SAP2000 MANUAL

[국립서울산업대학교 구조공학과 구조응력실험실]

개발사(CSI사) 소개

※ 개발사 : CSI (COMPUTERS & STRUCTURES, INC.)사

미국 캘리포니아주 BERKELEY

Dr. EDWARD L. WLSON 교수

/ U.C.BERKELEY 대학교

Web : www.csiberkeley.com

※ SAP2000 매뉴얼 (총6권)

▶ Analysis Reference

Vol Ⅰ : 이론 및 기능 상세 설명

Vol Ⅱ : 입력 데이터 형식 설명

▶ Getting Started and Basic Analysis Reference

▶ Steel & Concrete Design Manual

▶ Verification Manual

▶ Three Dimensional Analysis of Structure

SAP2000 제품군

■ SAP2000 Standard

- Capacity : 1500 Nodes
- Analysis : 선형 정적 및 동적 해석 (고유치, 응답 스펙트럼, 시간이력)
- Element : Frame, Shell
- Design : 철골부재설계～AISC-ASD 89, AISC-LRFD 93, BS5950 90, CISC 95, EUROCODE 3-1992,
  R.C부재설계～ACI 318-95, BS8110 89, CAN3-A23.2-M84, EUROCODE 2-1991
- 이동하중을 고려한 교량해석

■ SAP2000 Plus

- Capacity : No Practical Limit
- Analysis : 선형 정적 및 동적해석(고유치, 응답 스펙트럼, 시간이력)
- Element : Frame, Shell, Plane, Solid, Asolid
- Design : 철골부재설계～AISC-ASD 89, AISC-LRFD 93, BS5950 90, CISC 95, EUROCODE 3-1992,
  R.C부재설계～ACI 318-95, BS8110 89, CAN3-A23.2-M84, EUROCODE 2-1991
- 이동하중을 고려한 교량해석

■ SAP2000 Nonlinear

- Capacity : No Practical Limit
- Analysis : 정적, 동적 응답 스펙트럼, 교량과 동적 비선형 시간이력 해석
- Element : Frame, Shell, Plane, Solid, Asolid, NLLINK
- Design : 철골부재설계～AISC-ASD 89, AISC-LRFD 93, BS5950 90, CISC 95, EUROCODE 3-1992,
  R.C부재설계～ACI 318-95, BS8110 89, CAN3-A23.2-M84, EUROCODE 2-1991
- 이동하중을 고려한 교량해석

■ SAP2000 Education

- Capacity : 30 절점
- Analysis : 선형 정적 및 동적해석(고유치, 응답 스펙트럼, 시간이력)
- Element : Frame, Shell, Plane, Solid, Asolid
- Design : 철골부재설계～AISC-ASD 89, AISC-LRFD 93, BS5950 90, CISC 95, EUROCODE 3-1992,
  R.C부재설계～ACI 318-95, BS8110 89, CAN3-A23.2-M84, EUROCODE 2-1991
- 이동하중을 고려한 교량해석

SAP2000 추가된 기능

■ 일반적 기능

▶ WINDOWS 95/NT VERSION → 32 bit 소프트웨어, 속도향상

▶ 다양한 출력기 지원

▶ ONE STOP 계산 → 그래픽 모델링, 해석, 그래픽결과분석 및 부재 설계과정의 통합처리

▶ AutoCAD DXF 인터페이스 (Import & Export)

▶ 임의의 치수사용 → 무게 및 길이에 대한 단위를 작업과정 중 임의로 선택

▶ ON-LINE HELP

① 문자 및 화상에 의한 기능기술

② 목차, 색인, 단어 찾기에 의한 빠른 검색

■ PRE-PROCESSOR (그래픽 모델링 기능)

▶ 막강한 TEMPLATE기능

건물, 교량, 슬래브, 송전탑, 원통 및 구형탱크 데이터베이스/TEMPLATE중첩 가능

▶ 다중화면(MULTI VIEW WINDOWS) → 화면들간의 연계(동시 생성, 삭제, POINTS)

▶ GRIDLINE → 현상의 생성, 변경, 관찰에 도움

▶ 확대(ZOOM IN), 축소(ZOOM OUT), 이동(PAN)

▶ QUICK VIEW 및 단층 단면도

① 2D, XY, YZ, ZX 평면에 대한 빠른 도식

② GRIDLINE을 통한 단층 도식

▶ QUICK DRAW FRAME & SHELL

→ GRID를 통한 FRAME 및 SHELL 요소의 빠른 해석

▶ VIEW

① 3차원의 자유로운 VIEW POINT설정

② 임의의 VIEW POINT저장 (NAMED VIEW)

▶ 선택(SELECT) 및 선택 취소 (UNSELECT)

① POINT, WINDOWS, INTERSECTING LINE, ALL, PREVIOUS

② XY, XZ, YZ평면, GROUP, FRAME & SHELL SECTIONS NLLINK PROPERTIES

NLLINK PROPERTIES, CONSTRAINT

③ 물성치, 하중, 경계조건 재하시 대상지정

④ 절점이동 및 삭제, 부재 분할 및 삭제시 대상지정

▶ 선택부재만 도식 (SHOW SELECTION ONLY)

▶ UNDO(실행취소) 및 REDO(재실행)

① 횟수 제한 없음

② 형상 생성 및 삭제에만 영향

▶ COPY, CUT, PASTE

① COPY : 모델의 일부분을 BUFFER에 저장

② CUT : 모델의 일부분을 삭제 후 BUFFER에 저장

③ PASTE : 현 좌표계를 기준하여 BUFFER에 저장된 내용을 직교이동 복사

▶ 다중 직교 및 원통좌표계

→ 여러개의 직교좌표뿐 아니라, 원통 좌표계를 사용하여 형상 생성 및 복사

▶ 반복생성(REPLICATE)

① LINEAR : 현 좌표계에 기준한 직교 이동 다중 복사

② RADIAL : 현 좌표계에 기준한 회전 이동 다중 복사

③ MIRROR : 현 좌표계에 기준한 면대칭 복사

▶ FRAME 요소의 분할 (DIVIDE FRAME) 및 연결(JOIN FRAME)

① 개수 및 비율분할

② 교차분할(INTERSECTION) : FRAME & FRAME, FRAME & JOINT

③ 선택한 FRAME을 연결

▶ SHELL요소의 분할(MESH SHELL)

① LOCAL 1,2 방향에 대한 개수 분할

② SHELL EDGE상의 절점에 의한 분할

③ GRID의 격자에 의한 분할

▶ 절점의 이동

→ 절점의 이동을 통하여 요소의 이동 및 형상변경

▶ 절점 및 부재의 중첩(MERGE)

① TOLERANCE(DEFAULT=1 inch)내의 절점은 자동 중첩

② 같은 절점 연결성을 가지는 부재 자동 중첩

▶ FRAME요소 좌표계의 간편성

① DEFAULT 배치

기둥 H빔 및 브레이스는 FLANGE가 하늘(Z)방향으로 배치

② ANGLE에 의한 간편한 변화

▶ SHELL 요소 좌표계의 간편성

① DEFAULT 배치

절점 연결순서나 요소 모양에 관계하지 않고 현 좌표계와 일치

② ANGLE에 의한 간편한 변화

▶ 단면모양을 표현한 도식(EXTRUSION)

① H, DOUBLE ANGLE, CHANNEL, 직사각형 단면에 대한
등단면 및 부등단면에 대한 실지모양 도식

② 시각적인 부재 재배치 및 확인

▶ 문자 LABEL

→ 절점, 부재, 물성치 및 하중 등에 대해서 숫자라벨 뿐 아니라,
문자라벨 표시로 결과 분석 시 이해력 증대
예) 1STG5(1층 5번째 거더), 5THC8(5층의 8번째 기둥)

▶ QUICK INFORMATION

① 마우스 오른쪽 버튼에 의한 절점 선택으로 절점 번호, 좌표, CONSTRAINT
RESTRAINT, 국부좌표, 하중 등 모든 정보 축출 → 이때 절점번호 및 좌표변경 가능

② 요소에 대한 요소번호, 절점 연결성, 국부좌표, 물성치, 단부 이완,
RIGID END OFFSET 등의 정보 축출

■ 해석

▶ 절점의 국부 좌표계

→ 절점에 대한 국부 좌표계 정의로 경사된 절점력, 경계조건, 스프링, 질량 입력 가능

▶ SHELL요소에 대한 면외 전단력 (V13, 23)

→ MIDDLE POINT가 아닌, CORNER POINT에서 출력

▶ SHELL 요소에 대한 UNIFORM LOAD

① SAP90에서는 POTENTIAL 데이터블록에서 요소 면에 수직방향(LOCAL 3)으로
절점에만 재하

② SAP2000에서는 요소 좌표계 (LOCAL 1, 2, 3)뿐 아니라,
전체 좌표계 (GLOBAL X, Y, Z)에 대한 부재 재하

▶ Pressure : 포텐셜 하중(판에 수직한 하중)

▶ JOINT PATTERN

→ 절점의 좌표(X, Y, Z)값에 의한 방정식(AX+BY+CZ+D)을 만들어 절점 압력 재하

▶ Nonlinear Analysis

① 구조 비선형을 고려한 해석 가능
예) Uniaxial Damper, Uniaxial Gap,
Uniaxial Plasticity Element
Biaxial Hysteretc isolator Element
Biaxial Friction Pendulm Isolator Element

② NONLINEAR TIME HISTORJ ANALYSIS

▶ CONSTRAINT

① RIGID BODY : 강체 거동, SHELL의 편심 연결

② WELD : 강체 거동의 집합, 하나의 구조물에 대해 분리모델

③ DIAPHRAME : IN-PLANE 강성이 무한대(RIGID MEMBERANCE 변형)
빌딩슬래브 및 교량상판

④ PLANE : 높이에 있어 단계가 있는 슬래브

⑤ PLATE : OUT-OF-PLANE 강성이 무한대 (RIGID BENDING변형)
SOLID에 FRAME이나 SHELL요소 연결 시

⑥ ROD : RIGID AXIAL DEFORMATION, 빌딩 슬래브 2차원 해석

⑦ BEAM : RIGID BENDING DEFORMATION

⑧ EQUAL : 변위가 같거나 반대부호, 슬래브의 EXPANSION JOINT

⑨ LOCAL : 임의의 국부 좌표에 대해 변위가 같거나 반대부호
축 대칭 및 CYCLIC SYMMETRIC

■ POST-PROCESSOR (그래픽 후처리)

▶ GROUP POINT FORCE

임의의 절점을 GROUP으로 정의하면 절점 집합체(GROUP)에 대한 합력출력 (전체좌표계)

▶ MULTI WINDOW

다중화면을 통해 다른 VIEWPOINT에서 결과치 동시 도식

▶ MULTI OPERATION

서로 다른 문제를 동시에 운영

▶ QUICK INFORMATION

마우스 오른쪽 버튼을 통하여 절점의 변위, 반력 및 스피링력 축출

부재에 대한 응력 및 부재력 화상도식

▶ SET OUTPUT TABLE MODE

마우스 오른쪽 버튼을 통하여 절점의 변위, 반력 및 스프링 축출

부재에 대한 응력 및 부재력치 축출

▶ 사용자정의 결과 출력파일(.OUT)

기존의 F3F , FEF, SOL, DSP 파일로 분리 생성되었던 결과파일이 OUT파일로 통합

원하는 시점에 사용자의 선별출력

▶ 하중치, 모멘트도, 전단력도, 반력도에서의 숫자표시

▶ 비디오 출력

정해석의 변형도에 대한 ANIMATION화상 및 시간이력해석의 HISTORY화상을 실시간

으로 AVI파일생성

▶ SHELL요소에서 응력 및 내력 동시 출력

▶ 재료비선형에 의한 시간이력해석

① GAP : 틈이 있고 압축력만 전달

② HOOK : 인장력만 전달

③ DAMPER : 속도에 비례하여 반력발생

④ PLASTIC : HARDENING을 고려한 탄소성재료

⑤ ISOLATOR : 지진에 의한 지반 진동으로부터 구조물을 단락

UBC94규준에서 BASE ISOLATION고려

▶ FNA (FAST NONLINEAR ANALYSIS)이론

① 비선형 동적해석은 많은 계산시간 요구

② WILSON교수는 보다 빠른 해석이론 제시

■ 부재 설계

▶ 철골부재에 대한 최적단면 선택

▶ P-M상관도 도식

▶ R.C단면에 대한 배근 단면도 도식

▶ QUICK INFORMATION

목 차

Ⅰ. Coordinate System

Ⅱ. Frame Element

Ⅲ. Shell Element

Ⅳ. Solid Element

Ⅴ. Asolid Element

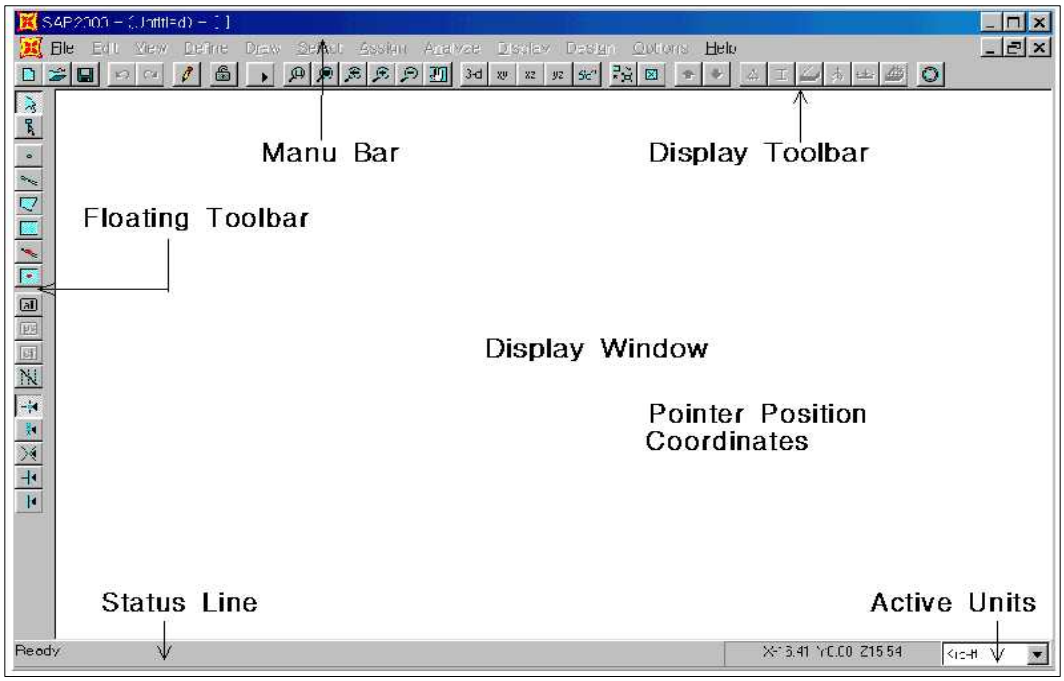
Ⅵ. SAP2000 MENU

1. FILE 메뉴.....
2. EDIT 메뉴.....
3. VIEW 메뉴.....
4. DEFINE 메뉴.....
5. DRAW 메뉴.....
6. SELECT 메뉴.....
7. ASSIGN 메뉴.....
8. ANALYZE 메뉴.....
9. DISPLAY 메뉴.....
10. DESIGN 메뉴.....
11. OPTIONS 메뉴.....
12. ICON 소개.....

Ⅶ. 예 제

※ SAP2000 Screen

SAP2000의 그래픽 유저 인터페이스는 다음과 같이 화면을 통해 나타난다. 이러한 인터페이스는 다음과 같은 부분으로 나누어져있다.



▶ Main Window

Main Window는 그래픽 유저 인터페이스의 모든 부분을 포함하고 있다. Main Window는 이동 , 크기의 조정(Maximize, Minimize) 등 표준 Window의 기능을 모두 수행한다. Main Window 맨 위의 Title bar 에는 프로그램 이름과 현재 작업중인 모델의 이름이 나타나 있다.

▶ Menu Bar

Menu Bar 에는 SAP2000상에서 실행이 가능한 대부분의 기능을 포함하고 있다.

▶ Main Toolbar

이 Main Toolbar에는 모델을 바꾸는데 자주 사용되는 기능들 (특히 Viewing Option)에 대한 단축 아이콘이 들어있다. Main Toolbar의 기능들은 대부분은 Menu Bar에서 실행할 수 있다.



▶ Floating Toolbar

Floating Toolbar에는 모델을 바꾸는데 자주 사용되는 기능들(특히 Viewing Option)에 대한 단축 아이콘이 들어 있다. Floating Toolbar의 대부분의 기능들은 Menu Bar에서 실행할 수 있다. Floating Toolbar의 위치와 모양은 마우스의 왼쪽 버튼을 눌러서 바꿀 수 있다.

▶ Display Windows

Display Windows는 구조물의 기하학적 형상, 단면의 특성, 하중, 그리고 해석 결과 등을 보여준다.

사용자는 1개에서 4개까지의 Display Window를 선택할 수 있다. 각각의 Window는 View Orientation, 출력타입, 그리고 출력 옵션을 가지고 있다. 예를 들면, Undeformed Shap을 임의의 한 Window에서 화면으로 출력하고, 다른 Window에서는 작용하중을, 세 번째 Window에서는 Deformed Shap을, 마지막으로 네 번째 Window에서는 설계 응력을 출력시킬 수 있다. 사용자는 4가지의 Undeformed Shap을, 마지막으로 네 번째 Window에서는 설계 응력을 출력시킬 수 있다. 사용자는 4가지의 Undeformed Shap을 선택할 수 있다.

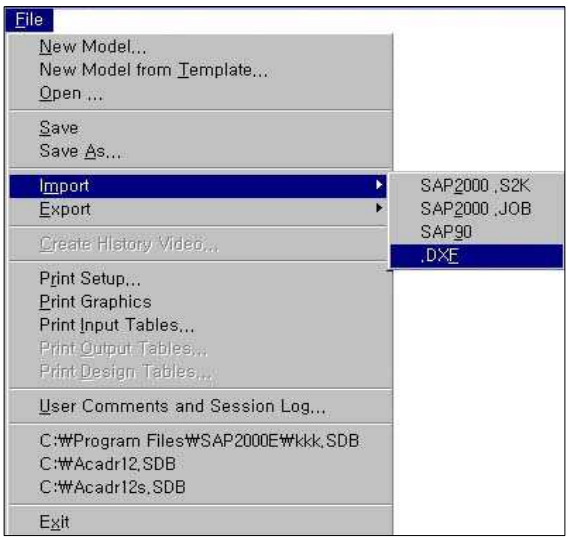
▶ Status Line

Status Line은 현재의 상태정보를 나타낸다. 우측하단에는 단위를 표시하거나 바꿀 수 있는 Box가 있고, 그 옆에는 마우스 또는 프린터가 현재의 위치하고 있는 좌표가 표시된다. 또한 Deformed Shap 이나 Mode Shap들이 나타날 때 필요한 Animation Control도 Status Line에 표시된다.



FILE MENU

File메뉴는 새로운 모델을 시작하거나(New Model..) , 기존의 모델링이된 구조물을 수정 또는 작업한 모델을 저장(Save) 그리고 해석한 결과의 출력 등을 위해 필요하다.



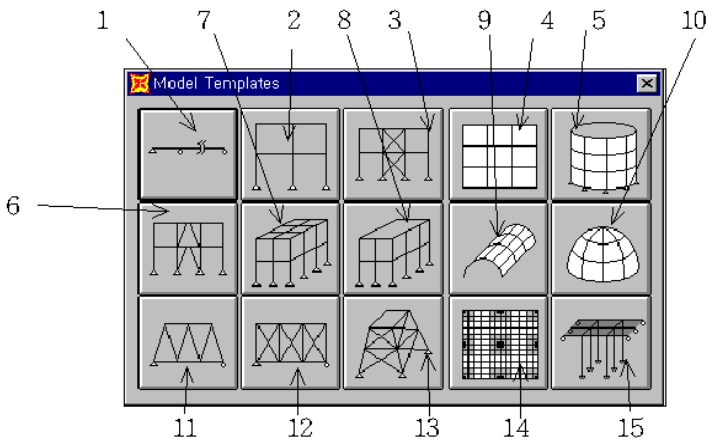
■ New Model..

새로운 모델링을 시작한다. 아래와 같이 좌표계를 설정하는 Dialog box가 뜨는데, SAP2000에서 좌표계는 모델링을 할 때 매우 중요한 역할을 하므로 모델에 적절하게 설정해주는 것이 좋다. 좌표계 설정을 끝내면 그에 맞는 grid가 형성된다.

■ New Model from Template

SAP2000은 아래그림과 같이 가지고 있는 몇 가지 형식(아래 그림과 같은 모델의 형식)의 모델들을 쉽게 불러다 쓸 수 있도록 지원이 되어있다. 자신의 모델이 Template가 지원하는 형태라면 작업은 아주 간단하게 끝낼 수 있겠다.

▶ New Model from Template



▶ New Model from Template의 각 구조물에 대한 Option 설명

1		2		3	
Beam		Portal Frame		Braced Frame	
Number of Spans	스판 수	Number of Storise	층 수	Number of Stories	층 수
Span Length	스판 길이	Number of Bay	경간 수	Number of Bays	경간 수
		Story Heigh	층 높이	Story Heigh	층 높이
		Bay Width	경간 길이	Bay Width	경간 길이

4		5		6	
Shear Wall		Cylinder		Eccentric Frame	
Number of Space along X	X방향의 Space 수	Number of circumferentia	원주의 수	Number of Stories	층수
Number of Space along Z	Z방향의 Space 수	Number of Hight Space	Space 높이의 수	Number of Bays	경간수
Space Width along X	X방향의 Space 길이	Cylinder High	원통의 높이	Story Hight	층높이
Space Width along Z	Z방향의 Space 길이	Radius	반경	Bay Width	경간길이
				Gap Width	틈길이

7		8		9	
Space Frame		Perimeter Frame		Barrel	
Number of Stories		Number of Stories		Number of circumferential Space	
Number of Bays along X		Number of Bays along X		Number of Spaces	
Number of Bays along Y		Number of Bays along Y		Span	
Story Heigh		Story Heigh		Radius	
Bay Width along X		Bay Width along X		Roll Down Angle	
Bay Width along Y		Bay Width along Y			

10		11		12	
Dome		Truss		Vertical Truss	
Number of circumferential Space		Number of Bay	경간 수	Number of Bay	경간 수
Number of Segments		Height of Truss	트러스의 높이	Heigh of Truss	트러스 높이
Radius		Truss Bay Length	트러스경간길이	Truss Bay Length	경간길이

13		14		15	
Space Truss		Floor		Bridge	
Number of Stories		Number of Spaces along X		Number of Spans	
Story Heigh		Number of Spaces along Y		Number of Girders	
Top Width along X		Space Width along X		Number of Columns	
Top Width along Y		Space Width along Y		Span Lengths	
Bottorn Width along X		Middle Strip Width along X		Girder Spacing	
Bottorn Width along Y		Middle Strip Width along Y		Column Spacing (normal to girder)	
				Column High	
				Skew Angle	

■ Open

이미 만들어진 SAP2000용 통합파일(*.SDB)을 불러온다.

■ Import

SAP2000형식(*.SDB)이 아닌 model을 불러올 수 있다. 불러올 수 있는 형식은 아래와 같다.

SAP2000 .S2K : SAP2000 Text Data File, preprocessor를 이용하지 않고 기존의 SAP90에서 와 마찬가지로 Text Editor (=Utra Edit, Word Pad 등 편집 프로그램) 등에서도 Modeling이 가능

SAP2000 .JOB : SAP2000 작업상태의 하나인 *.JOB파일을 불러올 때

SAP90 : SAP90 Input Data File

*. DXF : AutoCAD에서 만들어진 DXF파일

■ Export

모델링을 다른 형식의 파일로 저장할 수 있다.

.DXF : AutoCAD용 파일, Frame요소 → line , Shell요소 → 3Dface

*.S2K : 모델을 text file로 만들어줌

■ Create history Video

*. Avi File 파일을 만들어 주는 Menu

■ Print setup

프린터 설정

■ Print graphics

현재 활성화되어 있는 창을 프린트 해준다. 이때 선의 두께, 색상 같은 것은 Options메뉴의 preferences에서 지정하도록 되어있다.

■ Print input tables..

모델링이 맞는지 틀렸는지 확인해볼 수 있는 파일을 만들어준다. SAP90의 .sap파일과 같은 역할

■ Print Output Tables..

기본적인 해석결과를 출력해준다. 원하는 case만 선택해서 printer, text file등으로 만들 수 있다. .out(SAP2000의 기본 output file, Analyze 메뉴에서 설명) 과는 비슷한 역활

■ User comments and session log

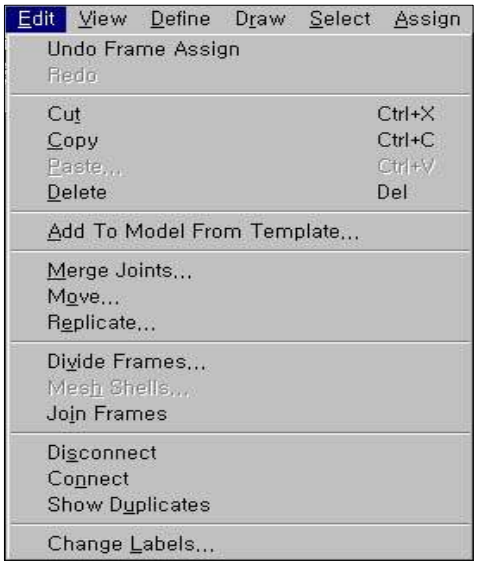
사용자가 메모하고 싶은 내용을 메모할 수 있음. 예를 들어 '3/23일 오전3시에 바뀌었슴'같이 모델링에 도움이 될만한 것을 적어두자는 것임.

■ Exit

나가기

EDIT MENU

Edit은 생성된 모델을 바꾸고자 할 때 사용한다. 대부분의 Edit은 선택된 하나 혹은 그 이상의 Object를 수행된다. Edit는 Edit Menu를 통해 활성 화 시킨다. 명령들은 Select가 되어있는 상태에서 수행할 수 있다. 예를 들면 먼저 선택하고 명령을 내리는 형태를 취함



■ **Undo**
전에 사용한 명령을 취소할 수 있음.

■ **Redo**
취소시킨 명령을 다시 실행함

■ **Cut** : 선택된 부분을 삭제 후 Buffer(기억장치)에 저장

■ **Copy** : 선택된 부분을 Buffer에 저장

■ **Paste** : 현 좌표계를 기준으로 하여 Buffer에 저장된 내용을 직교 이동 복사
* MS Excel 상에서 Copy, Cut 하여 SAP2000으로 붙이기 할 수 있다.
  단, 좌표를 엑셀 상에 숫자로 나타나야 있어야 한다.

■ **Delete** : 지우기
※ Deleting Members (선택된 부재를 지운다.)
1. Key Bord의 Delete Button을 누른다. 2. Edit/ Delete 메뉴 사용

■ **Add to Model from template...**
기존구조물에 추가로 다른 구조형식을 붙일 때, Model from template에서 붙인다.

■ Merge Joints..

일정거리(merge tolerance)보다 가까운 점은 한 점으로 만들어줌. 그림으로 모델링을 하다보면 자기 딴에는 정확한 위치에 찍는다고 찍었는데 미소한 거리만큼 빗나갈 수도 있다. 이때 이 명령을 실행해서 그런 점들을 한 점으로 만들어주면 되겠다.

■ Move

선택된 element들을 원하는 만큼 이동시켜준다.

* 먼저 부재를 선택한 다음 Edit Menu에서 Move를 Click하면 Move Dialog Box가 나타나게 된다. Move Dialog Box의 X, Y, Z 방향에 수치를 기입하면 부재는 이동된다.

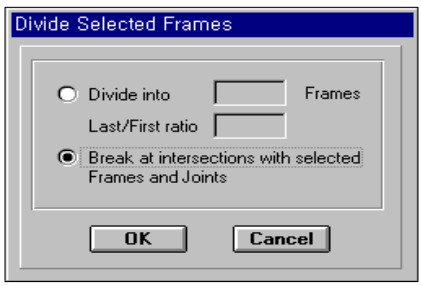
■ Replicate

▷다중복사 ~ 단면의 재료와 성질까지 한꺼번에 복사 ※ copy - 절점 Element 만 복사

- linear : 현 좌표계에 기준한 직교이동 다중 복사
- radial : 현 좌표계에 기준한 회전이동 다중 복사
- mirror : 현 좌표계에 기준한 면대칭 복사

■ Divide Frames...

선택된 Frame을 잘라줌. 여기에는 세 가지 옵션이 있음

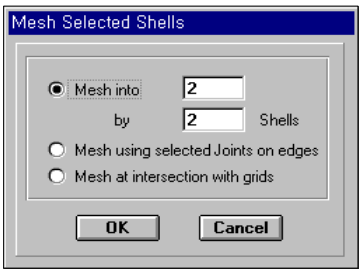


- Divide into {N} Frames → Frame Element N개로 잘러라.
- Last/First ratio { } → 마지막 것과 처음 것의 비율을 지정. 예를 들어 길이가 1인 frame을 0.25와 0.75의 길이를 가진 frame으로 나누고 싶다면 0.75/0.25=3! 그런데.. 이렇게 나눌 일이 있나?
- Break at intersection with selected Frames and joints

~ frame과 frame이 만나는 점 frame과 점이 만나는 점에서 Frame을 나누는 옵션

■ Mesh Shells...

선택된 Shell들을 잘라줌. 여기에도 아래와 같은 세 가지 옵션이 있음



- Mesh into {N} by {M} shells : local 축 방향으로 N×M개로 잘라줌
- Mesh using selected joints on edges : 선택된 Joints와 Edges를 이용하여 잘라줌
- Mesh at intersection with grids : grid라인이 만나는 곳들에서 잘라줌

■ Join Frames

선택한 frame내에서 연결시켜줌

■ Disconnect

선택된 절점을 같은 좌표를 가진 두 개의 절점으로 나누어줌. 즉 양쪽에 연결된 부재를 띄어놓는 것. 이 기능은 두 부재사이에 길이가 zero인 non-linear부재 등을 끼워 넣거나 constraint명령으로 연결시켜줄 때 사용할 수 있음

■ Connect

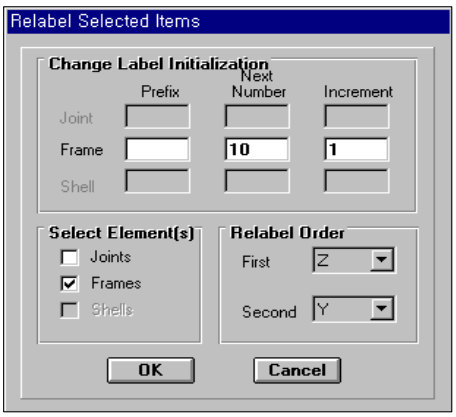
위의 Disconnect명령과 반대로 선택된 부재들의 disconnect된 점을 연결시켜줌. 즉 한 개의 점만 남기고 나머지 점은 지워준다는 뜻.

■ Show duplicates...

중복된 부재나 절점을 보여줌.

■ Change labels...

프로그램에서 임의로 만들어놓은 절점 번호, 부재번호 등을 사용자 맘대로 바꾸어주는 기능



- prefix : 머리말 예) up12 → 상현재 12번부재
- next number : 현재 선택된 절점, 부재들을 몇 번으로 고치겠느냐? (시작숫자)
- increment : 증가치, 얼마씩 증가하면서 번호를 붙이겠느냐?

ex) 1~10번까지의 10개의 부재를 선택하고
prefix=up, next number=101, increment=1로 지정하고 명령을 수행하면
1번이 101번으로, 2번이 102번으로 바뀌어짐

※ 물론 선택된 부재가 일련의 순서를 가지고 있지 않아도 상관없음

- select element(s) : label을 고치고 싶은 것들만 선택함.
- relabel order : 번호를 다시 붙여나갈 때 기준을 정해줌, 좌표값이 작은 것부터 번호를 붙임

VIEW MENU

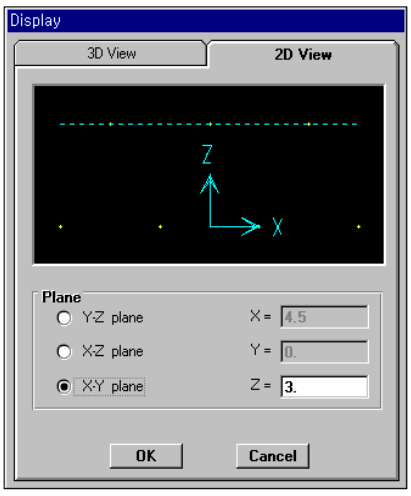


■ Set 3D View...

3차원 view를 지정해줌. 설명하기는 어렵고 직접 해보면 알 수 있음

■ Set 2D View..

이것 역시 해보면 알 수 있음. 단지 특이한 것은 사용자가 원하는 곳에서의 단면도를 그려줄 수 있다는 것임. 아래의 예는 X-Y평면을 보여주되 Z=3위치에서 내려다본 모습을 보여주라는 뜻

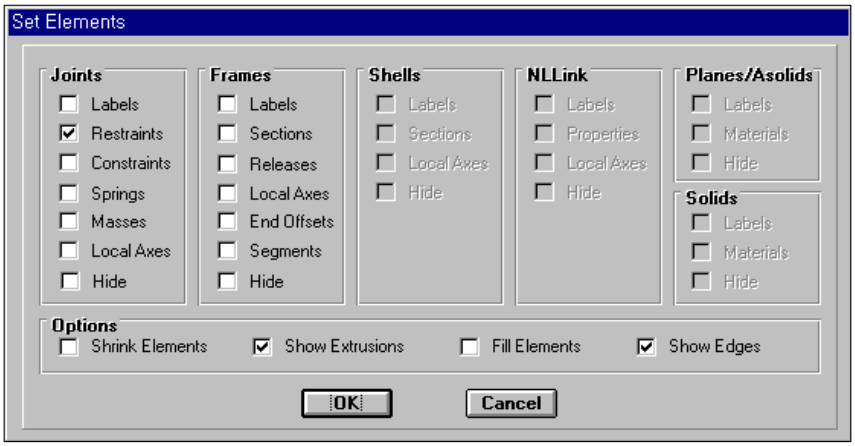


■ Set Limits.. 화면크기를 확대

■ Set Elements..

이 명령은 자주 쓰이는 명령으로서 Joint, Frame, Shell 등의 Element들을 어떤 식으로 보여줄 것인가를 지정하는 메뉴

- extrusion : 입체영상으로 보여줌. 실제 단면모양으로 보여줌으로서 모델링이 정확하게 되었는가를 실감나게 확인할 수 있음



▶ Set Elements..

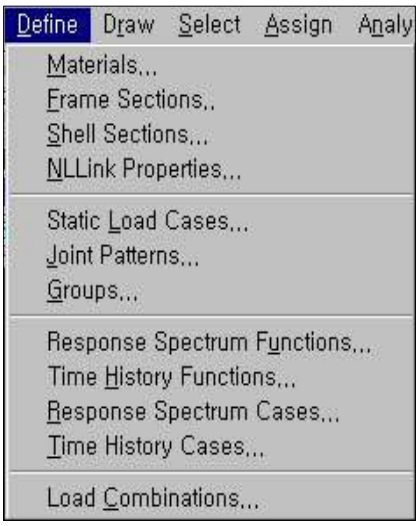
Joint		Frame		Shell	
Labels	조인트의 라벨명	Label	Frame 라벨	Labels	셀 라벨
Restrains	조인트 구속조건	Sections	단면	Sections	셀 단면
Constraints		Releases		Local Axes	국부좌표축
Springs		Local Axes	국부좌표축	Hide	은선
Masses	질량	End offsets			
Local Axes	국부좌표축	Segment			
Hide	은선	Hide	은선		
NLLink		Plane/Asolids		Solids	
Label	라벨명 표시	Labels	라벨명 표시	Label	라벨명 표시
Properties	성질	Material	재료	Material	재료
Local Axes	국부좌표축	Hide	은선	Hide	은선
Hide	은선표시				
Option					
Shrink Element		Fill Element		Show Extrusions	
Show Edges					

DEFINE MENU

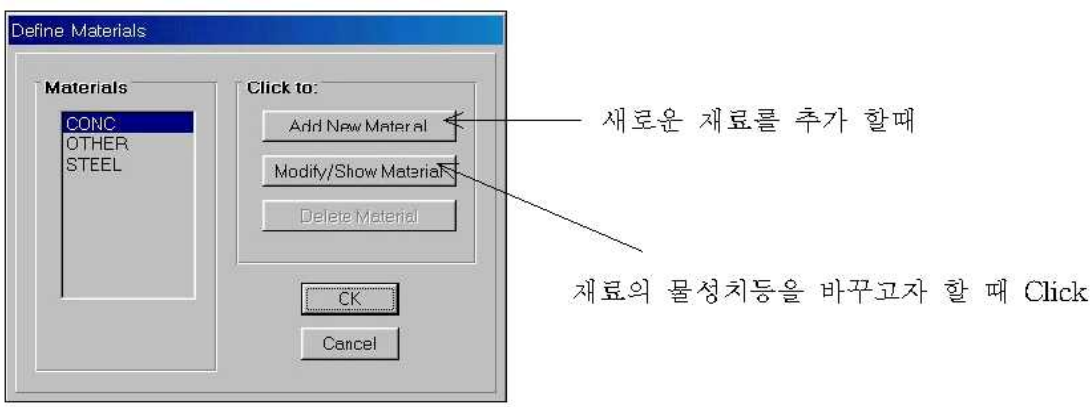
Define은 모델의 기하학적 형상에 해당하지 않는 부분에 이름을 부여할 때 사용한다.

- ▶ 재료의 특성
- ▶ Frame or Shell의 단면
- ▶ 정적하중조건
- ▶ 온도 혹은 압력하중에 대한 joint patten
- ▶ 그룹으로 Select 되어진 Function
- ▶ Time History Function
- ▶ 하중조합

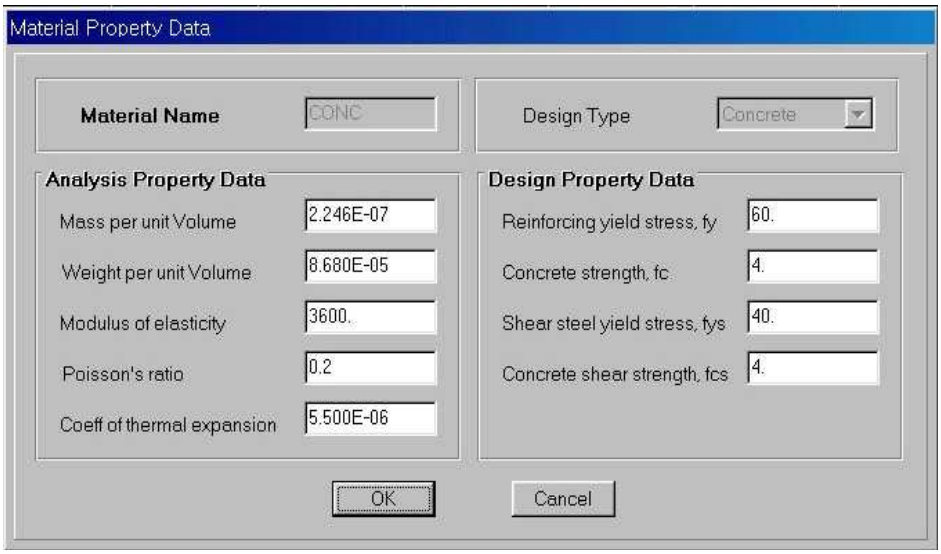
Define은 Define에서 활성화 시킬수 있으며, Objct에 대한 Select가 선행될 필요는 없다. 단, 다음과 같은 entity에 대해서는 미리 Object를 Select하여 그값을 정의하거나, 혹은 Assign Menu에 할당할 수 있다. (재료특성, 프레임 혹은 셀의 단면 특성, 정적하중 Response-Spectrum Function, Time History Function, 하중 조합등은 전체구조물에 대해서 정의되면 개별적인 Object에 대해서는 정의할 수 없다.



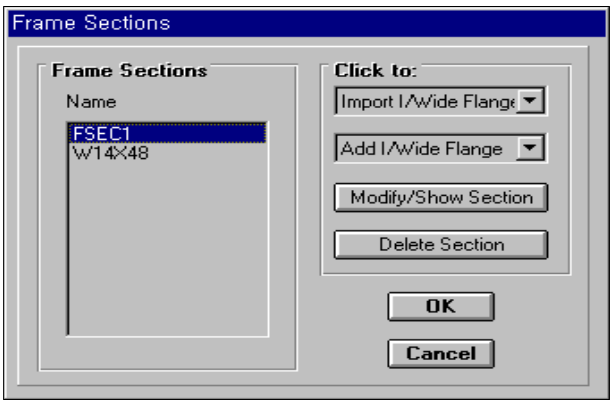
■ **Materials..** 부재의 물성치 지정. SAP90과는 달리 숫자가 아닌 문자로 지정 가능.



※ Modify/Show Material(=재료의 성질 등을 보여줌) 을 Click하면 다음과 같은 Sub Menu가 나타난다.



■ **Frame Sections..** Frame요소의 단면값들 지정.

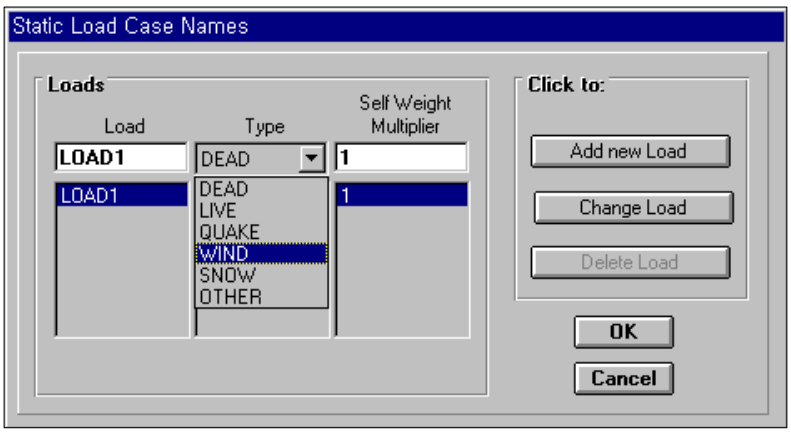


-Name : 단면의 이름을 정해줌.
(예 : Beam, Column, W14×44)

-Import I / Wide Flange : wide flange단면뿐 아니라 channel, angle, box, pipe등 정형화된 단면값 들을 불러다 사용할 수 있음. 이때 단면 값들은 default로 section.pro라는 파일에서 불러오는데 사용자가 원하는 .pro파일을 만들고 이것을 불러다 쓸 수 있다.

-Add wide flange : Import.. 에 없는 단면을 지정해주는 것으로서 단면의 제원만 정해주면 단면적, 단면 2차 모멘트 값 등을 구해줌. 여기서 주의해야 할 것은 사용자가 원하는 단면치를 입력시키고 싶을 때는 **add general**을 선택해야한다는 것이다.

■ **Shell Sections** frame sections와 비슷함.
■ **NLLink properties**
■ **Static load cases..** 하중을 정의해주는 것



* 예 제

1. Add New Load 선택 2. Static load cases..

Load	Type	Self Weigh Multiplier (자중고려 여부 결정)
DL	DEAD	0
LL	LIVE	1
EQ	LIVE	1

참고 : Type이 Dead (자중 or 사하중) Load 일 경우는 **Self Weigh Multiplier 가 0으로 기입**

■ **Joint Patterns**

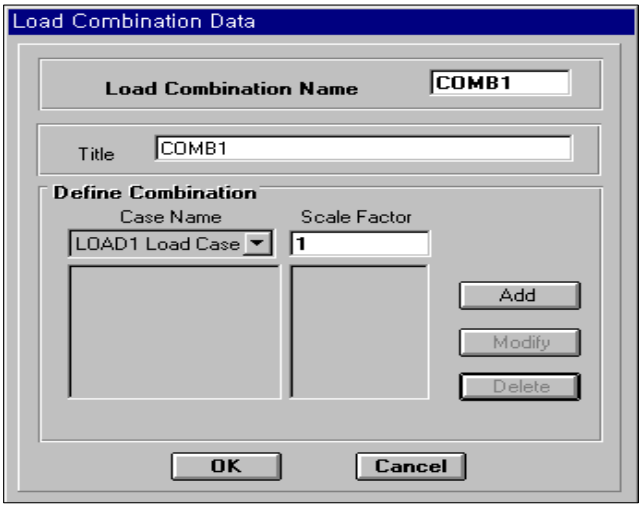
Shell요소에만 사용할 수 있는 하중형태로서 X, Y, Z축방향에 따라 하중값이 변하는 부등 분포 하중을 지정한다. 여기에서는 Pattern의 이름만 설정하고 자세한 값들은 Assign메뉴의 Joint Patterns항에서 정정하게 된다.

■ **Groups..**

element들을 선택할 때 girder는 GRD로 crossbeam은 CRSB등으로 이름을 붙여놓았다가 한 번의 클릭으로 선택할 수 있도록 하기 위한 기능이다. 이 역시 여기서는 이름만 정하고 assign메뉴의 groups항에서 지정하도록 되어있다.

■ **Load Combinations**

하중조합을 지정한다. Define / Static Load Cases에서 설정된 Load Cases들을 불러다 scale값을 곱하고 하중조합하는 것이다.



(예 제)

Define > Load Combinations

1. Add New Combo button ← Click

2. Dialog box에서

→ Load Combinations Name : ALL

→ Add

→ Title : DL+LL+EQ

→ Scale Factor : 1 (활하중)

: 0 (자중 일 경우)

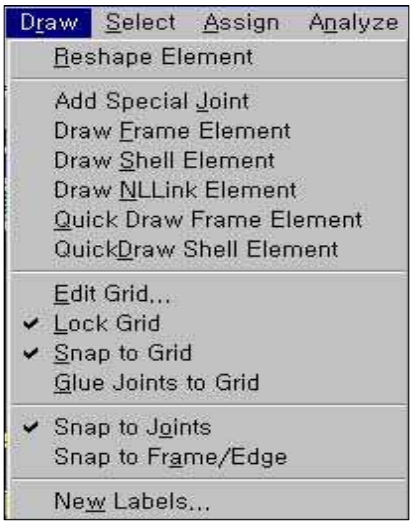
→ LL ADD (추가)

→ DL 〃

→ EQ 〃

DRAW MENU

Drawing은 새로운 object를 추가하거나, 또는 기존의 object를 수정 할 때 사용한다. 여기서 object는 프레임 부재, 셀 부재, 그리고 절점을 포함하는 것이다. Draw 기능은 Floating Toolbar의 6개의 그리기 아이콘 중 하나를 마우스를 클릭하여 프로그램을 Draw mode 상태가 되었을 때 실행된다. 또한 Floating Toolbar에 있는 6개의 그리기 기능은 〔Draw Menu〕에 있는 Pulldown Element들을 그리는 메뉴이다.



■ **Reshape Element**

Element의 모양을 바꿔주는 기능. CAD의 stretch명령처럼 마우스로 콕 찍어서 drag한다.

■ **Add special joint**

특정 점을 만들어 넣는다. 좌표를 입력하여 만들 수는 없고 일단 만든 다음에 마우스의 오른쪽 버튼을 Click하여 바꾸어 줄 수 있다.

■ **Draw Frame Element..**

Frame Element를 만들어준다. 두점을 찍어주면 node와 frame요소를 만들어준다.
해당 joint에 click 하게 되면 text box에서 “Grid Intersection”라고 나타난다. 그리고 Frame 을 이으려고 하는 다른 joint에 마우스를 click 한다.

끝맺음은 Enter Key를 누른다.

■ **Draw shell Element..**

네점을 찍어서 shell요소를 만들어준다.

■ **Draw NLLink Element**

Non-Linear Link Element를 만들어준다.

■ **Quick Draw Frame Element**

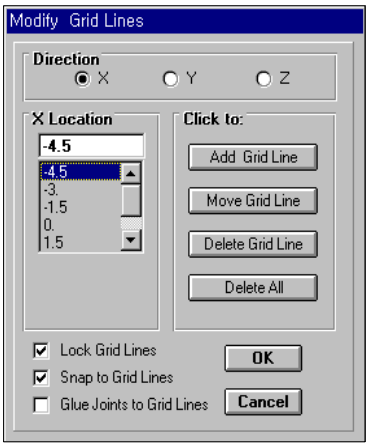
두 점을 찍어주는 것이 아니고 grid line 등을 찍어서 빠르게 Frame Element를 만든다.

■ Quick Draw Shell Element

grid line으로 이루어진 격자의 가운데를 찍어줌으로서 Shell요소를 빠르게 만들 수 있다.

■ Edit grid

새로운 모델을 시작할 때 설정하는 grid는 등 간격으로 되어있기 때문에 때로는 이것을 고쳐야 할 때가 있다. 이때 이 명령을 사용한다. 아래 그림에서와 같이 X, Y, Z방향의 grid의 위치를 바꿀 수 있다.



■ Lock grid

grid를 못 고치도록 묶어 둠.

■ snap to grid

grid근처만 찍어도 grid line에 찍히도록 한다.

■ Glue joints to grid

무슨 기능인지 잘 모르겠음. snap to grid하구 다른감?

■ snap to joint

위의 세 개는 grid line과 관계된 옵션이고 이것과 아래의 옵션은 element과 관계된 옵션으로서 snap to joint는 joint근처만 찍어도 자동으로 joint로 가서 찍히도록 함.

■ snap to frame/edge

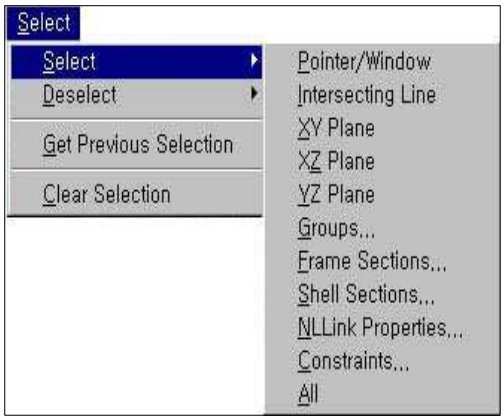
frame선상/shell의 edge(테두리)선상에 찍히도록 지정.

■ new labels

앞에서 설명한 Edit/change label 기능은 이미 만들어진 label을 고치는 기능이지만 이 new label은 '앞으로 만들어진 element의 label은 이렇게 시작하겠다'라고 정의하는 것임. 설정내용은 change label과 비슷함.

SELECT MENU

Element를 선택하는 기능들이다. CAD에서와 같이 Window를 이용하거나 교차되는 것들을 모두 선택하는(intersection) 등 여러 가지 옵션들이 있다. SELECT메뉴에서 많이 쓰이는 기능들은 icon으로 만들어져 있다.



■ Intersecting Line

경로 : Select > Intersecting Line

이 기능은 Element가 같은 선상에 있을 때 이를 Select 하려고 할 때 쓰이며, 또한 사용하는 방법은 Select 하고자 하는 부재 옆에 왼쪽 마우스버튼을 클릭하고 마지막 부재 옆까지 마우스를 이동시키면 동일 선상의 점은 Select되어진다.

ASSIGN MENU

- Assign은 select 되어진 하나 혹은 그 이상의 object에 대한 특성치와 하중을 할당할 때 사용한다. Assign은 Assign Menu를 통해 활성화시킬 수 있다.

- Element들에 단면, 하중, 구속조건, local 좌표계 등을 할당하고, Preprocessor에서 가장 중요한 메뉴라고 할 수 있다.

▶ 절점에 대한 Restraints, constraints, spring, masses, 부재 좌표계, 그리고 하중을 할당 할 때 사용한다.

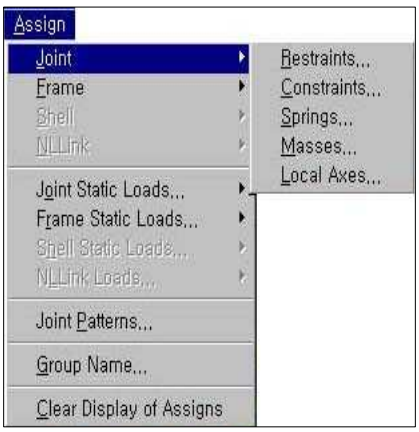
▶프레임 부재의 단면 특성, 부재좌표계, 둥 realease, end offset, 반력 혹은 내력의 출력지점, 하중 등의 할당

▶ 셀 부재의 단면특성, 부재 좌표계, 하중 등의 할당

▶ 온도 혹은 압력하중에 대한 joint pattern 값의 할당

▶ 그룹으로 Select 되어진 object에 이름 할당

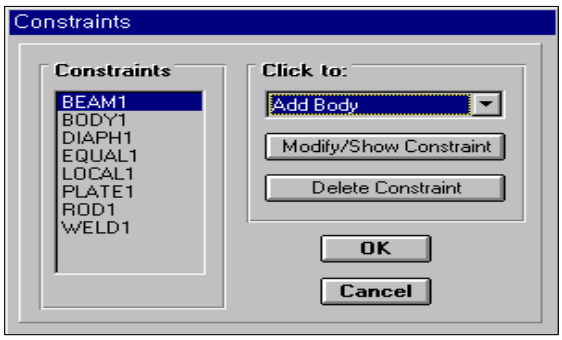
■ ASSIGN/JOINT joint의 조건등을 할당할 때 쓰인다.



- Restraints : joint의 구속조건을 할당한다.



- Constains : 아래와 같은 constraint들을 할당한다.



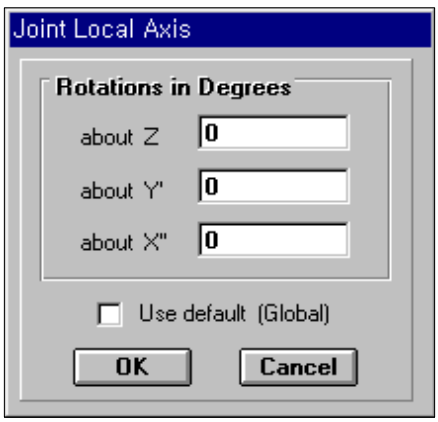
- springs

SAP2000에서는 SAP90과는 달리 절점에도 local좌표계가 존재하므로 아래와 같이 spring stiffness in local direction과 같이 global이 아닌 local로 정의된다.

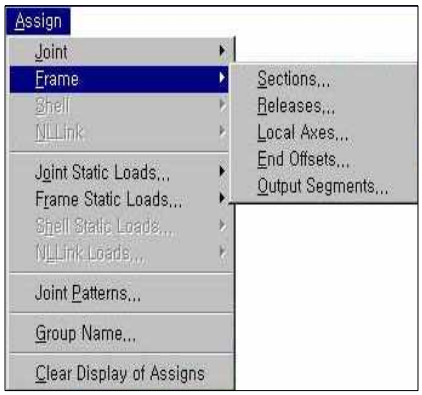


- masses 동적 해석시 질량을 할당한다.

- local axes 앞의 springs항에서 설명했듯이 절점에도 local 좌표계가 존재하는데 여기서 지정해 주는 것이다.

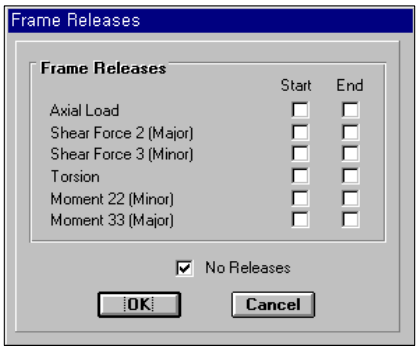


■ ASSIGN/FRAMES

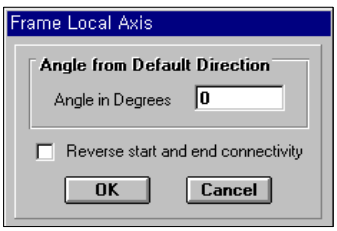


- Sections : 선택된 Frame들에 DEFINE/SECTIONS메뉴에서 설정해둔 단면을 할당한다.

- Releases : Frame양단의 구속조건을 지정해준다.



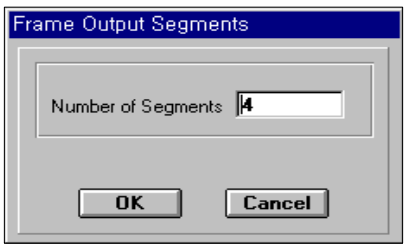
- local axes : frame의 local좌표계를 지정해준다.



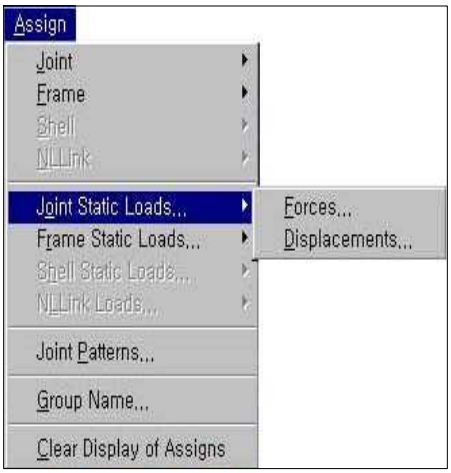
. angle from default direction - 현재의 1축을 중심으로 몇도 회전시킬 것인가? 지정
. reverse start and end connectiv - 시점과 종점을 바꿈

- end offsets : 강역설정

- output segments

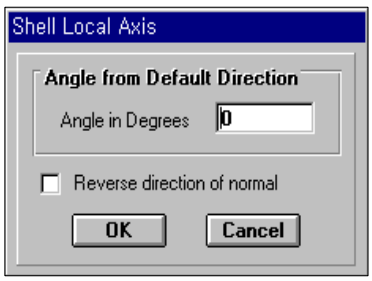


■ ASSIGN/SHELL

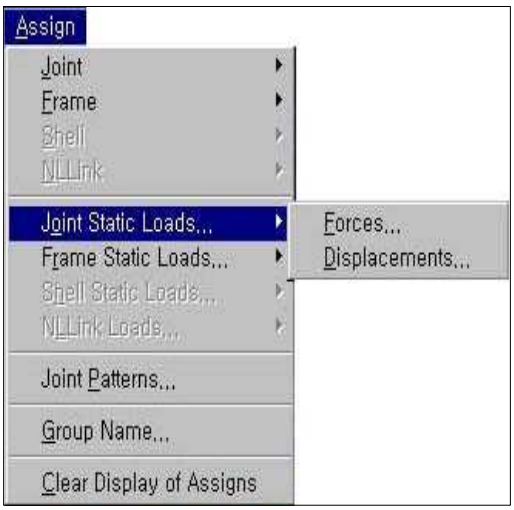


- sections : DEFINE / SHELL SECTIONS에서 지정한 shell단면을 할당한다.

- local axes : local 좌표계를 재 설정한다.
. angle from default direction - default direction에서 33축 주위로 몇도 회전할 것인가?
. reverse direction of normal - 면에 수직인 축(33축)을 반대방향으로 바꾼다.



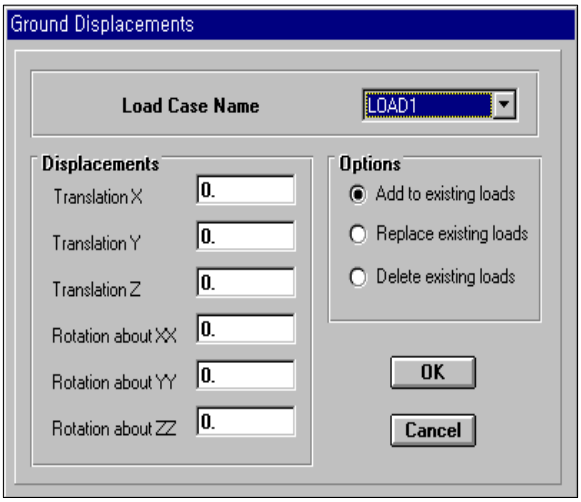
■ ASSIGN/JIONT STATIC LOAD



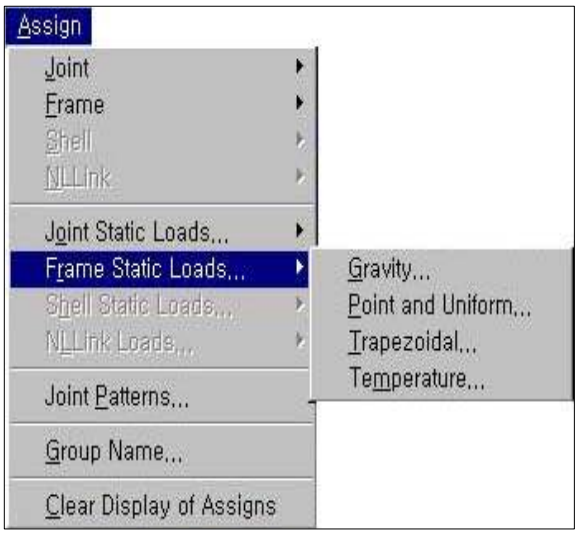
- forces : 절점하중을 할당함. 주의할 점은 DEFINE/STATIC LOAD CASES에서 미리 설정되어있어야 할당할 수 있다는 것이다. 그리고 하중을 바꿀 때는 options항을 add..하면 기존 하중에 추가가 되므로 꼭 replace..를 확인해야 한다.



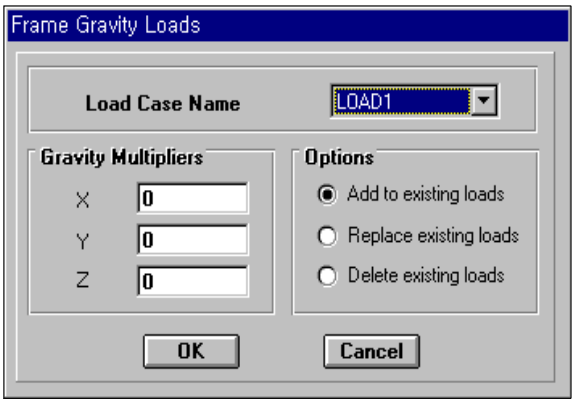
- displacement : SAP90과는 달리 SAP2000에서는 절점의 변위를 load case에 넣을 수 있어서 연속교의 지점 침하 영향을 해석하기가 훨씬 쉬워졌다.



■ ASSIGN/ FRAME STATIC LOADS



- gravity : 중력을 고려한다. 중력방향의 factor를 입력한다. (예: 자중 고려 시 Z=-1.0)



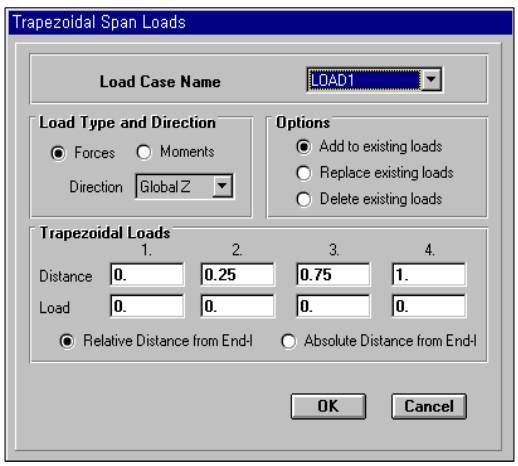
- point and uniform



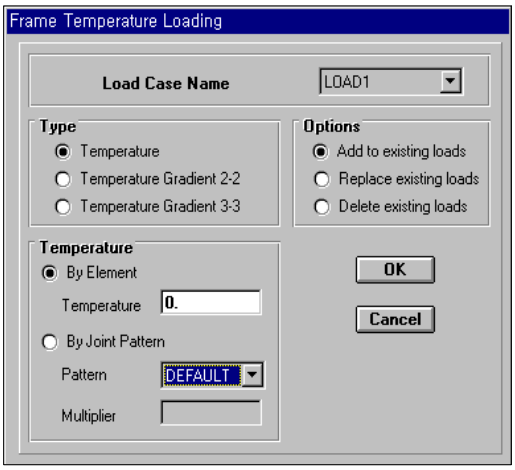
. 하중의 종류(force/moment)와 방향(local/global)
. I-node로부터의 상대거리(Relative/Absolute) 등을 선택하고 하중값을 입력한다.

※ SAP90에서는 등 분포 비틀림 하중 재하가 불가능하나 SAP2000에서는 Local-1축으로 등분포 Moment 하중을 재하 할 수 있음.

- Trapezoidal...: 사다리꼴 하중을 할당한다.



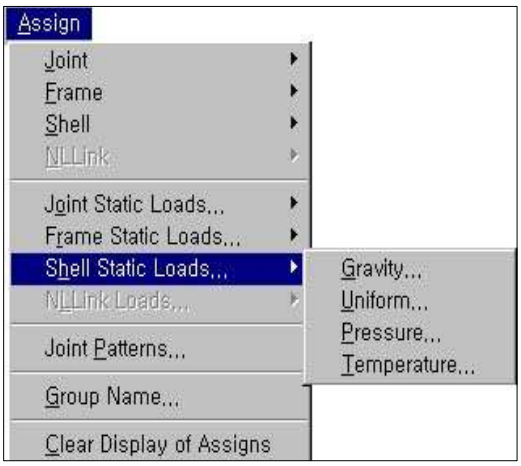
- Temperature.. : 온도하중을 할당한다.



. 온도하중의 종류 - 길이방향, 길이직각방향(2-2축/3-3축)

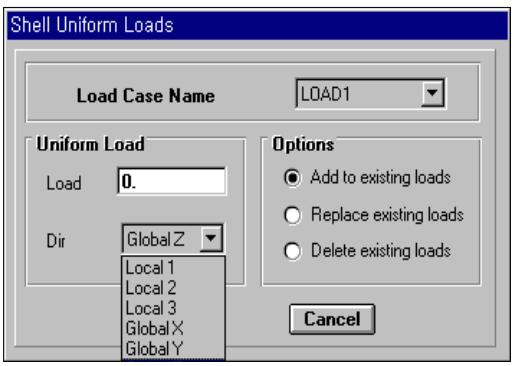
. joint pattern이용

■ ASSIGN/ SHELL STATIC LOADS..

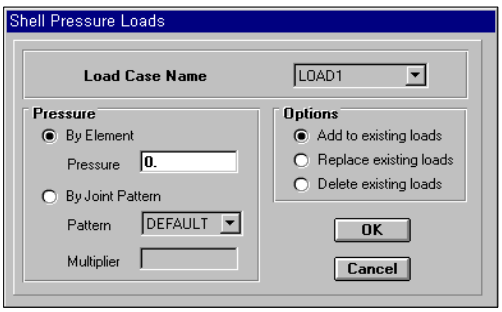


- Gravity...: frame static loads참조

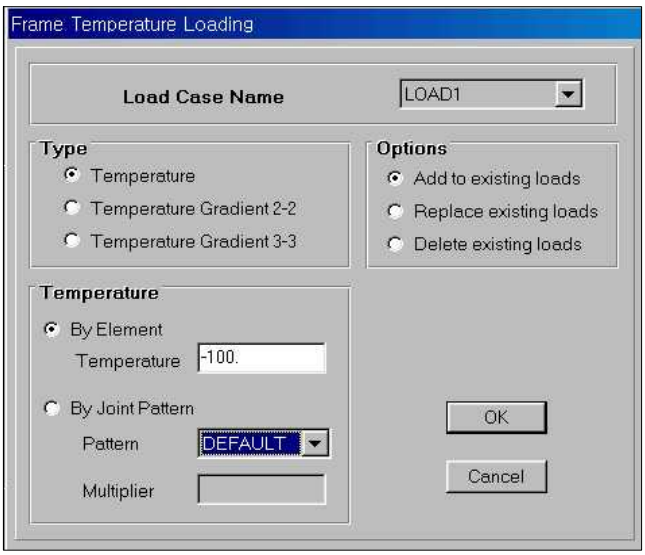
- Uniform : 등분포 하중 재하. Local/Global방향 하중



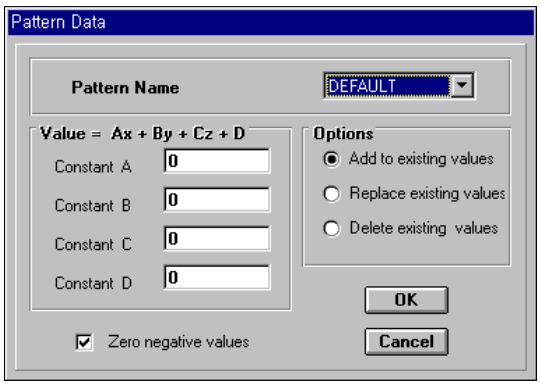
- Pressure : 면에 수직인 하중 할당. Joint Pattern 이용 가능



- Temperature : 온도하중을 할당 할 때 사용

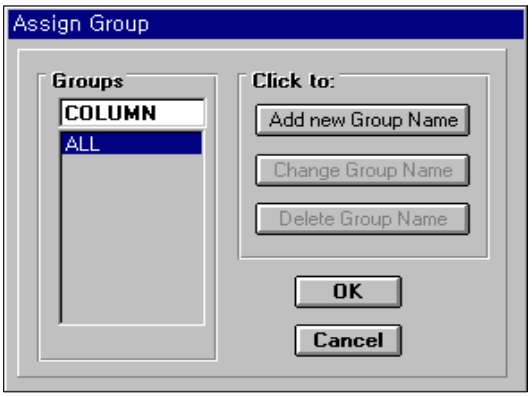


■ ASSIGN/ JOINT PATTERN



Joint위치에 따라 하중이 변할 때 사용한다. 예를 들어 수압하중은 깊이에 따라 수압이 증가하는 형태이므로 등 분포 하중으로는 하중을 입력할 수 없다. 이때는 이 Joint patterns의 방정식(AX+BY+CZ+D)을 이용한다. 절점에서의 하중은 방정식에다 그 절점의 좌표를 곱함으로서 구해진다. 예를 들어 깊이가 10m인 댐을 모델링 한다면 (Z축이 위로 가도록 하고 바닥을 Z=0으로 설정) D=10, C=-1로서 하중을 정의할 수 있다. 검산을 해보자. X, Y방향으로는 수압의 변화가 없으므로 AX+BY항은 무시되고, 수면에서의 수압은 CZ+D=-1×10+10=0, 수심4m지점에서의 수압은 CZ+D=-1×6+10=4, 수심10m지점에서의 수압은 CZ+D=-1×0+10=10

■ ASSIGN/ GROUP NAME



선택된 element에 group name할당.

ANALYZE MENU

전체 구조계가 모델링 되면 변위, 응력, 반력 등의 값을 얻기 위해 Analyze를 수행한다. Analyze Menu에서 Run을 선택하거나, Main Toolbar에서 Run 버튼을 Click하면 프로그램은 다음과 같은 것을 지정할 것을 요구한다.

▶ 해석하려는 모델의 자유도

▶ 모드해석 파라메터

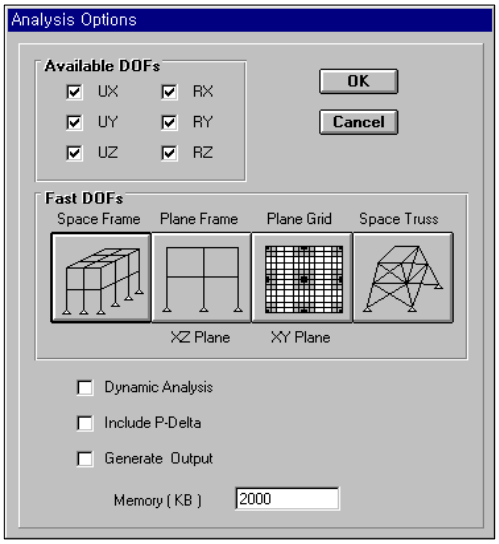
▶ 비선형(P-Delta) 파라메터

▶ 시스템에서 사용 가능한 메모리 용량

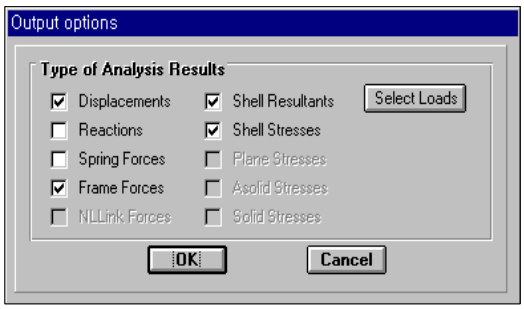
프로그램은 SAP2000의 데이터베이스 파일로 모델을 저장한 후, 모델을 Check하고 해석을 시작한다. 이 과정에서 화면상에 해석 엔진으로부터, 모니터 창에 메시지가 나타나는데, 메시지의 내용은 해석이 끝난 후에 스크롤바를 이용해 확인해 볼 수 있다. 메시지 확인이 끝이 난후, 마우스를 이용해 OK버튼을 누르면 모니터 창이 닫히게 된다. SAP2000이 해석을 수행하는 도중에는 프로그램의 다른 기능들은 모두 비활성 상태가 되고, 화면상에는 모니터 창만이 나타나게 된다. 한편 해석하려는 모델이 커서 수행이 끝나기까지 시간이 매우 오래 걸릴 때에는, SAP2000이 해석을 수행하는 도중 다른 윈도우용 어플리케이션들을 실행시킬 수 있다.



■ Set Options... : 아래와 같은 사항들을 선택한다.



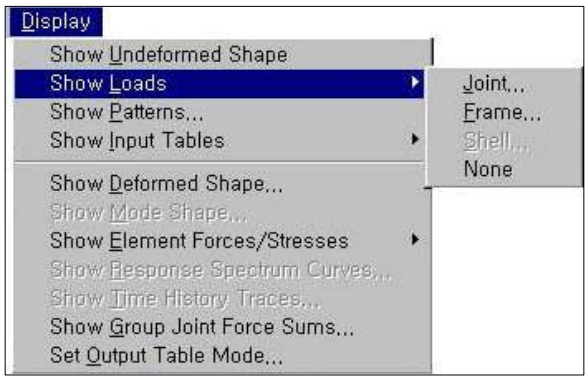
- DOFs 지정 : 해석 시 Run Time을 줄이기 위해 D. O. F지정
- Generate Output : 해석 시 Output을 File로 만들려면 선택해야 함.



DISPLAY MENU

현재 모델을 보거나(View) 해석결과 등을 화면상에 출력시킬 때 사용할 수 있다.
출력 형태는 Display Menu에서 선택한다. 이중 몇 가지는 Floadting Toolbar에서 선택할 수 있다.
출력의 종류에는 다음과 같은 것들이 있다.

▶ 그래픽 출력
▶ 일람표 (Tabular) 출력
▶ Function Plot



■ Show Undeformed shape (=in floating Toolbar of Show Undeformed Shap)
프레임등에 나타난 단면의 형상등의 Label 등을 지울 때 쓰임

■ Show Loads
Joint : 절점 하중
Frame : 프레임 하중
Shell : 셀 하중
None : 하중이 없음

■ Show Patterns...

■ Show Input tables : Input사항을 text window를 통해서 확인
(geometry data/ loading data)
■ Show Deformed shape... : 변형된 상태 보여줌
■ Show Element Forces / Stresses : 부재력도 (축력도, 모멘트도, 전단력도 등) 및 응력도 보여줌
■ Show Group Joint Force Sums... : Group으로 정의된 Joint들의 부재력 합을 표시
■ Set Output table mode... : 해석결과를 text형태로 보기 위해 설정, 오른쪽 마우스버튼으로 부재를 선택하면 그 부재의 부재력이 text window에 표시된다.

DESIGN MENU

Design은 Steel이나 Con'c 프레임 부재를 서로 다른 설계조건에 대하여 체크할 때 사용한다. Design은 구조물이 해석되어진 다음 수행된다.

Steel 프레임 부재는 사용자가 지정한 단면의 집합들 중에서 최소의 중량을 갖는 부재가 자동적으로 선택되고, 구조물은 다시 해석된다.

Con'c 프레임 부재는 선택된 설계기준에 따라 종 방향 단면적 및 전단보강철근이 자동적으로 결정되며, 이때 재해석은 필요로 하지 않는다.

응력비 (Stress Ratio)와 설계 파라메터에 대한 그래픽 출력이 가능하다. 또한 해당 절점 혹은 부재위에 마우스를 가져가서 오른쪽 버튼을 누르면 일람표로 설계정보를 얻을 수 있으며, File Menu 의 Print Design Table를 이용해 선택된 부재에 대한 화면 또는 프린터로의 출력이 가능하다.

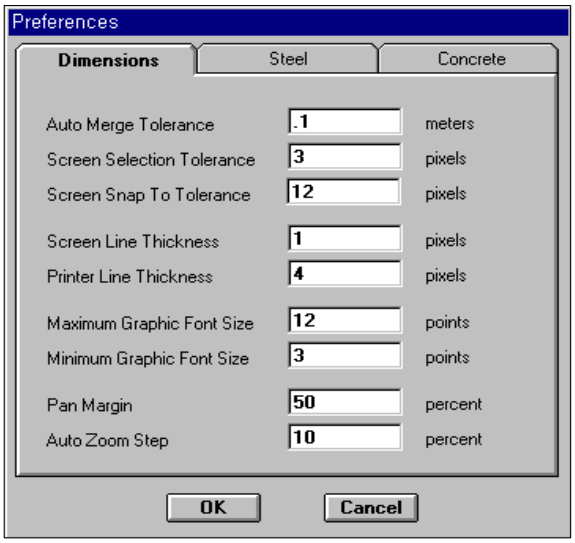


■ Steel Design
■ Concrete Design
■ Select Design Groups
Con'c 또는 Steel 의 단면 또는 성질을 나타내는 그룹의 설정
Design > Select Design Groups > Steel Design Group Selection or Con'C Design Group dialog box

■ Start Design / Check of Structure
설계를 시작하거나 또는 응력 검토
■ Select Design Combos
하중조합들을 선택
■ ReDefine Element Design Data
■ Replace Auto w/Optimal Sections
■ Display Design Info
■ Update Analysis Sections
■ Reset Design Section

OPTIONS MENU

■ **Preferance** 각종 설정 값 등을 지정해준다.



- Auto merge tolerance : EDIT/merge joint 명령 사용할 때 얼마 이하의 거리에 있는 점들을 하나로 만들 것인가?
- Screen selection tolerance : element들을 선택할 때의 허용거리
- Screen snap to tolerance : snap 허용거리
- Screen line thickness : 화면의 선두께
- print line thickness : 프린터 선두께
- Maximum Graphic font Size : 큰 글자 크기
- Minimum Graphic font Size : 작은 글자 크기
- Pan Margin :
- Auto Zoom Step : Zoom의 자동 수행 시 단계

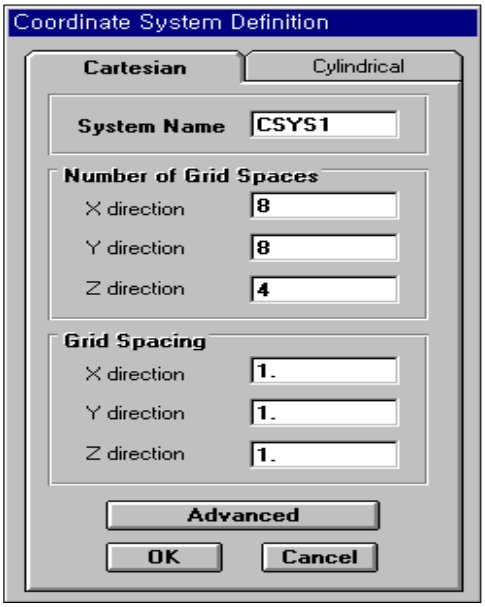
■ **Colors...**

화면 및 printer의 색을 설정해준다.

■ **Set coordinate system**

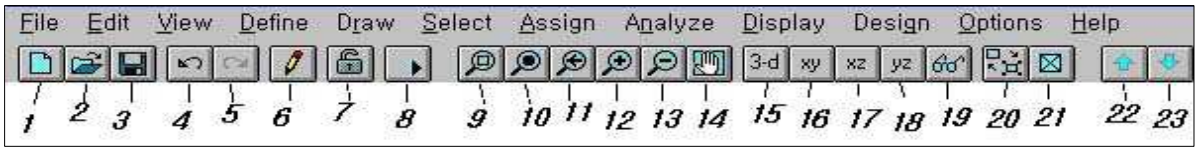
좌표계를 설정한다. 여러개의 좌표계를 설정할 수 있다.


Coordinate Systems
Systems
CSYS1
GLOBAL
Click to:
Add new System
Modify/Show System
Delete System
OK
Cancel


Coordinate System Definition
Cartesian
Cylindrical
System Name
CSYS1
Number of Grid Spaces
X direction
8
Y direction
8
Z direction
4
Grid Spacing
X direction
1.
Y direction
1.
Z direction
1.
Advanced
OK
Cancel

SAP2000 ICON

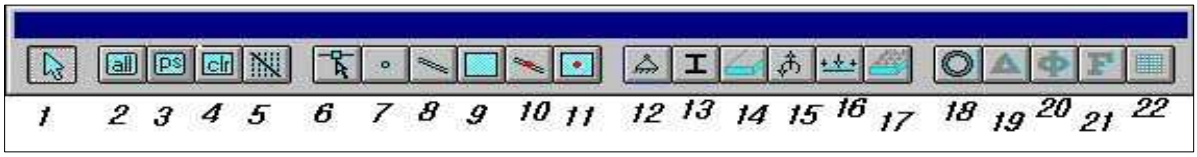
▶ Main Toolbar



번호	Control Name		Allows You to
1	New model		새 모델로 작업하기
2	Open .SDB file		*.SDB (SAP2000 작업상태) 파일 불러오기
3	Save		model 모델을 저장하기
4	Undo	Edit Menu 또는 Main Toolbar를 통해 실행한다.	작업을 취소
5	Redo		취소한 작업을 다시 재실행
6	Refresh Window		어떤 작업을 실행하고 나면 Display Window는 Redraw는 프로그램에서 자동적으로 실행되지 않는다. 사용자가 Main Toolbar의 Refresh 버튼을 클릭하면 Display Window는 갱신된 모델에 대한 최신의 정보를 출력한다.
7	Lock/Unlock model		Lock 과 Unlock 은 Main Toolbar를 통해 실행한다. 해석이 끝나게 되면, 해석 결과를 보존하고 다음에 이어지는 Design 결과를 얻기 위해서 프로그램은 모델에 Lock을 걸게 되고, 따라서 모델에 대한 어떠한 변화도 허용되지 않는다. 사용자가 더 이상 모델의 변경을 원치 않은 때에는 Lock을 걸 수 있으며, 반대로 Unlock으로 해제시킬 수 도 있다. 해석이 끝난 후 사용자기 모델을 Unlock시키면 프로그램은 해석결과가 더 이상 유효하지 않게 된다는 경고 메시지를 내 보낸다.
8	Run Analysis		해석 수행
9	Rubber Band Zoom		부분확대 이 아이콘을 선택한 뒤 해당하는 부분을 마우스로 영역을 설정
10	Restore full view		모델을 화면에 가득 보여줌
11	Restore previous zoom		모델을 이전단계의 모양으로 보여줌
12	Zoom in one step		보다 자세한 구조물을 보기 위해 Zoom-in을 사용한다. 미리 증가분 만큼 수행 된다.
13	Zoom out one step		구조물의 전체적인 형태를 보기 위해 사용한다. 미리 증가분 만큼 수행 된다.
14	Pan		구조물이 확대 혹은 축소되지는 않고, 화면상에서 나타나는 위치만을 움직이면서 볼 수 있는 기능이다.
15	Show 3-d view		3차원으로 보여줌

16	Show 2-d View of X-Y/r-Θ Plane	X-Y/r-Θ Plane 2-d 평면으로 보여줌
17	Show 2-d View of X-Z/r-Z Plane	X-Z/r-Z Plane 2-d 평면으로 보여줌
18	Show 2-d View of Y-Z/Θ-Z Plane	Y-Z/Θ-Z Plane 2-d 평면으로 보여줌
19	Perspective toggle	투시되어 보여주는 옵션 toggle
20	Element shrink toggle	shringk mode On/Off
21	Set elements	Element의 상태를 보여 주는 옵션
22	Up one grid line	현재의 평면에서 한 단계 위의 grid 평면을 보여준다.
23	Down one grid line	현재의 평면에서 한 단계 아래의 grid 평면을 보여준다.

▶ Floating Toolbar



번호	Control Name	Allows You to
1	Pointer tool	Element를 선택할 때 이 아이콘을 누른 후 선택한다.
2	Select All	모든 Element를 선택
3	Select previous selection	하나 전에 선택된 요소를 되돌릴 때 사용
4	Clear selection	모든 선택된 요소를 지울 때 사용
5	Set intersecting line select mode	여러 부대를 한꺼번에 선택할 때 사용
6	Reshape element	
7	Add special joint	절점을 추가 할 때 사용
8	Draw frame element	FRAME 요소를 그릴 때 사용 해당 joint에 click 하게 되면 text box에서 “Grid Intersection”라고 나타난다. 그리고 Frame을 이으려고 하는 다른 joint에 마우스를 click 한다.
9	Draw shell element	SHELL요소를 그릴 때 사용
10	Quick draw frame element	
11	Quick draw shell element	
12	Assign joint restraints	절점의 조건을 지정할 때 사용
13	Assign frame section	FRAME 형상을 지정할 때 사용
14	Assign shell section	SHELL의 형상을 지정할 때 사용

15	Assign joint loading	절점 하중을 지정할 때 사용
16	Assign frame span loading	FRAME하중을 지정할 때 사용
17	Assign shell uniform loading	SHELL의 등 분포하중을 지정할 때 사용
18	Show undeformed shape	원래의 구조물의 형상을 보여줄 때 예) Frame 해석 중 단면의 형상 등을 표시한 Label을 없앨 때 사용
19	Display static deformed shape	
20	Display mode shape	
21	Display element force/stress diagram	
22	Set output table mode	
23	Joint Reaction Force	Joint에 작용하는 힘 등을 표시해 줌