

지반구조물 유한요소망 작성

Part 3 PRESMAP-GP

2007년 2월

지반구조물 유한요소망 작성 Part 3 PRESMAP-GP

Comtec Research

서울특별시 서초구 서초3동 1566-10

서진벤처빌딩 502호 우137-874

Tel : (02) 597-9824

Fax : (02) 597-9827

E-mail : info@ComtecResearch.co.kr

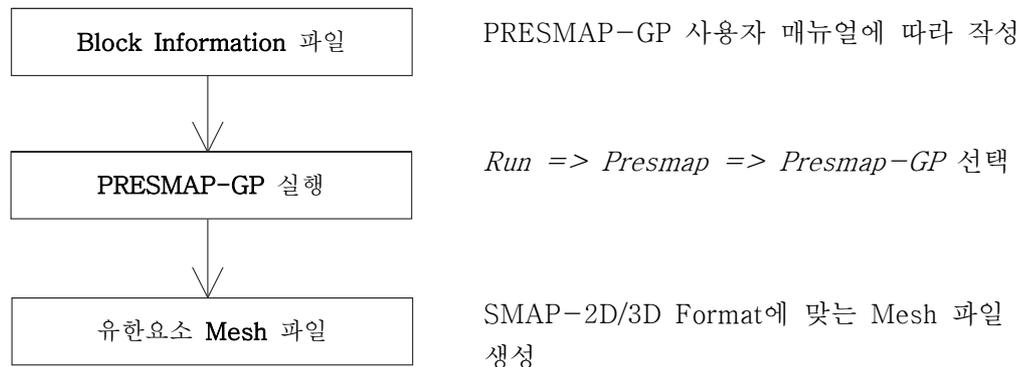
1.1	PRESMAP-GP 란?	1
1.2	PRESMAP-GP 관련 Menu 및 주요기능 사용법	2
1.2.1	Program Menu	2
1.2.2	Working Directory	2
1.2.3	PRESMAP-GP Input	3
1.2.4	Mesh Plot 하기	4
1.2.5	PLOT-3D	5
1.2.5.1	PLOT-3D-View	6
1.2.5.2	PLOT-3D-Plot	6
1.2.5.3	PLOT-3D-Toolbar	7
1.3	PRESMAP-GP 사용자 매뉴얼	12
2.1	Ex_1 Solid Objet	43
2.1.1	Block Information 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.

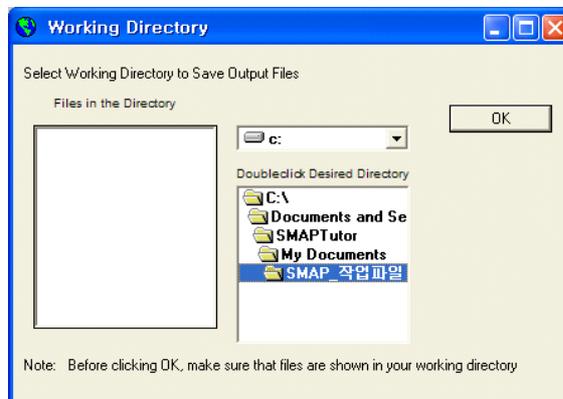


그림 7. Working Directory.

1.2.3 PRESMAP-GP 실행하기

PRESMAP-GP를 실행시키기 위하여 그림 3과 같이 *Run => Presmap => PRESMAP-GP*를 선택합니다.

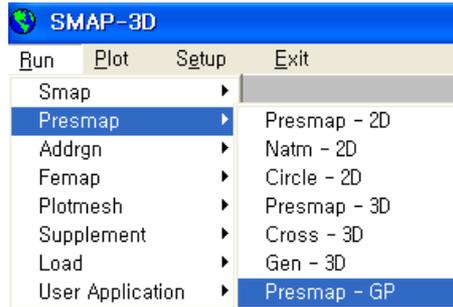


그림 3. PRESMAP-GP 프로그램 실행

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.

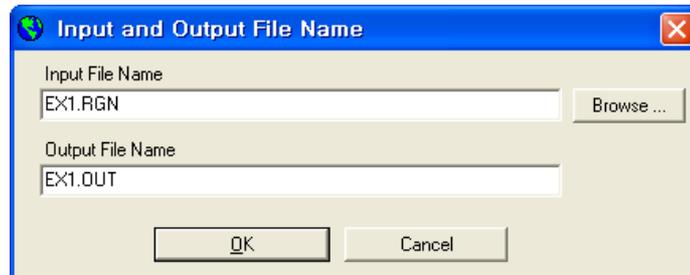


그림 4. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

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.

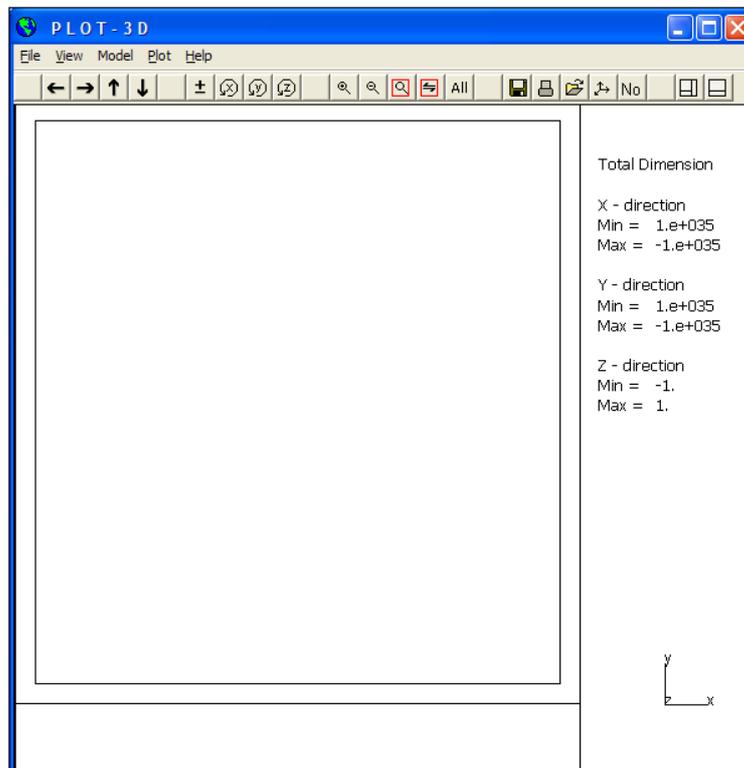


그림 6. Plot-3D 창

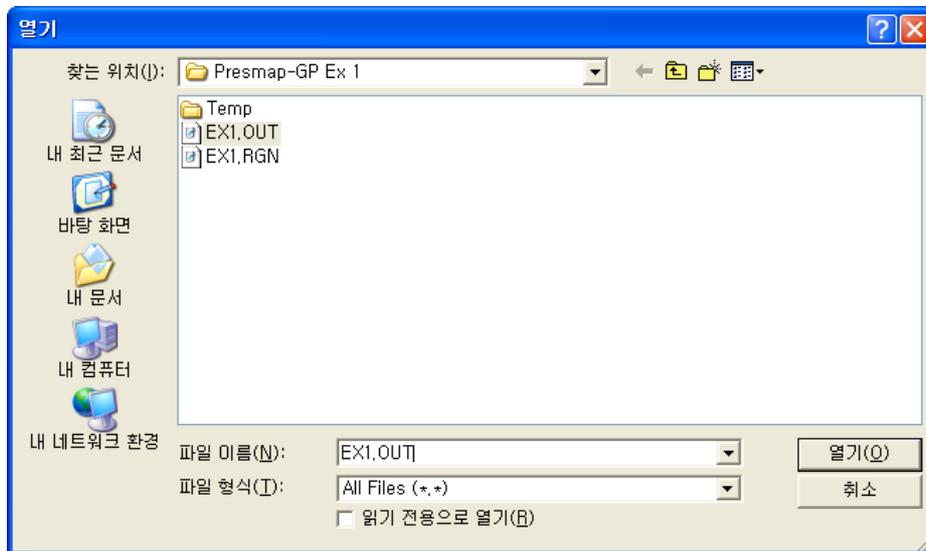


그림 7. Open 파일 입력 창

그림 8은 x 축과 y 축으로 회전시킨 3D 유한요소망입니다. Plot-3D의 주요기능은 다음절 1.2.5를 참조하기 바랍니다.

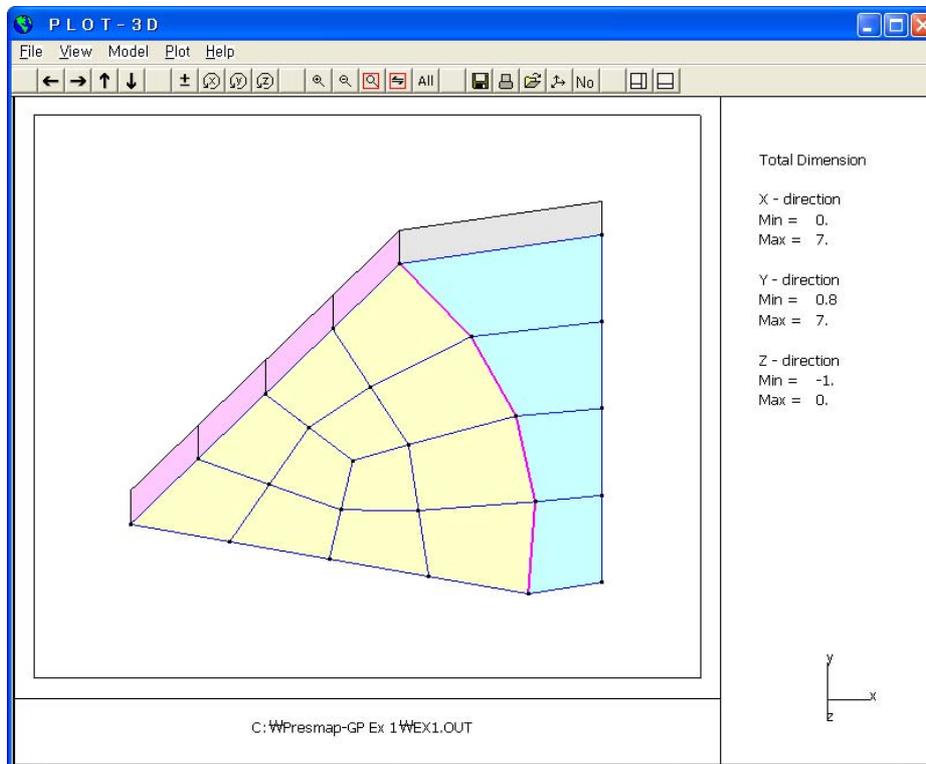


그림 8. 자동 생성된 3D 유한요소망

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.

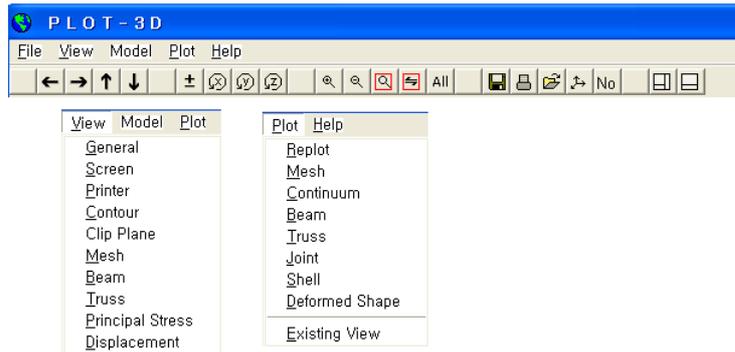


그림 9. PLOT-3D.

- ◆ 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.

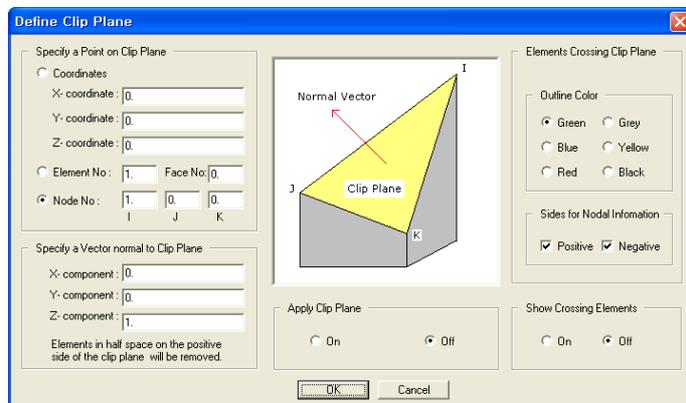


그림 10. Define Clip Plane.

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

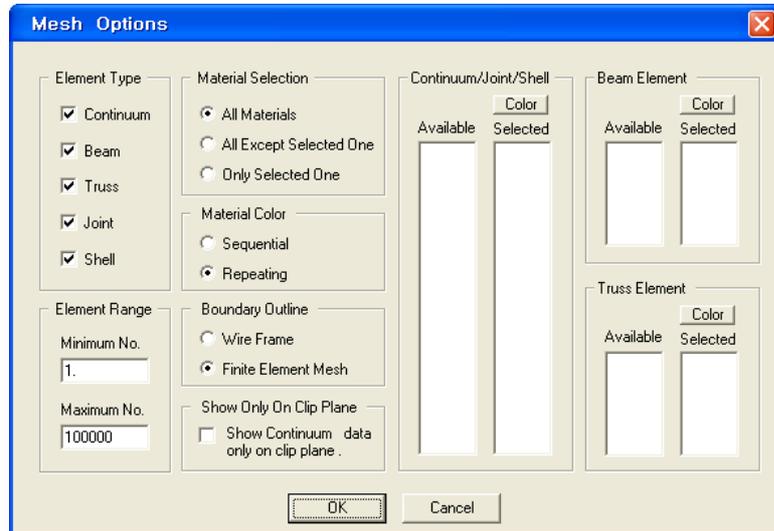


그림 11. Mesh Options.

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

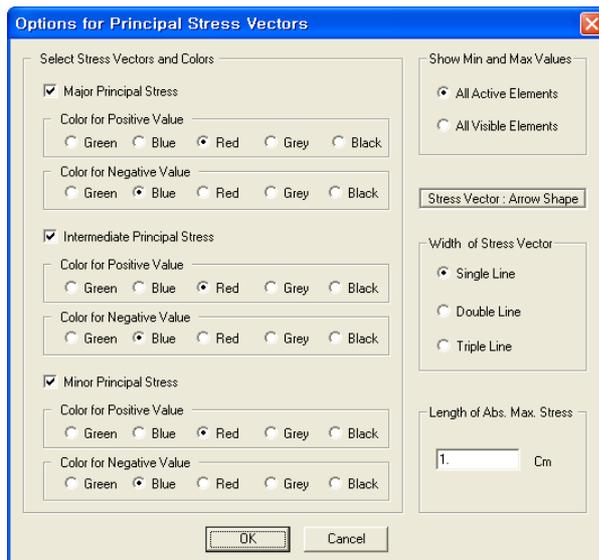


그림 12. Options for Principal Stress Vectors.

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

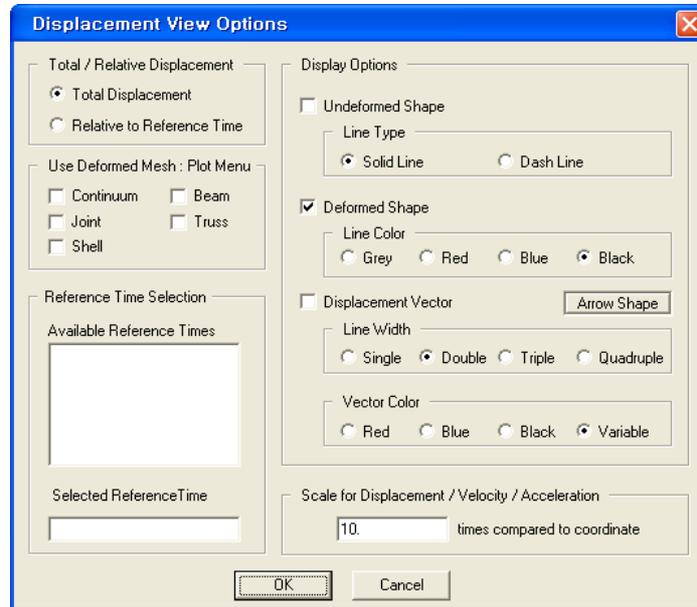


그림 13. Displacement View Options.

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.

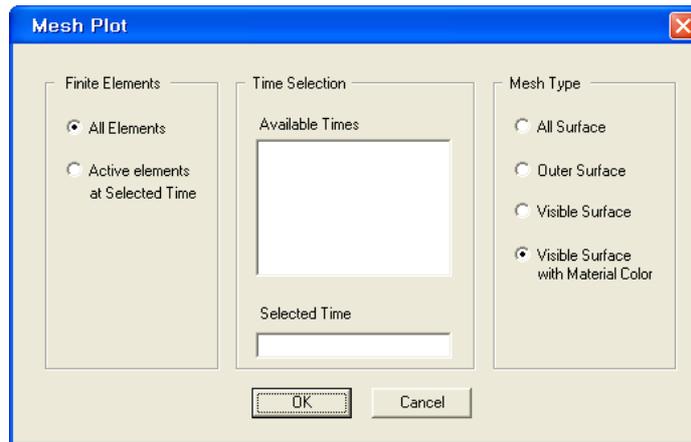


그림 14. Mesh Plot.

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

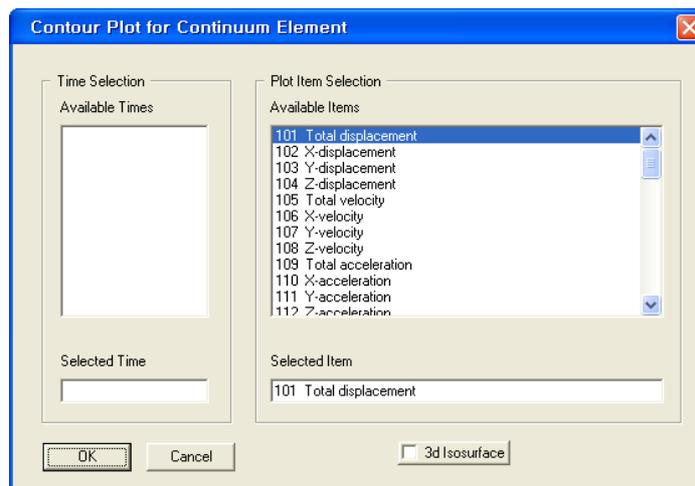


그림 15. Contour Plot for Continuum Element.

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

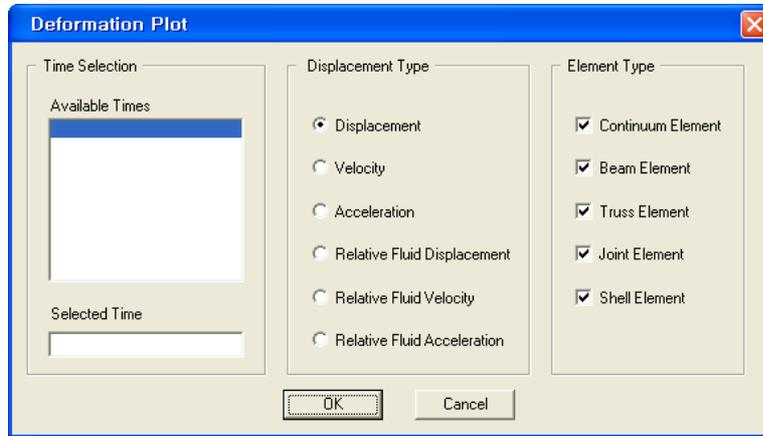


그림 16. Deformation Plot.

- ◆ 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.

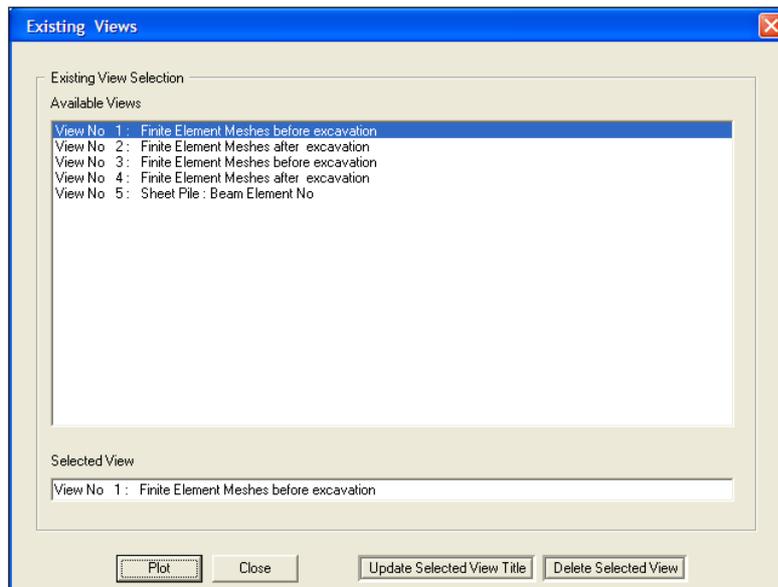
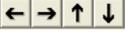


그림 17. Existing Views

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.

Card Group	입력 데이터와 정의
3	<p data-bbox="354 365 387 387">3.0</p> <p data-bbox="354 405 488 432">IBETYPE</p> <p data-bbox="384 495 1225 618"> IBETYPE = 1 선 요소블록 (보 요소 또는 봉 요소) = 2 평면 요소블록 = - 2 삼각형 평면 요소블록 </p> <p data-bbox="464 680 1230 806"> 참고 : 평면 요소블록은 ISMAP이 1 또는 2인 경우에는 평면 변형/평면 응력/축대칭 요소를 생성하고, ISMAP이 3인 경우에는 Shell 요소를 생성한다. </p> <p data-bbox="560 869 1027 947"> = 3 입체 요소블록 = - 3 삼각형 입체 요소블록 </p> <p data-bbox="464 1010 1177 1088"> 참고 : 입체 요소 블록은 3차원의 연속체 요소 또는 절리 요소를 생성한다. </p>

각 블록에 대한 데이터

Card Group	입력 데이터와 정의
3	<p data-bbox="354 365 391 387">3.1</p> <p data-bbox="354 405 486 432">BLNAME</p> <p data-bbox="411 450 1109 481">BLNAME 블록 이름 (최대 60 글자수까지 허용)</p> <hr/> <p data-bbox="354 566 391 589">3.2</p> <p data-bbox="354 607 699 633">ICCOORD, IMODE, ILINE</p> <p data-bbox="379 696 1152 822"> ICCOORD = 1 직교 좌표를 기반으로 한 보간(補間)법 = 2 구면 좌표를 기반으로 한 보간법 = 3 원기둥 좌표를 기반으로 한 보간법 </p> <p data-bbox="379 884 1161 1010"> IMODE = 0 좌표의 변경 없음 = 1 절점 M₄를 원점으로 하여 좌표를 변경함. IMODE는 ICCOORD가 1인 경우에만 적용 </p> <p data-bbox="379 1072 801 1149"> ILINE = 0 보 요소를 생성 = 1 봉 요소를 생성 </p>

각 선 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=1]

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	<p data-bbox="347 365 379 387">3.3</p> <p data-bbox="427 405 1262 577"> $I_1, I_2, I_3, I_4, M_5, M_6, M_7, M_8, M_9$ $M_{10}, M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}$ (IMODE = 1인 경우에만 입력) M_{15} (ICOORD = 2인 경우에만 입력) M_{15}, M_{16}, M_{17} (ICOORD = 3인 경우에만 입력) </p> <p data-bbox="400 636 1222 763"> I_1-I_4 블록의 Corner 절점 M_5-M_8 블록의 Side 절점 M_9 ILAG가 1일 경우에만 사용되는 블록의 Center 절점 </p> <p data-bbox="347 824 587 857"><u>IMODE=1인 경우</u></p> <p data-bbox="400 920 1050 1137"> 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 </p> <p data-bbox="347 1198 603 1232"><u>ICOORD=2인 경우</u></p> <p data-bbox="400 1292 743 1326">M_{15} 구면 좌표의 원점</p> <p data-bbox="347 1386 603 1420"><u>ICOORD=3인 경우</u></p> <p data-bbox="400 1480 1150 1653"> 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 </p>

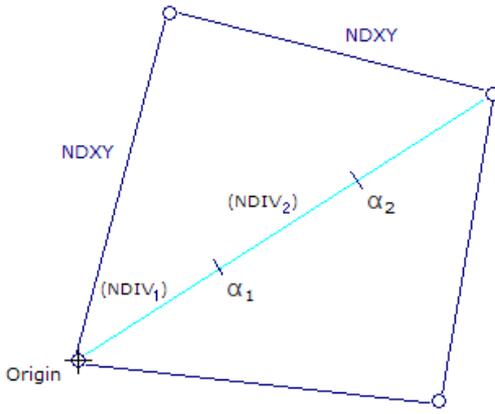
각 면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=2]

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 <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black; padding: 0 5px;">IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ</td> <td style="padding-left: 10px;">- - - - -</td> </tr> </table> 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.	IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ
IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ	- - - - -		

각 면 요소 블록에 대한 데이터 [IBTYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	<p>3.5</p> <p>MATNO, NDX, NDY NT₁, NT₂, NT₃, NT₄ MAT₁, MAT₂, MAT₃, MAT₄ THICK, DENSITY (ISMAP=1인 경우에만 입력) KS, KF (ISMAP=2인 경우에만 입력)</p> <p>MATNO 재료 번호 NDX I₂에서 I₁방향으로 생성할 요소의 수 NDY I₂에서 I₃방향으로 생성할 요소의 수</p> <p>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</p> <p>MAT_i 블록 절점 i에 생긴 삼각형 블록의 재료 번호. MAT의 값이 0이면 삼각형 블록은 삭제될 것이다.</p> <p>THICK 요소의 두께. 평면 변형의 경우 THICK는 1.0으로 한다.</p> <p>DENSITY 요소의 단위 중량</p> <p>KS = -1 폭약을 포함하는 요소 = 0 골격을 포함하는 요소 > 0 절리를 포함하는 요소. KS의 값은 절리면 번호를 나타낸다.</p> <p>KF = 0 간극수를 포함하는 경우 = 1 간극수를 포함하지 않는 경우</p>

각 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의						
3	<p data-bbox="359 365 730 481">3.5 (ILAG=2인 경우에만 입력) NSEG</p> <table border="0" data-bbox="375 537 774 660"> <tr> <td data-bbox="375 537 502 571">NSEG</td> <td data-bbox="502 537 774 571">ALPA₁, NDIV₁</td> </tr> <tr> <td data-bbox="375 582 502 616">Cards</td> <td data-bbox="502 582 774 616">ALPA₂, NDIV₂</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="502 627 774 660">- -</td> </tr> </table> <p data-bbox="406 728 1021 862">NSEG Segment 수 ALPA 원점부터의 백분율 거리 NDIV ALPA_{i-1}과 ALPA_i 사이의 등분 수</p> <p data-bbox="406 907 1308 996">참고 : ILAG가 2인 경우 부채꼴 모양의 평면 요소를 만들 때 다음의 제약을 갖는다.</p> <ol data-bbox="558 1008 1212 1232" style="list-style-type: none"> 1. ICOORD = 2 (구면 좌표) 2. IMOD = 0 곡선 모서리 = 2 직선 모서리 3. Midside와 Center 절점은 사용되지 않는다. 4. NDX = NDY = NDXY = $\sum NDIV_i$ 	NSEG	ALPA ₁ , NDIV ₁	Cards	ALPA ₂ , NDIV ₂		- -
NSEG	ALPA ₁ , NDIV ₁						
Cards	ALPA ₂ , NDIV ₂						
	- -						

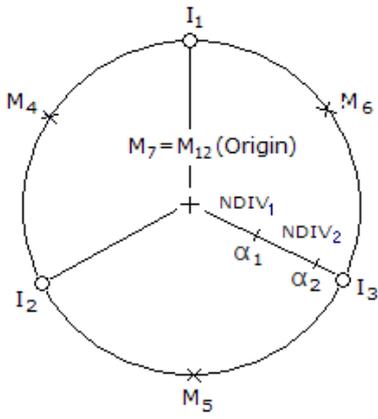
각 면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=2]

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 [IBETYPE=2]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	<p>3.3</p> <p>I₁, I₂, I₃, M₄, M₅, M₆, M₇ M₈, M₉, M₁₀, M₁₁ (IMODE = 1인 경우에만 입력) M₁₂ (ICCOORD = 2인 경우에만 입력) M₁₂, M₁₃, M₁₄ (ICCOORD = 3인 경우에만 입력)</p> <p>I₁-I₃ 블록의 Corner 절점 M₄-M₆ 블록의 Side 절점 M₇ 블록의 Center 절점</p> <p><u>IMODE=1인 경우(좌표를 수정하는 경우)</u></p> <p>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</p> <p><u>ICCOORD=2인 경우(구면 좌표의 경우)</u></p> <p>M₁₂ 구면 좌표의 원점</p> <p><u>ICCOORD=3인 경우(원기둥 좌표의 경우)</u></p> <p>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</p>

각 삼각형 평면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYP=2]
 그림 5.24를 참고하세요.

Card Group	입력 데이터와 정의			
3 각 삼각형 평면 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=-2]	<p>3.5 (ILAG=2인 경우에만 입력) NSEG</p> <p>NSEG Cards</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td style="width: 100px;">ALPA₁, NDIV₁</td> </tr> <tr> <td>ALPA₂, NDIV₂</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">- -</td> </tr> </table> <p>NSEG Segment의 수 ALPA 원점부터의 백분율 거리 NDIV ALPA_{i-1}과 ALPA_i 사이의 등분 수</p> <p>참고 : ILAG가 2인 경우 부채꼴 모양의 평면 요소를 만들 때 다음의 제약을 가진다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	ALPA ₁ , NDIV ₁	ALPA ₂ , NDIV ₂	- -
ALPA ₁ , NDIV ₁				
ALPA ₂ , NDIV 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 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	<p data-bbox="347 365 379 387">3.3</p> <p data-bbox="395 450 1276 667"> $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8$ $M_9, M_{10}, M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{15}, M_{16}, M_{17}, M_{18}, M_{19}, M_{20}$ $M_{21}, M_{22}, M_{23}, M_{24}, M_{25}, M_{26}, M_{27}$ (ILAG= 1인 경우에만 입력) M_{28} (ICOORD=2 또는 IMODE = 1인 경우에만 입력) M_{28}, M_{29}, M_{30} (ICOORD=3인 경우에만 입력) </p> <p data-bbox="587 728 938 761">(그림 5.22을 참고하세요)</p> <p data-bbox="432 824 1233 952"> I_1-I_8 블록의 Corner 절점 M_9-M_{20} 블록의 Side 절점 M_{21}-M_{27} Lagrangian 보간법에 필요한 블록의 Side 절점 </p> <p data-bbox="347 1010 826 1043"><u>ICOORD=2 또는 IMODE=1인 경우</u></p> <p data-bbox="427 1106 1209 1234"> M_{28} ICOORD가 2인 경우에는 구면 좌표의 원점을 나타내며 IMODE가 1인 경우에는 블록 내의 모든 절점을 수정하는 기준 원점을 나타낸다. </p> <p data-bbox="347 1292 802 1326"><u>ICOORD=3인 경우 (원기둥 좌표)</u></p> <p data-bbox="432 1386 1233 1559"> 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 </p>

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 <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black; padding: 0 5px;">IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ,</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black; padding: 0 5px;">IRX, IRY, IRZ</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black; padding: 0 5px;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black; padding: 0 5px;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table> 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	IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ,		IRX, IRY, IRZ		-	-	-
IBTYPE, ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ,									
IRX, IRY, IRZ									
-	-								
-	-								

각 입력체 요소 블록에 대한 데이터 [IBTYPE=3] 그림 5.23을 참고하세요.

Card Group	입력 데이터와 정의
3	<p>3.3</p> <p>I₁, I₂, I₃, I₄, I₅, I₆ M₇, M₈, M₉, M₁₀, M₁₁, M₁₂, M₁₃, M₁₄, M₁₅, M₁₆, M₁₇ M₁₈, M₁₉, M₂₀, M₂₁ M₂₂ (ICOORD=2 또는 IMODE=1인 경우에만 입력) M₂₂, M₂₃, M₂₄ (ICOORD=3인 경우에만 입력)</p> <p>(그림 5.24를 참고하십시오)</p> <p>I₁-I₆ 블록의 Corner 절점 M₇- M₂₀ 블록의 Side 절점 M₂₁ 블록의 Center 절점</p> <p><u>ICOORD=2 또는 IMODE=1인 경우</u></p> <p>M₂₂ ICOORD가 2인 경우에는 구면 좌표의 원점을 나타내며 IMODE가 1인 경우에는 블록 내의 모든 절점을 수정하는 기준 원점을 나타낸다.</p> <p><u>ICOORD=3인 경우 (원기둥 좌표)</u></p> <p>M₂₂ 원기둥 좌표의 기준 원점 M₂₃ 원기둥 축 (M₂₂-M₂₃)을 정의하기 위한 절점 M₂₄ 원기둥 축에 수직인 다른 방향의 축(M₂₂-M₂₄)을 정의하기 위한 절점</p>

각 삼각형 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=-3]

Card Group	입력 데이터와 정의
3	<p>3.4.2</p> <p>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</p> <p>ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY, IRZ = 0 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨 = 1 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨</p> <p>참고: 디폴트 경계 조건은 다음과 같다 ISX=ISY=ISZ=0, IFX=IFY=IFZ=1, IRX=IRY=IRZ=1</p>
각 삼각형 입체 요소 블록에 대한 데이터 [IBETYPE=-3]	<p>3.5</p> <p>MATNO, NDXY, NDZ, KS, KF</p> <p>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</p> <p>그림 5.24을 참고하십시오</p>

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.

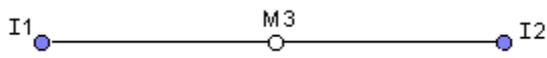
5. 디폴트 값

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

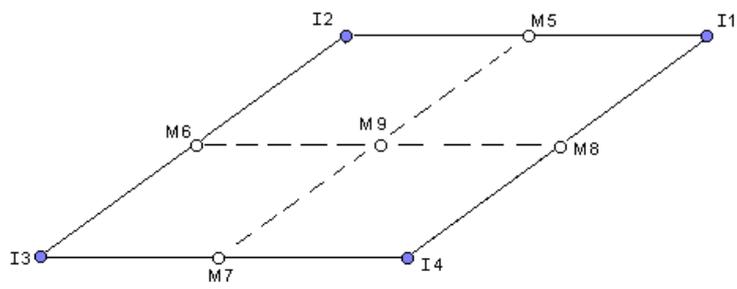


그림 5.22 PRESMAP-GP의 블록 인덱스

입체 요소블록

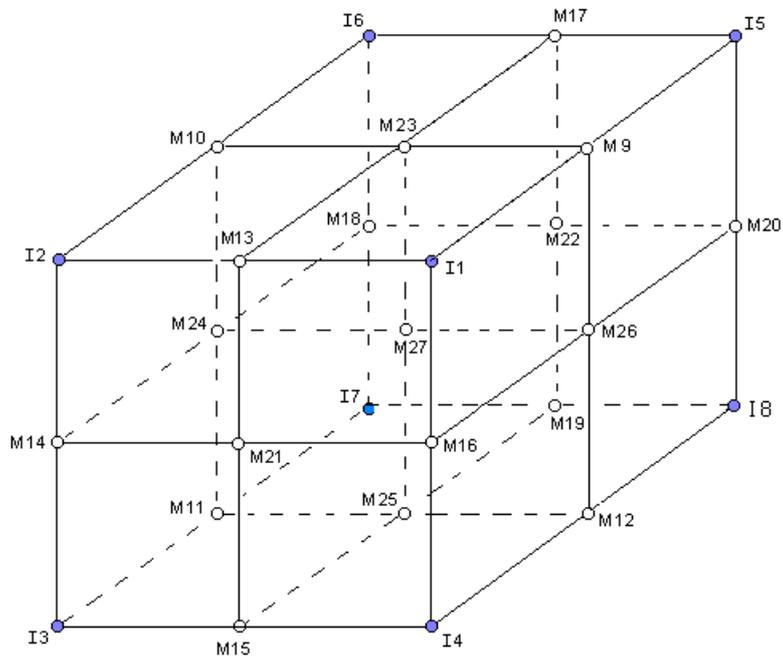


그림 5.22 PRESMA-P의 블록 인덱스(계속)

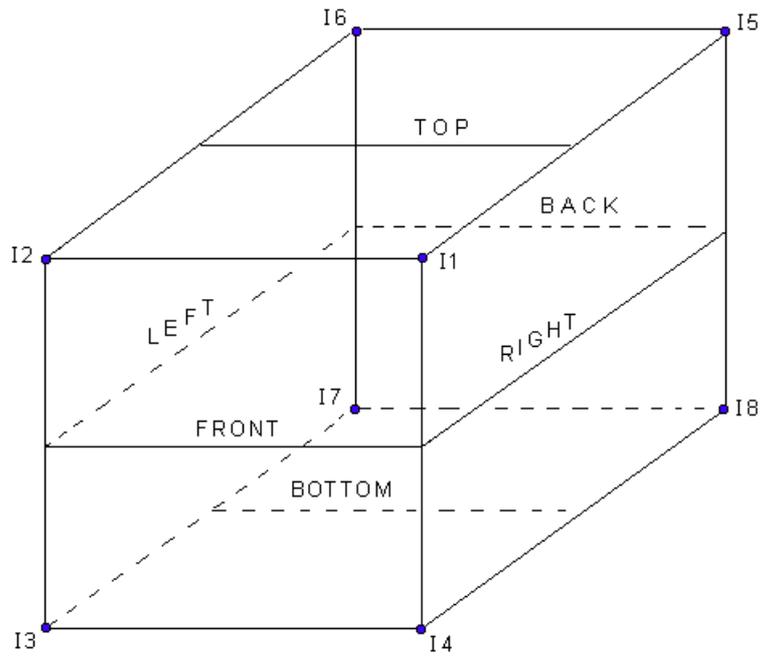


그림 5.23 입체 요소블록의 경계면

삼각형 평면 요소블록

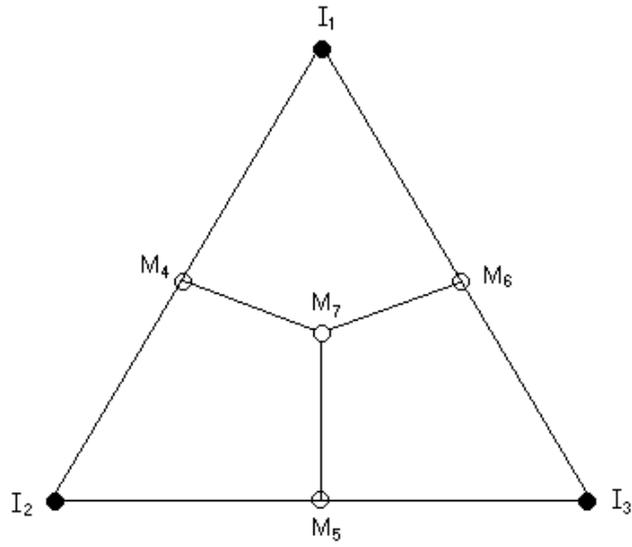


그림 5.24 PRESMAP-GP의 삼각형 블록 인덱스

삼각형 입체 요소블록

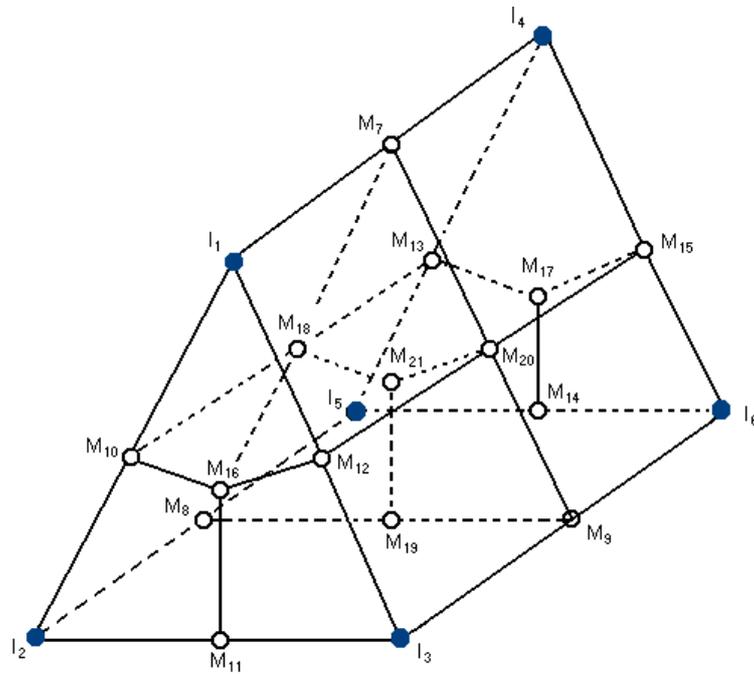


그림 5.24 PRESMA-P의 삼각형 블록 인덱스

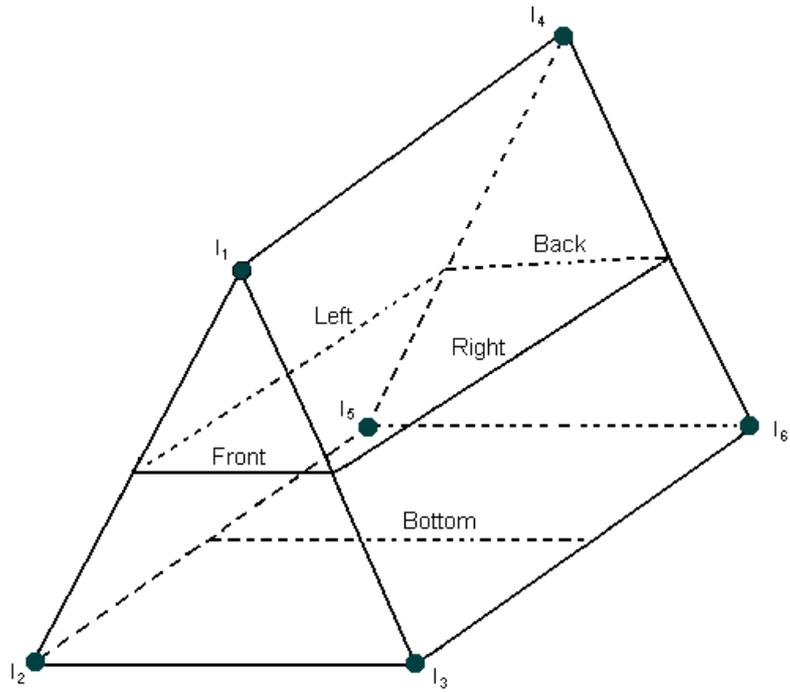


그림 5.25 삼각형 입체 요소블록의 경계면

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.

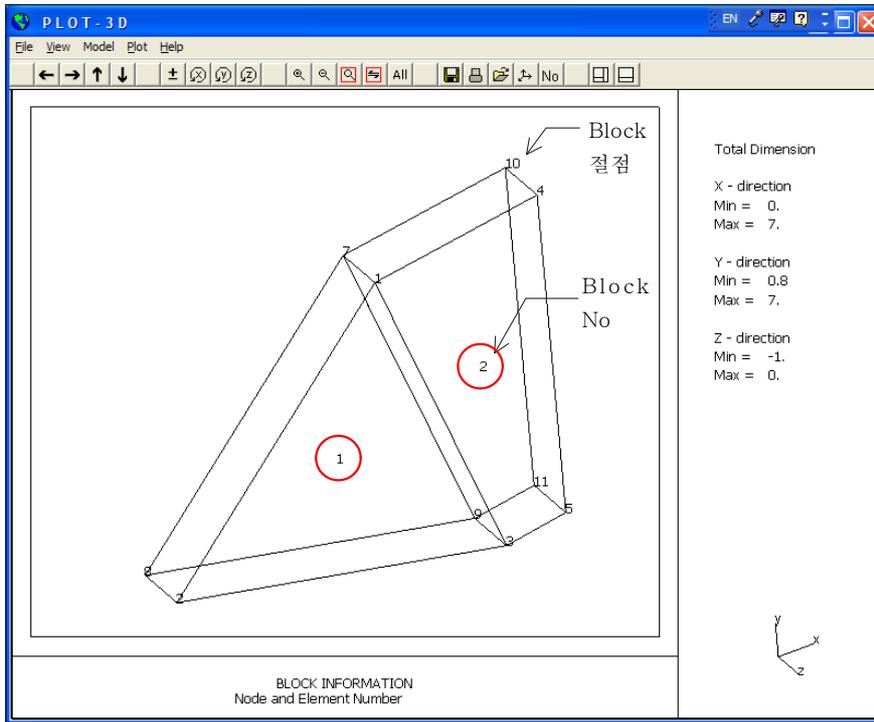


그림 1. 입체요소 Block (Block No 1,2)

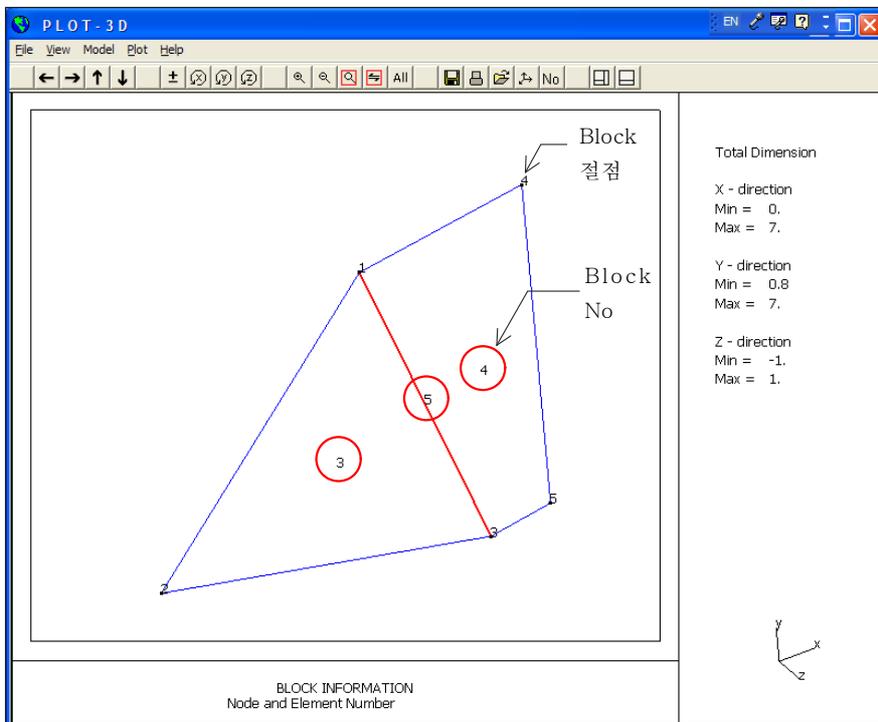


그림 2. Surface 요소 Block (Block No 3,4)과
Line 요소 Block (Block No 5)

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

* === 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 번에 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 IBTYPE이 2, 3인 경우에 쓰이며 평면요소의 절점을 인접한 양쪽 절점과 삼각형 Block을 형성하게 합니다. 이때 NT_i, MAT_i가 0보다 클 경우 삼각형 Block을 형성하며, 꼭지점을 중심으로 NT_i만큼 나누어집니다. NT_i, MAT_i가 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 최종적으로 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.

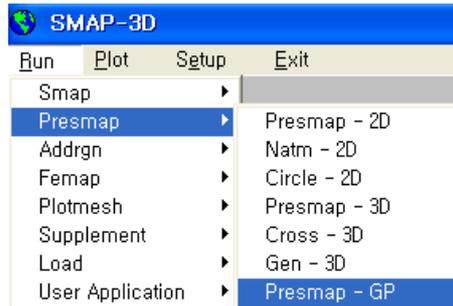


그림 3. PRESMAP-GP 프로그램 실행

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.

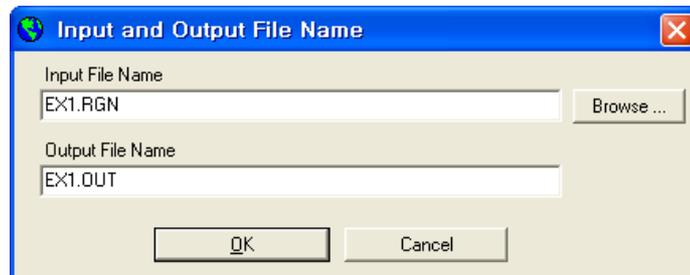


그림 4. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

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.

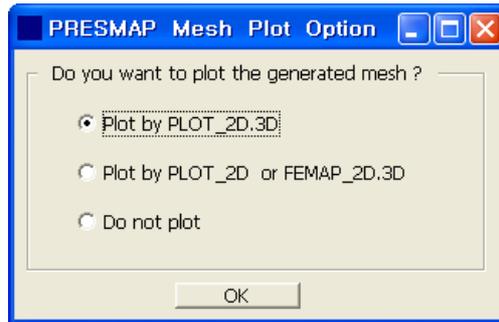


그림 5. PRESMAP Mesh Plot Option.

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.

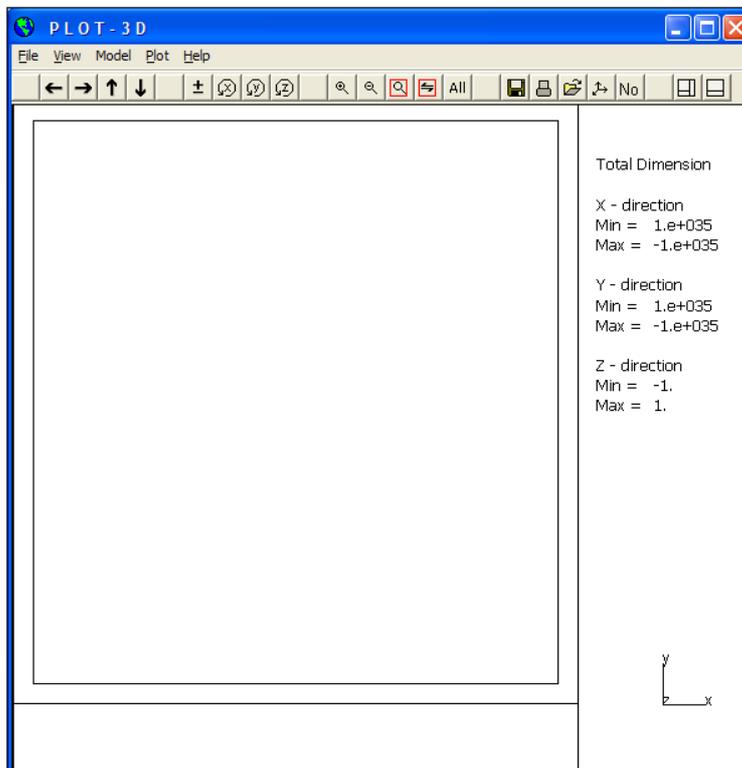


그림 6. Plot-3D 창

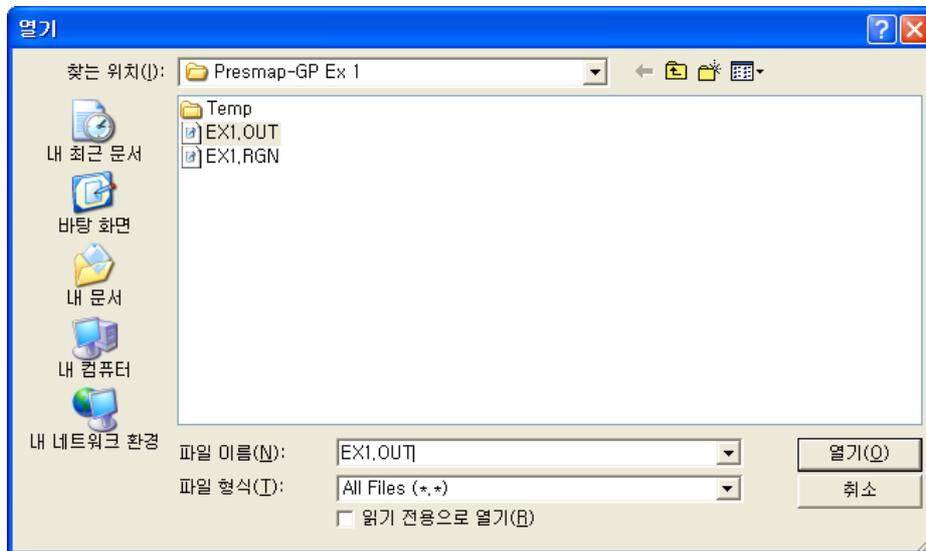


그림 7. Open 파일 입력 창

그림 8은 삼각형 입체 Block과 사각형 입체 Block을 보여줍니다. 그리고 그림 9는 삼각형 평면 Block, 사각형 평면 Block, 그리고 직선 Block을 보여줍니다.

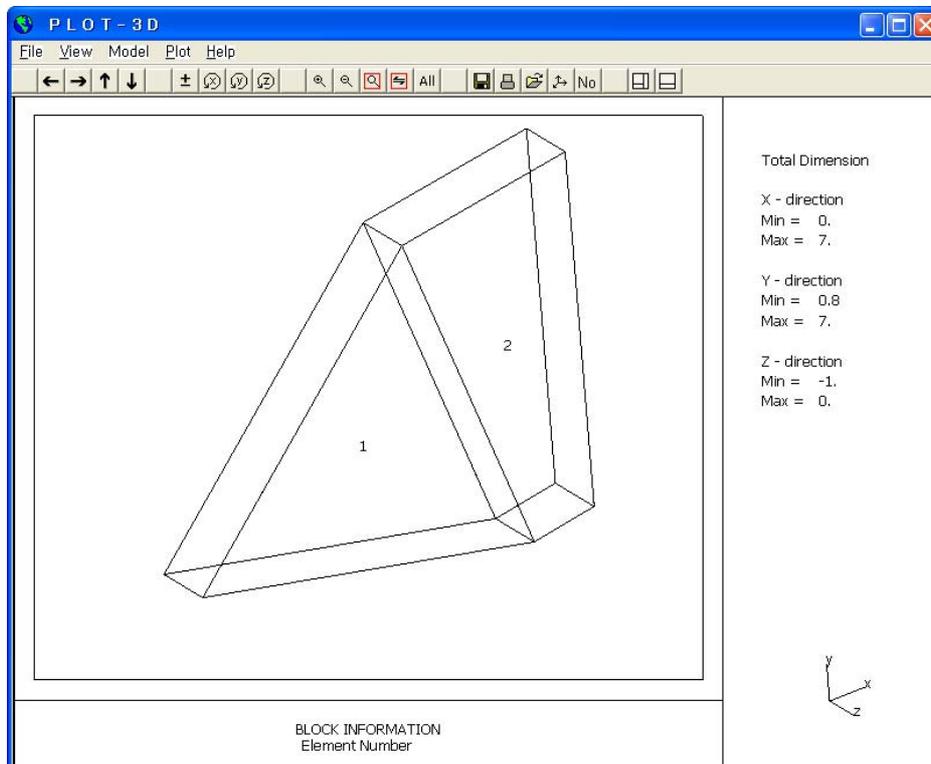


그림 8. 삼각형 입체 Block과 사각형 입체 Block

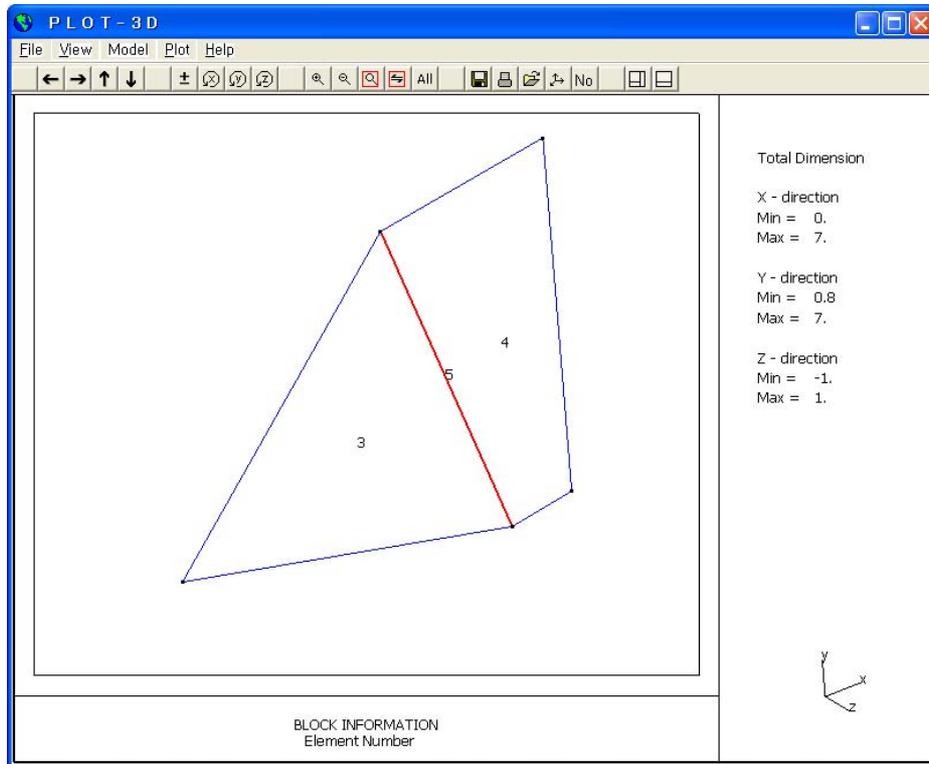


그림 9. 삼각형 평면, 사각형 평면, 그리고 직선 Block

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.

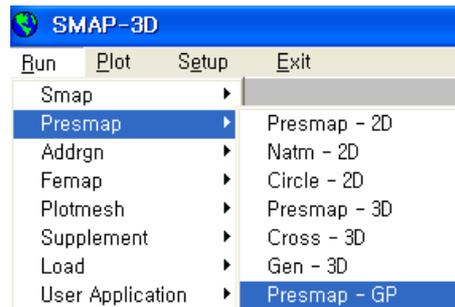


그림 10. PRESMAP-GP 프로그램 실행

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.

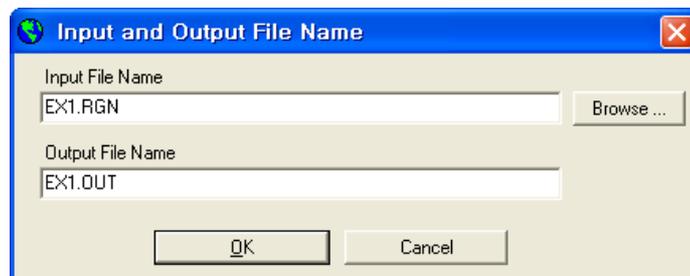


그림 11. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

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.

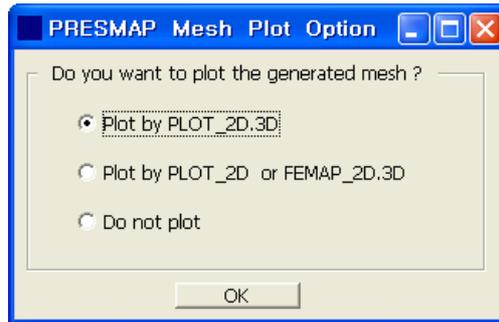


그림 12. PRESMAP Mesh Plot Option.

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.

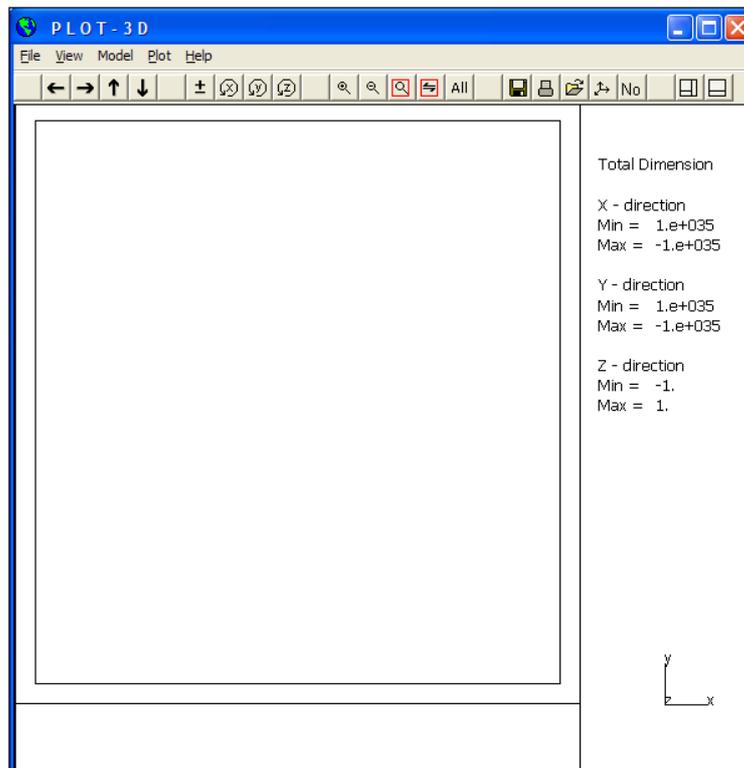


그림 13. Plot-3D 창

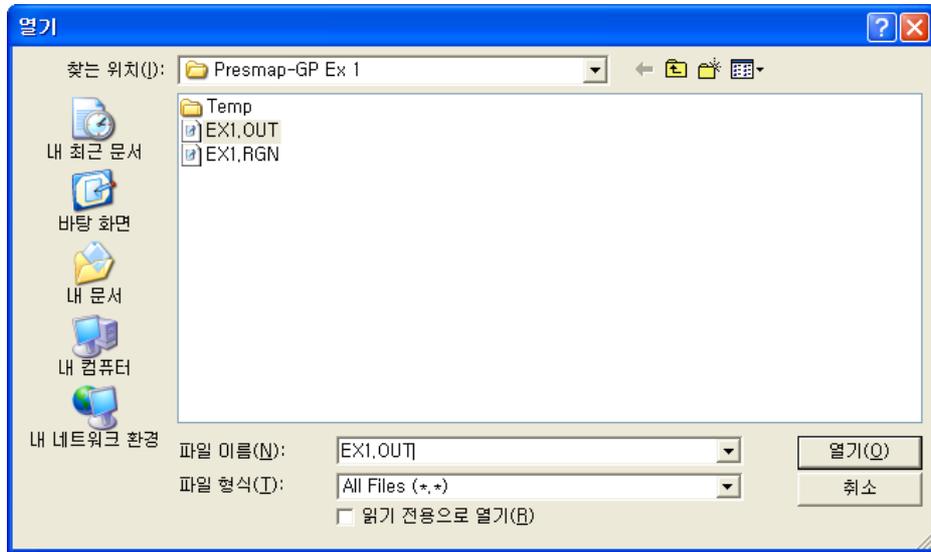


그림 14. Open 파일 입력 창

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.

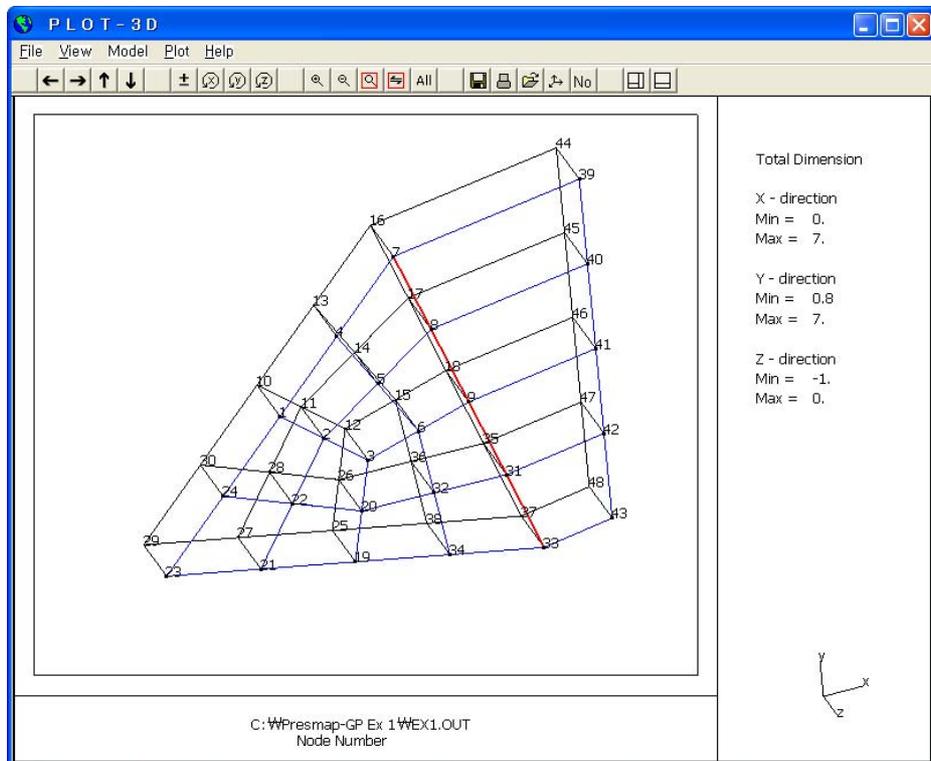


그림 15. 자동생성 된 전체 유한요소망 절점번호

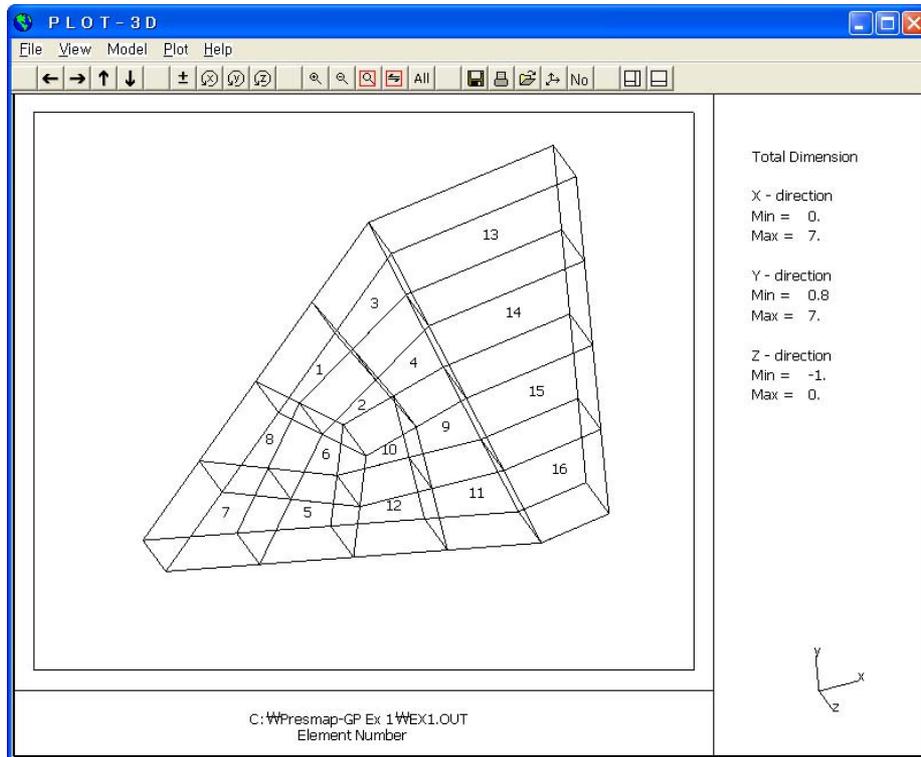


그림 16. 입체요소 (Continuum Element) 번호

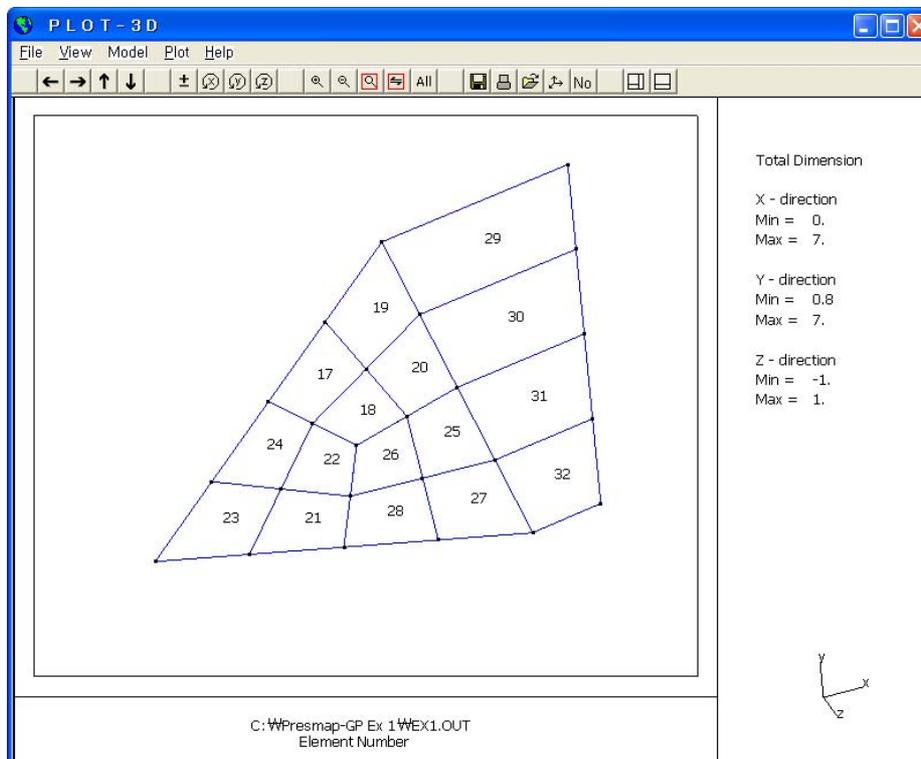


그림 17. 평면요소 (Shell Element) 번호

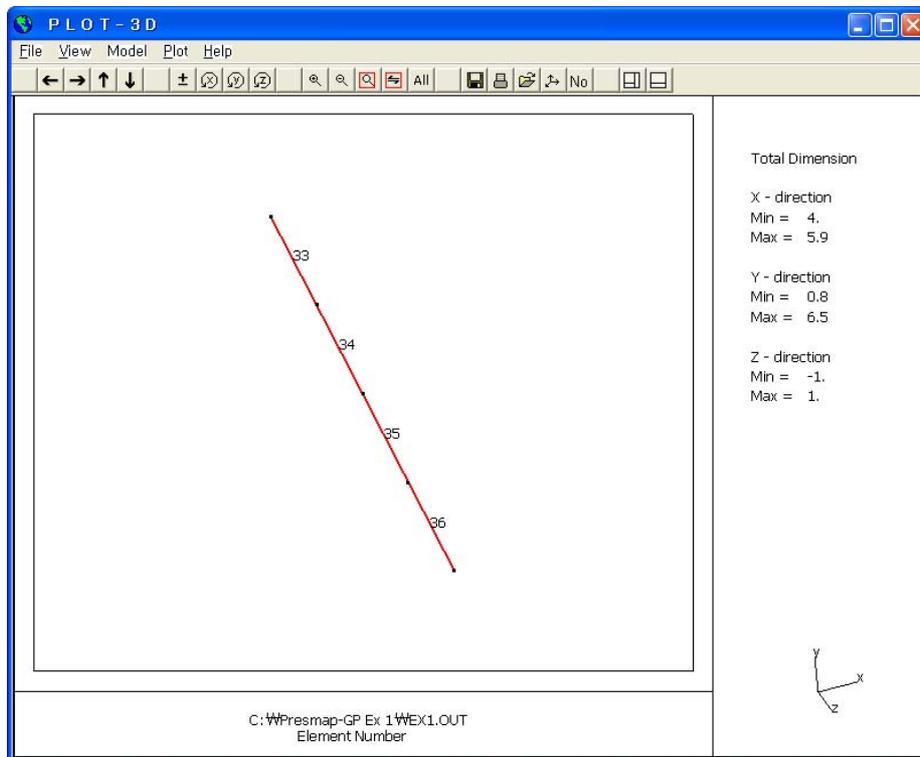


그림 18. 선 요소 (Beam Element) 번호

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	IEX : Slip의 X방향 자유도
ISY : 골격의 Y방향 자유도	IEY : Slip의 Y방향 자유도
ISZ : 골격의 Z방향 자유도	IEZ : Slip의 Z방향 자유도
IFX : 간극수의 골격에 대한 X방향 자유도	IRX, IRY, IRZ, IEX, IEY, IEZ
IFY : 간극수의 골격에 대한 Y방향 자유도	
IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z방향 자유도	
IRX : X축에 대한 회전 자유도	= 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.
IRY : Y축에 대한 회전 자유도	= 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.
IRZ : Z축에 대한 회전 자유도	

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.

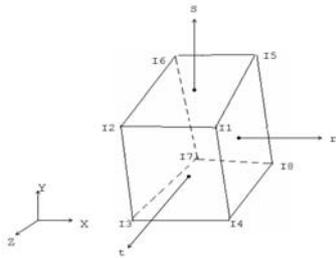


그림 19. 연속체 요소 Index.

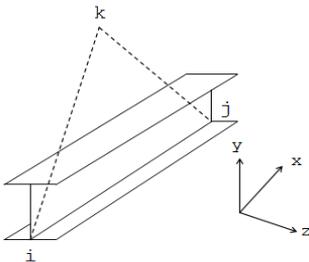
MATC = 재료번호.
 KS = -1 폭약을 포함하는 요소.
 KS = 0 골격을 포함하는 요소.
 KS = 1~6 절리를 포함하는 요소.
 KF = 0 간극수를 포함하는 경우.
 KF = 1 간극수를 포함하지 않는 경우.
 INTR = R방향의 적분점 수. (초기값=2)
 INTS = S방향의 적분점 수. (초기값=2)
 TBJWL = (KS=-1)일 때 사용하는 매개변수로 이 요소가 폭발한 시간.

=> 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	XC	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.

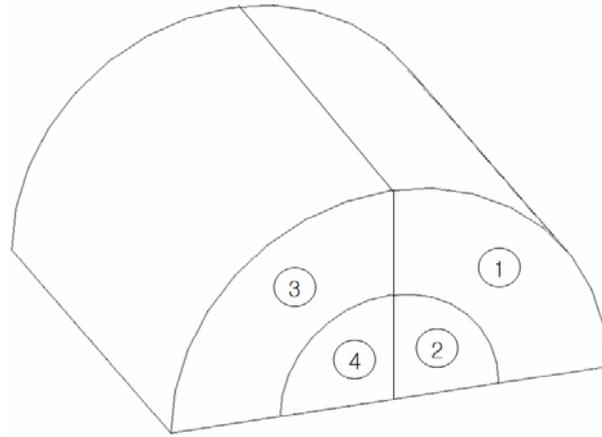


그림 1. Block 번호

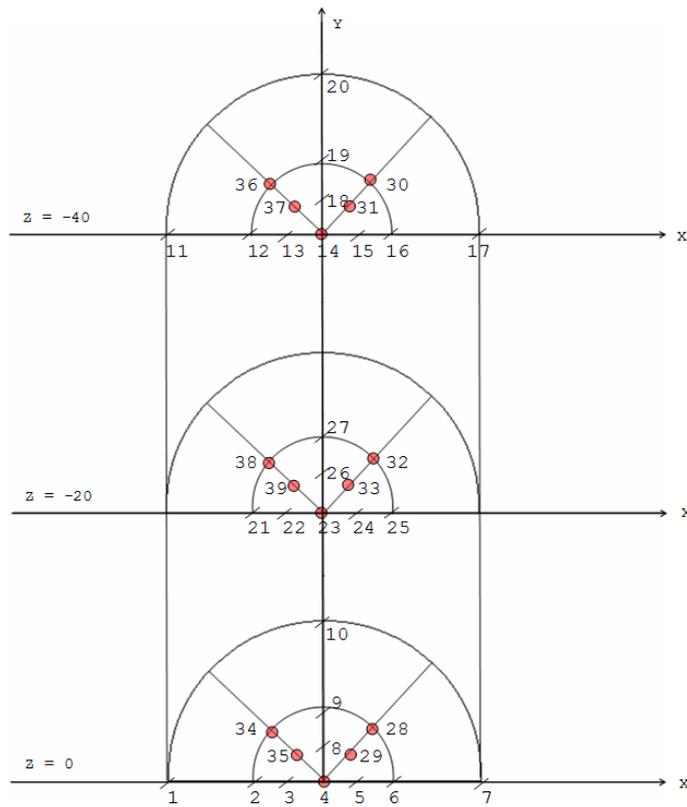
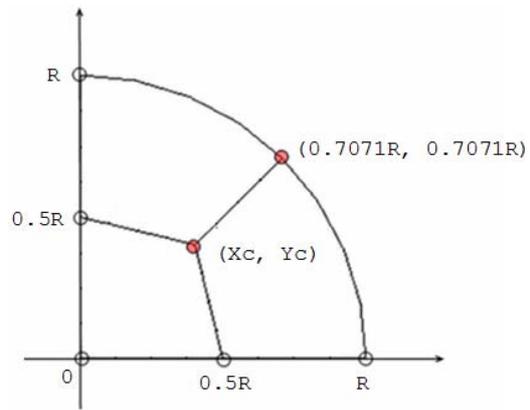


그림 2. Block 절점번호

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
    
```

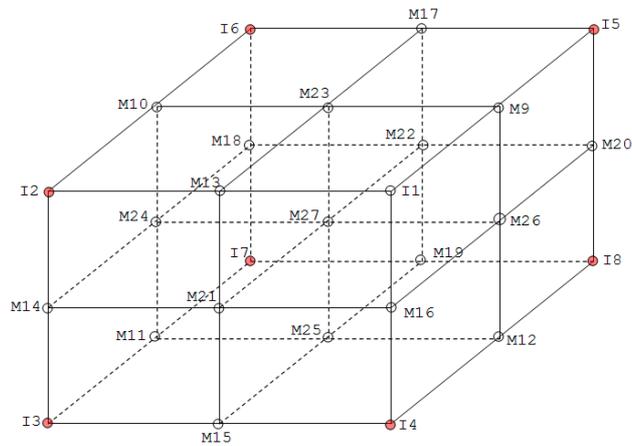


그림 4. 사각형 입체 Block Index.

- ◆ 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							

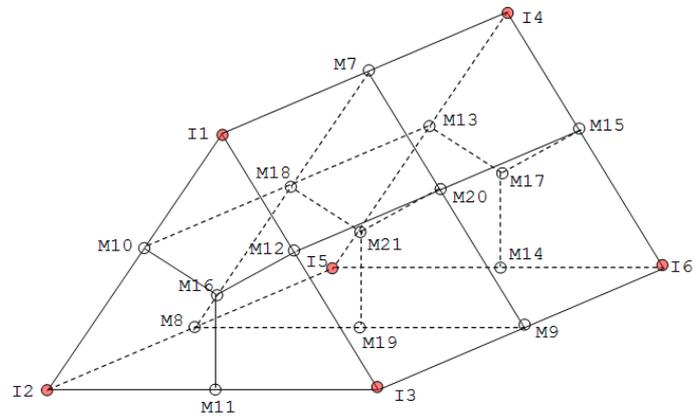


그림 5. 삼각형 입체 Block Index.

- ◆ 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.

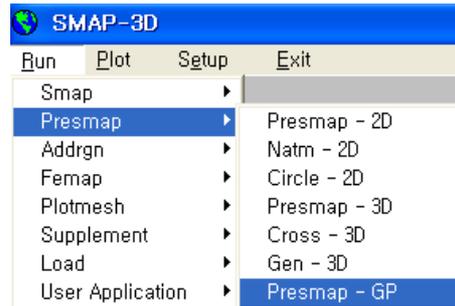


그림 6. PRESMAP-GP 프로그램 실행

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.

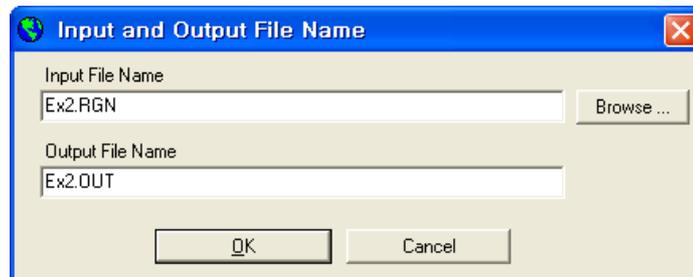


그림 7. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

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.

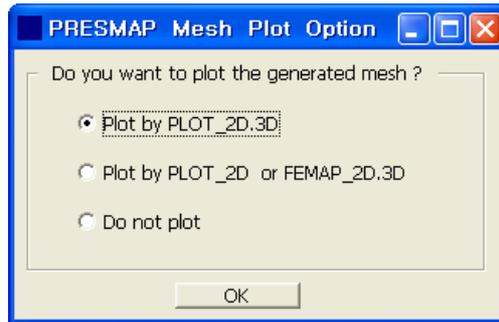


그림 8. PRESMAP Mesh Plot Option.

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.

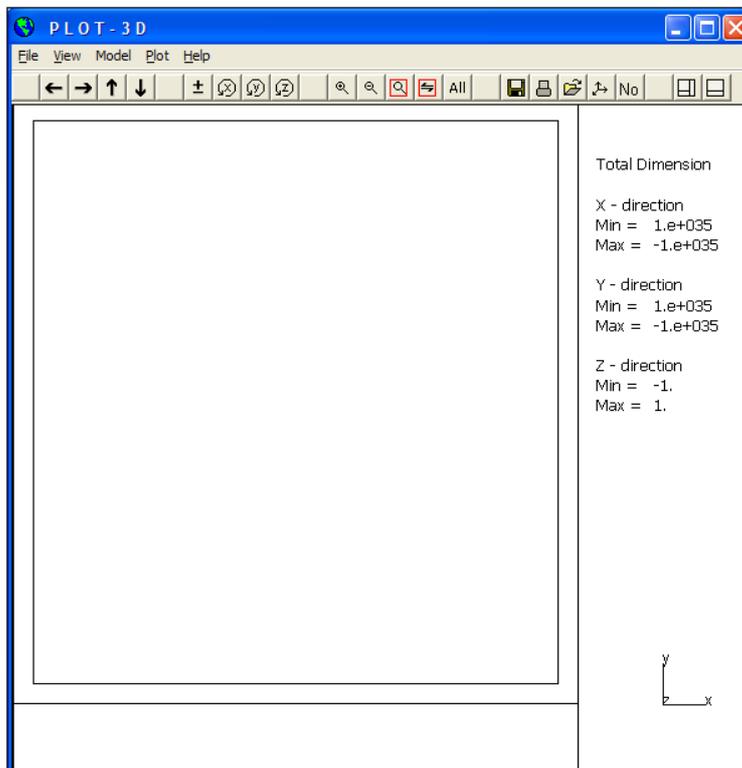


그림 9. Plot-3D 창

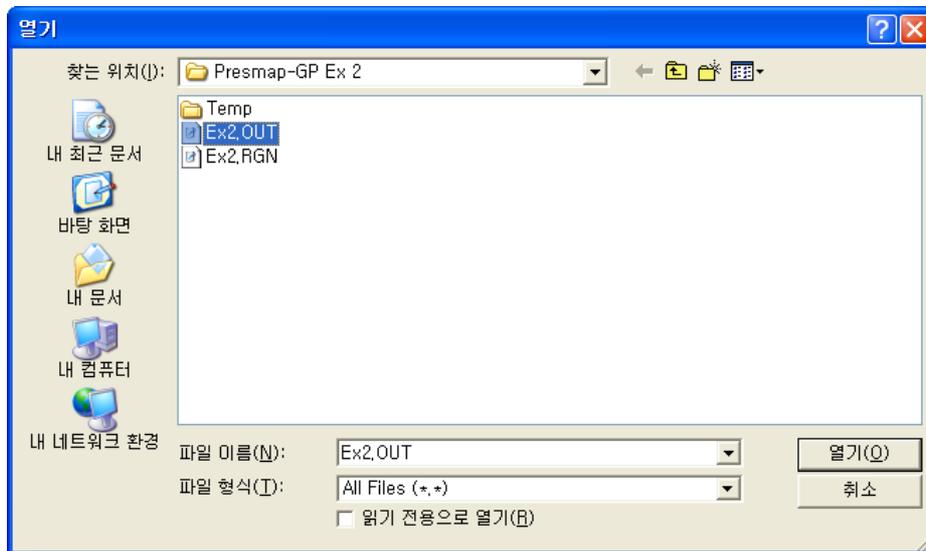


그림 10. Open 파일 입력 창

그림 11은 본 예제에 사용된 입체 Block No를 보여줍니다.

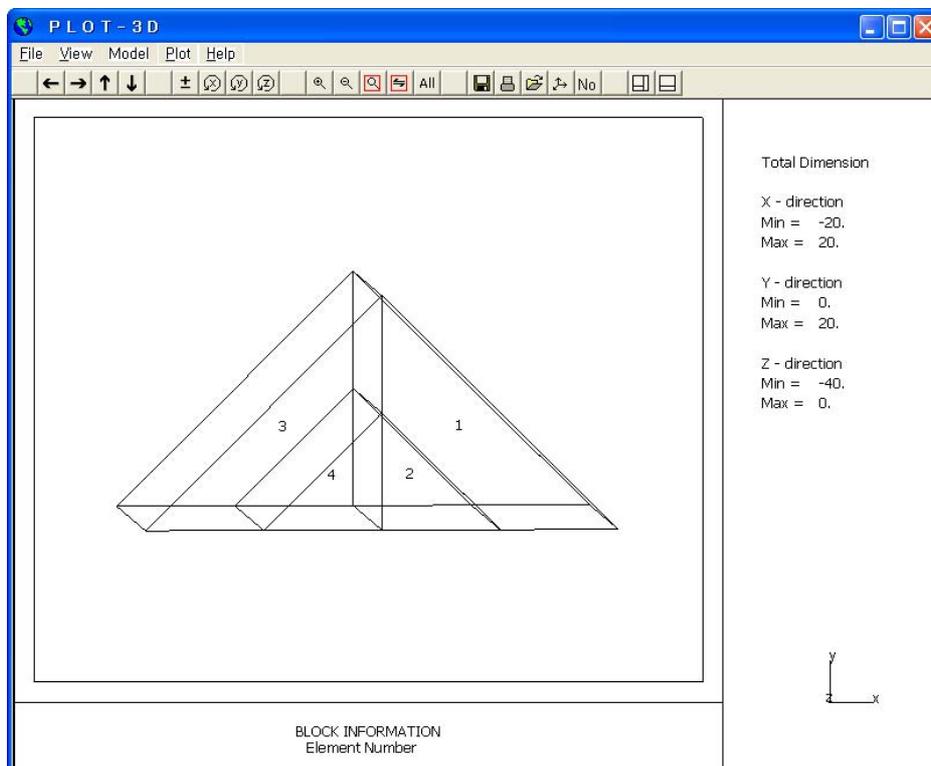


그림 11. 삼각형 및 사각형 입체 Block No.

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.

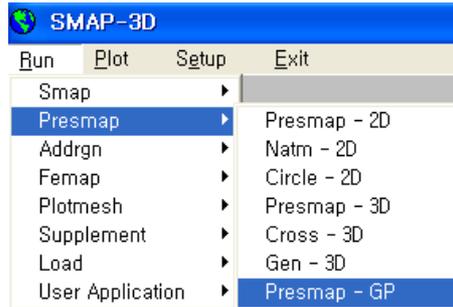


그림 12. PRESMAP-GP 프로그램 실행

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.

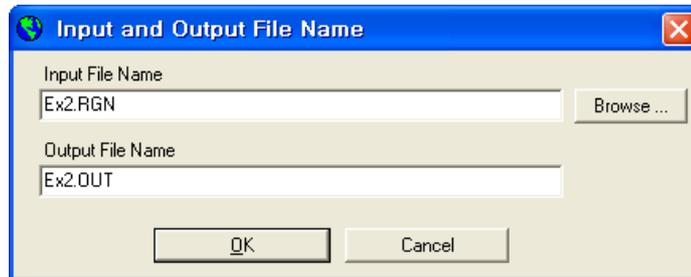


그림 13. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

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.

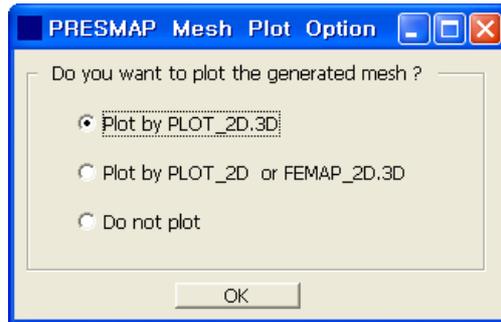


그림 14. PRESMAP Mesh Plot Option.

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.

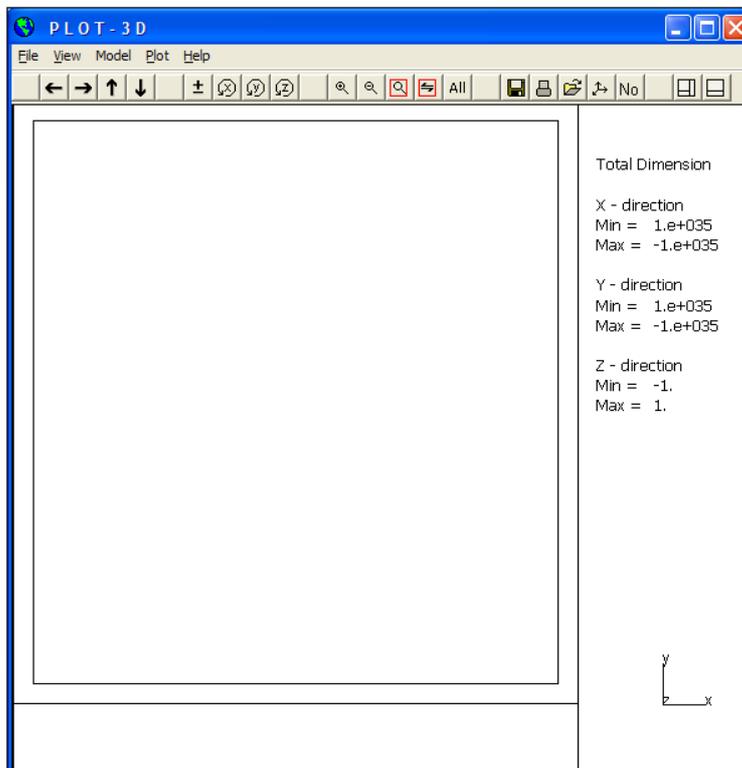


그림 15. Plot-3D 창

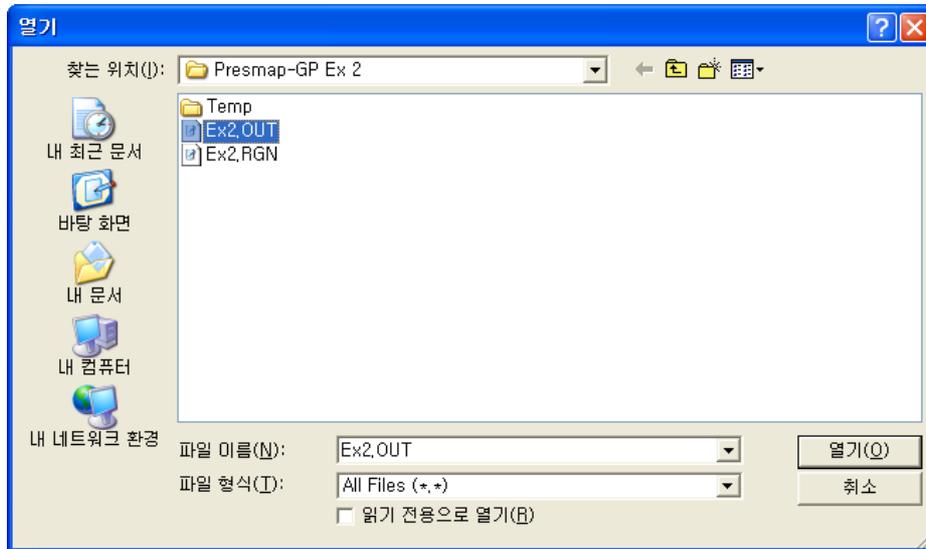


그림 16. Open 파일 입력 창

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.

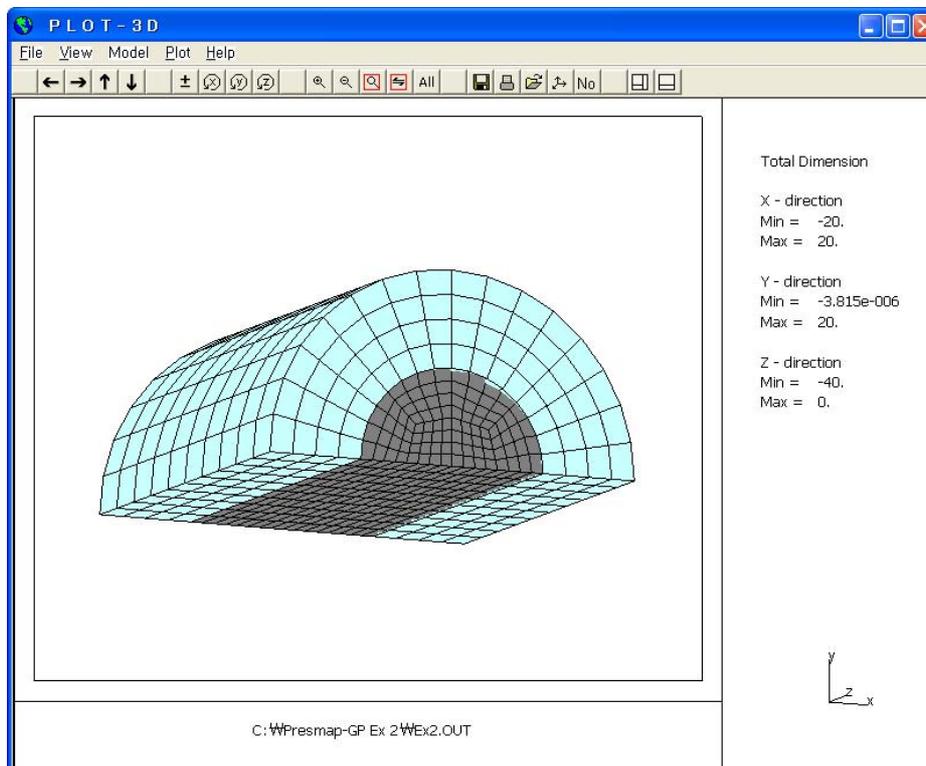


그림 17. 자동생성 된 전체 유한요소망

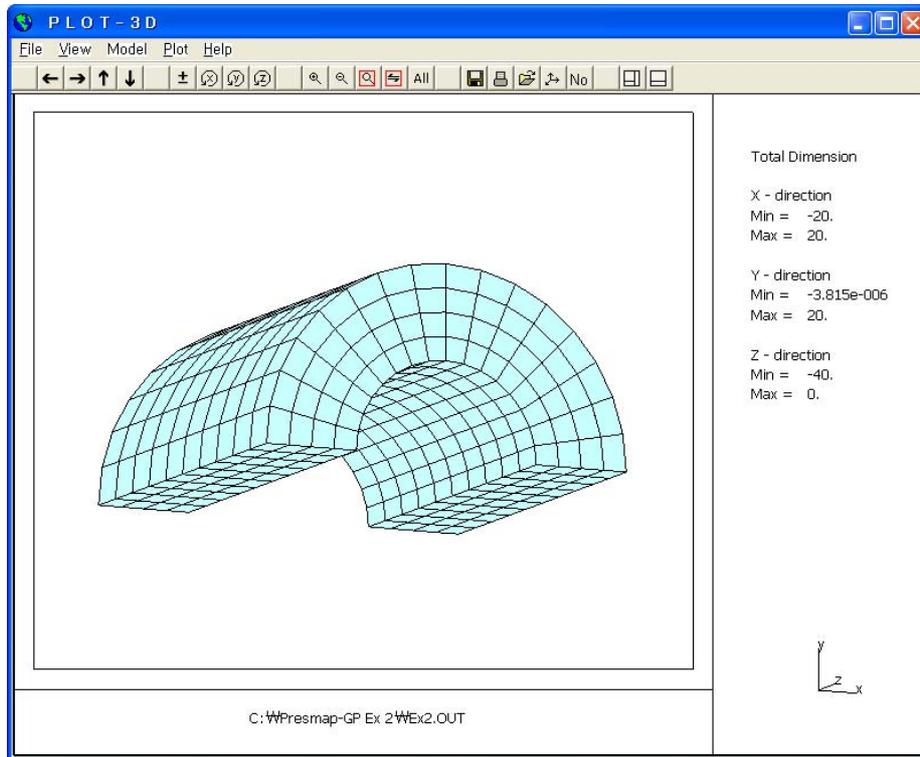


그림 18. 자동생성 된 유한요소망 (MATNO=1)

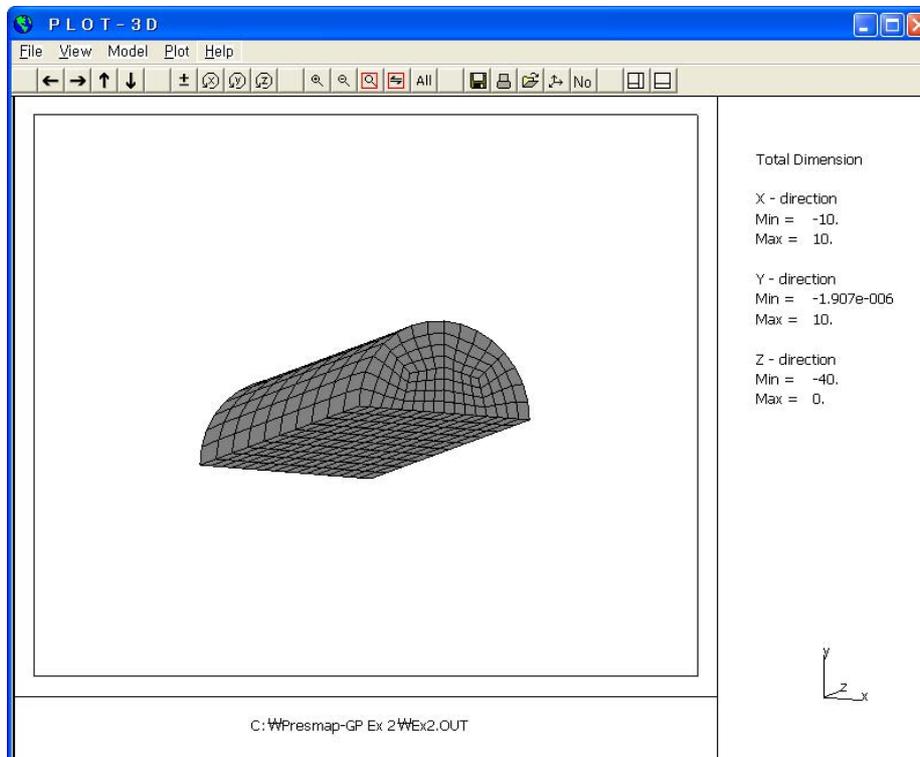


그림 19. 자동생성 된 유한요소망 (MATNO=2)

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	IEX : Slip의 X방향 자유도
ISY : 골격의 Y방향 자유도	IEY : Slip의 Y방향 자유도
ISZ : 골격의 Z방향 자유도	IEZ : Slip의 Z방향 자유도
IFX : 간극수의 골격에 대한 X방향 자유도	
IFY : 간극수의 골격에 대한 Y방향 자유도	ISX, ISY, ISZ, IFX, IFY, IFZ, IRX, IRY,
IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z방향 자유도	IRZ, IEX, IEY, IEZ
IRX : X축에 대한 회전 자유도	= 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨.
IRY : Y축에 대한 회전 자유도	= 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.
IRZ : Z축에 대한 회전 자유도	

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.

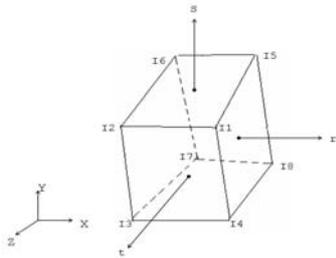


그림 20. 연속체 요소 Index.

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.

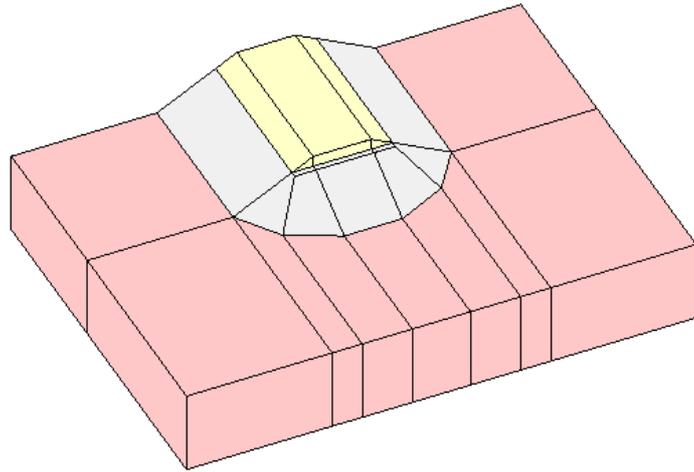


그림 1. Block 개략도

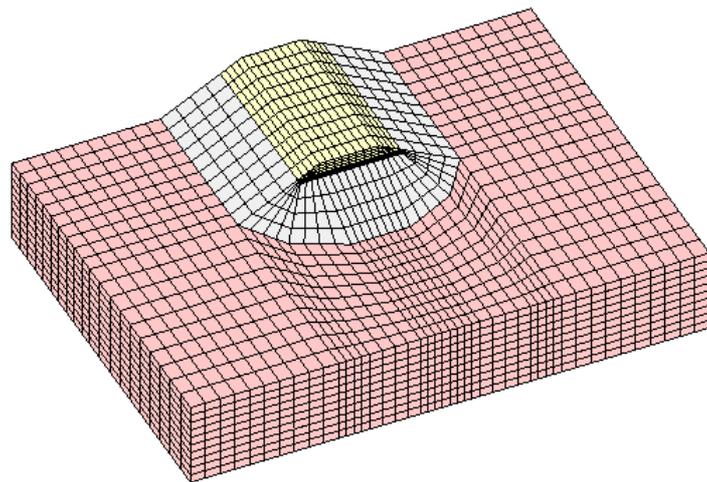


그림 2. 전체 Mesh

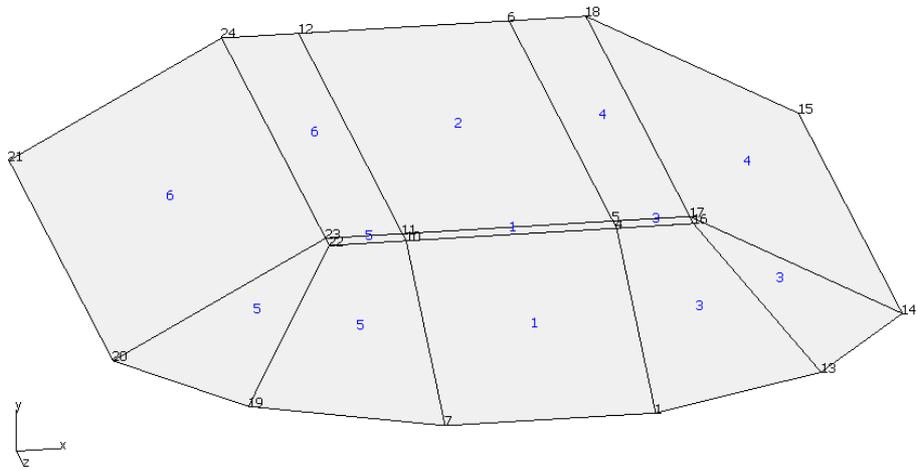


그림 3. 하부토층 Block No 1~6 (MATNO=1)

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.

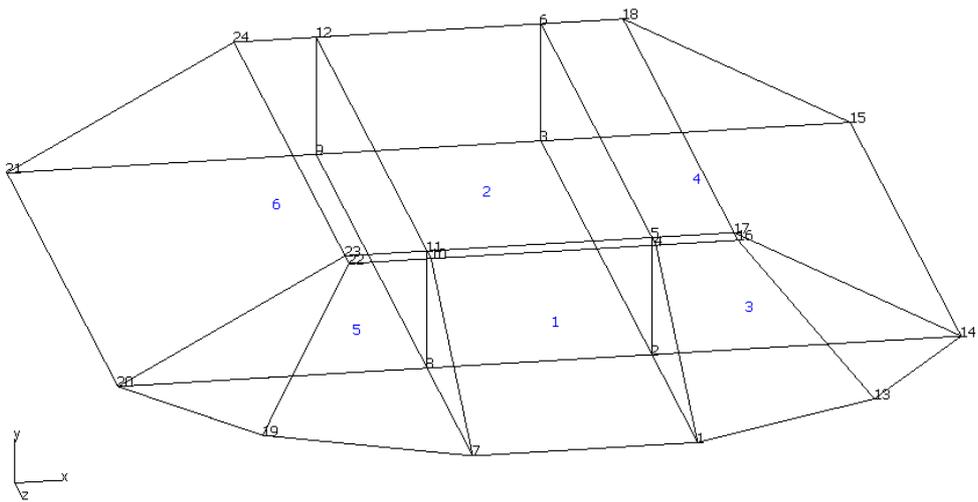


그림 4. 하부토층 Block 1~6 상세도

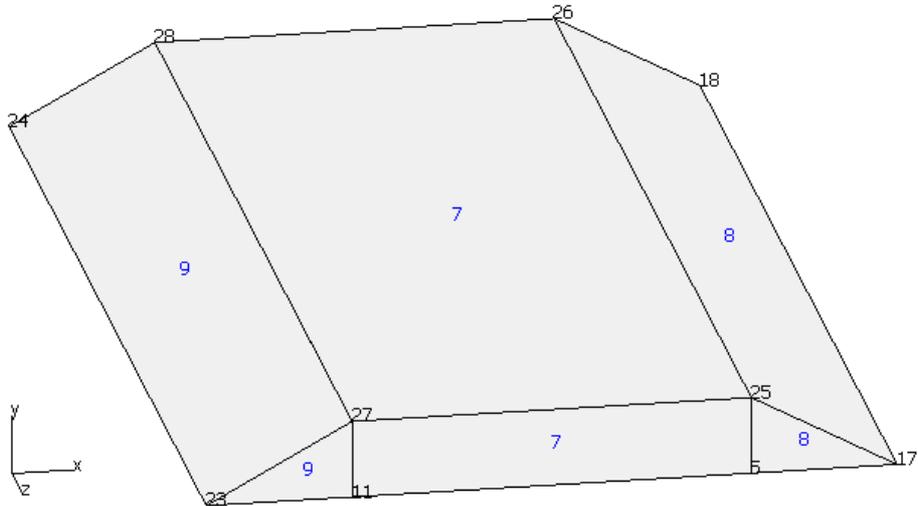


그림 5. 상부토층 Block No 7~9 (MATNO=2)

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.

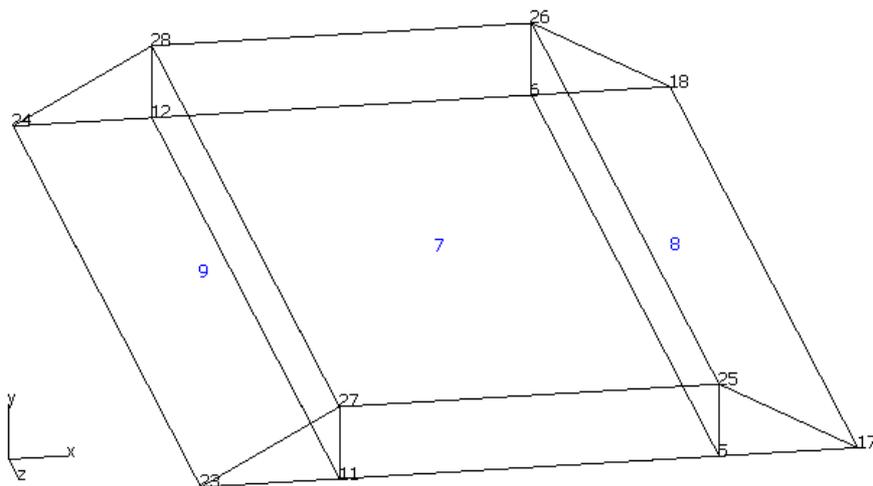


그림 6. 상부토층 Block 7~9 상세도

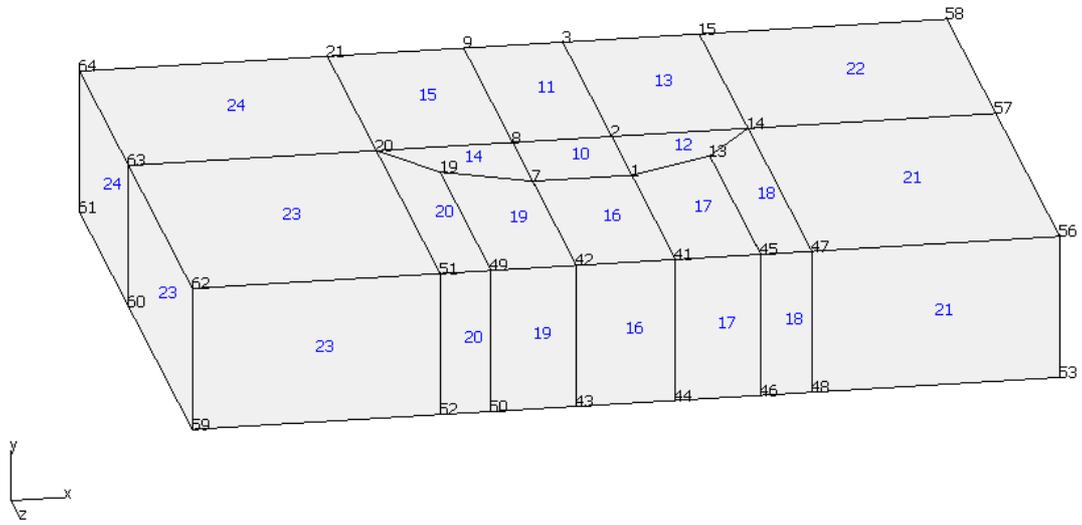


그림 7. 암반층 Block No 10~24 (MATNO=4)

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.

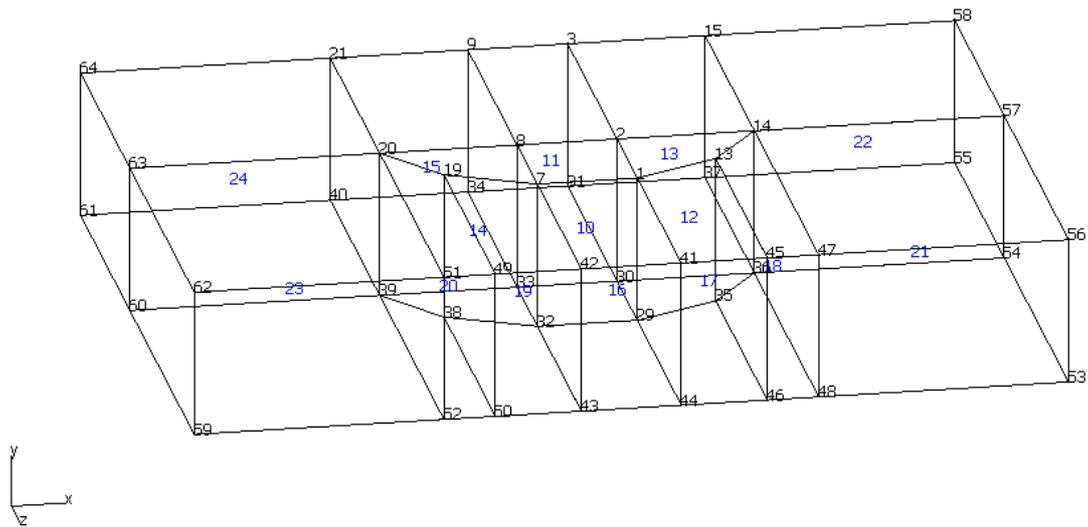


그림 8. 암반층 Block 10~24 상세도

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
    
```

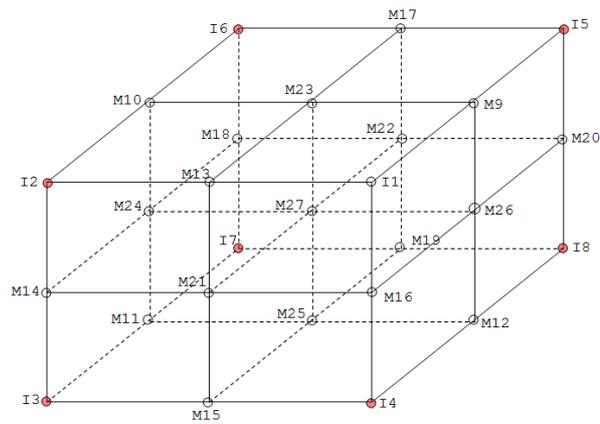


그림 9. 사각형 입체 Block Index.

- ◆ 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

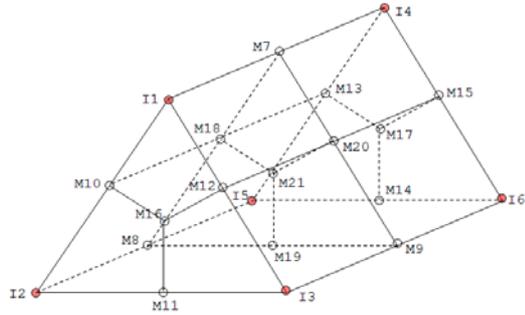


그림 10. 삼각형 입체 Block Index

- ◆ 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 : 뒷면(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.

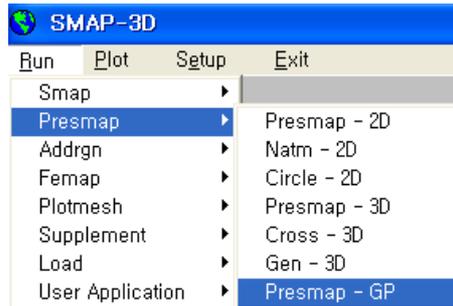


그림 11. PRESMAP-GP 프로그램 실행

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.

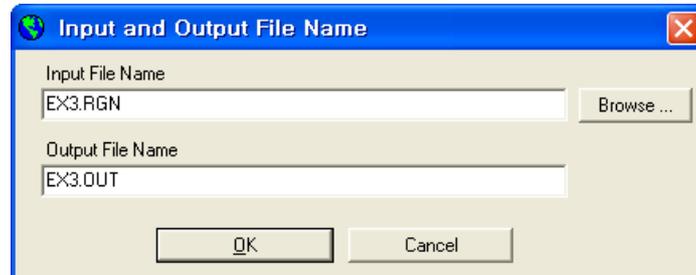


그림 12. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

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.

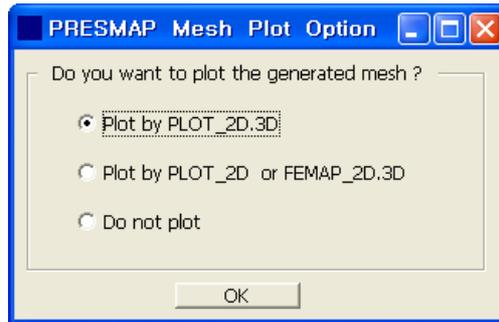


그림 13. PRESMAP Mesh Plot Option.

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.

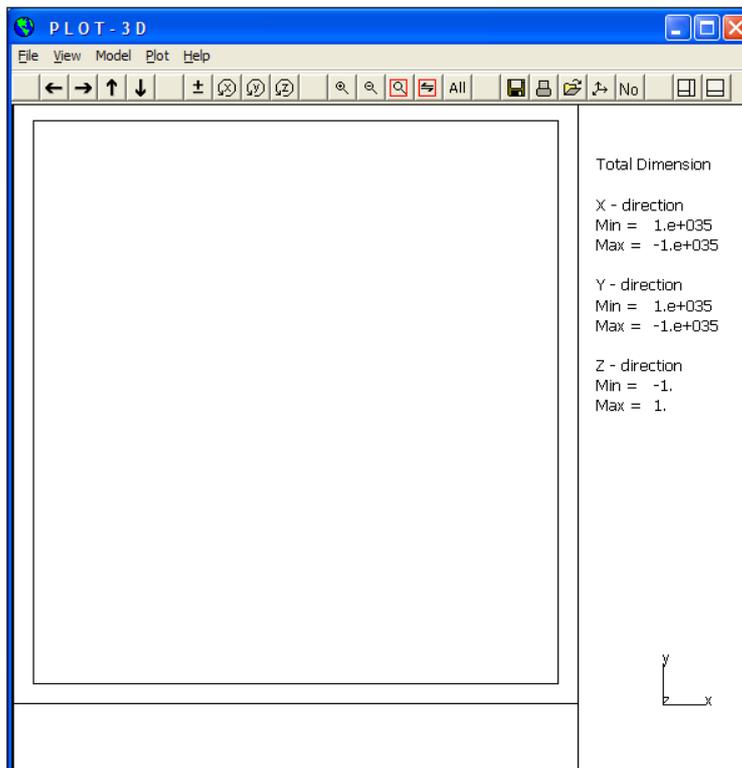


그림 14. Plot-3D 창

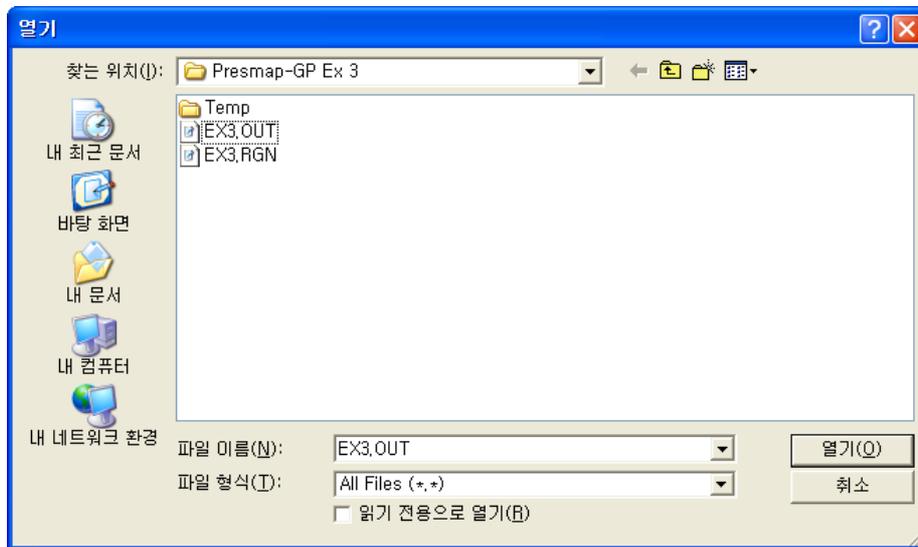


그림 15. Open 파일 입력 창

그림 16은 본 예제에 사용된 전체 Block Diagram을 보여줍니다.

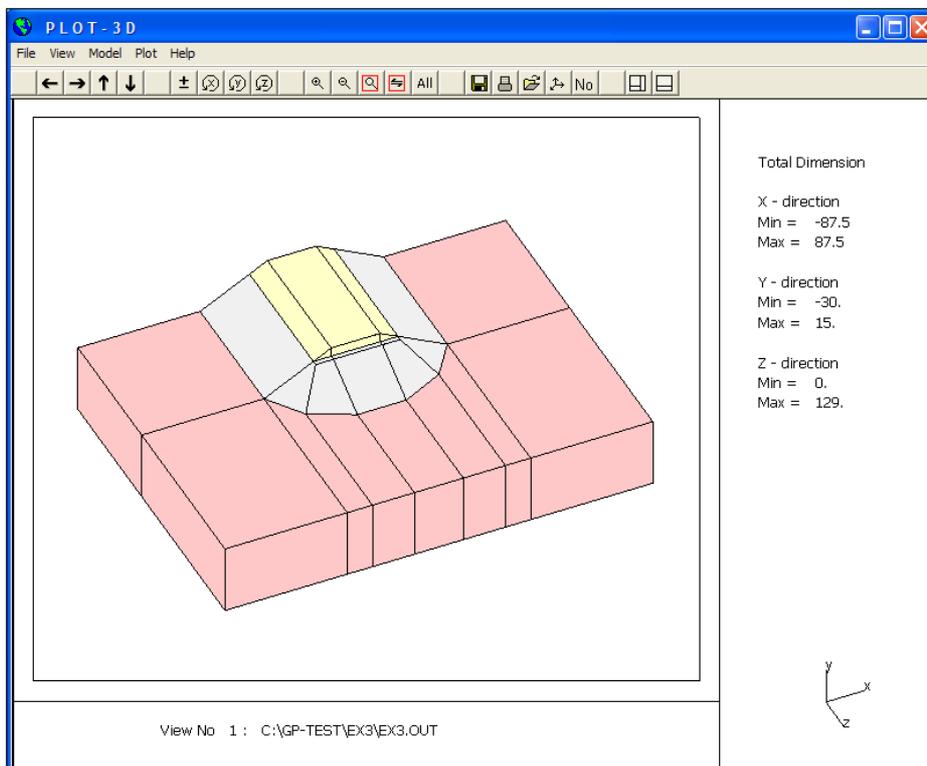


그림 16. 전체 Block Diagram

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.

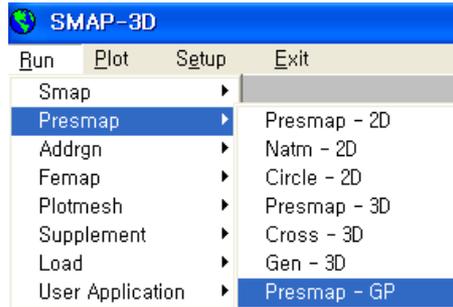


그림 17. PRESMAP-GP 프로그램 실행

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.

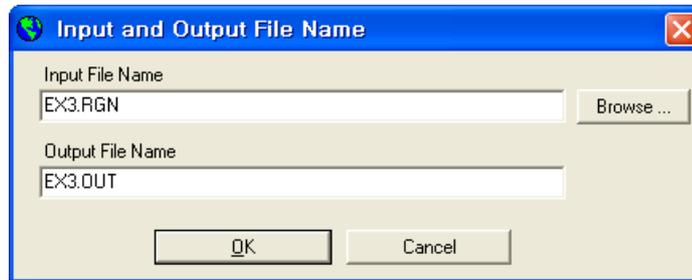


그림 18. PRESMAP-GP Input 및 Output 파일 입력 창

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.

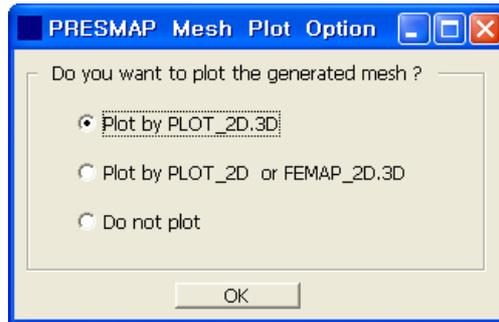


그림 19. PRESMAP Mesh Plot Option.

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.

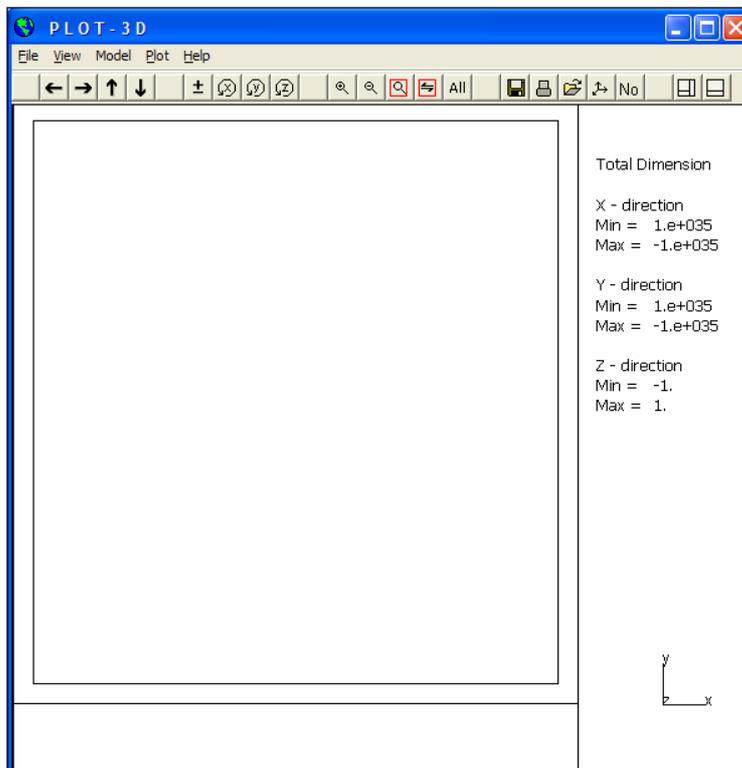


그림 20. Plot-3D 창

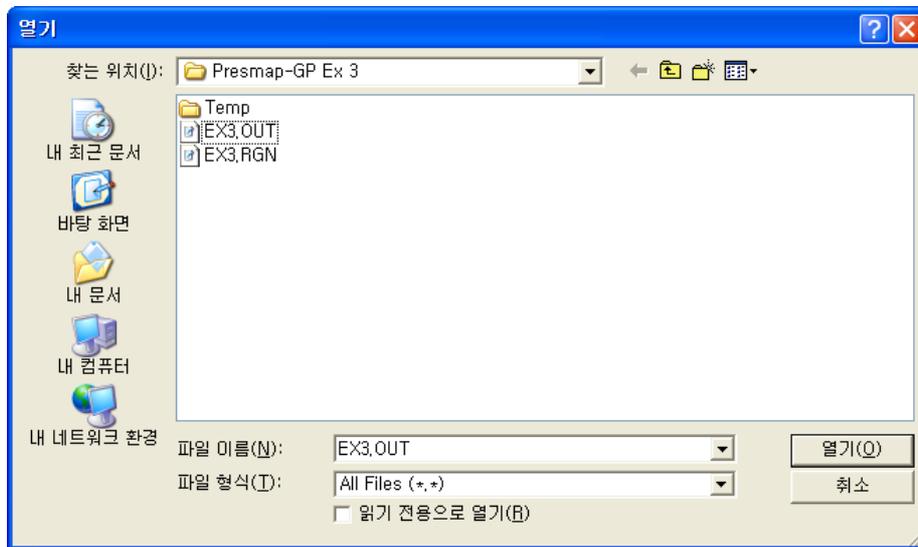


그림 21. Open 파일 입력 창

그림 22는 자동생성 된 전체 유한요소망을 보여줍니다. 그림 23은 상부 및 하부 성토층 유한요소망을 나타내고 그림 24는 암반층 유한요소망을 나타냅니다.

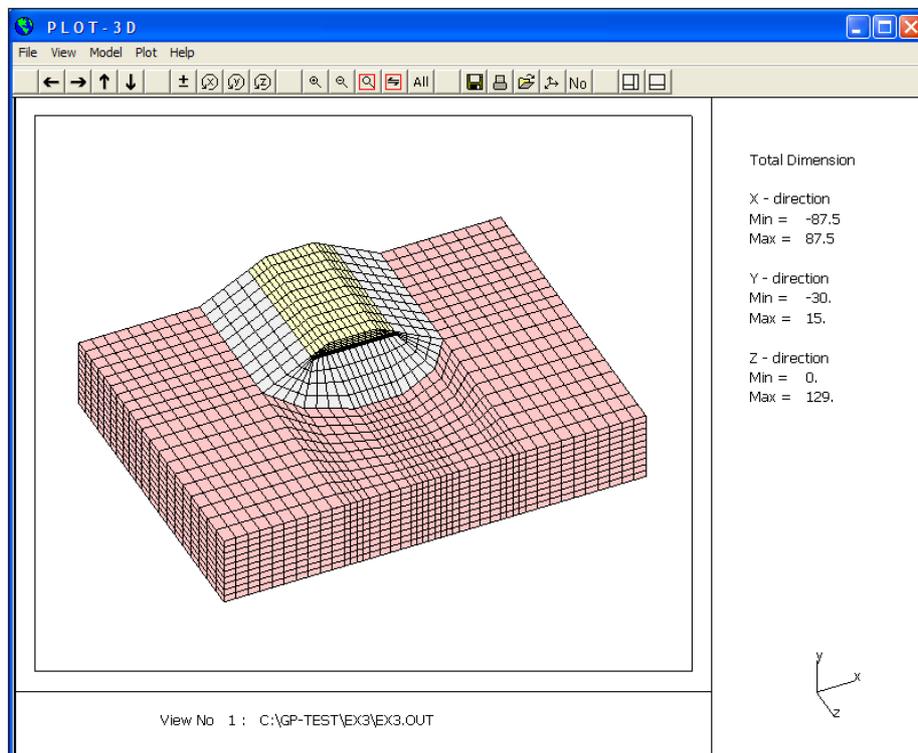


그림 22. 자동생성 된 전체 유한요소망

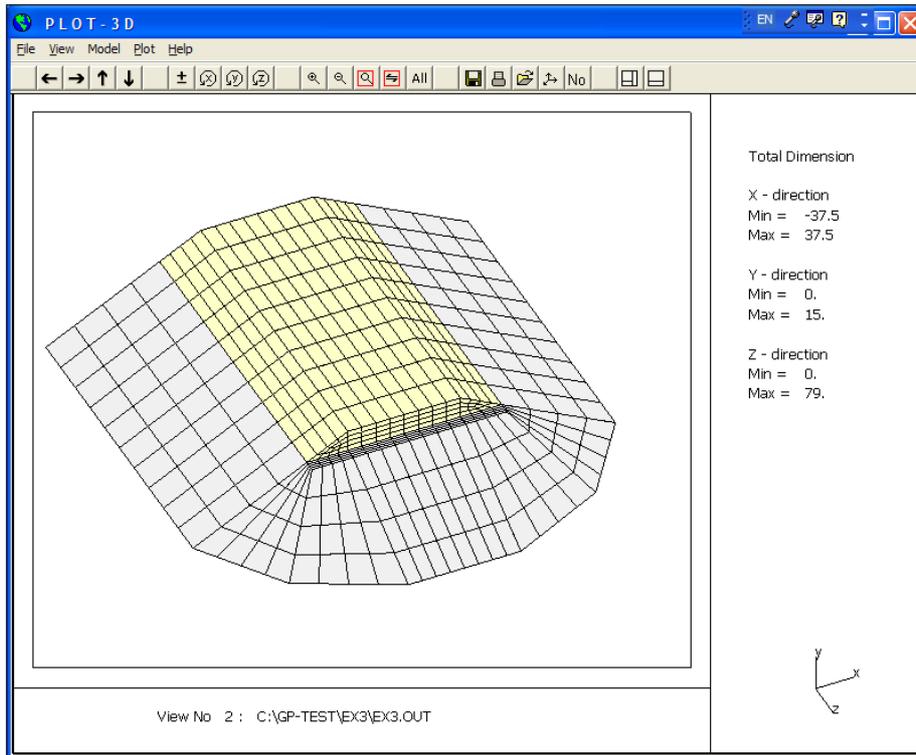


그림 23. 상부 및 하부 토층 유한요소망 (MATNO=1,2)

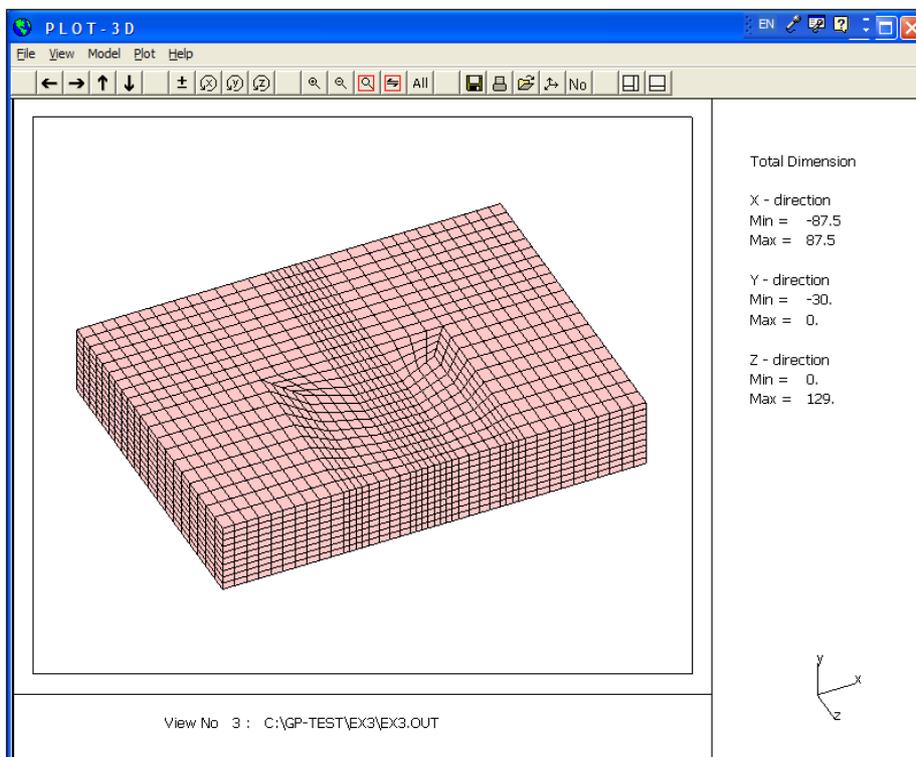


그림 24. 암반층 유한요소망 (MATNO=4)

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	IEX : Slip의 X방향 자유도
ISY : 골격의 Y방향 자유도	IEY : Slip의 Y방향 자유도
ISZ : 골격의 Z방향 자유도	IEZ : Slip의 Z방향 자유도
IFX : 간극수의 골격에 대한 X방향 자유도	IRX, IRY, IRZ, IEX, IEY, IEZ
IFY : 간극수의 골격에 대한 Y방향 자유도	
IFZ : 간극수의 골격에 대한 Z방향 자유도	= 0 : 지정된 방향으로의 움직임이 허용됨. = 1 : 지정된 방향으로의 움직임이 고정됨.
IRX : X축에 대한 회전 자유도	
IRY : Y축에 대한 회전 자유도	
IRZ : Z축에 대한 회전 자유도	

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.

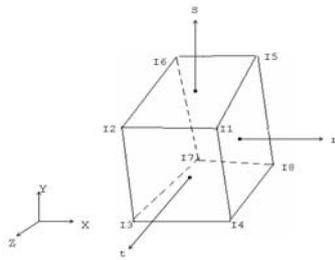


그림 25. 연속체 요소 Index.

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			COORDINATES									
NODAL	BOUNDARY CONDITIONS										&				
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