000E+02
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.750000E+01	.110000E+02	.580000E+02
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.750000E+01	.825000E+01	.632500E+02
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.750000E+01	.550000E+01	.685000E+02
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.750000E+01	.275000E+01	.737500E+02
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.750000E+01	.000000E+00	.790000E+02
.															
.															
.															
11801	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	.000000E+00	.166893E-05
11802	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.300000E+01	.166893E-05
11803	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.600000E+01	.166893E-05
11804	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.900000E+01	.166893E-05
11805	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.120000E+02	.166893E-05
11806	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.150000E+02	.166893E-05
11807	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.180000E+02	.166893E-05
11808	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.210000E+02	.166893E-05
11809	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.240000E+02	.166893E-05
11810	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.270000E+02	.166893E-05
11811	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-.425000E+02	-.300000E+02	.166893E-05

CONTINUUM ELEMENT INDEX															
NEL	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	MATC	KS	KF	INTR	INTS	INTT	TBJWL
1	6	1	2	7	51	46	47	52	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
2	51	46	47	52	96	91	92	97	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
3	96	91	92	97	141	136	137	142	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
4	141	136	137	142	186	181	182	187	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
5	7	2	3	8	52	47	48	53	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
6	52	47	48	53	97	92	93	98	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
7	97	92	93	98	142	137	138	143	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
8	142	137	138	143	187	182	183	188	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
9	8	3	4	9	53	48	49	54	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
10	53	48	49	54	98	93	94	99	2	0	1	2	2	2	.0000E+00
.															
.															
.															
10087	4010	10710	10711	4011	4050	10820	10821	4051	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10088	4050	10820	10821	4051	4090	10930	10931	4091	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10089	4090	10930	10931	4091	4130	11040	11041	4131	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10090	4130	11040	11041	4131	4170	11150	11151	4171	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10091	4170	11150	11151	4171	4210	11260	11261	4211	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10092	4210	11260	11261	4211	4250	11370	11371	4251	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10093	4250	11370	11371	4251	4290	11480	11481	4291	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10094	4290	11480	11481	4291	4330	11590	11591	4331	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10095	4330	11590	11591	433	4370	11700	1170	4371	4	0	1	2	2	2	.0000E+00
10096	4370	11700	11701	4371	4410	11810	11811	4411	4	0	1	2	2	2	.0000E+00