

Bài giảng
Ứng Dụng Tin Học Trong Thiết Kế

Mục lục

CHƯƠNG 1 : GIỚI THIỆU CÁC PHẦN MỀM ỨNG DỤNG TRONG XÂY DỰNG. PHẦN MỀM SÁP 2000	4
I. Phần mềm tính toán kết cấu.	4
1. Các phần mềm tính toán Kết Cấu	8
2. Phần mềm Sáp2000	8
II. Các phần mềm khác.	6
 CHƯƠNG 2 : NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN	 8
I. Khái niệm cơ bản	8
1. Nút (joint):	8
1.1. Vị trí của nút :	8
1.2. Khai báo nút trong SAP :	8
1.3. Bậc tự do của nút :	8
1.4. Một số đối tượng khác liên quan đến nút :	9
1.5. Các kết quả phân tích nút:	9
2. Phần tử :	9
2.1. Phần tử thanh (Frame):	9
2.2. Phần tử vỏ, tấm (Shell):	10
2.3. Phần tử khối phẳng (Plan, Asolid)	11
2.4. Phần tử khối 3D (solid)	11
3. Liên kết	11
3.1. Liên Restraints	11
3.2. Liên kết đàn hồi (Spring)	12
3.3. Ràng buộc chuyển vị :	13
4. Tải trọng :	13
5. Hệ tọa độ:	13
6. Đơn vị :	14
7. Tổ hợp tải trọng :	14
II. Những bước chính khi thực hiện phân tích kết cấu	14
III. Giao diện của Sáp	15
1. Thanh Menu	15
2. Vùng làm việc	15
3. Thanh công cụ	15

4. Thanh trạng thái	15
IV. Thực hiện một ví dụ tính toán đơn giản bằng máy chiếu.	15
CHƯƠNG 3 : KẾT CẤU HỆ THANH	15
I. Thiết lập mô hình tính toán	15
1. Thiết lập sơ đồ hình học	16
1.1. Từ thư viện mẫu :	16
1.2. Từ hệ lưới phụ trợ	16
2. Khai báo vật liệu, tiết diện, gán.	18
2.1. Khai báo vật liệu	18
2.2. Khai báo tiết diện	20
2.3. Gán tiết diện	21
3. Vẽ sơ đồ hình học	21
3.1. Giới thiệu về các thanh công cụ vẽ.	21
3.2. Biến đổi phần tử :	22
3.3. Hiện sơ đồ hình học và xem các tham số	23
4. Khai báo liên kết	25
4.1. Liên Restraint	25
4.2. Liên kết đặc biệt trong kết cấu - Release	25
5. Khai báo các trường hợp tải trọng :	25
6. Gán tải trọng cho phần tử của từng trường hợp tải trọng	26
6.1. Tải trọng phân bố trên phần tử	27
6.2. Tải trọng nút	27
6.3. Tải trọng phân bố hình thang.	28
6.4. Tải trọng nhiệt.	29
7. Tổ hợp tải trọng	30
8. Kiểm tra mô hình :	32
8.1. Sơ đồ hình học.	32
8.2. Tải trọng	32
II. Tính toán	32
1. Khai báo kết cấu	32
2. Phân tích kết cấu	33
III. Xem kết quả	36
1. Trên đồ hoạ	36
1.1. Quy định chung	36
1.2. Xem sơ đồ hình học	37
1.3. Xem sơ đồ tải trọng tải trọng	37
1.4. Xem các đại lượng đã gán cho kết cấu	37
1.5. Hiện các biểu đồ chuyển vị	37
1.6. Hiện các biểu đồ nội lực	37
2. Hiện các biểu đồ	38
2.1. Xem các đường ảnh hưởng	38

2.2. In các biểu đồ	38
3. Trên tệp văn bản và các cơ sở dữ liệu khác	38
4. Xuất kết quả ra AutoCAD	38

IV. Các phần nâng cao **39**

1. Khai báo group	39
2. Một số cách biến đổi nâng cao Replicate	39
3. Select và Deselect	40
4. Label - Số hiệu của thanh	40
5. Điều khiển hiển thị	40
6. Merge Joints và chuyển hệ tọa độ	40
7. Khai báo thanh có tiết diện thay đổi :	40
8. Phần tử Frame tiết diện General.	41
9. Phần tử Frame có tiết diện Auto Select:	44
10. Giải phóng liên kết (Release)	45
11. Khai báo Output Station cho Frame	46
12. Khai báo vị trí ngàm cho Frame	46
13. Khai báo nhiều hơn một hệ tọa độ.	47

CHƯƠNG 4 : KẾT CẤU TẦM VỎ **49**

I. Thiết lập mô hình tính toán **49**

1. Thiết lập sơ đồ hình học	49
1.1. Từ thư viện mẫu :	49
1.2. Từ hệ lưới phụ trợ	49
2. Khai báo vật liệu, tiết diện, gán	49
2.1. Khai báo vật liệu	49
2.2. Khai báo tiết diện	49
2.3. Vẽ các phần tử shell	50
3. Tải trọng	51
4. Các khai báo khác :	54
5. Phân tích Subdivide của Frame và Area.	55
5.1. Frame Subdivide	55
5.2. Area Subdivide	55
6. Kiểm tra mô hình	57

II. Tính toán **57**

1. Khai báo kết cấu	57
2. Phân tích kết cấu	57

III. Xem kết quả **57**

1. Ứng suất và nội lực	57
2. Trên đồ hoạ	59
3. Trên tệp văn bản	59
4. Trên các bảng	59
4.1. Khái niệm chung	59

4.2.	Các loại dữ liệu bảng	59
4.3.	Cách dùng dữ liệu bảng :	60
4.4.	Hiện dữ liệu bảng :	60
4.5.	In dữ liệu bảng	62
4.6.	Lọc dữ liệu	62
5.	Báo cáo	62

CHƯƠNG 5 : BÀI TOÁN THIẾT KẾ 65

I. Giới thiệu chung 65

II. Các bước thực hiện khi thiết kế cấu kiện BTCT 65

1.	Khai báo các hệ số thiết kế liên quan đến vật liệu:	65
2.	Chọn kiểu phần tử thiết kế (Beam, Column)	65
3.	Chọn tổ hợp thiết kế.	66
4.	Chọn Kiểu thiết kế:	66
5.	Chọn tiêu chuẩn thiết kế:	66
6.	Thiết kế tiết diện:	66

III. In và xem kết quả 66

IV. Thiết kế kết cấu thép 67

CHƯƠNG 6 : KẾT HỢP AUTOCAD, EXCEL, ACCESS, SAP2000 TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT KẾ 69

I. Xuất kết quả ra access. 69

1.	Các bước xuất kết quả.	69
2.	Lọc xử lý kết quả bằng query trong Access.	69

II. Chu trình tính toán dàn thép bằng CAD, Access, Excel. 69

1.	Tạo mô hình trong Cad	69
2.	Nhập mô hình vào trong SAP.	69
3.	Xử lý kết quả bằng Excel	69
4.	Nhập lại mô hình vào trong SAP.	69
5.	Lặp lại chu trình đến khi đạt kết quả.	70

CHƯƠNG 1 : CÁC PHẦN MỀM ỨNG DỤNG TRONG XÂY DỰNG

I. Phần mềm tính toán kết cấu.

1. Các phần mềm tính Kết Cấu

Các phần mềm của hãng CSI

CSI là một hãng rất nổi tiếng về phần mềm tính toán kết cấu dựa trên lý thuyết về phần tử hữu hạn.

Nhóm các phần mềm CSI gồm :

- CSI Sap200 : Tính toán các công trình kể cả các công trình đặc biệt như silo, tháp nước, dàn thép, dàn không gian, cầu,....

- CSI Col : Tính toán cột, với các loại tiết diện tròn, hình chữ nhật. Tính toán cột lệch tâm xiên
- CSI Etabs : Chủ yếu dùng để tính toán nhà cao tầng.
- CSI Safe : Tính toán bản sàn. Với tất cả các loại sàn dựa trên gối cứng, gối mềm,...
- CSI Section Builder : Dùng để thiết kế các loại tiết diện đặc biệt không có sẵn trong Sap. Sau đó ghi lại dưới dạng các file *.Pro rồi được Export sang cho các phần mềm khác của hãng.

Việc tính toán bao gồm :

- Thiết kế mô hình tính toán, các điều kiện biên.
- Nhập các số liệu tiết diện, tải trọng.
- Xác định các trường tổ hợp tải trọng
- Xác định phương pháp tính toán khảo sát.
- Tính toán nội lực và thiết kế thép theo tiêu chuẩn ACI, Eurocode, BS.
- Các phần mềm CSI có thể xuất dữ liệu sang nhau.

Đánh giá

- Bộ chương trình của hãng CSI khá tốt, kết quả tương đối chuẩn, được sử dụng rộng rãi trên thế giới.

Staad Pro

Là phần mềm của hãng ENGINEER RESEARCH CORPORATION nhằm phân tích thiết kế cấu trúc trong xây dựng. Việc phân tích kết cấu được lập trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn, còn việc thiết kế tuân theo các tiêu chuẩn và quy phạm được lựa chọn.

Staad Pro có khả năng rất mạnh trong phân tích và thiết kế các cấu kiện với nhiều dạng kết cấu khác nhau (hệ khung phẳng, khung không gian, kết cấu sàn vách....) chịu nhiều dạng tải trọng khác nhau (tải trọng bản thân, gió, tải trọng động và tải trọng động đất)

Một số chức năng nổi trội của Staad Pro :

Xác định chu kỳ dao động riêng, tần số dao động riêng và các dạng dao động riêng khác của kết cấu.

Loại bỏ một số phần tử khi phân tích. Staad Pro có tùy chọn Ignore (inactive) một số phần tử khi phân tích, khi đó độ cứng các phần tử này sẽ không được kể vào ma trận độ cứng tổng thể của cả hệ kết cấu.

Tạo bản sàn cứng tuyệt đối : trong kết cấu nhà cao tầng, độ cứng trong mặt phẳng của các bản sàn được coi là tuyệt đối cứng vô cùng khi lựa chọn là (Slaver/ Master).

Prokon

Xsteel

Là phần mềm hỗ trợ vẽ thép.

Plaxis và Geo slope

Plaxis và Geo slope là 2 phần mềm dùng để tích nền đất.

Geo slope gồm 5 module tính ứng suất, biến dạng, trượt, thấm, động đất và vận chuyển ô nhiễm trong đất.

Bài toán chủ yếu là tính tường chắn, lún, ðê ðập và vận chuyển chất thải trong đất.

Số liệu nhập vào là các lớp đất, các chỉ số cơ lý của đất như phi, C, gama và mực nước ngầm.

MCW

Chương trình tính toán và thiết kế móng cọc

Công ty : CIC bộ Xây Dựng.

Tính năng :

- Vào các chỉ tiêu cơ lý của đất, các số liệu từ xuyên tĩnh, xuyên TC, thí nghiệm cọc nén tại hiện trường.
- Vào các số liệu về cọc, ðài cọc
- Chương trình sẽ tự tính toán dự báo sức chịu tải của cọc, bố trí cọc trong ðài. Tính toán thiết kế ðài cọc, ðộ lún tổng thể và cường ðộ lớp đất dưới mũi cọc.
- Xuất sang file DXF bản vẽ thép và bảng thống kê thép.

MDW

Chương trình tính toán và thiết kế móng ðơn.

Công ty : CIC bộ Xây Dựng.

Tính năng :

- Thiết kế và kiểm tra móng ðơn khi có số liệu về ðịa chất
- Vào lực tác dụng lên móng (M,N,Q)
- Chương trình tính toán khả năng chịu tải của nền và tính toán móng theo hai trạng thái giới hạn về cường ðộ và về biến dạng.
- Kết quả tính toán ðược thể hiện dưới dạng text or graphic (AutoCad)

MBW

Chương trình tính toán và thiết kế móng băng giao nhau.

Công ty : CIC bộ Xây Dựng.

Tính năng :

- Mô hình hoá bài toán ðầm trên nền ðàn hồi. Sử dụng phương pháp pthh ðể tính toán chuyển vị và nội lực trong KC.

- DỄ nhậ tải, bao gồm tất cả các loại tải trọng.
- Thiết kế với các dạng ðầm chữ I,T,CN
- Xuất bản vẽ thi công với các mặt cắt, chi tiết ðầm, bảng thống kê cốt thép,... sang môi trường AutoCad.

FBT 5.0

Chương trình phần tử hữu hạn tính toán kết cấu khung phẳng BTCT theo TCVN 2737-1995

Công ty : Hải Hoà.

Tính năng :

- Nhập tải trên màn hình ðồ hoạ.
- Tự ðộng ðánh số nút, số phần tử.
- Chia nhóm tải trọng. Tính toán chuyển vị, nội lực
- Tổ hợp nội lực và thiết kế thép cho từng cấu kiện.

Đánh giá : Phần mềm này ðồ hoạ yếu.

KPW

Chương trình phần tử hữu hạn tính toán kết cấu khung phẳng BTCT theo TCVN 2737-1995

Công ty : CIC bộ xây dựng.

Tính năng :

- Nhập khung và tải trọng trong môi trường ðồ hoạ
- Nhập tải trọng theo các dạng phân bố ðều, tải hình thang, tam giác và tự ðộng ðôn tải trọng gió tĩnh.
- Tích hợp nhiều thư viện vật liệu bê tông cốt thép, các loại tiết diện thép theo TCVN.
- Tính nội lực, tự tổ hợp nội lực và tính thép theo TCVN.
- Xuất bản vẽ thi công sang AutoCAD, tuy nhiên còn phải sửa nhiều mới ðùng ðược.
- Xuất kết quả nội lực, vẽ biểu ðồ bao nội lực.

Đánh giá :

- Không xuất ðược khung tính toán ra CAD, cũng như file ảnh.
- Môi trường ðồ hoạ chưa ðược tốt lắm.

VinaSAS

Chương trình phần tử hữu hạn tính toán kết cấu khung không gian BTCT theo TCVN 2737-1995.

Công ty : CIC bộ xây dựng.

Tính năng :

- Nhập sơ đồ và tải trọng trong môi trường đồ họa
- Tự động dồn tải trong gió tĩnh
- Tính toán nội lực và chuyển vị theo TCVN theo phương pháp phân tích độ cứng.
- Tính toán thép theo TCVN 2737-95
- Xuất bản vẽ thi công ra CAD, Kết quả theo sơ đồ biểu đồ bao nội lực, tạo báo cáo cho từng cấu kiện được chọn.

RDW

Chương trình tổ hợp nội lực, thiết kế, kiểm tra cấu kiện BTCT và thép theo TCVN từ kết quả tính toán của các phần mềm SAP90, SAP 2000, STAAD III, STAAD PRO.

Công ty : CIC Bộ xây dựng.

Tính năng :

- Lấy KQNL từ SAP, STAAD, tổ hợp NL theo TCVN 2737-95
- Có thể tổ hợp các trường hợp tải trọng đặc biệt như gió động, động đất, gió xiên,...
- Đưa ra biểu đồ bao NL dọc, lực cắt, moment và đưa ra các tổ hợp NL nguy hiểm tại các mặt cắt.
- Sau đó thiết kế cấu kiện BTCT theo TCVN 356-2006. Kiểm tra nứt và võng với các cấu kiện nhịp lớn. Đưa ra bản vẽ thi công sang CAD.
- Thiết kế kiểm tra cấu kiện thép theo TCVN 5575-91. Thực hiện kiểm khả năng chịu lực tại các vị trí mặt cắt. Ngoài ra còn tra ổn định cục bộ, ổn định tổng thể và chuyển vị ngang của toàn bộ KC. Tính toán TK các nút, các liên kết cột với móng thép (bu lông, đường hàn)
- Ngoài ra còn module thư viện thiết kế : BTCT, cột, vách, dầm thép góc, dầm thép góc, sàn BTCT thường và ứng lực trước.
- Thể hiện ra các bản vẽ TC tương đối chuẩn (tuy nhiên vẫn phải sửa lại cho theo ý muốn)

VN3D 3.0

Chương trình phần tử hữu hạn tính kết cấu không gian theo TCVN 2737/95.

Công ty : Hải Hoà

Tính năng :

- Nhập, chỉnh sửa số liệu trực tiếp trên màn hình đồ họa.
- Phụ viện các phần tử : Thanh, khối, vòm.
- Tính toán chuyển vị, nội lực, dao động riêng của kết cấu.
- Tính toán cốt thép cho từng cấu kiện.

TKT 3.0

Phần mềm thống kê cốt thép chạy trong môi trường AutoCad

Công ty : Hải Hoà.

Tính năng :

- Vẽ tiết diện BTCT với bảng các thông số.
- Tạo chỉ dẫn cốt thép.
- Lập và tự động cập nhật bảng thông kê thép.
- Lập bảng tổng hợp cốt thép từ các bảng thống kê thép.

Nhận xét :

KIW

Chương trình tính và thiết kế khung thép tiền chế chữ I

Công ty : CIC bộ Xây Dựng

Tính năng :

- Nhập số liệu vào rất đơn giản.
- Kiểm tra hoạch thiết kế, cho phép xác định tiết diện tối ưu bằng phương pháp lặp. (gọi chương trình staad để chạy nội lực, chương trình sẽ lấy KQ này để tính thép)
- Xuất kết quả ra CAD (khung bản vẽ, các chi tiết liên kết, bảng thống kê VL,...).

SPTW

Chương trình tính sàn BTCT

Công ty : CIC bộ Xây Dựng

Tính năng :

- Tính toán sàn theo phương pháp đàn hồi.
- Tạo mặt cắt cốt thép rất linh hoạt.
- Xuất bản vẽ thi công sang môi trường đồ họa.

2. Phần mềm Sap 2000.

2.1 Giới thiệu.

- ðã phát triển hơn 30 năm(1970): SAP, SAPIV, SAP86,SAP90,SAP2000-V7.42,V9,V10.

- Khả năng lớn.
- Tính theo phần tử hữu hạn.
- Dễ sử dụng.
- Chuyên môn hoá.

2.2 cài ðặt Sap 2000- V7.42

- Chạy thư mục cài ðặt.
- Crack:
 - + Coy file Crack và Nslm32.DLL
 - + Bỏ thuộc tính Read Only
 - + Chạy file Crack.

2.3 Giao diện. Dễ sử dụng, các về sau tính dễ sử dụng ðược nâng cao so với các version trước.

- Thanh tiêu ðề(Tile bar)
- Menu bar
- Status bar
- Main tool bar
-

II. Các phần mềm khác.

Phần mềm Projet

Là phần mềm dùng ðể thiết lập và quản lý tiến ðộ dự án của hãng Microsoft. Chúng ta có thể sử dụng

DT 2002

Chương trình tính ðơn giá, dự toán

Công ty : CIC bộ Xây Dựng.

Tính năng :

- Thể hiện tổng chi phí vật liệu, nhân công, máy khi nhập tiên lượng.
- Tính cước vận chuyển ðường sông, ðường bộ, vận chuyển thủ công.
- Lập tổng dự toán
- Tìm kiếm theo mã hoặc theo tên. Tra cứu trực tiếp ðơn giá theo mã, tên. Với 61 bộ ðơn giá của cả nước.
- Thể hiện KQ tính toán trên màn hình và Word, Excel.
- Có thể in các loại bản in trực tiếp trong chương trình.

CE++ Professional

Phần mềm chuyên nghiệp tính dự toán và quyết toán.

Công ty : Hải Hoà

Tính năng :

- Sử dụng nhiều đơn giá, định mức và bảng giá trong cùng một dự toán, quyết toán.
- Quản lý chi phí từng hạng mục và từng công việc
- Tự động tính lại khi có thay đổi về tiên lượng cũng như bảng giá, định mức, đơn giá.
- Tính vận chuyển một cách linh hoạt.
- Cung cấp 30 mẫu bảng biểu liên quan đến đấu thầu, dự toán.
- Trao đổi dữ liệu với MS.Excel.

CE Net

Phần mềm lập dự toán và quyết toán vận hành theo mô hình client/server trên hệ thống LAN hoặc Internet.

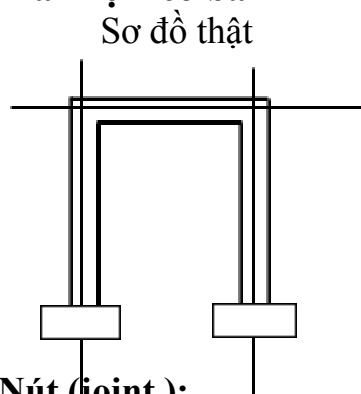
Công ty : Hải Hoà

Tính năng :

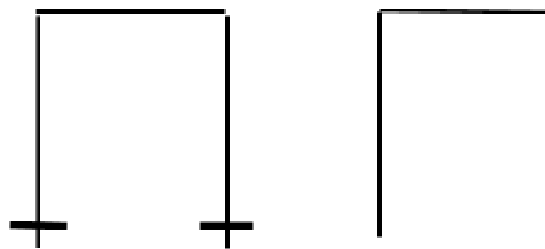
- Tích hợp với nhiều loại cơ sở dữ liệu như : MySQL, SQL Server, PostgreSQL, Oracle.
- Quản lý thống nhất các định mức, đơn giá trong cả nước như định mức 1242, định mức sửa chữa, điện,...
- Trao đổi dữ liệu với MS.Excel.

CHƯƠNG 2 : NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN PHẦN MỀM SAP 2000

I. Khái niệm cơ bản



Mô hình hóa thành Sơ đồ tính



1. Nút (joint) :

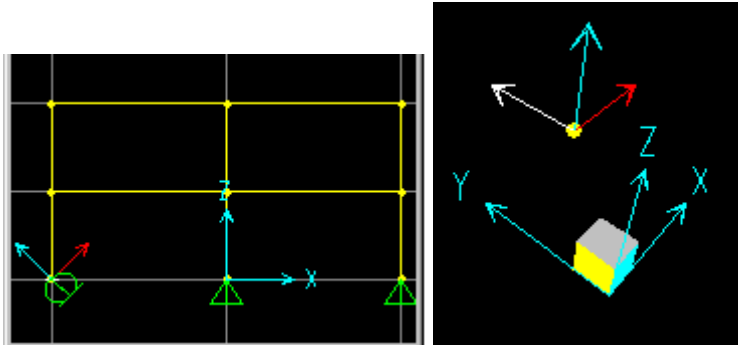
1.1. Vị trí của nút :

- Điểm liên kết các phần tử.
- Điểm thay đổi về đặc trưng vật liệu, đặc trưng hình học
- Điểm cần xác định chuyển vị & điểm có chuyển vị cưỡng bức
- Điểm xác định điều kiện biên
- Là điểm gán khối lượng tập trung

1.2. Khai báo nút trong SAP :

- Các nút được tạo tự động khi tạo phần tử
- Số hiệu nút được gán tự động
- Có thể thêm các nút tại các vị trí bất kỳ
- Hệ tọa độ riêng của nút 1(đỏ), 2(trắng), 3(xanh) mặc định lấy theo phương của hệ tọa độ tổng thể X,Y,Z. Tuy nhiên Sap cho ta phép xoay hệ tọa độ trong một

số trường hợp cần thiết. Ví dụ trong trường hợp khai báo liên kết đặc biệt như dưới đây



1.3. Bậc tự do của nút :

- Một nút có 6 bậc tự do: U1, U2, U3 (thẳng); R1, R2, R3 (Xoay).
- Chiều dương qui ước của các bậc tự do tương ứng với 6 thành phần trong hệ tọa độ tổng thể
- Bậc tự do tính toán: (DOF=Degree of Freedom): Số bậc tính toán của mỗi nút có thể hạn chế theo từng loại sơ đồ (Analyze - Option Def).

1.4. Một số đối tượng khác liên quan đến nút :

- Các lực tập trung có thể khai báo tại nút (Joint Load)
- Khai báo khối lượng tập trung tại nút (Mass)
- Khai báo các mẫu tải trọng tại nút (Joints Pattern)

1.5. Các kết quả phân tích nút:

- Các chuyển vị tại nút
- Các phản lực tại nút
- Các lực liên kết tại nút (Forces)

2. Phần tử :

Có 4 loại phần tử

2.1. Phần tử thanh (Frame):

Khái niệm

- Khái niệm trong kết cấu : một cấu kiện có một chiều lớn hơn 8 lần 2 chiều còn lại thì ta có thể coi nó là phần tử thanh. Ví dụ : một cái ống khói có chiều cao lớn hơn 8 lần đường kính thì ta có thể mô hình hóa nó thành một phần tử thanh, ngàm tại đất. Do vậy frame thường được sử dụng để biểu diễn cho các kết cấu dầm, dàn, khung 2D hoặc 3D.
- Khái niệm trong kết cấu trong các phần mềm tính toán kết cấu thì nó là một đoạn thẳng biểu diễn trực của các cấu kiện, có hai nút, ký hiệu **i** và **j**.

Một số quy ước trong Sap cho frame :

Mỗi thanh có một hệ tọa độ địa phương riêng mô tả cho các đại lượng của tiết diện, tải trọng và kết quả nội lực :



Mặt định : Trục 1 (đỏ) theo trục thanh từ **i** đến **j**, trục 2 (trắng), 3 (xanh) tuân theo qui tắc bàn tay phải : (2 // +Z)-với phần tử nằm ngang ; (2 // +X)- với phần tử thẳng đứng . Cụ thể :

- Trục +1 // +X ; +2//+Z +3// -Y
- Trục +1 // +Y ; +2//+Z +3// +X
- Trục +1 // +Z ; +2//+X +3// +Y

Góc tọa độ phần tử :

- Đổi chiều của trục 1
- Cho phép quay trục 2&3 một góc quanh trục 1. Góc là dương khi quay ngược chiều kim đồng hồ nếu nhìn từ chiều dương trục 1

Thanh coi là thẳng đứng nếu góc nghiêng với Z <= 10o

Khi vẽ các phần tử nên theo trật tự từ trái sang phải, dưới lên trên .

Thanh có thể có tiết diện không đổi (Primastic) hoặc thay đổi (Non- Primastic)

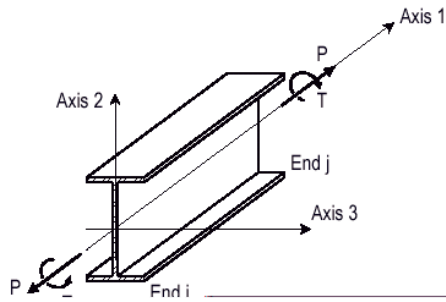
Thanh có thể có các loại liên kết khác nhau tại các nút (Release, Rigid)

Các đặc trưng hình học của phần tử thanh : (do chương trình tự tính nếu dùng các TD mẫu của SAP):

- A, I22, I33, J . . .
- Section modulus : Mô men chống uốn
- Plastic modulus : Mô men dẻo
- Radius of Gyration : Bán kính quán tính

Các loại tải trọng tác dụng lên PT thanh :

- TT tập trung trên phần tử
- TT phân bố (đều hoặc không đều)
- Trọng lực, TT bản thân
- TT nhiệt
- TT US trước
- TT động (Response Spectrum & Time History)
- TT di động



Nội lực của phần tử thanh:

6 thành phần : P, V1, V2, T, M22, M33. Với bài toán phẳng chỉ có 3 thành phần : P, V2, M33

2.2. Phần tử vỏ, tấm (Shell):

Khái niệm :

Có thể có 3 hoặc 4 nút, là mặt phẳng trung bình của các kết cấu loại tấm, vỏ, bản ... được khai báo qua chiều dày của PT.



Phân loại : (Type)

- Membrane : phần tử màng chỉ chịu kéo (nén), chuyển vị trong mặt phẳng & xoay quanh trục vuông góc với mặt phẳng PT. Thường dùng để mô hình hóa các mái vòm bê tông.
- Plate : phần tử tấm : chỉ chịu uốn (2 chiều trong mặt phẳng & ngoài mặt phẳng), chuyển vị theo phương vuông góc với mặt phẳng.
- Shell : phần tử tấm không gian có thể chịu cả kéo (nén) hoặc uốn. Thường được áp dụng để mô hình hóa các bản sàn.

Các đặc trưng của phần tử shell :

Hệ tọa độ riêng của phần tử là 1(đỏ), 2(trắng), 3(xanh): trục 1 & 2 nằm trong mặt phẳng, 3 luôn vuông góc với bề mặt phần tử.

- Theo mặc định, trục 3 hướng ra màn hình hoặc theo phương Z.
- Cũng có thể sử dụng hệ tọa độ cầu như PT thanh.

Các loại tải trọng tác dụng lên PT thanh :

- TT tập trung tại các nút

- TT phân bố ðều
- Trọng lực, TT bản thân
- TT nhiệt
- TT áp lực : có hướng vuông góc với PT (surface Pressure), TT thay ðổi theo các ðiểm nút (Joint Pattern) dùng cho áp lực nước hoặc tường chắn .

Nội lực :

- Có thể có kết quả nội lực hoặc ứng suất tại các nút & theo phương chính
- Có các lực dọc màng theo các trục F11, F12 và mô men uốn M11, M12 . . . tại các ðiểm nút của phần tử
- Kết quả ứng suất cho tại các nút cả thõ trên, thõ dưới của phần tử

2.3. Phần tử khối phẳng (Plan, Asolid)

Có thể 3 ðến 9 nút, là mặt phẳng trung bình của phần tử, cho các kết cấu tấm, tường, ðê chắn ... chịu tải trọng ðối xứng trục, biến dạng phẳng và ứng suất phẳng.

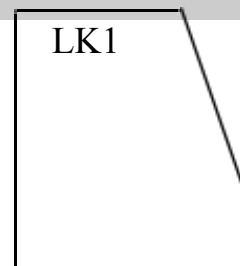
2.4. Phần tử khối 3D (solid)

Phần tử Solid có 9 nút, dùng cho các kết cấu khối chịu tải trọng 3 chiều

3. Liên kết

Có các loại :

- Liên kết tại giao ðiểm của các phần tử (nút)(LK1)
- Liên kết nối ðất (LK2)
- Ràng buộc chuyển vị
- Liên kết ðàn hồi



3.1. Liên Restraints

Là liên kết tuyệt ðối cứng.

Ðặc ðiểm :

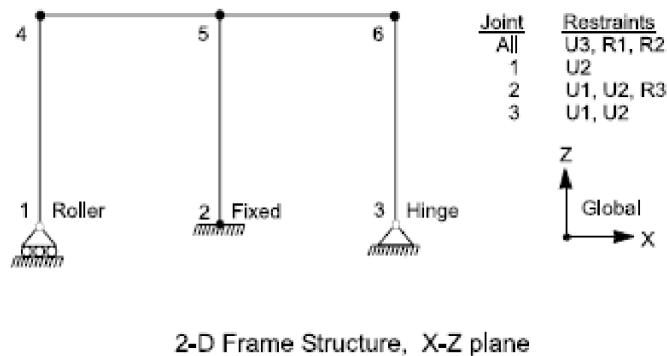
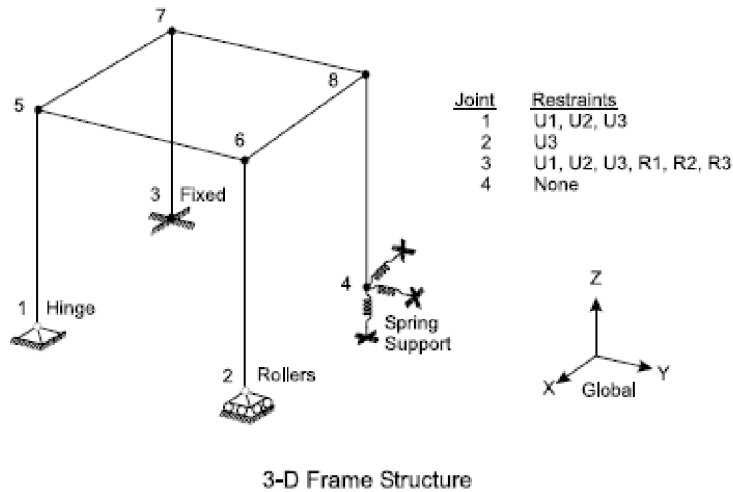
LK2

- Chuyển vị nút theo phương có bậc tự ðược gán bằng 0, tương ứng có các thành phần phản lực của nút ðó.
- Các thành phần gán Restraint có thể có chuyển vị cưỡng bức theo loại TT Displacement Load (chuyển vị của các bậc tự do có giá trị = cv cưỡng bức, chuyển vị này cũng gây ra nội lực trong mô hình).
- Liên kết Restraint ðảm bảo cho mô hình không bị biến hình. Nếu KC bị biến hình, chương trình sẽ thông báo "Structure to be unstable "

Ứng dụng :

- Mô hình hóa các kiểu liên kết nối ðất của kết cấu.

Chi tiết các loại Constraints :



3.2. Liên kết đàn hồi (Spring)

Đặc điểm :

- Cũng có các thành phần chuyển vị :
 - + Translation $U1, U2, U3 = Ux, Uy, Uz$
 - + Rotation $R1, R2, R3 = Rx, Ry, Rz$
- Độ cứng của gối liên kết có giá trị hữu hạn
- Giá trị CV của LK hữu hạn và phụ thuộc vào gối đàn hồi
- Phản lực của gối là phản lực đàn hồi
- Liên kết cũng phải đảm bảo cho kết cấu không biến hình
- Gối ĐH cũng có thể chịu các chuyển vị cưỡng bức & phản lực ĐH (bằng tổng PL của 2 chuyển vị).

Lưu ý :

Không khai báo liên kết nút Restraints trùng Spring.

Ứng dụng :

Để mô hình hóa dầm hoặc bản trên nền đàn hồi.

3.3. Ràng buộc chuyển vị :

Đặc điểm :

- Để mô hình làm việc đúng tính chất thực của nó và không biến hình
- Có các kiểu Constraints : Body, Plan, Diaphragm ...
- Giảm số phương trình và khối lượng tính toán

Diaphragm

- Ràng buộc chuyển vị theo một mặt phẳng. Tất cả các điểm được gắn cùng một Diaphragm đều có hai chuyển vị mặt phẳng và một chuyển vị xoay vuông góc với mặt phẳng như nhau. Mô hình này thường được sử dụng khi ta coi sàn là tuyệt đối cứng.

Body constraint :

- Dùng để mô tả một khối hay một phần của kết cấu được xem như là một khối cứng (Rigid body). Tất cả các nút trong một Body đều có chuyển vị bằng nhau và không bị biến dạng.

Plate Constraint

- Làm cho tất cả các nút bị ràng buộc tạo ra cùng một chuyển vị chống lại biến dạng uốn ngoài mặt phẳng (ngược với Diaphragm).

4. Tải trọng :

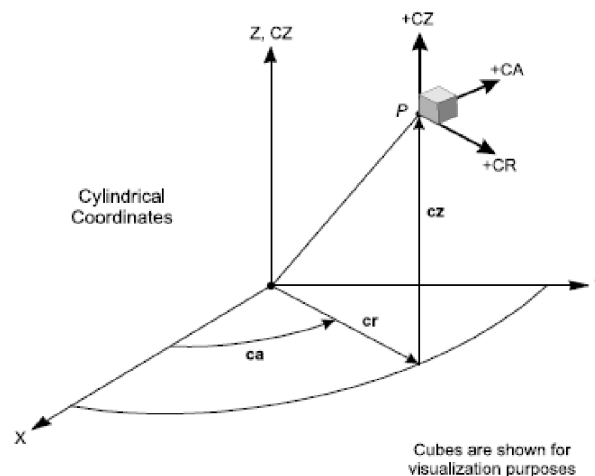
Có các loại tải trọng cơ bản sau :

- Tải trọng tĩnh là tải trọng không thay đổi theo thời gian : TT bản thân, tập trung, phân bố, áp lực, gió...
- Tải trọng động : là tải trọng thay đổi theo thời gian : TT động đất, gió động, sóng biển, TT xe di động trên cầu.

5. Hệ tọa độ:

Hệ tọa độ tổng thể (global) có thể là hệ tọa độ Decac (ký hiệu X, Y, Z) hoặc hệ tọa độ cầu, trụ (Z, R, θ).

Hệ tọa độ riêng (Local) ký hiệu 1, 2, 3 cho các loại phần tử (trừ phần tử Solid theo hệ tọa độ tổng thể)



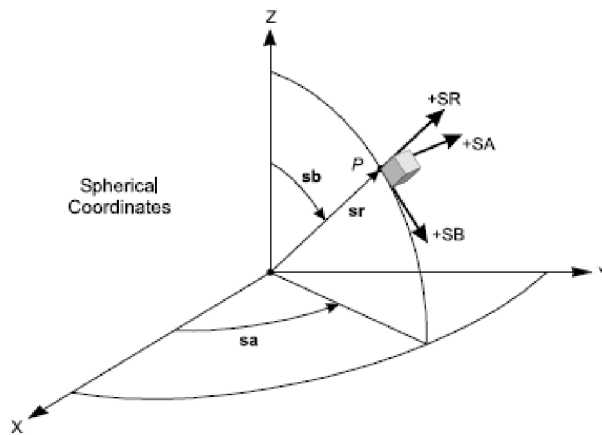


Figure 2
Cylindrical and Spherical Coordinates and Coordinate Directions

Đặc điểm :

- Chỉ có một hệ Global nhưng có thể có nhiều hệ tọa độ con, các hệ tọa độ con là so với hệ tọa độ tổng thể.
- Mỗi hệ tọa độ con có thể có những thuộc tính riêng như hệ lưới, gọi thư viện mẫu, đơn vị và có thể hiện theo từng hệ con.
- Hệ tọa độ global dùng để vào dữ liệu và hiện kết quả cho nút, lực nút, liên kết, tải trọng tập trung, phân bố, phản lực, chuyển vị gối tựa và chuyển vị nút .
- Hệ tọa độ riêng dùng để vào dữ liệu cho phần tử, tải trọng trên phần tử, hiện nội lực của phần tử . . .

Chú ý :

- Các phiên bản Sap từ 9.0 trở lên cho phép ta tạo ra nhiều hơn một hệ tọa độ tổng thể.

6. Đơn vị :

Chiều dài : m,cm,mm, inch, feet . . .

Lực : kgF, KN, T, kip . . .

Đặc điểm :

- Có thể dùng nhiều hệ đơn vị khác nhau cho dữ liệu khác nhau trong một sơ đồ kết cấu.
- Các hệ đơn vị sẽ được chương trình tự động quy về một loại .
- Kết quả đưa ra theo một hệ đơn vị chung (hệ khai báo đầu tiên)

Chú ý :

- Nên chọn đơn vị trước khi lập sơ đồ kết cấu.

7. Tổ hợp tải trọng :

Các loại tổ hợp tải trọng sau :

- Tổ hợp cơ bản 1.
- Tổ hợp cơ bản 2.
- Tổ hợp đặc biệt.

II. Những bước chính khi thực hiện phân tích kết cấu

Thiết lập sơ đồ kết cấu

1. Xác định đơn vị tính, xây dựng hệ lưới hoặc chọn thư viện mẫu .

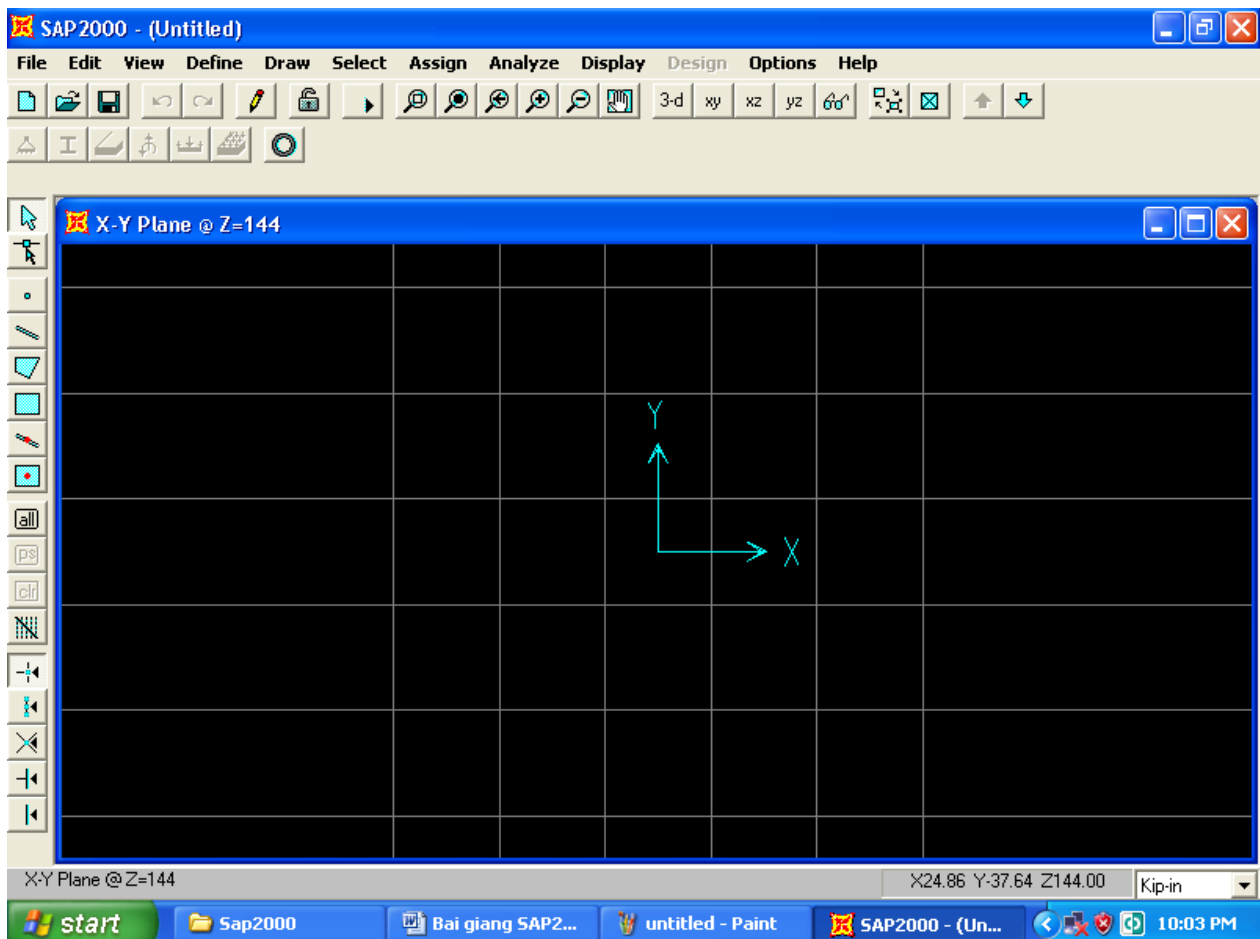
2. Thiết lập hệ lưới.
3. Khai báo vật liệu.
4. Khai báo các đặc trưng hình học (tiết diện, chiều dày . . .)
5. Vẽ hoặc Import sơ đồ hình học.
6. Khai báo các loại liên kết.
7. Gán các đặc trưng tiết diện cho phần tử tính.
8. Khai báo các trường hợp tải trọng.
9. Khai báo các tổ hợp tải trọng cần tính.
10. Gán tải trọng cho phần tử cho từng trường hợp tải trọng :
Tải trọng bản thân, TT nút, TT tập trung, phân bố, TT phân bố không đều

Phân tích kết cấu :

1. Chọn kiểu kết cấu (dàn, khung, vỏ . . .)
2. Khai báo một số tham số cần thiết (tham số để tính, in hoặc tham số động)
3. Thực hiện phân tích (chạy chương trình)

Xem kết quả

III. Giao diện của Sap



1. Thanh Menu; 2.Vùng làm việc;3.Thanh công cụ;4.Thanh trạng thái

IV. Thực hiện một ví dụ tính toán đơn giản bằng máy chiếu.

Thực hiện một bài toán khung phẳng. Chịu tải trọng phân bố hình thang.

CHƯƠNG 3 : KẾT CẤU HỆ THANH

I. Thiết lập mô hình tính toán

1. Thiết lập sơ đồ hình học

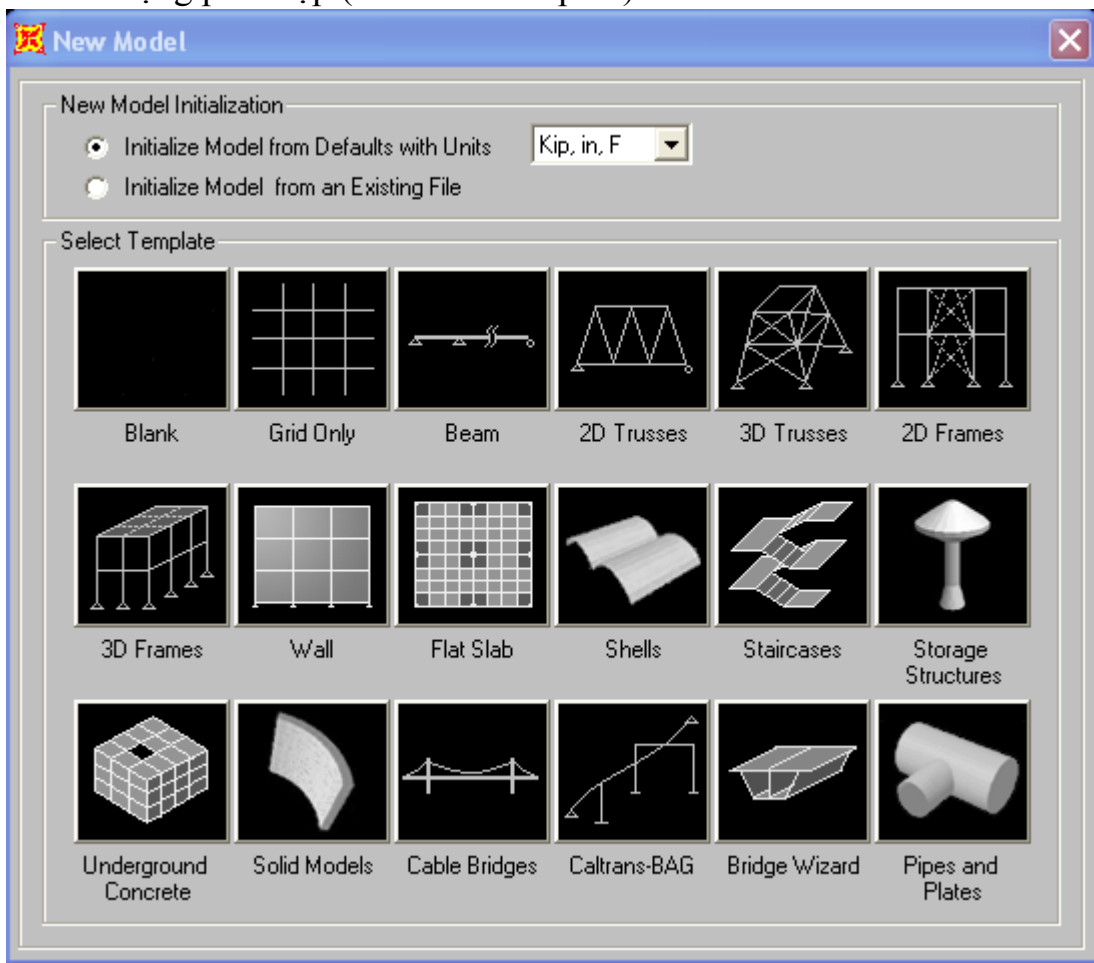
1.1. Từ thư viện mẫu :

Trong SAP2000 có một hệ thống thư viện mẫu phong phú để tạo sẵn các kết cấu hệ thanh, vỏ . . .

Để tạo ra các kết cấu này, người sử dụng chọn loại sơ đồ và sau đó cung cấp các giá trị cho một số tham số cụ thể mà sơ đồ đòi hỏi. Tùy theo các dữ liệu này có thể có các dạng kết cấu khác nhau. (* giới thiệu các loại thư viện mẫu*)

Giới thiệu các đại lượng trong các bảng thư viện hệ thanh : Beam - Portal . . .

Từ Version 8. SAP2000 có thêm thư viện **More** là các loại dàn, khung, vỏ, khung gian có hình dạng phức tạp (như hình bên phải)



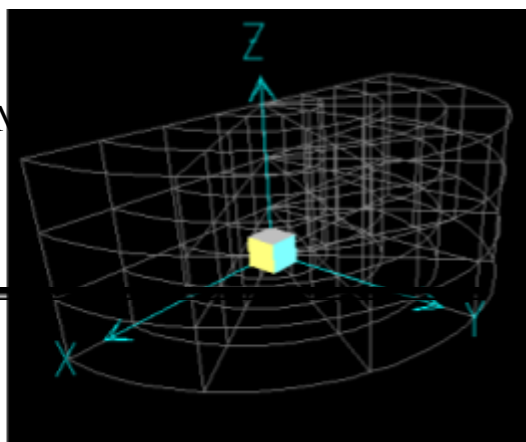
Xem thêm bài tập tạo mô hình trong tập bài tập.

1.2. Từ hệ lưới phụ trợ

- Giới thiệu về các hệ lưới

Hai hệ lưới : Lưới cầu và lưới lập phương

- Cách xây dựng lưới Chọn FILE □ NEW N



New Coord/Grid System

Cartesian Cylindrical

System Name GLOBAL

Number of Grid Lines

X direction 4

Y direction 4

Z direction 5

Grid Spacing

X direction 288.

Y direction 288.

Z direction 144.

Edit Grid...

OK Cancel

- Biõn òi : chõn **EDIT GRID...**

Define Grid Data for GLOBAL Coordinate System

Edit Format

X Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	x1	0.	Primary	Show	Top	
2	x2	288.	Primary	Show	Top	
3	x3	576.	Primary	Show	Top	
4	x4	864.	Primary	Show	Top	
5						
6						
7						
8						

Y Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	y1	0.	Primary	Show	Left	
2	y2	288.	Primary	Show	Left	
3	y3	576.	Primary	Show	Left	
4	y4	864.	Primary	Show	Left	
5						
6						
7						
8						

Z Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	z1	0.	Primary	Show	Left	
2	z2	144.	Primary	Show	Left	
3	z3	288.	Primary	Show	Left	
4	z4	432.	Primary	Show	Left	
5	z5	576.	Primary	Show	Left	
6						
7						
8						

Units: Kip, in, F

Display Grids as: ☒ Ordinates ☐ Spacing

☐ Hide All Grid Lines

☐ Glue to Grid Lines

Bubble Size: 60.

Reset to Default Color

Reorder Ordinates

OK Cancel

Define Grid Data for GLOBAL Coordinate System

Edit Format

R Grid

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	r1	0.	Primary	Show	Top	
2	r2	288.	Primary	Show	Top	
3	r3	576.	Primary	Show	Top	
4	r4	864.	Primary	Show	Top	
5						
6						
7						
8						

T Grid

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	t1	0.	Primary	Show	Left	
2	t2	30.	Primary	Show	Left	
3	t3	60.	Primary	Show	Left	
4	t4	90.	Primary	Show	Left	
5	t5	120.	Primary	Show	Left	
6	t6	150.	Primary	Show	Left	
7	t7	180.	Primary	Show	Left	
8						

Z Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	z1	0.	Primary	Show	Left	
2	z2	144.	Primary	Show	Left	
3	z3	288.	Primary	Show	Left	
4	z4	432.	Primary	Show	Left	
5	z5	576.	Primary	Show	Left	
6						
7						
8						

Units: Kip, in, F

Display Grids as: ☒ Ordinates ☐ Spacing

☐ Hide All Grid Lines

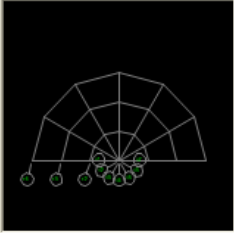
☐ Glue to Grid Lines

Bubble Size: 60.

Reset to Default Color

Reorder Ordinates

OK Cancel



2. Khai báo vật liệu, tiết diện, gán.

2.1. Khai báo vật liệu

- Phương pháp : Menu define Materials

- Dùng các giá trị đã có
- Khai báo mới, thay đổi

Add: Thêm một loại vật VL

- Material Name: Tên Loại Vật liệu. Do người dùng đặt, nên đặt tên theo loại vật liệu sử dụng, ví dụ: Bê tông 200=BT200.
- Type of Material: Luôn chọn Isotropic (Đẳng hướng)mặc định chọn; Ortho (trục hướng)
- Mass Volume: Khối lượng riêng dùng để tính khối lượng riêng của phần tử trong bài toán động.
- Weight Volume: Trọng lượng riêng để tính trọng lượng riêng của phần tử trong các trường hợp tải trọng, hay còn gọi là tải trọng bản thân.
- Modulus of Elastic ...: E (E thay đổi theo mác BT)Mô đun đàn hồi, dùng để xác định độ cứng kéo nén và uốn. Tham số E cùng với tiết diện quyết định biến dạng của kết cấu.
- Poisson Ratio factor: Hệ số Poát Xông (μ): 0.1-0.3. Bê tông=0.18-0.2; Thép=0.3 dùng để xác định $G = E/2/(1+\mu)$ quyết định biến dạng trượt và xoắn.

Modify: Thay đổi loại VL có sẵn (đã khai báo)

- Chọn tên VL
- Bấm vào Modify ☐ Giống như New.

Delete :

- Chỉ xoá được khi chưa gán VL cho tiết diện

Bảng cường độ bê tông

BẢNG CHUYỂN ĐỔI CƯỜNG ĐỘ, MÁC BÊ TÔNG GIỮA CÁC TIÊU CHUẨN VIỆT NAM, ANH, MỸ

Mãc BT theo TCVN 3118-79	M150	M200	M250	M300	M350	M400	M500
Rn (TCVN 5574-1991) (kG/cm2)	65	90	110	130	155	170	215
Rk (TCVN 5574-1991) (kG/cm2)	6	7.5	8.8	10	11	12	13.4
Fcu (N/mm2) Theo TC Anh (Bs-1881)	13	17	21	25	30	34	42
Fc (N/mm2) theo TC Mỹ (ASTM-C39)	9	12	15	18	21	24	30
Môdul ðàn hồi, Eb (103 kG/cm2) theo TCVN 5574-1991	210	240	265	290	310	330	360
Môdul ðàn hồi, Eb (103 kG/cm2) theo TC Anh (BS 8110)		240	250	260	280	300	320
Ec=4700*(fc') ^{1/2} (103 Mpa) Theo TC Mỹ		163	182	200	215	230	257

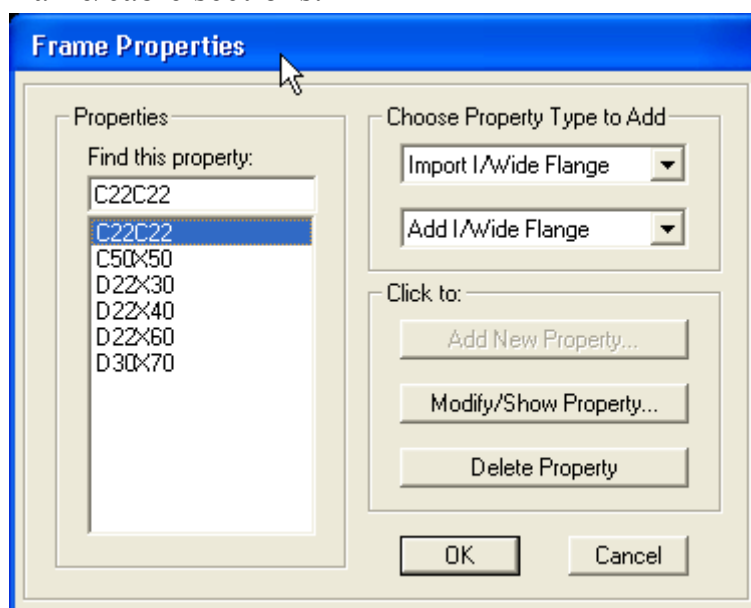
Chú ý :

- Module of elastic, giá trị cường độ bê tông cốt thép là cường độ quy đổi của mẫu bê tông lập phương thí nghiệm 150x150x150 quy đổi sang mẫu hình trụ theo tiêu chuẩn ACI 318-02.

2.2. Khai báo tiết diện

Phương pháp

Menu define ☐ Frame/cable sections.



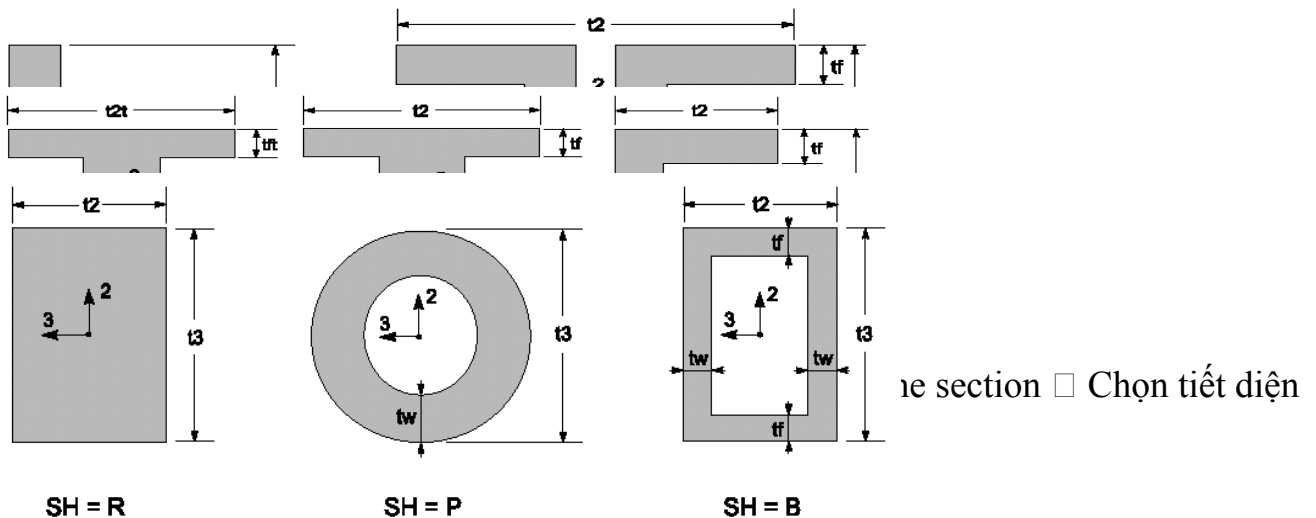
- Lấy từ thư viện mẫu trong SAP (các loại thép hình theo các chuẩn khác nhau)
- Mô tả một số dạng mặt cắt ngang có sẵn trong SAP
- Tiết diện bất kỳ

Chú ý :

- Mẫu tiết diện có thể lấy từ các file *.Pro. Các file *.Pro chứa tiết diện và các thông số liên quan đến đặc tính của tiết diện đó. File này ta cũng có thể tạo ra bằng chương trình SecTion Builder của CSI.

- Tuy nhiên Sap cũng cung cấp một số tiết diện nằm trong các file .pro kiểm theo bản cài đặt. Các tiết diện này được thiết kế theo chuẩn của Mỹ- AISC, Canada -CISC, Anh . . .
- Khi khai báo tiết diện nên sử dụng ký tự đầu đặc trưng cho tiết diện. Ví dụ : C30x40 (tiết diện cột 300x300). CD60 (cột tròn đường kính 600). D20x20 (Dầm tiết diện 200x200).

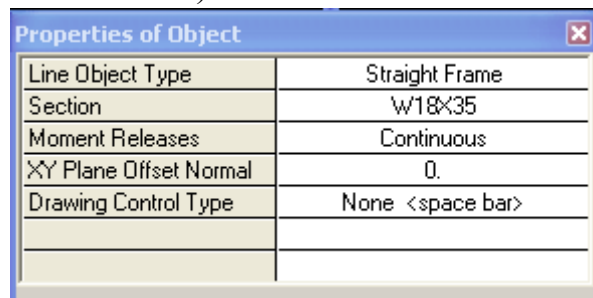
Hình mô tả một số tiết diện cơ bản :



3.1. Giới thiệu về các thành công cụ vẽ.



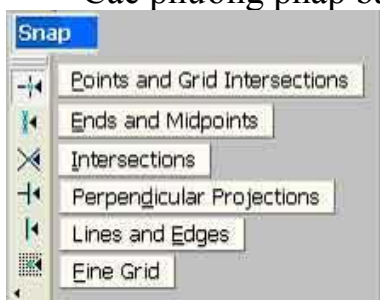
Menu Draw. (lưu ý là chỉ vẽ thanh).



Hai phương pháp vẽ phần tử thanh :

- Draw frame element : Vẽ frame qua 2 điểm (i - điểm đầu, j – điểm cuối)
- Quick Draw frame element : Vẽ nhanh bằng cách bấm vào điểm một điểm trên lưới

Các phương pháp bắt điểm (Snap)



là một phần tử.

ong của các phần tử trong quá trình vẽ (từ dưới lên trên và từ

ử :

Nguyên tắc chung.

Chọn phần tử cần biến đổi ☐ chọn phép biến đổi.

Các cách đánh dấu phần tử :

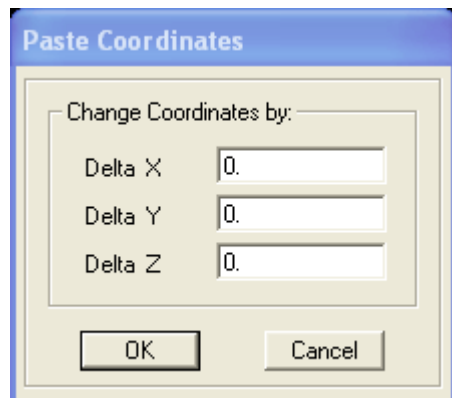
Giới thiệu 3 phương pháp chọn phần tử :

- Crossing up,
- Crossing down.
- Intersecting line

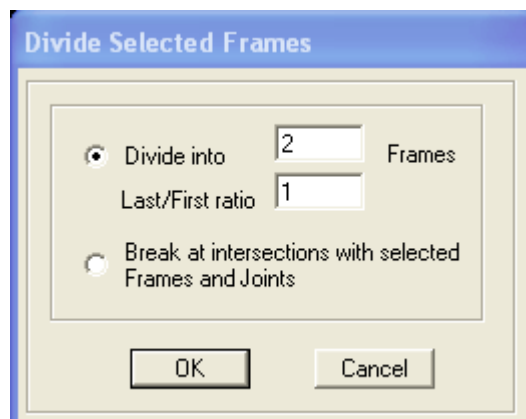
Một số cách biến đổi : Copy, Del, Move, Devide, Joint, Conect

Demo từng phương pháp biến đổi.

Copy, cut



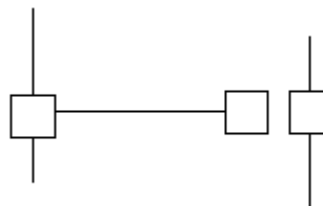
Devide frame



Joint Frame : Nối hai frame

Lưu ý : 2 Line có khác tiết diện vẫn có thể Joint. Sáp sẽ lấy tiết diện của thanh đầu để gán cho thanh sau khi Joint.

Connect : nối các nút có cùng tọa độ của các phần tử thành một nút. Khi đó các phần tử đó sẽ có chung nút với nhau hình thành liên kết.



Disconnect ngược với connect. tách rời nút của từng phần tử như hình vẽ. Khi đó tại một tọa độ có thể có nhiều hơn một nút.

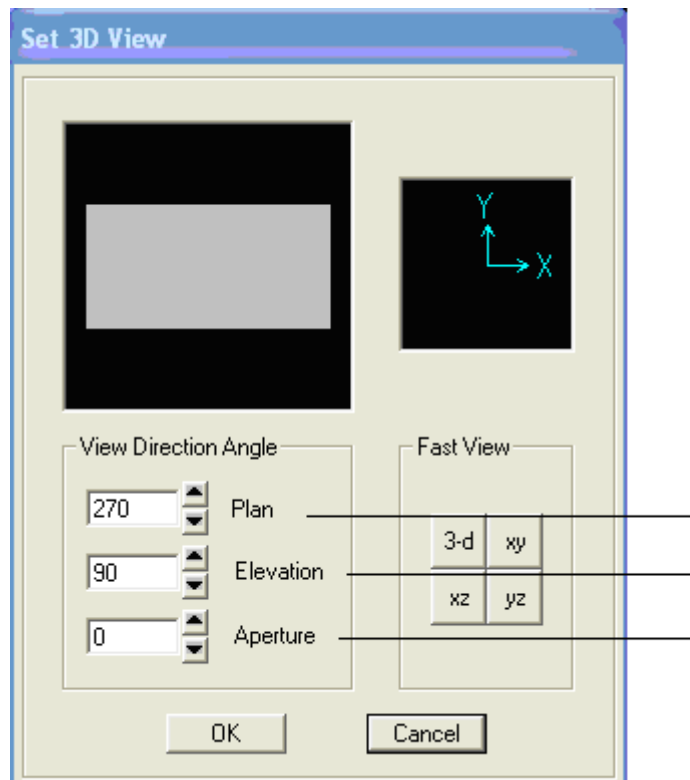
Show duplicates : Hiển thị các đối tượng bị trùng nhau.

Change label : đánh lại số hiệu của các phần tử và nút. (chú ý phần menu của change label)

3.3. Hiện sơ đồ hình học và xem các tham số

- Cách hiện sơ đồ kết cấu : 3D, 2D

Set 3D view

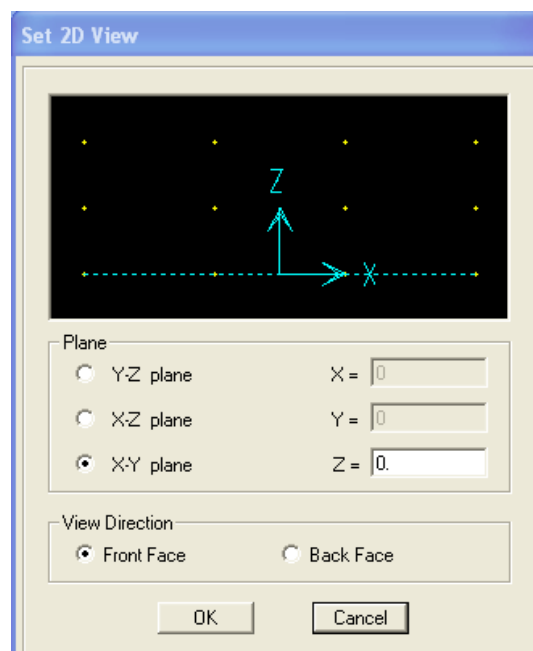


Mặt đứng	Mặt Trên
0	0
0	90
0	0

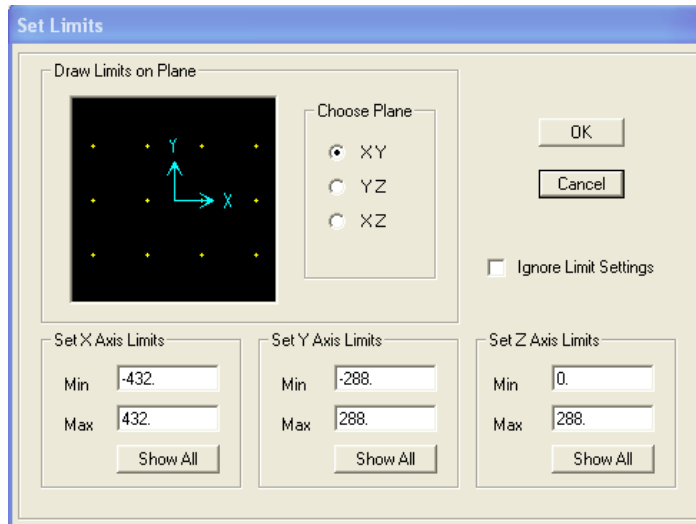
Chú ý :

- Hiện sơ đồ kết cấu trên hình chiếu phối cảnh
- Hiện sơ đồ kết cấu trên hình chiếu trực đo

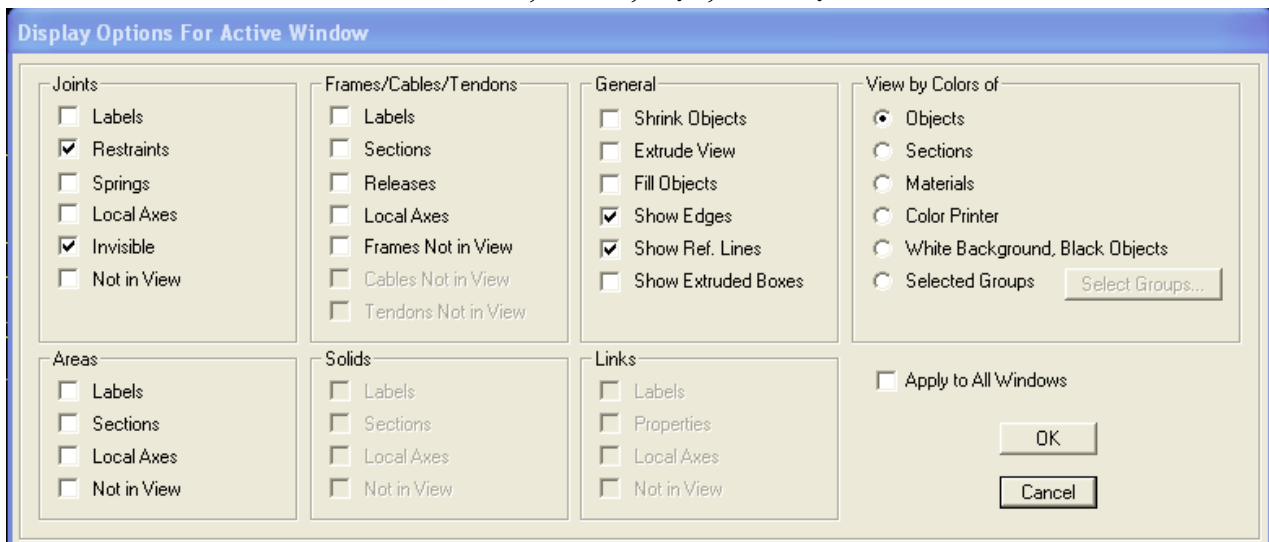
Set 2D view



Set limits



- Di chuyển các dòng lưới : hiện từng mặt phẳng
- Xem các tham số : tên nút, thanh, trục, tiết diện . . .



- Phóng to thu nhỏ, refresh, Pan, ẩn hiện lưới và trục.

4. Khai báo liên kết

4.1. Liên Restraint

Assign → Joint → Restraint

- Chọn các nút cần gán liên kết nối đất
- Mở hộp thoại Assign → Joint → Restraint, chọn loại liên kết cần gán

4.2. Liên kết đặc biệt trong kết cấu - Release

5. Khai báo các trường hợp tải trọng :

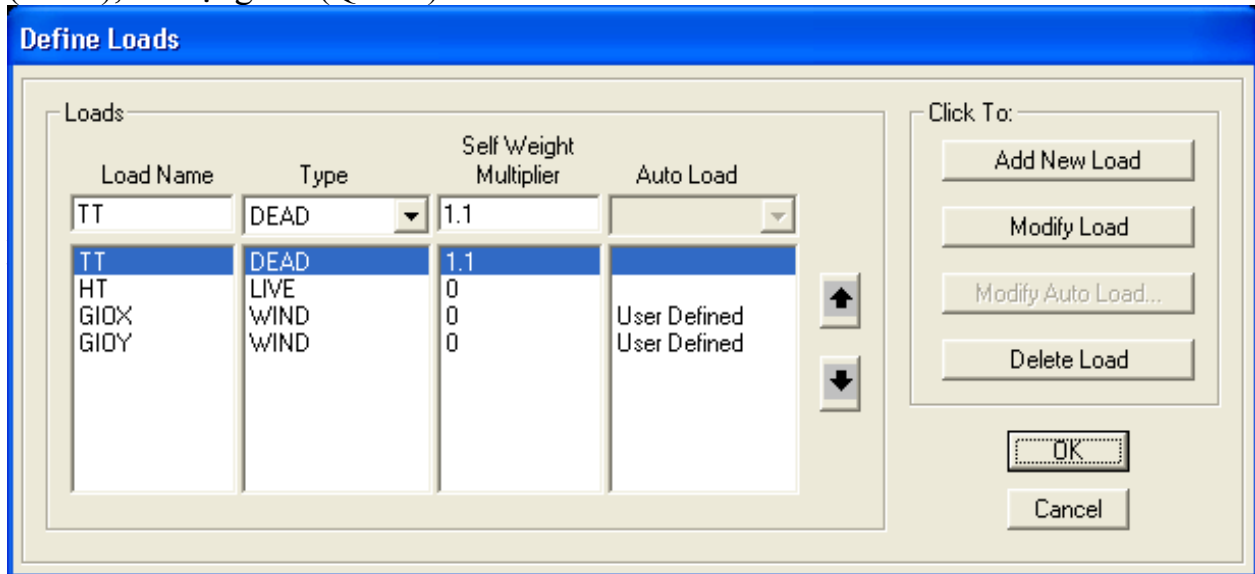
Define → Load case

Trường hợp tải trọng là các phương án tải khác nhau, độc lập để từ đó có thể dễ dàng đưa vào các tổ hợp tải trọng. Trường hợp tải trọng có thể chia nhỏ tùy ý, mỗi trường hợp có hệ số



riêng ðối với tải trọng bản thân (Self Weight Mutiplier), mặc ðịnh của SAP2000 là 1 cho loại DEAD .

Thông thường ta chia tải trọng thành : Tĩnh tải (Dead, hoạt tải (Live), Tải gió (Wind), tải ðộng ðất (Quake)....



Snow(tuyết)Quake (Tải trọng tĩnh do ðộng ðất)

- Self weight: hệ số tính trọng lượng bản thân cho mọi phần tử có mặt trong kết cấu ; Nếu =0 là không tính.
- Auto Lateral Load ☐ Nếu tổ hợp theo TCVN thì các lựa chọn này không quan trọng (None). Nếu tính theo các tiêu chuẩn nước ngoài thì bạn chọn tiêu chuẩn. Bạn có thể thay ðổi các thông số tính toán bằng cách nhấn vào nút Modify Lateral Load.
- Delete : Xóa một trường hợp tải trọng, Toàn bộ tải trọng ðã gán của trường hợp tải này sẽ bị xóa theo.

Ví dụ : Khai báo 4 trường hợp tải trọng :

- TT : type DEAD, hệ số trọng lực (bản thân)= 1,1.
- HT : type LIVE hệ số =0
- GioX : type WIND, hệ số = 0
- GioY : type WIND, hệ số = 0

6. Gán tải trọng cho phần tử của từng trường hợp tải trọng

Các bước thực hiện :

- Chọn các phần tử cần gán (chú ý đơn vị)
- Chọn loại tải trọng cần gán, khi gán chú ý :
 - + Kiểm tra loại tải trọng
 - + Kiểm tra hướng tải trọng (theo trục nào của global hay Local)
 - + Kiểm tra trạng thái gán trong check box (add, replace hay delete)
 - + Kiểm tra trường hợp của tải trọng ðang gán
- ðưa vào giá trị của tải trọng

Tải trọng bản thân :

Chỉ cần khai báo hệ số Mutiplier trong Load Case (chú ý phải khai báo giá trị của trọng lượng bản thân W trong Material). Cần phân biệt hai khái niệm sau :

- Selft -Weight :là hệ số tính tải trọng bản thân áp dụng cho mọi phần tử trong kết cấu. Nó tính trọng lượng bản thân theo phương -Z và luôn có giá trị dương
- Gravity : là hệ số tính tải trọng bản thân áp dụng cho một số phần tử nhất định trong kết cấu đã chọn, có thể có các phương X,Y,Z. Nếu theo phương -Z thì có giá trị âm .

6.1. Tải trọng phân bố trên phần tử

Các bước : (Assign → Frame load → Distributed)

Trong SAP2000 mỗi phần tử chỉ được phép gán tối đa 4 tải trọng tập trung trên phần tử hoặc 4 điểm có giá trị tải trọng khác biệt (đối với tải trọng phân bố không đều), do vậy trong hộp thoại chỉ có 4 ô để vào các giá trị của các khoảng cách tại các điểm đặt lực (Distance)- tính đến đầu thanh và giá trị lực tại từng điểm (Load).

Khi vào giá trị cho các khoảng cách có hai cách :

- Chọn Relative Distance from end I : thì các giá trị này là tỉ lệ của khoảng cách tính từ điểm đặt lực đến đầu thanh /chiều dài cả thanh
- Chọn Absolute : là giá trị thực của độ dài điểm đặt lực đến đầu thanh

Xem các tải trọng đã gán :

Display → Show load assigns ☐ Frame/Cable/Tendon Chọn trường hợp tải cần xem

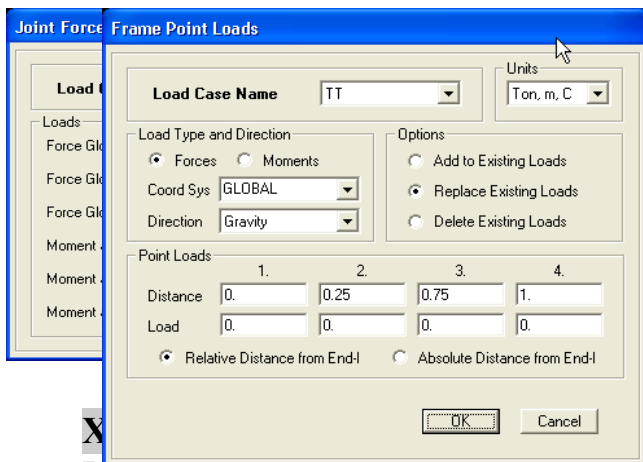
Một số loại tải trọng phân bố trên phần tử của SAP2000

6.2. Tải trọng nút

Các bước : (Assign → Frame load → Point)

Tải trọng tập trung tại nút
Assign → Joint Load → Force

Tải trọng tập trung trên phần tử
Assign → Frame Load → Joint



Display → Show load assigns ☐ Joint sau đó chọn trường hợp tải trọng cần xem.

6.3. Tải trọng phân bố hình thang.

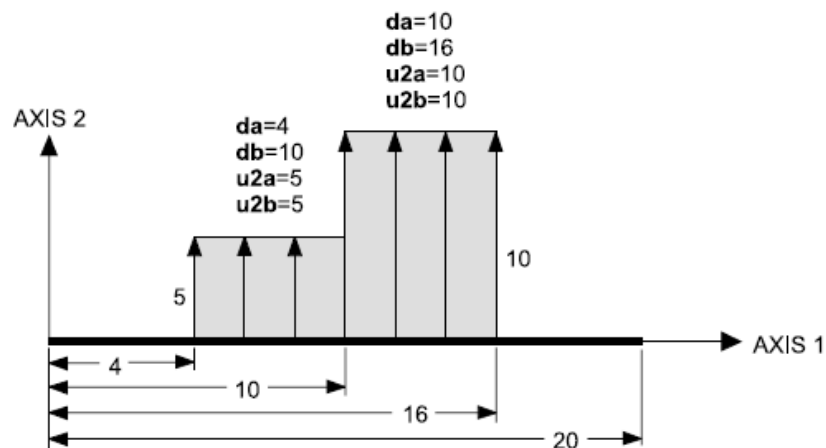
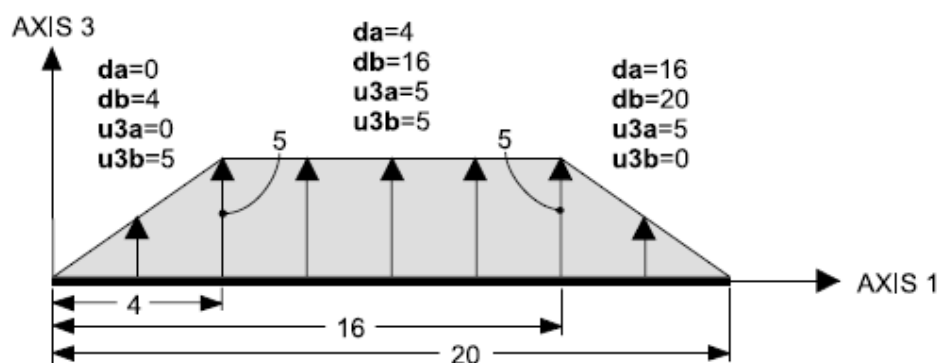


Figure 27
Examples of Distributed Span Loads



Tải trọng có thể là moment hoặc lực phân bố trên phần tử, tải này được đặc trưng bởi cường độ tải trọng tại các điểm khác nhau trên kết cấu.

Các bước thực hiện.

- Chọn phần tử ☐ Assign ☐ Frame\Cable\Tendon ☐ Distributed...

6.4. Tải trọng nhiệt.

Tải trọng nhiệt trong sap ðược chia làm 2 loại

- Tải trọng do sự chênh lệch nhiệt độ giữa bộ phận tọng kết cấu, gây ra biến dạng nhiệt trong các phần tử. Biến dạng này ðược tính theo công thức $\varepsilon_e = \lambda \cdot \Delta l_e$ (trong đó λ là hệ số dẫn nở nhiệt, Δl_e là độ chênh lệch nhiệt độ ðược tính bằng hiệu của Nhiệt độ chuẩn (ứng suất nhiệt ban ðầu trong kết cấu bằng không) và nhiệt độ gây tải trọng).
- Tải trọng do sự chênh lệch nhiệt độ giữa 2 thớ của phần tử. Đặc trưng bởi giá trị Gradient nhiệt độ t_2, t_3 thay ðổi tuyến tính theo các trục 2,3 của phần tử. Tải trọng này gây ra biến dạng uốn và ứng suất uốn trong mặt phẳng (1-2) và (1-3).
- Gradient nhiệt là sự thay ðổi nhiệt độ trên một ðơn vị chiều dài của phần tử, nó có giá trị dương nếu nhiệt độ giảm một cách tuyến tính theo chiều dương của trục tọa độ địa phương. Gradient có giá trị zero tại trục trung hòa, do vậy biến dạng dọc trục sẽ không ðược kể ðến.

Trình tự khai báo :

- Chọn phần tử ☐ menu Assign ☐ frame \ Cable \ Tendon Load ☐ Temperature
- Tải nhiệt độ là một hằng số : Temperature (gây biến dạng dọc trục), Temperature Gradient 2-2 (gây biến dạng uốn trong mp (1-2)), Temperature Gradient 3-3 (gây biến dạng uốn trong mp (1-3)).
- Tải trọng nhiệt thay ðổi theo Joint Pattern

Frame Temperature Loading

Load Case Name: DEAD

Type:

- ☐ Temperature
- ☒ Temperature Gradient 2-2
- ☐ Temperature Gradient 3-3

Options:

- ☐ Add to Existing Loads
- ☒ Replace Existing Loads
- ☐ Delete Existing Loads

Temperature:

- ☒ By Element

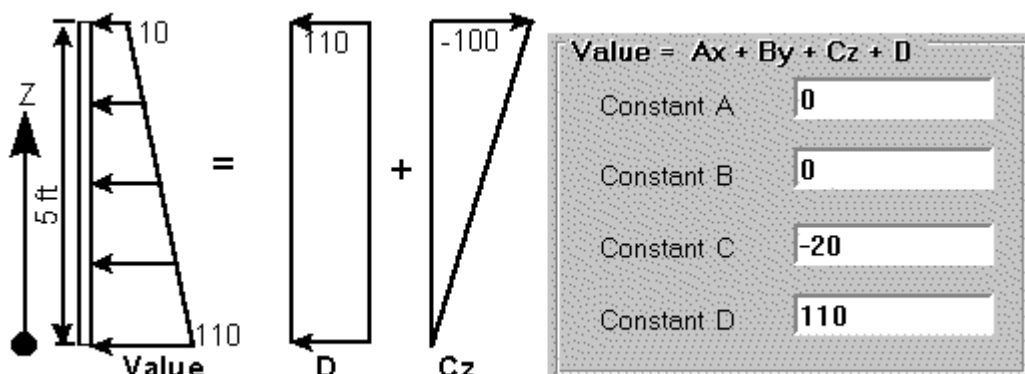
Temperature: 0.
- ☐ By Joint Pattern

Pattern:

Multiplier:

OK

Cancel



7. Tổ hợp tải trọng

Tổ hợp tải trọng là các phương án tải cần tính trong thực tế (đưa ra kết quả) dựa trên các trường hợp tải trọng đã khai báo. Trong mỗi tổ hợp tải trọng có thể xếp nhiều trường hợp tải trọng một lúc và mỗi THPT có thể có hệ số tổ hợp khác nhau.

Cách khai báo tổ hợp :

- Chọn tên (Name)
- Chọn phương pháp tổ hợp (Type)
- Đưa vào hệ số tổ hợp cho từng trường hợp TT tham gia trong tổ hợp này (Define)

Các đại lượng trong Tổ hợp tải trọng (Load Combination)

- Tên tổ hợp: Combo name
- Kiểu tổ hợp : (Type)
 - + **Add** : tổ hợp theo PP cộng từng thành phần của tổ hợp
 - + **Enve** : Tính tổ hợp Bao nội lực
 - + **SRSS**: Căn của tổng bình phương các trường hợp tải trọng
 - + **ABS**: Trị tuyệt đối của các trường hợp tải.

- Scale factor : Hệ số tổ hợp, tức là hệ số tổ hợp của từng trường hợp tải trọng trong một tổ hợp tải trọng. Theo TCVC 2737-97 ta có các trường hợp tải trọng sau:

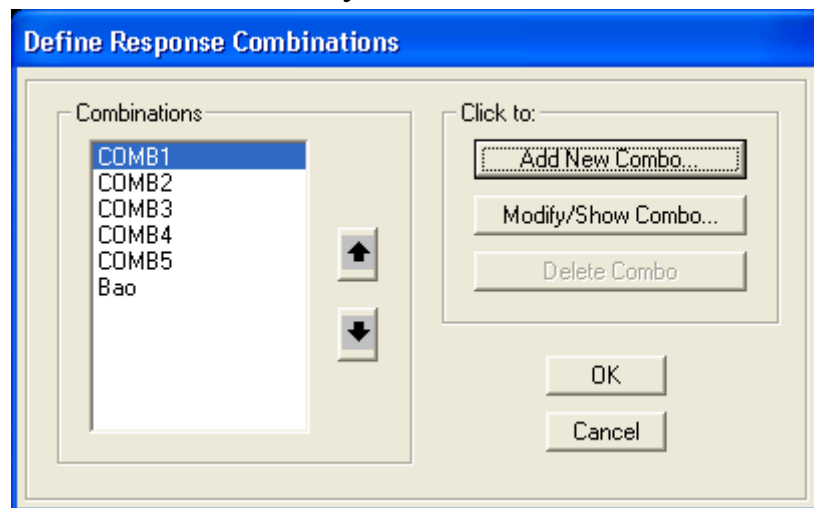
- + THCB1: 1 TH dài hạn + 1 TH ngắn hạn nguy hiểm nhất
- + THCB2: 1 TH dài hạn + 0.9 TH (nhiều trường hợp ngắn hạn)
- + THĐB1: 1 TH dài hạn + ? x ngắn hạn + ? x đặc biệt (tùy trường hợp cụ

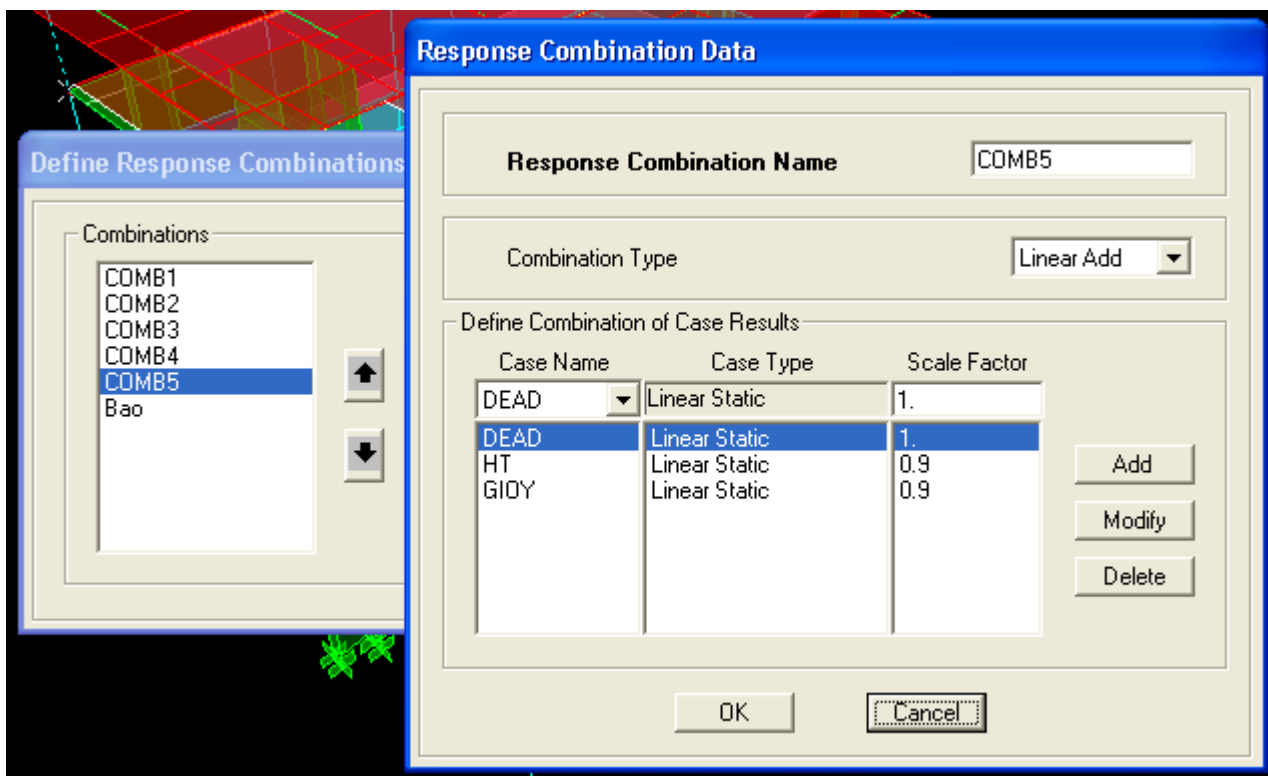
thể)

- + THĐB2: ngắn hạn không kể tải trọng gió.

- Ví dụ : Chúng ta có các trường hợp tải sau : TT, HT, Giox, Gioy. Khi đó chúng ta sẽ có 5 Combo, cụ thể như sau :

- o Combo1 : TT+HT
- o Combo2 : TT+0.9HT+0.9Giox
- o Combo3 : TT+0.9HT+0.9Gioy
- o Combo4 : TT+0.9HT-0.9Giox
- o Combo5 : TT+0.9HT-0.9Gioy





8. Kiểm tra mô hình :

8.1. Sơ đồ hình học.

Trước khi hoàn cần kiểm tra lại sơ đồ hình học. Các liên kết nối đất để khẳng định hệ không biến hình. Hiện sơ đồ tính toán theo từng loại tiết diện để đảm bảo tiết diện gán cho thanh là chuẩn.

8.2. Tải trọng

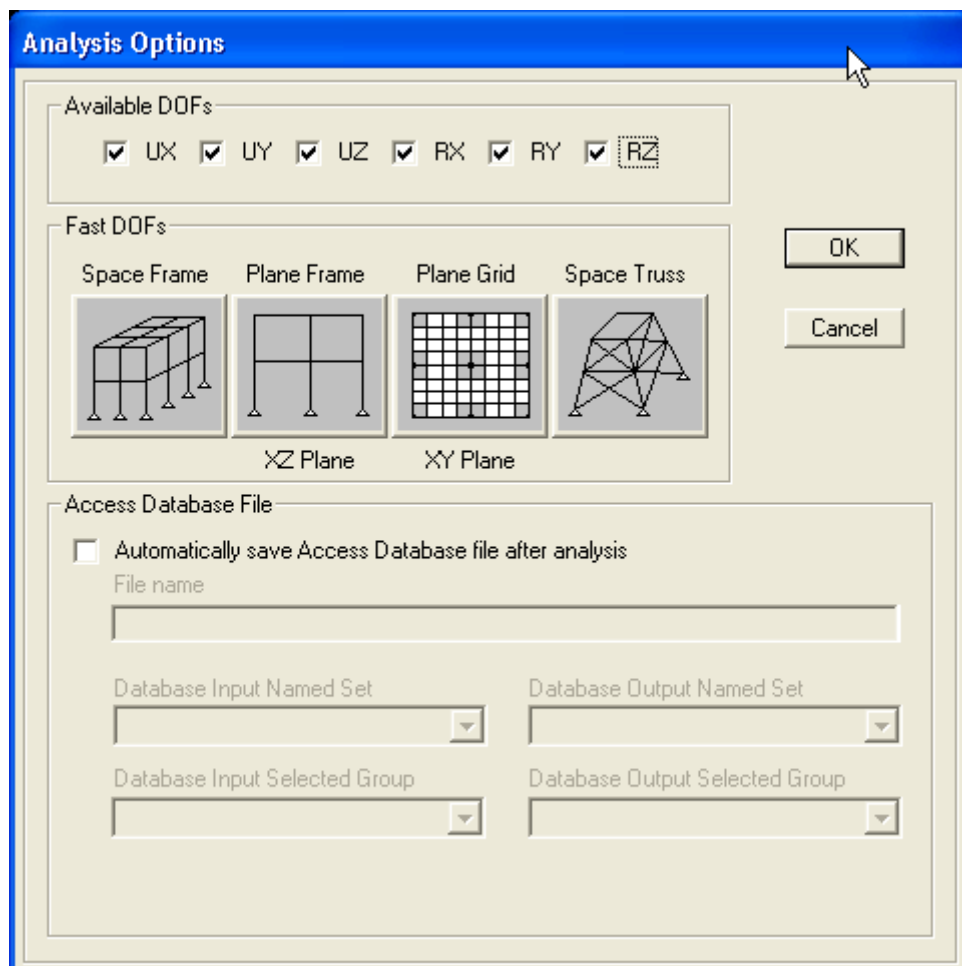
Kiểm tra lại tải trọng trong từng trường hợp tải trọng.

II. Tính toán

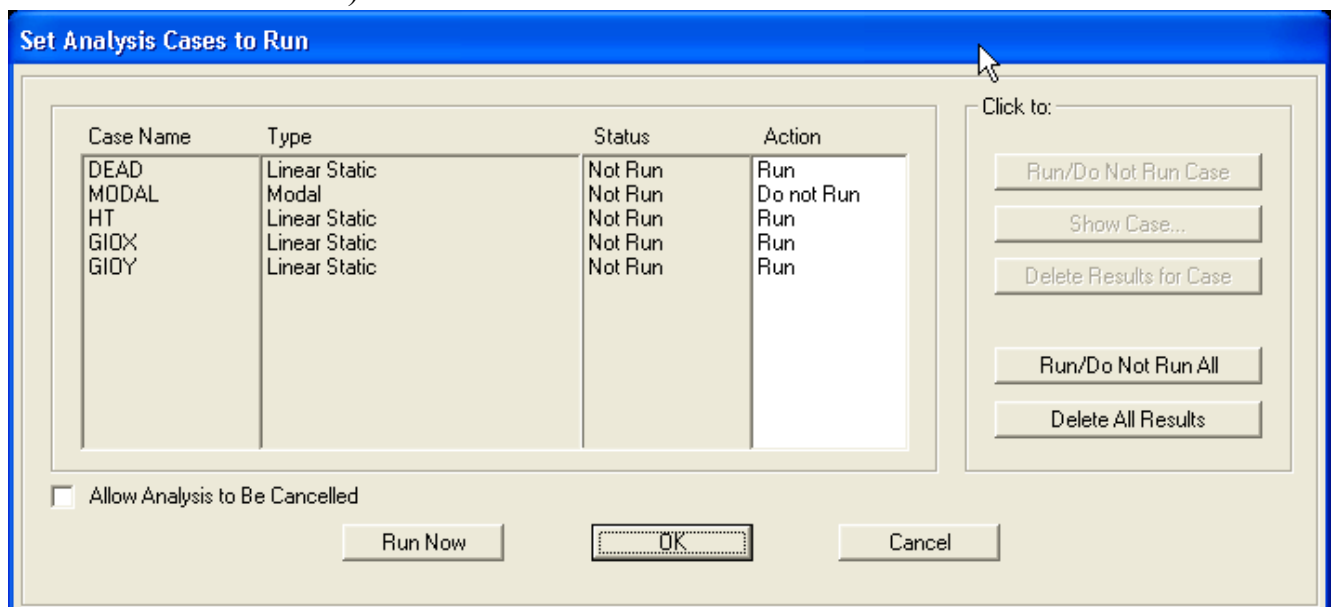
1. Khai báo kết cấu

Khai báo loại mô hình tính toán

- Theo khung phẳng, hay khung không gian (Analyze □ analysis options).



- Cần chú ý các bậc tự do khi bỏ đi.
- Xác các tổ hợp và trường hợp tải trọng cần tính toán (Analyze → Set analysis Cases to Run).



- Khai báo các giá trị nếu cần tính tần số dao động

2. Phân tích kết cấu

Các loại phân tích :

- Phân tích tĩnh : chỉ chịu tải trọng tĩnh
- Tính dao động riêng : khai báo Mode shape
- Phân tích P-Delta: bài toán ổn định (chọn P-Delta)
- Phân tích động :
 - + Tải trọng điều hoà (Harmonic steady-state)
 - + Phân tích phổ phản ứng (Response spectrum) TT có gia tốc nền
 - + Phân tích theo hàm thời gian (Time History): tuyến tính, phi tuyến
- Phân tích với tải trọng di động : bài toán cầu (Moving Load)
- Các kiểu phân tích được thực hiện một lần có thể in riêng hoặc tổ hợp với nhau
- Bài toán dao động: Các trường hợp tính tải cụ thể dựng khi tính dao động theo phương pháp Ritz vector.
- Bài toán tải trọng theo thời gian (Time history).

Bài toán dao động riêng (Dynamic Analysis) T: dao động; f: Tần số; $T=1/f$
Phân tích Eigenvector

Analysis Case Data - Modal

Analysis Case Name: ACASE1 Set Def Name

Analysis Case Type: Modal

Stiffness to Use:
☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State
☐ Stiffness at End of Nonlinear Case
Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:
☒ Eigen Vectors
☐ Ritz Vectors

Number of Modes:
Maximum Number of Modes: 12
Minimum Number of Modes: 1

Loads Applied:
☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Frequency Shift (Center): 0
Cutoff Frequency (Radius): 0
Convergence Tolerance: 1.000E-07

OK Cancel

+ Gán khối lượng tập trung (Xem lại đơn vị khi tính theo phương pháp Eigen thì khối lượng $m=P/g$)

Khối lượng của các phần tử không phải tính, SAP tự qui đổi

Khối lượng còn lại tính qui đổi về nút (Thường tính khối lượng của cả tầng rồi chia cho số nút chính (tại vị trí có cột, lõi)).

Chỉ tính khối lượng của tĩnh tải và hoạt tải dài hạn. (xem TCVN2737-95)

Chỉ nhập khối lượng gây lực quán tính ☐ Menu Assign ☐ Masses ☐ Direction 1, 2 (bỏ phương 3(z) và không nhập moment quán tính)

Để tìm các dạng dao động theo Eigenvector cần xác định các thông số sau

Số dạng dao động cần tính (number of mode): $n (≥10)$

shift: (Center)=0

cut: giá trị tần số giới hạn. (radius)(=0 hoặc bằng f_L khi tính gió động)

tol: Giá trị hội tụ (Tolerance)

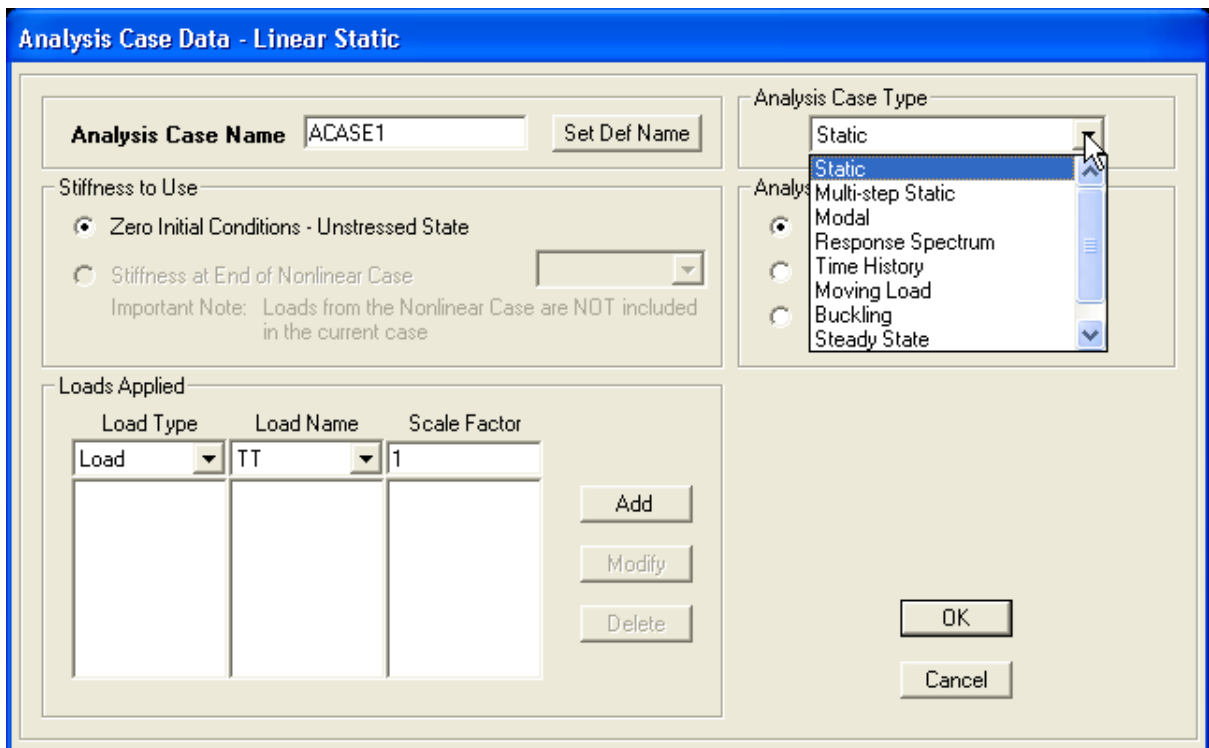
Số dạng dao động giới hạn bởi đồng thời ba điều kiện : **n, shift, cut.**

$|f - \text{shift}| \leq \text{cut}$

Chú ý :

Đối với Sap phiên bản dưới 9.0. Tần số dao động của công trình được khai báo trong Analysis options.

Đối với Sap phiên bản từ 9.0 trở về đây. Các trường hợp tính toán được đặt trong menu Define ☐ analysis cases.... Các trường hợp phân tích kết cấu đối với Sap 9.0 bao gồm:



- **Static (tải tĩnh):**
 - + **Linear.** Đây là loại thông dụng nhất. Tải trọng được áp dụng không bao gồm các ảnh hưởng của tác dụng động.
 - + **Nonlinear.** Gần giống như tải Linear, tải được áp dụng không bao gồm ảnh hưởng của tác dụng động. Tải này thường áp dụng để phân tích cable, các trường hợp có kể đến các hiệu ứng (effective stiffness - hiệu ứng kể đến sự thay đổi hình dáng của kết cấu, effective Damping - hiệu ứng tắt dần của dao động...). Và các bài toán phi tuyến khác.
- **Modal.** Tính các tần số dao động của kết cấu (dynamic modes of the structure) bằng cách sử dụng 2 phương pháp Eigenvector hoặc Ritz-vector (xem trong tiêu chuẩn). Trong trường hợp không chất tải, ta thường sử dụng phương pháp Ritz vectors.

- **Response Spectrum** (tải trọng phổ): Tính toán sự ảnh hưởng tới kết cấu gây nên bởi acceleration loads (tải trọng quán tính). Ảnh hưởng bởi hàm tải trọng phổ (response-spectrum functions).
- **Time History**:
 - + **Time History**. Dùng để phân tích tải thay đổi theo thời gian. Phụ thuộc vào time-history functions. Bài toán có thể được giải theo 2 phương pháp
 - Linear Modal
 - Linear Direct Integration
 - + **Nonlinear Time History**. Dùng để phân tích tải thay đổi theo thời gian một cách phi tuyến. Phụ thuộc vào time-history functions. Bài toán cũng có thể được giải theo 2 phương pháp
 - Linear Modal
 - Linear Direct Integration
- **Moving Load**. Tính toán tải trọng động, thường là các tải trọng động của xe theo làn, dùng cho tính toán ảnh hưởng của tải trọng động đối với các công trình cầu.
- **Buckling**. Kiểm tra mất ổn định (cục bộ và tổng thể) dưới ảnh hưởng của tải trọng tác dụng (**Calculation of buckling modes under the application of loads**).
- **Steady State**. Phân tích trạng thái ổn định của kết cấu dưới ảnh hưởng của tải trọng điều hòa, tải trọng có tính chu kỳ theo thời gian (cyclic (harmonic, sinusoidal) loading at one or more frequencies of interest).
- **Power Spectral Density**. A power spectral density (năng lượng mật độ quang phổ) analysis case solves for the response of the structure resulting from cyclic (harmonic, sinusoidal) loading over a range of frequencies, and then integrates the resulting spectrum weighted by a probabilistic power-spectral-density function to get a root-mean-square (RMS) expected response.

III. Xem kết quả

Kết quả của SAP2000 có thể xem bằng đồ họa (các biểu đồ, hình vẽ) hoặc qua các bảng chứa dữ liệu theo dạng Text hoặc cấu trúc dựa trên các cơ sở dữ liệu của Excel, Access. Để xem kết quả thường thao tác một số phần sau:

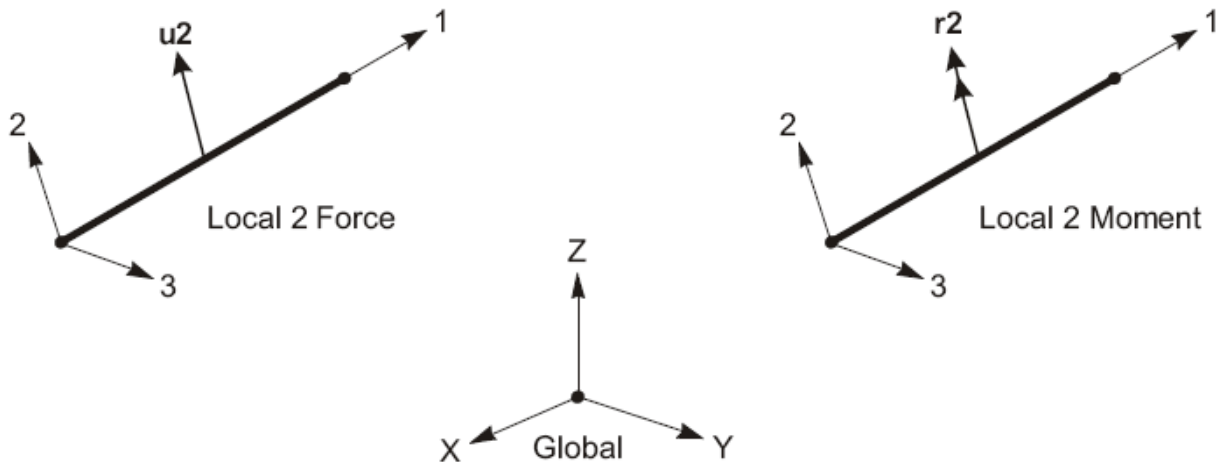
- Chọn 1- 4 cửa sổ hiện: Option Window
- Chọn các đối tượng muốn xem kết quả (thông thường là cả kết cấu)
- Chọn trường hợp hoặc tổ hợp muốn xem
- Chọn thành phần dữ liệu vào (các khai báo mô hình) hoặc kết quả đã tính (chuyển vị, nội lực...) muốn hiện
- Các loại tệp tin: Dữ liệu đầu vào: *.sdb, *.2k,
- Kết quả: *.out, *.txt, *.xls, *.mdb

1. Trên đồ họa

1.1. Quy định chung

- P, the axial force
- V2, the shear force in the 1-2 plane
- V3, the shear force in the 1-3 plane

- T , the axial torque
- M_2 , the bending moment in the 1-3 plane (about the 2 axis)
- M_3 , the bending moment in the 1-2 plane (about the 3 axis)



1.2. Xem sơ đồ hình học

Display → Undeformation Shape

Xem cho từng trường hợp và từng loại tải trọng trên nút hoặc trên phần tử (có thể hiện cả giá trị). Phần này đã học ở phần nhập tải, xem tải.

1.3. Xem sơ đồ tải trọng tải trọng

Display ☐ Show Load Assign

Hiện các sơ đồ tải trọng mục đích kiểm tra lại các trường hợp tải đã gán. Có thể hiện :

- Hiện cho từng trường hợp tải trọng (Chọn Load name) ☐ chọn Joint - Frame - Area - Solid – Link.
- Hiện hình dạng và giá trị (Value):
- Hệ tọa độ khi hiện (Coordinate Sys)

1.4. Xem các đại lượng đã gán cho kết cấu

Display ☐ Show Misc Assign

1.5. Hiện các biểu đồ chuyển vị

Display ☐ Show deformed Shape

Chọn trường hợp / tổ hợp muốn hiện Case/ Combo

Chọn tỉ lệ khi hiện Scaling

Chọn kiểu hiện : (đối với Sap phiên bản trước 9.0)

- Wire : Hiện sơ đồ KC (mờ) và dạng chuyển vị
- Cubic : Chỉ hiện dạng chuyển vị

Chọn kiểu hiện : (đối với Sap 9.0)

- Wire : Hiện sơ đồ dạng chuyển vị của các nút (các thanh được nối thẳng giữa 2 nút)
- Cubic : Hiện chuyển vị của cả nút và biến dạng của thanh.

Đơn vị chuyển vị tại nút :

- U1,U2,U3 : đơn vị chiều dài
- R1,R2,R3 : đơn vị Radians

1.6. Hiện các biểu đồ nội lực

Display ☐ Show Forces/Stress

Chọn trường hợp-Tổ hợp (Case/Comb)

Chọn đối tượng hiện :

Joint : Reaction-Spring

Frame/Cable : 6 thành phần nội lực: Axial - Shear - Moment

Shell, Planes . . .

Scaling : chọn tỷ lệ

Option : ☐ Fill - tô màu; Show value - sợi - có giá trị

2. Hiện các biểu đồ

Display ☐ Show Virtual Work Diagram: hiện biểu đồ theo màu.

2.1. Xem các đường ảnh hưởng

Display ☐ Show Influence Lines

2.2. In các biểu đồ

In trực tiếp :

Hiện biểu đồ cần in trên màn hình

Lựa chọn một số thuộc tính:

- Option ☐ References/Dimension: Line Thickness ;
- Font size Option ☐ Color - Device

Cài đặt tham số in : File ☐ Print Setup for Graphics : cỡ giấy-máy in-khổ giấy . . .

Nhấn File ☐ Graphics (chú ý đặt máy in đen trắng)

Có thể điều chỉnh nét vẽ trong các graphics qua Option → Preferences → Line thickness : nét vẽ khi in ra (hoặc Screen thickness : nét vẽ hiện trên màn hình)

Xuất cắt dán hình vẽ của SAP2000 sang các file ảnh :

Hiện biểu đồ muốn hiện trên màn hình

Nhấn Print Screen

Mở chương trình đồ họa (Paint): nhấn Paste (có thể cắt từng phần theo ý muốn, dán vào Text hoặc cắt vào tệp)

3. Trên tệp văn bản và các cơ sở dữ liệu khác

Các kết quả sẽ được lưu trong file *.out hoặc một số file dạng văn bản hoặc database .

File → Print Output Table : có thể in theo dạng Text, Excel, hoặc đưa ra file

Xuất sang các cơ sở dữ liệu khác : xls, mdb có thể tạo ra nhiều tiện ích cho tính toán và tính tiếp sau này (phần này sẽ nói rõ trong chương 5)

4. Xuất kết quả ra AutoCAD

File ☐ Export ☐ DFX autocad file. Toàn bộ mô hình hoặc những gì được chọn sẽ được xuất sang file DFX.

Các bước

- File → export → DXF → Open (chú ý nhấn vào file SAPDXF.DXF, nếu không có trong thư mục chứa SAP thì phải tìm đúng thư mục chứa file này) sẽ mở một hộp thoại .
- Thay đổi các tham số trong hộp thoại Frame → Frame, Joint → Joints . . . (có mặt trong kết cấu)
- Khai báo tên và thư mục chứa tệp DXF sẽ tạo
- Đối với các hình vẽ 3D, sau khi đã ở AutoCAD, có thể cho hiện theo từng mặt phẳng hoặc không gian qua việc lựa chọn của Vpoint. Để viết chữ, chọn UCS cho mặt phẳng XY: UCS → X → 90° (đưa khung không gian về phẳng); hoặc UCS → ZA → chọn hướng z đi xuống (↓), gốc 0,0 .

IV. Các phần nâng cao

1. Khai báo group

Nhóm là một chức năng rất mạnh SAP, cho phép người sử dụng đưa một số phần tử có cùng đặc điểm nào đó gộp lại với nhau và đặt một tên. Để khai báo nhóm có thể dùng hai cách :

- Khai báo tên của nhóm trong Define sau đó đánh dấu các phần tử của nhóm đó và gán cho tên nhóm đã có (Assign ☐ Assign to Group)
- Vừa khai báo tên nhóm vừa gán các phần tử cho nhóm luôn : vào thẳng Assign ☐ Group

Nhóm có thể được sử dụng trong quá trình chọn phần tử, gán vật liệu, gán tải trọng . . . Menu Select ☐ Group ☐ chọn tên group.

Chú ý

- Các nhóm có thể nằm trong nhau (trong G2 có thể có G1 và thêm một số phần tử khác)
- Dùng nhóm trong nhiều trường hợp rất tiện lợi khi cần chọn hoặc loại bỏ một số phần tử, đặc biệt tiện dụng trong việc phân nhóm các phần tử.
- Việc gán Group cho một số phần tử phải qua **2 bước** (định nghĩa và gán)

2. Một số cách biến đổi nâng cao Replicate

Chọn đối tượng ☐ Edit ☐ Replicate

Đây là các lệnh sao chép đối tượng theo nhiều cách khác nhau, với SAP2000 V.8 có thể lựa chọn một số thuộc tính (ví dụ Section, Release, Rigid, Load . . .) trong quá trình sao chép hoặc sao chép tất cả các thuộc tính của đối tượng gốc.

Sau khi sao chép có thể giữ lại đối tượng gốc hoặc xóa đi (Delete original Objects).

Các bước thực hiện với các lệnh này :

- Chọn đối tượng gốc
- Đưa vào các khoảng cách di chuyển theo các phương X,Y,Z (với lệnh Linear) hoặc khai báo trục quay (trục đối xứng) với lệnh Radial và Mirror .
- Khai báo số đối tượng muốn tạo thêm (Number)

Với chức năng Radial :

- Có thể chọn trục sẵn có làm trục quay

- hoặc khai báo trục quay mới qua hai điểm trong không gian (3D- Rotate), đưa vào tọa độ X,Y,Z của hai điểm này .
- Hoặc đưa vào một điểm để xác định trục quay trong mặt phẳng của hai trục kia (ví dụ để quay quanh trục X chọn Rotate axis (X)> Coordinate Points on YZ Plane .
- Nên dùng chức năng tạo hệ tọa độ mới (trượt gốc tọa độ) để xác định trục quay trước khi dùng lệnh cho hiệu quả .

Với Mirror : cũng có thể khai báo trục Mirror qua hai điểm bất kỳ

3. Select và Deselect

- Groups : chọn theo group
- Frame Sections : theo tiết diện Frame
- Cable Properties : Theo đặc tính của Cab
- Tendon Properties : theo đặc tính của tăng đơ
- Area Section : theo tiết diện phần tử shell
- Solid Properties : theo đặc tính của phần tử khối
- Label : theo Nhãn

4. Label - Số hiệu của thanh

Khái niệm

Phương pháp : menu Edit ☐ Change labels

- Prefix : ký tự đứng trước số hiệu (tiền tố)
- Next number : số thứ tự bắt đầu của đối tượng
- Increment : bước gia của số hiệu
- Select Element : đối tượng được chỉ định
- Relabel order : thứ tự ưu tiên đánh số lại

Ví dụ : chọn frame số 215 trong sơ đồ kết cấu.

5. Điều khiển hiển thị

Option ☐ References/Dimesnion:

- Line Thickness
- Font size Option
- Zoom factor
- Screen snap and selection

6. Merge Joints và chuyển hệ tọa độ

Merge Joints

- Mục đích
- Phương pháp :

Chuyển hệ tọa độ (Option ☐ set coordinate system)

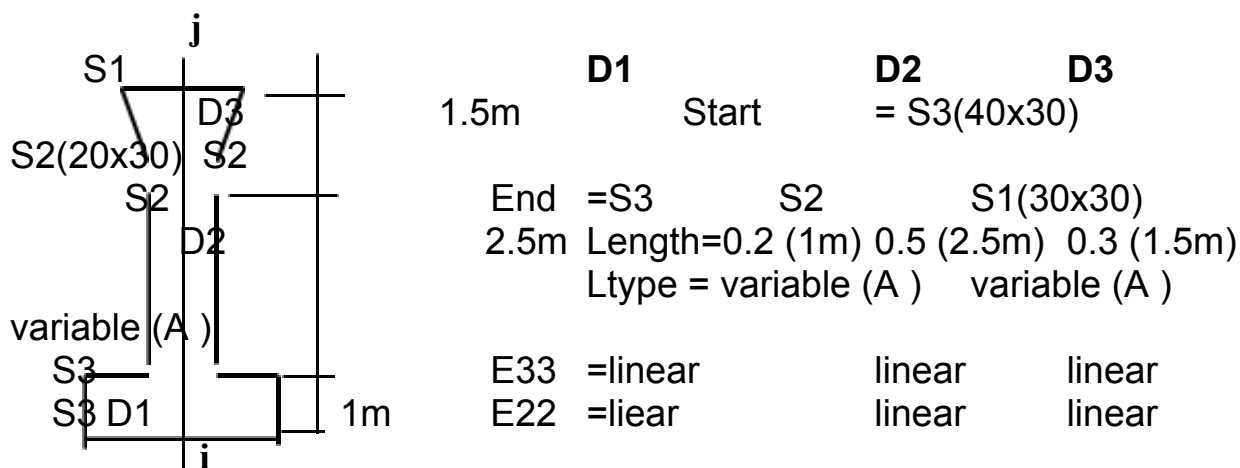
7. Khai báo thanh có tiết diện thay đổi :

Assign ☐ Frame/Cable ☐ Section ☐ Nonprimastic

Chỉ áp dụng cho phần tử thanh, để khai báo, vào chức năng Add Nonprimastic (và phải có ít nhất hai loại tiết diện đã khai báo)

Tiết diện thay đổi có thể biến đổi đều hoặc giật bậc

Các tham số và cách làm : Ví dụ một thanh có tiết diện thay đổi trong 3 đoạn thẳng



the length of the segment.

the length of the segment.

the length of the segment

của Sap, phải tính các đặc
koản...

Áp dụng

- Thường dùng trong bài tập cơ học kết cấu, kết cấu mà tiết diện là tổ hợp của nhiều tiết diện cơ bản. Tính kết cấu không quan tâm đến chuyển vị cũng có thể dùng.

Khai báo

Property Data

Section Name: FSEC1

Properties:

Cross-section (axial) area	1.	Section modulus about 3 axis	1.
Torsional constant	1.	Section modulus about 2 axis	1.
Moment of Inertia about 3 axis	1.	Plastic modulus about 3 axis	1.
Moment of Inertia about 2 axis	1.	Plastic modulus about 2 axis	1.
Shear area in 2 direction	1.	Radius of Gyration about 3 axis	1.
Shear area in 3 direction	1.	Radius of Gyration about 2 axis	1.

OK Cancel

- Menu Define □ Frame Section
- Add General
- Corss Section (Axial) Area...: Diện tích tiết diện (A)
- Tosional Constant: Mô men quán tính chống xoắn. (J)
- Momen of Inertial About: mô men quán tính quay quanh(3 trục) (I33, I22)
- Shear Area: Diện tích cắt (As)
- Section Modulus About 3(2) Axis: Mô men chống uốn ($W=I/y_{max}$; Chữ nhật $W=bh^2/6$)
- Plastic Modulus About 3(2) Axis: Mô men dẻo ($W_p=W/1.3$)
- Radius of Gyration About 3(2) : Bán kính quán tính ($r^2=I/A$)
- OK □ Ra màn hình khai báo tiết diện
- Material Name
- Chọn Material
- OK

Thông số hình học và cơ học của tiết diện

Khai báo vật liệu. các thông số về cơ học của tiết diện phụ thuộc vào khai báo vật liệu như chúng ta đã nói trong phần trước :

- The modulus of elasticity, **e1**, module đàn hồi, dùng cho độ cứng dọc trục và độ cứng chống uốn
- The shear modulus, **g12**, module chống cắt, dùng cho độ cứng chống xoắn và độ cứng chống cắt ngang. g12 được tính từ Hệ số Poisson **u12** và **e1**
- The mass density : khối lượng riêng (khối lượng trên một đơn vị thể tích), **m**, dùng để tính khối lượng của phần tử (element mass)
- The weight density : trọng lượng riêng (trọng lượng trên một đơn vị thể tích), **w**, dùng để tính tải trọng bản thân (Self- Weight Load).
- The de sign-type indicator, **ides**, (chỉ số kiểu thiết kế), dùng để quy định kiểu phần tử sẽ được thiết kế là thép (steel), bê tông (concrete), nhôm (aluminum), cold-formed steel, hoặc không thiết kế (no de sign).

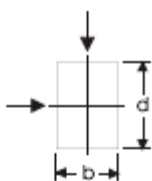
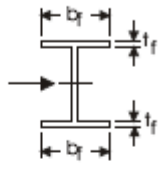
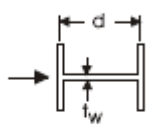
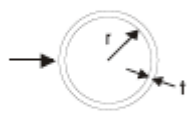
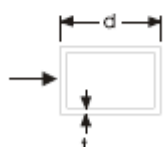
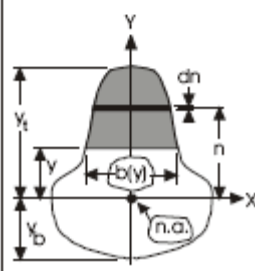
Khai báo tiết diện, các thông số về cơ học sẽ phụ thuộc vào hình dạng tiết diện (nếu sử dụng loại tiết diện có sẵn) hoặc phụ thuộc vào các thông số khai báo nếu sử dụng tiết diện dạng general. Về cơ bản chúng ta có 6 thành phần cơ học sau :

- The cross-sectional area, **a**, diện tích mặt cắt ngang. Khi đó độ cứng dọc trục của tiết diện có dạng **a · e1**
- The moment of inertia, **i33**, moment quán tính trục 3 dùng xác định khả năng chống uốn của thanh trong mặt phẳng 1-2. The moment of inertia, **i22**, moment quán tính trục 2 dùng xác định khả năng chống uốn của thanh trong mặt phẳng 1-3. Tương ứng với nó ta có độ cứng chống uốn được xác định theo công thức **i33 · e1** và **i22 · e1**;
- The torsional constant, **j**, moment quán tính chống xoắn. Độ cứng chống xoắn được xác định theo công thức **j · g12**. Chú ý rằng moment quán tính chống xoắn

chỉ giống moment quán tính cực (polar moment of inertia) trong trường hợp tiết diện tròn, tất cả các loại tiết diện khác hai thông số này là khác nhau.

- The shear areas, **as2** and **as3**, dùng để xác định độ cứng chống cắt ngang trong mặt phẳng 1-2 và 1-3. Tương ứng với nó ta có độ cứng chống cắt ngang **as2**

·g12 và as3 ·g12. Vì ứng suất cắt ngang của tiết diện có dạng parabol và đạt max, min tại đường trung hòa của tiết diện, do vậy khi tính toán biến dạng cắt ngang chúng ta phải nhân với một hệ số điều chỉnh η (theo sức bền vật liệu). Trong sap người ta tích hợp η vào trong diện tích chống cắt ngang. Do vậy as2 và as3 khác a. Và as2, as3 được xác định như sau (theo tài liệu của sap):

Section	Description	Effective Shear Area
	Rectangular Section Shear Forces parallel to the b or d directions	$\frac{5}{6} bd$
	Wide Flange Section Shear Forces parallel to flange	$\frac{5}{3} t_f b_f$
	Wide Flange Section Shear Forces parallel to web	$t_w d$
	Thin Walled Circular Tube Section Shear Forces from any direction	$\pi r t$
	Solid Circular Section Shear Forces from any direction	$0.9 \pi r^2$
	Thin Walled Rectangular Tube Section Shear Forces parallel to d-direction	$2 t d$
	General Section Shear Forces parallel to Y-direction I_x = moment of inertia of section about X-X $Q(y) = \int_y^{y_t} n b(n) dn$	$\frac{I_x^2}{\int_{y_b}^{y_t} \frac{Q^2(y)}{b(y)} dy}$

Property Modifiers, các thông số cơ học có thể được nhân với một tỉ lệ điều chỉnh scale factors to modify . Nó được sử dụng rất hữu hiệu trong nhiều trường hợp. Ví dụ ta có thanh thép tiết diện tổ hợp bởi 2 thanh thép hình chữ I đặt song song theo trục 2, như vậy ta khai báo tiết diện chữ I, sau đó điều chỉnh moment quán tính theo trục x lên 2 lần, diện tích cắt ngang tăng 2 lần,..... Sa cho ta hiệu chỉnh các thông số như sau :

- The axial stiffness $a \cdot e1$ (độ cứng dọc trục)

- The shear stiffnesses $as2 \cdot g12$ and $as3 \cdot g12$ (độ cứng chống cắt ngang)
- The torsional stiffness $j \cdot g12$ (độ cứng chống xoắn)
- The bending stiffnesses $i33 \cdot e1$ and $i22 \cdot e1$ (độ cứng chống uốn)
- The section mass $a \cdot m + m_{pl}$
- The section weight $a \cdot w + w_{pl}$

(trong đó w_{pl} và m_{pl} là phần khối lượng hoặc trọng lượng sẽ cộng thêm vào, đơn vị là trọng lượng, khối lượng trên một đơn vị độ dài, sử dụng đối với dạng thanh có tiết diện thay đổi. Mặc định, các giá trị này bằng không đối với mọi tiết diện)

Ta có 2 cách để gán tỉ số này

- Cho tất cả các thanh có cùng tiết diện
- Cho một số tiết diện nào đó.

9. Phần tử Frame có tiết diện Auto Select:

Nhóm các tiết diện đã có vào một nhóm. Kiểu nhóm này gọi là Autoselect. Thường dùng với kết cấu thép. Tính cho bài toán Optimazation tối ưu hoá tiết diện.

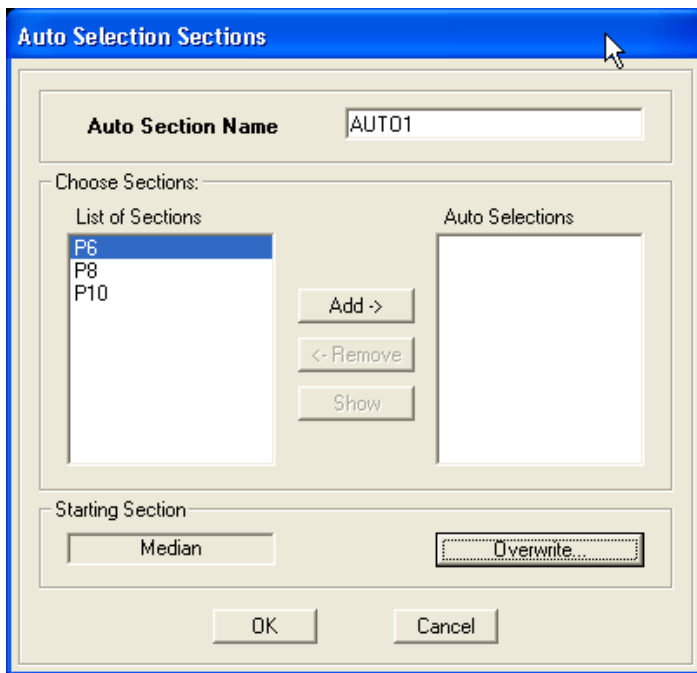
Khai báo:

It nhất phải có hai loại tiết diện:

- Menu Define ☐ Frame Section.
- Add Auto Select.
- Auto Select Section name.
- Chọn các section đã khai báo đưa vào danh sách của Auto select.
- Add, remove.
- OK.

Chú ý:

- SAP2000 lấy độ cứng trung bình của các loại tiết diện trong auto select khi xác định nội lực.



10. Giải phóng liên kết (Release)

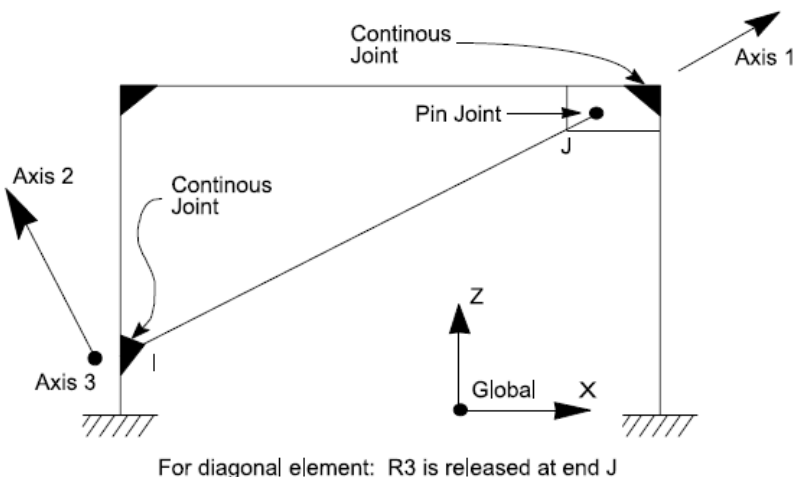


Figure 24
Frame Element End Releases

Sap 2000 cho phép ta giải phóng liên kết tại 2 đầu của thanh. Nhìn trên hình vẽ, thanh xiên (diagonal element) liên cứng tại điểm I và liên kết khớp tại điểm J. Hay nói cách khác ta giải phóng liên kết xoay (R33) tại điểm J. Khi đó moment tại điểm J sẽ bằng không.

Sap chia việc giải phóng liên kết làm 2 loại

- Unstable End Releases : Giải phóng liên kết không ổn định□ gây ra hệ biến hình (thanh được tách ra khỏi hệ ở hoặc một số chuyển vị nào đó)
- Stable End Releases : Giải phóng liên kết vẫn đảm bảo hệ bất biến hình.

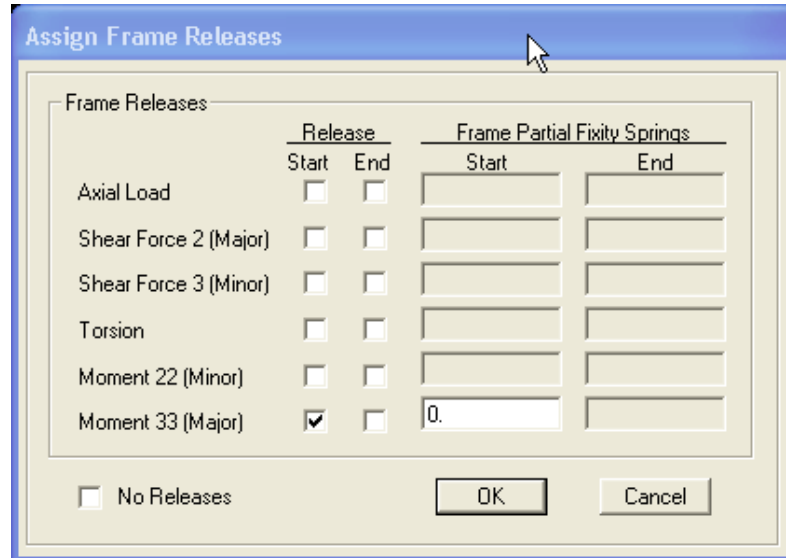
Trình tự khai báo :

Chọn phần tử Assign□Frame□Release...

- Start, end : liên kết tại điểm đầu (I), cuối (J) của thanh.
- Các thông số khác tự dịch

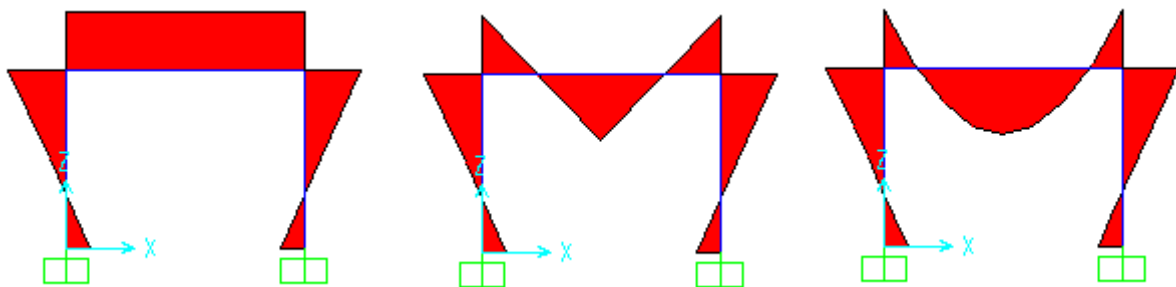
Chú ý :

- Từ Sap v9.0 trở về đây, có thêm các lựa chọn Frame Partial Fixity Springs. Bạn có thể thay liên kết cứng bằng liên kết đàn hồi tại đầu I và J của thanh. Đơn vị điền vào là force/length hoặc moment/radian.
- Muốn gán liên kết đàn hồi vào đầu thanh, trước tiên phải giải phóng liên kết tại đầu thanh đó.



11. Khai báo Output Station cho Frame

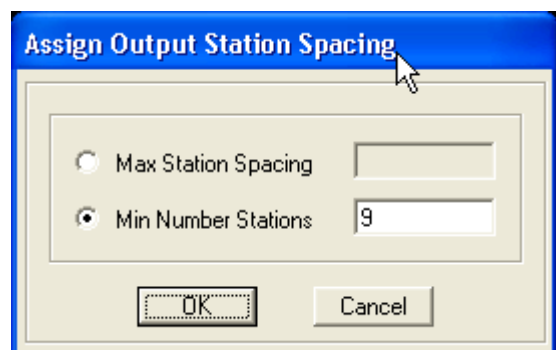
Output Station của một frame là số điểm trên frame mà Sap sẽ tính toán moment và chuyển vị cho frame. Nếu Output Station càng lớn thì biểu đồ moment của thanh càng trơn. So sánh 2 trường hợp dưới đây khi khai báo Output Station bằng 2, bằng 3, và spacing=0.5:



Nếu Output Station càng lớn thì tốc độ tính toán càng chậm, nên tùy theo tính chất của bài toán mà ta đặt Output Station nhiều hay ít.

Các bước thực hiện :

- Chọn thanh ☐ Assign ☐ frame\cable\tendon Output Station.
- Max Station Spacing : Khoảng cách lớn nhất giữa 2 điểm xuất nội lực



- Min Number Stations : Số lượng điểm xuất nội lực.

12. Khai báo vị trí ngầm cho Frame

Phần tử thanh dầm trong kết cấu được mô tả bởi đường trục thanh nối bởi hai nút. Mặc định chiều dài của thanh tính cả phần thanh bị giao với cột (như hình vẽ). Việc trừ phần giao nhau của giằng với cột có kích thước lớn sẽ làm giảm chiều dài tính toán của thanh dầm một cách đáng kể. Do vậy Sap cho phép ta kể đến chiều dài vùng cứng của dầm giao với cột thông qua 2 tham số (End-I) và (End-J). Khi đó chiều dài tính toán của dầm sẽ được tính theo công thức sau :

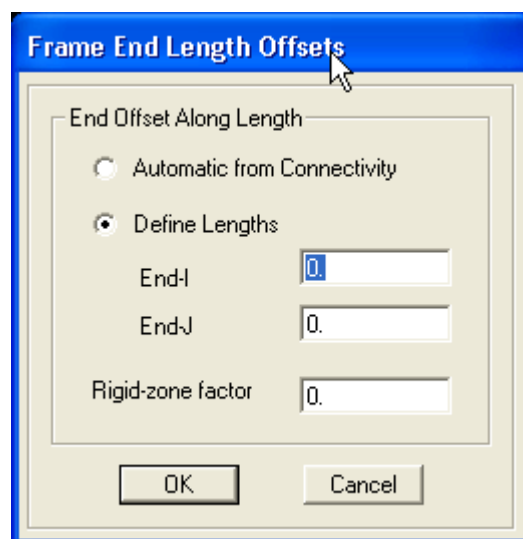
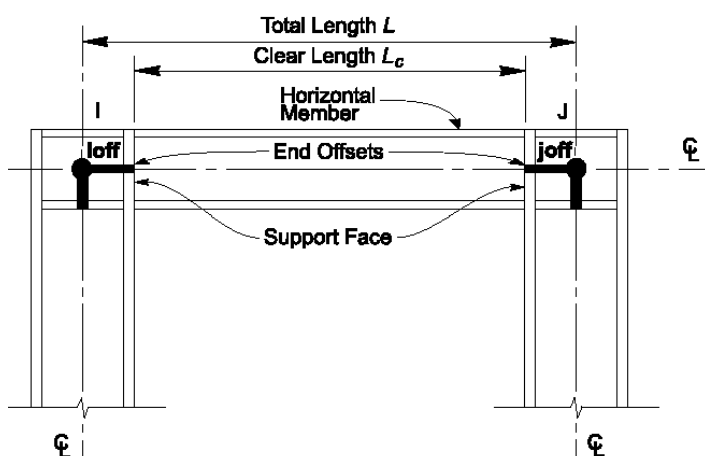
$$L_c = L - \text{Rigid} * (\text{EndI} + \text{EndJ})$$

Trong đó

- L_c : chiều dài tính toán của thanh
- L : Chiều dài thực của thanh
- Rigid : Hệ số độ cứng (lấy giá trị từ 0-1). Chính là Rigid-zone factor. Hệ số này được dùng để thay đổi kích thước Ioff, Joff. Nói cách khác :

$$\text{Joff} = \text{EndI} * \text{Rigid}, \text{Joff} = \text{EndJ} * \text{Rigid}$$

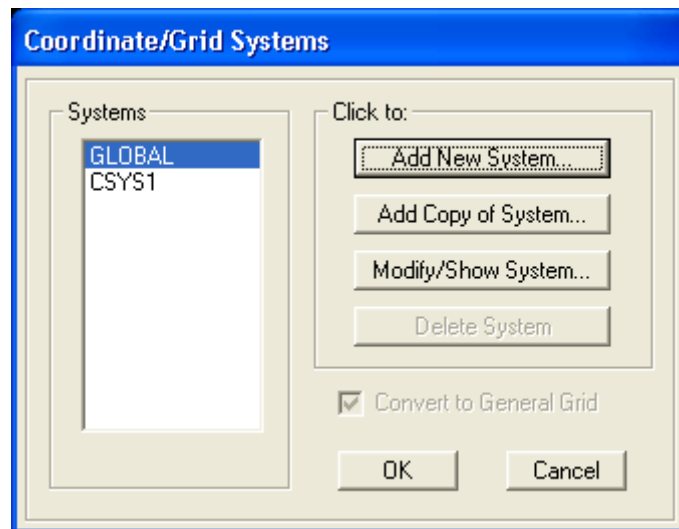
Việc giảm chiều dài tính toán của thanh sẽ ảnh hưởng đến nhiều yếu tố khác như nội lực thanh, tiết diện của những thanh có tiết diện thay đổi (Non-prismatic Elements).....



13. Khai báo nhiều hơn một hệ tọa độ.

Phương pháp :

Menu Define □ coordinate systems/grids



Xem bài tập chuyển đổi hệ tọa độ.

CHƯƠNG 4 : KẾT CẤU TÂM VỎ

I. Thiết lập mô hình tính toán

1. Thiết lập sơ đồ hình học

1.1. Từ thư viện mẫu :

Từ thư viện mẫu đã có :

- Giới thiệu các đại lượng trong các bảng của hệ vỏ : Shear Wall, Cylinder, Barrel, Dome...

Tạo lập từ đầu qua hệ lưới phụ trợ :

- Một số ví dụ

1.2. Từ hệ lưới phụ trợ

- Nhắc lại hệ tọa độ trụ

2. Khai báo vật liệu, tiết diện, gán

2.1. Khai báo vật liệu

(Như phần khai báo vật liệu của frame)

2.2. Khai báo tiết diện

Define → Area Section

Khi khai báo tiết diện, bạn có lựa chọn một trong 3 dạng phần tử tấm vỏ cơ bản sau :

- Shell : phần tử tấm vỏ với biến dạng dài và xoay của các bậc tự do, có khả năng chịu lực và moment.
- Plane - Phần tử kiểu biến dạng phẳng hoặc ứng suất phẳng. Có khả năng chịu lực nhưng không có khả năng chịu moment
- Axisymmetric - Phần tử đối xứng trục với biến dạng dài. Có khả năng chịu lực nhưng không có khả năng chịu moment

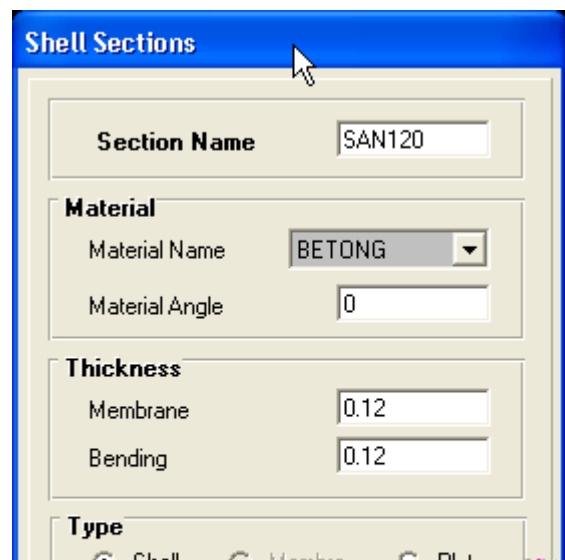
Đối với phần tử shell, chúng ta có các loại sau :

- Membrane - phần tử màng, chỉ chịu kéo hoặc nén trong mặt phẳng và moment theo phương pháp tuyến.
- Plate - Phần tử tấm, chỉ chịu uốn và chịu cắt.
- Shell - Phần tử vỏ, chịu uốn, kéo hoặc nén. Là tổng hợp của hai loại trên.

Thickness Formulation

Sap cung cấp hai dạng thickness formulations cho phép ta kể đến hoặc không kể đến hiệu ứng biến dạng cắt trong phần tử plate hoặc shell element:

- Dạng thick-plate (Mindlin/Reissner), bao gồm hiệu ứng biến dạng cắt ngang
- Dạng thin-plate (Kirchhoff), bỏ qua hiệu ứng biến dạng cắt ngang



Biến dạng cắt sẽ trở lên quan trọng khi bề dày của shell lớn hơn $1/10 - 1/5$ nhịp. Chúng còn có thể được kể đến tại những vị trí có moment uốn tập trung như gần những vị trí có sự thay đổi đột ngột về bề dày hoặc tại vị trí gần gối đỡ hoặc những vị trí gần lỗ thủng,...

Việc phân biệt rõ ràng 2 trường hợp tấm dày và mỏng rất nhạy cảm. vì nó còn phụ thuộc vào hình dạng tấm, tỉ số bề dày/cạnh và phụ thuộc vào việc chia lưới (mesh shell). Do vậy, người ta khuyến cáo rằng bạn nên sử dụng thick-plate formulation trừ phi bạn khẳng định rằng biến dạng cắt là nhỏ (shearing deformations will be small), hoặc bạn muốn thử nghiệm lý thuyết tính toán tấm mỏng hoặc bạn đang sử dụng lưới chia méo mó (vì sự chính xác của lý thuyết tính toán Thick-Plate bị ảnh hưởng bởi sự chia lưới méo mó (mesh distortion) hơn là Thin-Plate).

Chú ý : Thickness formulation không có tác dụng đối với phần tử màng (membrane), chỉ xảy ra đối với tấm chịu uốn (plate or shell)

Thickness

Mỗi mặt cắt shell đều có hằng số bề dày màng (constant membrane thickness) và hằng số bề dày uốn (constant bending thickness).

Hằng số bề dày màng **th** được sử dụng để tính toán :

- Độ cứng màng (kéo nén trong mặt phẳng và xoắn ngoài mặt phẳng) cho phần tử shell (full-shell) và phần tử màng thuần túy (pure membrane)
- Thể tích phần tử cho khối lượng riêng của phần tử và khối lượng phần tử trong bài toán tính toán dao động (Dynamic analyse)

Hằng số bề dày uốn **thb** dùng để tính toán :

- Độ cứng chống uốn của tấm chịu uốn (plate- bending stiffness) cho phần tử shell (full-shell) và phần tử tấm (pure plate)

Thông thường thì hai bề dày trên là bằng nhau. Tuy nhiên, đối với một số ứng dụng như mô hình hóa bề mặt nhẵn, hoặc đơn cử như việc thiên về an toàn, ta lấy $thb=h-a$ (h là bề dày sàn, a là lớp bảo vệ) trong bài toán tính toán bê tông cốt thép.

Chú ý : chiều dày Membrane (màng) và Bending (uốn) nói chung là giống nhau, tuy nhiên trong một số ứng dụng như mô phỏng cho vỏ nhẵn thì phải sử dụng cả hai loại chiều dày để mô tả cho chính xác

Ví dụ khi ta khai báo sàn bê tông dày 120 ta khai báo như sau :

- Section Name : San120
- Material Name : BeTong (khai báo vật liệu từ trước)
- Area Type : Shell
- Membrane = Bending = 0.12 (nếu đơn vị đang sử dụng là met). (Nếu thiên về an toàn, để $bending = h_0 = h - a$, h là chiều dày sàn, a là bề dày lớp bảo vệ)

2.3. Vẽ các phần tử shell

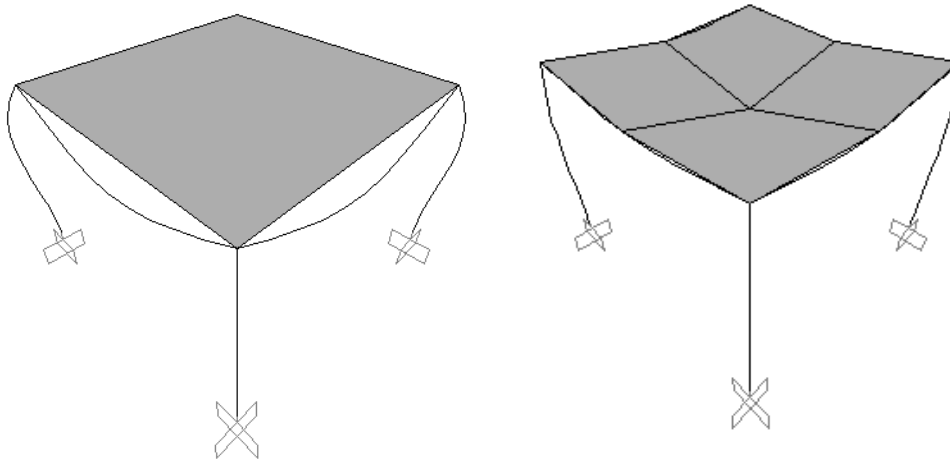
Phương pháp vẽ :

- Draw Quad để vẽ phần tử tứ giác qua 4 nút
- Draw Rectangular vẽ phần tử chữ nhật qua 2 góc
- Quick Draw : vẽ nhanh qua việc đánh dấu vào một điểm bất kỳ trong một ô lưới

Sử dụng chức năng Edit□Mesh shell để chia nhỏ phần tử : khai báo số phần tử cần chia theo mỗi phương.

Chú ý :

- Các phần tử shell và thanh phải cùng chung các nút khi làm việc ðồng thời. Chỉ khi ðó nút sàn và nút thanh mới chuyển vị cùng nhau. Do vậy khi tính toán kết cấu, ta thường chia nhỏ sàn ra thành các sàn nhỏ hơn, và chia nhỏ ðầm ðỡ sàn tương ứng cũng với sàn. Ví dụ : thể hiện ngay trên máy. So sánh sơ ðồ biến dạng của 2 bài toán chia sàn 2x2 và không chia sàn.



- Các phần tử tấm có kích thước khác nhau phải chú ý ðến các ðiểm giao nhau (chia các phần tử phải liên tục, nếu không biểu ðồ sẽ không liên tục).

3. Tải trọng

Các loại tải trọng áp dụng cho phần tử vỏ

Nhắc lại các loại tải trọng :

- Tải trọng bản thân - Load Case□Selfweigh(Multiplier): tác dụng lên tất cả các phần tử.
- Tải trọng phân bố ðều trên diện tích Assign>Area Loads>Uniform : (Uniform):
- Tải trọng Gravity
- Tải trọng tập trung trên nút
- Tải trọng nhiệt do sự thay ðổi nhiệt ðộ của thõ trên và thõ ðưới phần tử.
- Tải trọng áp lực Assign>Area Loads> Surface Pressure (new)

Tải trọng bản thân

Cũng như các thanh, tải trọng bản thân tác dụng lên tất cả các phần tử (không trừ shell). Khi khai báo tải trọng bản thân cần chú ý :

- Tải trọng bản thân sẽ tác dụng theo hướng -Z (có nghĩa là theo hướng thẳng ðứng từ trên xuống ðưới theo lực trọng trường)
- Tải trọng bản thân chỉ khai báo trong một trường hợp tải trọng. Nếu khai báo nhiều lần thì tải bản thân sẽ ðược tính nhiều lần ðẫn ðến kết quả sai.

Tải trọng phân bố ðều trên diện tích

Assign□Area Loads□Uniform : (Uniform) tác dụng lên từng phần tử theo các hướng của hệ toạ ðộ tổng thể hoặc ðịa phương. Các ðại lượng:

- Load Case Name : tên THPT muốn ðặt tải

- Load : giá trị tải trọng /diện tích
- Direction :hướng tải trọng

Tải trọng Gravity

Assign□Area Loads□Gravity(All), lệnh này add thêm một hệ số self weight vào tất cả các phần tử được chọn, như là một lực tác dụng lên các phần tử theo các phương X,Y,Z trong hệ tọa độ tổng thể. Cần phân biệt rằng : hệ số self-weight của tải bản thân tác dụng như nhau lên tất cả các thành phần của kết cấu và chỉ theo phương Z. Người ta khuyến cáo rằng hệ số self weight của kết cấu (tải bản thân của kết cấu)nên được định nghĩa trong trường hợp **Tĩnh Tải**.

Tải trọng tập trung trên nút

Cũng giống như đối với phần tử Frame dùng Assign >Joint Load

Tải trọng nhiệt

Tải trọng nhiệt do sự thay đổi nhiệt độ của thớ trên và thớ dưới phần tử .

Tải trọng áp lực

Assign □Area Loads □ Surface Pressure :

Nếu chỉ khai báo trực tiếp từ đồ hoạ thì áp lực chỉ tác dụng theo phương vuông góc với bề mặt phần tử và **có giá trị dương khi hướng của nó cùng chiều với trục +3 phần tử**.

Nếu tải trọng phân bố đều trên phần tử tại mọi nút (theo phương vuông góc với bề mặt phần tử) thì nên dùng Pressure: Assign→Surface Pressure và chọn By Element-Pressure, tải trọng sẽ có tác dụng phân bố đều lên các phần tử được chọn với giá trị khai báo.

Nếu tải trọng phân bố phức tạp trên một dãy nút có các phương bất kỳ trong không gian, dùng Joint Pattern để khai báo (Cách khai báo này thường để mô hình hóa tải trọng nước hay tải trọng đất tác dụng theo chiều cao kết cấu).

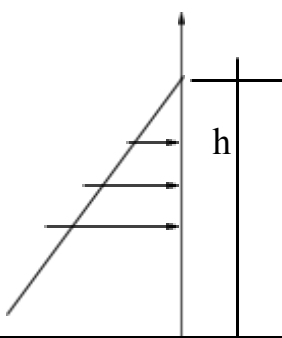
Joint pattern :

JP là loại tải trọng phức tạp có phương trình tải trọng theo 3 phương tác dụng tại các điểm nút, J P là tập hợp các nút mà mỗi nút có thể gán một giá trị lực theo cấu trúc của một hàm có dạng :

$$P_i = A.x_i + B.y_i + C.z_i .$$

Dạng tải trọng hay gặp trong xây dựng, người ta thường dùng hàm này để mô hình hóa tải trọng của nước tác dụng lên thành bể khi tính toán các bể ngầm có kích thước lớn hoặc của đất tác dụng lên kết cấu :

Hàm tải trọng tổng quát :



$$P = Ax + By + Cz + D$$

$$P = Cz + D$$

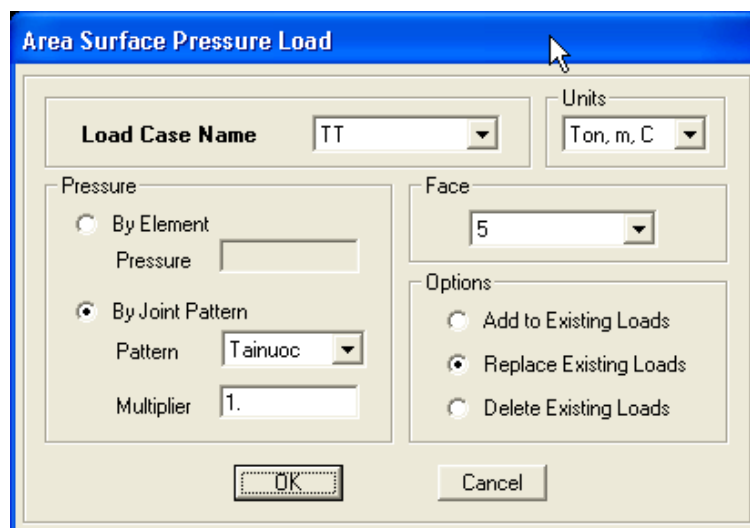
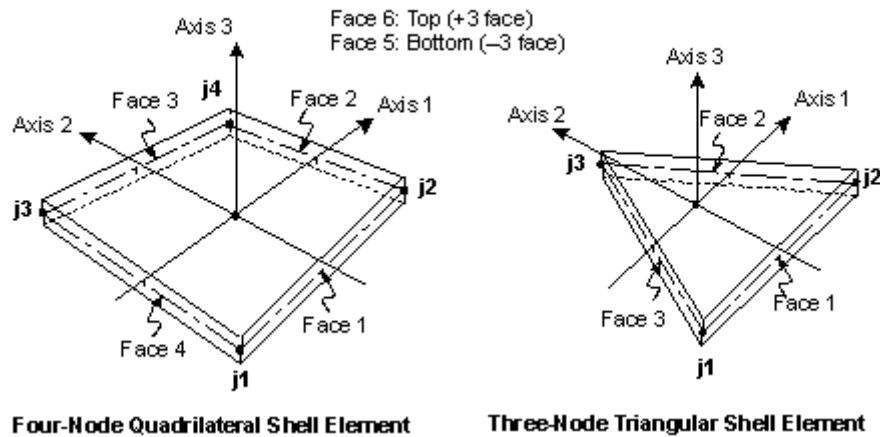
$$Z=0 \rightarrow P=f \rightarrow D=f$$

$$z=h \rightarrow P=0 \rightarrow C = -f/h$$



Khài báo Joint Pattern :

- Từ Define → Joint Pattern : chỉ khai báo tên của JP
- Từ Assign → Joint Pattern : gán các thông số A, B, C cho hàm tải trọng theo các tên ã ðặt. (chú ý phải ðánh dấu tất các nút sẽ chịu tải trọng theo mẫu)
- Từ Assign → Shell static load → Pressure → chọn Joint Pattern và ðưa vào hệ số tính toán cho loại tải trọng này (chú ý chọn ðúng trường hợp tải trọng, tên mẫu).



Face xem trên hình vẽ trên. Ví dụ tải áp vào mặt 6 của phần tử, giá trị dương nghĩa là tải trọng áp lên mặt 6 và theo chiều âm của trục 3 (hướng vào mặt 6).

Chú ý :

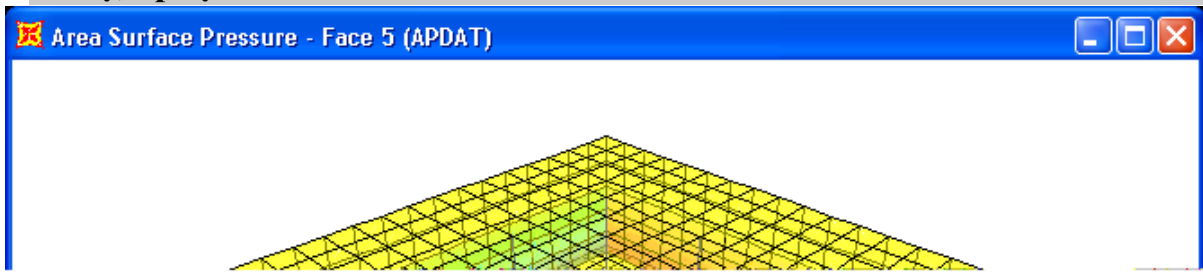
- Dùng Joint Pattern nên ðể riêng trong một trường hợp tải trọng
- Các tải trọng Joint Pattern có thể chỉ tác dụng lên một nhóm phần tử (không nhất thiết cả kết cấu)

Cách khai báo các loại tải trọng :

- Chọn các phần tử có tải trọng
- Vào Assign và một trong các loại tải trọng nêu trên
- Chọn trường hợp tải cần gán, ðơn vị

- Đưa vào giá trị lực

Ví dụ, áp lực đất vào bể nước 1000m³.



Xem ví dụ tính bể trong phần bài tập

4. Các khai báo khác :

Trường hợp tải trọng, tổ hợp tải trọng, liên kết, nhóm phần tử . . . giống phần tử thanh. Dưới đây xin đưa ra một số mô hình tính toán đối với nhà cao tầng.

Mô hình sàn tuyệt đối cứng :

Dưới tác dụng của tải trọng ngang, độ cứng trong mặt phẳng của bản sàn lớn, biến dạng nhỏ. Đối với kết cấu nhà cao tầng, người ta thường coi sàn tuyệt đối cứng (Diaphragm). Theo mô hình này, trong mỗi tầng 2 chuyển vị thẳng trong mặt phẳng sàn và một chuyển vị xoay của các nút trong mỗi mặt phẳng là **bằng nhau**, các thành phần khác có thể khác nhau. Để cho kết cấu làm việc đúng và giảm bớt phương trình tính toán, khai báo các ràng buộc qua Constraint .

Cách khai báo :

- Chọn các nút trong cùng mặt phẳng
- Vào Joint → Constraint → Add Diaphragm
- Chọn phương pháp tuyến của mặt phẳng (thường là Z)

Chú ý :

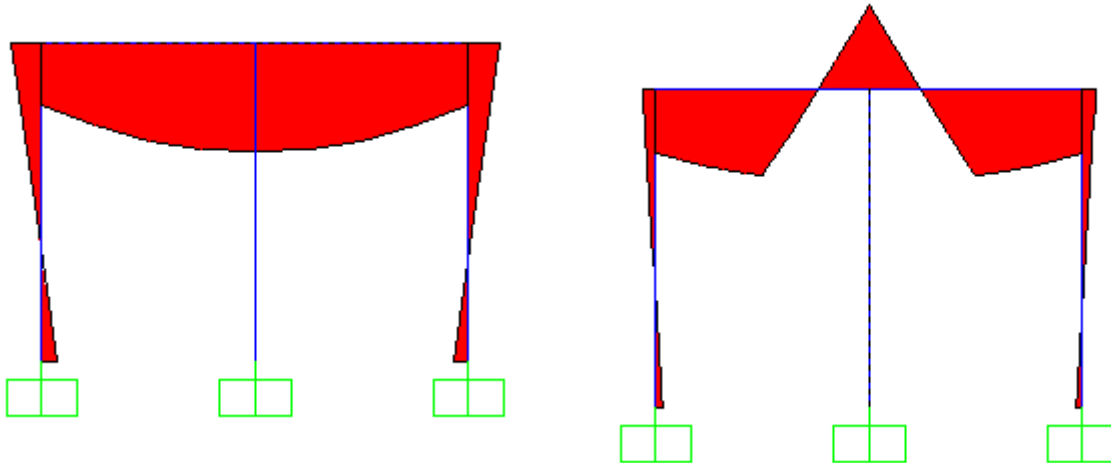
- Mỗi Diaphragm có hệ trục tọa độ riêng là 1,2,3 (trong đó trục 3 luôn vuông góc với mặt phẳng)

- Chỉ đợc khai báo 1 constraint cho mỗi mặt phẳng (không đợc chọn các nút trong các mặt phẳng khác nhau hoặc khai báo hai lần . . .) sẽ dẫn đến kết quả sai. Trong trường hợp này chọn Null và làm lại. Như vậy, mỗi tầng sẽ phải khai báo một Diaphragm và gán nó cho sàn của tầng đó.
 - Có thể loại bỏ một số nút trong tập chọn bằng Remove .
- Xem bài tập phần sàn tuyệt đối cứng, mô hình nhà cao tầng

5. Phân tích Subdivide của Frame và Area.

5.1. Frame Subdivide

Chỉ có ở version Sap2000 v9.0

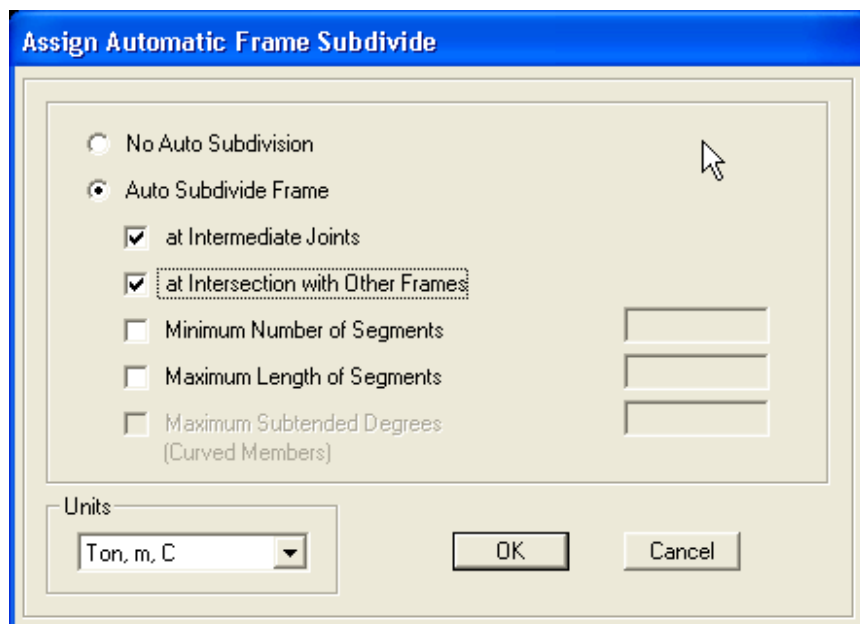


Subdivide chia frame thành những đoạn nhỏ, gấn liên kết của các thanh lại với nhau. Tại những điểm chia nhỏ các frame sẽ có chuyển vị như sau. Việc chia nhỏ Frame sẽ làm cho biểu đồ moment của các frame chuẩn hơn.

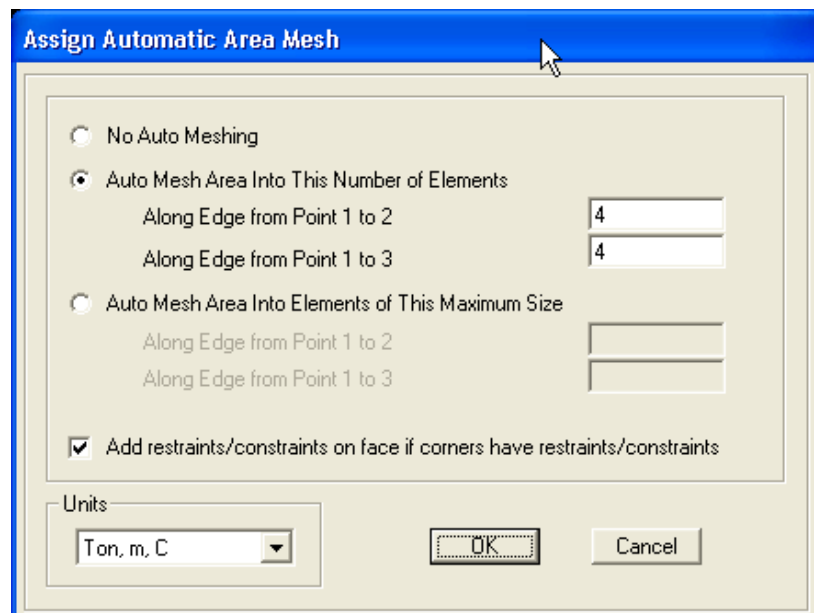
Ở các version thấp, khi chưa có chức năng này, ta phải divide tất cả các frame tại tất cả các insertion point. Việc này tương đối phức tạp trong việc quản lý tên dầm và nội lực dầm khi xuất ra file. Từ phiên bản sap2000 v9.0 đã giải quyết được vấn đề trên nhờ có thêm chức năng subdivide frame.

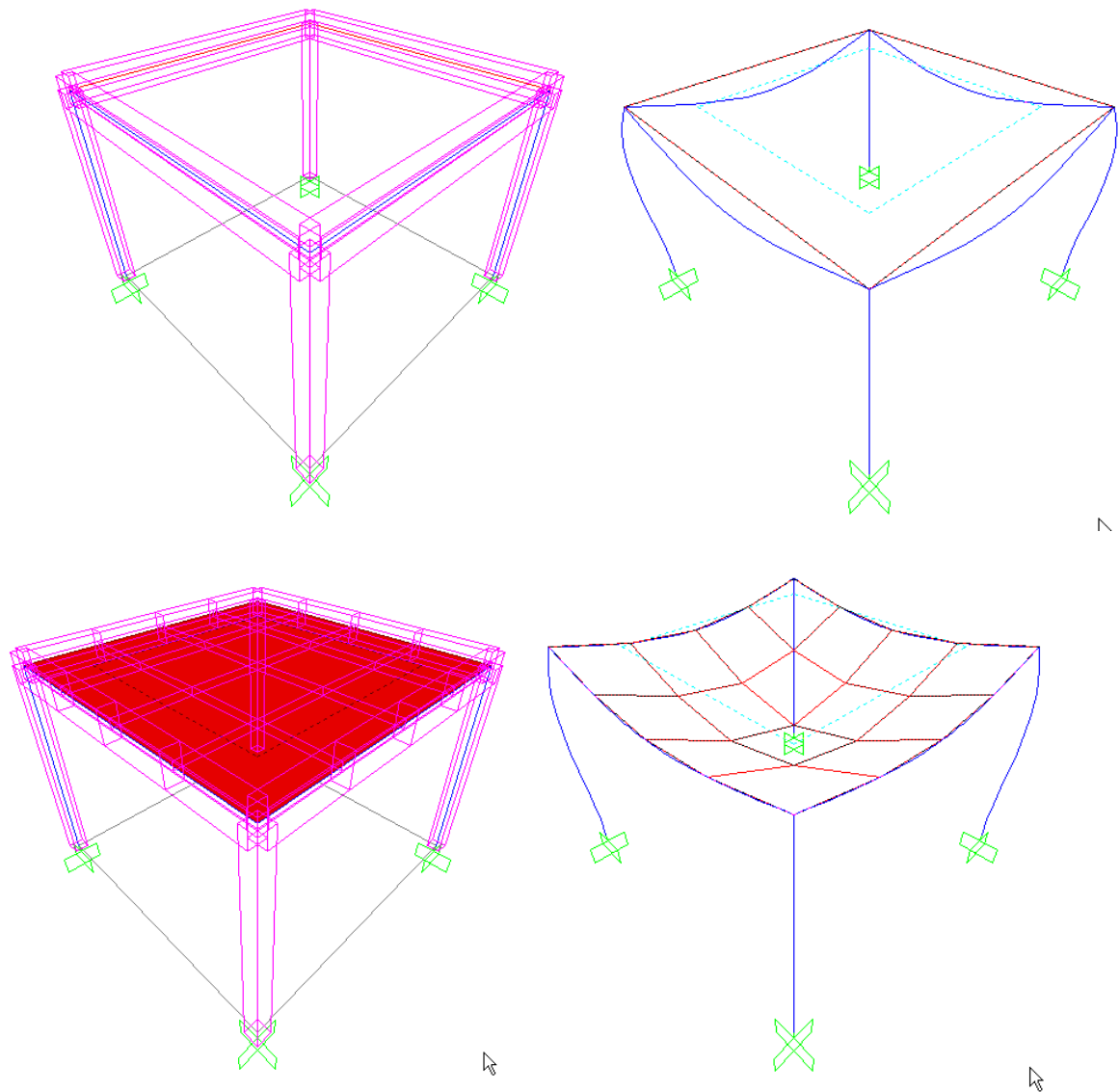
Hình vẽ ở trên, moment của thanh dầm nằm ngang khi dùng subdivide (bên phải) và dùng no auto subdivide (bên trái).

Các Option ở mục hình dưới đây bạn đọc tự tìm hiểu.

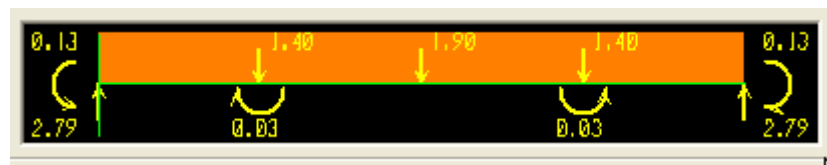


5.2. Area Subdivide





Giống như Subdivide frame. Area Subdivide cho phép chia nhỏ sàn một cách tự động trong quá trình tính toán. Tại mỗi điểm chia nhỏ, Sàn và dầm sẽ có chuyển vị cùng nhau. Việc chia nhỏ sàn sẽ làm cho kết quả tính toán nội lực dầm mà sàn truyền tải lên một cách chính xác hơn.



Hình vẽ : 1 Sự truyền tải trọng từ sàn vào dầm biên

Hình vẽ 1 : Chọn shell ☐ Assign ☐ Area ☐ Automatic Area Mesh.

Hình vẽ 2 : Sử dụng No Auto meshing (mặc định khi vẽ area)

Hình vẽ 3 : Là kết quả khi sử dụng hình 1.

Chú ý :

- Chức năng này chỉ có ở Sap2000 v9.0

- ðối với nhữnã phiên bản trước kia. Ta thường phải chia sãn thành nhiẽu sãn nhỏ (sử dụng chức năng Edit□Mesh area). Gây phức tạp trong việc quản lý các bản sãn.

6. Kiểm tra mô hình

Giống như tất cả các bài toán khác, trước khi phân tích kết cấu, ta phải kiểm tra lại mô hình.

- Kiểm tra lại các ðiều kiện biên ðể ðảm bảo rằng kết cấu không bị biến hình.
- Kiểm tra lại tất cả tiết diện ðã gãn bằng cách Select□Area Section□.... Sau ðó chọn View□View selection only.
- Kiểm tra lại các loại tải trọng ðã gãn vào sãn.....

II. Tính toán

1. Khai báo kết cấu

- Loại sơ ðồ kết cấu

2. Phân tích kết cấu

- Như phần frame.

III. Xem kết quả

1. Ứng suất và nội lực

Ứng suất

Ứng suất của phần tử shell có ðơn vị là lực/ ðơn vị diện tích bao gồm :

- In- plane direct stresses: σ_{11} and σ_{22} (S_{11} and S_{22})
- In- plane shear stress: σ_{12} (S_{12})
- Transverse shear stresses: σ_{13} (S_{13}) and σ_{23} (S_{23})
- Transverse direct stress: σ_{33} (S_{33}) (always as sumed to be zero)

Ba ứng suất trong mặt phẳng (in- plane stresses) là hằng số hoặc thay ðổi tuyến tính suốt bề ðày của phần tử

Hai thành phần ứng suất cắt ngang lấy giá trị trung bình. Trong thực tế ứng suất cắt ngang của phần tử ðược phân bố theo dạng hình cong parabolic, bằng không tại thõ trên và thõ ðưới và maximum hoặc minimum tại ðiểm giữa của mặt cắt phần tử.

Nội lực

Nội lực của phần tử shell nhận ðược từ việc tích phân ứng suất dọc theo chiều bề ðày phần tử, công thức xác ðịnh như sau :

- Membrane direct forces: F_{11} and F_{22}
- Membrane shear force: F_{12}
- Plate bending moments: M_{11} and M_{22}
- Plate twisting moment: M_{12}
- Plate transverse shear forces: V_{13} and V_{23}

- Membrane direct forces:

$$F_{11} = \int_{-th/2}^{+th/2} \sigma_{11} dx_3$$

$$F_{22} = \int_{-th/2}^{+th/2} \sigma_{22} dx_3$$

- Membrane shear force:

$$F_{12} = \int_{-th/2}^{+th/2} \sigma_{12} dx_3$$

- Plate bending moments:

$$M_{11} = - \int_{-thb/2}^{+thb/2} t \sigma_{11} dx_3$$

$$M_{22} = - \int_{-thb/2}^{+thb/2} t \sigma_{22} dx_3$$

- Plate twisting moment:

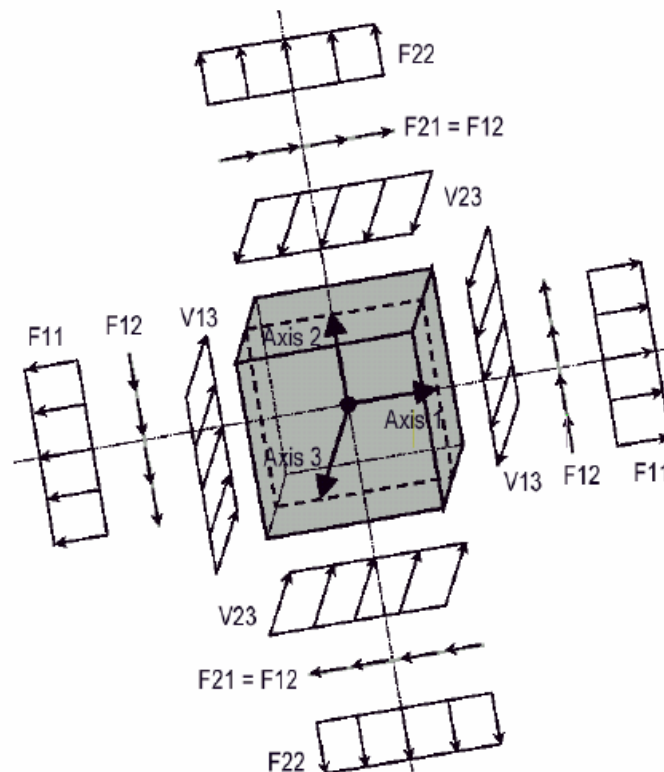
$$M_{12} = - \int_{-thb/2}^{+thb/2} t \sigma_{12} dx_3$$

- Plate transverse shear forces:

$$V_{13} = \int_{-thb/2}^{+thb/2} \sigma_{13} dx_3$$

$$V_{23} = \int_{-thb/2}^{+thb/2} \sigma_{23} dx_3$$

Positive directions
for shell element
internal forces F_{11} ,
 F_{22} , F_{12} , V_{13} and V_{23}



ặc để truy nhập

ng và tên của

để khai báo sơ

trình này đến
lạng khác nhau

Trong ðó gồm các bảng chứa dữ liệu của sơ ðồ hình học, liên kết, tải trọng, các trường hợp phân tích, thiết kế ... *Display □ Show Model Definite Tables*

Các kết quả phân tích :

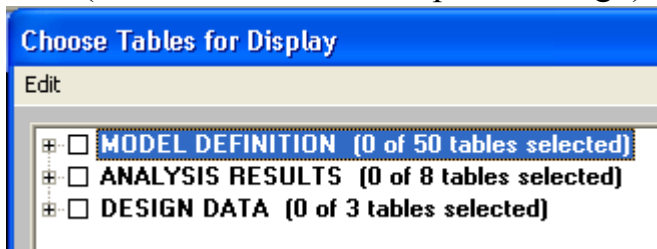
Gồm : Nội lực, ứng suất, chuyển vị (võng), năng lượng . . .

Dữ liệu này chỉ có sau khi ðã chạy. Kết quả có thể hiện, in, xuất (không sửa và nhập ðược) *Display □ Show Analyses Results Tables.*

Các kết quả thiết kế :

- Gồm ứng suất thiết kế, hệ số ứng suất, chiều dài hiệu quả, mặt cắt tối ưu, diện tích cốt thép . . . *Display □ Show Design Results Tables*

Dữ liệu này chỉ có sau khi ðã chạy và thiết kế. Kết quả có thể hiện, in xuất (không sửa và nhập ðược). Khi hiện các dữ liệu có thể cho hiện tất (Show all) hoặc hiện một số hạng mục (some - choose: với output và design)



4.3. Cách dùng dữ liệu bảng :

SAP2000 ðưa ra các bảng với 2 mục ðích

Ðịnh dạng ðể hiển thị, in ấn:

Cho hiện các bảng qua giao diện ðồ hoạ người dùng trên màn hình ðể xem .

Ðưa vào các tệp ðể lưu trữ hoặc in, có thể thuộc một trong các dạng sau :

- Các tệp văn bản của Word RTF (Rich text format)
- Các tệp của Internet Exploire HTML
- Dạng văn bản ASCII (Plain text)
- Các tệp của Microsoft Excel (chỉ hiện trên màn hình)
- Các tệp của Microsoft Access (chỉ hiện trên màn hình)

Ðùng ðể xuất sang các cơ sở dữ liệu khác :

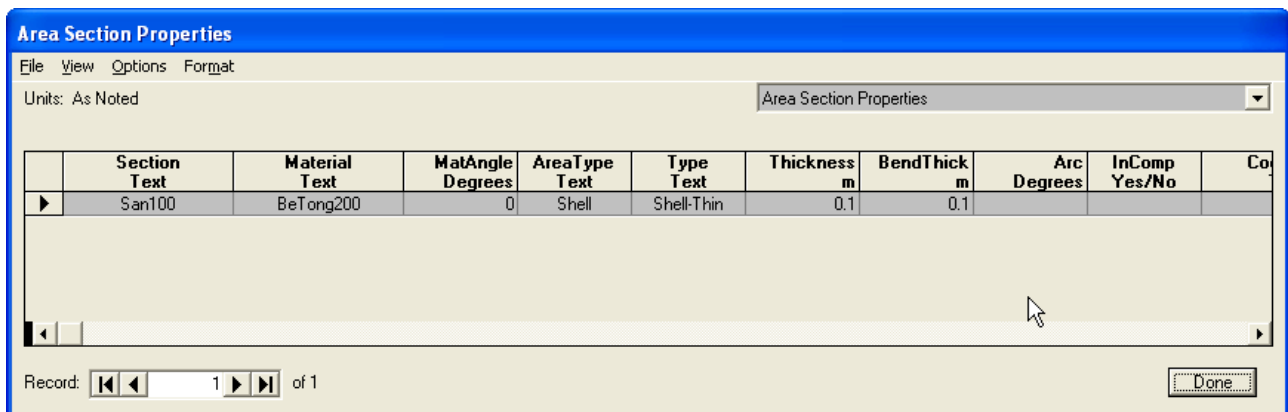
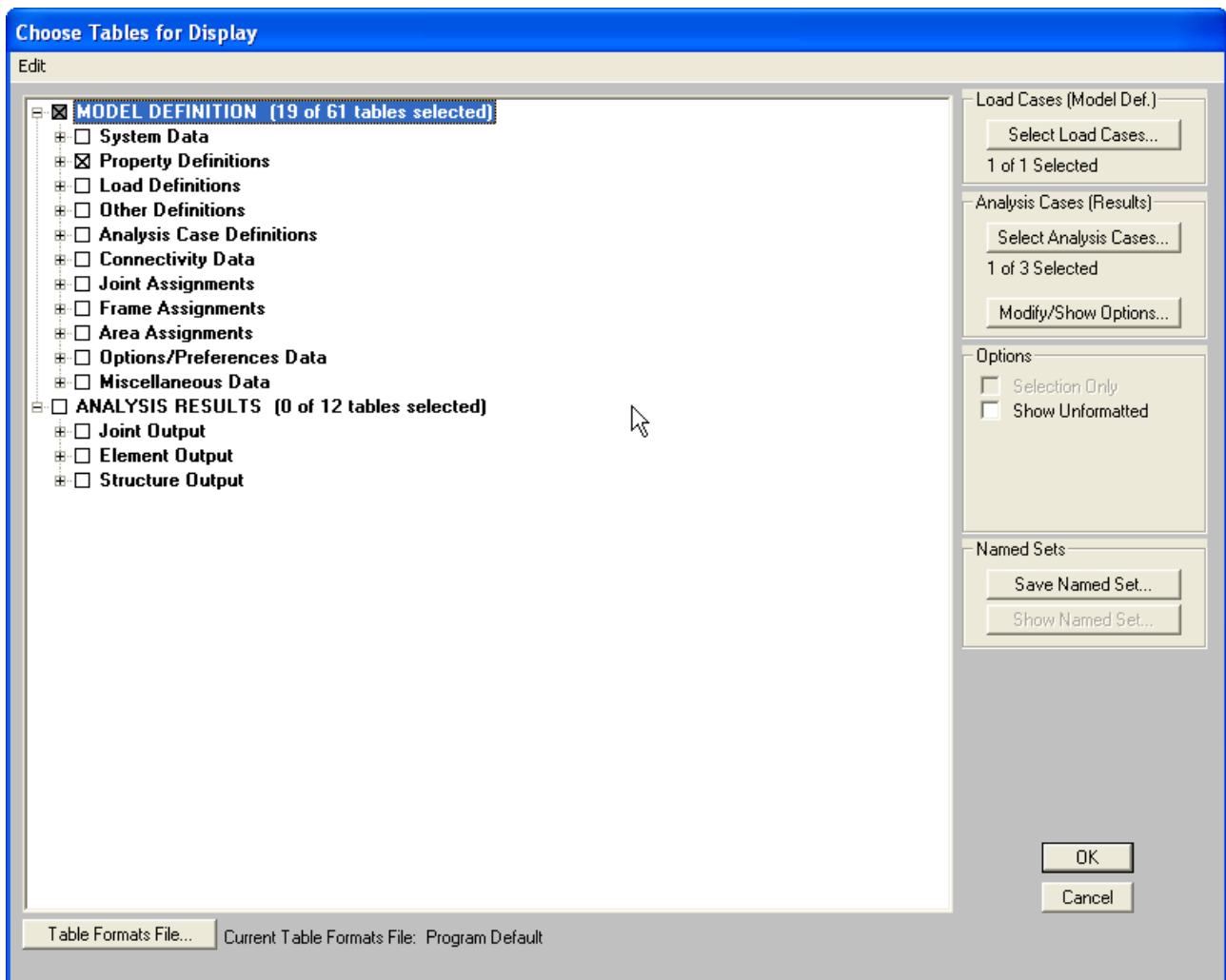
Các bảng dữ liệu có thể hiện trên màn hình ðồ hoạ, sau ðó biến ðổi (thêm, thay ðổi, xoá, copy ...) và cũng có thể xuất các tệp CSDL bảng theo một trong các dạng :

- Dạng văn bản ASCII (Plain text)
- Các tệp của Microsoft Excel
- Các tệp của Microsoft Access

4.4. Hiện dữ liệu bảng :

Display □ Show Tables. . .

Trong khi làm việc với giao diện ðồ hoạ của SAP2000, có thể cho hiện DL dưới dạng bảng. Từ Display menu có thể lựa chọn ðể hiện các thông tin của 1 trong 3 loại (class): sơ ðồ kết cấu, các kết quả phân tích và thiết kế hoặc cả 3 loại này.



Có thể ðiều chỉnh các quá trình hiển thị (trong Format) và in (trong Option).

Chức năng file trong hộp thoại có thể thực hiện :

- Xuất bảng hiện thời hoặc tất cả các bảng ra các cơ sở dữ liệu (File□Export)
- Hiện bảng hiện thời hoặc tất cả các bảng lên trình Editor khác (File□Display)
- Cất bảng hiện thời hoặc tất cả các bảng ra cơ sở dữ liệu của Sap (File□Save)
- Đưa thêm các bảng vào tập hợp bảng đã có (File□Add)
- Tạo ra định dạng (format) cho bảng hiện tại hoặc tất cả các bảng (File□Apply)

- In các bảng theo dạng Text (File □ Print)
- Xóa bảng (File □ Remove)

Bảng 1

Chức năng Format trong hộp thoại có thể thực hiện : (Để thực hiện được các chức năng này đầu tiên chọn một hoặc nhiều trường)

- Chọn số lượng trường muốn sử dụng (hiện, in): Format □ Format for section field □ General □ Included fields
- Thay đổi tên trường : Format □ Format for section field □ General □ Modify
- Đặt vị trí hiện giá trị trong trường, thay đổi đơn vị, độ rộng của trường: Format □ Format for section field □ Field Alignment and Width

4.5. In dữ liệu bảng

Dùng File □ Print Tables :

Trước khi in ấn :

- Có thể chọn các bảng muốn in cũng như phân kết cấu muốn hiện dữ liệu.
- Có thể in trực tiếp ra máy in đã cài đặt hoặc tạo ra các tệp và sau đó mở bằng các phần mềm khác rồi in.

4.6. Lọc dữ liệu

Modify/Show Database Table Format

Format for SectionName Field

General

☒ Include Field in Report

☐ Modify Field Name

Field Alignment and Width

Field Alignment: Center

Units for Field Width: Millimeters

Field Width: 0.0472

Floating Point Number Format

Max Number of Characters:

Zero Tolerance:

Number of Decimal Places:

Min Num of Significant Figures:

Always use E Format:

Units (Type: Text Long)

Display Field in these Units:

☒ Always Display in Current Units

Reset to Program Default Field Format

Database Table Field Layout and Filters

Item	Field Name	Operator	Filter Value
1	Printed	SectionName	= C20x20
2	Printed	Material	None
3	Printed	Shape	None
4	Printed	t3	None
5	Printed	t2	None
6	Printed	Area	None
7	Printed	TorsConst	None
8	Printed	I33	None
9	Printed	I22	None
10	Printed	AS2	None
11	Printed	AS3	None
12	Printed	S33	None
13	Printed	S22	None
14	Printed	Z33	None
15	Printed	Z22	None
16	Printed	R33	None
17	Printed	R22	None

Table Sorting - Sort by these Fields

Sort By: ☐ Descending

Then By: ☐ Descending

Then By: ☐ Descending

Then By: ☐ Descending

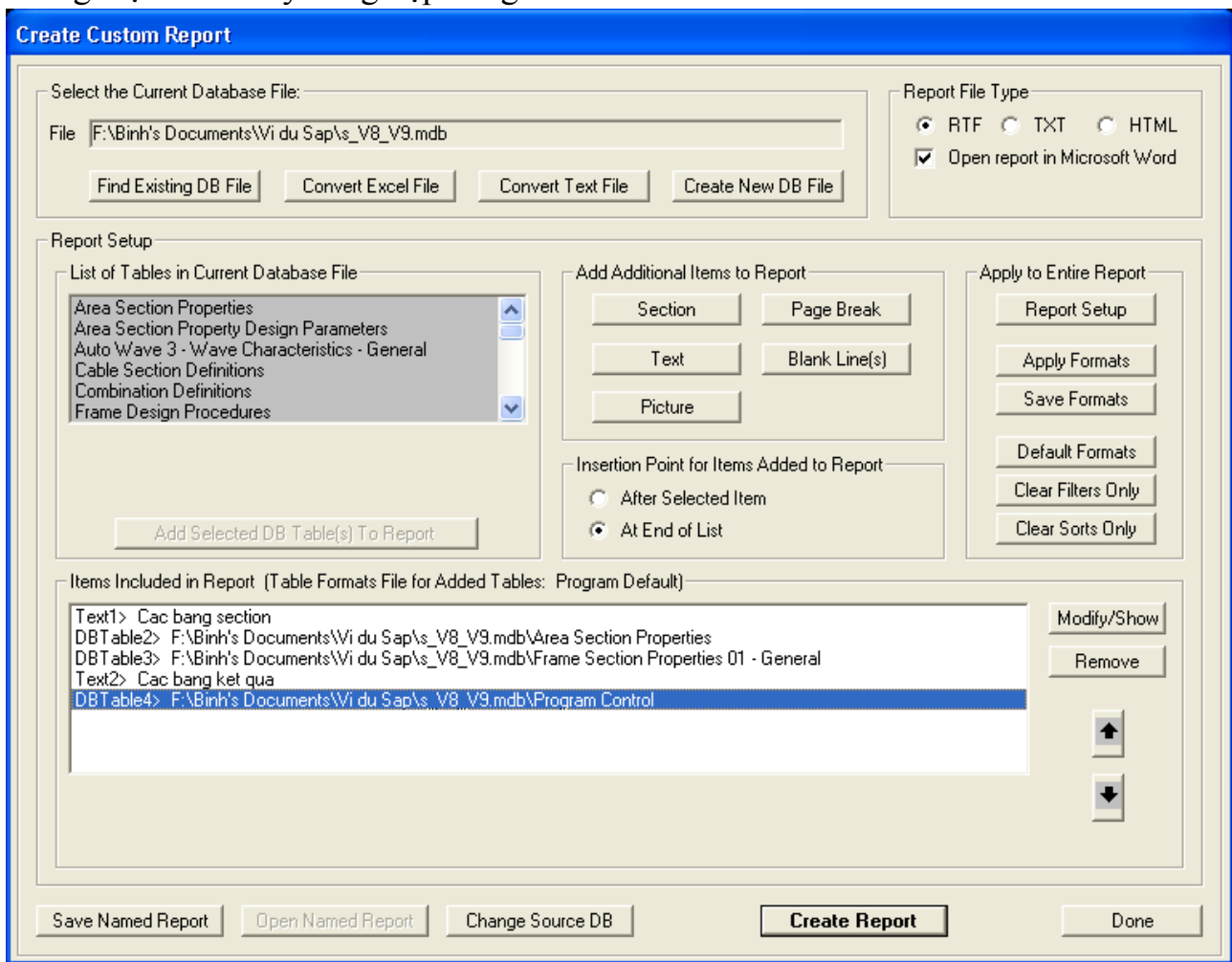
Then By: ☐ Descending

Apply Format to Table

Save to DB Table Formats File

5. Báo cáo

Sap2000 v8.x trở lên cho phép ta tổ chức viết báo cáo, tuy nhiên chức năng này không mạnh và chuyên nghiệp bằng Access



Trình tự viết báo cáo như sau :

- Vào File > Customs Report Write
- Chọn các bảng DL có thể dùng cho báo cáo: Select the Current DataBase File > chuyển từ các CSDL liệt kê trong phần này
- Bố trí nội dung của báo cáo : Report Setup
 - o Để đưa các tệp CSDL vào báo cáo :đánh dấu tên tệp > Add Selected DB (số lượng tùy ý)
 - o Để đưa lời chú giải vào báo cáo: nhấn Text > gõ nội dung
 - o Để chèn ảnh : nhấn Picture > khai báo tên,vị trí có ảnh
- Trong Items Included in Report là danh sách các phần mà báo cáo sẽ hiện
- Bố trí cấu trúc báo cáo :Apply to Entire Report > Report Setup : trang,chữ . . .
- Có thể cất các cấu trúc đã tạo Apply to Entire Report > Save Format
- Chọn dạng text : Report file Type
- Tạo - Cất báo cáo : khai báo tên, có thể hiện ngay dạng báo cáo để xem

CHƯƠNG 5 : BÀI TOÁN THIẾT KẾ

I. Giới thiệu chung

SAP2000 có một môđul hoàn chỉnh cho thiết kế cả cấu kiện bê tông cốt thép và kết cấu thép . Chương trình cho phép người dùng lựa chọn để khởi tạo, biến đổi phân tích và thiết kế các sơ đồ kết cấu trong cùng một giao diện .

Trong chương trình có nhiều thư viện các tiêu chuẩn thiết kế, cho phép thiết kế tự động và kiểm tra các phần tử thanh BTCT. Các tiêu chuẩn có sẵn trong SAP2000 là : T/C của Mỹ ACI 1995, Canada CSA 1984, British BSI 1985 và European CEN 1992 .

Việc thiết kế dựa trên một tập hợp các tổ hợp tải trọng do người dùng khai báo. Tuy nhiên, chương trình tự cung cấp các tổ hợp mặc định cho mỗi tiêu chuẩn thiết kế .

Trong thiết kế cột, chương trình tính toán cốt dọc, cốt đai yêu cầu. Tuy nhiên, người dùng có thể khai báo cốt thép dọc, trong trường hợp đó sẽ thông báo giá trị của "capacity ratio" của cột. Hệ số này cho biết chỉ số của điều kiện ứng suất liên quan đến khả năng của cột.

Mỗi phần tử dầm, chương trình sẽ thiết kế chịu uốn và cắt tại các tiết diện do người dùng khai báo dọc theo chiều dài dầm.

II. Các bước thực hiện khi thiết kế cấu kiện BTCT

1. Khai báo các hệ số thiết kế liên quan đến vật liệu:

Vào menu Define> Material: chọn kiểu vật liệu Concrete trong Design Property datavà đưa vào các tham số :

- **fy** :cường độ chịu kéo của thép, tính theo giới hạn chảy. Ví dụ AII có $R_{att}=2800 \text{ kg/cm}^2$, nhưng $f_y=3000 \text{ kg/cm}^2$.
- **fc** : cường độ chịu nén của bê tông.
- **fys** : cường độ chịu cắt của cốt thép, tính theo giới hạn chảy ví dụ: AI $f_{ys}=2100$
- **fcs** : cường độ chịu cắt của bê tông = f_c .

Khai báo các hệ số thiết kế

Khai báo các tham số thiết kế

cột

--	--

Khai báo tiết diện: Menu define\Frame\Cable Section> Reinforcement : (chỉ chọn được ba loại tiết diện chữ nhật, Tròn, chữ T và vật liệu kiểu CONC cho quá trình thiết kế)

Chọn loại phần tử thiết kế cho dầm (beam)hay cột (column)

Beam:

- Top = **a'** (chiều dày lớp bảo vệ phía trên)
- Bottom = **a** (chiều dày lớp bảo vệ phía dưới)
- Reinforcement Overrides for Ductile Beams : chiều dài đoạn cốt thép chồng nhau

Column:

- Rectangular:
- Cover to rebar Center = **a** (chiều dày lớp bảo vệ tính đến tâm cốt thép)
- Number bar in dir 3: Số lớp cốt thép tính theo phương 3
- Number bar in dir 2: Số lớp cốt thép tính theo phương 2.
- Bar size : chọn diện tích thanh thép
- Check/Design : Chọn một trong hai kiểu Design or Area of one bar:
- Reinforcement to be Designed: bài toán thiết kế
- Reinforcement to be checked : bài toán kiểm tra

Circle:

- Cover to Rebar Center = **a** (chiều dày lớp bảo vệ)
- Number bar : số thanh bố trí đều nhau trong tiết diện
- Check/Design : Chọn một trong hai kiểu Design or Area of one bar:
- Reinforcement to be Designed: bài toán thiết kế
- Reinforcement to be checked : bài toán kiểm tra

3. Chọn tổ hợp thiết kế.

Menu Define ☐ Load combination (dùng cho concrete design và steel design)

Hoặc trong menu Design ☐ Concrete frame Design ☐ Select Design Combo hoặc Design ☐ Steel frame Design ☐ Select Design Combo.

4. Chọn Kiểu thiết kế:

Menu Design chọn (Steel or Concrete) (chỉ đối với Sap 7.42)

5. Chọn tiêu chuẩn thiết kế:

Menu Option\Preference\Concrete (BS8110-89): có một số thông số :

- Strength Reduction factors : các hệ số giảm độ bền cho uốn, nén, kéo, cắt
- Interaction Diagram Parameters : các tham số liên quan đến biểu đồ tương tác
- Response Spectrum ... : thiết kế cho trường hợp nhiều giá trị phổ

6. Thiết kế tiết diện:

- Thực hiện tính toán để tính ra nội lực (Run)
- Bắt đầu thiết kế : Design ☐ Concrete Frame Design ☐ Start Design/ Check of Structure

III. In và xem kết quả

Vào menu Display ☐ Design Results Table : cho kết quả đối với dầm cho diện tích cốt thép chịu kéo và chịu nén, đối với cột hiện toàn bộ diện tích cốt thép (đối với tổ hợp thiết kế chính, theo mặc định).

- **Dầm** : Tính dầm chịu mômen uốn chính theo M33 và Cắt chính (V22).
- **Cột** : Cột tính cho bài toán kéo nén lệch tâm xiên.

Bài toán thiết kế là nhiều bài toán kiểm tra. Menu Option ☐ Preference ☐ Concrete ☐
Interaction Diagram Parameter : Curve, Point/Curve : Lựa chọn số đường cong và điểm
kiểm tra trên mỗi đường cong.



chuột
vào
tin về
tail sẽ
diện -
E, Fy,
g

- Update Analysis Section: Lay các tiết diện thay đổi làm tiết diện tính nội lực.
- Nên sử dụng P-Delta để kiểm tra điều kiện ổn định của cột

IV. Thiết kế kết cấu thép

Khai báo vật liệu: f_y : Cường độ giới hạn chảy

Trình tự thực hiện : *giống như kết cấu BTCT*

Kiểu phân tử.

- Column: Phân tử này song song phương Z
- Beam : Phân tử song song mp XY
- Giằng (Braced)
- (Effective Length Factor (K)): phụ thuộc vào liên kết (Phân tử, gối tựa, restraint, phương). SAP tự động tính K (Liên kết nút, phân tử). Mặc định không xác định được kiểu liên kết lấy=1.

CHƯƠNG 6 : KẾT HỢP AUTOCAD, EXCEL, ACCESS, SAP2000 TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT KẾ

I. Xuất kết quả ra access.

1. Các bước xuất kết quả.
2. Lọc xử lý kết quả bằng query trong Access.

II. Chu trình tính toán dàn thép bằng CAD, Access, Excel.

1. Tạo mô hình trong Cad

- Thông thường, lấy luôn bản vẽ CAD 3D từ kiến trúc gửi sang cho nhóm kết cấu.
- Sửa lại và nhóm các thanh thành các layer có tính chất giống nhau (dựa trên tiết diện chọn sơ bộ ban đầu, mỗi tiết diện vào một layer).

2. Nhập mô hình vào trong SAP.

- Định nghĩa tiết diện trong CAD
- Xác định đơn vị tính.
- File□Import□DXF file, chọn file SAPDXF.DXF chứa trong thư mục Sap
- Import lần lượt từng layer một vào trong Sap. Tương ứng với từng layer ta chọn một tiết diện đã định nghĩa ở bước trước.
- Sau khi import tất cả sơ đồ tính, ta được mô hình hình học.
- Gán các điều kiện biên cần thiết.
- Định nghĩa tải trọng và gán tải trọng cho kết cấu.....
- Chạy ra nội lực của các thanh giàn.

3. Xử lý kết quả bằng Excel

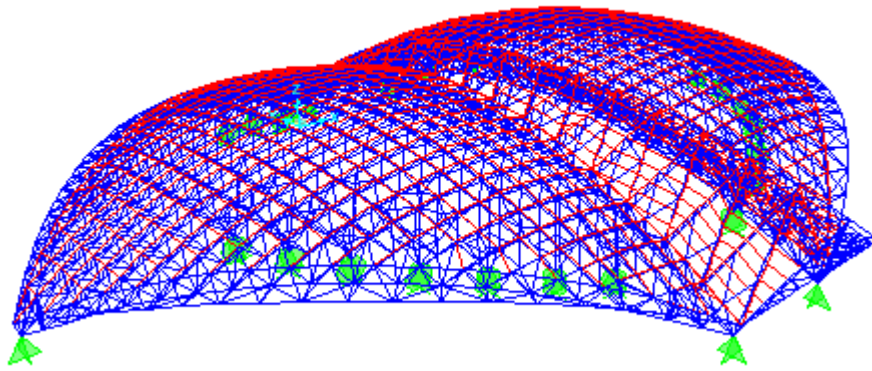
Export tất cả mô hình cùng kết quả tính toán sang excel. File□export□Sap MS Excel Spreadsheet XLS file, đánh dấu vào tất cả các bảng.

Lập bảng tính trong Excel, dựa vào nội lực đã có trong các thanh giàn, kiểm tra ổn định của các thanh. Đối với những thanh không đủ khả năng chịu lực□tăng tiết diện. Đối với những thanh nội lực quá bé□giảm tiết diện xuống.

Quay lại file vừa xuất kết quả trên. Sửa những lại tiết diện của những thanh cần sửa trong sheet “Frame Section Assignments”.

4. Nhập lại mô hình vào trong SAP.

File□import□Sap MS Excel Spreadsheet XLS file. Khi đó bạn đã có toàn bộ mô hình vừa xuất ra kèm theo các tiết diện đã thay đổi.



Bước tiếp theo chỉ việc chạy chương trình để nhận được kết quả của nội lực mới.

5. Lặp lại chu trình đến khi đạt kết quả.

Lặp lại chu trình trên đến khi bạn cảm thấy kết quả nội lực trong các thanh giàn là hợp lý.