

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA XÂY DỰNG DD&CN



TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN



Đà Nẵng 2006

CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ PHÂN TÍCH KẾT CẤU (SAP2000 - BASIC ANALYSIS REFERENCE)

Người sử dụng các phần mềm nói chung và Sap2000 nói riêng cần phải hiểu một cách tường tận bản chất của các phần mềm và phải kiểm tra một cách độc lập kết quả tính toán để đảm bảo tính chính xác. Quyết định cuối cùng vẫn phải là của con người bằng các kiến thức tổng hợp.

I. Phương pháp phần tử hữu hạn

1. Khái niệm chung:

Phương pháp PTHH được ứng dụng tính kết cấu với sự trợ giúp của máy tính, ra đời vào năm 1970. Phương pháp này dùng mô hình rời rạc để lý tưởng hoá kết cấu thực.

Thực hiện rời rạc hoá kết cấu bằng cách chia kết cấu liên tục thành hữu hạn các miền hoặc các kết cấu con gọi là phần tử hữu hạn.

* Đối với hệ thanh : phần tử hữu hạn là thanh.

* Đối với kết cấu tấm : phần tử hữu hạn là tấm tam giác, chữ nhật .v.v.

Sau khi rời rạc hoá, giả thiết các phần tử hữu hạn chỉ nối với nhau tại một số điểm quy định (thường là các đầu hoặc góc của phần tử) gọi là nút.

Toàn bộ tập hợp các phần tử hữu hạn gọi là lưới phần tử.

Số lượng phần tử ảnh hưởng đến số ẩn số của bài toán.

2. Trình tự giải bài toán kết cấu bằng phần mềm PTHH:

a. Bước 1 : Chuyển từ sơ đồ kết cấu sang sơ đồ tính :

Xác định yêu cầu tính toán, các kết quả cần tìm.

Xác định dạng hình học của kết cấu.

Xác định tải trọng, các đặc trưng của vật liệu ...

b. Bước 2 : Rời rạc hoá kết cấu, chọn loại phần tử thích hợp :

Đánh số các điểm nút, các phần tử.

Phân chia các trường hợp tải trọng (các phương án của hoạt tải).

Nhập dữ liệu.

c. Bước 3 : Thực hiện giải bài toán :

Khai báo các thông số tính toán, các bậc tự do hoạt động...

Kiểm tra độ chính xác của kết quả.

Hiệu chỉnh lại dữ liệu nếu cần.

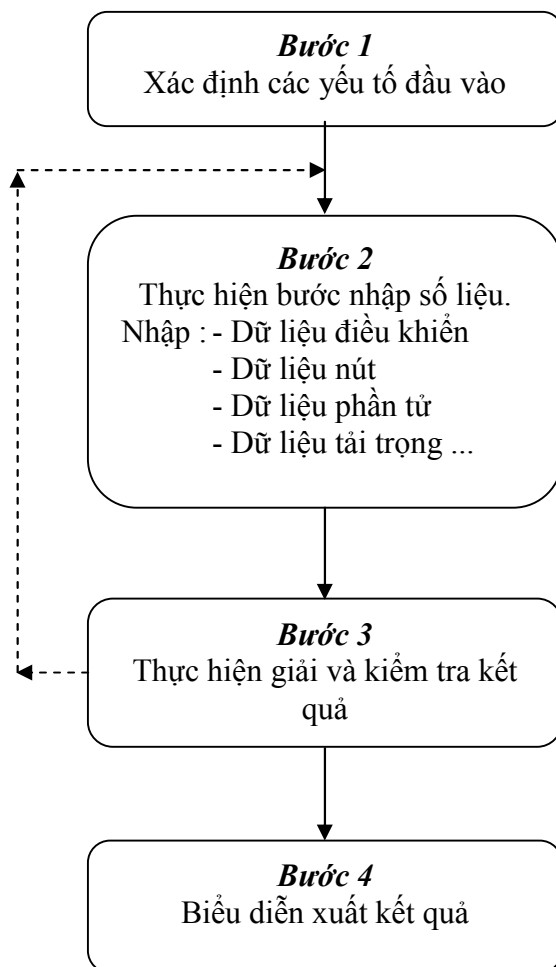
d. Bước 4 :

Biểu diễn kết quả bằng hình vẽ.

In kết quả hoặc xuất ra file, xử lý các file kết quả nếu cần.

Sử dụng kết quả.

Khi giải một bài toán bằng phương pháp Phần tử hữu hạn, việc nhập dữ liệu tốn rất nhiều thời gian và công sức, nếu có sai sót rất khó phát hiện, nên cần chuẩn bị số liệu thật kỹ, sơ đồ tính phải vẽ một cách rõ ràng, việc nhập số liệu phải cẩn thận.



II. Phần mềm phân tích và thiết kế kết cấu Sap2000

1. Lịch sử hình thành :

Phiên bản đầu tiên của chương trình được mang tên SAP (*Structural Analysis Program: Chương trình phân tích kết cấu*) vào năm 1970, sau đó xuất hiện SAP3, SAP-IV, SAP86, SAP90 và gần đây nhất là SAP2000 V10.

SAP2000 tích hợp chức năng phân tích kết cấu (tính phản lực, nội lực, chuyển vị, dao động ...) bằng phương pháp PTHH với chức năng thiết kế kết cấu (tính toán cốt thép đối với kết cấu bê tông cốt thép và chọn tiết diện đối với kết cấu thép), SAP2000 cũng đã bổ sung thêm các loại kết cấu mẫu để việc vào số liệu cho bài toán được nhanh hơn. Giao diện của SAP2000 rất trực quan và được thực hiện hoàn toàn trên môi trường Windows (SAP86 thực hiện việc nhập dữ liệu trên Dos, SAP90 nhập số liệu trên Windows nhưng tính toán và xem kết quả nội lực trên Dos)

2. Khả năng của phần mềm SAP2000 :

Sap2000 cung cấp nhiều tính năng mạnh để mô hình và tính toán nhiều kết cấu thường gặp trong thực tế : Dầm, Khung phẳng, Khung không gian, Sàn, Dàn phẳng, Dàn không gian, Dầm trên nền đàn hồi (dầm móng băng), kết cấu vỏ mỏng (mái che, bể nước, xilô...), kết cấu khối (đê, đập ...) ...

Vật liệu có thể tuyến tính đẳng hướng hoặc trục hướng, hoặc phi tuyến.

Tải trọng bao gồm lực tập trung tại nút, lực phân bố đều hoặc phân bố dạng hình thang trên thanh, tải trọng do áp lực của chất lỏng hoặc khí. Tải trọng có thể tác dụng tĩnh hoặc tác dụng động, có vị trí bất động hoặc di động ...

Mô hình tính không hạn chế số nút và số phần tử nếu dung lượng trống ổ cứng còn nhiều.

Các phân tích cho bài toán bao gồm : phân tích tĩnh, phân tích động (*tính tần số dao động, tính nội lực động ...*) ...

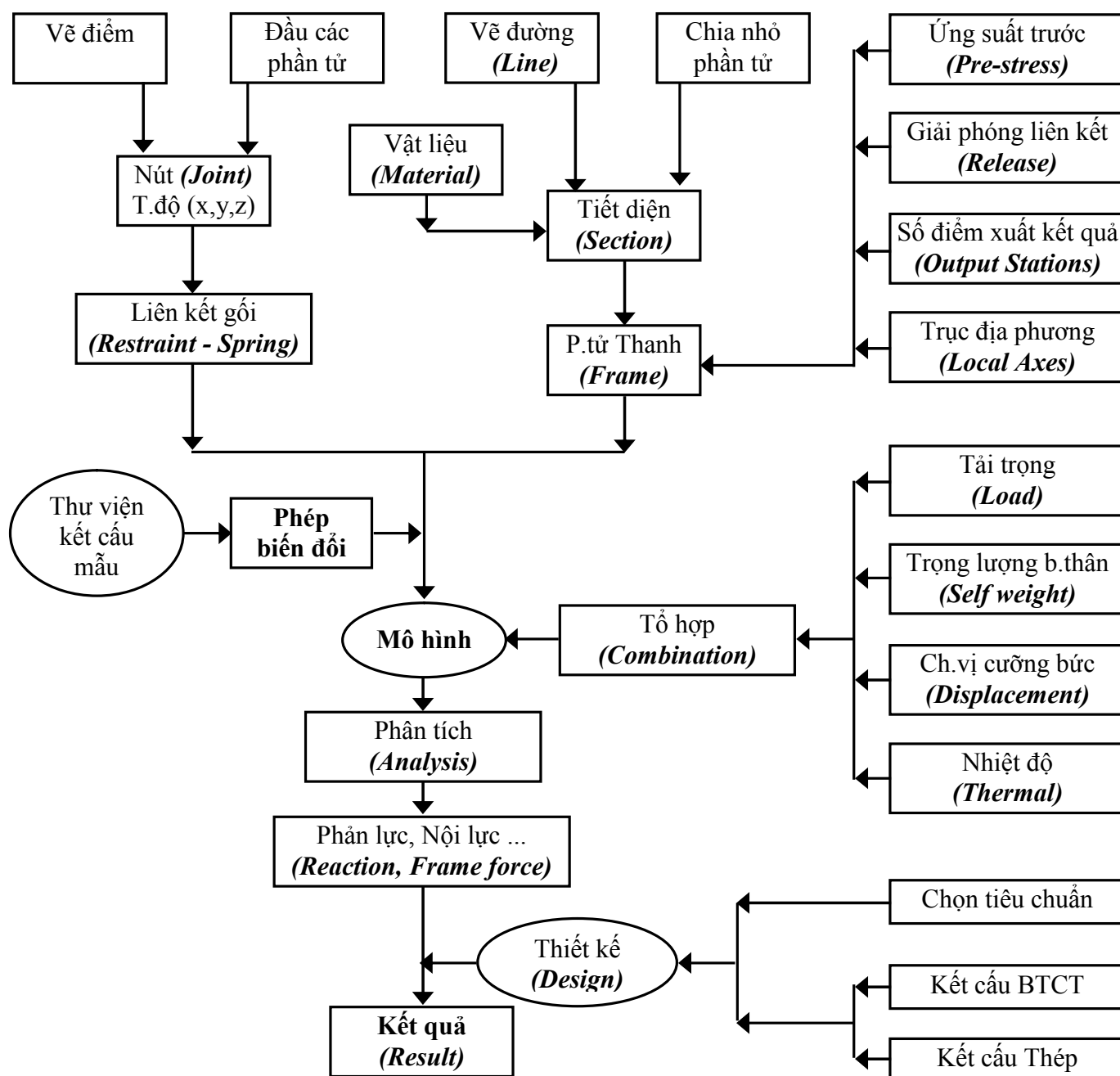
SAP2000 có 4 phiên bản :

- + Bản phi tuyến (Nonlinear) : đầy đủ các chức năng
- + Bản nâng cao (Advanced) : Thiếu chức năng phân tích phi tuyến.
- + Bản chuẩn (Standard) : Thiếu chức năng phân tích phi tuyến, mô hình tính giới hạn số nút <1500.
- + Bản học tập (Education) : miễn phí, mô hình tính giới hạn tối đa 30 nút.

File dữ liệu của SAP2000 có phần mở rộng là *.SDB (*file gốc dạng nhị phân*) hoặc *.S2K và *.S\$K (*file dữ liệu dạng tập tin văn bản*), các file khác có cùng tên với file dữ liệu nhưng có phần mở rộng khác do SAP tạo ra trong quá trình tính toán.

III. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của Sap2000 :

(*Đối với bài toán Phân tích - Thiết kế hệ thanh*)



IV. Hệ tọa độ sử dụng trong Sap2000 :

1. Hệ tọa độ tổng thể (Global System):

Tất cả tọa độ của các phần tử trong mô hình đều được xác định thông qua một hệ tọa độ chung gọi là hệ tọa độ tổng thể XYZ. Ngoài hệ tọa độ tổng thể, người sử dụng có thể định nghĩa thêm các hệ tọa độ phụ để phục vụ cho công việc xây dựng hình dạng hình học của mô hình, các tọa độ của hệ tọa độ phụ cuối cùng cũng được quy đổi sang tọa độ của hệ tọa độ tổng thể.

Trục Z luôn là trục thẳng đứng, hướng lên, như vậy mặt phẳng XY là mặt bằng và thường nên chọn mặt phẳng XZ là mặt phẳng làm việc chính của hệ (*ví dụ như phương ngang của hệ khung không gian hoặc mặt phẳng làm việc của hệ khung phẳng*). Tọa độ của một vị trí được xác định bằng 3 tọa độ x, y, z của vị trí đó. Phương của hệ tọa độ được ký hiệu là $\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$ (hướng + là cùng chiều, - là ngược chiều).

2. Hệ tọa độ địa phương (Local System):

Mỗi đối tượng trong mô hình đều có hệ tọa độ riêng của nó gọi là hệ tọa độ địa phương của đối tượng đó (*ví dụ hệ tọa độ địa phương của nút, của thanh ...*), hệ tọa độ địa phương được sử dụng để xác định các tính chất, tải trọng, nội lực ... của đối tượng đó. Hệ tọa độ địa phương được ký hiệu là 123. Nói chung, hệ tọa độ địa phương của mỗi đối tượng là có thể khác nhau, nút này khác nút kia, thanh này khác thanh kia ...

Mặc định các đối tượng cùng loại (nút, thanh, tấm) có một hệ tọa độ địa phương 123 theo một quy luật chung giống nhau, ví dụ như : đối với nút, hệ tọa độ 123 mặc định có phương trùng với hệ tọa độ tổng thể XYZ.

Nếu hệ tọa độ của đối tượng thực tế khác với hệ tọa độ mặc định, người sử dụng cần khai báo các thông số góc xoay để xác định phương của hệ tọa độ địa phương thực tế.

V. Phần tử Thanh (Frame):

1. Tổng quan:

Phần tử thanh dùng để mô hình các cấu kiện dầm, cột, dầm trong mặt phẳng cũng như trong không gian, ngoài phần tử thanh còn có phần tử cáp (*cable*, chỉ chịu kéo) và phần tử dây căng (*tendon*) cũng có dạng đường thẳng (*line*). Phần tử thanh tổng quát trong không gian chịu các thành phần moment uốn theo 2 phương, lực cắt theo 2 phương, lực dọc và moment xoắn.

Phần tử thanh được mô hình bằng đường thẳng nối giữa 2 điểm, đối với thanh cong người sử dụng có thể chia nhỏ thành tập hợp nhiều thanh thẳng để xấp xỉ được đường cong.

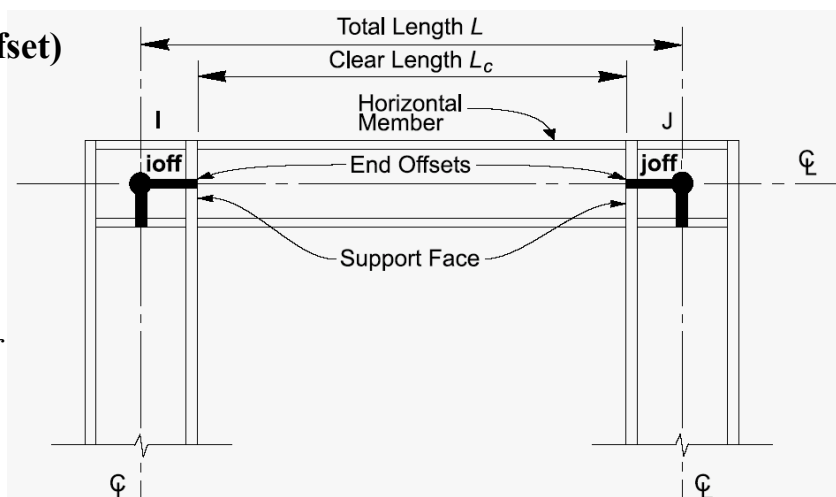
Mỗi phần tử thanh có thể chịu tải trọng do trọng lượng bản thân (*self-weight*), các lực tập trung (*concentrated loads*), các lực phân bố (*distributed loads*)

Các điểm chèn (*insertion point*) và các vùng cứng đầu thanh (*end offsets*) cũng được xét đến để xác định độ lệch tâm và độ cứng tại vị trí giao nhau của các phần tử. Giải phóng liên kết tại đầu thanh (*end release*) giúp mô hình các dạng liên kết khác nhau tại hai đầu thanh.

Nội lực trong thanh có thể được xuất ra tại 2 đầu thanh và tại các điểm cách đều nhau (*output station*) trên thanh.

2. Vùng cứng đầu thanh (End offset)

Trong sơ đồ tính, thanh được mô hình bằng một đường thẳng trục thanh, nối 2 điểm đầu thanh gọi là nút i (nút đầu) và nút j (nút cuối). Thường 2 đầu thanh được nối với các phần tử khác, do đó tại nút xuất hiện những vùng giao nhau giữa các thanh (xem hình), khoảng cách chồng lên các phần tử khác của thanh gọi là *i_{off}* và *j_{off}* được đo từ nút đến biên vùng giao nhau giữa thanh đang xét với các thanh khác.



End offset là một phần của chiều dài thanh, có thể cứng tuyệt đối hoặc mềm tuyệt đối, hoặc cứng 1 phần (tương đối). Tải trọng tác dụng lên thanh vẫn xét đến các khoảng cách end offset.

Chiều dài uốn của thanh (dùng để xác định độ cứng của thanh) được xác định như sau:

$$L_b = L - r.(i_off + j_off)$$

Trong đó : L_b : chiều dài uốn của thanh

L : chiều dài của thanh trên mô hình

i_off, j_off : các khoảng cách end offset tại 2 đầu thanh : i (đầu), j (cuối)

r : độ cứng tương đối của vùng end offset, có giá trị từ $0 \div 1$ (mềm tuyệt đối $\div$ cứng tuyệt đối). Nên lấy giá trị $r < 0,5$.

Ảnh hưởng đến kết quả nội lực : Kết quả nội lực được xuất tại vị trí end offset và tại một số điểm cách đều nhau trong đoạn chiều dài trống giữa thanh . Nội lực không được xuất trên đoạn end offset kể cả tại vị trí nút.

3. Hệ tọa độ địa phương của thanh

Mỗi phần tử thanh đều có một hệ tọa độ địa phương riêng của phần tử đó và được ký hiệu là 123. Một điều rất quan trọng là cần phải nắm vững cách xác định hệ tọa độ địa phương để xác định đúng đặc trưng tiết diện, tải trọng và kết quả nội lực.

Hệ trục địa phương của thanh được xác định từ hệ trục địa phương mặc định và góc xoay hệ trục (*coordinate angle*).

Trục 1 của hệ tọa độ địa phương luôn là trục dọc trục thanh, có chiều đi từ đầu thanh đến cuối thanh (nút i đến nút j).

Mặt phẳng 1-2 thường là mặt phẳng làm việc chính của thanh.

Hệ trục mặc định :

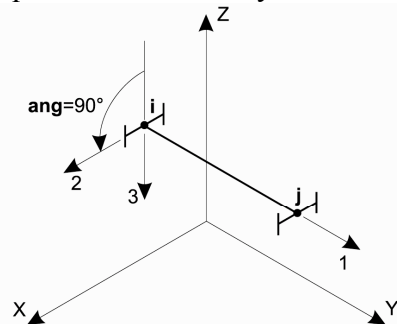
+ Mặt phẳng 1-2 là mặt phẳng thẳng đứng (mặt phẳng Z-1).

+ Trục 2 có chiều hướng lên, trừ trường hợp thanh thẳng đứng, lúc đó trục 2 có chiều +X

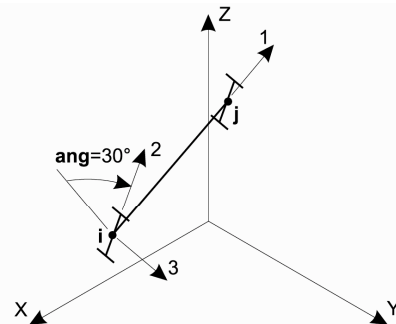
+ Trục 3 được xác định từ trục 1&2, có phương nằm ngang (nằm trong mặt phẳng XY)

Góc xoay hệ trục (tính bằng độ)

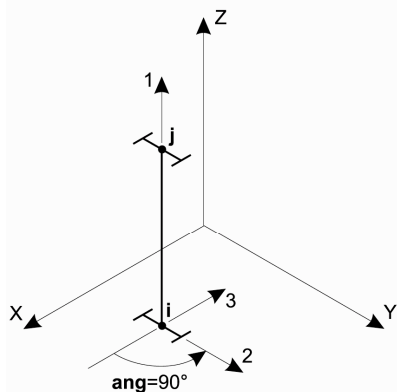
Nếu trục 2&3 thực tế không đúng theo phương mặc định, người sử dụng cần khai báo góc xoay của hệ trục 2&3 quanh trục 1 để xoay hệ trục mặc định đến hệ trục thực tế.



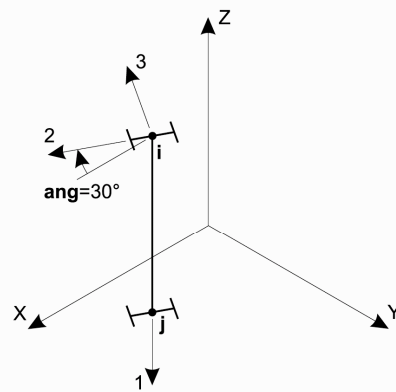
Local 1 Axis is Parallel to +Y Axis
Local 2 Axis is Rotated 90° from Z-1 Plane



Local 1 Axis is Not Parallel to X, Y, or Z Axes
Local 2 Axis is Rotated 30° from Z-1 Plane



Local 1 Axis is Parallel to +Z Axis
Local 2 Axis is Rotated 90° from X-1 Plane



Local 1 Axis is Parallel to -Z Axis
Local 2 Axis is Rotated 30° from X-1 Plane

4. Đặc trưng tiết diện thanh (frame section)

Tiết diện thanh là một tổ hợp của vật liệu và hình học, dùng để mô tả mặt cắt ngang của một hay nhiều thanh. Mặt cắt được khai báo độc lập và sau đó dùng để gán cho thanh.

a. Đặc trưng vật liệu

Vật liệu có thể được khai báo bằng các thông số đặc trưng :

+ Modul đàn hồi (modulus of elasticity) E : dùng để xác định độ cứng dọc trục và độ cứng uốn.

+ Modul đàn hồi trượt (shear modulus) G : dùng để xác định độ cứng chống cắt và độ cứng

xoắn. G có thể được xác định thông qua E và μ : $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$.

+ Hệ số nở ngang (Poisson's ratio) μ : là tỷ số giữa biến dạng ngang so với biến dạng dọc trục khi chịu kéo - nén dọc trục.

+ Khối lượng riêng (mass density) ρ : dùng để xác định khối lượng của phần tử.

+ Trọng lượng riêng (weight density) w : dùng để xác định trọng lượng của phần tử.

+ Chỉ số thiết kế: để xác định loại thiết kế kết cấu (bê tông cốt thép, thép, nhôm) hoặc loại vật liệu khác. Nếu vật liệu thuộc loại thiết kế là bê tông cốt thép thì chương trình sẽ tính toán lượng cốt thép cần thiết của tiết diện dựa vào cường độ bê tông, cường độ cốt thép theo tiêu chuẩn thiết kế bê tông được sử dụng. Nếu vật liệu thuộc loại thiết kế là thép hoặc nhôm thì chương trình sẽ tìm loại tiết diện có diện tích nhỏ nhất trong số tiết diện được khai báo mà đảm bảo khả năng chịu lực dựa trên cường độ thép hoặc nhôm theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép hoặc nhôm.

b. Đặc trưng hình học

Sáu đặc trưng hình học cùng các đặc trưng vật liệu được dùng để xác định các độ cứng của tiết diện

+ Diện tích tiết diện A : dùng để xác định độ cứng dọc trục $E.A$

+ Moment quán tính I_{33} (chính) và I_{22} (phụ) : dùng để xác định độ cứng chống uốn $E.I_{33}$ và $E.I_{22}$

+ Hằng số xoắn J : dùng để xác định độ cứng chống xoắn $G.J$. *Lưu ý hằng số xoắn không phải là moment quán tính dọc trục, trừ phi tiết diện thanh là tròn.*

+ Diện tích chống cắt AS_2, AS_3 : dùng để xác định độ cứng chống cắt $G.AS_2$ và $G.AS_3$

Đối với tiết diện chữ nhật : $AS_2 = AS_3 = 5/6 b.h$

Đối với tiết diện tròn : $AS_2 = AS_3 = 0,9\pi.r^2$

Đối với tiết diện chữ I : $AS_2 = t_w.d$

$AS_3 = 5/3.t_f.b_f$

Đối với tiết diện vành khăn $AS_2 = AS_3 = \pi.r.\delta$

(r : bán kính trong, δ : chiều dày vành khăn)

Khai báo A, I_{22}, I_{33}, J bằng 0 có nghĩa độ cứng tương ứng sẽ bằng 0. Ví dụ phần tử dầm có thể khai báo $J = I_{22} = I_{33} = 0$; phần tử thanh phẳng trong mặt phẳng 1-2 có thể khai báo $J = I_{22} = 0$

Khai báo AS_2, AS_3 bằng 0 có nghĩa là **biến dạng trượt = 0** (bỏ qua biến dạng trượt trong thanh)

Sáu giá trị đặc trưng hình học có thể được khai báo trực tiếp hoặc được chương trình tính toán từ các kích thước và hình dạng tiết diện hoặc được đọc từ file cơ sở dữ liệu về tiết diện thanh (Sap cung cấp các file cơ sở dữ liệu về thép hình của một số nước).

Các dạng tiết diện có thể tính toán được các đặc trưng hình học thông qua các kích thước tiết diện trong Sap bao gồm :

+ Hình chữ nhật (Rectangular) : nhập kích thước chiều cao và chiều rộng.

+ Hình tròn (Circle) : nhập kích thước đường kính.

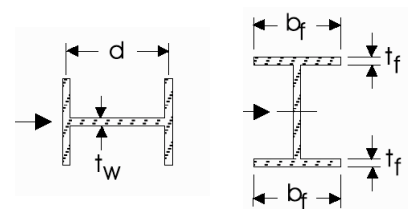
+ Hình ống (Pipe) : nhập đường kính ngoài và chiều dày.

+ Hình hộp rỗng (Box) : nhập chiều cao tổng, chiều rộng tổng, chiều dày cánh ngang, chiều dày thành đứng.

+ Chữ I (I/Wide flange) : nhập chiều cao tổng, chiều rộng cánh trên, chiều dày cánh trên, chiều dày bản bụng, chiều rộng cánh dưới, chiều dày cánh dưới.

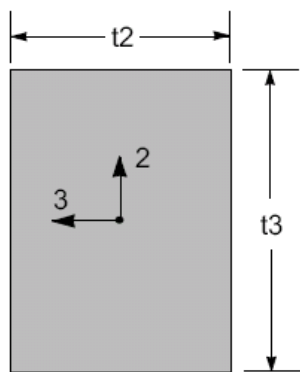
+ Chữ C (Channel) : nhập chiều cao tổng, chiều rộng cánh, chiều dày cánh và chiều dày bản bụng.

+ Chữ T (Tee) : nhập chiều cao tổng, chiều rộng cánh, chiều dày cánh và chiều dày bản bụng.

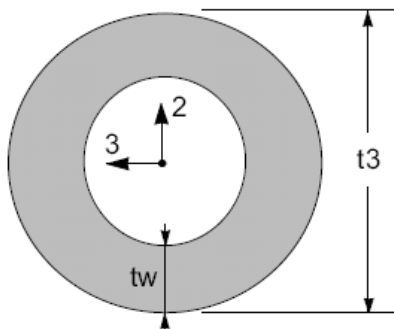


+ Chữ L (Angle) : nhập chiều cao tổng, chiều rộng tổng, chiều dày cánh ngang, chiều dày cánh đứng.

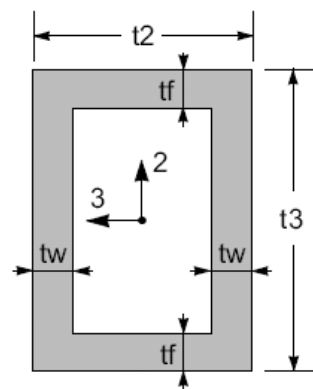
+ 2L (Double Angle) : nhập chiều cao tổng, chiều rộng tổng (bằng 2 lần chiều rộng L + khoảng hở giữa 2L), chiều dày cánh ngang, chiều dày cánh đứng, khoảng hở giữa 2 sớ L.



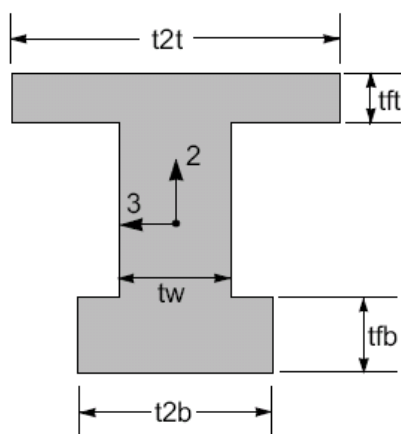
SH = R



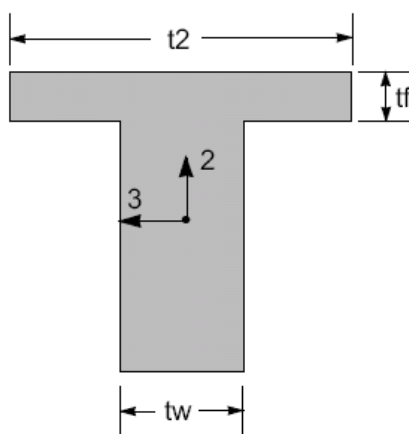
SH = P



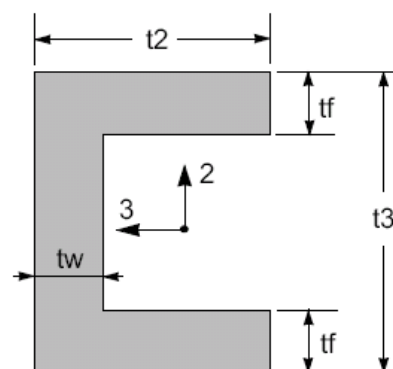
SH = B



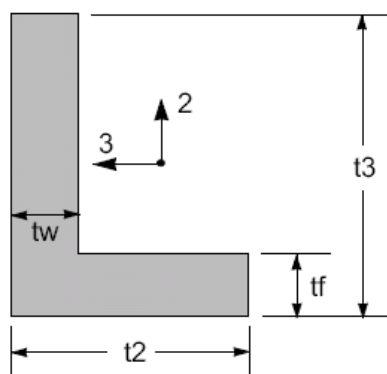
SH = I



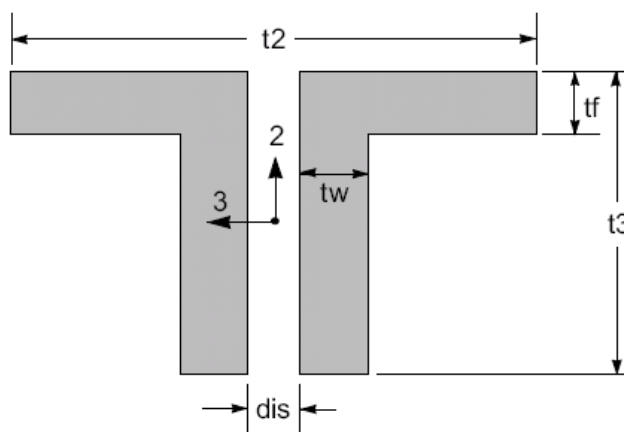
SH = T



SH = C



SH = L

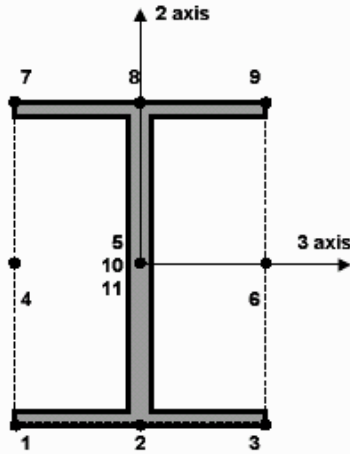


SH = 2L

5. Điểm chèn (insertion point)

Mặc định trục 1 của thanh sẽ trùng với trục thanh đi qua trọng tâm của tiết diện ở 2 đầu thanh, trong một số trường hợp để thuận tiện, ta có thể khai báo để trục 1 đi qua một vị trí khác tại 2 đầu thanh gọi là điểm chèn.

Để khai báo điểm chèn ta phải khai báo điểm định vị (cardinal point) và khoảng cách từ điểm định vị đến điểm chèn. Số hiệu các điểm định vị được thể hiện trên hình (mặc định là 10)



- + Điểm 1 : Góc trái cạnh đáy.
- + Điểm 2 : Trung điểm cạnh đáy
- + Điểm 3 : Góc phải cạnh đáy
- + Điểm 4 : Biên trái cạnh giữa thanh (cạnh giữa thanh đi qua trung điểm của chiều cao thanh)
- + Điểm 5 : Trung điểm cạnh giữa thanh
- + Điểm 6 : Biên phải cạnh giữa thanh
- + Điểm 7 : Góc trái cạnh trên
- + Điểm 8 : Trung điểm cạnh trên
- + Điểm 9 : Góc phải cạnh trên
- + Điểm 10 : Trọng tâm tiết diện
- + Điểm 11 : Trọng tâm cắt

Trường hợp tiết diện có 2 trục đối xứng thì điểm 5 $\equiv$ 10 $\equiv$ 11.

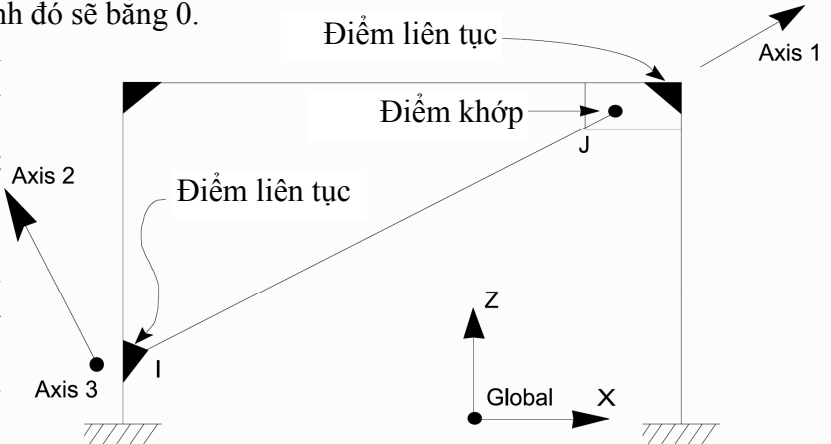
Khoảng cách từ điểm chèn đến điểm định vị (Joint offset) : là các khoảng cách theo các trục 1, 2, 3 hoặc X, Y, Z nếu điểm chèn lệch vị trí so với điểm định vị.

6. Giải phóng liên kết tại đầu thanh (End Release)

Bình thường các thành phần chuyển vị thẳng và xoay tại 2 đầu thanh cũng bằng chuyển vị tại nút và cũng bằng với các đầu thanh khác cùng quy tụ tại nút đó. Tuy nhiên có thể giải phóng một hoặc một số thành phần chuyển vị của thanh so với nút, khi điều này xảy ra thì nội lực tương ứng với thành phần chuyển vị được giải phóng tại đầu thanh đó sẽ bằng 0.

Trong ví dụ như hình bên : thanh chéo có liên kết cứng tại đầu i và khớp tại đầu j, hai thanh khác (thanh đứng và thanh ngang) nối cứng tại nút j. Để khai báo liên kết khớp tại nút j như vậy ta phải khai báo thanh chéo giải phóng liên kết ngăn cản chuyển vị xoay theo phương trục 3, có nghĩa là moment M_{33} tại nút $j = 0$.

Ta cũng có thể giải phóng nhiều liên kết theo các phương khác nhau, tuy nhiên phải không làm hệ trở nên biến hình.



Nếu thanh có khai báo End offset thì liên kết giải phóng tại vị trí mặt thanh chứ không phải tại nút. Nếu giải phóng liên kết xoay hoặc trượt cùng với có khai báo end offset chương trình sẽ xem đoạn end offset là cứng tuyệt đối theo phương tương ứng với liên kết giải phóng.

7. Khối lượng (mass)

Trong các bài toán phân tích động, khối lượng được sử dụng để xác định các dạng dao động riêng của hệ và lực quán tính. Khối lượng phân bố trên thanh được dồn về 2 đầu thanh thành khối lượng tập trung, do đó khi phân tích sẽ không còn khối lượng phân bố nữa (hệ hữu hạn bậc tự do).

Giá trị khối lượng dồn về 2 đầu thanh được xác định tương tự như phản lực tại 2 gối tựa nếu xem thanh là dầm đơn giản chịu tải trọng phân bố vuông góc có giá trị bằng giá trị khối lượng phân bố.

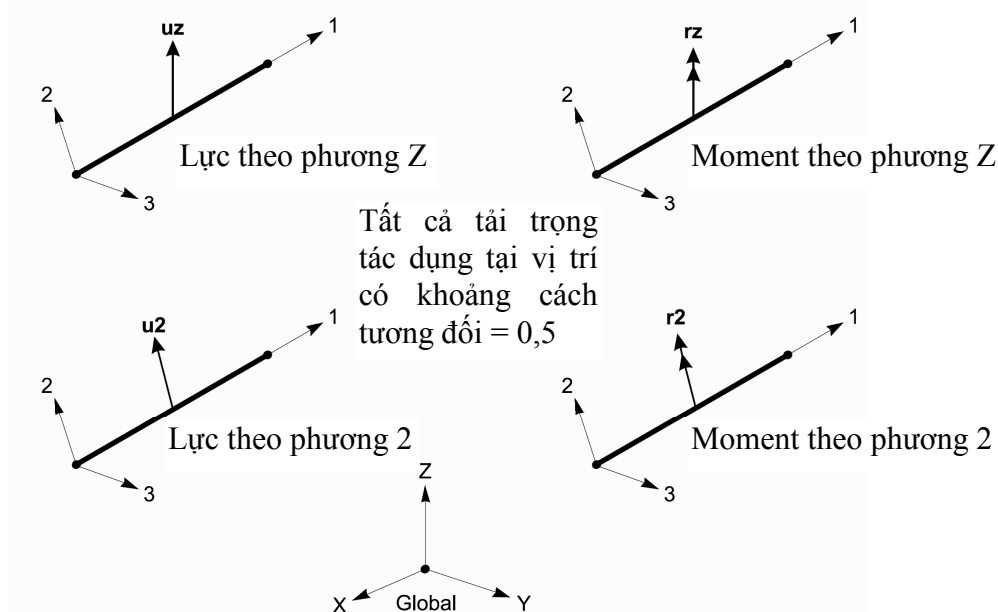
8. Trọng lượng bản thân (Self-weight load)

Trọng lượng bản thân có thể được áp dụng vào bất cứ trường hợp tải trọng nào trong hệ và tác động đến tất cả các phần tử trong hệ. Đối với phần tử thanh, tải trọng do trọng lượng bản thân là tải trọng phân bố có chiều hướng xuống, có giá trị bằng trọng lượng riêng của vật liệu (w) * diện tích tiết diện (A) * hệ số trọng lượng bản thân.

Trong mỗi trường hợp tải trọng, hệ số trọng lượng bản thân là một hệ số chung cho tất cả các phần tử của hệ. Trọng lượng bản thân sẽ được cộng tác dụng với tải trọng ngoài cùng tác động lên hệ.

9. Tải trọng tập trung trên thanh (Concentrate span load)

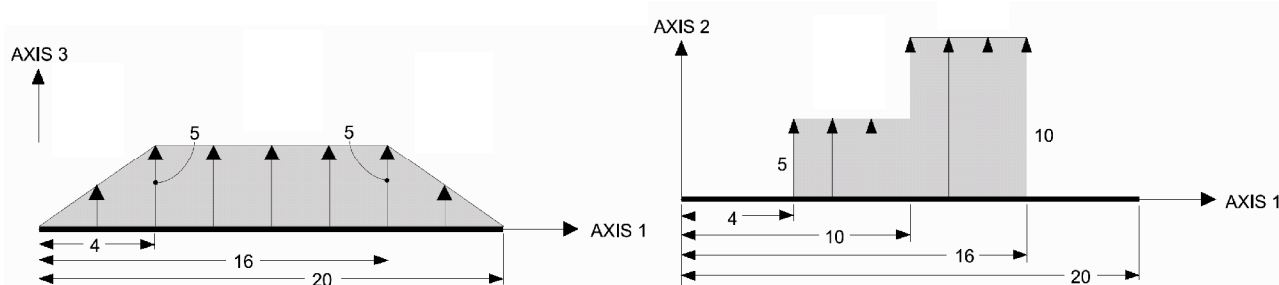
Dùng để khai báo lực hoặc moment tập trung tác dụng tại một vị trí bất kỳ trên thanh. Phương của tải trọng tập trung có thể theo phương của hệ toạ độ tổng thể hoặc theo phương của hệ toạ độ địa phương của thanh. Tải trọng khai báo tác dụng theo hệ toạ độ tổng thể sẽ được biến đổi thành tải trọng tác dụng theo phương hệ toạ độ địa phương trước khi tính toán phân tích. Số lượng tải trọng tập trung tác dụng trên một thanh là không giới hạn, tuy nhiên trong 1 lần khai báo ta chỉ có thể đặt tối đa 4 tải trọng tập trung vào thanh, nếu 2 tải trọng tập trung tác dụng vào cùng một vị trí sẽ được cộng với nhau.



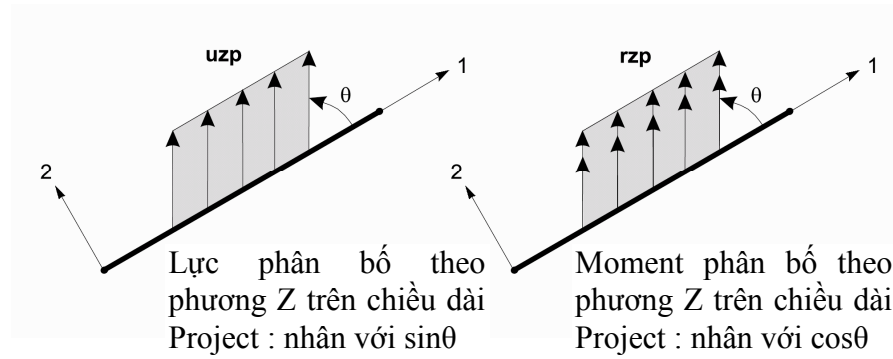
10. Tải trọng phân bố trên thanh (Distributed span load)

Dùng để khai báo lực hoặc moment phân bố tác dụng trên thanh. Tải trọng có thể có dạng phân bố đều (*uniform*) hoặc dạng phân bố 4 điểm (*trapezoidal*). Phương của tải trọng phân bố có thể theo phương của hệ toạ độ tổng thể hoặc theo phương của hệ toạ độ địa phương của thanh. Tải trọng dạng phân bố đều tác dụng suốt chiều dài với cùng một giá trị, tải trọng phân bố dạng 4 điểm tác dụng theo dạng đường gãy khúc đi qua 4 điểm xác định bằng 4 khoảng cách và 4 cường độ tải trọng phân bố tương ứng tại 4 vị trí đó. Nếu các tải trọng chồng lên nhau sẽ được cộng với nhau.

Ví dụ về tải trọng dạng 4 điểm



Cường độ của tải trọng là lực hoặc moment trên một đơn vị chiều dài. Nếu tải trọng phân bố trên chiều dài chiếu (project) thì giá trị sẽ được nhân với $\sin\theta$ hoặc $\cos\theta$.

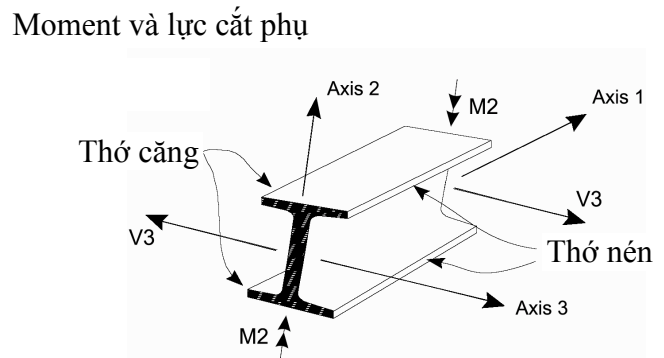
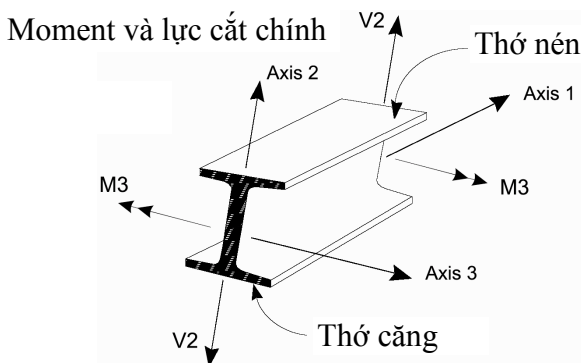
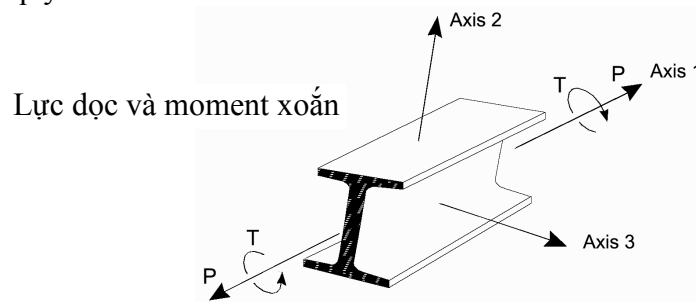


11. Nội lực, xuất kết quả nội lực (Internal force output)

Nội lực thanh là các thành phần lực và moment được tích phân từ các thành phần ứng suất trên toàn bộ tiết diện thanh. Các thành phần nội lực bao gồm :

- + Lực dọc (axial) : P
- + Lực cắt (chính) trong mặt phẳng 1-2 (shear force) : V_{22}
- + Lực cắt (phụ) trong mặt phẳng 1-3 (shear force) : V_{33}
- + Moment xoắn (axial torque) : T
- + Moment uốn (phụ) trong mặt phẳng 1-3 (bending moment) : M_2 (xoay quanh trục 2)
- + Moment uốn (chính) trong mặt phẳng 1-2 (bending moment) : M_3 (xoay quanh trục 3)

Các thành phần nội lực này xuất hiện tại tất cả các tiết diện dọc trên chiều dài thanh. Chiều dương của nội lực được quy ước như trên hình sau :



Nội lực của thanh được tính toán trong tất cả các trường hợp tải trọng và được xuất ra kết quả tại 2 đầu thanh cùng các điểm cách đều nhau trên thanh. Nếu thanh có khai báo End offset thì nội lực được xuất ra tại 2 mặt thanh và tại các điểm cách đều nhau trên chiều dài tổng của thanh.

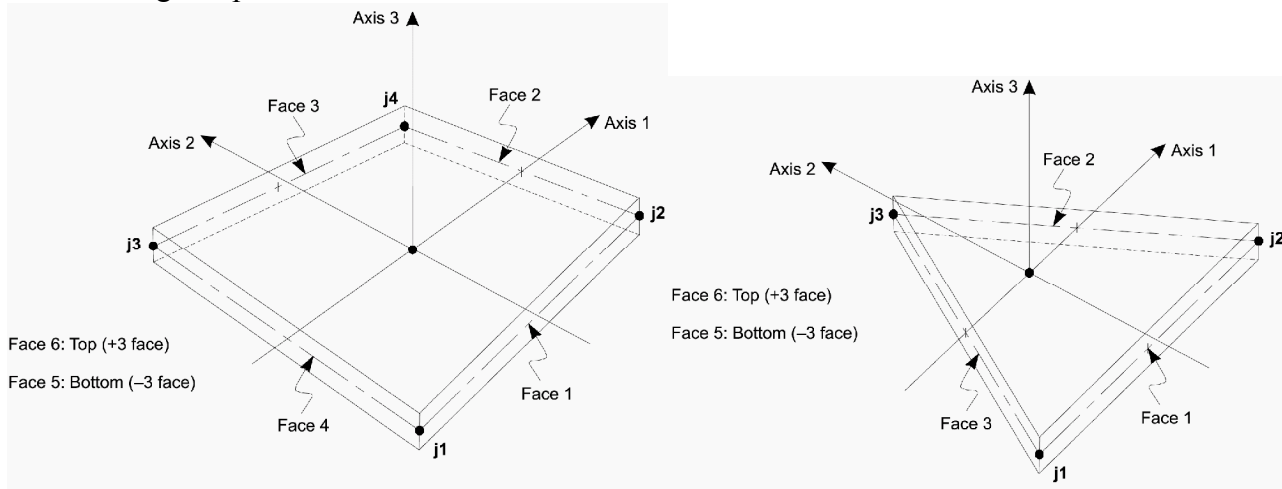
VI. Phần tử Tấm (Shell):

1. Tổng quan

Phần tử tấm được sử dụng để mô hình các kết cấu vỏ mỏng, tường, sàn trong hệ phẳng cũng như không gian. Phần tử tấm là một dạng của phần tử mặt (area, gồm cả phần tử ứng suất phẳng, biến dạng phẳng và đối xứng trục). Phần tử tấm có thể có 3 hoặc 4 nút, 4 nút có thể không nằm trong cùng một mặt phẳng.

Với phần tử tấm, có thể có dạng hoàn toàn làm việc trong mặt phẳng gọi là phần tử màng (membrane, các nút có 3 bậc tự do), ví dụ như tấm tường, hoặc có thể có dạng hoàn toàn làm việc theo phương ngoài mặt phẳng gọi là tấm sàn (plate, các nút có 3 bậc tự do). Phần tử tấm tổng quát (shell, các nút có 6 bậc tự do) bao gồm tổng hợp của 2 dạng trên (người ta khuyên dùng phần tử tấm tổng quát dù đó là tấm tường hay tấm sàn, nhưng điều này sẽ làm tăng số ẩn số trong hệ).

Các dạng của phần tử tấm được mô tả như hình sau :



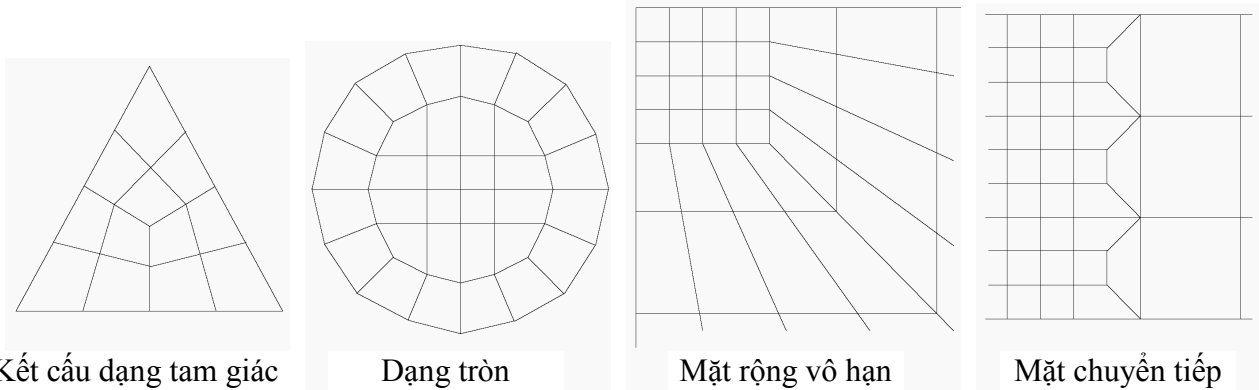
Tấm tứ giác (4 nút)

Tấm tam giác (3 nút)

+ Tấm tứ giác : được khai báo bởi 4 nút j1, j2, j3, j4

+ Tấm tam giác : được khai báo bởi 3 nút j1, j2, j3

Dùng phần tử tấm tứ giác để mô hình kết cấu sẽ cho kết quả chính xác hơn phần tử tam giác. Việc mô hình các kết cấu bằng phần tử tấm tứ giác được diễn tả như trong các ví dụ sau :



Kết cấu dạng tam giác

Dạng tròn

Mặt rộng vô hạn

Mặt chuyển tiếp

Vị trí các nút trong hệ cần đảm bảo các điều kiện sau :

+ Các góc trong của phần tử tấm phải nhỏ hơn 180° , tốt nhất là gần 90° , hoặc ít ra là từ 45° đến 135° .

+ Tỷ số chiều dài giữa 2 cạnh (đối với tấm tam giác đó là tỷ số của cạnh dài nhất/cạnh ngắn nhất, đối với tấm tứ giác đó là tỷ số của 2 đường thẳng đi qua trung điểm 2 cạnh đối diện nhau) không được quá lớn, tốt nhất là gần bằng 1 hoặc ít ra cũng phải <4 và không được >10 .

+ Đối với tấm tứ giác, 4 nút có thể không đồng phẳng, tuy nhiên như vậy sẽ có hiện tượng xoắn, do đó nên chọn các tấm sao cho có 4 nút đồng phẳng hoặc lệch mặt phẳng không nhiều lắm.

2. Hệ tọa độ địa phương (Local coordinate system)

Mỗi phần tử tấm đều có một hệ tọa độ địa phương của nó, được dùng để xác định phương của tải trọng, vật liệu và nội lực, gọi là 123. Trục 3 vuông góc với mặt phẳng phần tử, còn trục 1&2 nằm trong mặt phẳng phần tử. Cần phải nắm vững quy tắc hệ tọa độ địa phương của phần tử để tránh nhầm lẫn trong việc nhập số liệu và việc sử dụng kết quả nội lực.

Để khai báo hệ tọa độ địa phương của phần tử tấm, ta sử dụng hệ tọa độ địa phương mặc định và góc xoay hệ trục.

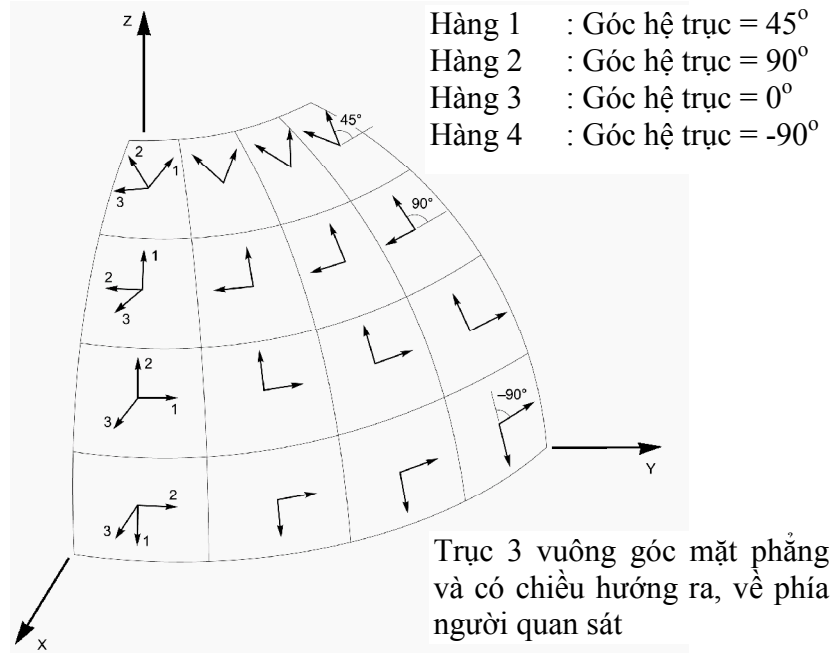
Hệ trục mặc định của phần tử tấm :

+ Mặt phẳng 2-3 là mặt phẳng thẳng đứng, song song với trục Z.

+ Trục 2 có chiều hướng lên, trừ trường hợp đối với phần tử nằm ngang, lúc đó trục 2 sẽ có chiều +Y.

+ Trục 1 được xác định từ trục 2&3, luôn có phương nằm ngang, thuộc mặt phẳng XY.

Góc xoay hệ trục được sử dụng trong trường hợp hệ trục thực tế của phần tử không giống với hệ trục mặc định, đó là góc xoay (tính bằng độ) của trục 1&2 quanh trục 3 từ hệ trục mặc định đến hệ trục thực tế. Các ví dụ về góc xoay xem minh họa trên hình sau :



3. Đặc trưng tiết diện (Section)

Đặc trưng tiết diện của tấm là một tập hợp của vật liệu và hình học, dùng để diễn tả mặt cắt ngang của một hay nhiều phần tử tấm. Tiết diện tấm được khai báo độc lập với tấm, và sau đó dùng để gán cho phần tử mặt (area object).

a. Loại phần tử (type) : phần tử mặt gồm có các loại sau

+ Tấm (shell) : được phân tích ở đây, mỗi nút sẽ có 6 bậc tự do gồm 3 chuyển vị thẳng và 3 chuyển vị xoay, có khả năng chịu lực và moment.

+ Phẳng (plane) : là dạng phần tử khối 2 chiều, có khả năng chịu lực nhưng không chịu moment, có 2 loại là phần tử biến dạng phẳng và phần tử ứng suất phẳng.

+ Phần tử khối đối xứng (Asolid) : mỗi nút có 3 bậc tự do là 3 chuyển vị thẳng, có khả năng chịu lực nhưng không có khả năng chịu moment.

Trong giáo trình này không xét 2 loại phần tử sau.

Đối với phần tử tấm cũng chia làm 3 dạng :

+ Phần tử màng (membrane) : chỉ chịu lực và moment (xoắn) trong mặt phẳng.

+ Phần tử sàn (plate) : chịu lực vuông góc mặt phẳng và các moment uốn.

+ Phần tử tấm tổng quát (shell) : là tổng hợp của 2 loại trên.

b. Các loại chiều dày

Có 2 loại công thức tấm phụ thuộc theo chiều dày tấm.

+ Tấm dày (thick-plate) : có kể đến ảnh hưởng do biến dạng cắt theo chiều dày tấm.

+ Tấm mỏng (thin-plate) : không kể đến ảnh hưởng do biến dạng cắt theo chiều dày tấm.

Biến dạng cắt có ảnh hưởng rất lớn nếu chiều dày tấm lớn hơn từ 1/10 đến 1/5 chiều dài nhịp của tấm, cũng như đối với những vùng tập trung ứng suất ví dụ như những vị trí thay đổi chiều dày đột ngột hoặc vị trí lỗ sần.

Sử dụng công thức sàn dày sẽ chính xác hơn tuy nhiên độ chính xác của sàn dày phụ thuộc nhiều vào hình dạng và cách chia ô sàn. Công thức sàn dày không ảnh hưởng đến kết cấu màng.

Mỗi phần tử tấm có 2 loại chiều dày : chiều dày màng (membrane) và chiều dày uốn (bending).

+ Chiều dày màng được sử dụng để xác định trọng lượng và khối lượng bản thân của phần tử cũng như xác định độ cứng trong mặt phẳng của tấm

+ Chiều dày uốn được sử dụng để xác định độ cứng chống uốn của tấm

Thông thường thì 2 loại chiều dày này bằng nhau, trừ một số trường hợp đặc biệt ví dụ như đối với tấm có tiết diện lượn sóng.

4. Khối lượng (mass)

Trong các bài toán phân tích động, khối lượng của kết cấu được sử dụng để xác định các lực quán tính. Khối lượng phân bố trên tấm đều được dồn về các nút thành các khối lượng tập trung trước khi tính toán phân tích.

5. Trọng lượng bản thân (self-weight load)

Tải trọng do trọng lượng bản thân của tấm có thể được áp dụng vào một trường hợp tải trọng bất kỳ và sẽ tác động đến mọi phần tử trong hệ. Đối với phần tử tấm, tải trọng do trọng lượng bản thân là lực phân bố trên toàn diện tích tấm có chiều hướng xuống, cường độ lực bằng trọng lượng riêng của vật liệu * chiều dày màng * hệ số trọng lượng bản thân

Hệ số trọng lượng bản thân là một hệ số chung cho tất cả các phần tử của hệ trong một trường hợp tải trọng. Trọng lượng bản thân sẽ cùng với tải trọng ngoài tác dụng lên hệ trong trường hợp tải trọng đó sẽ gây ra nội lực, chuyển vị ... trong hệ.

6. Tải trọng phân bố đều (uniform load)

Tải trọng phân bố đều là lực phân bố tác dụng lên mặt trung tâm của phần tử, có giá trị bằng nhau trên suốt diện tích mặt tấm. Phương của lực có thể được khai báo theo phương của hệ tọa độ tổng thể hoặc theo phương của hệ tọa độ địa phương, và cuối cùng quy đổi theo hệ tọa độ địa phương và được cộng dồn lại với nhau.

Cường độ lực có đơn vị là lực/1 đơn vị diện tích.

7. Áp lực tác dụng trên bề mặt (surface pressure load)

Áp lực trên bề mặt tấm được dùng để khai báo áp lực bên ngoài tác dụng lên bất kỳ mặt nào trong 6 mặt của tấm (quy ước tên mặt tấm xem hình trang 10, mặt dưới là 5, mặt trên là 6, các mặt bên là 1-4). Áp lực luôn tác dụng theo phương vuông góc với mặt tấm và có chiều dương hướng vào phía trong tấm.

Cường độ áp lực có thể là hằng số trên bề mặt tấm hoặc được nội suy từ những giá trị cho tại các nút. Những giá trị cho tại các nút thường được xác định từ mẫu giá trị nút (Joint Pattern). Joint pattern là cách dễ dàng nhất để nhập số liệu áp lực nước (thay đổi tuyến tính theo 1 phương nào đó).

8. Nội lực và ứng suất (internal force, stress)

Ứng suất của phần tử tấm là **lực trên một đơn vị diện tích** xuất hiện bên trong thể tích phần tử để chống lại tải trọng ngoài. Các ứng suất này gồm :

- + Ứng suất pháp trong mặt phẳng : S11, S22
- + Ứng suất tiếp trong mặt phẳng : S12
- + Ứng suất tiếp vuông góc mặt phần tử : S13, S23
- + Ứng suất pháp vuông góc mặt phần tử : S33 (thường cho bằng 0)

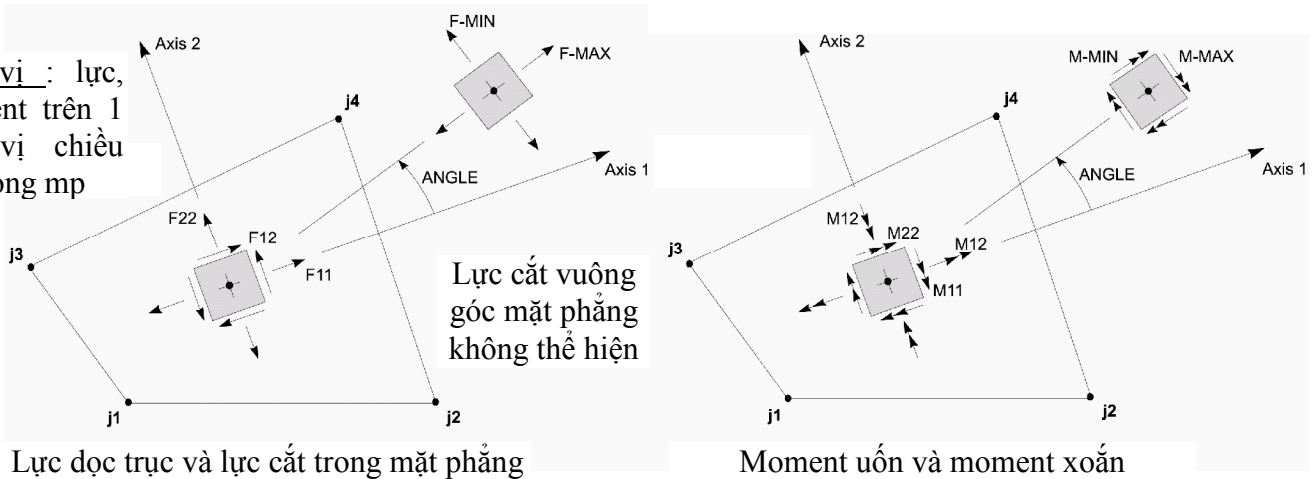
Ba loại ứng suất trong mặt phẳng là hằng số hoặc biến thiên bậc nhất dọc theo chiều dày tấm. Hai loại ứng suất tiếp vuông góc được cho là hằng số dọc theo chiều dày tấm dù thực tế ứng suất tiếp phân bố dạng parabol, bằng 0 ở 2 mép trên và dưới và đạt giá trị lớn nhất tại mặt trung tâm.

Nội lực của phần tử tấm là lực và moment trên một đơn vị chiều dài trong mặt phẳng tấm, đó là tích phân của các thành phần ứng suất trên chiều dày phần tử. Các nội lực này bao gồm :

- + Lực dọc trục trong mặt phẳng : F11, F22
- + Lực cắt trong mặt phẳng : F12
- + Moment uốn : M11, M22
- + Moment xoắn : M12
- + Lực cắt vuông góc mặt phẳng : V13, V23

Cần nắm vững quy ước của nội lực : Chiều dương được thể hiện trên hình sau

Đơn vị : lực,
moment trên 1
đơn vị chiều
dài trong mp



F-min, F-max, M-min, M-max là các lực và moment theo các phương chính (phương có lực cắt F12 và moment M12 = 0), chiều dương của góc biểu diễn phương chính như trên hình vẽ.

Các thành phần ứng suất và nội lực của tấm được tính toán trong tất cả các trường hợp phân tích do tải trọng, do dao động ... gây ra.

VII. Nút và bậc tự do (Joint, degree of freedom):

1. Tổng quan

Nút là đối tượng cơ bản nhất trong việc phân tích kết cấu, nút là điểm liên kết giữa các phần tử. Tại vị trí gối tựa, chuyển vị của nút theo phương gối tựa đã được biết, các chuyển vị còn lại sẽ là ẩn số của bài toán và được xác định khi phân tích hệ (phương pháp chuyển vị). Chuyển vị theo các phương của 1 nút gọi là bậc tự do.

Nút có nhiều chức năng:

- + Tất cả các phần tử được nối với nhau tại các điểm nút tạo thành hệ kết cấu.
- + Hệ kết cấu nối với đất bằng các liên kết gối (restraint) hoặc các liên kết đàn hồi (spring) tại các nút.
- + Các ràng buộc như ràng buộc cứng hoặc ràng buộc đối xứng được áp dụng thông qua việc khai báo sự ràng buộc (constraint) của các nút.
- + Nút được sử dụng như là một vị trí có thể đặt tải trọng tập trung.
- + Các khối lượng phân bố trên thanh hay tấm được dồn về các điểm nút.
- + Tất cả tải trọng tác dụng và thanh hoặc tấm đều được đưa về nút để thiết lập phương trình cân bằng.
- + Chuyển vị của nút chính là ẩn số của bài toán.

Khi nhập số liệu trong Sap2000, nút được tự động tạo ra tại các đầu thanh và tại các góc của phần tử tấm, nút cũng có thể được thêm vào bằng cách khai báo độc lập.

Sử dụng tính năng tự phân chia (auto meshing) của phần tử thanh hoặc tấm sẽ tạo ra thêm những điểm nút trong quá trình phân tích.

Bản thân nút cũng có thể được xem như là một phần tử, mỗi nút đều có một hệ tọa độ địa phương riêng của nó dùng để khai báo bậc tự do, liên kết và tải trọng. Trong nhiều trường hợp, ta có thể không cần thay đổi hệ tọa độ địa phương mặc định của nút.

Có 6 thành phần chuyển vị tại mỗi nút: 3 thành phần chuyển vị thẳng và 3 thành phần chuyển vị xoay, các chuyển vị này được xác định theo phương của hệ tọa độ địa phương của nút. Các chuyển vị của tất cả các nút (các ẩn số của bài toán) sẽ được xác định khi thực hiện tính toán phân tích hệ.

Nút có thể chịu lực tác dụng trực tiếp bởi tải trọng tập trung tại nút hoặc gián tiếp bởi phản lực xuất hiện trong các liên kết gối hoặc liên kết đàn hồi.

Vị trí của nút và phần tử đóng vai trò quan trọng trong việc quyết định độ chính xác của hệ kết cấu, một vài yếu tố cần lưu ý khi khai báo các phần tử (đồng thời với khai báo nút) :

- + Số lượng phần tử đủ để miêu tả hình dạng của kết cấu, đối với những cấu kiện có dạng thẳng thì một phần tử là đủ, đối với những thanh cong hoặc mặt cong sử dụng nhiều phần tử thẳng xấp xỉ đường cong, mỗi đoạn thẳng ứng với một cung 15° hoặc nhỏ hơn.

+ Biên của phần tử cũng như là vị trí các nút cần phải đặt tại những vị trí (điểm, đường thẳng, mặt phẳng) có sự gián đoạn về vật liệu, chiều dày tiết diện và các đặc trưng hình học khác, vị trí có liên kết nối đất, những vị trí có lực tập trung (trừ phần tử thanh có thể đặt lực tập trung trên thanh), biên của hệ kết cấu.

+ Tại những vùng có sự thay đổi lớn về ứng suất (hoặc ứng suất thay đổi đột ngột), các phần tử cần được chia dày hơn, khoảng cách giữa các điểm chia gần hơn.

+ Trong bài toán phân tích động, nếu cần xét sự dao động trên chiều dài nhịp của thanh cần phải chia nhỏ thanh thành các đoạn nhỏ vì khối lượng trên thanh được dồn về nút và không còn khối lượng phân bố dọc chiều dài thanh nữa.

2. Hệ tọa độ địa phương của nút

Mỗi nút đều có hệ tọa độ địa phương riêng của nó được sử dụng để khai báo bậc tự do, liên kết gối và tải trọng tác dụng tại nút ngoài ra còn dùng để xác định các kết quả lực tại nút. Hệ trục tọa độ địa phương của nút cũng được gọi là 123, mặc định trùng với hệ trục XYZ của hệ tọa độ tổng thể.

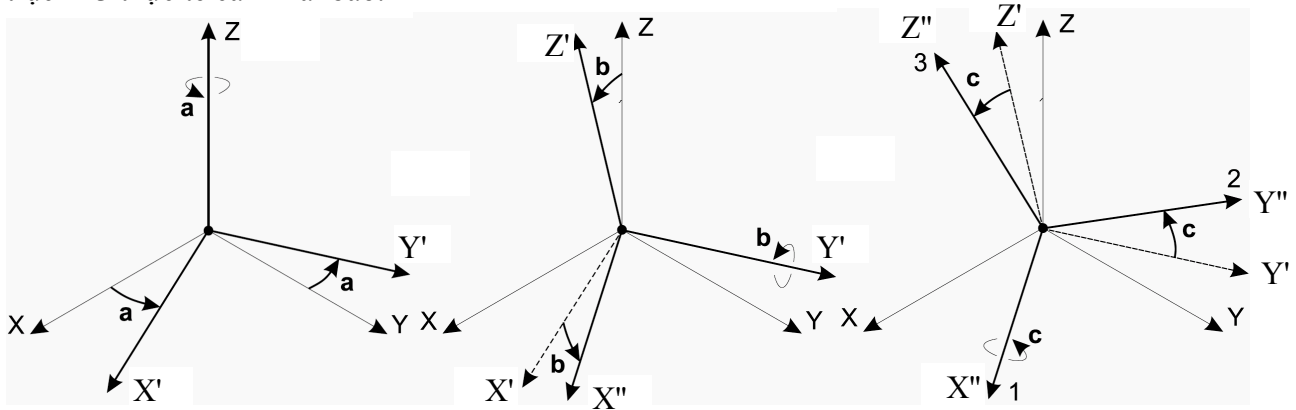
Phương mặc định này gần như là không cần thay đổi trong đa số các trường hợp, tuy nhiên vì một mục đích nào đó (thường là khi khai báo liên kết gối xiên) ta có thể thay đổi phương của hệ trục 123 bằng cách xoay hệ trục 123 từ phương mặc định đến phương thực tế.

Có 3 góc xoay a, b, c để xác định phương của hệ trục tọa độ địa phương 123 :

+ Đầu tiên hệ trục $X Y Z$ xoay quanh trục Z một góc là $a \rightarrow$ hệ trục $X' Y' Z$

+ Tiếp theo hệ trục $X' Y' Z$ xoay quanh trục Y' một góc là $b \rightarrow$ hệ trục $X'' Y' Z'$

+ Cuối cùng hệ trục $X'' Y' Z'$ xoay quanh trục X'' một góc là $c \rightarrow$ hệ trục $X'' Y'' Z''$ trùng với hệ trục 123 thực tế cần khai báo.



3. Bậc tự do (degree of freedom)

Biến dạng của hệ kết cấu được xác định từ chuyển vị của các nút. Mỗi nút trong hệ đều có 6 thành phần chuyển vị :

+ Ba thành phần chuyển vị thẳng theo phương hệ tọa độ địa phương gọi là $U1, U2, U3$

+ Ba thành phần chuyển vị xoay theo phương hệ tọa độ địa phương gọi là $R1, R2, R3$

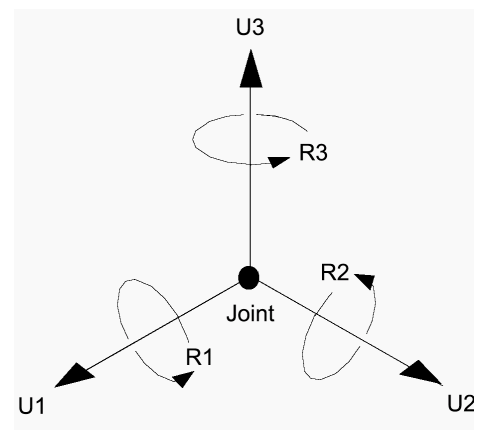
Sáu thành phần chuyển vị này gọi là bậc tự do (DOF) của nút, các thành phần chuyển vị của nút được diễn tả như trên hình vẽ.

Mỗi bậc tự do trong mô hình kết cấu có thể có một trong các dạng sau :

+ Hoạt động (active) : giá trị chuyển vị của nút theo phương bậc tự do đó là ẩn số của bài toán và sẽ được xác định trong quá trình tính toán phân tích.

+ Liên kết (restrained) : giá trị chuyển vị được cho trước (bằng 0 hoặc bằng chuyển vị cưỡng bức), phản lực tương ứng theo phương liên kết được xác định trong quá trình tính toán phân tích.

+ Ràng buộc (constrained) : giá trị chuyển vị được xác định thông qua chuyển vị của nút khác.



+ Rỗng (null) : chuyển vị không ảnh hưởng đến kết cấu và được bỏ qua trong quá trình phân tích.

+ Không kích hoạt (unavailable) : những thành phần chuyển vị không xét đến trong quá trình phân tích.

a. Bậc tự do kích hoạt và không kích hoạt :

Người sử dụng có thể khai báo số bậc tự do được kích hoạt của nút trong mô hình kết cấu. Mặc định, tất cả 6 bậc tự do đều được kích hoạt. Đối với những kết cấu phẳng, cần không chế số bậc tự do được kích hoạt, ví dụ trong mặt phẳng XZ hệ dàn phẳng chỉ cần kích hoạt 2 bậc tự do là UX và UZ, hệ khung phẳng cần kích hoạt 3 bậc tự do là UX, UZ và RY.

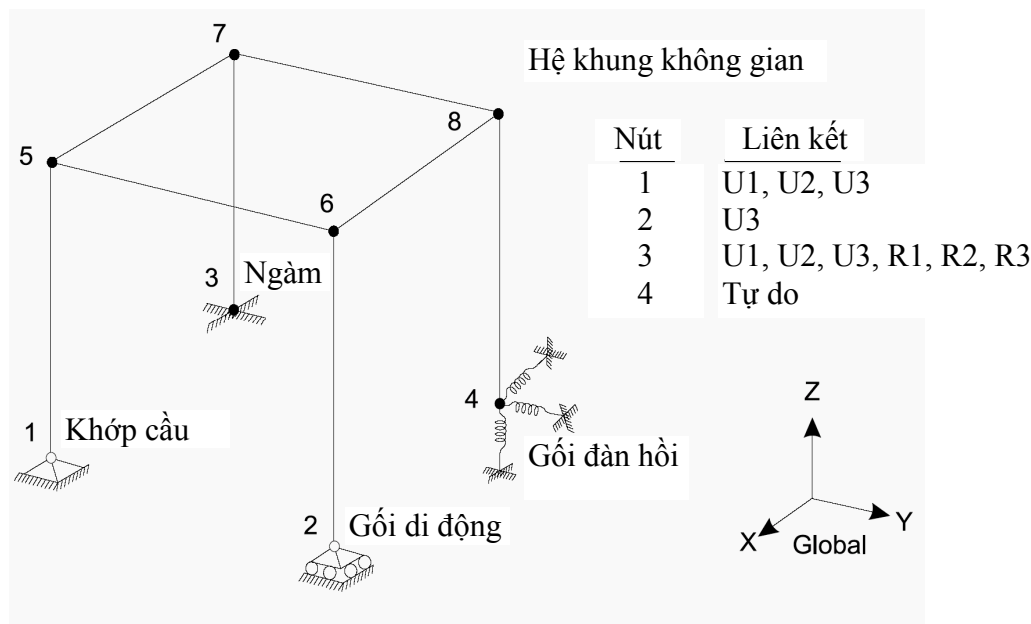
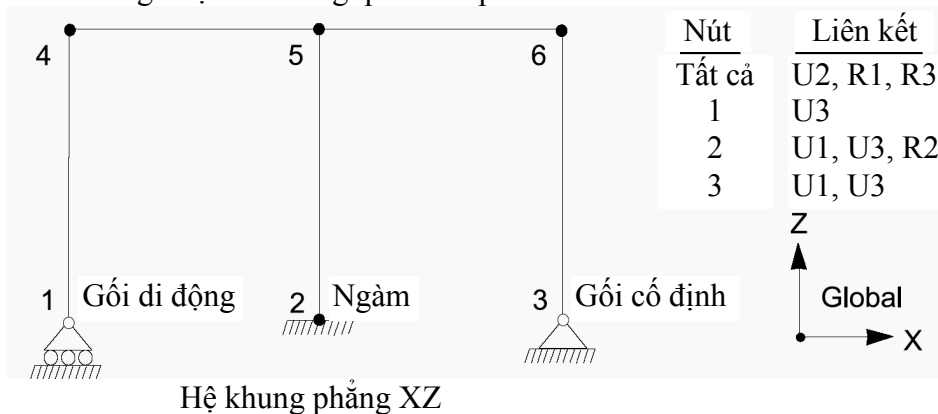
Bất kỳ các độ cứng, tải trọng, khối lượng, liên kết ... theo phương những bậc tự do không được kích hoạt đều bị bỏ qua trong quá trình phân tích

Bậc tự do được kích hoạt có thể là bậc tự do hoạt động, liên kết, ràng buộc hoặc rỗng.

b. Liên kết (restrained) và phản lực (reaction):

Nếu chuyển vị của nút theo một phương nào đó trong số các bậc tự do được kích hoạt đã biết được giá trị ví dụ như tại các vị trí gối tựa thì bậc tự do đó gọi là đã có liên kết. Giá trị chuyển vị của gối có thể bằng 0 hoặc khác 0 (trong trường hợp gối tựa chịu chuyển vị cưỡng bức). Lực tác dụng theo phương liên kết gối để ngăn cản chuyển vị của nút được gọi là phản lực (reaction), giá trị phản lực được xác định từ việc phân tích tính toán hệ.

Các bậc tự do không được kích hoạt cũng có thể xem như là các bậc tự do có liên kết gối, tuy nhiên những bậc tự do đó không được xét trong quá trình phân tích kết cấu.



Ngoài liên kết gối cứng, các nút trong hệ còn có thể có liên kết đàn hồi (spring) theo các phương khác nhau, chuyển vị của các gối đàn hồi sẽ tỷ lệ thuận với phản lực trong liên kết (= phản lực / độ

cứng gối). Tuy nhiên bậc tự do của các gối này không phải là loại restrained mà thuộc loại hoạt động (active)

c. Ràng buộc (constrained):

Một nút nào đó có các bậc tự do có mối liên hệ với những bậc tự do của một nút khác được gọi là ràng buộc. Trong một nhóm nút bị ràng buộc với nhau, chương trình sẽ tự động xác định nút chủ và từ đó chuyển vị của các nút bị phụ thuộc sẽ được xác định từ chuyển vị của nút chủ. Nếu bậc tự do bị ràng buộc cũng là liên kết gối thì liên kết gối đó cũng sẽ áp dụng cho toàn bộ nút trong nhóm ràng buộc. Có 2 dạng ràng buộc thường sử dụng : Cứng (body) và tấm (diaphragm)

c.1 Cứng (body) : Các nút trong nhóm ràng buộc sẽ chuyển vị cùng nhau như trong một khối tuyệt đối cứng 3 chiều. Ràng buộc này dùng để:

- + Khai báo một môi nối cứng giữ các thanh không đồng quy.
- + Nối những phần hệ không chung điểm nút với nhau
- + Nối những thanh có độ lệch tâm vào phần tử tấm

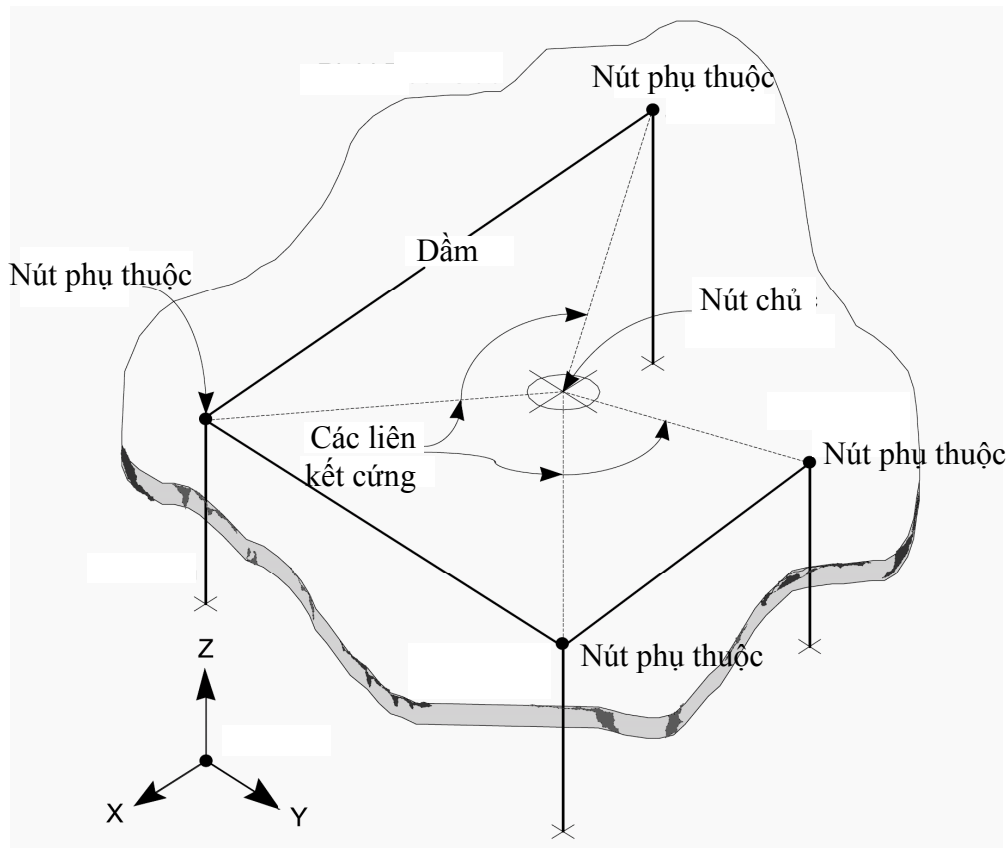
Nếu nút i là nút chủ và j là nút phụ thuộc, thì 6 bậc tự do của điểm j đều được xác định từ các bậc tự do của điểm i :

$$\begin{aligned} u_{1j} &= u_{1i} + r_{2i} * \Delta x_3 - r_{3i} * \Delta x_2 & r_{1i} &= r_{1j} \\ u_{2j} &= u_{2i} + r_{3i} * \Delta x_1 - r_{1i} * \Delta x_3 & r_{2i} &= r_{2j} \\ u_{3j} &= u_{3i} + r_{1i} * \Delta x_2 - r_{2i} * \Delta x_1 & r_{3i} &= r_{3j} \end{aligned}$$

Như vậy toàn bộ 6 bậc tự do của các nút phụ thuộc đều bị ràng buộc với các bậc tự do của nút chủ

c.2 Tấm (diaphragm) : Các nút trong nhóm ràng buộc sẽ chuyển vị cùng nhau như trong một tấm có độ cứng trong mặt phẳng rất lớn, có nghĩa là những nút bị ràng buộc sẽ được nối với nhau bằng những liên kết có độ cứng trong mặt phẳng là vô cùng nhưng không ảnh hưởng đến biến dạng ngoài mặt phẳng. Ràng buộc này sử dụng để mô hình các nút thuộc một mặt phẳng sàn bằng bê tông, thường có độ cứng trong mặt phẳng là rất lớn.

Sử dụng ràng buộc kiểu này cũng có một lợi ích lớn trong những bài toán phân tích dao động theo phương ngang, giúp làm giảm nhiều kích thước bài toán tìm giá trị riêng.



Sử dụng ràng buộc kiểu diaphragm để mô hình các nút thuộc sàn cứng

Nếu nút i là nút chủ và j là nút phụ thuộc, thì 3 bậc tự do của điểm j được xác định từ các bậc tự do của điểm i như sau:

$$u_{1j} = u_{1i} - r_{3i} * \Delta x_2 \quad u_{2j} = u_{2i} + r_{3i} * \Delta x_1 \quad r_{3i} = r_{3j}$$

d. Hoạt động (active):

Tất cả các bậc tự do được kích hoạt mà không phải liên kết cũng không phải ràng buộc thì thuộc loại hoạt động hoặc rỗng (null). Chương trình sẽ tự động xác định bậc tự do nào hoạt động dựa trên các đặc tính sau :

+ Nếu có lực tác dụng hoặc hệ có độ cứng theo phương chuyển vị thẳng nào đó của nút thì toàn bộ các bậc tự do chuyển vị thẳng của nút đó được cho là hoạt động (trừ những bậc tự do không kích hoạt hoặc có liên kết, ràng buộc)

+ Nếu có moment tác dụng hoặc hệ có độ cứng theo phương chuyển vị xoay nào đó của nút thì toàn bộ các bậc tự do chuyển vị xoay của nút đó được cho là hoạt động (trừ những bậc tự do không kích hoạt hoặc có liên kết, ràng buộc)

+ Tất cả các bậc tự do của nút chủ trong nhóm nút ràng buộc đều là hoạt động

Một nút nối với một phần tử thanh hoặc tấm sẽ có các bậc tự do của nó là hoạt động, một ngoại lệ là đối với phần tử thanh dàn những bậc tự do chuyển vị xoay là không hoạt động.

Khi tính toán kết cấu, với N bậc tự do hoạt động sẽ có N phương trình cân bằng với các ẩn số là chuyển vị của các bậc tự do hoạt động. Khối lượng tính toán phụ thuộc vào giá trị của N .

Nếu theo phương bậc tự do nào đó mà không có độ cứng thì bậc tự do đó phải được khai báo là liên kết hoặc không kích hoạt, nếu không hệ kết cấu sẽ biến hình và chương trình sẽ báo lỗi.

e. Rỗng (null):

Những bậc tự do được kích hoạt mà không phải liên kết, ràng buộc hay hoạt động thì là bậc tự do rỗng. Vì không có lực tác dụng, không có độ cứng theo phương bậc tự do, chuyển vị và phản lực bằng 0 và không ảnh hưởng gì đến hệ. Chương trình sẽ tự động loại ra trong quá trình phân tích

4. Khối lượng (mass)

Trong các bài toán phân tích động, khối lượng của kết cấu được sử dụng để xác định các lực quán tính. Khối lượng phân bố trên các phần tử đều được dồn về các nút thành các khối lượng tập trung trước khi tính toán phân tích. Các khối lượng theo 3 phương chuyển vị thẳng thường là bằng nhau và moment quán tính của khối lượng thường bằng 0.

Nếu cần thiết phải khai báo thêm khối lượng tập trung tại nút, ta có thể thực hiện lệnh gán khối lượng cho nút theo các phương của bậc tự do, những khối lượng theo phương có liên kết được bỏ qua.

Khối lượng = Trọng lượng / gia tốc trọng trường (g)

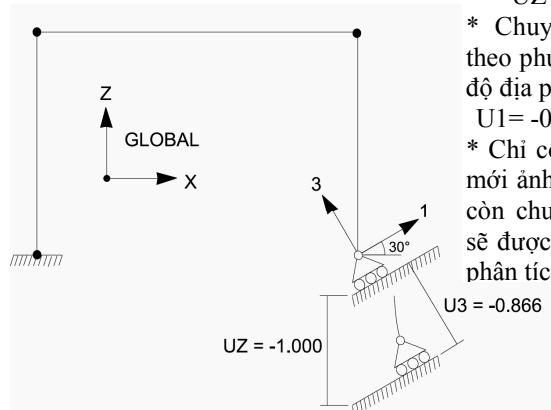
Moment quán tính khối lượng = Trọng lượng * (bán kính quán tính)² / gia tốc trọng trường (g)

5. Tải trọng tập trung (force)

Được sử dụng để khai báo lực và moment tập trung tại nút, phương của tải trọng tập trung có thể theo các phương của hệ tọa độ tổng thể hoặc hệ tọa độ địa phương của nút. Giá trị của tải trọng có thể khác nhau trong các trường hợp tải. Lực hoặc moment dọc theo phương của bậc tự do có liên kết sẽ làm tăng thêm phản lực trong gối nhưng không ảnh hưởng đến kết cấu.

6. Chuyển vị cưỡng bức của gối tựa (displacement)

Được sử dụng để khai báo các chuyển vị thẳng hoặc xoay cưỡng bức của gối tựa theo các phương của hệ tọa độ tổng thể hoặc hệ tọa độ địa phương của nút. Giá trị của chuyển vị cưỡng bức theo phương của hệ tọa độ tổng thể sẽ được chuyển đổi thành các giá trị chuyển vị theo phương hệ tọa độ địa phương, và chỉ những chuyển vị cưỡng bức dọc theo phương bậc tự do có liên kết mới là nguyên nhân gây ảnh hưởng đến kết cấu.



* Chuyển vị cưỡng bức tại gối khai báo là :

UZ = -1.000

* Chuyển vị quy đổi theo phương của hệ tọa độ địa phương là :

U1= -0,5; U3= -0,866

* Chỉ có chuyển vị U3 mới ảnh hưởng đến hệ, còn chuyển vị U1 vẫn sẽ được xác định trong phân tích, tính toán

LÀM QUEN SAP2000 (GETTING STARTED)

I. Mô hình kết cấu :

Sap2000 phân tích và thiết kế kết cấu bằng cách sử dụng mô hình do người dùng xây dựng trên nền giao diện của chương trình. Mô hình thường bao gồm các thành phần chính sau đây :

- Đơn vị (Unit)
- Đối tượng (Object)
- Hệ tọa độ và hệ lưới (Coordinate system and grid)
- Đặc trưng, đặc tính (Property)
- Trường hợp tải trọng (Load case)
- Trường hợp phân tích (Analysis case)
- Tổ hợp (Combination)
- Tham số thiết kế (Design setting)
- Tham số thể hiện hình ảnh và kết quả (Output and display definition)

Giao diện chương trình Sap2000 cung cấp rất nhiều tính năng mạnh để xây dựng mô hình, người sử dụng có thể bắt đầu với một mô hình sơ bộ (có thể được tạo từ các mô hình mẫu trong Sap2000, hoặc từ các phần mềm khác như Autocad, Excel ...), sau đó sử dụng các lệnh để hoàn thiện mô hình một cách nhanh chóng.

1. Đơn vị :

Sap2000 làm việc với 4 loại đơn vị chính : Lực, Chiều dài, Nhiệt độ, và thời gian. Chương trình có sẵn nhiều nhóm đơn vị để chọn như là "Kip, in, F" (Lực = kilopound, chiều dài = inch, nhiệt độ = °F) hoặc "kgf, m, C" (Lực = kilogam lực, chiều dài = mét, nhiệt độ = °C). Thời gian luôn luôn tính bằng giây (sec).

Một điều quan trọng cần phải lưu ý đó là sự khác nhau giữa Khối lượng (mass) và Trọng lượng (weight). Khối lượng **chỉ được sử dụng** để phân tích động và tính lực do gia tốc gây ra. Trọng lượng là **lực** và có thể tác dụng vào kết cấu như bất kỳ các lực khác (lực phân bố). Phải chắc chắn sử dụng đơn vị của lực để khai báo giá trị của trọng lượng (vd : kgf, ton ...), và sử dụng đơn vị khối lượng (=lực*giây²/chiều dài) để khai báo giá trị của khối lượng. (Trong trường hợp thông thường : khối lượng = trọng lượng / gia tốc trọng trường (g) - tương ứng với đơn vị đang sử dụng)

Khi bắt đầu một mô hình mới, người sử dụng cần nên khai báo hệ đơn vị sử dụng chính, gọi là hệ đơn vị gốc (base units) của mô hình. Tuy nhiên bất cứ lúc nào, người sử dụng cũng có thể thay đổi hệ đơn vị sử dụng để tiện cho việc nhập số liệu hoặc việc xem kết quả, lúc đó các giá trị theo hệ đơn vị cũ sẽ tự động quy đổi theo hệ đơn vị mới, và được lưu giữ trong file số liệu theo hệ đơn vị gốc.

Đơn vị đo góc được sử dụng như sau :

- Hình học : như góc hệ trục tọa độ ... luôn luôn dùng đơn vị độ.
- Chuyển vị góc xoay : luôn luôn dùng đơn vị radian.
- Tần số góc : luôn luôn dùng đơn vị vòng/giây (Hz)

2. Đối tượng :

Các thành phần thực của công trình được mô hình bằng các đối tượng, sử dụng giao diện chương trình Sap2000, người sử dụng có thể "vẽ" (draw) hình dạng hình học của đối tượng, sau đó "gán" (assign) các đặc tính và tải trọng vào đối tượng để hoàn tất việc mô hình cấu kiện thực của công trình.

Đối tượng thường gồm các loại sau :

- Đối tượng điểm (Point object) : thường sử dụng là nút (Joint), nút được tự động tạo ra tại các góc hoặc tại các đầu của các phần tử, liên kết chỉ có thể xuất hiện tại các nút.
- Đối tượng đường (Line object) : thường sử dụng là thanh/dây căng (Frame/cable), dùng để mô hình các cấu kiện như dầm, cột, giằng, dàn và dây căng.
- Đối tượng mặt (Area object) : dùng để mô hình kết cấu tường, sàn cũng như các kết cấu khối có ứng suất phẳng hoặc biến dạng phẳng.

- Đối tượng khối (Solid object) : dùng để mô hình kết cấu khối 3 chiều.

Theo quy tắc chung, hình dạng của đối tượng phải tương ứng với hình dạng thực của cấu kiện.

Trong các phần mềm phần tử hữu hạn khác, hoặc trong các version trước đây của Sap2000, đôi khi cần phải chia các phần tử thành các phần tử nhỏ hơn để tính toán, trong version 9 của Sap2000, điều này không cần thiết nếu dùng tính năng tự động chia nhỏ, do đó đối tượng trong mô hình cũng tương ứng với cấu kiện thực tế. Người sử dụng có thể khai báo các thông số của việc chia nhỏ như là số lượng, chiều dài lớn nhất của phần tử con ...

3. Hệ tọa độ và hệ lưới

Mỗi mô hình đều được xây dựng trên một hệ tọa độ chung, gọi là hệ tọa độ tổng thể (Global) XYZ, có trục Z thẳng đứng hướng lên, trọng lực (gravity) mặc định sẽ theo phương -Z.

Người sử dụng cũng có thể khai báo thêm nhiều hệ tọa độ bằng các tham số tọa độ XYZ của gốc tọa độ cần thêm và các góc xoay Z, Y', X''.

Với mỗi hệ tọa độ (tổng thể hoặc thêm), người sử dụng có thể khai báo một hệ lưới (grid) 3 chiều được sử dụng như những đường trục dùng để định vị các đối tượng trong mô hình. Mỗi hệ lưới có thể theo hệ tọa độ vuông góc (Cartesian) hoặc theo hệ tọa độ trụ (Cylindrical). Khi vẽ các đối tượng, điểm nút sẽ tự động bắt dính (snap) vào giao điểm của hệ lưới (trừ khi người sử dụng tắt chức năng bắt dính). Khi di chuyển các đường lưới, người sử dụng có thể lựa chọn để các điểm nút cũng di chuyển theo hoặc không.

Ngoài ra, mỗi đối tượng trong mô hình đều có một hệ tọa độ địa phương (Local) của nó gọi là 123. Hệ tọa độ địa phương thì không có hệ lưới.

4. Đặc trưng, đặc tính :

Các đặc trưng được sử dụng để gán vào các đối tượng để khai báo tính chất cơ học của đối tượng trong mô hình.

Một số đặc trưng như tính chất vật liệu, đặc trưng tiết diện ... phải được khai báo trước khi gán cho đối tượng. Ví dụ, trong một mô hình có :

- Một đặc trưng vật liệu có tên là BETONG.

- Một đặc trưng tiết diện có tên là CN20x30, một đặc trưng tiết diện có tên là TRON30, cả hai đều sử dụng vật liệu BETONG.

Nếu người sử dụng gán đặc trưng tiết diện CN20x30 cho một phần tử thanh, thì bất kỳ những thay đổi nào của đặc trưng vật liệu BETONG hoặc đặc trưng tiết diện CN20x30 đều được tự động áp dụng làm thay đổi tính chất của thanh đó. Nếu một đặc trưng không được gán cho đối tượng thì không ảnh hưởng đến mô hình.

Một số đặc tính như giải phóng liên kết tại đầu phần tử (Release) hoặc liên kết nối đất được gán trực tiếp cho đối tượng. Những đặc tính này chỉ có thể thay đổi bằng việc gán một đặc tính khác cho cùng đối tượng, những đặc tính này không có tên và không tồn tại độc lập với đối tượng.

5. Trường hợp tải trọng

Tải trọng nói chung là những tác động vào kết cấu như lực, áp lực, chuyển vị cưỡng bức, thay đổi nhiệt độ, gia tốc nền ... Một tập hợp những tải trọng do cùng một nguyên nhân gây ra gọi là trường hợp tải trọng. Người sử dụng có thể khai báo nhiều trường hợp tải trọng nếu cần, thường là tĩnh tải, hoạt tải đứng, gió, nhiệt, động đất ...

Sau khi khai báo các trường hợp tải trọng, người sử dụng cần khai báo giá trị tải trọng và đối tượng chịu tác động thuộc trường hợp tải trọng đó. Giá trị tải trọng gồm các thông số : loại tải trọng (lực phân bố, lực tập trung, chuyển vị cưỡng bức, thay đổi nhiệt độ ...), cường độ tải trọng, phương tải trọng.

Để tính toán tác động của tải trọng vào kết cấu, người sử dụng phải khai báo và chạy các trường hợp phân tích (analysis case) . Các trường hợp phân tích dùng để khai báo các trường hợp tải trọng tác dụng như thế nào (ví dụ : tĩnh, động ...) và kết cấu sẽ được phân tích như thế nào (tuyến tính, phi tuyến ...).

6. Trường hợp phân tích :

Có nhiều kiểu của trường hợp phân tích

- Tuyến tính : gồm bài toán tĩnh, bài toán động, bài toán ổn định, tính toán tải trọng di động.
- Phi tuyến : gồm phân tích phi tuyến tĩnh như phân tích theo sơ đồ dẻo và phân tích phi tuyến theo thời gian.

7. Tổ hợp :

Tổ hợp thường gọi là "combo", là tổ hợp các kết quả của một hoặc nhiều trường hợp phân tích hoặc của những tổ hợp khác, tất cả các kết quả của tất cả các đối tượng trong một tổ hợp đều được tổ hợp theo cách giống nhau. Có 4 kiểu tổ hợp : ADD, ABS, SRSS, ENVE

Nội lực dùng cho bài toán thiết kế trong Sap2000 phải được lấy từ kết quả tổ hợp, do đó nếu chỉ có 1 trường hợp tải trọng thì cũng phải khai báo 1 tổ hợp chỉ gồm có 1 trường hợp tải trọng đó. Mỗi bài toán thiết kế đều có quy luật tổ hợp tương ứng, do đó người sử dụng phải nắm vững nguyên tắc tổ hợp và khai báo tổ hợp dùng để thiết kế dựa trên 4 kiểu tổ hợp cơ bản trên.

8. Tham số thiết kế :

Tính năng thiết kế chỉ áp dụng được đối với phần tử thanh bằng vật liệu bê tông cốt thép, thép hoặc nhôm theo các tiêu chuẩn của Mỹ, Anh ...

Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép là đi xác định diện tích cốt thép của tiết diện thanh gồm cốt dọc và cốt ngang. Khi thiết kế, tiết diện được tính toán theo 2 trường hợp :

- Cấu kiện chịu uốn : gọi là Dầm (Beam), nội lực tại tiết diện chỉ có moment và lực cắt. Đồng thời cốt thép dọc chỉ tính chịu moment M_{33} , do đó với những tiết diện có M_{22} tương đối lớn cần phải kiểm tra lại khả năng chịu lực của tiết diện.

- Cấu kiện chịu nén lệch tâm : gọi là Cột (Column), nội lực trong tiết diện gồm lực dọc, moment theo 2 phương M_{22} , M_{33} và lực cắt. Cốt dọc được tính toán từ lực dọc và 2 moment, đây là bài toán nén lệch tâm xiên.

Các tham số thiết kế gồm : các tham số của từng tiêu chuẩn, tổ hợp tải trọng dùng để tính toán - kiểm tra, các giá trị tùy chọn được áp dụng đối với một vài phần tử riêng lẻ dùng thay cho những giá trị mặc định như hệ số chiều dài tính toán ...

Để ứng dụng được tiêu chuẩn thiết kế có trong Sap2000 để thiết kế kết cấu bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn Việt Nam là một việc làm khó khăn và kết quả đôi khi ít chính xác. Sau đây là một cách mới được đề xuất và có kết quả tương đối khả quan : sử dụng tiêu chuẩn Canada CSA-A23.3-94 làm nền tảng, sau đó khai báo các thông số thiết kế để phù hợp với tiêu chuẩn Việt Nam

- Khai báo cường độ bê tông f_c tương ứng với mác bê tông theo TCVN như sau :

Mác Bê tông	150	200	250	300	350	400	500	600
$R_n (kg/cm^2)$	65	90	110	130	155	170	215	250
$f_c (kg/cm^2)$	130.39	182.22	224.40	267.26	321.85	355.16	457.85	540.81

- Khai báo cường độ cốt thép f_y tương ứng với mác thép theo TCVN như sau :

Loại thép	AI	AII	AIII	CI	CII	CIII
$R_a (kg/cm^2)$	2100	2700	3600	2000	2600	3400
$f_y (kg/cm^2)$	2470.59	3176.47	4235.29	2352.94	3058.82	4000.00

- Trong cấu kiện chịu nén lệch tâm (cột), cần khai báo lại hệ số chiều dài tính toán k tương ứng với mác bê tông và hàm lượng cốt thép (giả thiết) như sau:

Mác bê tông Hàm lượng μ_{gt}	150	200	250	300	350	400	500	600
1.0%	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83
1.5%	0.64	0.67	0.69	0.71	0.72	0.73	0.75	0.76
2.0%	0.58	0.61	0.63	0.65	0.66	0.68	0.69	0.71
2.5%	0.54	0.56	0.59	0.60	0.62	0.63	0.65	0.66
3.0%	0.50	0.53	0.55	0.57	0.58	0.59	0.61	0.62
3.5%	0.47	0.50	0.52	0.53	0.55	0.56	0.58	0.59
4.0%	0.45	0.47	0.49	0.51	0.52	0.53	0.55	0.56
4.5%	0.43	0.45	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53	0.54
5.0%	0.41	0.43	0.46	0.47	0.48	0.49	0.51	0.52
5.5%	0.39	0.41	0.43	0.45	0.46	0.47	0.49	0.50
6.0%	0.38	0.40	0.42	0.43	0.44	0.46	0.47	0.48

Cũng có một cách đơn giản hơn là sử dụng tiêu chuẩn thiết kế bê tông Mỹ ACI 318-99 làm nền tảng, đặt các hệ số giảm cường độ bằng 1. Cường độ bê tông f'_c lấy bằng cường độ $R_n/0,85$; cường độ cốt thép f_y lấy bằng cường độ R_a , hệ số k lấy bằng 0,7.

9. Tham số thể hiện hình ảnh và kết quả

Các thông số và kết quả của bài toán có thể xem theo nhiều cách thể hiện khác nhau :

- Thể hiện kết quả bằng hình ảnh 2 hoặc 3 chiều (biểu đồ, sơ đồ biến dạng ...).
- Thể hiện kết quả bằng bảng biểu dưới dạng văn bản Word hoặc dạng bảng tính Excel, hoặc dạng cơ sở dữ liệu Access.

Người sử dụng có thể lưu lại các tham số thể hiện để tiện cho việc xem lại kết quả sau này.

II. Giao diện chương trình:

1. Màn hình Sap2000: bao gồm

- **Cửa sổ chính (Main Windows)** : thể hiện toàn bộ giao diện đồ họa của chương trình. Cửa sổ này có thể di chuyển, thay đổi kích cỡ, đóng ... như các cửa sổ chương trình khác sử dụng hệ điều hành Windows. Dòng tiêu đề chính phía trên cùng thể hiện tên chương trình và tên của mô hình hiện tại.

- **Dãy menu** : gồm tất cả các lệnh được dùng trong Sap2000, mỗi menu tương ứng với một tập hợp các lệnh cùng tính chất cơ bản.

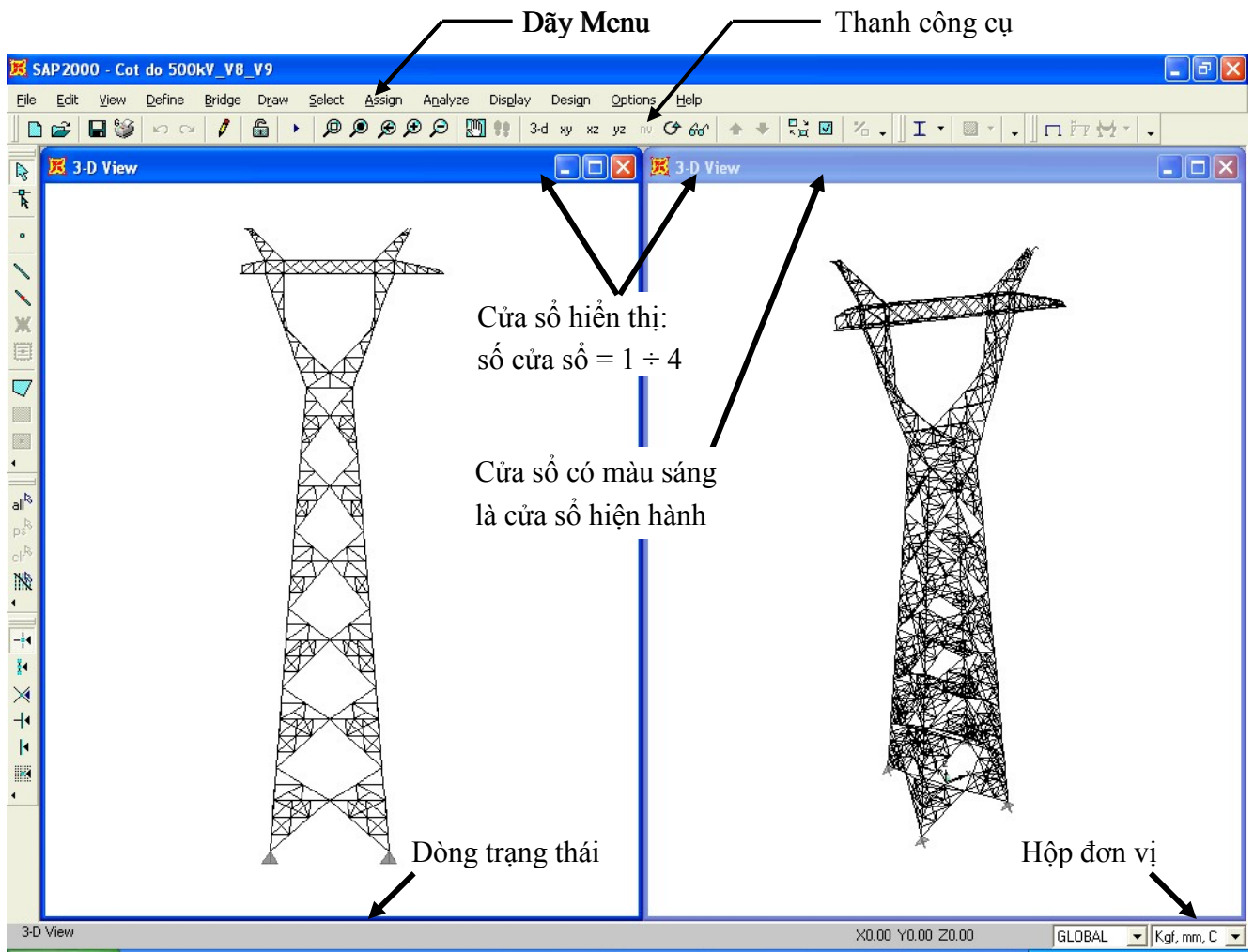
- **Thanh công cụ (Toolbar)** các nút lệnh trên thanh công cụ giúp truy cập nhanh đến lệnh tương ứng

- **Cửa sổ hiển thị (Display Windows)** : thể hiện hình ảnh đồ họa của mô hình, có thể thể hiện cả các đặc trưng, tải trọng, kết quả nội lực, chuyển vị ... Số cửa sổ từ 1 đến 4, mặc định là 2. Mỗi cửa sổ có nội dung, góc nhìn, cách thể hiện riêng. Chỉ có 1 cửa sổ là hiện hành (active) tại 1 thời điểm, các thay đổi về cách thể hiện chỉ ảnh hưởng đến cửa sổ hiện hành. Có thể kích hoạt cho một cửa sổ là hiện hành bằng cách kích chuột vào dòng tiêu đề của cửa sổ hoặc vào bên trong cửa sổ.

- **Dòng trạng thái (Status Line)** : thể hiện các thông tin

- + Chương trình đang thực hiện hoặc số lượng các đối tượng được chọn
- + Tọa độ của con trỏ chuột
- + Hộp đơn vị để xem hoặc thay đổi hệ đơn vị hiện hành
- + Hộp tọa độ để xem hoặc thay đổi hệ tọa độ hiện hành

+ Hộp điều khiển để xem kết quả dao động.



Cửa sổ chính của chương trình

2. Các nút lệnh trên thanh công cụ: Các nút lệnh được tập hợp theo nhóm, các nhóm nút lệnh có thể được thể hiện trên màn hình hoặc không thể hiện trên màn hình. Muốn thay đổi trạng thái hiện/ẩn nhóm nút lệnh nào đó thì kích chuột phải vào thanh công cụ và chọn hoặc hủy chọn nhóm nút lệnh tương ứng, riêng nhóm nút cơ bản không ẩn được.

a. Các nút lệnh thuộc nhóm Cơ bản (Standard)



New Model (Mô hình mới): Tạo mô hình để tính toán một kết cấu mới.



Open (Mở): Mở mô hình kết cấu đã được lưu trên máy.



Save (Lưu): Lưu mô hình kết cấu vào máy.



Print Graphic (In hình): In hình ảnh đang thể hiện trên cửa sổ hiện hành ra máy in.



Undo: Hủy tác vụ vừa thực hiện.



Redo: Khôi phục lại tác vụ vừa hủy bằng lệnh Undo.



Refresh Windows (Làm tươi màn hình): Thường sau khi thực hiện lệnh, màn hình sẽ cập nhật lại những thông tin mới và thể hiện lại mô hình, tuy nhiên có vài trường hợp màn hình không tự động thể hiện việc cập nhật nên cần phải refresh để màn hình thể hiện lại mô hình với các thuộc tính đã thay đổi.



Lock/Unlock Model (Khóa/Mở khóa): Sau khi tính toán nội lực, Sap tự động khóa mô hình để đề phòng các thay đổi dẫn đến kết quả tính không còn phù hợp với sơ đồ tính. Nếu muốn chỉnh sửa cần phải mở khóa.



Run Analysis (Chạy chương trình): Sau khi nhập đầy đủ dữ liệu, cần chạy chương trình để máy phân tích và tính toán hệ.



Rubber Band Zoom (Phóng to 1 khu vực) Kéo chuột quanh một khu vực nào đó để phóng to khu vực đó lên.



Restore Full View (Xem toàn hệ) Khi đang ở chế độ phóng to muốn trở lại Zoom toàn bộ hệ.



Restore Previous Zoom (Trở lại chế độ Zoom trước đó)



Zoom In One Step (Phóng to hình ảnh lên từng cấp)



Zoom Out One Step (Thu nhỏ hình ảnh xuống từng cấp)



Pan (Di chuyển khung nhìn)



Set Default 3D View (Xem hình ảnh hệ dưới dạng 3 chiều theo góc nhìn mặc định)



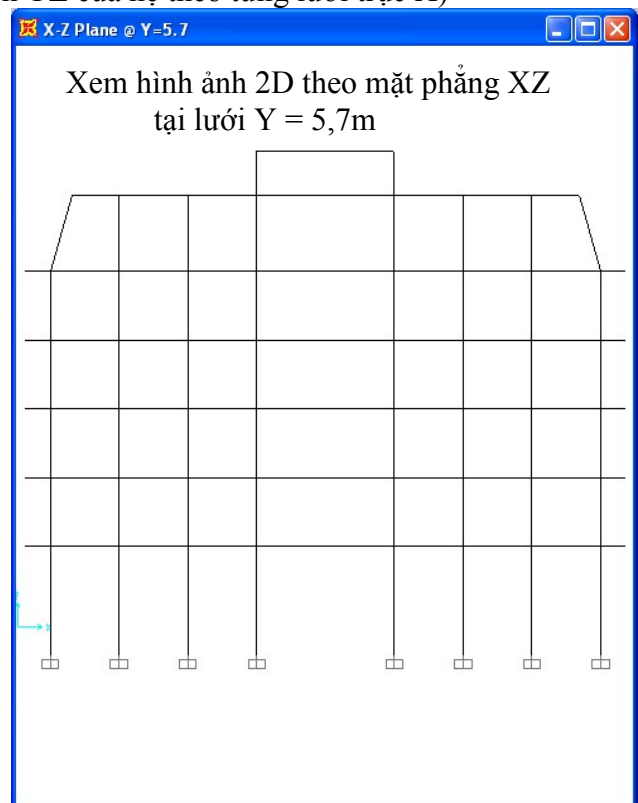
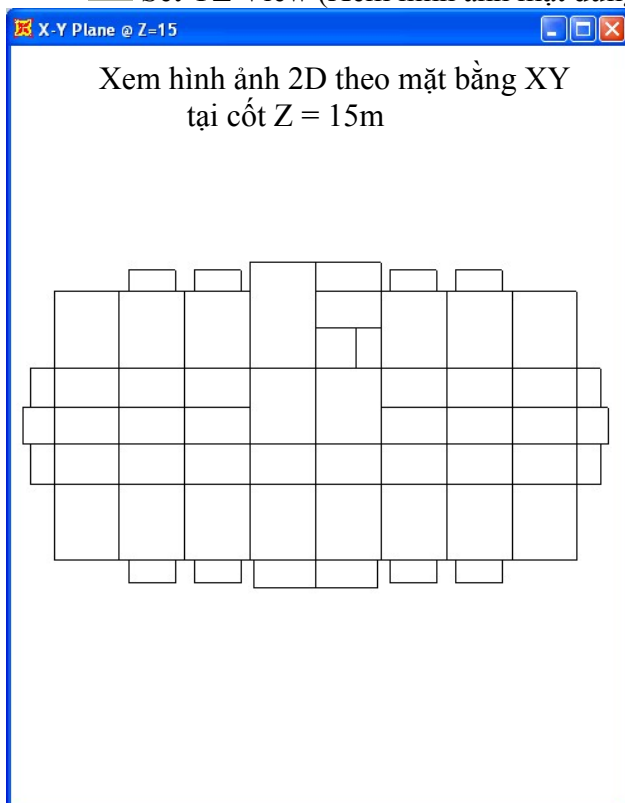
Set XY View (Xem hình ảnh hệ theo từng cột mặt bằng) Các cột chính là các đường lưới, tọa độ các đường lưới phải được khai báo trước.



Set XZ View (Xem hình ảnh mặt đứng chính XZ của hệ theo từng lưới trục Y)



Set YZ View (Xem hình ảnh mặt đứng bên YZ của hệ theo từng lưới trục X)



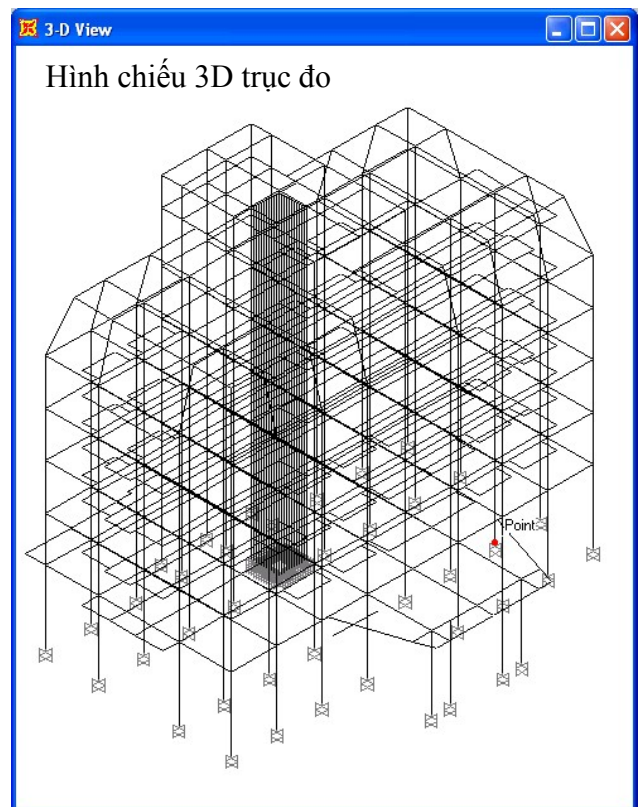
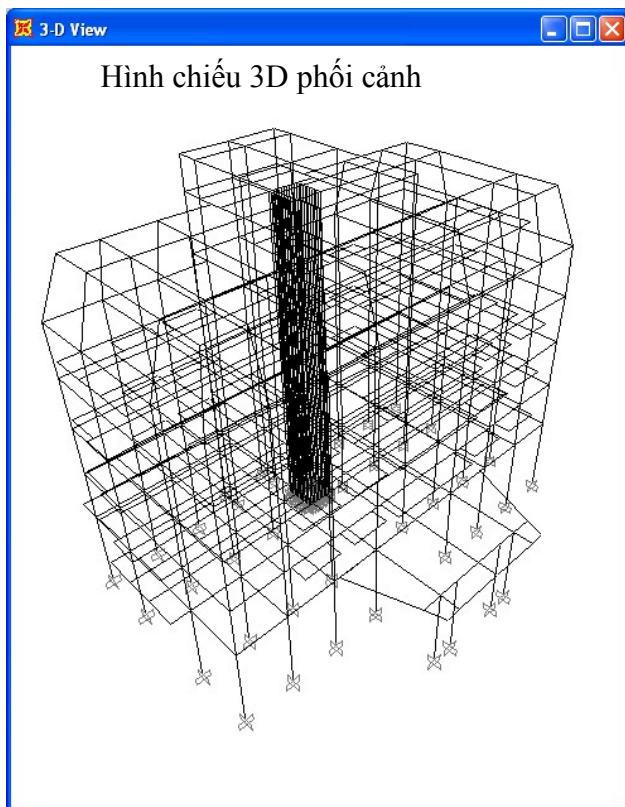
Rotate 3D View (Xoay góc nhìn của hình ảnh 3 chiều)



Perspective Toggle (Chuyển đổi qua lại giữa hình chiếu phối cảnh và hình chiếu trục đo)



Object Shrink Toggle (Chuyển đổi qua lại giữa cách thể hiện thu ngắn phần tử hoặc không thu ngắn phần tử)



Set Display Option (Đặt các tùy chọn hiển thị): Dùng để kiểm soát những loại đối tượng nào, và những tính chất nào của đối tượng được thể hiện

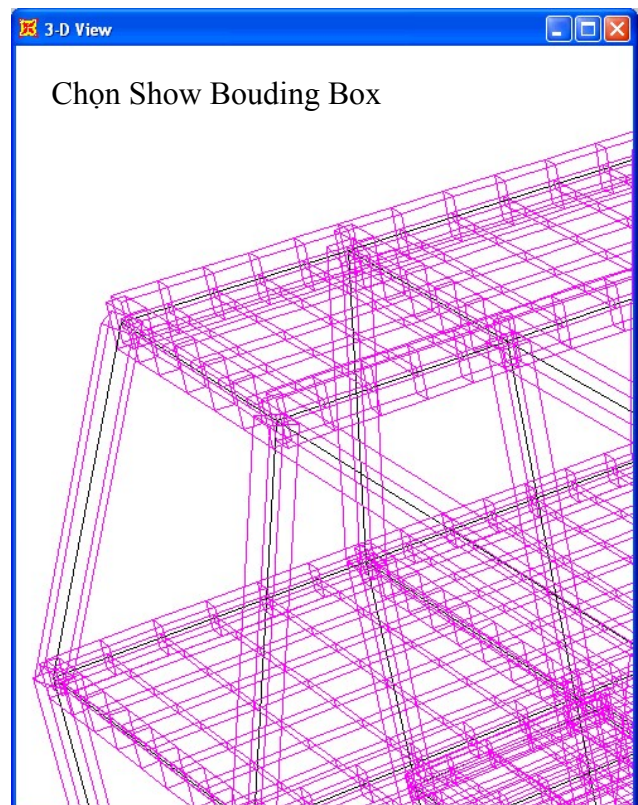
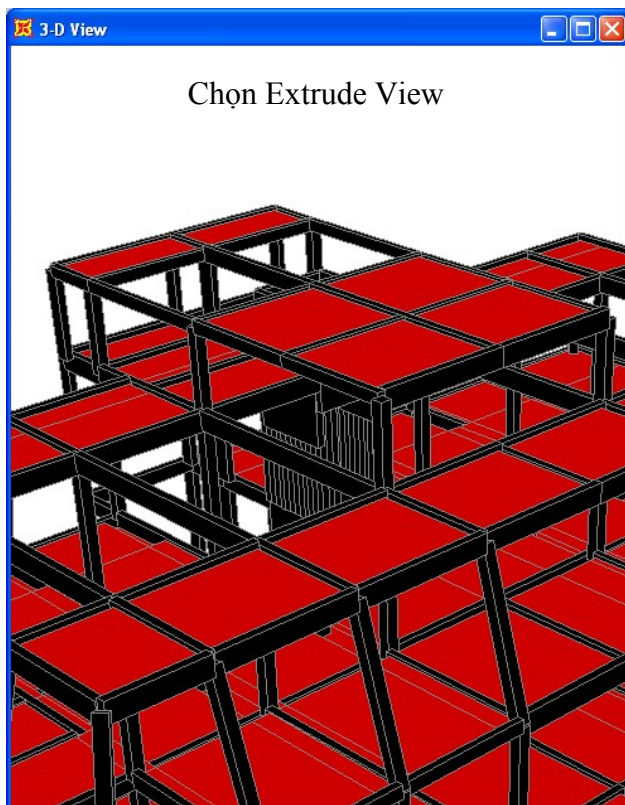
Các tùy chọn này chỉ ảnh hưởng đến cửa sổ hiện hành.



Thuộc tính của các đối tượng (Nút, Thanh ...) nếu muốn thể hiện trên màn hình thì chọn dòng tương ứng.

Phần Tổng quát chung:

- Shrink Object: Các phần tử trong hệ khi thể hiện trên màn hình được thu ngắn lại còn 70%.
- Extrude View: Hình dạng của tiết diện cũng được thể hiện đầy đủ trên màn hình (mặc định phần tử thanh chỉ được thể hiện bằng 1 đoạn thẳng, nếu dùng tùy chọn này, phần tử thanh sẽ được thể hiện theo kích thước thực).
- Fill Object và Show Edges: Tô màu các phần tử tấm (mặc định phần tử tấm chỉ được thể hiện bằng biên của tấm nếu chọn Show Edges, nếu bỏ chọn luôn Show Edges thì phần tử tấm giống như là không có trên màn hình).



b. Các nút lệnh thuộc nhóm Hiển thị (Display)

 Show Undeformed Shape (Thể hiện hình dạng chưa biến dạng của hệ), lệnh này còn được dùng để hiển thị lại hệ với các đặc tính được chọn trong phần Display Option.

 Show Deformed Shape (Thể hiện hình dạng khi biến dạng của hệ), xem biến dạng của hệ tương ứng với trường hợp tải trọng được chọn hoặc xem biến dạng tương ứng với các dạng dao động riêng.

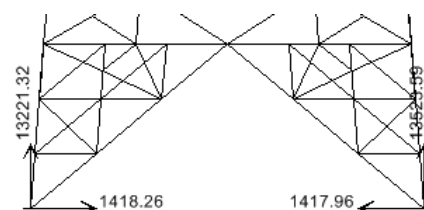
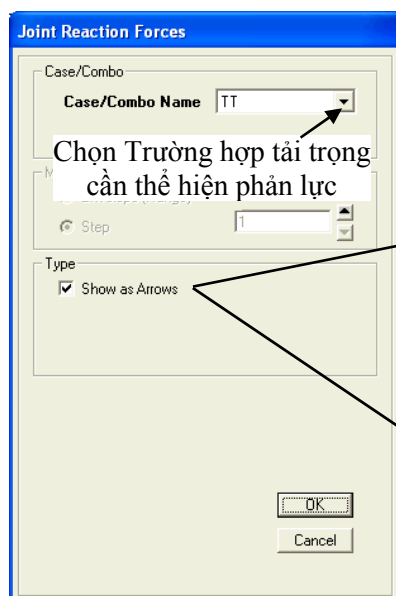
 Show Forces/Stresses (Thể hiện phản lực, biểu đồ nội lực hoặc biểu đồ ứng suất)

Joints...
Frames/Cables...
Shells...

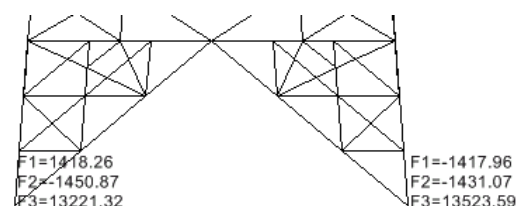
Bấm mũi tên nhỏ bên cạnh sẽ trải xuống để chọn đối tượng:

- Joints: thể hiện phản lực tại các nút
- Frames/Cables: Thể hiện nội lực trong thanh.
- Shells: Thể hiện nội lực trong tấm

* Joints:

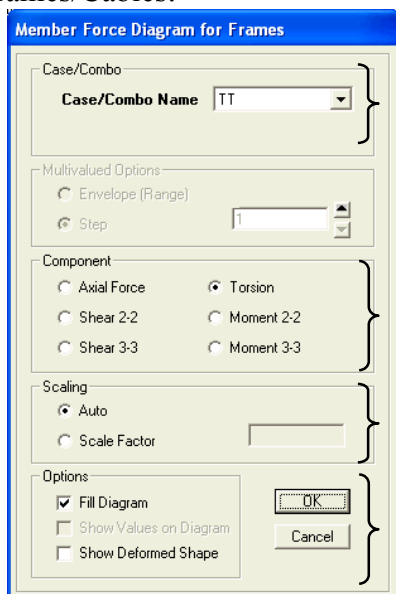


Chọn Show as Arrows:
Thể hiện phản lực dạng mũi tên lực



Bỏ chọn Show as Arrows:
Thể hiện phản lực dạng ký hiệu

* Frames/Cables:



Chọn Trường hợp tải trọng cần thể hiện nội lực

Chọn Thành phần nội lực cần thể hiện

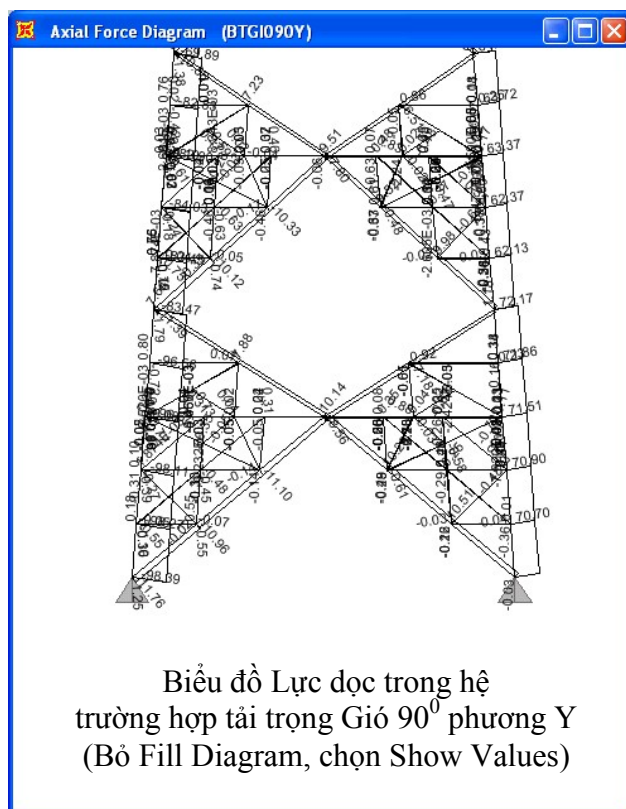
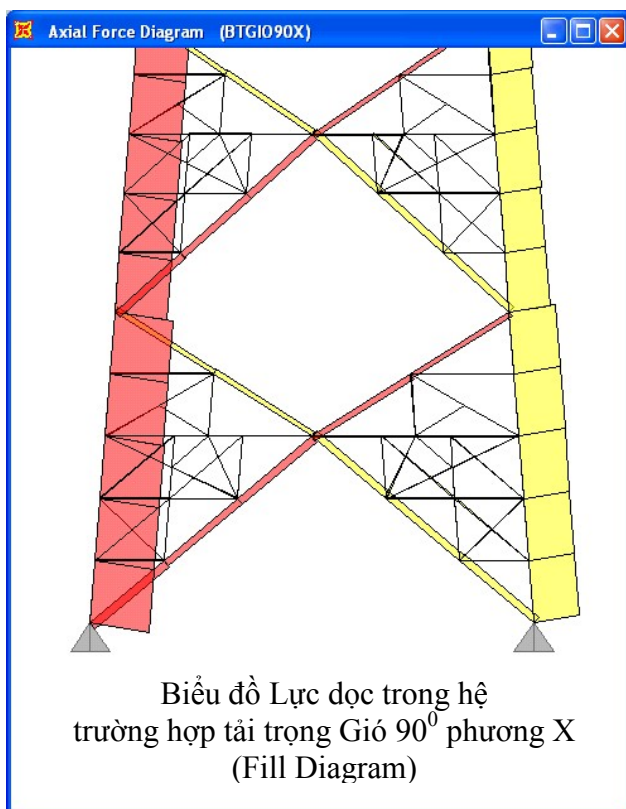
- Axial Force: Lực dọc
- Torsion: Moment xoắn
- Shear 2-2: Lực cắt (*chính*)
- Moment 2-2: Moment uốn (*chính*)
- Shear 3-3: Lực cắt (*phụ*)
- Moment 3-3: Moment uốn (*phụ*)

Chọn Tỷ lệ vẽ biểu đồ

- Auto: tỷ lệ tự động
- Scale Factor: nhập tỷ lệ vẽ nếu tỷ lệ tự động không như ý muốn.

Các tùy chọn thể hiện

- Fill Diagram: tô màu (kín) biểu đồ, nếu bỏ chọn biểu đồ thể hiện bằng các tung độ (cách vẽ quen thuộc)
- Show Values: thể hiện giá trị tung độ (phải bỏ chọn Fill Diagram)



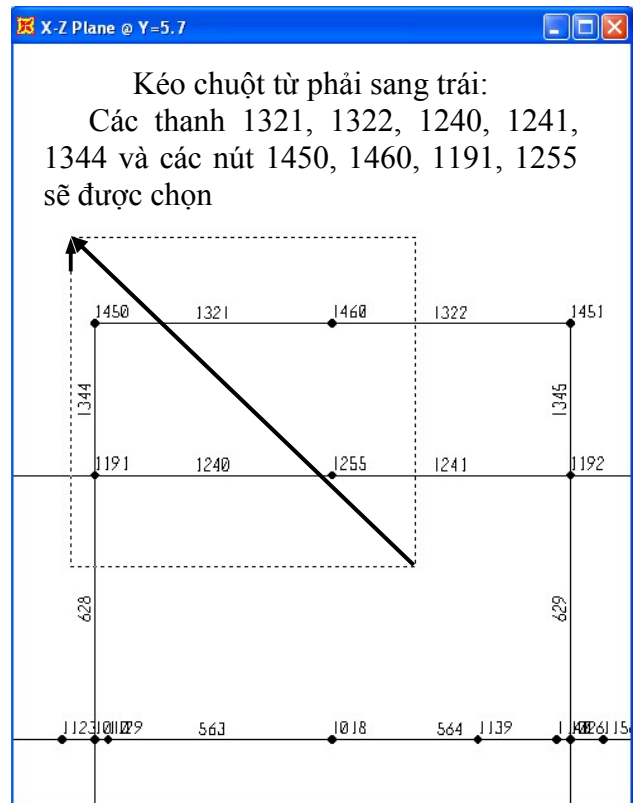
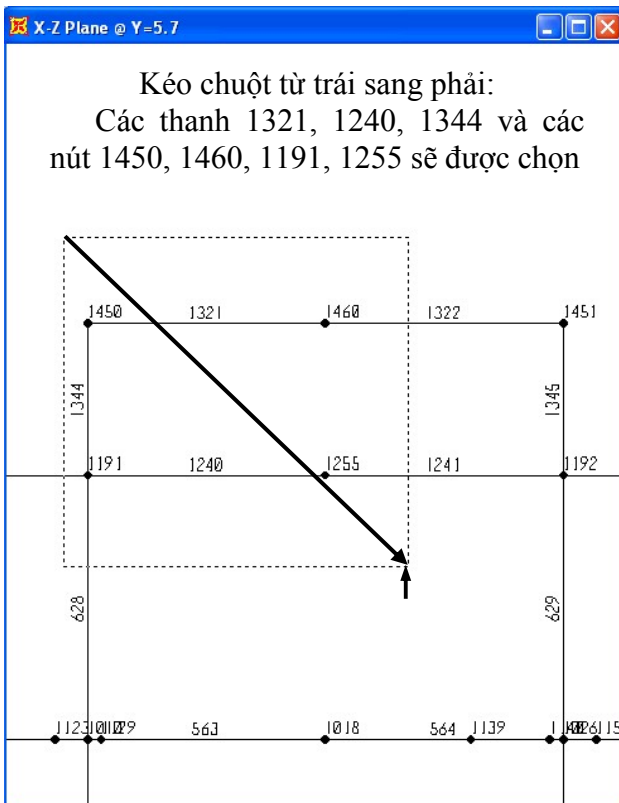
c. Các nút lệnh thuộc nhóm Vẽ (Draw)



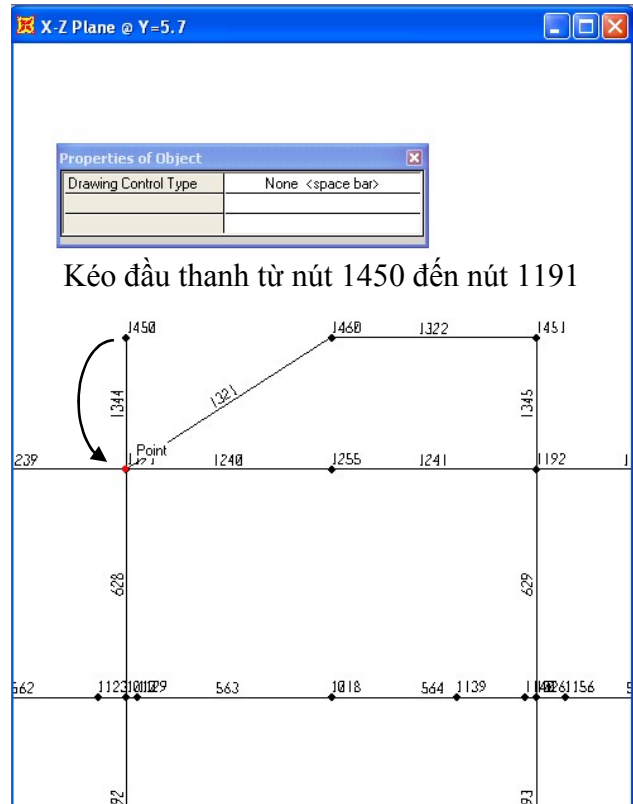
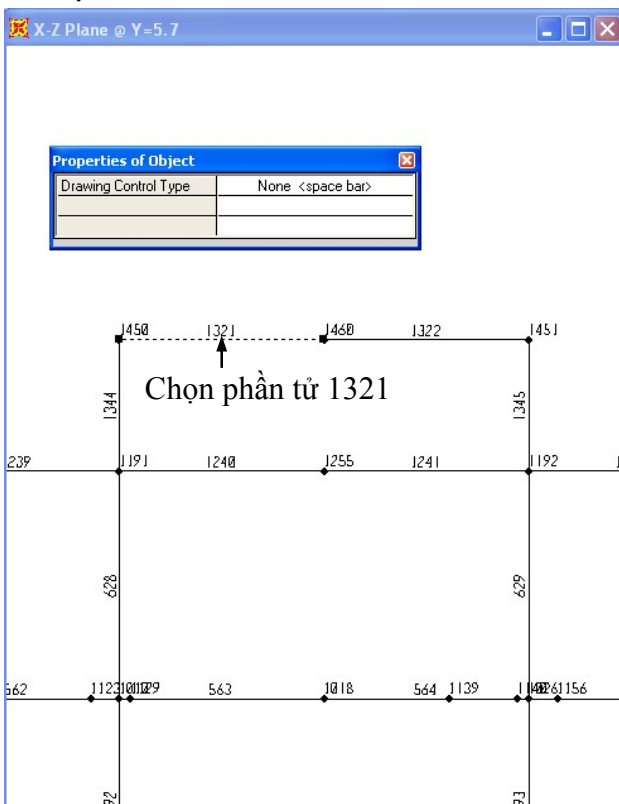
Set Select Mode (Chuyển về trạng thái Chọn), trạng thái Chọn là trạng thái mặc định của Sap, ở trạng thái này ta dùng chuột để nhấn chọn 1 hoặc 1 số đối tượng trước khi thực hiện các lệnh trên các đối tượng đó.

Có 3 cách chọn đối tượng:

- + Dùng chuột kích ngay vào vị trí đối tượng cần chọn, nếu muốn chọn thêm đối tượng khác nữa thì kích tiếp vào đối tượng cần chọn thêm.
- + Dùng chuột kéo từ trái sang phải tạo thành 1 hình chữ nhật bao quanh các đối tượng cần chọn, những đối tượng (nút, thanh ...) nằm hoàn toàn trong hình chữ nhật đó sẽ được chọn.
- + Dùng chuột kéo từ phải sang trái tạo thành 1 hình chữ nhật bao quanh các đối tượng cần chọn, những đối tượng (nút, thanh ...) nằm trong hoặc cắt qua hình chữ nhật đó sẽ được chọn.



Set Reshape Element Mode (Chuyển sang chế độ điều chỉnh hình dạng của phần tử): khi ở trong chế độ này, dùng chuột nhấn chọn phần tử cần thay đổi, sau đó dùng chuột kéo các đầu phần tử đến vị trí mới.



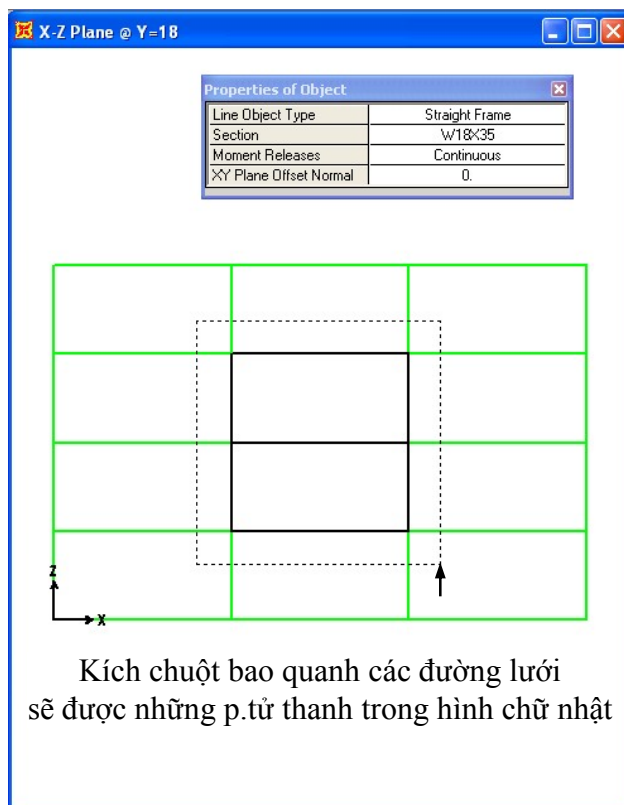
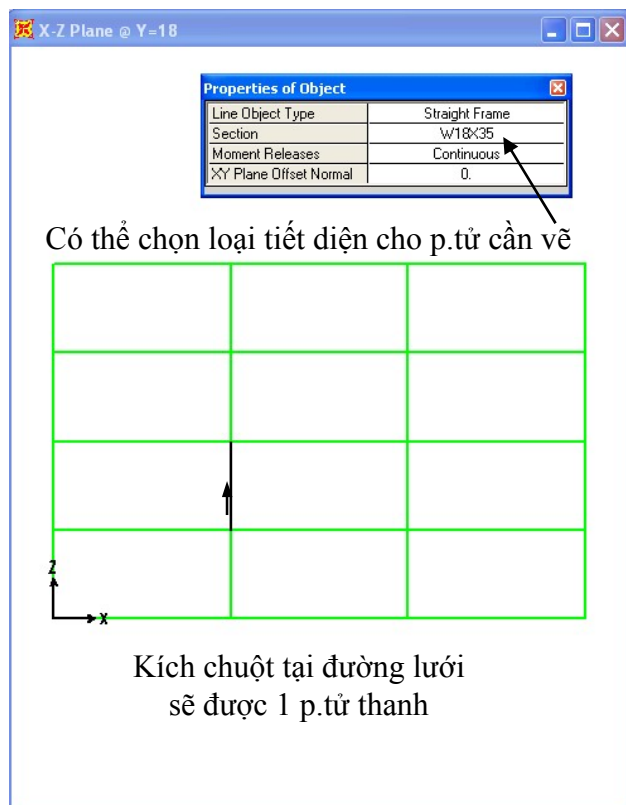
Draw Special Joint (Vẽ điểm): Khi ở chế độ vẽ này, ta có thể dùng chuột kích vào 1 hoặc 1 số vị trí nào đó để có thêm các điểm nút. Trong hệ bình thường, ta ít khi cần phải vẽ điểm, vì khi vẽ phần tử sẽ tự động có được các điểm nút tại các đầu của phần tử đó.



Draw Frame/Cable Element (Vẽ phần tử thanh): ở chế độ vẽ này, ta có thể vẽ thêm vào hệ các phần tử thanh bằng cách nhấn chuột vào điểm đầu và điểm cuối thanh, nếu vẽ nhiều thanh liên tục thì tiếp tục nhấn vào các điểm tiếp theo. Kết thúc lệnh vẽ bằng phím Enter hoặc kích chuột phải.



Quick Draw Frame/Cable Element (Vẽ nhanh phần tử thanh): tương tự như lệnh vẽ thanh, nhưng ta vẽ nhanh 1 thanh bằng cách kích chuột vào 1 đường lưới (tạo từ trước) sẽ được 1 phần tử thanh nằm tại lưới đó và giới hạn bằng các mắt lưới ở hai đầu, nếu dùng chuột kéo thành 1 hình chữ nhật thì sẽ được các phần tử thanh nằm trong hình chữ nhật đó.



Quick Draw Braces (Vẽ nhanh các thanh giằng chéo): Khi chọn lệnh sẽ xuất hiện 1 hộp thoại để khai báo dạng hệ giằng (giằng X, V, V ngược ...), kích thước và loại phần tử thanh giằng.



Quick Draw Secondary Beams (Vẽ nhanh hệ dầm phụ): thường sử dụng trong hệ sàn bê tông - dầm thép.



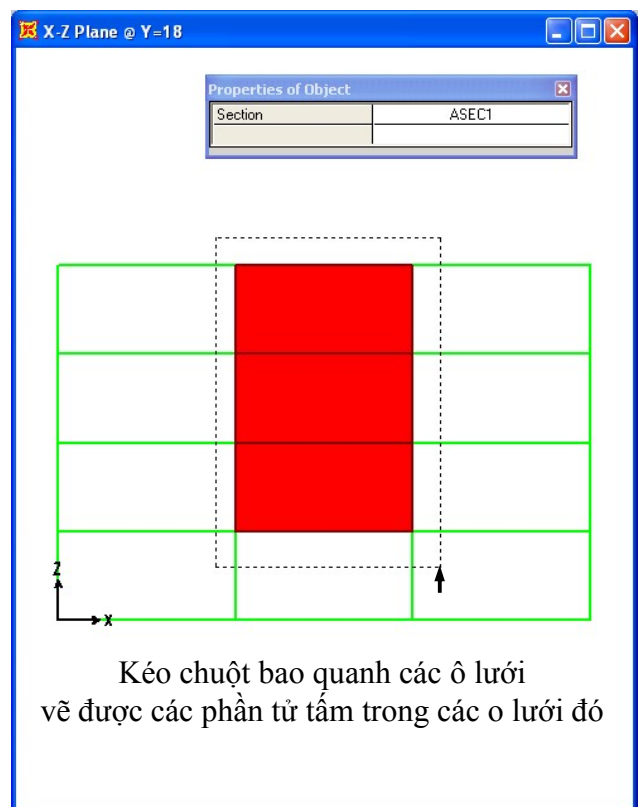
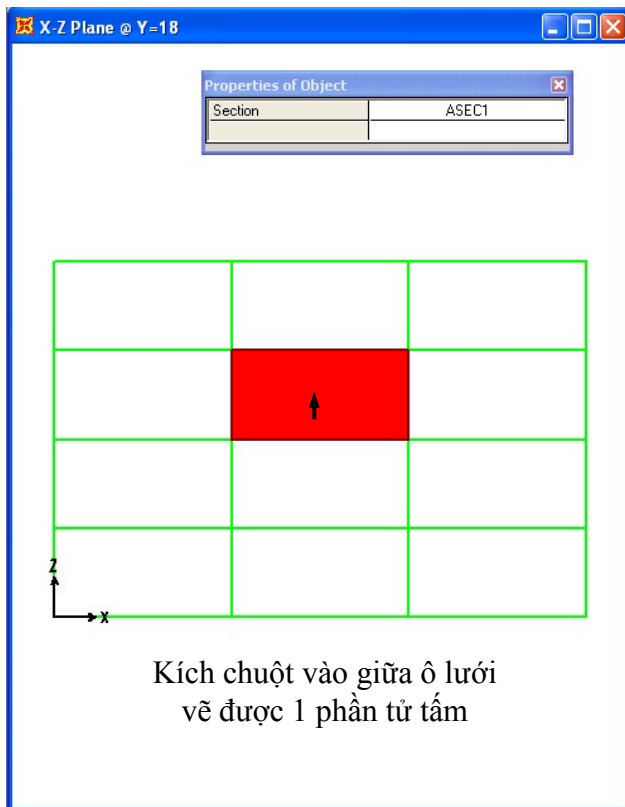
Draw Quad Area Element (Vẽ phần tử tam tứ giác): ở chế độ vẽ này, dùng chuột kích vào 4 góc của phần tử cần vẽ (thứ tự của 4 điểm góc nên theo ngược chiều đồng hồ và hướng của nút 1 đến nút 2 nên từ trái sang phải)



Draw Rectangular Area Element (Vẽ phần tử tấm chữ nhật): ở chế độ vẽ này, dùng chuột kích vào 2 góc chéo của phần tử chữ nhật cần vẽ.



Quick Draw Area Element (Vẽ nhanh phần tử tấm): ở chế độ vẽ này, dùng chuột kích vào 1 điểm nằm giữa các đường lưới sẽ được 1 phần tử tấm giới hạn trong các đường lưới đó hoặc kéo chuột bao quanh các đường lưới tạo thành hình chữ nhật sẽ vẽ được những phần tử tấm trong hình chữ nhật đó.



d. Các nút lệnh thuộc nhóm Chọn (Select)

Ngoài cách chọn các đối tượng đã trình bày ở trên, ta có một số cách để chọn đối tượng như sau:

 Select All: Chọn tất cả các đối tượng có trong hệ.

 Get Previous Selection: Chọn lại các đối tượng trong lần chọn ở lệnh ngay trước đó.

 Clear Selection: Hủy chọn tất cả các đối tượng đang chọn. Cần lưu ý rằng các đối tượng được chọn có tính tích lũy (ví dụ: tại 1 thời điểm nào đó, ta đang chọn phần tử 1, ta chọn tiếp phần tử 2, thì cả 1 và 2 đều đang được chọn), do đó nếu ta muốn chọn mới 1 số đối tượng và bỏ chọn những phần tử đang được chọn thì cần chọn  trước khi chọn đối tượng mới (ví dụ muốn chọn phần tử 2 thay cho phần tử 1, thì phải hủy chọn phần tử 1 trước, sau đó mới chọn phần tử 2)

 Select using Intersecting Line (Chọn các đối tượng bằng cách vẽ 1 đường cắt): những phần tử bị cắt qua sẽ được chọn.

e. Các nút lệnh thuộc nhóm Bắt dính (Snap)

Để tăng độ chính xác khi vẽ, ta thường dùng tính năng bắt dính, nghĩa là khi đưa chuột đến gần điểm bắt dính (tùy chế độ bắt dính đang bật) con trỏ chuột bắt vào điểm đó và sẽ định vị được điểm cần vẽ một cách chính xác.

 Points and Grid Intersections (Các điểm nút và mắt lưới): khi di chuyển chuột đến gần các điểm nút hoặc các mắt lưới, con trỏ chuột sẽ bắt dính vào điểm nút hoặc mắt lưới đó (thể hiện qua chấm đỏ). Đây là chế độ bắt dính mặc định.

 Ends and Midpoints (Các điểm đầu và điểm giữa phần tử)

 Intersections (Giao điểm các phần tử)



Perpendicular Projections (Hướng vuông góc với phần tử)

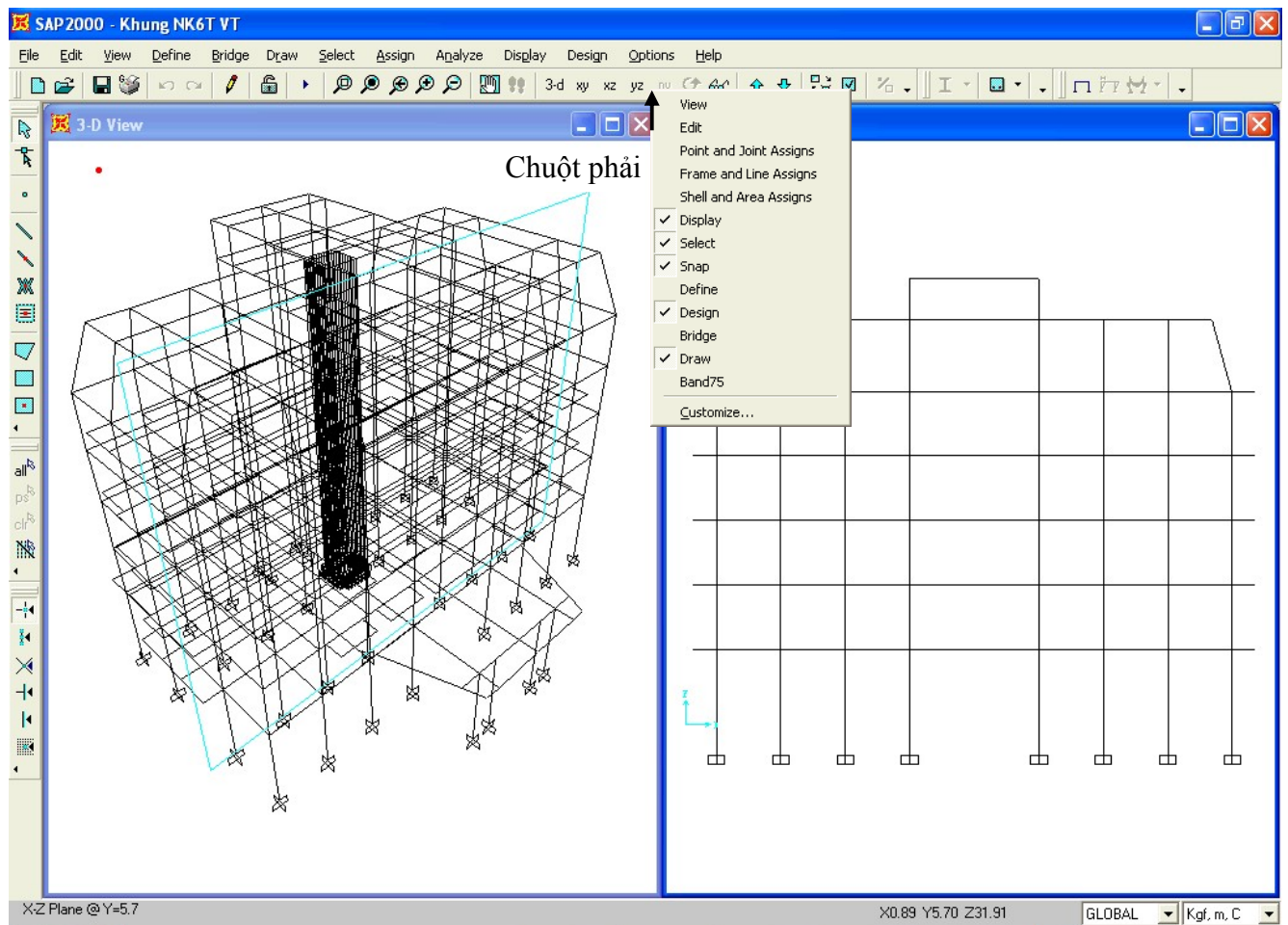


Lines and Edges (Điểm bắt dính sẽ nằm trên biên phần tử - không có điểm chính xác)



Fine Grid (Mắt lưới của hệ lưới con - cần khai báo trước hệ lưới con)

Ngoài các nhóm nút lệnh trên, Sap còn có các nhóm nút lệnh khác nữa, để hiện hoặc ẩn các nhóm nút lệnh ta kích chuột phải vào 1 vị trí nào đó trên thanh công cụ và chọn ẩn hoặc hiện nhóm nút lệnh tương ứng.



f. Các nút lệnh thuộc nhóm Gán thuộc tính cho nút (Point and Joint Assigns)

Cần chọn nút trước khi thực hiện lệnh.



Assign Joint Restraints (Gán liên kết gối cho nút): Dùng để đặt các liên kết gối (gối ngàm, gối cố định ...) vào hệ hoặc bỏ liên kết gối (đầu tự do).



Assign Joint Springs (Gán liên kết gối đàn hồi cho nút): Dùng trong các bài toán hệ trên gối đàn hồi.



Assign Joint Masses (Gán khối lượng tập trung cho nút): Trong các bài toán phân tích động lực, ta cần quy khối lượng của hệ về đặt tại các nút. Lệnh này để khai báo khối lượng tập trung tại các nút trong hệ.



Assign Joint Panel Zones (Gán vùng đàn hồi cho nút): Thường các phần tử được xem là nối cứng vào nút, lệnh này dùng để khai báo một vùng đàn hồi tại nút đó.



Assign Joint Forces (Gán tải trọng tập trung tại nút): Dùng để đặt các lực và moment tập trung vào các nút trong các trường hợp tải trọng.



Assign Ground Displacements (Gán chuyển vị nền): Dùng để khai báo nguyên nhân chuyển vị cưỡng bức (ví dụ: do lún không đều) tác dụng vào các nút trong các trường hợp tải trọng.

g. Các nút lệnh thuộc nhóm Gán thuộc tính cho thanh (Frame and Line Assigns)

Cần chọn thanh trước khi thực hiện lệnh.



Assign Frame Sections (Gán tiết diện cho thanh): Dùng để gán loại tiết diện đã khai báo vào các thanh trong hệ (tiết diện thanh bao gồm loại vật liệu và hình dạng - kích thước tiết diện)



Assign Frame Releases/Partial Fixity (Giải phóng liên kết tại đầu thanh): Mặc định các phần tử liên kết cứng (liên kết hàn) vào nút, trong các trường hợp đặc biệt (ví dụ: thanh giằng, thanh dầm ...) các phần tử có thể không liên kết cứng với nút nên dùng lệnh này để giải phóng liên kết tại đầu thanh, nội lực theo phương liên kết được giải phóng sẽ bằng không (ví dụ: các thanh dầm cần phải giải phóng liên kết moment tại 2 đầu thanh, nghĩa là moment tại 2 đầu thanh dầm bằng không). *Xem thêm trang mục 6 trang 8.*



Assign Frame End (Length) Offsets (Gán chiều dài biên cứng ở đầu thanh): Mặc định các phần tử được mô hình bằng đường trục thanh, điểm nút được xem như có kích thước bằng không, tuy nhiên thực tế các thanh có kích thước tiết diện nên tại điểm nút có các đoạn giao nhau giữa các phần tử, lệnh này dùng để khai báo chiều dài phần giao nhau của thanh tại hai đầu với các phần tử khác (chiều dài này cũng có thể được Sap tự tính toán từ kích thước tiết diện thanh). *Xem thêm trang mục 2 trang 4.*



Assign Frame Output Stations (Khai báo số mặt cắt xuất kết quả nội lực): Khi xuất kết quả nội lực sang file số liệu, Sap sẽ xuất kết quả nội lực tại hai đầu thanh, tại các vị trí có tải trọng tập trung trên thanh đồng thời tại 1 số điểm cách đều nhau trên thanh, lệnh này dùng để khai báo số tiết diện cách đều nhau trên thanh khi xuất kết quả nội lực.



Assign Frame Local Axes (Gán góc xoay hệ trục địa phương): Mỗi phần tử thanh trong hệ sẽ có một hệ tọa độ riêng dùng để xác định đặc trưng tiết diện cũng như phương của các thành phần nội lực, lệnh này dùng để khai báo góc xoay hệ tọa độ địa phương của thanh nếu hệ tọa độ địa phương của thanh không trùng hệ tọa độ do Sap quy định. *Xem thêm trang mục 3 trang 5.*



Assign Line Springs (Gán liên kết đàn hồi cho thanh): Dùng để khai báo độ cứng của liên kết đàn hồi tiếp xúc dọc theo chiều dài thanh (trong bài toán dầm trên nền đàn hồi).



Assign Line Mass (Gán khối lượng phân bố trên thanh): Dùng để khai báo cường độ của khối lượng phân bố trên thanh (dùng trong bài toán phân tích động lực).



Assign Point Loads (Gán tải trọng tập trung trên thanh): Dùng để khai báo lực hoặc moment tập trung tác dụng trên thanh trong các trường hợp tải trọng.



Assign Frame Distributed Loads (Gán tải trọng phân bố đều trên thanh): Dùng để khai báo lực hoặc moment phân bố (phân bố đều hoặc phân bố 4 điểm) tác dụng trên thanh trong các trường hợp tải trọng.



Assign Frame Temperature Loads (Gán tải trọng nhiệt): Dùng để khai báo nguyên nhân thay đổi nhiệt độ trong thanh.

h. Các nút lệnh thuộc nhóm Gán thuộc tính cho tấm (Shell and Area Assigns)

Cần chọn tấm trước khi thực hiện lệnh.



Assign Area Sections (Gán tiết diện cho tấm)



Assign Area Stiffness Modifiers (Thay đổi hệ số độ cứng của tấm)



Assign Local Axes (Gán góc xoay hệ trục địa phương): Khi cần thay đổi hệ trục địa phương khác với phương mặc định.



Assign Area Springs (Gán liên kết tiếp xúc đàn hồi trên bề mặt diện tích tấm)



Assign Area Mass (Đặt khối lượng phân bố vào tấm)



Assign Area Uniform Loads (Đặt tải trọng phân bố đều vào tấm)



Assign Area Temperature (Khai báo nguyên nhân do thay đổi nhiệt độ trong tấm)

3. Sử dụng chuột:

Nút chuột trái và chuột phải có những chức năng khác nhau tùy thuộc vào vị trí con trỏ chuột trên màn hình.

- Trong khu vực menu lệnh hoặc thanh công cụ :

+ Nút trái chuột : dùng để chọn lệnh từ menu hoặc thanh công cụ, di chuyển thanh công cụ.

+ Nút phải chuột : dùng để tùy biến (customize) thanh công cụ

- Trong cửa sổ hiện hành :

+ Nút trái chuột : phụ thuộc vào chế độ đang sử dụng là chọn (select mode) hay vẽ (draw mode), nút trái được sử dụng để vẽ đối tượng, chọn các đối tượng, thực hiện các lệnh đồ họa như di chuyển (pan), phóng to - thu nhỏ (zoom), xoay góc nhìn.

+ Nút phải chuột : khi kích vào đối tượng, nút phải chuột có tác dụng làm xuất hiện bảng những thông tin về đối tượng, khi kích vào nền, nút phải chuột có tác dụng hiện ra menu những lệnh tắt.

4. Các lệnh cơ bản

a. Các lệnh về file (File operation)

Gồm những lệnh được sử dụng để tạo mô hình mới, mở mô hình cũ để xem hoặc chỉnh sửa, lưu (save) mô hình với những dữ liệu được thực hiện, và xuất kết quả tính toán.

Mô hình mới có thể được tạo mới hoàn toàn hoặc từ mẫu có sẵn trong Sap2000. File dữ liệu của mô hình lưu dưới tên có phần đuôi là .SDB

b. Cách dùng tên :

Tên được sử dụng để định danh các đặc trưng (vật liệu, tiết diện ...), hệ tọa độ, ràng buộc (constraint), nhóm đối tượng, quan hệ với tải trọng (trường hợp tải, mẫu nút (joint pattern), đoàn tải trọng di động), trường hợp phân tích, tổ hợp tải trọng v.v.

Tên thường tối đa 8 ký tự không chứa khoảng trắng và các ký tự đặc biệt

c. Vẽ (Draw)

Vẽ là cách chính để thêm đối tượng vào mô hình, đối tượng có thể vẽ bao gồm : nút, thanh, tấm. Không thể vẽ được phần tử khối, nhưng có thể tạo phần tử khối từ việc "kéo dẫn" phần tử tấm trong không gian. Khi thực hiện lệnh vẽ, chương trình chuyển sang chế độ vẽ. Trong khi vẽ, xuất hiện một cửa sổ nổi giúp người sử dụng chọn các thông số thuộc tính đối tượng cần vẽ và các thông số điều khiển quá trình vẽ. Để trở về chế độ chọn (là chế độ mặc định) nhấn phím Esc.

c.1 Công cụ bắt dính (Snap Tool):

Khi con trỏ chuột di chuyển gần điểm bắt dính thì sẽ được bắt dính vào điểm đó, giúp việc vẽ được chính xác hơn. Các điểm bắt dính có thể được chọn là :

- Điểm nút và giao điểm hệ lưới.
- Đầu và giữa thanh hoặc điểm góc và điểm giữa biên phần tử tám
- Giao điểm các phần tử.
- Phương vuông góc với phần tử thanh, hoặc biên phần tử tám
- Điểm bắt dính nằm trên phần tử thanh hoặc biên tám.
- Lưới con : Bắt dính vào giao điểm hệ lưới con. Khoảng cách hệ lưới con được khai báo thông qua lệnh Options → Preferences → Dimensions/Tolerances → Plan Fine Grid Spacing.

c.2 Điều khiển vẽ :

Trong 2-D, công cụ điều khiển vẽ cung cấp khả năng ràng buộc điểm được vẽ theo các nguyên tắc được khai báo :

- H : đường vẽ song song với trục nằm ngang trên hình 2-D
- V : đường vẽ song song với trục thẳng đứng trên hình 2-D
- A : đường vẽ tạo thành một góc như được khai báo so với phương ngang trên hình 2-D
- L : đường vẽ có chiều dài như được khai báo.
- S : như A cộng với L
- D : đường vẽ có chiều dài theo phương đứng và ngang như đã khai báo.

d. Chọn (Select)

Sap2000 sử dụng quy tắc "noun - verb" nghĩa là cần phải chọn các đối tượng trước, sau đó mới thực hiện lệnh trên các đối tượng được chọn đó. Để chọn đối tượng, phải chuyển sang chế độ chọn. Việc chọn đối tượng có tính tích lũy, các đối tượng đã chọn vẫn không mất chọn khi thực hiện chọn đối tượng mới. Những đối tượng được chọn sẽ thể hiện bằng đường đứt nét trên màn hình. Một khi đã chọn xong các đối tượng, ta có thể dùng các lệnh để tác động lên chúng, điều này đồng thời sẽ huỷ chọn các đối tượng, và ta bắt đầu lại việc chọn các đối tượng để thực hiện lệnh tiếp theo.

Ngoài cách chọn đối tượng bằng chuột (*trang 27*) ta có thể chọn đối tượng theo các đặc tính:

- Chọn những đối tượng trên cùng mặt phẳng
- Chọn những đối tượng có cùng đặc trưng tiết diện
- Chọn những đối tượng thuộc nhóm đối tượng đã được khai báo.
- Chọn những đối tượng cùng trong một ràng buộc (constraint)
- Chọn những đối tượng theo tên.

e. Hiệu chỉnh (Edit)

- Cut, copy những thông tin về hình học của đối tượng vào clipboard của Windows, những thông tin này có thể truy cập được bằng các chương trình khác như Excel ...

- Paste những thông tin về hình học của đối tượng từ clipboard của Windows, những thông tin này có thể được chỉnh sửa trong các chương trình khác như Excel ... từ lần cut, copy trước. Có nghĩa là ta có thể cut hoặc copy những thông tin về hình học của đối tượng, sau đó paste vào Excel, dùng Excel chỉnh sửa số liệu, sau đó copy và paste ngược lại vào Sap2000. Chú ý các lệnh này chỉ có tác dụng đối với những thông tin về hình học, không thể cut, copy, paste các đặc trưng của đối tượng như tải trọng, liên kết ...

- Xoá (delete) các đối tượng
- Sao chép (replicate) đối tượng theo dãy đường thẳng hoặc cung tròn. Việc sao chép này có thể sao chép cả các đặc trưng của đối tượng nếu được chọn.
- Di chuyển (move) đối tượng đến vị trí mới.
- Kéo (extrude) đối tượng thành đối tượng có số chiều không gian cao hơn : Nút → Thanh, Thanh → Tám, Tám → Khối.
- Chia nhỏ (mesh, divide) các đối tượng thành những đối tượng nhỏ hơn.
- Nối (connect) hoặc ngắt nối (disconnect) các đối tượng tại nút chung.

- Thêm vào mô hình các cấu kiện mẫu trong Sap2000
- Sửa các thông tin của các đối tượng dưới dạng bảng dữ liệu
- Đổi tên (label) các đối tượng.

f. Gán (Assign)

Dùng để gán các đặc trưng cho các đối tượng và đặt tải trọng tác dụng vào các đối tượng

- Gán đặc trưng cho nút gồm : liên kết cứng nối đất (restraint), liên kết đàn hồi nối đất (spring), ràng buộc giữa các nút (constraint), khối lượng tập trung tại nút (mass), và góc hệ toạ độ địa phương (local axes).
- Gán các đặc trưng cho thanh gồm : đặc trưng tiết diện (section), giải phóng liên kết đầu thanh (release), góc hệ toạ độ địa phương, biên cứng đầu thanh (end offset), điểm chèn (insertion point), vị trí xuất nội lực (output station), liên kết đàn hồi dọc thanh (line spring), những thông số tự phân chia (auto divide) ...
- Gán các đặc trưng cho tấm gồm : đặc trưng tiết diện, góc hệ toạ độ địa phương, liên kết đàn hồi trên bề mặt (area spring), những thông số tự phân chia (auto mesh) ...
- Đặt tải trọng tác dụng vào các đối tượng gồm nhiều loại khác nhau tùy theo từng loại đối tượng.
- Gán giá trị Joint pattern cho các nút dùng để khai báo giá trị áp lực hoặc nhiệt độ

g. Phân tích, tính toán (Analyze)

Sau khi xây dựng hoàn chỉnh mô hình, ta cần thực hiện chương trình phân tích mô hình để cho kết quả chuyển vị, ứng suất, nội lực, phản lực ... tương ứng với các trường hợp phân tích.

Trước khi phân tích mô hình, người sử dụng phải khai báo các bậc tự do hoạt động, thường sử dụng để khai báo sự làm việc phẳng hay không gian của hệ.

Người sử dụng có thể chọn trường hợp phân tích nào được chạy hoặc không. Trước khi chạy chương trình phân tích, Sap2000 tự động lưu (save) những thông tin của mô hình. Trong quá trình phân tích sẽ xuất hiện những dòng thông báo về thông tin phân tích hoặc các lỗi nếu có.

h. Hiện thị (Display)

Được sử dụng để xem tải trọng và kết quả tính toán gồm sơ đồ biến dạng (deformed shape), phản lực gối tựa (reaction & spring force), biểu đồ nội lực (internal force diagram), biểu đồ ứng suất (stress diagram), đường ảnh hưởng (influence line)

i. Thiết kế (Design)

Sử dụng để tính toán hoặc kiểm tra tiết diện thanh của kết cấu bê tông cốt thép, kết cấu thép, kết cấu nhôm. Tính toán tiết diện bê tông cốt thép sẽ cho biết diện tích cốt thép dọc (dầm : gồm diện tích lớp thép trên và dưới, cột : tổng diện tích cốt thép của tiết diện), và diện tích cốt thép đai trên 1 đơn vị chiều dài thanh. Tính toán tiết diện kết cấu thép, nhôm sẽ cho biết tiết diện tiết kiệm nhất mà vẫn bảo đảm khả năng chịu lực trong số các tiết diện khai báo. Do sau khi chọn lại tiết diện thì nội lực trong hệ không còn chính xác với tiết diện thực tế được chọn nên người sử dụng cần phải chạy lại chương trình tính và chương trình thiết kế để kiểm tra khả năng chịu lực của tiết diện được chọn.

j. Khoá và mở khoá (Lock & Unlock)

Sau khi chạy chương trình tính, chương trình tự động khoá mô hình để không có sự thay đổi nào có thể làm kết quả hiện tại không còn đúng với mô hình hiện tại. Người sử dụng cũng có thể khoá mô hình bất cứ lúc nào nếu cần bằng việc bấm vào biểu tượng . Để mở khoá chỉ việc bấm lại vào biểu tượng, lúc này có dạng , tuy nhiên việc làm này sẽ xoá hết các kết quả tính toán, muốn xem kết quả tính toán phải chạy chương trình phân tích lại mô hình.

k. Nhập dữ liệu dạng số

Khi nhập dữ liệu dạng số, đơn vị của dữ liệu được lấy theo hệ đơn vị hiện hành, tuy nhiên người sử dụng có thể nhập giá trị số cùng với ký hiệu của đơn vị nếu đơn vị nhập khác với đơn vị hiện hành.

Ví dụ : đơn vị hiện hành đang là mét, nhưng ta có thể nhập vào kích thước chiều dài là "3000 mm", giá trị này sẽ được tự động chuyển thành 3.

Người sử dụng cũng có thể nhập công thức vào trong ô số liệu, ví dụ " $10 \cdot \sin(30)$ " hoặc " $100+34$ ".

Hoặc có thể gọi chương trình máy tính bên trong Sap2000 để tính giá trị một công thức nếu giữ Shift và bấm đôi vào ô số liệu cần nhập

l. Thiết lập chương trình (Option)

Có nhiều tùy chọn thiết lập để người sử dụng điều khiển sự hoạt động của chương trình, bao gồm:

- Chiều dày nét thể hiện trên màn hình và trên máy in, khoảng cách tự sắp nhập, biên độ zoom, pan ...

- Tiêu chuẩn thiết kế và các thông số hiệu chỉnh.
- Màu của đối tượng và kết quả thể hiện trên màn hình và trên máy in.
- Định dạng bảng dữ liệu.
- Số lượng cửa sổ hiển thị
- Cửa sổ nhìn từ trên không (aerial view), giúp pan và zoom được nhanh chóng.

m. Giúp đỡ (Help)

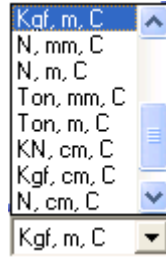
Nếu một hộp thoại đang được mở, nhấn phím F1 để đọc nhanh phần hướng dẫn về cách nhập số liệu tương ứng trong hộp thoại.

Từ menu Help người sử dụng có thể gọi và truy cập đến các tài liệu hướng dẫn đầu đủ dưới dạng file PDF. Trong máy cần phải cài trước chương trình Adobe Acrobat Reader.

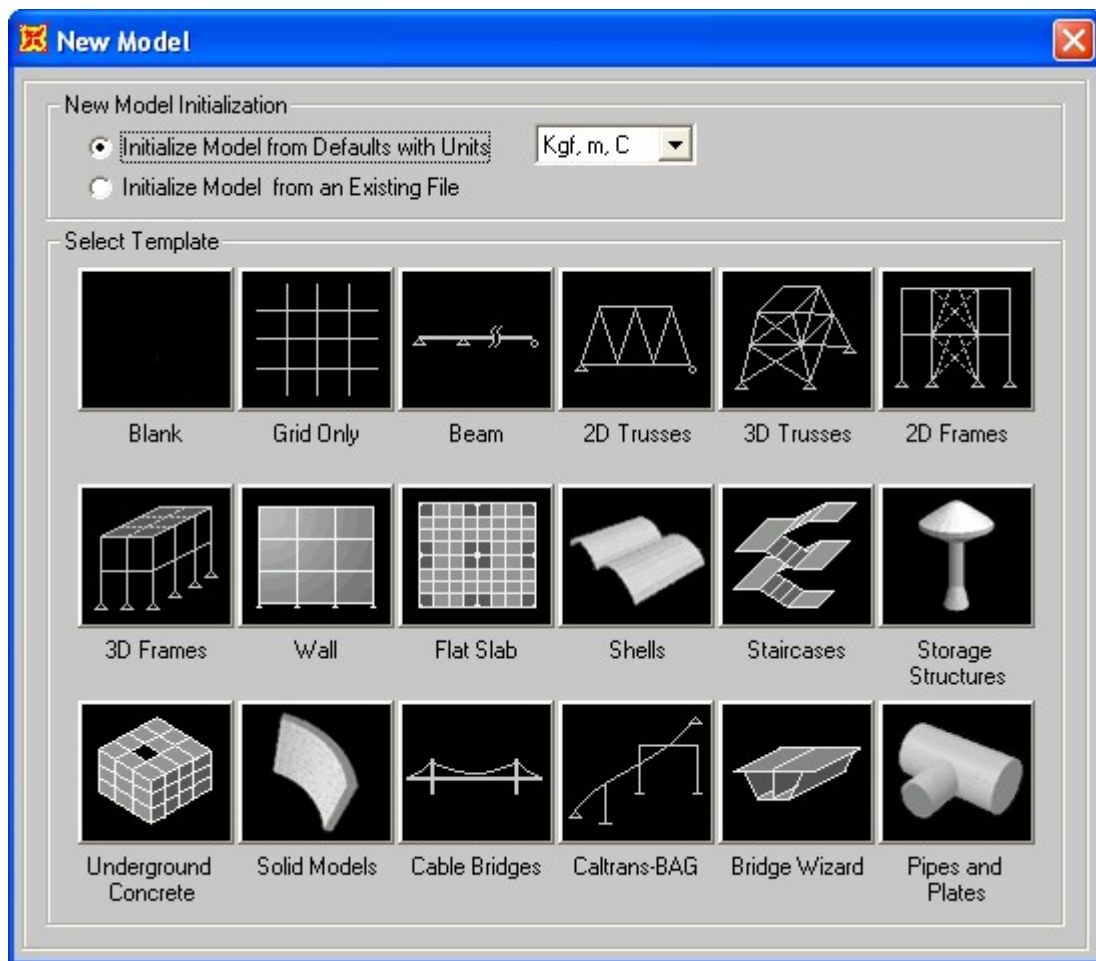
CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH KHI PHÂN TÍCH KẾT CẤU BẰNG PHẦN MỀM SAP2000 V9

I. Lập sơ đồ tính : mục đích tạo sơ đồ hình học của mô hình (phần tử, kích thước, liên kết ...)

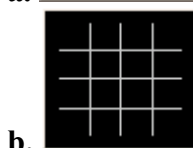
1. Chọn hệ đơn vị sử dụng chính.



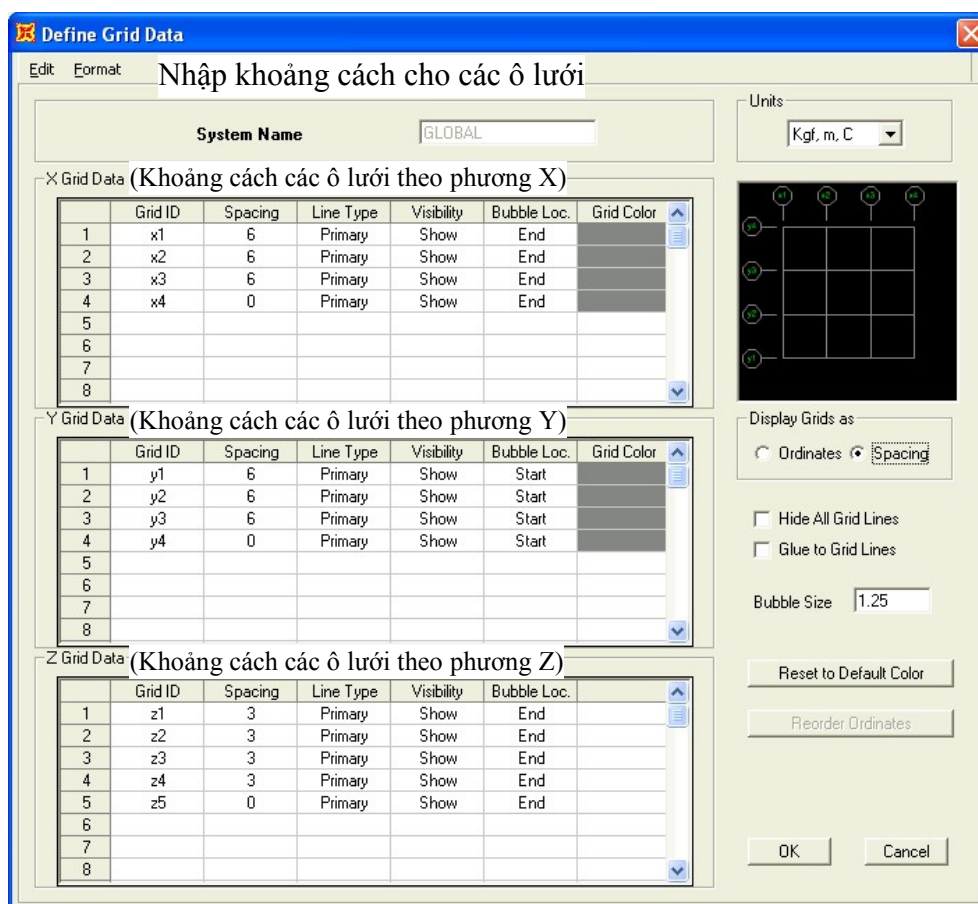
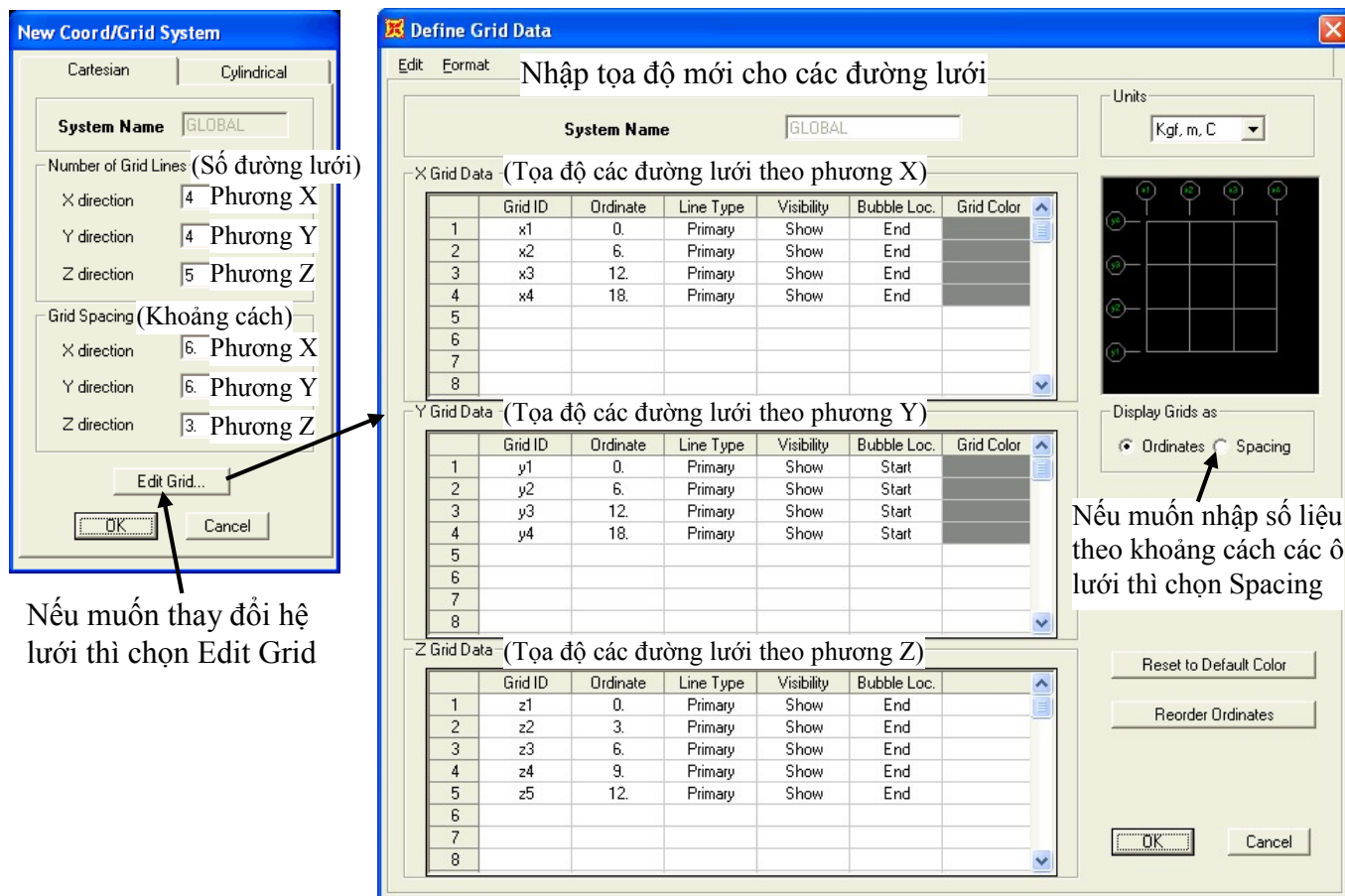
2. Tạo mô hình mới : File → New Model



Blank : chỉ tạo bài toán mới. Không tạo hệ lưới và đối tượng.



Grid Only (Hệ lưới) :





c. **Beam (Dầm liên tục):**

Beam

Beam Dimensions

Number of Spans (Số nhịp) Span Length (chiều dài nhịp)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin

Nếu muốn nhập kích thước cho dầm không đều nhịp thì chỉ cần nhập **số nhịp dầm** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints



d. **2D Trusses (Dàn phẳng):**

Có 3 dạng: Hệ dàn hình thang (Sloped Truss); Hệ dàn hình chữ nhật (Vertical Truss); Hệ dàn mái (Pratt Truss).

2D Trusses **Hệ dàn hình thang (Sloped Truss)**

2D Truss Type:

Sloped Truss Dimensions

Number of Divisions (Số đốt dàn) Division Length (Chiều dài 1 đốt)

Height (chiều cao dàn)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin

Nếu muốn nhập kích thước cho dàn không đều nhịp thì chỉ cần nhập **số đốt dàn** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints

2D Trusses **Hệ dàn hình chữ nhật (Vertical Truss)**

2D Truss Type:

Vertical Truss Dimensions

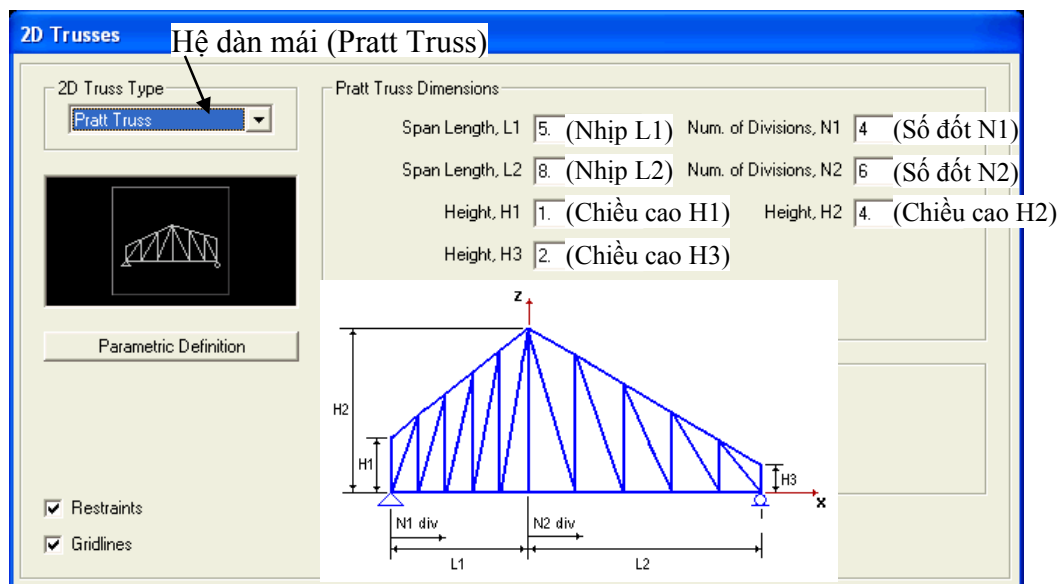
Number of Divisions (Số đốt dàn) Division Length (Chiều dài 1 đốt)

Height (chiều cao dàn)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin

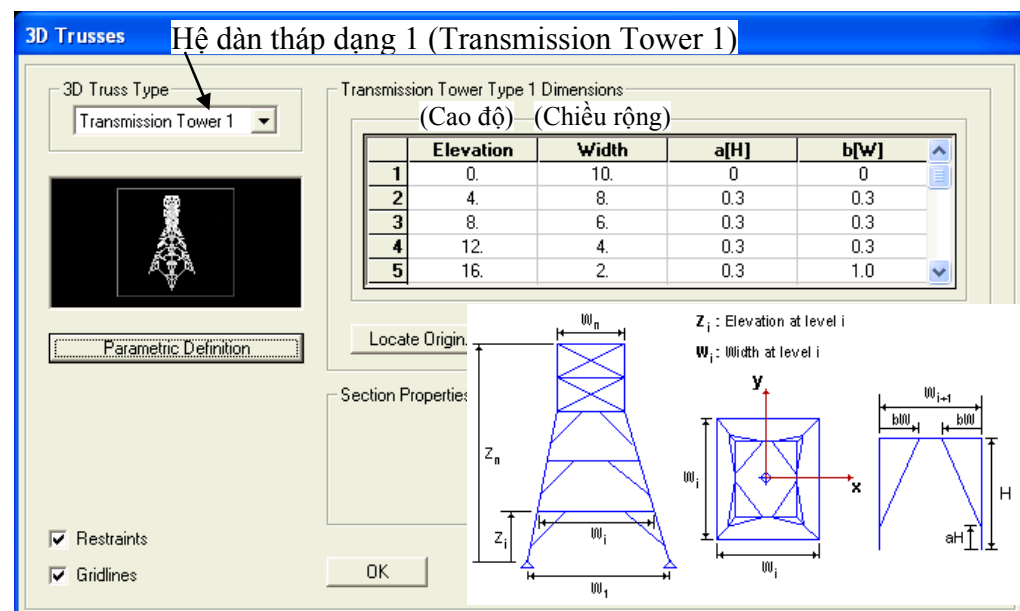
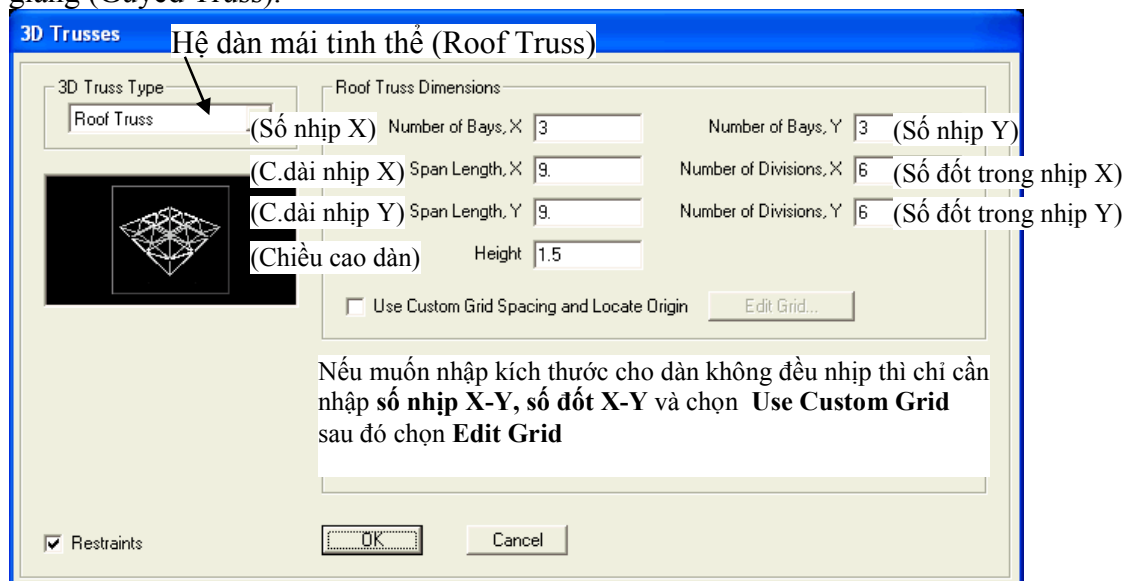
Nếu muốn nhập kích thước cho dàn không đều nhịp thì chỉ cần nhập **số đốt dàn** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints



e. **3D Trusses (Dàn không gian):**

Có 6 dạng: Dàn mái tinh thể (Roof Truss); 4 dạng dàn hình tháp (Transmission Tower 1-4); Dàn có dây giằng (Guyed Truss).



3D Trusses **Hệ dàn tháp dạng 2 (Transmission Tower 2)**

3D Truss Type: **Transmission Tower 2**

Transmission Tower Type 2 Dimensions
(Cao độ) – (Chiều rộng)

	Elevation	Width	a[H]	b[w]
1	0.	10.	0	0
2	5.	8.	0	1.0
3	10.	6.	0	1.0
4	15.	4.	0	1.0
5	20.	2.	0	1.0

Locate Origin.

Section Properties

OK

☒ Restraints
☒ Gridlines

Z_i : Elevation at level i
 w_i : Width at level i

3D Trusses **Hệ dàn tháp dạng 3 (Transmission Tower 3)**

3D Truss Type: **Transmission Tower 3**

Transmission Tower Type 3 Dimensions
(Cao độ) – (Chiều rộng)

	Elevation	Width	a[H]	b[w]
1	0.	4.	0	0
2	5.	4.	0	0.5
3	10.	4.	0	0.5
4	15.	4.	0	0.5
5	20.	4.	0	0.5

Locate Origin.

Section Properties

OK

☒ Restraints
☒ Gridlines

Z_i : Elevation at level i
 w_i : Width at level i

3D Trusses **Hệ dàn tháp dạng 4 (Transmission Tower 4)**

3D Truss Type: **Transmission Tower 4**

Transmission Tower Type 4 Dimensions
(Cao độ) – (Chiều rộng)

	Elevation	Width	a[H]	b[w]
1	0.	4.	0.3	0
2	5.	4.	0.3	0.5
3	10.	4.	0.3	0.5
4	15.	4.	0.3	0.5
5	20.	4.	0.3	0.5

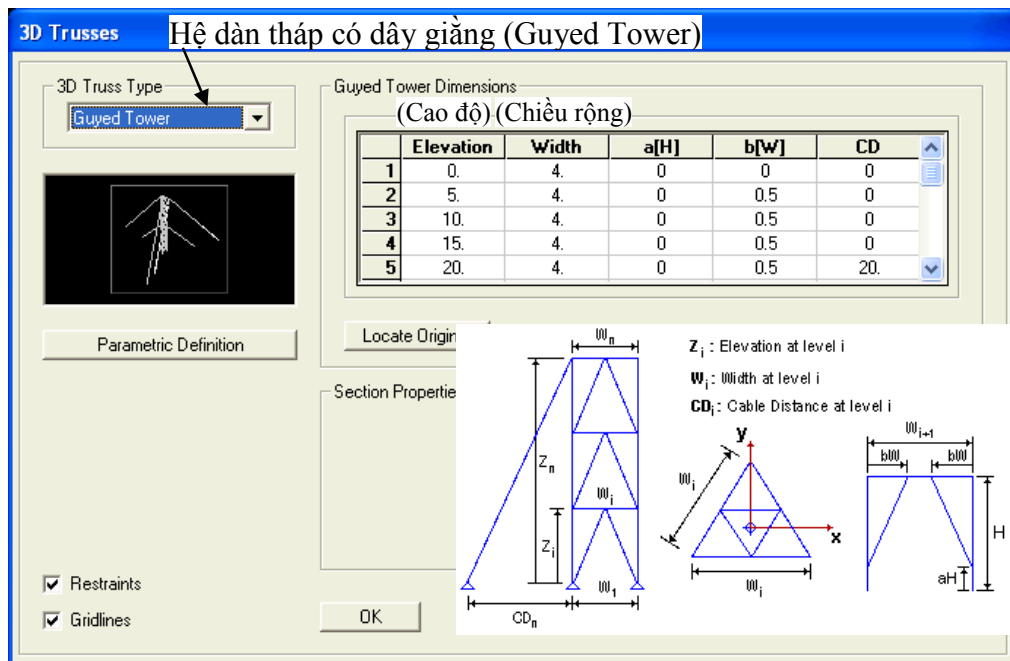
Locate Origin.

Section Properties

OK

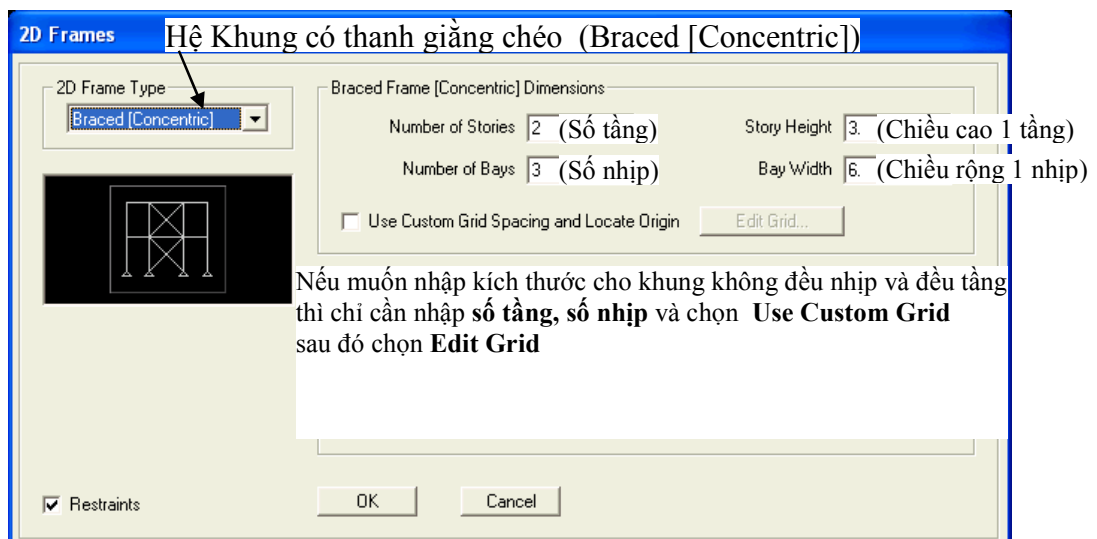
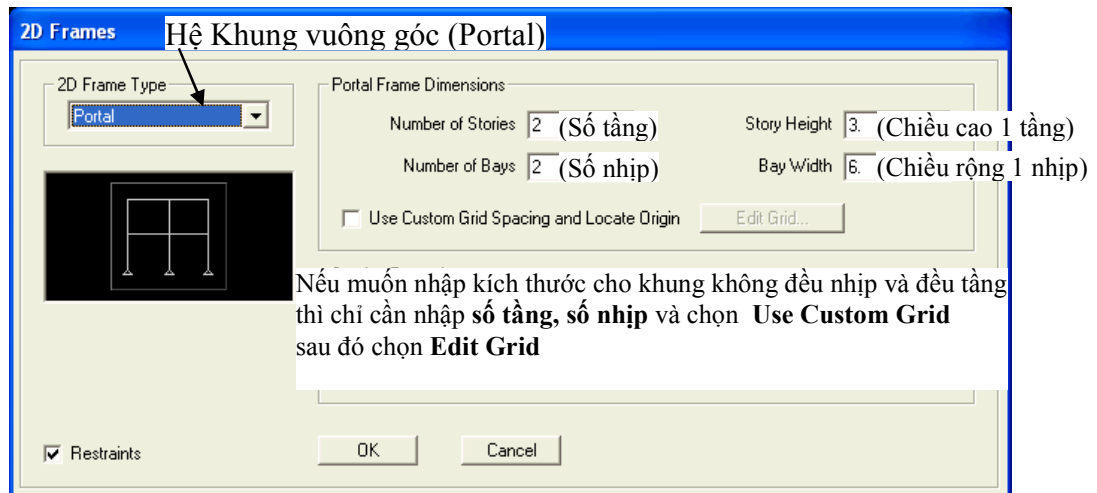
☒ Restraints
☒ Gridlines

Z_i : Elevation at level i
 w_i : Width at level i



f. 2D Frames (Hệ khung phẳng):

Có 3 dạng khung phẳng: Khung vuông góc (Portal); Khung có thanh giằng chéo (Braced [Concentric]); Khung có thanh giằng chống (Braced [Eccentric])



2D Frames **Hệ Khung có thanh giằng chống (Braced [Eccentric])**

2D Frame Type: **Braced [Eccentric]**

Braced Frame [Eccentric] Dimensions

Number of Stories: **2** (Số tầng) Story Height: **3** (Chiều cao 1 tầng)

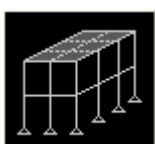
Number of Bays: **3** (Số nhịp) Bay Width: **6** (Chiều rộng 1 nhịp)

Gap Width: **1** (Khoảng hở giữa các thanh giằng)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin **Edit Grid...**

Nếu muốn nhập kích thước cho khung không đều nhịp và đều tầng thì chỉ cần nhập **số tầng**, **số nhịp** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints **OK** **Cancel**



g. 3D Frames (Hệ khung không gian):

Có 4 dạng: Khung không gian (Open Frame Building); Khung không gian chỉ có dầm biên (Perimeter Frame Building); Khung không gian làm việc đồng thời với sàn (Beam-Slab Building); Flat Plate Building (Kết cấu sàn phẳng, sàn nầm).

3D Frames **Hệ Khung không gian (Open Frame Building)**

3D Frame Type: **Open Frame Building**

Open Frame Building Dimensions

Number of Stories: **2** (Số tầng) Story Height: **3** (Chiều cao tầng)

Number of Bays, X: **3** (Số nhịp X) Bay Width, X: **6** (Chiều rộng nhịp X)

Number of Bays, Y: **2** (Số nhịp Y) Bay Width, Y: **6** (Chiều rộng nhịp Y)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin **Edit Grid...**

Nếu muốn nhập kích thước cho khung không đều nhịp và đều tầng thì chỉ cần nhập **số tầng**, **số nhịp** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints **OK** **Cancel**

3D Frames **Hệ Khung chỉ có dầm biên (Perimeter Frame Building)**

3D Frame Type: **Perimeter Frame Building**

Perimeter Frame Building Dimensions

Number of Stories: **10** (Số tầng) Story Height: **3** (Chiều cao tầng)

Number of Bays, X: **5** (Số nhịp X) Bay Width, X: **6** (Chiều rộng nhịp X)

Number of Bays, Y: **3** (Số nhịp Y) Bay Width, Y: **6** (Chiều rộng nhịp Y)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin **Edit Grid...**

Nếu muốn nhập kích thước cho khung không đều nhịp và đều tầng thì chỉ cần nhập **số tầng**, **số nhịp** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints **OK** **Cancel**

3D Frames **Hệ Dầm sàn làm việc đồng thời (Beam-Slab Building)**

3D Frame Type: **Beam-Slab Building**

Beam-Slab Building Dimensions:

Number of Stories: 10 (Số tầng) Story Height: 3. (Chiều cao tầng)

Number of Bays, X: 5 (Số nhịp X) Bay Width, X: 6. (Chiều rộng nhịp X)

Number of Bays, Y: 3 (Số nhịp Y) Bay Width, Y: 6. (Chiều rộng nhịp Y)

Number of Divisions, X: 4 (Số đoạn chia trong 1 nhịp X) Number of Divisions, Y: 4 (Số đoạn chia trong 1 nhịp Y)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin **Edit Grid...**

Nếu muốn nhập kích thước cho khung không đều nhịp và đều tầng thì chỉ cần nhập **số tầng, số nhịp** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints **OK** **Cancel**

3D Frames **Hệ Sàn phẳng không dầm (Flat Plate Building)**

3D Frame Type: **Flat Plate Building**

Flat Plate Building Dimensions:

Number of Stories: 10 (Số tầng) Story Height: 3. (Chiều cao tầng)

Number of Bays, X: 5 (Số nhịp X) Bay Width, X: 6. (Chiều rộng nhịp X)

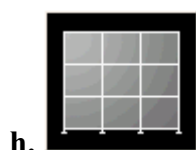
Number of Bays, Y: 3 (Số nhịp Y) Bay Width, Y: 6. (Chiều rộng nhịp Y)

Number of Divisions, X: 4 (Số đoạn chia trong 1 nhịp X) Number of Divisions, Y: 4 (Số đoạn chia trong 1 nhịp Y)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin **Edit Grid...**

Nếu muốn nhập kích thước cho khung không đều nhịp và đều tầng thì chỉ cần nhập **số tầng, số nhịp** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints **OK** **Cancel**



h. **Wall (Tường):**

Shear Wall

Shear Wall Dimensions:

Number of Divisions, X: 6 (Số đoạn chia theo X) Division Width, X: 1. (Chiều dài 1 đoạn X)

Number of Divisions, Z: 6 (Số đoạn chia theo Z) Division Width, Z: 1. (Chiều cao 1 đoạn Z)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin **Edit Grid...**

Nếu muốn chia kích thước cho tường không đều nhau thì chỉ cần nhập **số đoạn chia X-Z** và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints **OK** **Cancel**



i. **Flat Slab (Kết cấu sàn):**

Slab

Slab Dimensions

Number of Divisions, X: 3 (Số đoạn chia theo X) Division Width, X: 8 (Chiều rộng 1 đoạn X)

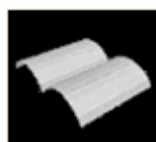
Number of Divisions, Y: 3 (Số đoạn chia theo Y) Division Width, Y: 8 (Chiều rộng 1 đoạn Y)

Middle Strip Width, X: 4 (Chiều rộng dải nhịp X) Middle Strip Width, Y: 4 (Chiều rộng dải nhịp Y)

☐ Use Custom Grid Spacing and Locate Origin [Edit Grid...](#)

Nếu muốn chia kích thước cho sàn không đều nhau thì chỉ cần nhập số đoạn chia X-Y và chọn **Use Custom Grid** sau đó chọn **Edit Grid**

☒ Restraints [OK](#) [Cancel](#)



j. **Shell (Kết cấu vỏ mỏng):**

Có 7 dạng: Trụ tròn xoay (Cylinder); Mái cong (Barrel Shell); Mái cong liên tục nhiều nhịp (Multi-bay Cylindrical Shell); Vỏ Hyperbol-Parabol (Hyperbolic Paraboloid); Vỏ cầu (Partial Sphere); Chòm cầu (Spherical Dome); Paraboloid Dome (Vòm Parabol).

Khi nhập số liệu cần chọn [Parametric Definition](#) để biết ký hiệu các thông số.



k. **Staircases (cầu thang):**

Có 3 dạng: Cầu thang 1 vế, 2 vế và cầu thang xoắn

Staircases **Cầu thang 1 vế**

Staircase Type: Staircase Type 1

Staircase Type 1 Dimensions

Number of Stories: 4 (Số tầng) Story Height, +/-: 3 (Chiều cao tầng)

Left Level Width, -X: 3 (LLW) Stair Projected Length: 6 (SPL)

Right Level Width, +X: 3 (RLW) Opening Btw. Stairs: 1 (OW)

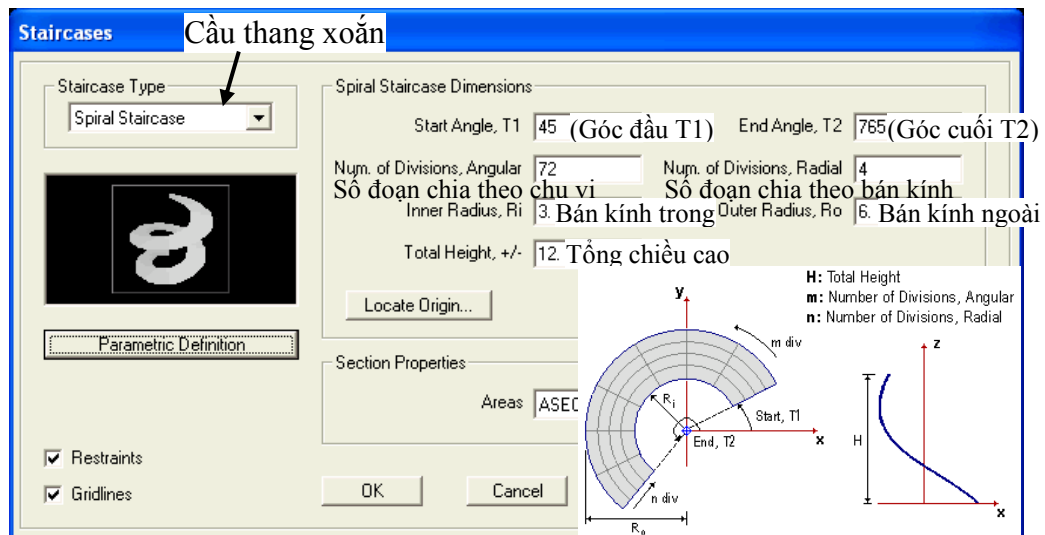
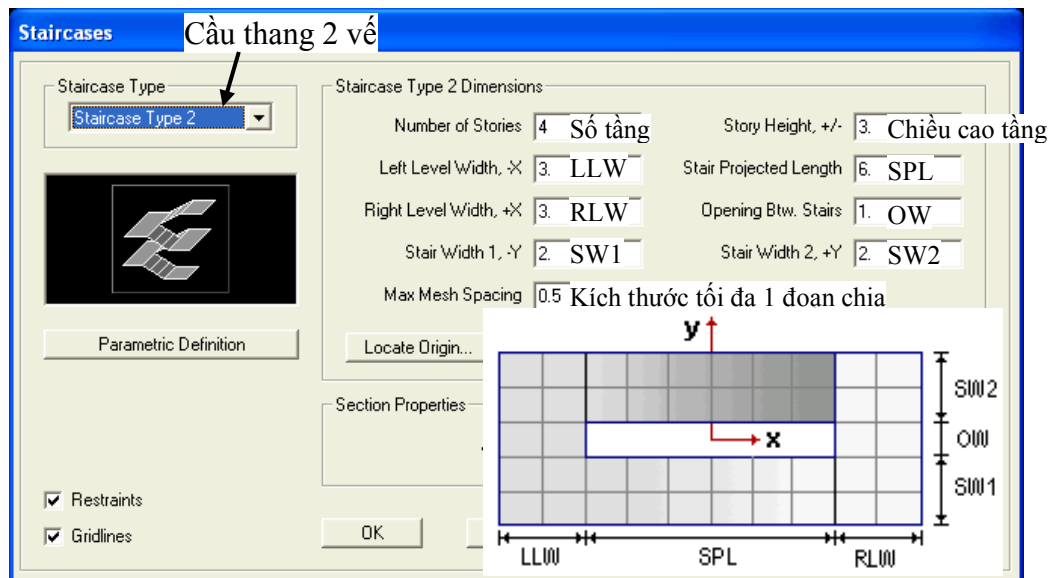
Width 1, -Y: 2 (W1) Stair Width 2, +Y: 2 (SW2)

Max Mesh Spacing: 0.5 (Kích thước tối đa 1 đoạn chia)

[Locate Origin...](#)

Section Properties

☒ Restraints ☒ Gridlines [OK](#) [Cancel](#)



l. Storage Structures (Kết cấu bể chứa, silô).



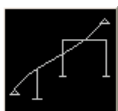
m. Underground Concrete (Kết cấu ngầm).



n. Solid Models (Kết cấu khối).



o. Cable Bridges (Cầu treo).



p. Caltrans-BAG (Gọi chương trình nhập số liệu cầu Bridge Analysis Generator).

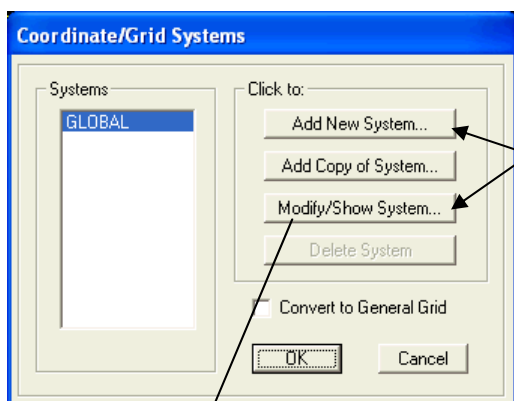


q. **Bridge Wizard** (Hướng dẫn từng bước nhập dữ liệu kết cấu cầu).



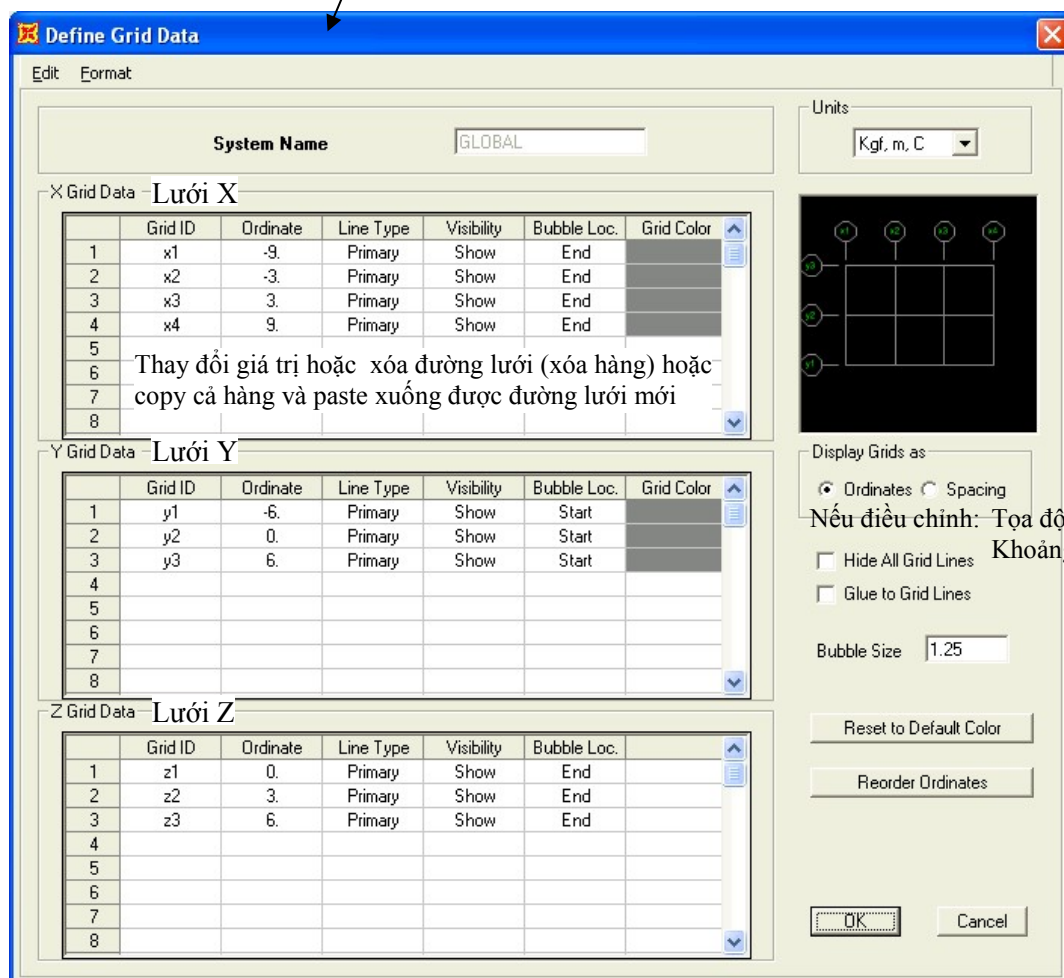
r. **Pipes and Plates** (Gọi chương trình nhập dữ liệu cho kết cấu ống và tấm).

3. Điều chỉnh hệ lưới : Define → Coordinate Systems/Grids ... (hoặc kích đôi vào một đường lưới): mục đích để điều chỉnh hệ lưới hiện tại theo yêu cầu, có thể khai báo thêm các đường lưới mới hoặc xóa các đường lưới không cần thiết.



a. Chọn Modify/Show System để xem hoặc điều chỉnh các hệ lưới của hệ tọa độ chung

b. Chọn Add New System để khai báo thêm hệ tọa độ mới ngoài hệ tọa độ tổng thể



4. Xóa các đối tượng thừa :

Sau khi dùng các mô hình mẫu trong Sap2000, có thể có những phần tử thừa, nên cần xóa bỏ để được mô hình đúng yêu cầu. Để xóa các đối tượng, trước hết phải chọn những đối tượng cần xóa. Việc chọn đối tượng được thực hiện bằng cách kích trực tiếp vào đối tượng, hoặc kéo chuột từ trái sang phải bao quanh những đối tượng cần chọn hoặc kéo chuột từ phải sang trái bao quanh và cắt qua những đối tượng cần chọn. Những đối tượng được chọn sẽ thể hiện trên màn hình bằng đường đứt nét, kích chuột vào đối tượng đang được chọn sẽ hủy chọn đối tượng đó. Lưu ý việc chọn đối tượng là có tính tích lũy.

Chọn những đối tượng cần xóa, bấm phím Del trên bàn phím để xóa các đối tượng được chọn. Không thể xóa độc lập một nút nếu nút đó là nút của một phần tử nào đó còn lại, khi xóa các phần tử thì các nút không còn nối với phần tử nào nữa sẽ bị xóa luôn dù không được chọn.

5. Vẽ thêm các đối tượng : Khi vẽ nên đặt góc nhìn 2D

a. Vẽ điểm Draw → Draw Special Joint

Xem cách vẽ trang 28

Khi vẽ chú ý các chế độ bắt dính (xem trang 30) để định vị điểm vẽ được chính xác.

b. Vẽ thanh bằng 2 điểm Draw → Draw Frame/Cable

Xem cách vẽ trang 29

c. Vẽ nhanh thanh Draw → Quick Draw Frame/Cable

Xem cách vẽ trang 29

d. Vẽ nhanh thanh giằng Draw → Quick Draw Braces

e. Vẽ nhanh dầm phụ Draw → Quick Draw Secondary Beams

f. Vẽ tấm tứ giác hoặc tam giác Draw → Draw Quad Area

Xem cách vẽ trang 29

g. Vẽ nhanh tấm chữ nhật Draw → Draw Quad Area

Xem cách vẽ trang 29

h. Vẽ nhanh tấm nằm trùng với ô lưới Draw → Quick Draw Area

Xem cách vẽ trang 29

i. Vẽ thanh cong Edit → Edit Curved Frame/Cable

Trước tiên phải có thanh thẳng nối giữa hai đầu của thanh cong cần vẽ. Chọn thanh thẳng đó, thực hiện lệnh.

- Khai báo kiểu đường cong (Line Object Type): Thanh cong (Curved Frame) hay Dây treo (Cable)
- Khai báo cách xác định đường cong:
 - + Cung tròn qua 3 điểm: có thể nhập tên điểm thứ 3 (Circular Arc - 3rd Point ID) hoặc nhập tọa độ điểm thứ 3 (Circular Arc - 3rd Point Coords)
 - + Khai báo thêm tọa độ 1 điểm để xác định mặt phẳng, và khai báo bán kính cong (Circular Arc - Planar Point and Radius)
 - + Cung parabol qua 3 điểm: có thể nhập tên điểm thứ 3 (Paraboloic Arc - 3rd Point ID) hoặc nhập tọa độ điểm thứ 3 (Paraboloic Arc - 3rd Point Coords)
- Dạng phần tử sau khi biến đổi: chia nhỏ thành các phần tử thanh thẳng (Break into Multiple Equal Length Objects) hoặc giữ nguyên là 1 phần tử thanh cong (Keep Single Object)

6. Hiệu chỉnh đối tượng :

a. Chỉnh dạng hình học : Draw → Set Reshape Element Mode

Xem trang 28

b. Sao chép, cắt, dán đối tượng : Edit → Copy, Cut, Paste

Chọn các phần tử, thực hiện lệnh Copy, hoặc Cut sẽ đưa các **thông tin hình học** của đối tượng vào bộ nhớ tạm (clipboard) của Windows

Thực hiện lệnh Paste sẽ dán thông tin hình học của đối tượng từ clipboard vào hệ, đồng thời cho phép khai báo khoảng cách dịch chuyển của những đối tượng được paste so với những đối tượng đã copy/cut. Có thể copy thông tin hình học của đối tượng từ Excel rồi dán vào Sap2000.

c. Cắt ngắn/kéo dài thanh : Edit → Trim/Extend Frames

Chọn các thanh cần cắt hoặc kéo dài, chọn nút đầu thanh của thanh bị cắt hoặc kéo về phía cắt hoặc kéo, chọn các thanh làm đường cắt hoặc đường đến, thực hiện lệnh, chọn Trim nếu muốn cắt, Extend nếu muốn kéo dài.

d. Chia nhỏ thanh : Edit → Divide Frames

Chọn các thanh cần chia, thực hiện lệnh chia nhỏ, khai báo số lượng và tỷ lệ chiều dài thanh cuối/thanh đầu, hoặc chia bởi giao điểm của những thanh và nút được chọn.

e. Nối các thanh : Edit → Join Frames

Chọn các thanh cần nối (phải thẳng hàng và liên tục) thực hiện lệnh nối.

f. Chia nhỏ tấm : Edit → Mesh Areas

Chọn các tấm cần chia, thực hiện lệnh chia nhỏ, khai báo số lượng chia theo phương 1 và 2 (hệ tọa độ địa phương), hoặc chia bởi những nút được chọn trên các biên (số lượng nút trên 2 biên đối diện phải bằng nhau), hoặc chia bằng các đường lưới.

g. Căn chỉnh vị trí nút : Edit → Align Points

Chọn các nút cần chỉnh cho thẳng hàng, thực hiện lệnh, chọn tọa độ X, hoặc Y, hoặc Z để các nút đó nhận giá trị tọa độ mới.

h. Tách phần tử tại nút : Edit → Disconnect

Có một số trường hợp, các phần tử có các nút tại cùng một vị trí nhưng không liên kết với nhau (mặc định các phần tử sẽ liên kết cứng với nhau tại các nút chung). Do đó cần thực hiện lệnh này để tách phần tử không còn liên kết với phần hệ còn lại, phần tử sau khi tách sẽ có nút mới trùng với nút chung cũ nhưng không liên kết với nút cũ. Chọn phần tử và nút tại vị trí cần tách, thực hiện lệnh.

i. Nối lại những phần tử đã tách : Edit → Connect

Ngược với lệnh Disconnect, chọn phần tử và nút tại vị trí cần nối lại, thực hiện lệnh.

j. Nhân bản các phần tử : Edit → Replicate

Chọn phần tử cần nhân bản, thực hiện lệnh.

Chọn kiểu phát sinh : theo đường thẳng (Linear), theo đường tròn (Radial) hoặc đối xứng (Mirror).

Dạng đường thẳng : khai báo số gia khoảng cách X, Y, Z; số lượng nhân bản thêm; các đặc tính được nhân bản cùng đối tượng (tải trọng, tiết diện ...).

Dạng đường tròn : khai báo trục xoay song song với trục X hoặc Y hoặc Z hoặc đường thẳng trong không gian; tọa độ trục xoay hoặc tọa độ 2 điểm của trục xoay; số lượng nhân bản thêm; gia số góc; các đặc tính được nhân bản cùng đối tượng.

Dạng đối xứng : khai báo mặt phẳng đối xứng là mặt phẳng song song với trục Z (cần khai báo đoạn thẳng giao tuyến của mặt đối xứng với mặt XY); hoặc song song với trục X (cần khai báo đoạn thẳng giao tuyến của mặt đối xứng với mặt YZ); hoặc song song với trục Y (cần khai báo đoạn thẳng giao tuyến của mặt đối xứng với mặt XZ) hoặc mặt đối xứng là một mặt phẳng trong không gian được xác định bằng tọa độ 3 điểm của mặt đối xứng; đồng thời chọn các đặc tính được nhân bản cùng đối tượng.

Do việc nhân bản có thể sao chép cả các đặc tính của đối tượng như tiết diện, liên kết, tải trọng v.v. nên có thể sau khi gán các đặc tính cho đối tượng xong ta mới thực hiện nhân bản để đơn giản.

k. Thêm một bộ phận của hệ từ kết cấu mẫu trong Sap : Edit → Add to Model From Template

Tương tự như khi tạo mới mô hình bằng các kết cấu mẫu, chỉ khác là kết cấu mẫu được đưa thêm vào trong hệ hiện tại.

7. Gán, sửa liên kết cho nút : Assign → Joint → Restraints hoặc Springs

Chọn các nút cần gán/sửa liên kết, thực hiện lệnh.

Liên kết cứng (Restraint) : khai báo phương liên kết : chuyển vị thẳng (translation) 123, chuyển vị xoay (rotation) 123.

Nếu gộp cần khai báo lại hệ tọa độ địa phương của nút : Chọn nút, Assign → Joint → Local Axes: khai báo các góc xoay Z, Y', X" (Xem thêm mục 2 trang 15)

Liên kết đàn hồi (Spring) : khai báo độ cứng của liên kết theo các phương chuyển vị thẳng (translation) 123 hoặc XYZ, chuyển vị xoay (rotation) 123 hoặc XYZ. Đơn vị độ cứng là Lực/chiều dài nếu là độ cứng chuyển vị thẳng; Moment/radian nếu là độ cứng chuyển vị xoay.

8. Gán, sửa liên kết cho thanh :

Chọn các thanh cần gán/sửa liên kết, thực hiện lệnh.

Liên kết đàn hồi  (tương tự dầm trên nền đàn hồi) : Assign → Frame/Cable → Line Springs, khai báo phương của gối đàn hồi (theo hệ tọa độ địa phương 123 của thanh), khai báo độ cứng của liên kết (đơn vị Lực/chiều dài²)

Giải phóng liên kết tại đầu thanh  (liên kết giữa thanh và nút) : Assign → Frame/Cable → Releases/Partial Fixity, chọn đầu thanh và nội lực cần giải phóng (tương ứng với liên kết được giải phóng), khai báo độ cứng đàn hồi của liên kết thanh với nút (= 0 nếu giải phóng hoàn toàn).

9. Gán, sửa liên kết cho tấm : Assign → Area → Area Springs (tương tự tấm trên nền đàn hồi)

Chọn các tấm cần gán/sửa liên kết, thực hiện lệnh. Khai báo mặt tiếp xúc với nền đàn hồi (*ký hiệu các mặt xem hình trang 11, thường liên kết đàn hồi tiếp xúc tấm tại mặt 5 là mặt dưới của tấm*), phương đàn hồi (trục 3 nếu tấm tiếp xúc với nền theo phương vuông góc với mặt phẳng tấm), độ cứng của nền (đơn vị Lực/chiều dài³)

10. Thiết lập cách xem sơ đồ hệ

-  : xem hệ dưới dạng 3D, dùng các phím mũi tên trên bàn phím để xoay hình
-    : xem hệ dưới dạng 2D theo các mặt phẳng XY, XZ, YZ. Dùng các biểu tượng   để di chuyển mặt phẳng nhìn đến các mức lưới khác nhau.
-  (Object Shrink Toogle) : xem hệ dưới dạng các phần tử co ngắn/không co ngắn. (Xem thêm trang 23)
-  (Set Display Option) : thiết đặt các tùy chọn hiển thị sơ đồ. (Xem thêm trang 24)
 - + Label : thể hiện tên đối tượng trên sơ đồ.
 - + Restraints : thể hiện các liên kết gối.
 - + Spring : thể hiện các liên kết đàn hồi.
 - + Local Axes : thể hiện trục tọa độ địa phương của đối tượng trên sơ đồ (trục 1 : đỏ; trục 2 : trắng; trục 3 : xanh).
 - + Invisible : không trông thấy, nhưng có thể chọn được.
 - + Not in view : ẩn, không thể hiện trên sơ đồ, không thể chọn được.
 - + Sections : thể hiện tên tiết diện trên sơ đồ hệ.

+ Releases : thể hiện ký hiệu giải phóng liên kết đầu thanh trên sơ đồ.



- : Rubber Band Zoom : dùng chuột phóng to một vùng trên sơ đồ



- : Restore Full View : khôi phục trở lại trạng thái xem toàn bộ hệ.



- : Restore Previous Zoom : khôi phục trở lại trạng thái zoom ngay trước đó.



- : Zoom in, Zoom out : Phóng to, thu nhỏ sơ đồ hệ theo từng cấp. Mỗi cấp được khai báo trong Options → Preferences → Dimensions/Tolerances → Auto Zoom Step.

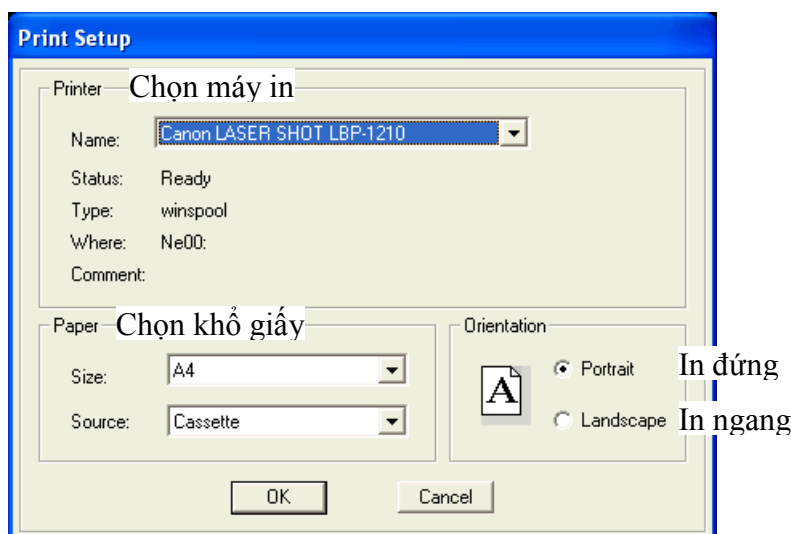


- : Pan : dùng chuột di chuyển khung nhìn để xem các vị trí khác của hệ.

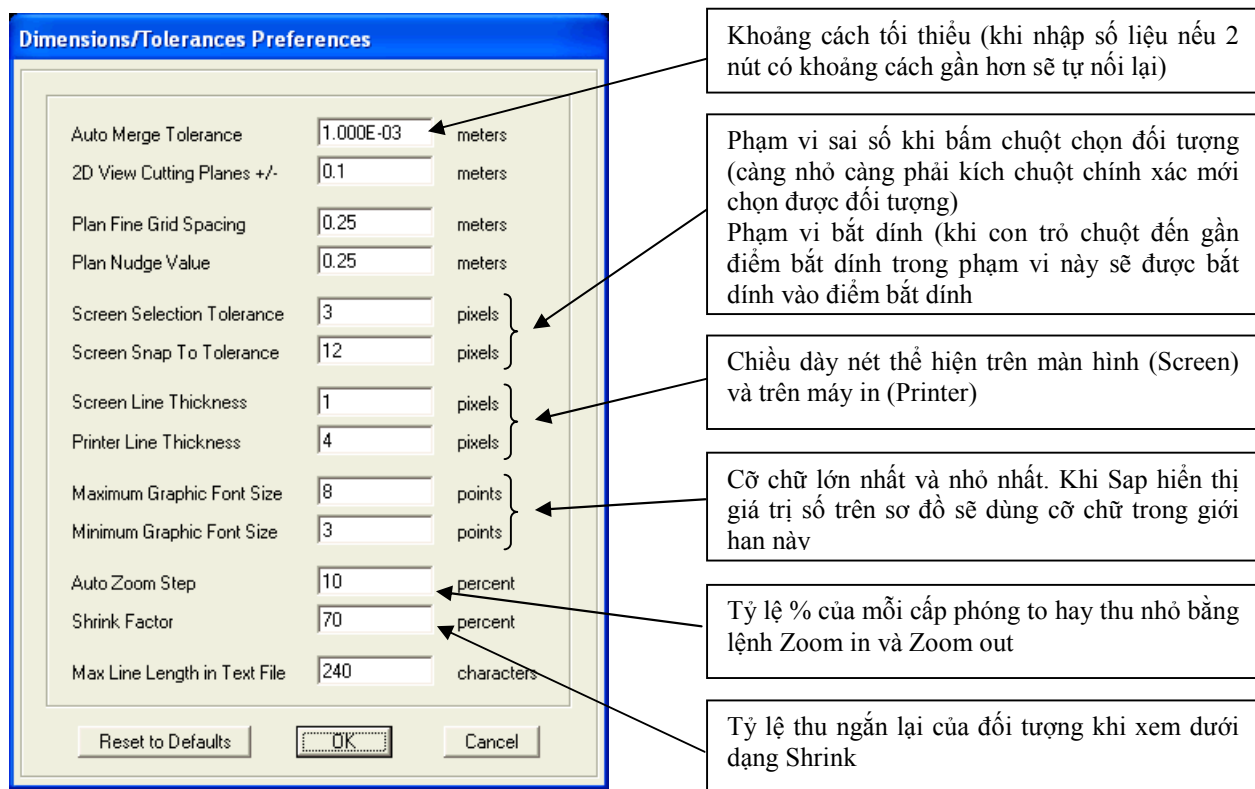
II. Khai báo các thuộc tính của hệ : mục đích khai báo, định nghĩa các thuộc tính của hệ về vật liệu, tiết diện, tổ hợp ... , một số đặc trưng dùng để gán tính chất cho các đối tượng.

1. Khai báo các thông số làm việc

a. Chọn máy in và định dạng trang in: **File → Print Setup for Graphics**



b. Thiết lập các thông số về kích thước, nét ... : **Options → Preferences → Dimensions/Tolerances**



c. Chọn tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép : **Options → Preferences → Steel Frame Design**

d. Chọn tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép : **Options → Preferences → Concrete Frame Design**

e. Thiết lập cách thể hiện màu trên màn hình và trên máy in : **Options → Color → Display** (màu thể hiện của đối tượng) hoặc **Output** (màu thể hiện của biểu đồ)

2. Chọn đối tượng cần thay đổi màu và đặt lại màu mới.

1a. Chọn thiết bị
- Màn hình
- Máy in đen trắng
- Máy in màu

1b. Chọn Use Color Printer nếu máy in sử dụng là máy in màu, nếu dùng máy in đen trắng thì bỏ chọn

Chọn Reset Defaults nếu muốn dùng màu mặc định của Sap

2. Chọn đối tượng cần thay đổi màu và đặt lại màu mới.

1a. Chọn thiết bị
- Màn hình
- Máy in đen trắng
- Máy in màu

1b. Chọn Use Color Printer nếu máy in sử dụng là máy in màu, nếu dùng máy in đen trắng thì bỏ chọn

Chọn Reset Defaults nếu muốn dùng màu mặc định của Sap

Các sơ đồ và biểu đồ nội lực nên được in với máy in màu, trường hợp in bằng máy in đen trắng cần thực hiện các bước sau để nét vẽ được đậm:

- Trong phần Display: Chọn thiết bị là Printer, bỏ chọn Uses Color Printer, chọn các đối tượng Points (Điểm), Frames - Cables - Tendons (Thanh), Spring/NLLinks - Restraints - Releases (Liên kết), Text (Chữ) chuyển sang màu đen.

- Trong phần Output: Chọn thiết bị là Printer, bỏ chọn Uses Color Printer, chọn mục Positive và mục Negative chuyển sang màu đen.

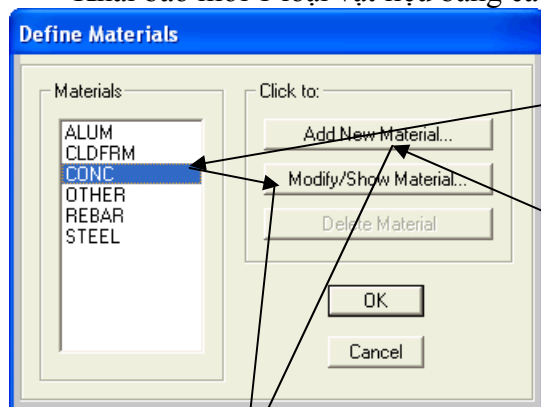
Nếu dùng lệnh bắt hình để chèn sang Word hoặc các chương trình khác (Lệnh Ctrl-Shift-U), để hình được đậm cũng làm như trên nhưng chọn thiết bị là Screen.

2. Đặc trưng vật liệu Define → Materials

Sap2000 có sẵn 6 loại vật liệu : nhôm (ALUM), thép hình dẹt nguội (CLDFRM), bê tông (CONC), bất kỳ (OTHER), cốt thép (REBAR) và thép (STEEL).

Có 2 cách để khai báo vật liệu trong Sap:

- Dùng loại vật liệu có sẵn rồi hiệu chỉnh các thông số đặc trưng (thường dùng).
- Khai báo mới 1 loại vật liệu bằng cách nhập tất cả các thông số đặc trưng.



1. Chọn loại vật liệu tương ứng và chọn Modify/Show Material để hiệu chỉnh các thông số đặc trưng

2. Chọn Add New Material để khai báo thêm loại vật liệu mới.

Khối lượng riêng ρ

Trọng lượng riêng w

Modun đàn hồi E

Hệ số Poisson μ

Hệ số giãn nở nhiệt α

Modun đ.h trượt G

Thông số phân tích

Thông số thiết kế

C. độ chịu nén BT f_c

C. độ chịu kéo CT f_y

C. độ chịu cắt CT f_{ys}

+ Mass per unit Volume : Khối lượng riêng, dùng xác định khối lượng bản thân của kết cấu để tính toán tần số dao động riêng của hệ, giá trị = trọng lượng riêng / gia tốc trọng trường (g).

+ Weight per unit Volume : Trọng lượng riêng, dùng xác định trọng lượng của kết cấu để tính lực tác dụng do trọng lượng bản thân các cấu kiện.

+ Modulus of Elasticity : Module đàn hồi của vật liệu (E)

Bê tông M.200# có $E = 2,4 \cdot 10^9$ (kg/m²)

Bê tông M.250# có $E = 2,65 \cdot 10^9$ (kg/m²)

Bê tông M.300# có $E = 2,9 \cdot 10^9$ (kg/m²)

+ Poisson's Ratio : Hệ số Poisson, hệ số nở ngang (μ), đối với bê tông thường lấy = 0,2

+ Coeff of Thermal Expansion : Hệ số giãn nở nhiệt (α), đối với bê tông thường lấy = 10^{-5} .

+ Shear Modulus : Module đàn hồi trượt (G), được tính từ $G = E/2(1+\mu)$.

+ f'_c : cường độ chịu nén của bê tông. Nếu dùng Sap để tính cốt thép theo tiêu chuẩn Việt nam (kết quả chỉ để tham khảo)

- Nếu tính theo tiêu chuẩn ACI 318 - 99 thì lấy bằng $R_n/0,85$.

- Nếu tính theo tiêu chuẩn CSA - A 23.3 - 94 thì lấy theo bảng sau :

Mác Bê tông	150	200	250	300	350	400	500	600
$R_n (kg/cm^2)$	65	90	110	130	155	170	215	250
$f_c (kg/cm^2)$	130.39	182.22	224.40	267.26	321.85	355.16	457.85	540.81

+ f_y : cường độ chịu kéo của cốt thép. Nếu dùng Sap để tính cốt thép theo tiêu chuẩn Việt nam (kết quả chỉ để tham khảo)

- Nếu tính theo tiêu chuẩn ACI 318 - 99 thì lấy bằng R_a .

- Nếu tính theo tiêu chuẩn CSA - A 23.3 - 94 thì lấy theo bảng sau :

Loại thép	AI	AII	AIII	CI	CII	CIII
$R_a (kg/cm^2)$	2100	2700	3600	2000	2600	3400
$f_y (kg/cm^2)$	2470.59	3176.47	4235.29	2352.94	3058.82	4000.00

+ f_{ys} : cường độ chịu cắt của cốt thép. Nếu dùng Sap để tính cốt thép theo tiêu chuẩn Việt nam (kết quả chỉ để tham khảo) lấy bằng $R_{a\delta}$.

3. Đặc trưng tiết diện thanh Define → Frame/Cable Sections

1. Thêm loại tiết diện mới bằng cách chọn dạng tiết diện và khai báo kích thước.

2. Chọn hình dạng tiết diện cần thêm

3. Chọn Add New Property để thêm 1 loại tiết diện mới (có hình dạng đã chọn ở trên)

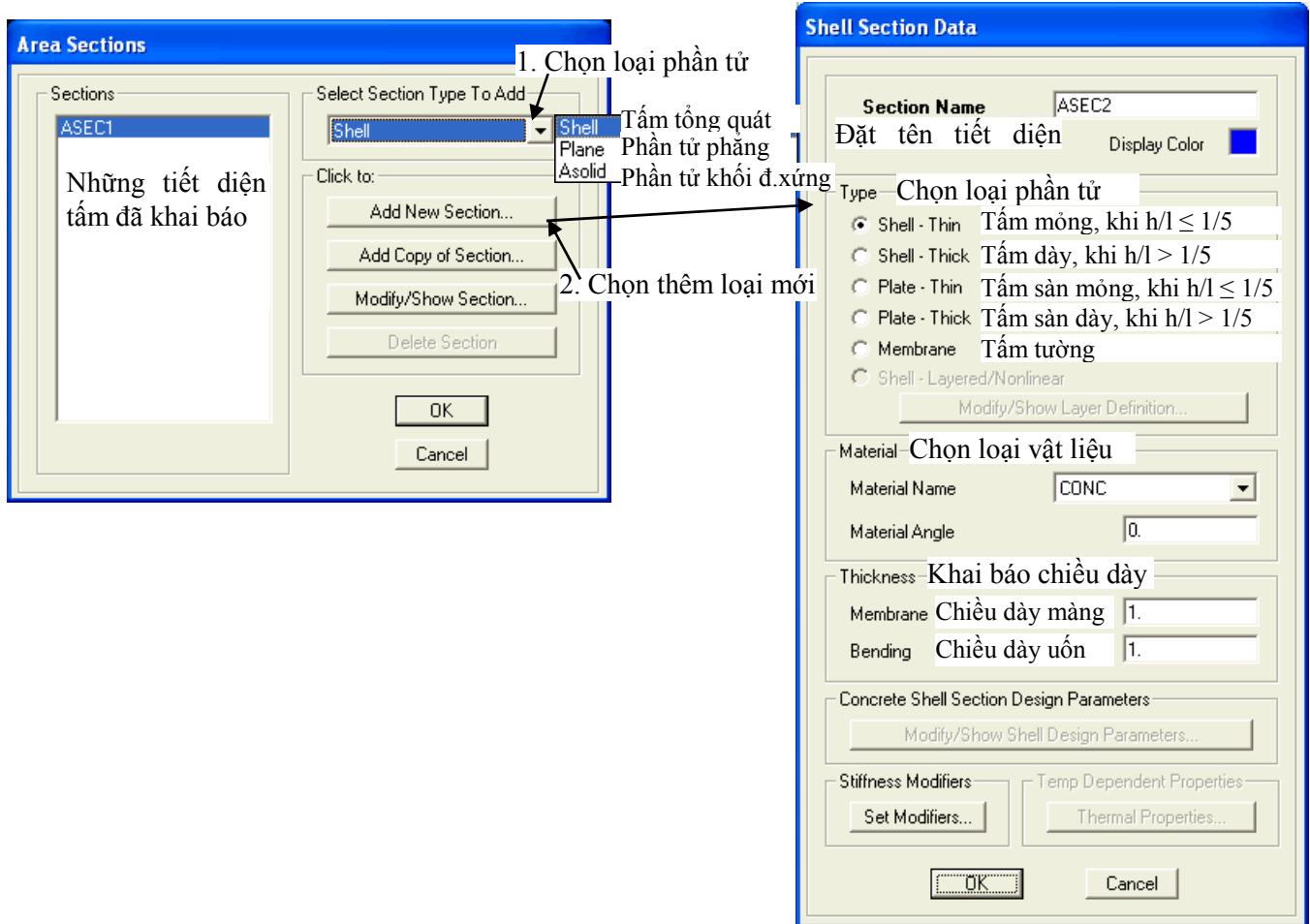
Những loại tiết diện đã được khai báo

Tùy hình dạng tiết diện (xem thêm trang 7) mà ta cần nhập kích thước khác nhau: ví dụ tiết diện hình chữ nhật cần nhập chiều cao và chiều rộng, hình tròn cần nhập đường kính ...

Nguyên tắc chung của các ký hiệu kích thước:

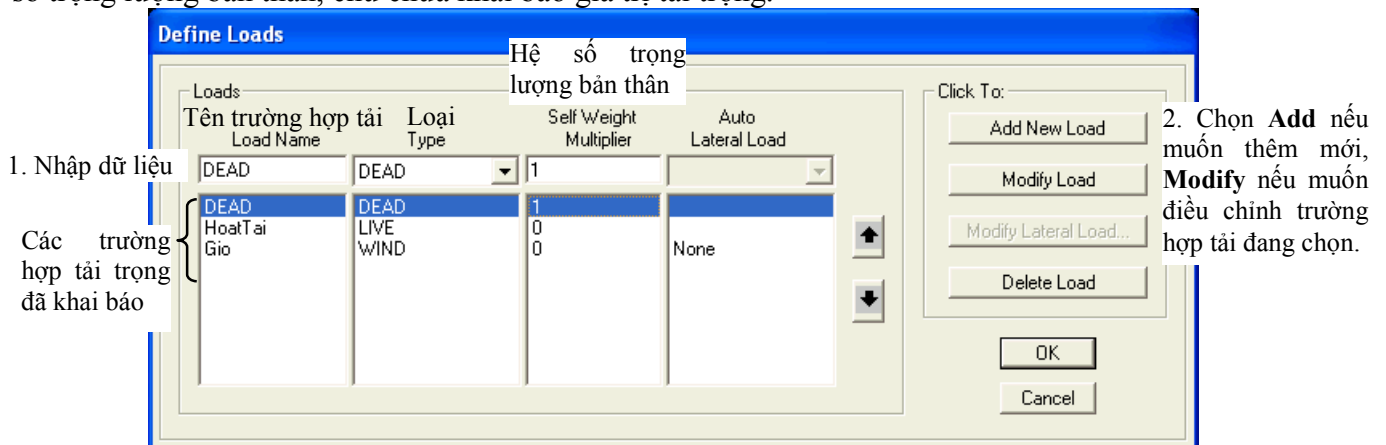
- t_3 : tổng chiều cao của tiết diện.
- t_2 : tổng chiều rộng của tiết diện.
- Ký hiệu f là cánh (flange) $\Rightarrow t_f$ là chiều dày bản cánh
- Ký hiệu w là sườn (web) $\Rightarrow t_w$ là chiều dày sườn
- Ký hiệu b là cạnh dưới (bottom) $\Rightarrow t_{2b}$ là chiều rộng cạnh dưới tiết diện.
- Ký hiệu t là cạnh trên (top) $\Rightarrow t_{2t}$ là chiều rộng cạnh trên tiết diện.

4. Đặc trưng tiết diện tấm Define → Area Sections



5. Khai báo các trường hợp tải trọng Define → Load Cases

Bước này chỉ khai báo trước tên của các trường hợp tải trọng có trong bài toán phân tích và hệ số trọng lượng bản thân, chứ chưa khai báo giá trị tải trọng.



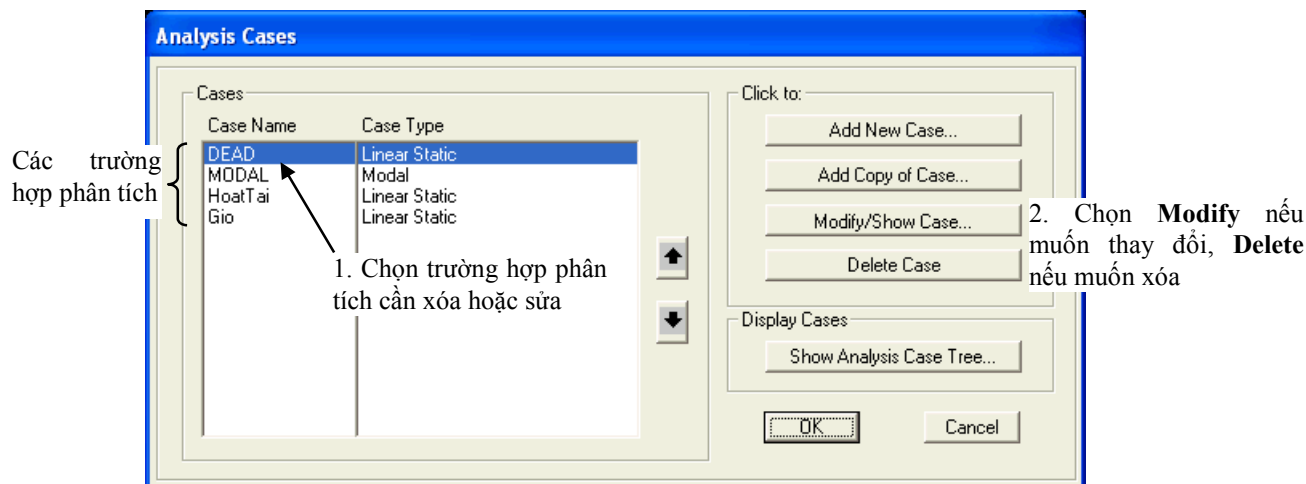
Mỗi một trường hợp có một hệ số trọng lượng bản thân, dùng để khai báo tải trọng thêm vào các phần tử do trọng lượng bản thân.

+ Phần tử thanh: tải trọng phân bố đều tác dụng thêm vào do trọng lượng bản thân = hệ số trọng lượng bản thân * trọng lượng riêng vật liệu w (đã khai báo trong đặc trưng vật liệu) * diện tích tiết diện (tính từ kích thước tiết diện đã khai báo trong đặc trưng tiết diện thanh)

+ Phần tử tấm: tải trọng phân bố đều tác dụng thêm vào do trọng lượng bản thân = hệ số trọng lượng bản thân * trọng lượng riêng vật liệu w (đã khai báo trong đặc trưng vật liệu) * chiều dày tiết diện (đã khai báo trong đặc trưng tiết diện tấm)

Tải trọng này có chiều hướng xuống và tác dụng vào tất cả các đối tượng trong hệ với cùng một hệ số trọng lượng bản thân, nếu muốn khai báo tải trọng do trọng lượng bản thân chỉ tác dụng vào một số phần tử trong mô hình hoặc khai báo hệ số trọng lượng bản thân của mỗi đối tượng mỗi khác thì phải dùng tải trọng dạng gravity (sẽ đề cập trong phần đặt tải trọng vào hệ)

6. Khai báo các trường hợp phân tích Define → Analysis Cases



Tương ứng mỗi trường hợp tải trọng có một trường hợp phân tích, trường hợp phân tích dùng để khai báo loại phân tích với trường hợp tải trọng là phân tích tĩnh, phân tích động, phân tích tuyến tính, phân tích phi tuyến ...Mặc định, Sap2000 tự thêm một trường hợp phân tích động MODAL. Nếu bài toán không cần phân tích động thì có thể xóa trường hợp phân tích MODAL để khi chạy chương trình tính sẽ nhanh hơn.

7. Khai báo các tổ hợp tải trọng Define → Combinations

Khai báo thêm hoặc chỉnh sửa các tổ hợp đã có.



Trong Sap2000 có 4 loại tổ hợp :

- * Loại ADD : Cộng tác dụng.
- * Loại ENVE : Lấy giá trị bao.
- * Loại ABS : Cộng giá trị tuyệt đối.
- * Loại SRSS : Lấy căn bậc 2 của tổng các bình phương.

Ví dụ :

Có 5 trường hợp tải trọng : TT1; TT2; TT3; TT4; TT5.

- Giá trị moment tại K : M_K do TT1 là : 3,5
- Giá trị moment tại K : M_K do TT2 là : -4,0
- Giá trị moment tại K : M_K do TT3 là : 5,0
- Giá trị moment tại K : M_K do TT4 là : 4,5
- Giá trị moment tại K : M_K do TT5 là : -3,0

Nếu khai báo tổ hợp 1 là kiểu ENVE của 3 thành phần TT1; 0,9*TT2; 0,9*TT3:

Có thể viết: $TH1 = ENVE (TT1; 0.9*TT2; 0.9*TT3)$
 $\Rightarrow M_K = ENVE (3.5; 0.9*-4.0; 0.9*5.0)$
 ta sẽ được M_K min của $TH1 = -3.6$ và M_K max của $TH1 = 4.5$
 Nếu khai báo tổ hợp 2 là tổ hợp kiểu ADD của 3 thành phần $TT4; TT5; TH1$:
 $TH2 = ADD (TT4; TT5; TH1)$
 $\Rightarrow M_K = ADD (4.5; -3.0; -3.6 \div 4.5)$
 ta sẽ được M_K min của $TH2 = -2.1$ và M_K max của $TH2 = 6.0$

Response Combination Data Khai báo các thành phần và kiểu tổ hợp

1. Đặt tên tổ hợp

2. Chọn kiểu tổ hợp

3. Nhập dữ liệu của từng thành phần trong tổ hợp

Các thành phần trong tổ hợp

Thành phần đang chọn

4. Chọn Add nếu muốn thêm thành phần mới, Modify hoặc Delete nếu muốn điều chỉnh hoặc Xóa thành phần đang chọn.

8. Khai báo các mặt cắt để tính hợp lực (Sum Forces Group)

a. Khai báo nhóm : Define → Group

Bước này chỉ khai báo tên và mục đích sử dụng của các nhóm đối tượng, chưa khai báo đối tượng trong nhóm.

Define Groups

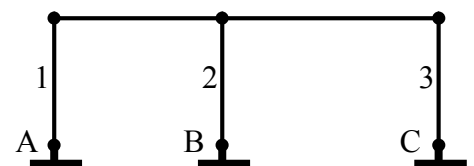
1. Chọn Add nếu muốn thêm nhóm mới, Modify hoặc Delete nếu muốn điều chỉnh hoặc Xóa nhóm đang chọn.

b. Khai báo đối tượng thành phần trong nhóm : Assign → Assign to Group

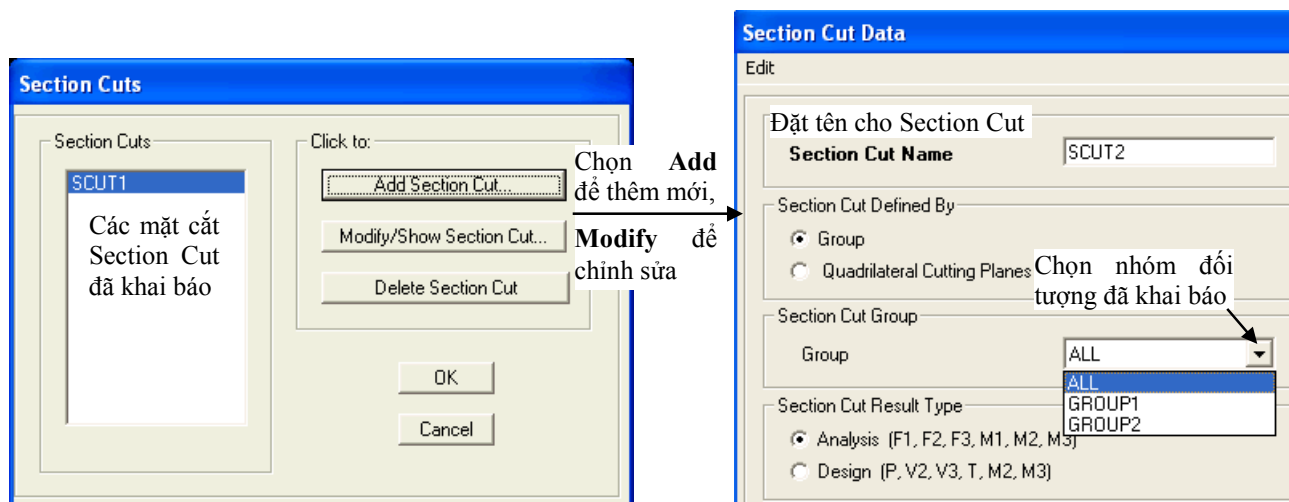
Dùng để khai báo các đối tượng có trong nhóm, ở đây là các đối tượng và điểm dùng để tính hợp lực của lực nút.

Chọn các phần tử và các đầu phần tử, thực hiện lệnh.

Ví dụ: muốn tính hợp lực của phản lực tại 3 gối tựa A, B, C ta phải chọn 3 thanh 1, 2, 3 và 3 điểm nút của 3 thanh là A, B, C (máy hiểu là ta cần tính hợp lực của các lực nút A của phần tử 1, lực nút B của phần tử 2, lực nút C của phần tử 3)



c. Khai báo mặt cắt Section cut : Define → Section Cuts

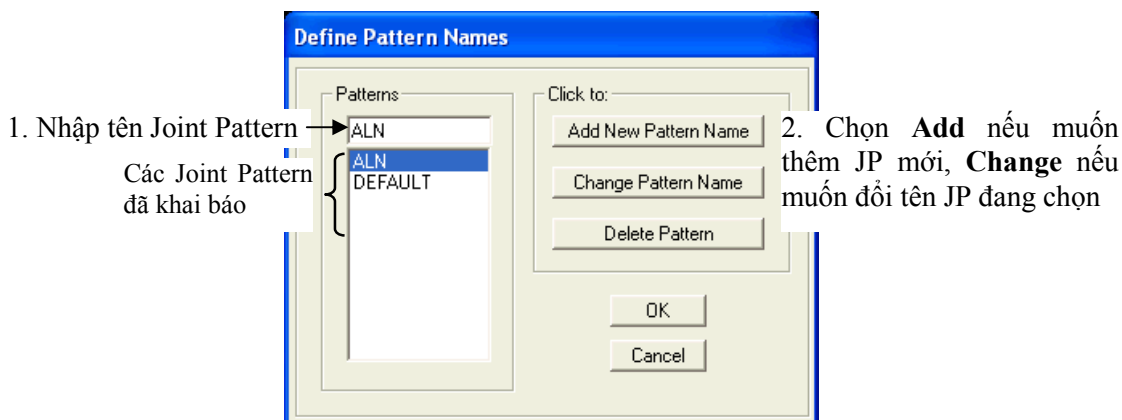


9. Khai báo các mẫu giá trị nút (Joint Pattern)

a. Khai báo tên các Joint Pattern : Define → Joint Patterns

JP là một hàm số bậc nhất theo tọa độ các nút (giá trị hàm số được tính theo tọa độ nhóm nút trong JP đó), dùng để khai báo tải trọng gán cho các đối tượng trong hệ mà giá trị của tải trọng đó là một hàm số biến thiên tuyến tính theo vị trí các đối tượng (ví dụ : áp lực thủy tĩnh là một hàm số tuyến tính theo chiều cao - tọa độ Z của đối tượng)

Bước này chỉ mới khai báo có bao nhiêu JP, và tên của các JP đó, chưa khai báo các hệ số của hàm số.



b. Gán JP cho các nút, và khai báo các hệ số của JP : Assign → Joint Patterns

Chọn các nút cần gán JP, thực hiện lệnh.

Giá trị của JP là : $V = A.x + B.y + C.z + D$

Trong đó : A, B, C, D là các hệ số do người sử dụng nhập vào
x, y, z là tọa độ của nút.

Các tùy chọn của JP :

- Sử dụng mọi giá trị (nếu $JP > 0$ hoặc < 0 thì giá trị đó đều gán cho nút)
- Sử dụng chỉ giá trị dương (nếu $JP < 0$ thì giá trị gán cho nút = 0)
- Sử dụng chỉ giá trị âm (nếu $JP > 0$ thì giá trị gán cho nút = 0)

Pattern Data

1. Chọn JP để gán cho nhóm nút

Pattern Name: ALN

Pattern Assignment Type

☒ X, Y, Z Multipliers (Pattern Value = Ax + By + Cz + D)

☐ Z Coordinate at Zero Pressure and Weight Per Unit Volume

Pattern Value = Ax + By + Cz + D

Constant A: 0.

Constant B: 0.

Constant C: 0.

Constant D: 0.

2. Khai báo các giá trị của hàm số

3. Hạn chế các giá trị

Restrictions

☒ Use all values

☐ Zero Negative values

☐ Zero Positive values

Options

☒ Add to existing values

☐ Replace existing values

☐ Delete existing values

OK Cancel

Sử dụng mọi giá trị
Nếu giá trị âm thì lấy bằng 0
Nếu giá trị dương thì lấy bằng 0

Sau bước này các nút đã có một giá trị JP tương ứng với tọa độ xyz của nút đó. Các giá trị này sau này có thể được sử dụng để gán tải trọng, sự thay đổi nhiệt độ cho các phần tử có điểm nút là các nút có trong JP.

10. Khai báo cách xác định khối lượng trong mô hình Define → Mass source

Lưu ý rằng khối lượng dùng cho mục đích tính dao động của mô hình, còn trọng lượng và tải trọng là lực tác dụng vào mô hình nên 2 khái niệm này là khác nhau, và mục đích sử dụng cũng khác nhau. Tuy nhiên có thể tính được khối lượng từ trọng lượng và lực. Do đó Sap2000 kể từ V8 đã cung cấp một tùy chọn để xác định khối lượng của mô hình:

Define Mass Source

Mass Definition

☐ From Element and Additional Masses

☒ From Loads

☐ From Element and Additional Masses and Loads

Define Mass Multiplier for Loads

Load	Multiplier
HoạtTai	0.5
DEAD	1
HoạtTai	0.5

Add Modify Delete

OK Cancel

a. Từ khối lượng của bản thân các phần tử và các khối lượng đặt thêm vào hệ.

b. Từ tải trọng tác dụng của các trường hợp tải (chia gia tốc trọng trường). Các trường hợp tải có thể cộng với nhau sau khi nhân hệ số tỷ lệ. (Nên dùng cách này)

Ví dụ : theo TCVN khi tính tần số dao động riêng để tính thành phần động của tải trọng gió: cần lấy khối lượng hệ = khối lượng tương ứng với trường hợp tĩnh tải + 50% khối lượng tương ứng của trường hợp hoạt tải đứng tác dụng

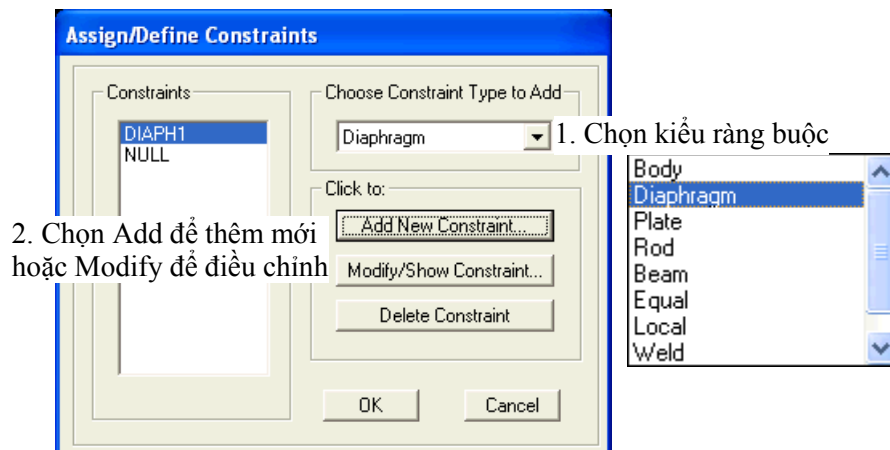
c. Từ khối lượng đặt thêm vào hệ và từ tải trọng (không xét khối lượng bản thân các phần tử).

III. Gán các đặc trưng và tải trọng cho hệ, chạy chương trình phân tích:

mục đích khai báo các tính chất của các đối tượng và tải trọng tác dụng vào hệ. Trước khi thực hiện lệnh cần phải chọn đối tượng. Sau khi hoàn thành mô hình tiến hành phân tích kết cấu để xác định chuyển vị, phản lực, nội lực, dao động ...

1. Gán đặc tính cho nút. (Cần chọn nút trước khi thực hiện lệnh)

a. Ràng buộc (constraint): Assign → Joint → Constraints



Nên chọn phương ràng buộc là Auto. Ý nghĩa các dạng ràng buộc xem trang 17.

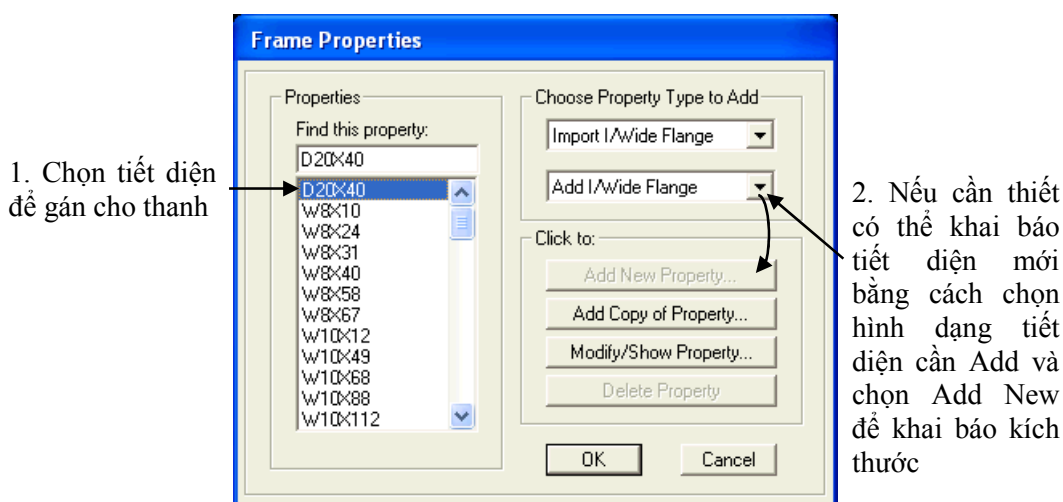
b. Khối lượng gán thêm vào nút : Assign → Joint → Mass

Khi tính dao động, nếu tại các nút có thêm khối lượng tập trung → cần khai báo giá trị của khối lượng tập trung thêm vào tại nút.

Trong các version từ Sap v8 trở đi, việc khai báo khối lượng cho các nút thường ít được sử dụng vì Sap có khả năng tự tính được khối lượng để đưa về nút bằng cách khai báo Mass source (trang 60)

2. Gán đặc tính cho thanh. (Cần chọn thanh trước khi thực hiện lệnh)

a. Tiết diện : Assign → Frame/Cable → Section



b. Hệ tọa độ địa phương : Assign → Frame/Cable → Local Axes

Nếu hệ tọa độ của thanh khác hệ tọa độ mặc định, cần khai báo góc xoay của hệ tọa độ.

Xem trang 5 để biết cách quy định hệ tọa độ địa phương của thanh.

c. Đảo chiều trục 1 của hệ tọa độ địa phương : Assign → Frame/Cable → Reverse Connectivity

Chọn các tính chất của thanh như tải trọng ... được giữ nguyên theo trục địa phương hay trục tổng thể.

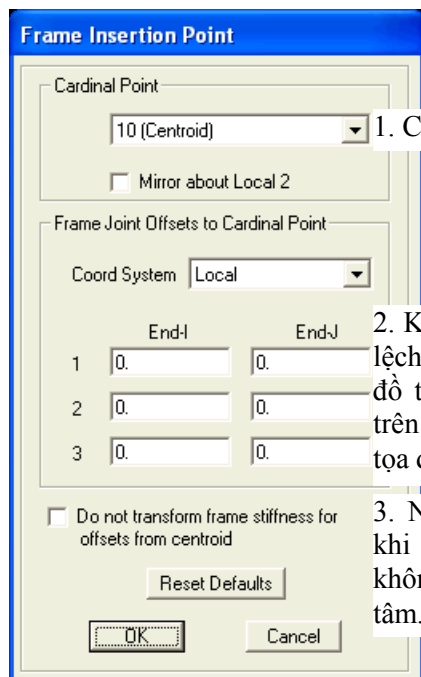
d. Gán đoạn cứng đầu thanh : Assign → Frame/Cable → End offset

Tại các nút, các thanh giao nhau tạo nên một vùng cứng, do đó chiều dài uốn của thanh giảm đi.

Lệnh này dùng để khai báo kích thước vùng giao giữa thanh đang xét với các thanh khác và độ cứng tương đối (từ $0 \div 1$, nên chọn $< 0,5$) của vùng giao đó. (Xem trang 4)

e. Khai báo điểm chèn của thanh vào mô hình : Assign → Frame/Cable → Intesertion Point

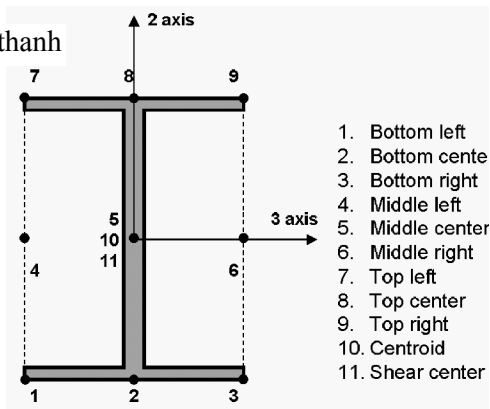
Mặc định, các thanh được mô hình bằng đường trục thanh, tuy nhiên người sử dụng có thể thay vị trí của trục thanh so với đường line được mô hình trên sơ đồ. (Xem trang 8)



1. Chọn điểm chuẩn trên thanh

2. Khai báo khoảng cách lệch từ điểm nút trên sơ đồ tính đến điểm chuẩn trên thanh (tính theo hệ tọa độ địa phương)

3. Nếu chọn Do not ..., khi tính toán nội lực sẽ không xét đến độ lệch tâm.



f. Khai báo số điểm xuất nội lực: Assign → Frame/Cable → Output Stations

Khai báo số điểm xuất nội lực hoặc khoảng cách tối đa giữa các điểm xuất nội lực đồng thời tại các vị trí có gián đoạn nội lực do lực tập trung hoặc vị trí giao nhau với các phần tử khác.

Khi xuất nội lực ra file hoặc ra bảng, chỉ có nội lực tại các điểm xuất mới được thể hiện trong bảng. Nếu số điểm càng nhiều → càng xem được chi tiết nội lực trong thanh, nhưng file kết quả càng lớn và số liệu xử lý nhiều, phức tạp. Số điểm này cũng ảnh hưởng đến biểu đồ bao nội lực, số điểm càng nhiều, biểu đồ bao nội lực càng mịn, càng chính xác; nhưng không ảnh hưởng đến biểu đồ nội lực.

g. Khối lượng gán thêm vào thanh : Assign → Frame/Cable → Line Mass

Khi tính dao động, nếu trên các thanh có thêm khối lượng phân bố → cần khai báo giá trị của khối lượng phân bố thêm vào tại thanh.

Trong các version từ Sap v8 trở đi, việc khai báo khối lượng cho các thanh thường ít được sử dụng vì Sap có khả năng tự tính được khối lượng để đưa về nút bằng cách khai báo Mass source (trang 60)

h. Khai báo nhiệt độ của thanh: Assign → Frame/Cable → Material Temperature

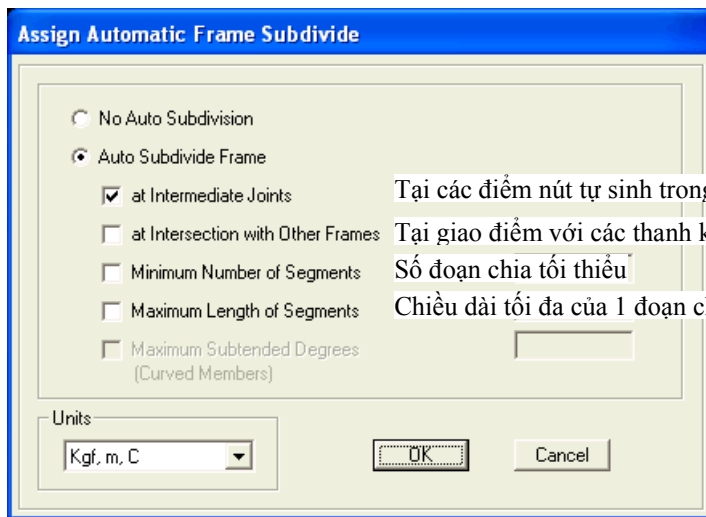
Trong bài toán tính ảnh hưởng do nhiệt độ, sự chênh lệch nhiệt độ là nguyên nhân gây tác động đối với hệ, nhiệt độ này là nhiệt độ tại thời điểm xây dựng, đó là nhiệt độ ứng với ứng suất trong kết cấu do nhiệt gây ra = 0. Nếu nhiệt độ kết cấu thay đổi so với nhiệt độ này, sẽ dẫn đến trong hệ xuất hiện thêm ứng suất do nhiệt.

i. Khai báo việc tự động chia nhỏ thanh : Assign → Frame/Cable → Automatic Frame Subdivide

Trong bài toán tính dao động: khối lượng tác dụng trên thanh được dồn về các nút, do đó muốn tính được dạng dao động võng của thanh ta cần chia nhỏ thanh thành các đoạn, và khối lượng sẽ dồn về các nút chia nằm dọc theo thanh, sinh ra dạng dao động theo phương đứng của thanh.

Trong bài toán tính dầm trên gối tựa đàn hồi (Line spring): độ cứng của gối tựa dọc thanh được dồn về các nút, do đó muốn tính thanh đặt tiếp xúc liên tục với nền ta cần chia nhỏ thanh thành các đoạn, và độ cứng gối dồn về các nút chia nằm dọc theo thanh, xem gần đúng là tiếp xúc liên tục với thanh.

Trong bài toán tính hệ vừa có thanh, vừa có tấm, và tấm liên kết liên tục dọc thanh, ta cũng phải chia thanh thành các đoạn tương ứng với số đoạn chia của tấm để tấm và thanh chung nhau nút, và đó chính là những điểm liên kết giữa tấm và thanh, xem gần đúng đó là liên kết liên tục giữa thanh và tấm



3. Gán đặc tính cho tấm. Cần chọn tấm trước khi thực hiện lệnh

a. Tiết diện : Assign → Area → Section

Chọn tấm cần gán tiết diện, thực hiện lệnh, chọn tiết diện cần gán → OK

b. Hệ tọa độ địa phương : Assign → Area → Local Axes

Nếu hệ tọa độ của tấm khác hệ tọa độ mặc định, cần khai báo góc xoay của hệ tọa độ. (Xem trang 11)

c. Đảo chiều trục 3 của hệ tọa độ địa phương : Assign → Area → Reverse Local 3

Lệnh này sẽ làm đảo chiều mặt trên và mặt dưới của tấm.

Chọn các tính chất của tấm như tải trọng ... được giữ theo trục địa phương hay trục tổng thể.

d. Khối lượng gán thêm vào tấm : Assign → Area → Area Mass

Khi tính dao động, nếu trên các tấm có thêm khối lượng phân bố → cần khai báo giá trị của khối lượng phân bố thêm vào tại tấm.

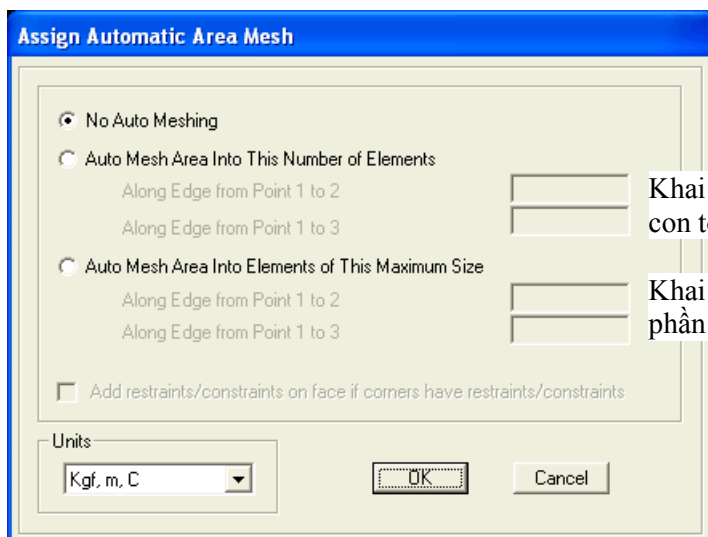
Trong các version từ Sap v8 trở đi, việc khai báo khối lượng cho các tấm thường ít được sử dụng vì Sap có khả năng tự tính được khối lượng để đưa về nút bằng cách khai báo Mass source (trang 60)

e. Khai báo nhiệt độ của thanh : Assign → Area → Material Temperature

Khai báo nhiệt độ ứng với ứng suất trong kết cấu do nhiệt gây ra = 0. Nếu nhiệt độ kết cấu thay đổi so với nhiệt độ này, sẽ dẫn đến trong hệ xuất hiện thêm ứng suất do nhiệt.

f. Khai báo việc tự động chia nhỏ tấm : Assign → Area → Automatic Area Mesh

Theo lý thuyết phương pháp phần tử hữu hạn, các phần tử trong hệ là những phần tử rời rạc chỉ liên kết với nhau thông qua các điểm nút, do đó khi tính phần tử tấm, cần chia nhỏ tấm thành nhiều tấm nhỏ, các tấm nhỏ liên kết với nhau tại các điểm chia, và do đó được xem gần đúng như một phần tử liên tục

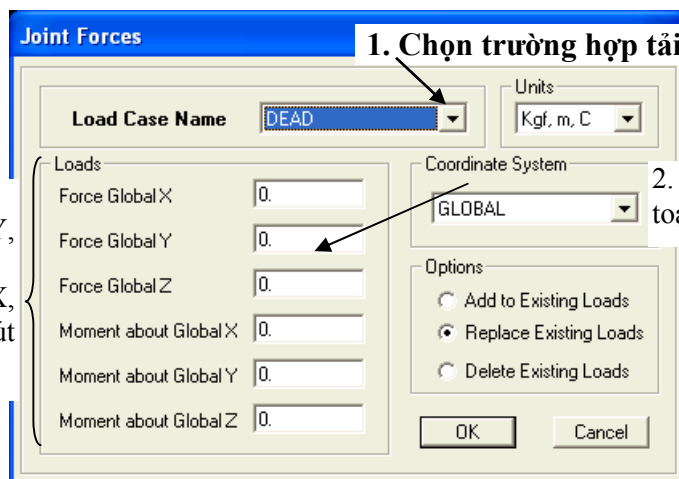


Khai báo số lượng phần tử con tối thiểu trên 2 cạnh

Khai báo kích thước tối đa của phần tử con theo 2 phương

4. Đặt nguyên nhân tác dụng vào nút.

a. Tải trọng tập trung : Assign → Joint Loads → Forces



1. Chọn trường hợp tải cần đặt tải trọng

DEAD
Hoạt Tai
Gio

2. Chọn phương đặt lực theo hệ toạ độ địa phương hay tổng thể

GLOBAL
Local

3. Khai báo giá trị tải trọng:
- Lực tập trung FX, FY, FZ.
- Moment tập trung MX, MY, MZ (theo chiều vận nút chai)

4. Các lựa chọn:
- Thêm vào tải trọng đã có.
- Thay thế tải trọng đã có
- Xoá tải trọng đã có.

b. Chuyển vị cưỡng bức tại gối tựa : Assign → Joint Loads → Displacements

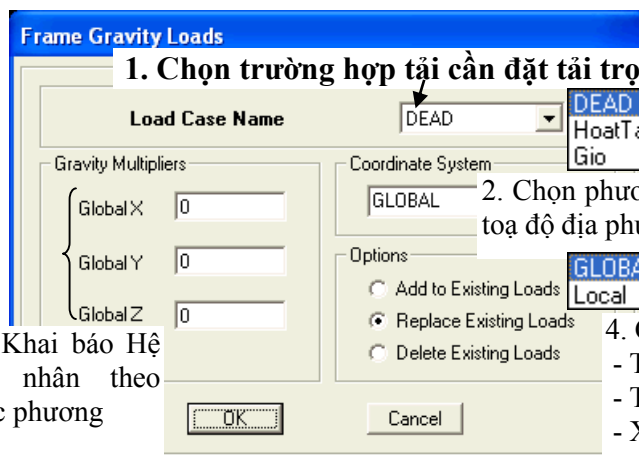
Chọn các nút có liên kết gối, thực hiện lệnh, cách nhập số liệu giống trên.

Chú ý: chỉ có chuyển vị cưỡng bức theo phương của liên kết gối thì mới có tác dụng.

5. Gán nguyên nhân tác dụng cho thanh.

a. Tải trọng do trọng lượng bản thân : Assign → Frame Loads → Gravity

Tải trọng này được xác định từ trọng lượng riêng của vật liệu, diện tích của tiết diện và các hệ số trọng lượng bản thân được khai báo ở đây. Không như hệ số trọng lượng bản thân khi khai báo trường hợp tải trọng (*Self weight Multiplier* - Trang 56), hệ số tải trọng này có thể được gán riêng cho từng thanh và theo các phương khác nhau.



1. Chọn trường hợp tải cần đặt tải trọng

DEAD
Hoạt Tai
Gio

2. Chọn phương đặt lực theo hệ toạ độ địa phương hay tổng thể

GLOBAL
Local

3. Khai báo Hệ số nhân theo các phương

4. Các lựa chọn:
- Thêm vào.
- Thay thế.
- Xoá.

b. Tải trọng tập trung tác dụng trên thanh : Assign → Frame Loads → Point

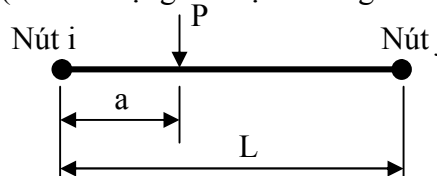
Mỗi lần thực hiện lệnh có thể gán tối đa 4 lực hoặc moment tập trung vào thanh. Tải trọng tập trung được xác định bởi các thông số :

- + Lực hay Moment
- + Phương tải trọng xác định theo hệ địa phương hay tổng thể
- + Chiều của tải trọng (tùy theo hệ tọa độ được chọn ở trên), mặc định là gravity # -Z
- + Khoảng cách từ điểm đầu thanh đến điểm đặt lực (mỗi tải trọng có một khoảng cách)

Có 2 cách tính khoảng cách

- Khoảng cách tương đối (Relative): $= a/L$
- Khoảng cách tuyệt đối (Absolute): $= a$

- + Giá trị tải trọng tại các vị trí tương ứng



Frame Point Loads

1. Chọn trường hợp tải cần đặt tải trọng

Load Case Name: **DEAD** Units: Kgf, m, C

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments

Coord Sys: GLOBAL Direction: Gravity

Options: ☐ Add to Existing Loads ☒ Replace Existing Loads ☐ Delete Existing Loads

Point Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0.25	0.75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

☒ Relative Distance from End-I ☐ Absolute Distance from End-I

5. Xác định khoảng cách theo Tương đối hay Tuyệt đối

OK Cancel

DEAD
HoạtTai
Gio

7. Các lựa chọn:

- Thêm vào.
- Thay thế.
- Xoá.

6. Khai báo khoảng cách và giá trị tải trọng (mỗi lần thực hiện lệnh đặt được tối đa 4 tải trọng tập trung)

2. Lực hay Moment

3. Chọn phương đặt tải trọng theo hệ tọa độ địa phương hay tổng thể

GLOBAL
Local

4. Chọn chiều tải trọng

X
Y
Z
Gravity

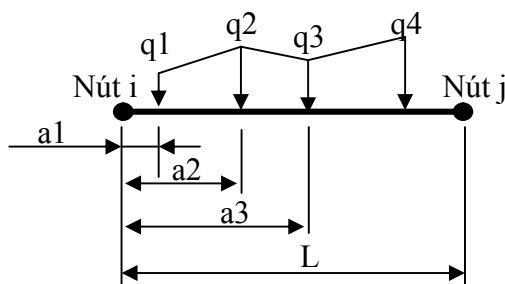
c. Tải trọng phân bố tác dụng trên thanh : Assign → Frame Loads → Distributed

Có 2 loại tải trọng phân bố:

- + Tải trọng phân bố đều.
- + Tải trọng phân bố dạng 4 điểm.

Tải trọng phân bố được xác định bởi các thông số :

- + Tải trọng là Lực hay Moment
- + Phương tải trọng xác định theo hệ địa phương hay tổng thể
- + Chiều của tải trọng (tùy theo hệ tọa độ được chọn ở trên), mặc định là gravity # -Z
- + Đối với dạng phân bố 4 điểm: khai báo khoảng cách và cường độ tải trọng phân bố tại 4 điểm.
- + Đối với dạng phân bố đều: khai báo cường độ tải trọng phân bố.



Tải trọng phân bố dạng 4 điểm

2. Lực hay Moment

3. Chọn phương đặt tải trọng theo hệ toạ độ địa phương hay tổng thể

4. Chọn chiều tải trọng

1. Chọn trường hợp tải cần đặt tải trọng

5a. Xác định khoảng cách theo Tương đối hay Tuyệt đối

5b-6b. Khai báo cường độ tải trọng phân bố đều

7. Các lựa chọn:

- Thêm vào.
- Thay thế.
- Xóa.

6a. Khai báo khoảng cách và cường độ tải trọng tại 4 điểm

d. Sự thay đổi nhiệt độ trên thanh : Assign → Frame Loads → Temperature

Có 3 kiểu thay đổi nhiệt độ :

- Thay đổi nhiệt độ tại trục thanh
- Gradient thay đổi nhiệt độ theo phương trục 2 :

$$= (\text{nhiệt độ mặt trên} - \text{nhiệt độ mặt dưới}) / \text{chiều cao tiết diện thanh}$$
- Gradient thay đổi nhiệt độ theo phương trục 3 :

$$= (\text{nhiệt độ mặt +3} - \text{nhiệt độ mặt -3}) / \text{chiều rộng tiết diện thanh}$$

Có thể khai báo trực tiếp giá trị (hoặc gradient) nhiệt độ hoặc có thể khai báo giá trị nhiệt độ được lấy theo giá trị Joint Pattern đã có * hệ số tỷ lệ.

2. Chọn kiểu thay đổi nhiệt độ:

- Thay đổi đều
- Gradient 2
- Gradient 3

3. Chọn cách xác định giá trị nhiệt độ:

- Nhập giá trị trực tiếp
- Xác định từ giá trị Joint Pattern của nút đó * Hệ số tỷ lệ

1. Chọn trường hợp tải cần đặt nhiệt độ

4. Các lựa chọn:

- Thêm vào nhiệt độ đã có.
- Thay thế nhiệt độ đã có.
- Xóa nhiệt độ đã có.

6. Gán nguyên nhân tác dụng cho tấm. Cần chọn tấm trước khi thực hiện lệnh

a. Tải trọng do trọng lượng bản thân : Assign → Area Loads → Gravity

Tải trọng này được xác định từ trọng lượng riêng của vật liệu, chiều dày của tiết diện và các hệ số trọng lượng bản thân được khai báo ở đây. Không như hệ số trọng lượng bản thân khi khai báo trường hợp tải trọng (*Self weight Multiplier* - Trang 56), hệ số tải trọng này có thể được gán riêng cho từng tấm theo các phương khác nhau.

Area Gravity Loads

1. Chọn trường hợp tải cần đặt tải trọng

Load Case Name: DEAD

Gravity Multipliers: Global X: 0, Global Y: 0, Global Z: 0

Coordinate System: GLOBAL

Options: ☐ Add to Existing Loads, ☒ Replace Existing Loads, ☐ Delete Existing Loads

2. Chọn phương đặt lực theo hệ toạ độ địa phương hay tổng thể

GLOBAL

Local

3. Khai báo Hệ số nhân theo các phương

4. Các lựa chọn:

- Thêm vào.
- Thay thế.
- Xóa.

b. Tải trọng phân bố đều : Assign → Area Loads → Uniform

Khai báo tải trọng phân bố đều tác dụng trên diện tích của tấm (đơn vị : Lực / Diện tích)

Area Uniform Loads

1. Chọn trường hợp tải cần đặt tải trọng

Load Case Name: DEAD

Units: Kgf, m, C

2. Nhập giá trị tải phân bố đều

Load: 0.

3. Chọn phương đặt lực theo hệ toạ độ địa phương hay tổng thể

GLOBAL

Local

4. Chọn chiều tải trọng

X

Y

Z

Gravity

Options: ☐ Add to Existing Loads, ☒ Replace Existing Loads, ☐ Delete Existing Loads

5. Các lựa chọn:

- Thêm vào với tải trọng đã có.
- Thay thế tải trọng đã có.
- Xóa tải trọng đã có.

c. Áp lực (chất khí, chất lỏng) tác dụng lên tấm : Assign → Area Loads → Surface Pressure

Tải trọng này cũng có đơn vị là Lực / Diện tích, tác dụng theo phương vuông góc với mặt tấm có chiều dương hướng vào trong (*ký hiệu mặt: 1-6, xem trang 11*). Giá trị áp lực có thể được nhập trực tiếp hoặc dùng những giá trị của Joint Pattern nhân với hệ số tỷ lệ

Area Surface Pressure Load

1. Chọn trường hợp tải cần đặt tải trọng

Load Case Name: DEAD

Units: Kgf, m, C

2. Chọn cách xác định giá trị tải trọng:

- Nhập giá trị trực tiếp
- Xác định từ giá trị Joint Pattern của nút đó * Hệ số tỷ lệ

By Element: Pressure: 0.

By Joint Pattern: Pattern: , Multiplier:

3. Chọn bề mặt chịu tải trọng (Mặt 5: dưới, mặt 6: trên)

Face: 5

Options: ☐ Add to Existing Loads, ☒ Replace Existing Loads, ☐ Delete Existing Loads

4. Các lựa chọn:

- Thêm vào với tải trọng đã có.
- Thay thế tải trọng đã có.
- Xóa tải trọng đã có.

Bằng cách khai báo Joint Pattern, và gán tải trọng dạng áp lực với giá trị lấy từ Joint Pattern đã khai báo, việc nhập giá trị áp lực nước khi tính toán các kết cấu bể nước, đài nước khá đơn giản.

d. Sự thay đổi nhiệt độ trên tấm : Assign → Area Loads → Temperature



Có 2 dạng nguyên nhân do thay đổi nhiệt độ :

- Thay đổi nhiệt độ tại mặt trung tâm của tấm
- Gradient thay đổi nhiệt độ theo phương trục 3 :

$$= (\text{nhiệt độ mặt trên} - \text{nhiệt độ mặt dưới}) / \text{chiều dày tiết diện tấm}$$

Có thể khai báo trực tiếp giá trị (hoặc gradient) nhiệt độ hoặc có thể khai báo giá trị nhiệt độ được lấy theo giá trị Joint Pattern đã có * hệ số tỷ lệ.

2. Chọn kiểu thay đổi nhiệt độ:

- Thay đổi đều
- Gradient 3

3. Chọn cách xác định giá trị nhiệt độ:

- Nhập giá trị trực tiếp
- Xác định từ giá trị Joint Pattern của nút đó * Hệ số tỷ lệ

1. Chọn trường hợp tải cần đặt nhiệt độ

4. Các lựa chọn:

- Thêm vào nhiệt độ đã có.
- Thay thế nhiệt độ đã có.
- Xoá nhiệt độ đã có.

7. Thay đổi hàng loạt tên nút và phần tử: Edit → Change Label.

Cần chọn đối tượng (nút, phần tử) trước khi thực hiện lệnh.

Trong quá trình nhập số liệu, Sap tự động đặt tên cho các nút và phần tử trong hệ, tuy nhiên để quản lý kết quả tính toán được tốt hơn, ta nên đặt lại tên cho các nút và phần tử theo một quy luật để dễ theo dõi.

Tên các đối tượng sẽ được đặt lại bằng các thông số:

- Tiếp đầu ngữ (Prefix): Tên các đối tượng sẽ được bắt đầu bằng phần Prefix này.
- Phần sau Prefix sẽ là một cặp số cộng với 2 thông số là giá trị bắt đầu (Next number) và công sai (Increment)

Ví dụ: với Prefix: DX, Next number: 3, Increment: 4 thì tên các đối tượng sẽ theo thứ tự: DX3, DX7, DX11 ...

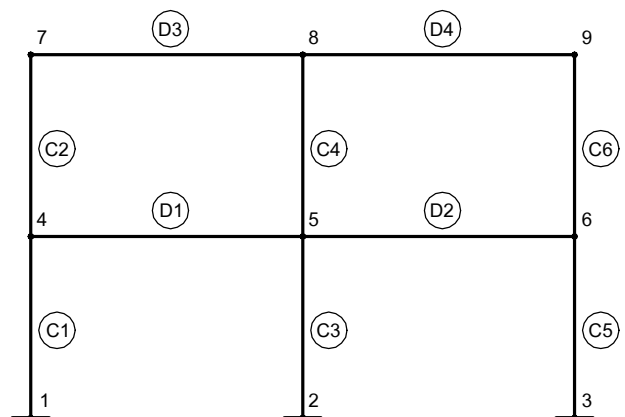
- Thứ tự tên sẽ phụ thuộc tọa độ của các đối tượng và thứ tự ưu tiên của các trục tọa độ.

Ví dụ: Với trục tọa độ ưu tiên 1: Z, trục tọa độ ưu tiên 2: Y khi đặt tên cho các đối tượng, đối tượng nào có tọa độ Z lớn hơn sẽ có tên lớn hơn, nếu cùng tọa độ Z khi đó sẽ xét tọa độ Y, nếu cùng tọa độ Y sẽ xét tọa độ X (giống như khi so sánh các số có 3 chữ số, ưu tiên 1 ứng với số hàng trăm, ưu tiên 2 ứng với số hàng chục, trục còn lại ứng với số ở hàng đơn vị).

Thường trong hệ khung phẳng XZ:

- Tên các nút được đặt theo thứ tự từ trái sang phải (trục X), từ dưới lên trên (trục Z) như vậy thứ tự ưu tiên phải ngược lại: ưu tiên 1: trục Z, ưu tiên 2: trục X. Cần để ý rằng thứ tự ưu tiên ngược so với thứ tự đếm, giống như số có 3 chữ số, thứ tự ưu tiên là hàng trăm - chục - đơn vị nhưng thứ tự đếm là đơn vị - chục - trăm.

- Tên phần tử dầm có tiếp đầu ngữ là D, có thứ tự từ trái sang phải (trục X), từ dưới lên trên (trục Z) như vậy thứ tự ưu tiên phải ngược lại: ưu tiên 1: trục Z, ưu tiên 2: trục X.



- Tên phần tử cột có tiếp đầu ngữ là C, có thứ tự từ dưới lên trên (trục Z), từ trái sang phải (trục X) như vậy thứ tự ưu tiên phải ngược lại: ưu tiên 1: trục X, ưu tiên 2: trục Z.

Khung không gian tương tự khung phẳng nhưng thêm tiếp đầu ngữ là trục định vị của từng mặt phẳng khung.

Interactive Name Change

1. Chọn kiểu đối tượng cần đổi tên

2. Nhập tiếp đầu ngữ, giá trị bắt đầu, số gia

3. Khai báo thứ tự ưu tiên của các trục tọa độ

Choose A Named Item Type

Item Type: **Element Labels - Frame**

☒ List Names of Selected Elements Only

Auto Relabel Control

Prefix:

Next Number:

Increment:

First Relabel Order: **Z**

Second Relabel Order: **Y**

Minimum Number Digits:

Name List for Element Labels - Frame

	Current Name	New Name
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10

OK Cancel

Combination Definitions

Combination Definitions	Đổi tên phần tử
Element Labels - Area	Đổi tên phần tử tấm
Element Labels - Frame	Đổi tên phần tử thanh
Element Labels - Joint	Đổi tên nút
Element Section Properties - Area	
Element Section Properties - Frame	
Element Section Properties - Link	
Element Section Properties - Solid	

4. Vào menu Edit → Auto Relabel → All in List

Interactive Name Change

Edit View

Cut Ctrl+X

Copy Ctrl+C

Paste Ctrl+V

Delete Del

Copy All In Data Grid

Find Ctrl+F

Replace Ctrl+R

Reset To Current Names

Auto Relabel

All In List

Highlighted In List

Item Type: **Element Labels - Frame**

☒ List Names of Selected Elements Only

First Relabel Order: **Z**

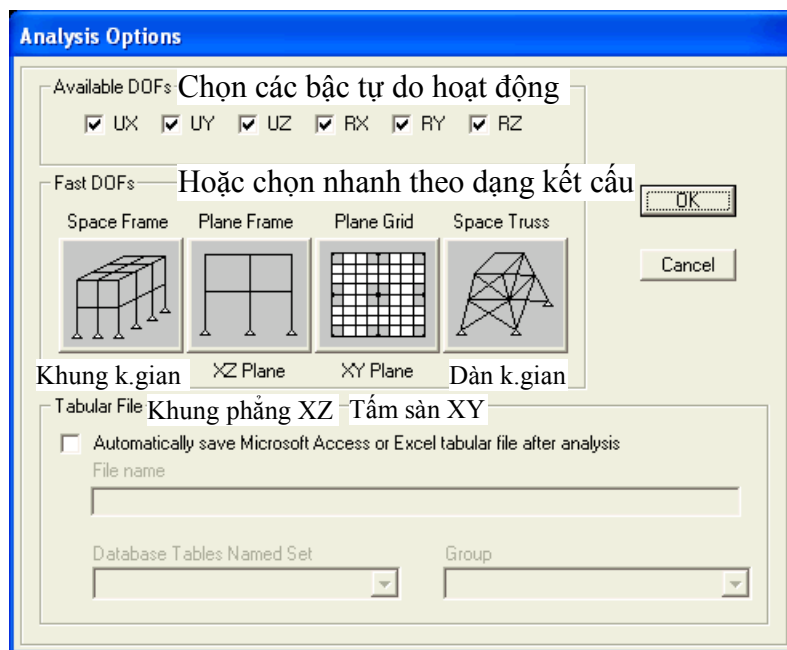
Second Relabel Order: **Y**

Minimum Number Digits:

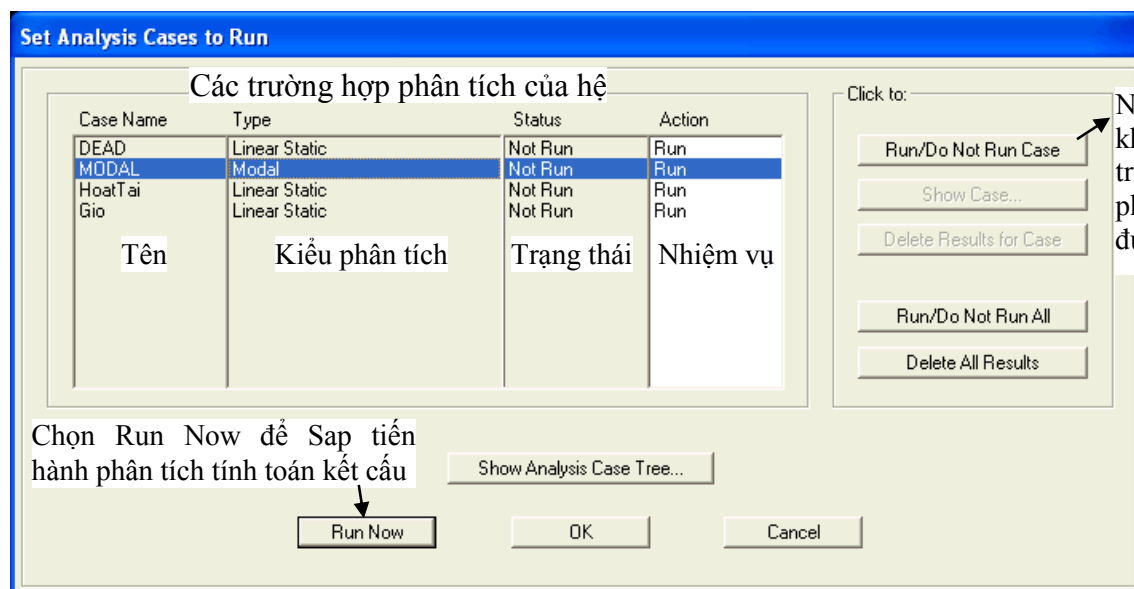
8. Tiến hành phân tích kết cấu.

a. Thiết đặt các bậc tự do hoạt động: Analyze → Set Analysis Option

Dùng khai báo phương chuyển vị của nút mà Sap dùng làm ẩn số. Có thể chọn tổ hợp của từng phương hoặc chọn theo các dạng hệ mẫu (khung không gian, khung phẳng ...)



b. Tiến hành phân tích : Analyze → Run Analysis



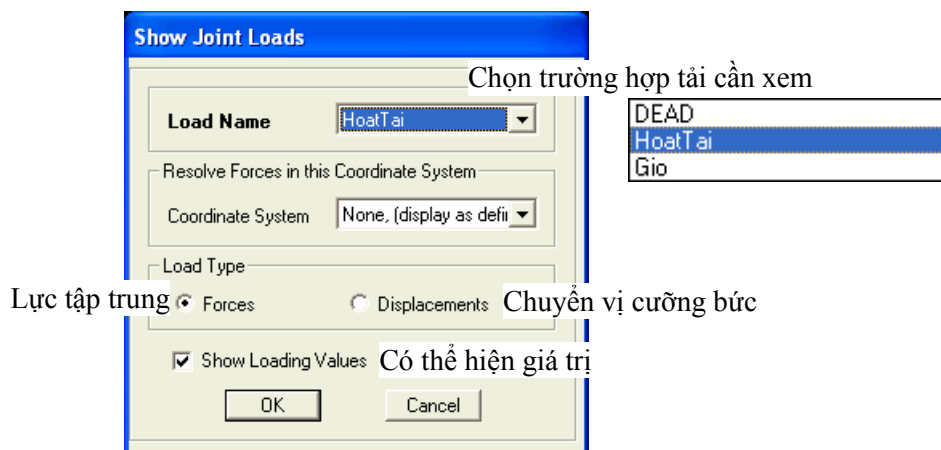
Trong quá trình phân tích, chương trình sẽ hiện ra các thông báo, nội dung các thông báo cũng được lưu lại trong file có phần đuôi là .log. Nếu có lỗi người sử dụng nên đọc các thông báo này để tìm lỗi được nhanh chóng. Nếu không có lỗi và chương trình thực hiện xong việc phân tích Sap sẽ thông báo "ANALYSIS COMPLETE"

IV. Xem kết quả :

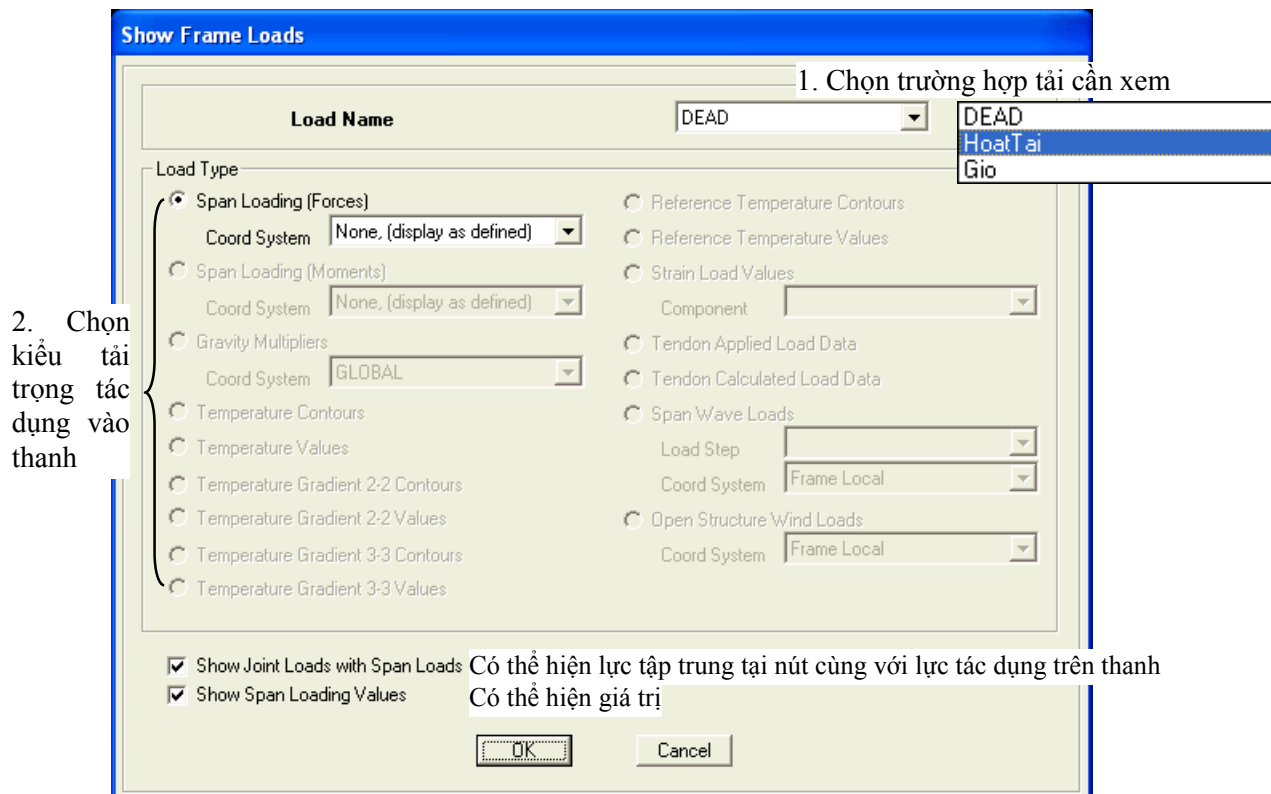
1. Xem sơ đồ hệ lúc chưa biến dạng Display → Show Undeformed Shape .

2. Xem tải trọng tác dụng vào hệ:

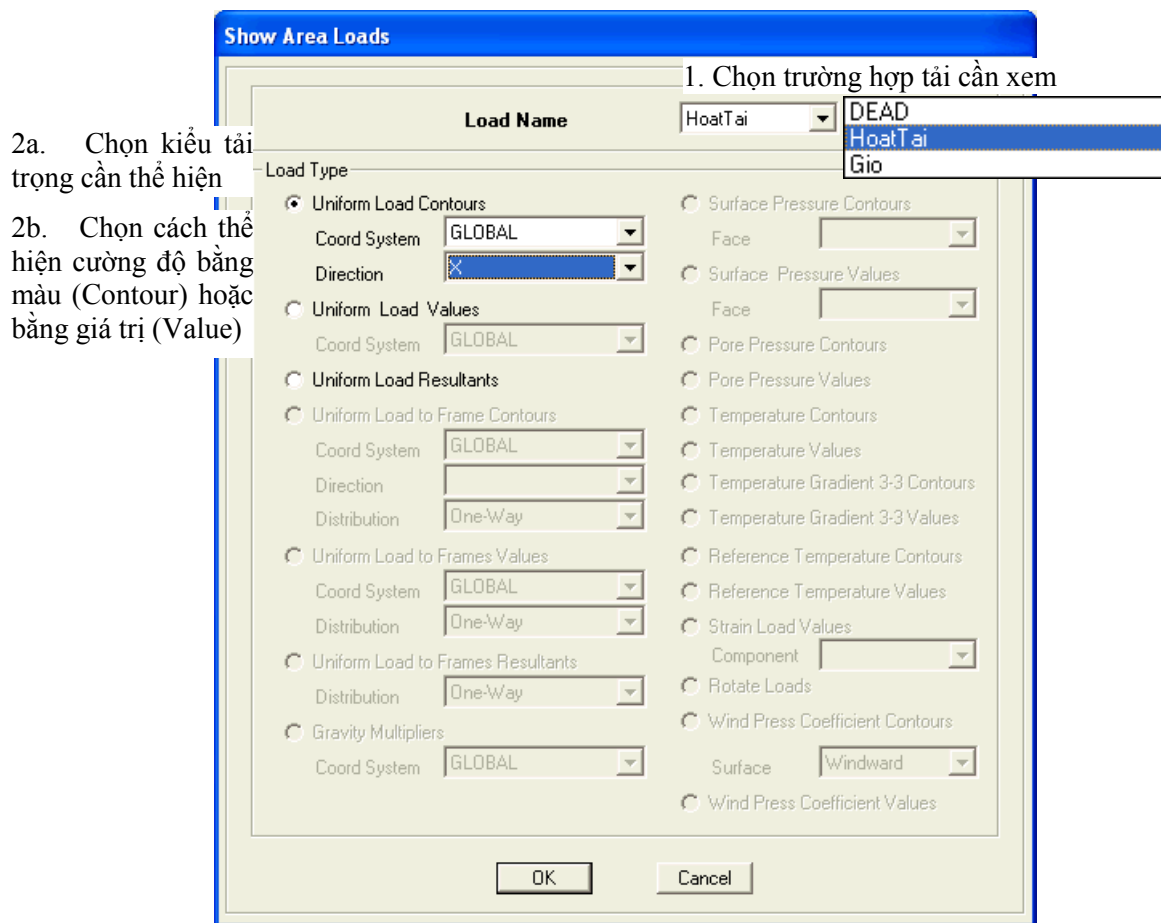
a. Tải trọng tác dụng vào nút (hoặc chuyển vị cưỡng bức tại gối tựa) : Display → Show Load Assigns → Joint



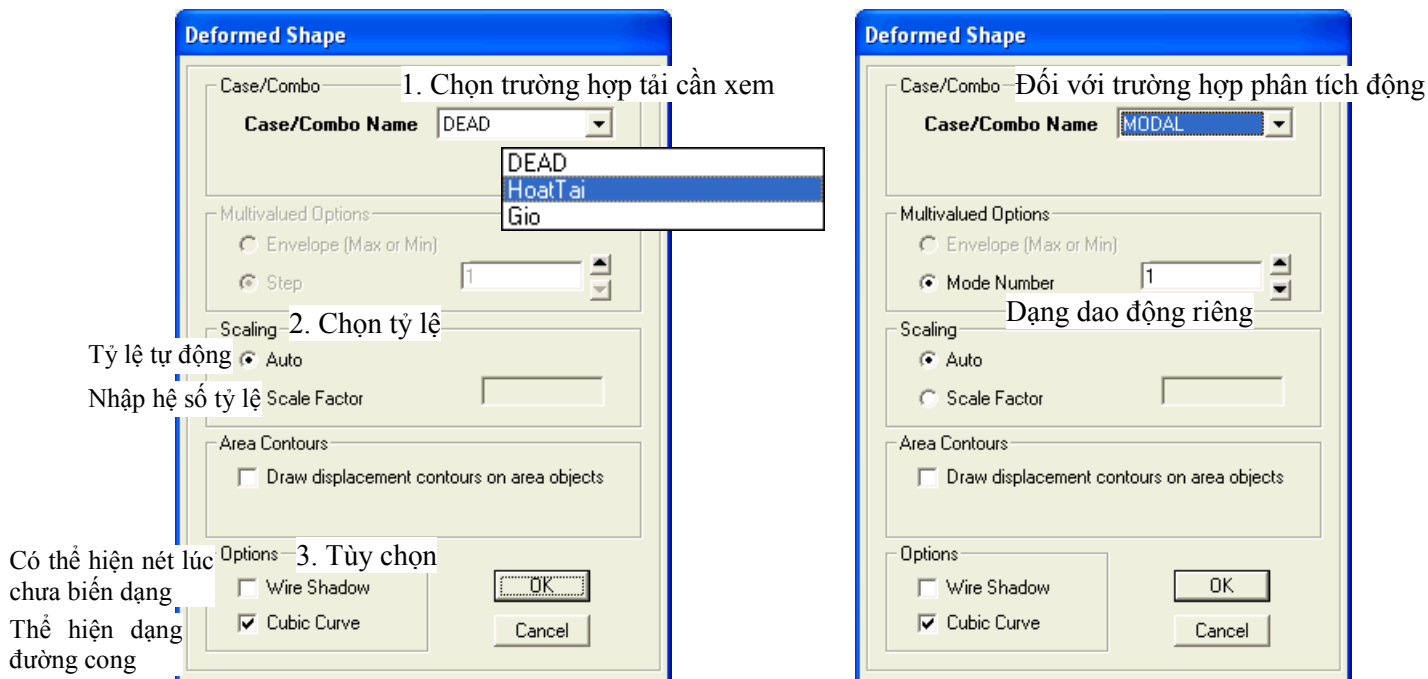
b. Tải trọng tác dụng vào thanh (đồng thời có thể xem được cả tải trọng nút) : Display → Show Load Assigns → Frame



**c. Tải trọng tác dụng vào tấm (xem dưới dạng giá trị thể hiện bằng màu hoặc bằng số) :
Display → Show Load Assigns → Area**



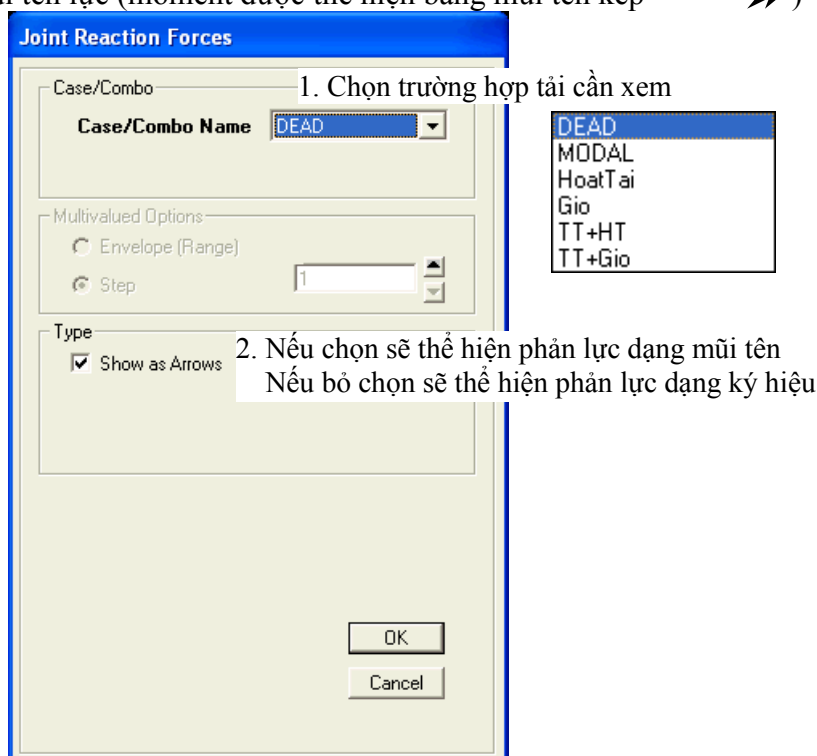
3. Xem sơ đồ biến dạng của hệ : Display → Show Deformed Shape



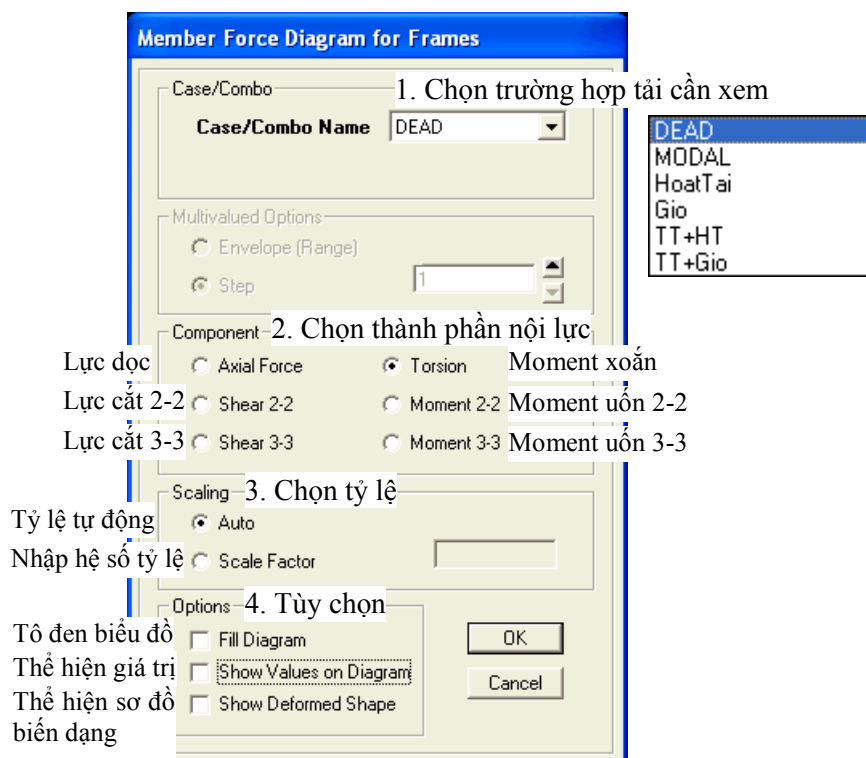
4. Phản lực trong các liên kết (cứng và đàn hồi): Display → Show Forces/Stresses → Joints

Phản lực được thể hiện dưới 2 dạng :

- Dạng liệt kê : Ví dụ : $R_x = 0.12$ $M_y = 3.5$
- Dạng thể hiện bằng mũi tên lực (moment được thể hiện bằng mũi tên kép →→)



5. Xem nội lực trong thanh : Display → Show Forces/Stresses → Frames/Cables



6. Nội lực trong tấm : Display → Show Forces/Stresses → Area

Member Force Diagram

Case/Combo
Case/Combo Name HoatTai
 1. Chọn trường hợp tải cần xem

Multivalued Options
☐ Envelope Max
☐ Envelope Min
☒ Step 1

Contour Range
 Min 0. Max 0.
 Set To Default Contour Range

Stress Averaging
☐ None
☒ At All Joints
☐ Over Objects and Groups Set Groups...

Miscellaneous Options
☐ Show Deformed Shape
☐ Show Continuous Contours (Enhanced Graphics)

Component Type
☒ Resultant Forces 2. Thể hiện nội lực
☐ Shell Stresses
☐ Shell Layer Stresses
☐ Concrete Design

Component 3. Chọn thành phần nội lực
☐ F11 ☐ M11 ☐ V13
☐ F22 ☐ M22 ☐ V23
☐ F12 ☐ M12 ☐ VMax
☒ FMax ☐ MMax
☐ FMin ☐ MMin
☐ FVM
☐ Show Fmax and Fmin as Arrows

OK Cancel

Component Type
☐ Resultant Forces
☒ Shell Stresses 2. Thể hiện ứng suất
☐ Shell Layer Stresses
☐ Concrete Design

Output Type 3a. Chọn bề mặt thể hiện
☒ Visible Face ☐ Maximum
☐ Top Face ☐ Minimum
☐ Bottom Face ☐ Absolute Maximum

Component 3b. Chọn thành phần ứng suất
☐ S11 ☐ S13
☐ S22 ☐ S23
☐ S12 ☐ SMaxV
☒ SMax
☐ SMin
☐ SVM
☐ Show Smax and Smin as Arrows

7. Xem kết quả chuyển vị, phản lực, nội lực ... dưới dạng bảng giá trị :
 Display → Show Analysis Result Table.

Choose Tables for Display Các kết quả được sắp xếp dưới dạng cây thư mục

Load Cases (Model Def.)
 Select Load Cases...
 3 of 3 Selected

Analysis Cases (Results)
 Select Analysis Cases...
 2 of 6 Selected
 Modify/Show Options...

Options
☐ Selection Only
☐ Show Unformatted

Named Sets
 Save Named Set...
 Show Named Set...

OK Cancel

Chon:
 + để mở rộng nhánh
 - để thu gọn nhánh

MODEL DEFINITION (0 of 68 tables selected)
☐ System Data
☐ Property Definitions
☐ Load Definitions
☐ Other Definitions
☐ Analysis Case Definitions
☐ Bridge Data
☐ Connectivity Data
☐ Joint Assignments
☐ Frame Assignments
☐ Area Assignments
☐ Options/Preferences Data
☐ Miscellaneous Data

ANALYSIS RESULTS (5 of 17 tables selected)
☒ Joint Output
☐ Displacements
☒ Reactions
 Table: Joint Reactions Phản lực gối
☒ Joint Masses
 Table: Assembled Joint Masses Khối lượng dồn về nút
☒ Element Output
☒ Frame Output
 Table: Element Forces - Frames Nội lực thanh
☐ Table: Element Joint Forces - Frames
☒ Area Output
 Table: Element Forces - Area Shells Nội lực tấm
☐ Table: Element Stresses - Area Shells
☐ Table: Element Joint Forces - Areas
☐ Objects and Elements
☒ Structure Output
☐ Base Reactions
☒ Modal Information
 Table: Modal Periods And Frequencies Tần số dao động

DEAD
 Gio
 HoatTai
 MODAL
 TT+Gio
 TT+HT

Chon trường hợp tải trọng cần xuất kết quả

Giữ Ctrl khi kích chuột để chọn được nhiều trường hợp tải

Các số liệu đầu vào

Các kết quả đầu ra

Table Formats File... Current Table Formats File: Program Default

Sau khi thực hiện lệnh sẽ xuất hiện bảng giá trị

Element Forces - Frames

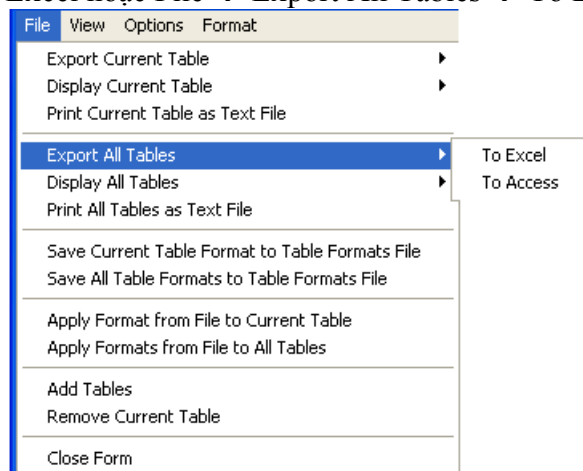
File View Options Format Chọn bảng số liệu

Units: As Noted Element Forces - Frames

	Frame Text	Station m	Output Case Text	Case Type Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m
▶	1	0	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	1	1.5	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	1	3	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	1	0	TT+Gio	Combination	-1148.63	4189.86	0	0	0
	1	1.5	TT+Gio	Combination	2601.37	4189.86	0	0	0
	1	3	TT+Gio	Combination	6351.37	4189.86	0	0	0
	2	0	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	2	1.5	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	2	3	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	2	0	TT+Gio	Combination	-1432.62	17596.97	0	0	0
	2	1.5	TT+Gio	Combination	2317.38	17596.97	0	0	0
	2	3	TT+Gio	Combination	6067.38	17596.97	0	0	0
	3	0	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	3	1.5	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	3	3	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	3	0	TT+Gio	Combination	-125292.73	-905.28	0	0	0
	3	1.5	TT+Gio	Combination	-121542.73	-905.28	0	0	0
	3	3	TT+Gio	Combination	-117792.73	-905.28	0	0	0
	4	0	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0
	4	1.5	Gio	LinStatic	0	0	0	0	0

Record: 1 of 132 Done

Có thể xuất giá trị bảng số liệu đang xem hoặc tất cả các bảng số liệu sang Excel bằng lệnh File → Export Current Table → To Excel hoặc File → Export All Tables → To Excel



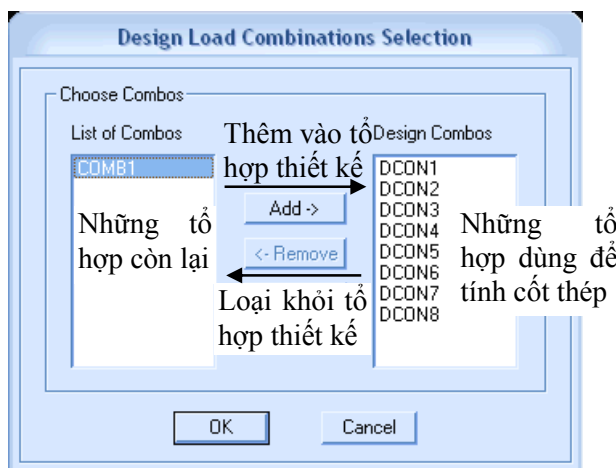
V. Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép:

Sap2000 có khả năng tính toán được lượng cốt thép cần dùng tại các tiết diện trong thanh theo tiêu chuẩn của một số nước trên thế giới như Trung Quốc, Mỹ, Anh, Canada, Ấn Độ, Ý, Mexico, New Zealand ...). Hiện nay, việc sử dụng Sap để tính cốt thép theo tiêu chuẩn Việt nam là chưa thực hiện được, tuy nhiên sau đây là một cách (có tính tham khảo) để tính cốt thép theo TCVN bằng cách sử dụng tiêu chuẩn nước ngoài nhưng có điều chỉnh một số tham số cho phù hợp.

* Yêu cầu : trước đó trong phần khai báo

- + Vật liệu đã khai báo đúng cường độ bê tông và cốt thép (xem trang 20).
- + Tiết diện thanh đã khai báo đúng loại tiết diện (dầm, cột) cách cấu tạo cốt thép.
- + Tổ hợp tải trọng khai báo các tổ hợp dùng thiết kế theo đúng quy định của TCVN.
- + Tùy chọn các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông chọn đúng tiêu chuẩn và hệ số giảm cường độ (nếu dùng tiêu chuẩn CSA thì để nguyên hệ số giảm cường độ, nếu dùng tiêu chuẩn ACI thì cho các hệ số giảm cường độ= 1)

a. Chọn các tổ hợp nội lực dùng để thiết kế (tính cốt thép cho tiết diện) : Design → Concrete Frame Design → Select Design Combos.



Cốt thép trong tiết diện được tính toán đảm bảo chịu được nội lực của tất cả các tổ hợp dùng thiết kế.

b. Sửa đổi các thông số thiết kế mặc định : Design → Concrete Frame Design → View/Revise Overwrite

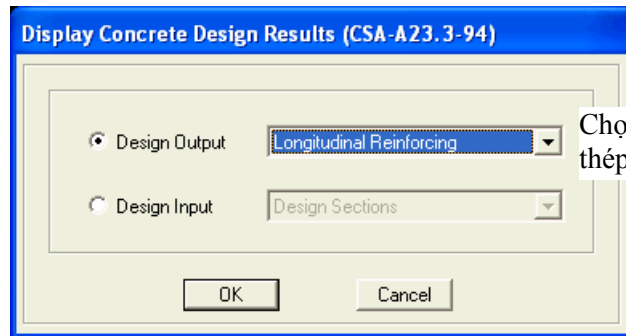
Nếu muốn thay đổi các thông số mặc định của tiêu chuẩn thiết kế bằng thông số của người sử dụng. Trong đó có thông số quan trọng khi thiết kế kết cấu cột đó là hệ số K (xem trang 21).

Cần chọn các thanh trước khi thực hiện lệnh.

	Item	Value	Item Description
1	Current Design Section	Program Determined	
2	Framing Type	Program Determined	
3	Live Load Reduction Factor	Program Determined	
4	Unbraced Length Ratio (Major)	Program Determined	
5	Unbraced Length Ratio (Minor)	Program Determined	
6	Effective Length Factor (K Major)	0.7	Effective length factor for buckling about the frame object major axis. This item is specified as a fraction of the frame object length. Multiplying this factor times the frame object length gives the effective length for the object. Specifying 0 means the value is program determined. This item only applies to frame objects with column-type current design sections.
7	Effective Length Factor (K Minor)	0.7	
8	Moment Coefficient (Cm Major)	Program Determined	
9	Moment Coefficient (Cm Minor)	Program Determined	
10	NonSway Moment Factor(Db Major)	Program Determined	
11	NonSway Moment Factor(Db Minor)	Program Determined	
12	Sway Moment Factor(Ds Major)	Program Determined	
13	Sway Moment Factor(Ds Minor)	Program Determined	

c. Chạy chương trình thiết kế kết cấu : Design → Concrete Frame Design → Start Design/Check of Structure.

d. Chọn các kết quả thiết kế để thể hiện : Design → Concrete Frame Design → Display Design Info.



Chọn loại cốt thép cần thể hiện

* Lưu ý: chọn lại đơn vị thể hiện để dễ theo dõi (nên chọn là cm)

VÍ DỤ TÍNH TOÁN HỆ DẦM LIÊN TỤC BẰNG PHẦN MỀM SAP2000

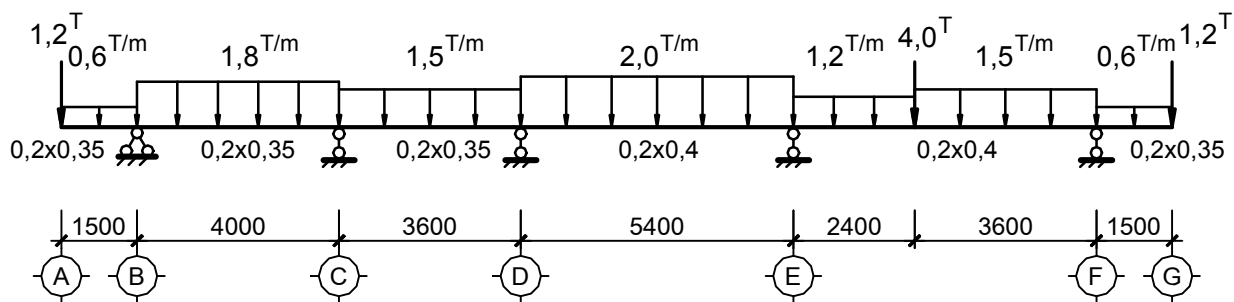
I/ Số liệu :

1. Cho hệ dầm liên tục bằng bê tông M.250# có :

- Modulus đàn hồi : $E = 2.650.000 \text{ T/m}^2$;
- Hệ số Poisson : $\mu = 0,2$;

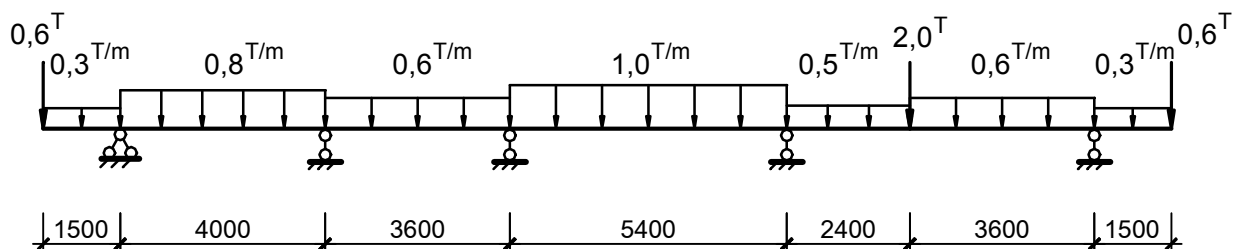
2. Tải trọng tác dụng vào dầm gồm có :

* Tĩnh tải : (đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm)



(Số liệu bên dưới là kích thước tiết diện dầm : hình chữ nhật $b \times h$)

* Hoạt tải :



3. Yêu cầu :

- Xác định nội lực trong hệ khi chịu các trường hợp tải trọng (cần phân tích hoạt tải thành các trường hợp để tổ hợp nội lực).
- Tổ hợp nội lực và vẽ biểu đồ bao nội lực.

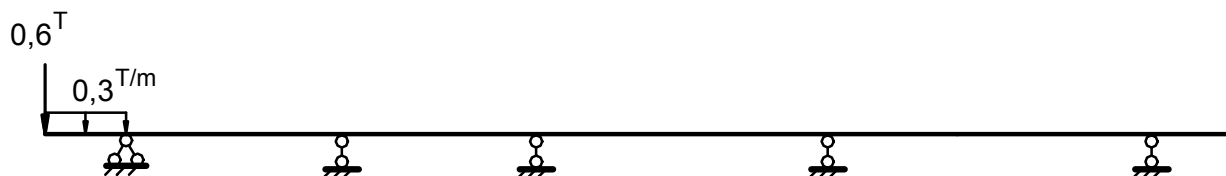
II/ Các bước tiến hành :

1. Phân tích hoạt tải thành các trường hợp tác dụng riêng lẻ trên từng nhịp :

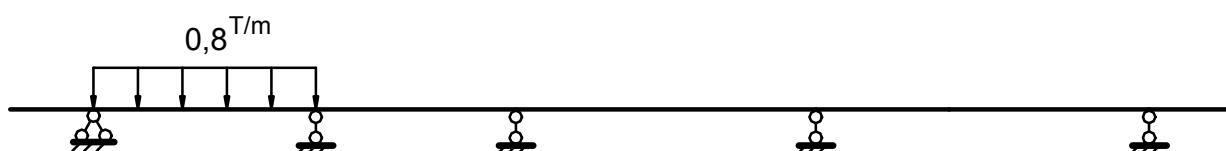
Do tính chất của hoạt tải là có thể thay đổi nên cần phân tích hoạt tải thành các trường hợp riêng lẻ, mỗi trường hợp hoạt tải chỉ tác dụng trên một nhịp, sau đó sẽ tiến hành tổ hợp để xác định giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của nội lực (hoặc phản lực) do hoạt tải gây ra trên hệ.

Từ số liệu hoạt tải đã cho ta phân tích được 6 trường hợp hoạt tải như sau :

* Hoạt tải 1 :



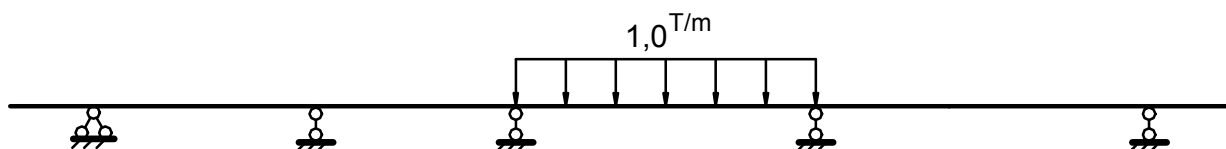
* Hoạt tải 2 :



* Hoạt tải 3 :



* Hoạt tải 4 :



* Hoạt tải 5 :

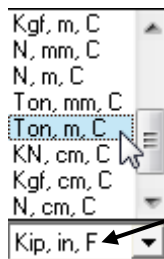


* Hoạt tải 6 :



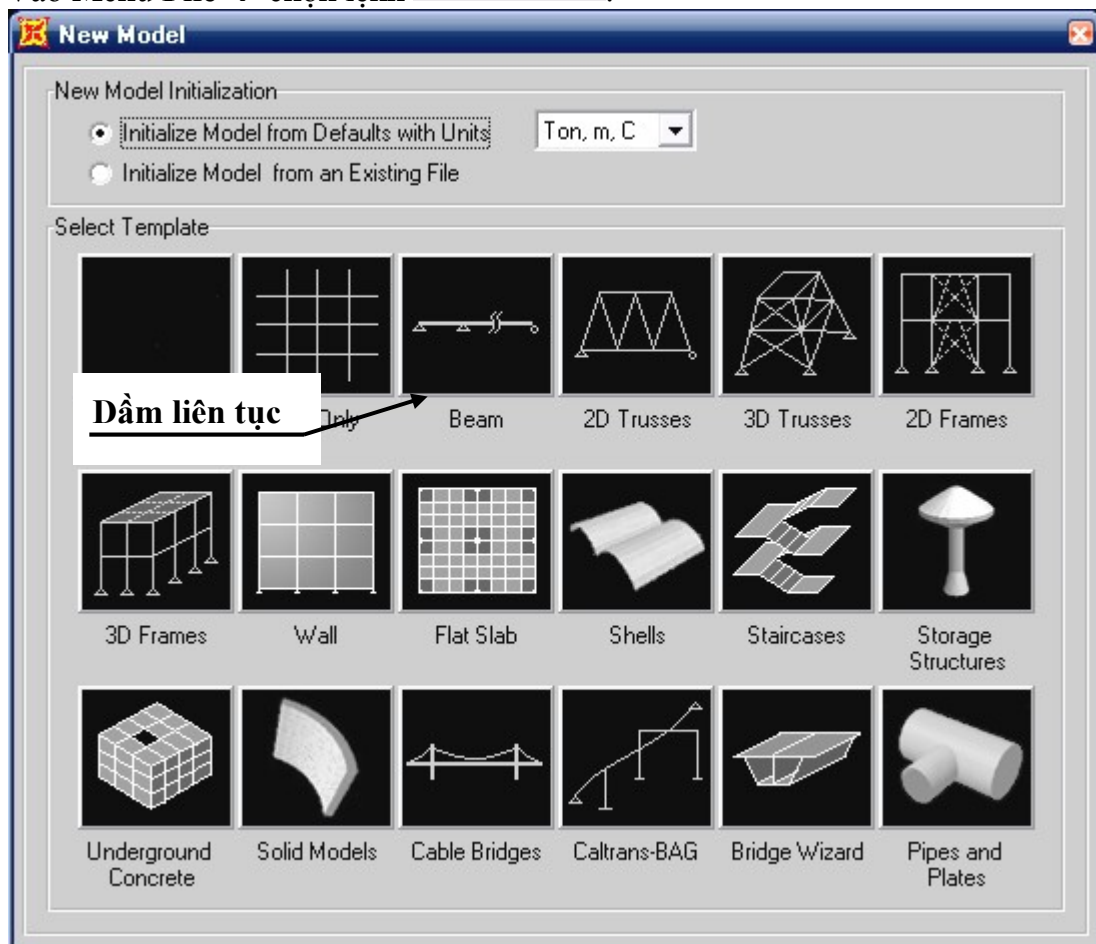
2. Lập sơ đồ hình học :

- Khởi động chương trình Sap2000.



Bấm vào menu trái xuống

- Chọn hệ đơn vị T-m - $^{\circ}$ C: Chọn đơn vị Ton, m, C
- Vào Menu **File** → chọn lệnh **New Model**.

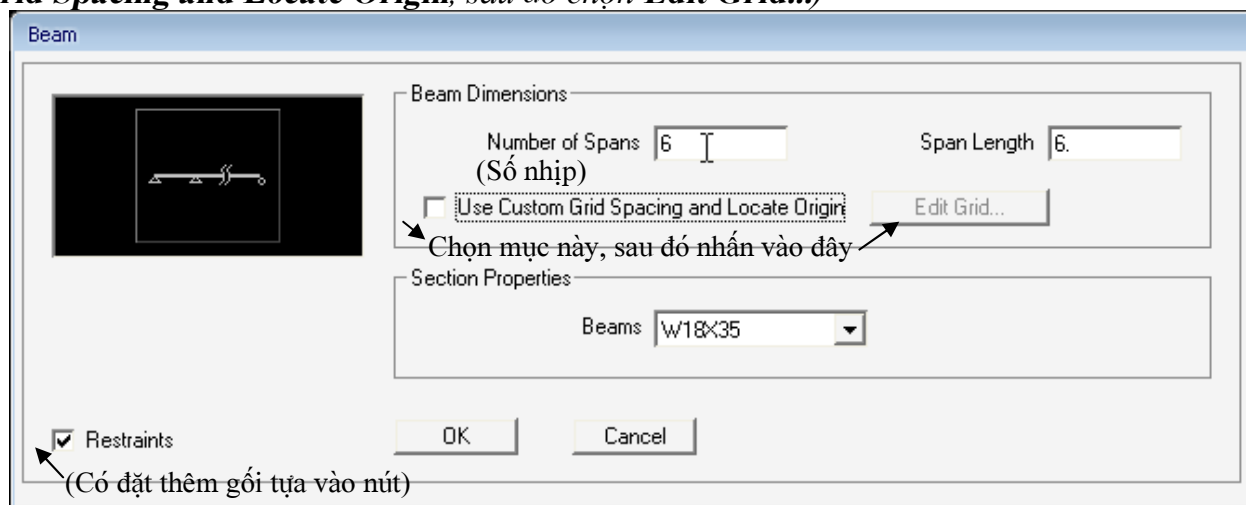


Chọn hệ dầm liên tục (**Beam**).

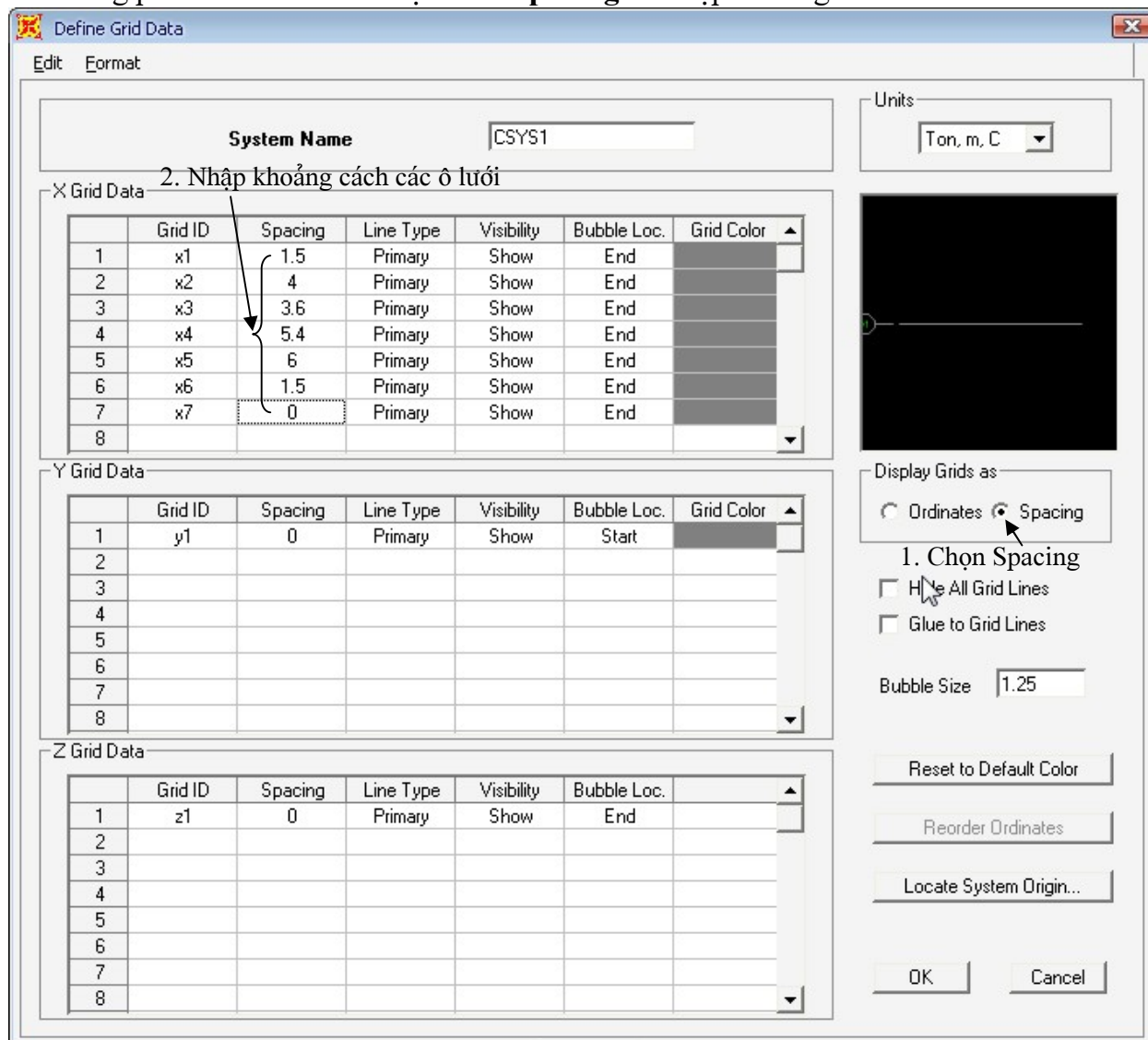
- Khai báo số nhịp dầm và chiều dài các nhịp:

Phần console cũng khai báo như 1 nhịp, sau này chỉ việc bỏ đi gối tựa ở đầu là được đoạn console.

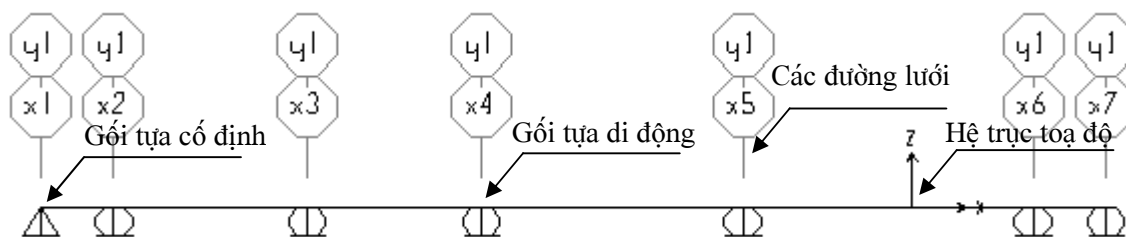
Như vậy khai báo hệ dầm sẽ có 6 nhịp, chiều dài mỗi nhịp sẽ được khai báo cụ thể trong mục **Edit Grid** (để nhập được chiều dài cho từng nhịp riêng biệt, phải chọn mục **Use Custom Grid Spacing and Locate Origin**, sau đó chọn **Edit Grid...**)



Trong phần **Edit Grid** ta chọn kiểu **Spacing** để nhập khoảng cách các ô lưới:



- Ta được hệ dầm như hình sau :



Trên màn hình có 2 cửa sổ để xem hệ dưới 2 góc nhìn khác nhau : theo hình chiếu 3D (không gian) và theo hình chiếu 2D (mặt phẳng XZ).

Ta có thể vào menu **Options** → **Windows** để chọn số lượng cửa sổ trên màn hình để xem hệ theo các góc độ khác nhau (1, 2, 3, hoặc 4 cửa sổ được thể hiện trên màn hình). Đối với hệ phẳng, để nhìn hệ cho được rõ ta nên chỉ chọn số cửa sổ bằng 1 (**One**), và chọn góc nhìn là hình chiếu 2D - mặt phẳng **XZ** (**xz**).

(Các nút lệnh chọn góc nhìn **3-d xy xz yz**)

Để trên màn hình không thể hiện các đường lưới ta nhấn phím **F7** (trên bàn phím), để không thể hiện hệ trục tọa độ ta vào menu **View** → **Show Axes** (**Show Axes**)

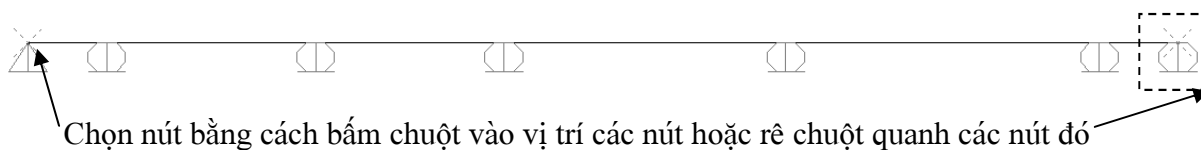
- Khai báo liên kết gối :

Các gối trong hệ như trên chưa đúng với bài toán đặt ra :

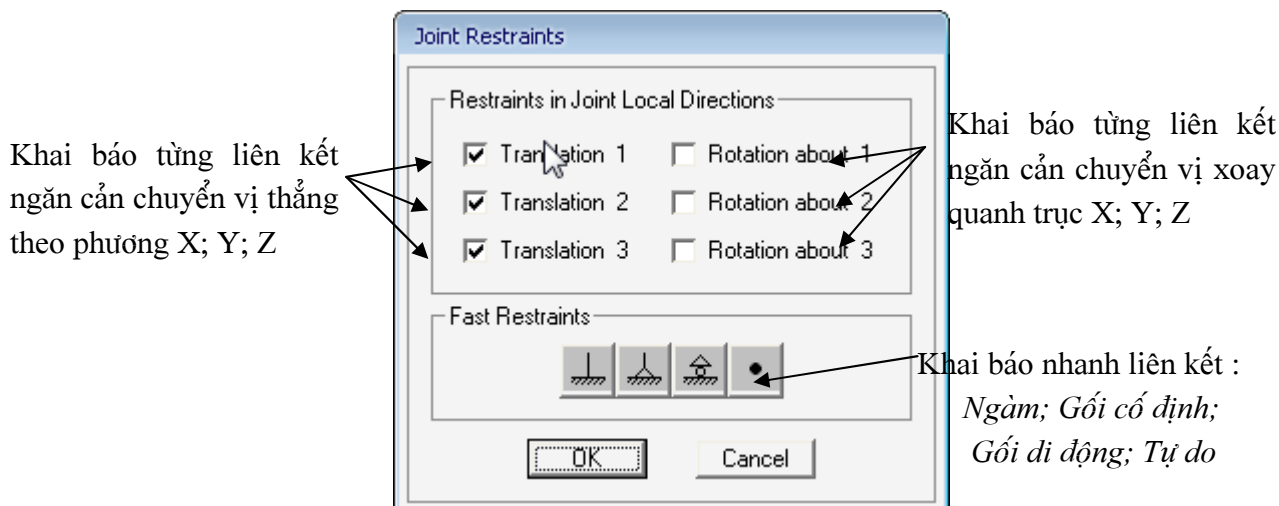
* Cần thay liên kết gối ở 2 đầu console bằng liên kết tự do (trong Sap2000 để bỏ liên kết gối phải thực hiện lệnh đặt liên kết, nhưng là liên kết tự do) .

* Thay gối trực B bằng gối cố định.

Để thay liên kết gối tại 1 hoặc 1 số nút trong hệ, cần chọn nút hoặc số nút đó bằng cách bấm chuột vào vị trí các nút đó hoặc rê chuột xung quanh các nút muốn chọn. Sau khi chọn, vào menu **Assign** → **Joint** → **Restraints** (**Restraints...**) hoặc bấm vào biểu tượng **Assign Joint Restraints...** (**Assign Joint Restraints...**)



Sau khi chọn nút và bấm vào biểu tượng **Assign Joint Restraints...** sẽ xuất hiện hộp thoại cho phép khai báo liên kết gối (hoặc bỏ liên kết gối)



Như vậy, ta chọn các nút tại trục A và G, bấm vào biểu tượng , chọn  → chọn  để hoàn thành.

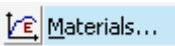
Tiếp tục chọn nút tại trục B, bấm vào biểu tượng , chọn  → chọn  để hoàn thành.

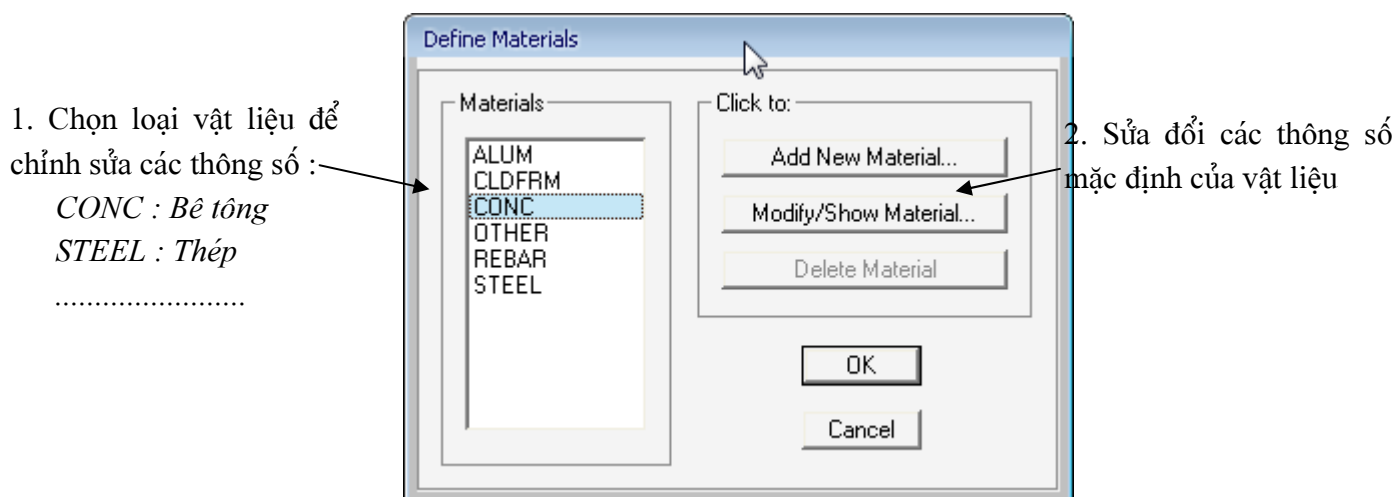
Ta được hệ như sau:



Như vậy, ta đã tạo được sơ đồ tính của hệ dầm (ở phần này, ta phải tạo được 1 hệ dầm có kích thước các nhịp và liên kết gối theo yêu cầu)

3. Khai báo các đặc trưng của hệ :

a. Khai báo đặc trưng vật liệu : vào menu **Define → Materials ...** ()



Hệ dầm tính toán bằng bê tông nên chọn loại vật liệu là **CONC** → **Modify/Show Material...** để sửa lại các giá trị :

- * Khối lượng riêng : chỉ dùng trong bài toán dao động.
- * Trọng lượng riêng : để tính tải trọng do trọng lượng bản thân của hệ kết cấu.
- * Modulus đàn hồi : dùng tính độ cứng kết cấu, tính/kiểm tra biến dạng - độ võng.
- * Hệ số Poisson : hệ số biến dạng ngang, có ảnh hưởng rất lớn đến kết quả đối với kết cấu tấm - vỏ hoặc khối.
- * Hệ số dẫn nở nhiệt : dùng tính biến dạng, nội lực do sự thay đổi nhiệt độ.

Đối với hệ dầm đã cho, ta đã tính trọng lượng bản thân của hệ vào trong trường hợp Tĩnh tải, nên ở đây ta không quan tâm đến trọng lượng riêng. Như vậy thường ta chỉ quan tâm đến các giá trị E ; μ . (Hệ dùng: Bê tông M.250# có : $E = 2.650.000 \text{ T/m}^2$; $\mu = 0,2$).

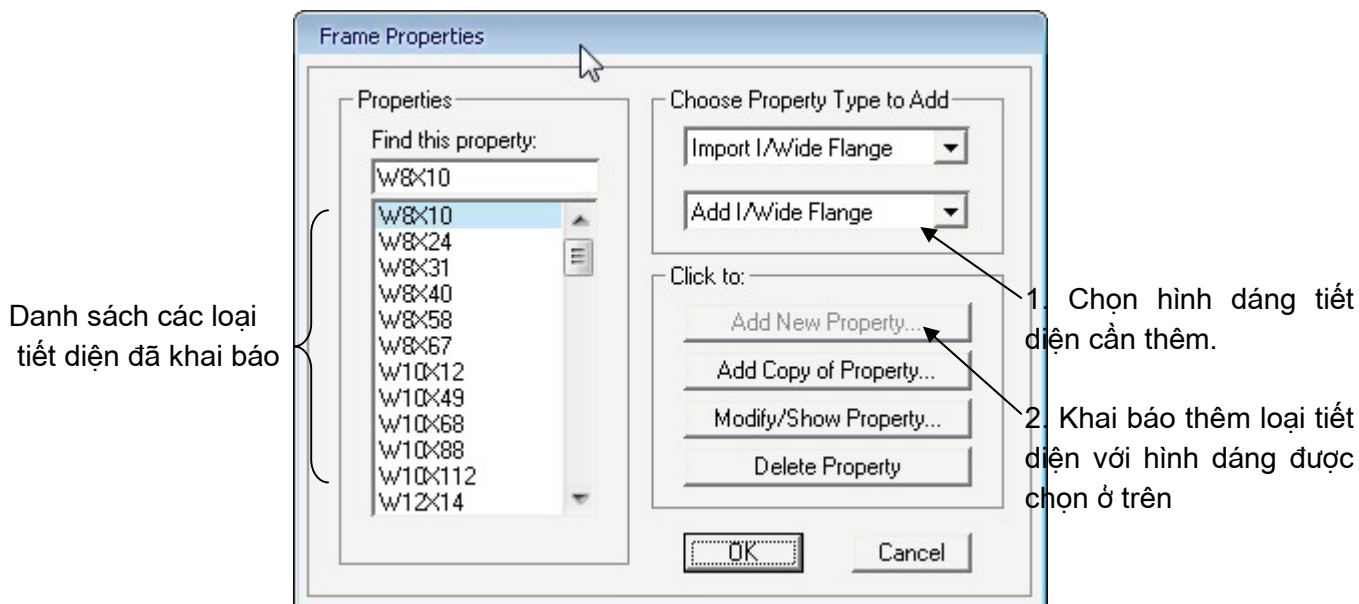
Chọn để chấp nhận các giá trị thông số của vật liệu đã nhập, chọn tiếp để thoát khỏi lệnh khai báo đặc trưng vật liệu.

b. Khai báo hình dạng và kích thước tiết diện :

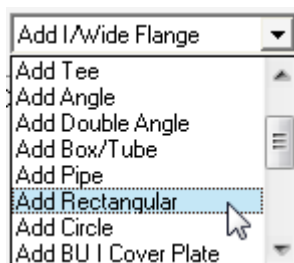
Theo bài : hệ dầm có 2 loại tiết diện

- * Nhịp D-E-F : có tiết diện hình chữ nhật $b = 0,2\text{m}$; $h = 0,4\text{m}$.
- * Các nhịp còn lại : có tiết diện hình chữ nhật $b = 0,2\text{m}$; $h = 0,35\text{m}$.

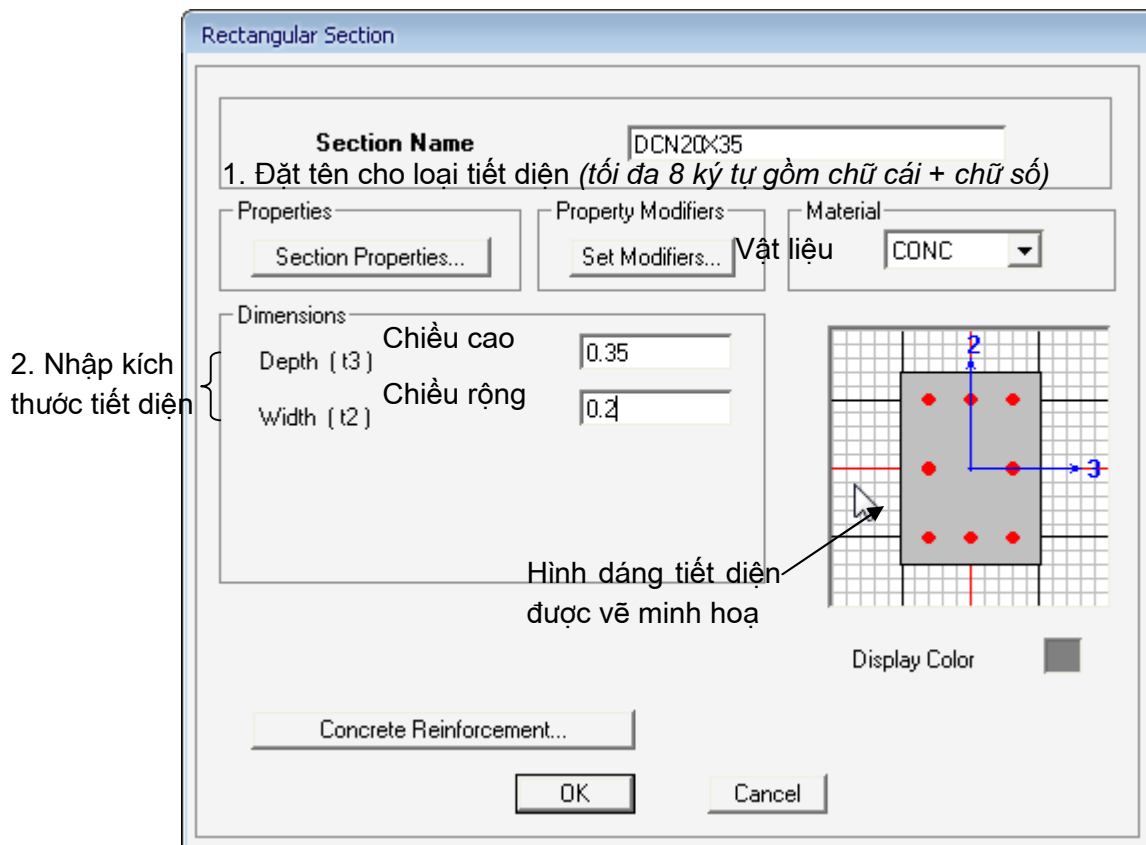
Để khai báo các loại tiết diện trong hệ : vào menu **Define** → **Frame Sections ...** ( **Frame Sections...**):

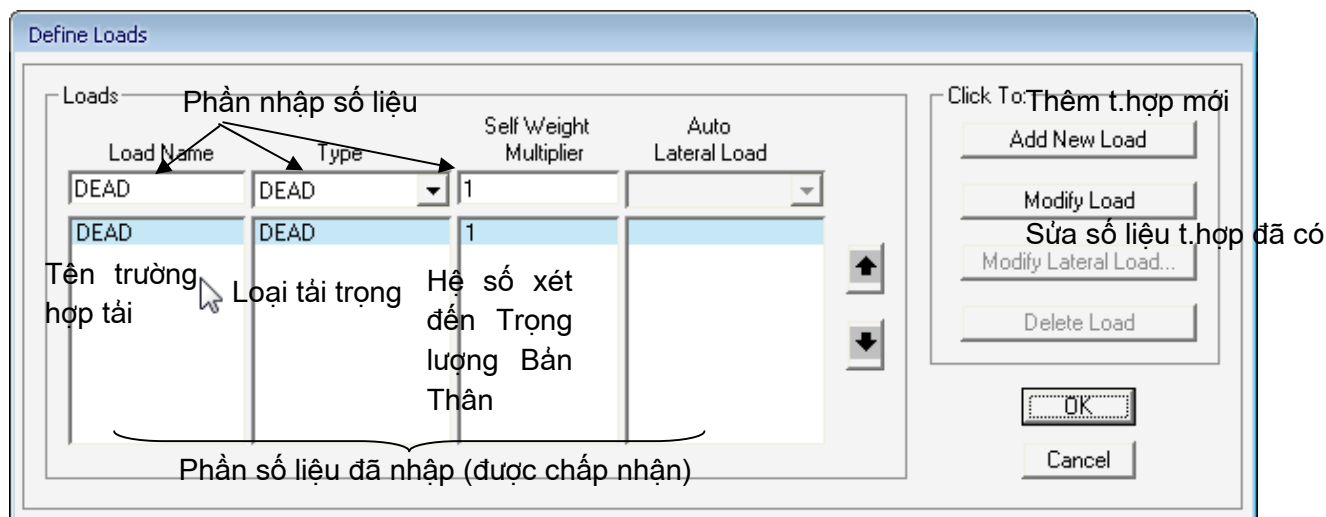


Muốn thêm vào loại tiết diện mới có dạng hình chữ nhật : Bấm vào menu trái xuống, chọn **Add Rectangular**



Chọn





+ Đối với trường hợp Tĩnh tải :

* Tên : TĩnhTải * Loại : DEAD * Hệ số TLBT : 0

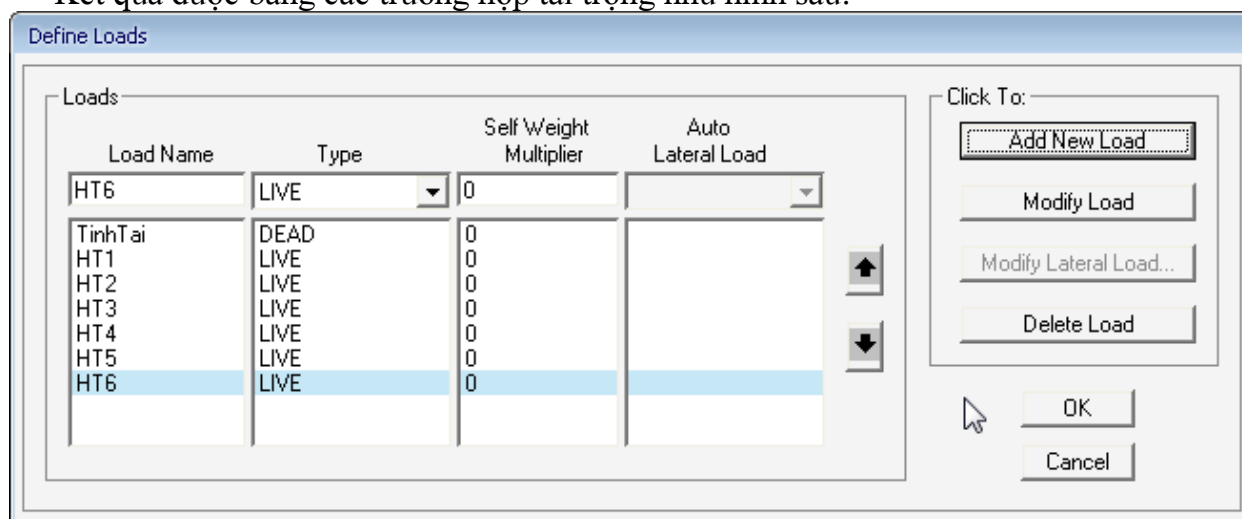
Sau khi sửa giá trị → chọn Modify Load ()

+ Đối với trường hợp Hoạt tải 1,2,3,4,5,6 :

* Tên : HT1 (hoặc 2,3,4,5,6) * Loại : LIVE * Hệ số TLBT : 0

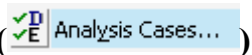
Sau khi sửa giá trị → chọn Add New Load ().

Kết quả được bảng các trường hợp tải trọng như hình sau:

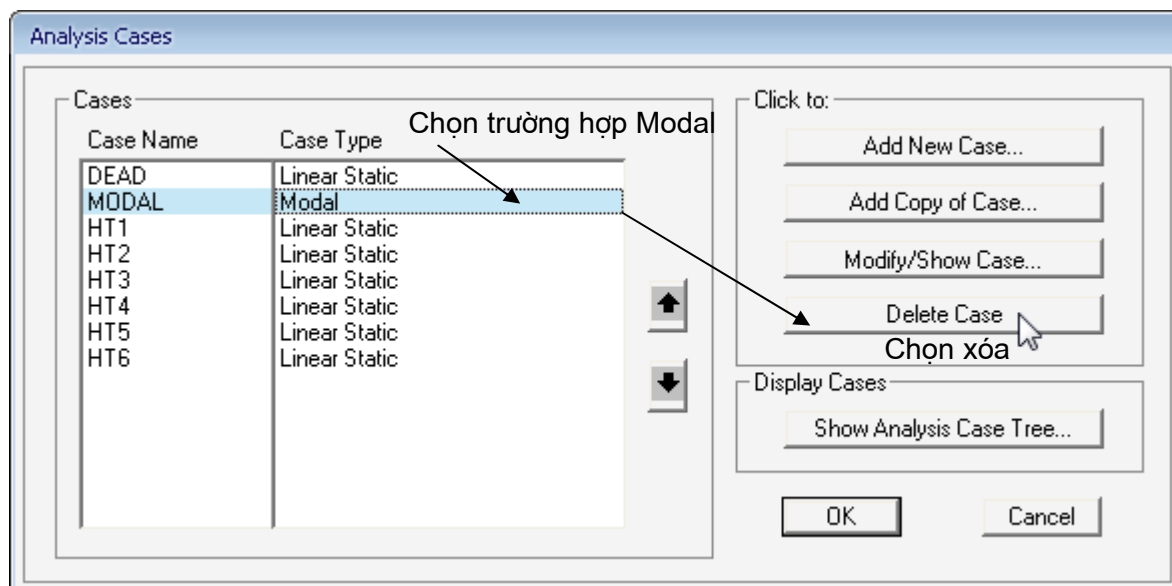


Chọn  để chấp nhận.

d. Khai báo các trường hợp phân tích :

Vào menu **Define** → **Analysis Cases ...** ()

Bình thường nếu không xét dao động thì mỗi trường hợp phân tích sẽ tương ứng với một trường hợp tải trọng và nên xoá trường hợp phân tích động (MODAL) để khi tính toán được nhanh hơn.



e. Khai báo tổ hợp tải trọng (tổ hợp nội lực) :

Trong Sap2000 có 4 loại tổ hợp :

- (1) Loại ADD : Cộng đại số .
- (2) Loại ENVE : Lấy giá trị bao.
- (3) Loại ABS : Cộng theo giá trị tuyệt đối.
- (4) Loại SRSS : Lấy căn bậc hai của tổng các bình phương.

Thường sử dụng 2 loại tổ hợp (1) và (2).

Ví dụ :

Có 5 trường hợp tải trọng : TT1; TT2; TT3; TT4; TT5.

- Giá trị Moment tại K : M_K do TT1 là : 3,5
- Giá trị Moment tại K : M_K do TT2 là : -4,0
- Giá trị Moment tại K : M_K do TT3 là : 5,0
- Giá trị Moment tại K : M_K do TT4 là : 4,5
- Giá trị Moment tại K : M_K do TT5 là : -3,0

Nếu khai báo Tổ hợp 1 là tổ hợp kiểu ENVE của TT1; 0,9*TT2; 0,9*TT3:

$$TH1 = ENVE (TT1; 0,9*TT2; 0,9*TT3)$$

ta sẽ được M_K max của TH1 = 4,5 và M_K min của TH1 = -3,6

Nếu khai báo Tổ hợp 2 là tổ hợp kiểu ADD của TT4; TT5; TH1 :

$$TH2 = ADD (TT4; TT5; TH1)$$

ta sẽ được M_K max của TH2 = 6 và M_K min của TH2 = -2,1

Trong dầm ta cần tổ hợp nội lực theo công thức :

$$\begin{aligned} M_{\max} &= M_{TT} + \sum M_{HT}^{(+)} & Q_{\max} &= Q_{TT} + \sum Q_{HT}^{(+)} \\ M_{\min} &= M_{TT} + \sum M_{HT}^{(-)} & Q_{\min} &= Q_{TT} + \sum Q_{HT}^{(-)} \end{aligned}$$

Để có được tổ hợp này :

+ Trước tiên ta khai báo các Tổ hợp Hoạt tải biến đổi :

$$HT1 \rightarrow HTBD1 = ENVE (HT1; 0*TT) \text{ v.v.}$$

Nếu HT1 có dấu "+" thì HTBD1 sẽ có giá trị Max = HT1 ; giá trị Min = 0

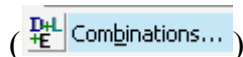
Nếu HT1 có dấu "-" thì HTBD1 sẽ có giá trị Max = 0 ; giá trị Min = HT1 v.v.

+ Sau đó ta khai báo Tổ hợp Bao :

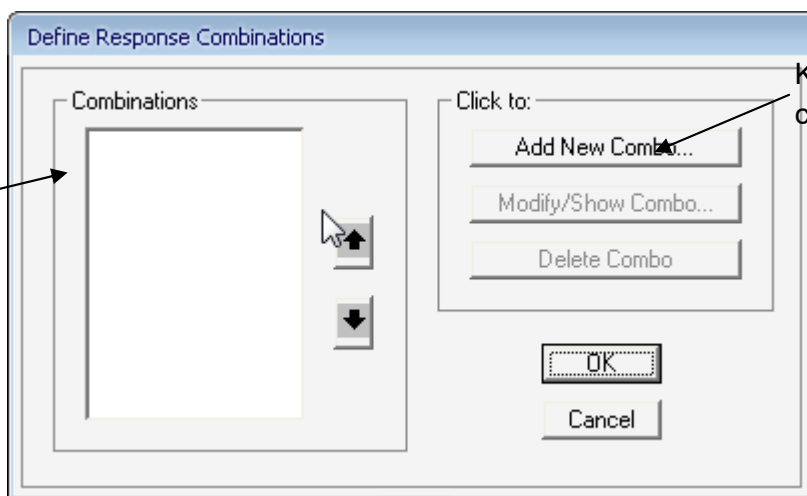
$$\text{Bao} = \text{ADD} (\text{TT}; \text{HTBD1}; \text{HTBD2}; \dots; \text{HTBD6})$$

Như vậy giá trị Max của Tổ hợp Bao sẽ là giá trị tổng của Tĩnh tải với các giá trị Hoạt tải nếu "+", còn những giá trị Hoạt tải "-" sẽ được thay bằng giá trị 0. Tương tự giá trị Min của Tổ hợp Bao sẽ là giá trị tổng của Tĩnh tải với các giá trị Hoạt tải nếu "-", còn những giá trị Hoạt tải "+" sẽ được thay bằng giá trị 0. Đây chính là Tổ hợp cần tìm.

Để khai báo các tổ hợp tải trọng : vào menu **Define** → **Combinations ...**

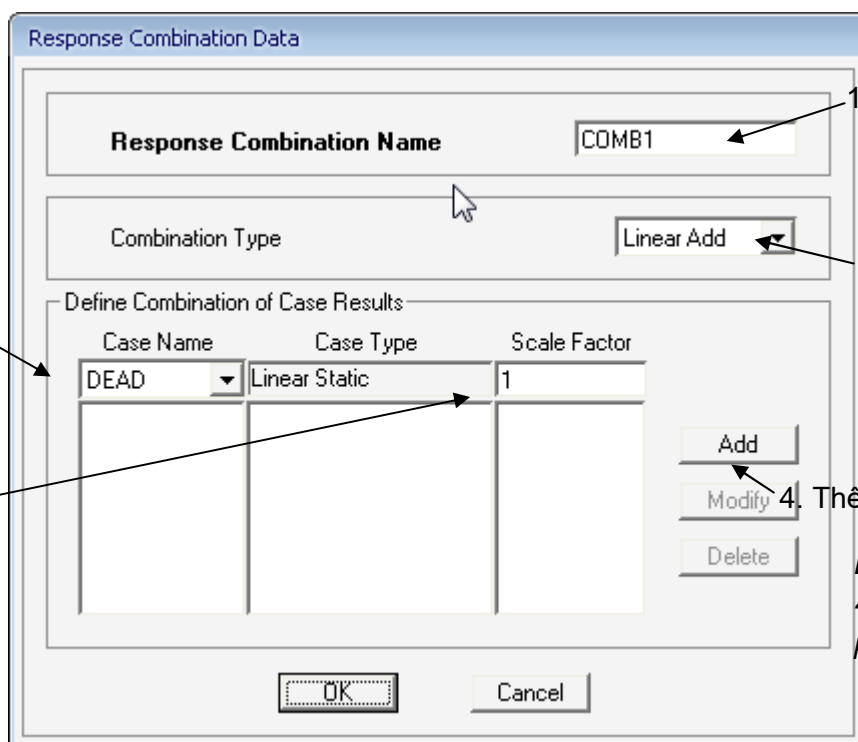


Liệt kê các tổ hợp đã khai báo



Khai báo thêm các tổ hợp

Chọn Add New Combo



3a. Khai báo thành phần của tổ hợp

3b. Hệ số nhân của các thành phần

1. Tên tổ hợp

2. Kiểu tổ hợp

4. Thêm thành phần

Lặp lại bước 3 và 4 cho các thành phần khác

Để khai báo tổ hợp HTBD1 là tổ hợp kiểu ENVE của HT1 và 0*TT :

* Đặt tên tổ hợp : HTBD1;

* Chọn kiểu tổ hợp : Envelope (**Envelope**);

* Chọn thành phần : TĩnhTai (DEAD); Sửa hệ số nhân : 0,00001 → bấm **Add**

Nếu hệ số nhân được nhập bằng 0 thì Sap2000 sẽ bỏ qua thành phần đó (xem như không có thành phần đó trong tổ hợp, do đó ta phải nhập vào 1 số vô cùng bé nào đó, ví dụ như 0,00001)

* Chọn thành phần : HT1;

Sửa hệ số nhân : 1 → bấm **Add**

Case Name	Case Type	Scale Factor
HT1	Linear Static	1
DEAD	Linear Static	0.00001
HT1	Linear Static	1

Chọn **OK** để chấp nhận

Tiếp tục chọn **Add New Combo** để thêm vào các tổ hợp HTBD2, HTBD3, HTBD4, HTBD5, HTBD6, cách tiến hành tương tự nhưng thay thành phần HT1 bằng thành phần hoạt tải tương ứng (HT2; HT3; HT4; HT5; HT6).

Khai báo tổ hợp BAO

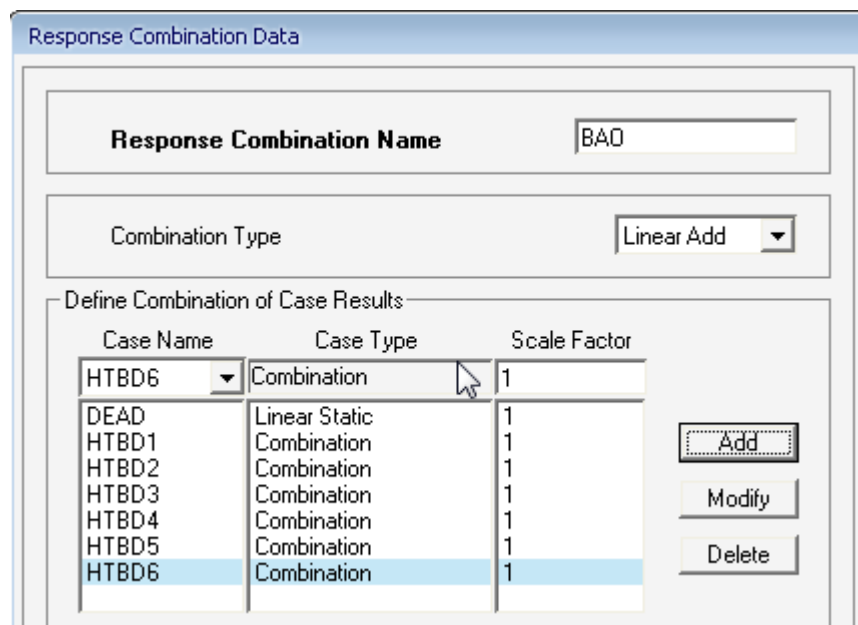
* Đặt tên tổ hợp : BAO;

* Chọn kiểu tổ hợp : Linear Add;

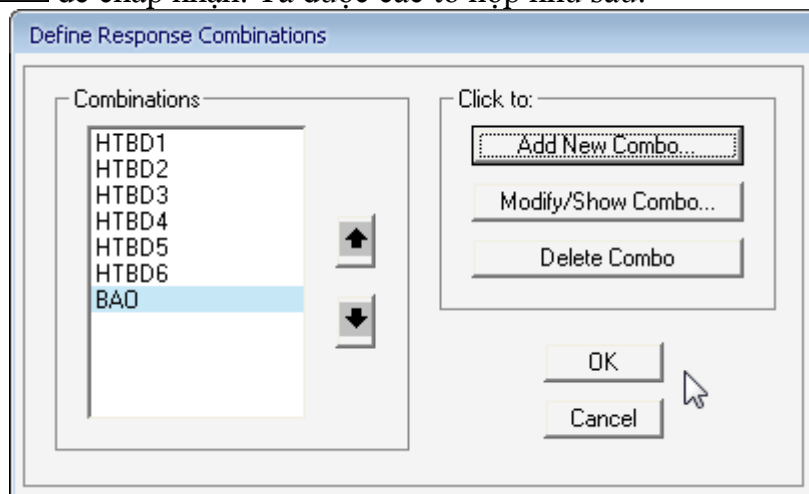
* Chọn thành phần : TĩnhTai (DEAD); Hệ số nhân : 1 → bấm nút **Add**

* Chọn thành phần : HTBD1 ; Hệ số nhân : 1 → bấm nút **Add**

.....
* Chọn thành phần : HTBD6 ; Hệ số nhân : 1 → bấm nút **Add**



Chọn để chấp nhận. Ta được các tổ hợp như sau:



Chọn để chấp nhận.

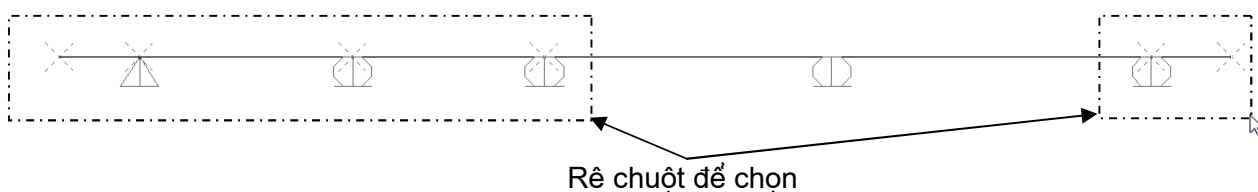
4. Gán các đặc trưng cho các phần tử trong hệ :

Chú ý: cần chọn đối tượng trước rồi mới thực hiện lệnh gán.

Chọn các đối tượng bằng cách bấm chuột trực tiếp vào đối tượng hoặc rê chuột bao quanh đối tượng đó.

a. Gán tiết diện cho các thanh trong hệ :

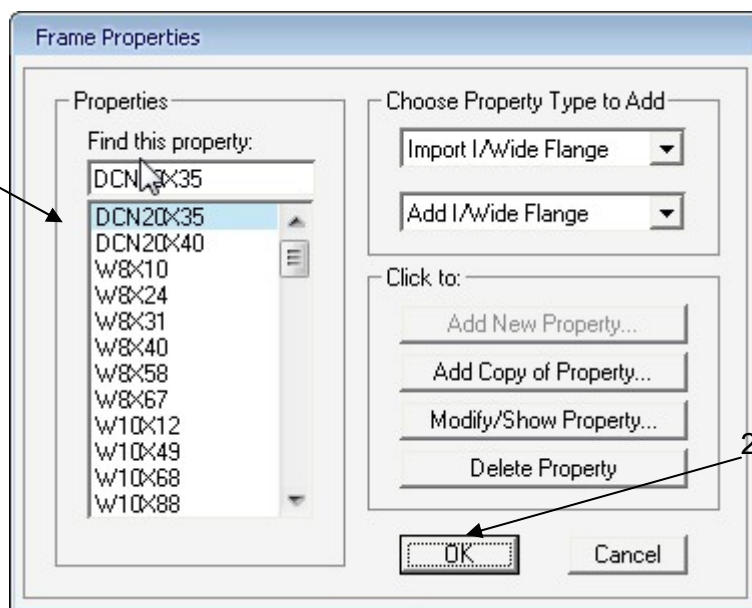
* Chọn các thanh dầm nhịp A-B-C-D và nhịp F-G



* Thực hiện lệnh gán : vào menu **Assign → Frame/Cable → Sections ...**

( Frame Sections...), hoặc bấm vào biểu tượng  trên Toolbar.

1. Chọn loại tiết diện để gán cho thanh



2. Chấp nhận

Tương tự chọn các thanh dầm trong nhịp D-E-F và gán cho loại tiết diện là DCN20x40

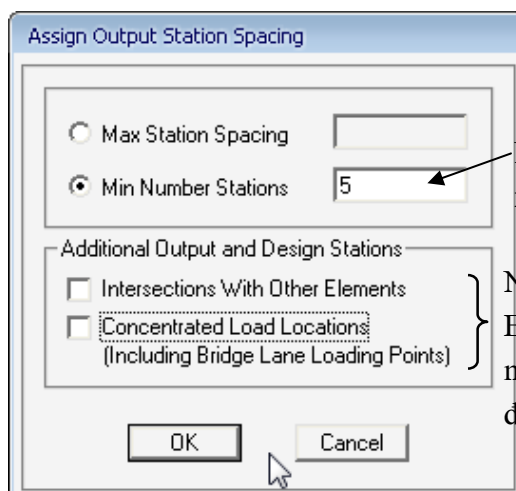


b. Gán số lượng tiết diện xuất kết quả:

Nếu số tiết diện nhiều, biểu đồ sẽ mịn và chính xác hơn, nhưng bảng kết quả sẽ nhiều, khó theo dõi. Nếu số tiết diện ít, biểu đồ sẽ không chính xác (có dạng gãy khúc thay vì dạng đường cong), nhưng bảng kết quả sẽ dễ quản lý.

Do đó nếu để lấy kết quả là biểu đồ nội lực thì khai báo số lượng tiết diện là một số khá lớn (khoảng 9-15 tiết diện mỗi thanh), nếu lấy kết quả là bảng số liệu nội lực thì khai báo số tiết diện để xuất kết quả trong các thanh ngang (dầm) là 5 tiết diện.

Chọn các thanh cần thay đổi số tiết diện xuất nội lực --> **Assign --> Frame/ Cable/ Tendon -->  Output Stations...**, hoặc chọn biểu tượng lệnh .



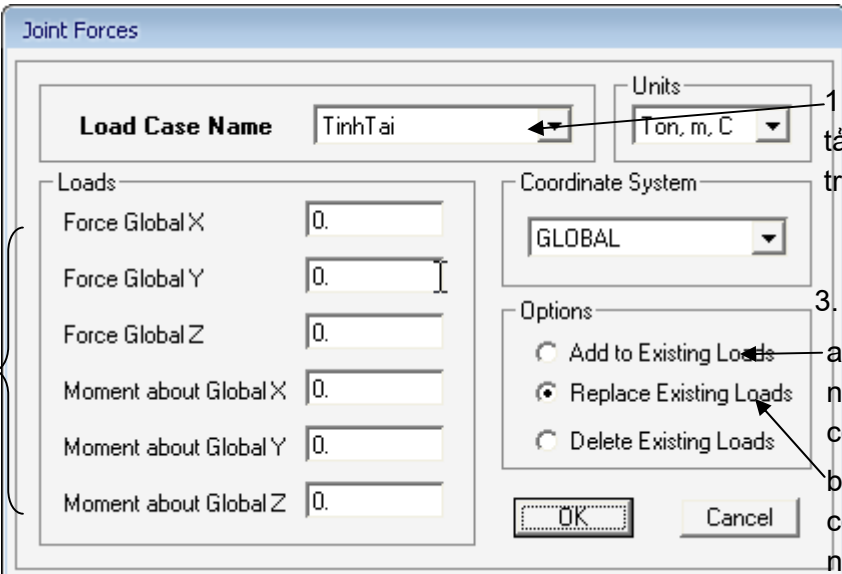
Nhập số lượng tiết diện xuất kết quả

Nếu xuất kết quả sang Excel thì nên bỏ chọn các mục này. Nếu để in biểu đồ thì không bỏ mục này

5. Gán tải trọng tác dụng :

a. Tải trọng tập trung tại nút :

Chọn nút, vào menu **Assign** → **Joint Loads** → **Forces ...** ( Forces...), hoặc bấm vào biểu tượng 



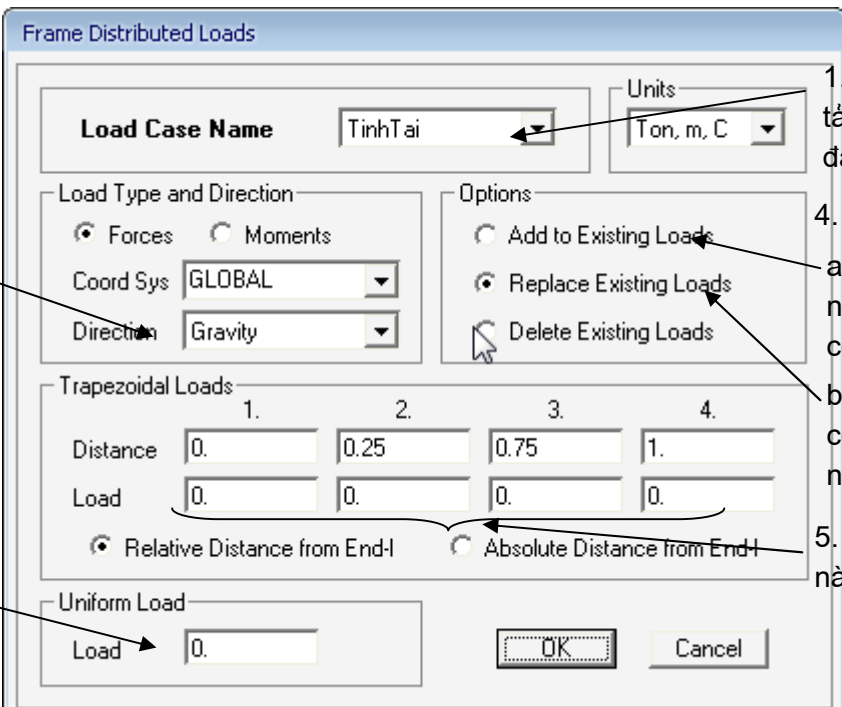
1. Chọn trường hợp tải trọng của tải trọng cần gán

2. Khai báo giá trị lực và moment theo phương X; Y; Z. (moment xác định theo chiều vận nút chai)

3. Chọn phương án:
 a. Thêm tải trọng này vào tải trọng đã có
 b. Thay tải trọng đã có bằng tải trọng này

b. Tải trọng phân bố đều trên thanh:

Chọn thanh, vào menu **Assign** → **Frame Loads** → **Distributed ...** ( Distributed...), hoặc bấm vào biểu tượng 



1. Chọn trường hợp tải của tải trọng cần đặt lực

2. Khai báo phương của lực.
Gravity : phương trọng lực, chiều dương hướng xuống

3. Khai báo giá trị của tải trọng phân bố

4. Chọn phương án:
 a. Thêm tải trọng này vào tải trọng đã có
 b. Thay tải trọng đã có bằng tải trọng này

5. Chú ý các giá trị này phải bằng 0

c. Tải trọng phân bố dạng 4 điểm trên thanh:

Chọn thanh, vào menu **Assign** → **Frame Loads** → **Distributed ...** ( Distributed...), hoặc bấm vào biểu tượng 

1. Chọn trường hợp tải của tải trọng cần đặt lực

2. Khai báo phương của lực.
Gravity : phương trọng lực, chiều dương hướng xuống

3. Khai báo khoảng cách và giá trị của tải trọng phân bố tại 4 điểm.
Có 2 cách khai báo khoảng cách: theo Relative - tương đối ($= a/l$) và theo Absolute - tuyệt đối ($= a$)

4. Chọn phương án:
a. Thêm tải trọng này vào tải trọng đã có
b. Thay tải trọng đã có bằng tải trọng này

5. Chú ý các giá trị này phải bằng 0

d. Tải trọng tập trung trên thanh:

Chọn thanh, vào menu **Assign** → **Frame Loads** → **Point ...** ( Point...), hoặc bấm vào biểu tượng 

1. Chọn trường hợp tải của tải trọng cần đặt lực

2. Khai báo phương của lực.
Gravity : phương trọng lực, chiều dương hướng xuống

3. Khai báo khoảng cách và giá trị của tải trọng tập trung (mỗi lần đặt được tối đa 4 lực)

4. Chọn phương án:
a. Thêm tải trọng này vào tải trọng đã có
b. Thay tải trọng đã có bằng tải trọng này

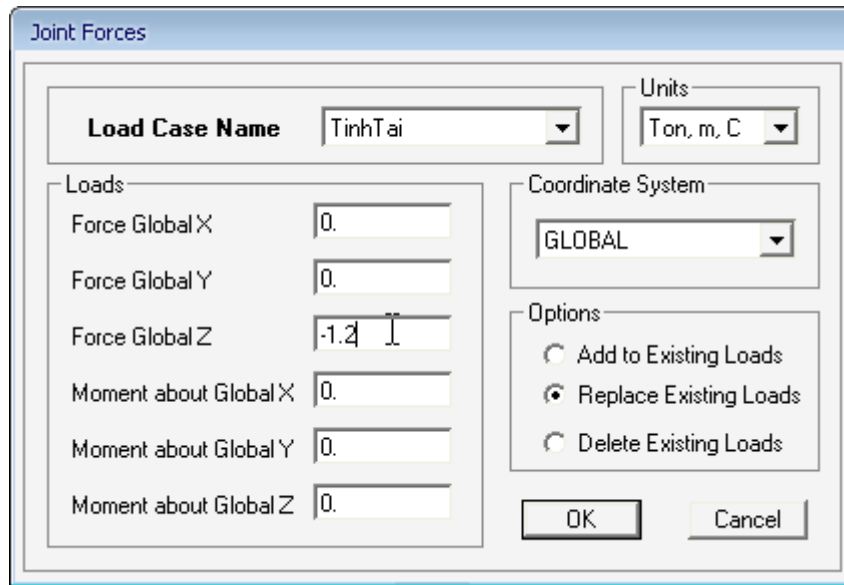
Có 2 cách khai báo khoảng cách: theo Relative - tương đối ($= a/l$) và theo Absolute - tuyệt đối ($= a$)

Áp dụng gán tải trọng vào hệ :

* Tĩnh tải :

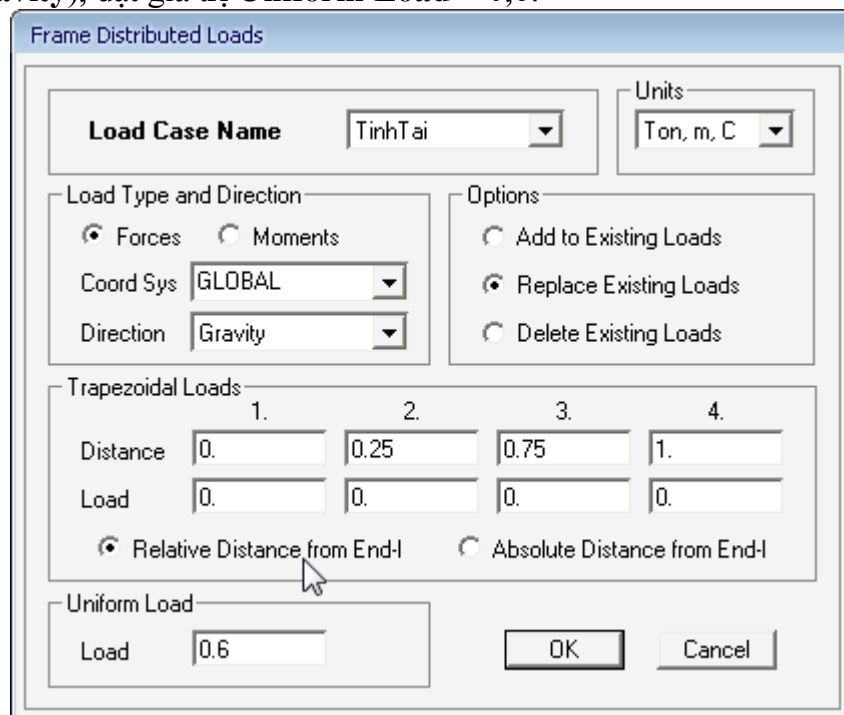
- Lực tập trung:

Chọn nút trục A và G, bấm , (**Load Case Name** là **TinhTai**), đặt giá trị **Force Global Z** = -1,2.

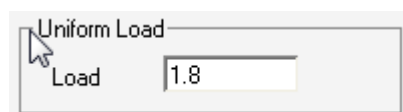


- Lực phân bố đều:

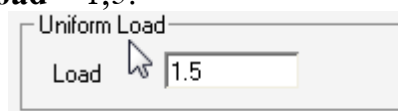
+ Chọn thanh nhịp AB và FG , bấm , (**Load Case Name** là **TinhTai**, **Direction** là **Gravity**), đặt giá trị **Uniform Load** = 0,6.



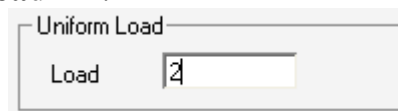
+ Chọn thanh nhịp BC, bấm , (**Load Case Name** là **TinhTai**, **Direction** là **Gravity**), đặt giá trị **Uniform Load** = 1,8.



+ Chọn thanh nhịp CD, bấm , (**Load Case Name** là **TinhTai**, **Direction** là **Gravity**), đặt giá trị **Uniform Load** = 1,5.



+ Chọn thanh nhịp DE, bấm , (**Load Case Name** là **TinhTai**, **Direction** là **Gravity**), đặt giá trị **Uniform Load** = 2.



- Lực phân bố dạng 4 điểm:

Chọn thanh nhịp EF, bấm , (**Load Case Name** là **TinhTai**, **Direction** là **Gravity**), chọn kiểu khoảng cách là **Absolute** - tuyệt đối.

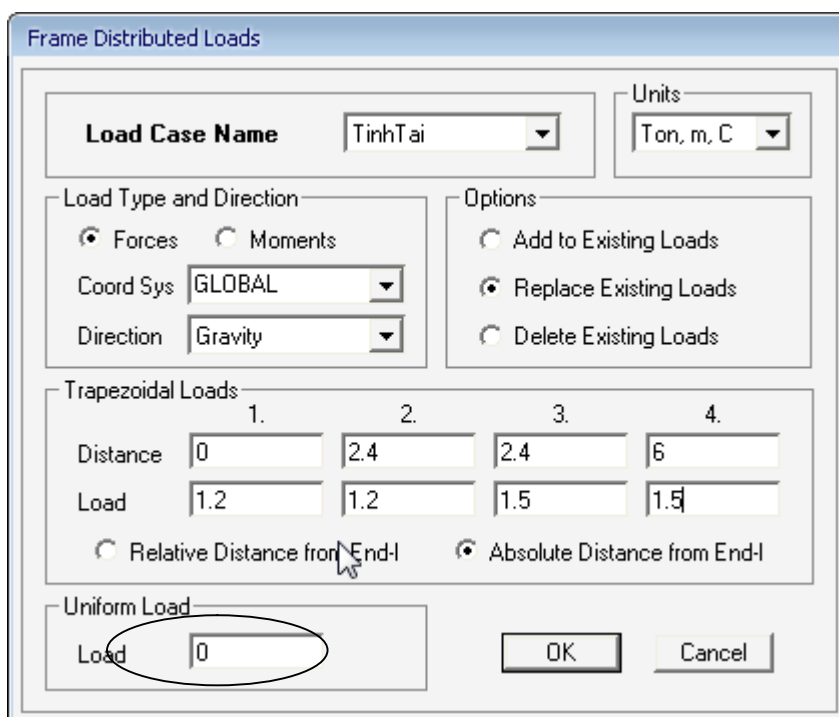
Nhập 4 điểm: Điểm 1: khoảng cách 0 (m), giá trị lực 1.2 (T/m)

Điểm 2: khoảng cách 2.4 (m), giá trị lực 1.2 (T/m)

Điểm 3: khoảng cách 2.4 (m), giá trị lực 1.5 (T/m)

Điểm 4: khoảng cách 6 (m), giá trị lực 1.5 (T/m)

Chú ý đặt tải trọng ở mục **Uniform Load** = 0 (nếu không tải trọng dạng 4 điểm sẽ cộng với tải trọng phân bố đều cùng tác dụng lên hệ)



- Lực tập trung trên thanh:

Chọn thanh nhịp EF, bấm , (**Load Case Name** là **TinhTai**, **Direction** là **Gravity**), chọn kiểu khoảng cách là **Absolute** - tuyệt đối.

Nhập tải trọng tập trung: (chỉ có 1 lực) khoảng cách 2.4 (m), giá trị lực 4 (T)

Point Loads		1.	2.	3.	4.
Distance		2.4	0	0	0
Load		4	0.	0.	0.

* Hoạt tải 1:

- Lực tập trung:

Chọn nút trục A, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT1**, đặt giá trị **Force Global Z** = -0,6

- Lực phân bố đều:

Chọn thanh nhịp AB, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT1**, **Direction** là **Gravity**, đặt giá trị **Uniform Load** = 0,3. Chú ý cho các giá trị của tải trọng dạng 4 điểm bằng 0.

Frame Distributed Loads

Load Case Name: HT1

Units: Ton, m, C

Load Type and Direction:

• Forces

• Moments

Coord Sys: GLOBAL

Direction: Gravity

Options:

• Add to Existing Loads

• Replace Existing Loads

• Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

1. 2. 3. 4.

Distance: 0. 2.4 2.4 6.

Load: 0 0 0 0

• Relative Distance from End-I

• Absolute Distance from End-I

Uniform Load:

Load: 0.3

OK Cancel

* Hoạt tải 2:

Lực phân bố đều:

Chọn thanh nhịp BC, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT2**, **Direction** là **Gravity**, đặt giá trị **Uniform Load** = 0,8.

Frame Distributed Loads

Load Case Name: HT2

Units: Ton, m, C

Load Type and Direction:

• Forces

• Moments

Coord Sys: GLOBAL

Direction: Gravity

Options:

• Add to Existing Loads

• Replace Existing Loads

• Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

1. 2. 3. 4.

Distance: 0. 2.4 2.4 6.

Load: 0 0 0 0

• Relative Distance from End-I

• Absolute Distance from End-I

Uniform Load:

Load: 0.8

OK Cancel

* Hoạt tải 3:

Lực phân bố đều:

Chọn thanh nhịp CD, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT3**, **Direction** là **Gravity**, đặt giá trị **Uniform Load** = 0,6.

* Hoạt tải 4:

Lực phân bố đều:

Chọn thanh nhịp DE, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT4**, **Direction** là **Gravity**, đặt giá trị **Uniform Load** = 1.

* Hoạt tải 5:

- Lực tập trung trên thanh:

Chọn thanh nhịp EF, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT5**, **Direction** là **Gravity**), chọn kiểu khoảng cách là **Absolute** - tuyệt đối.

Nhập tải trọng tập trung: (chỉ có 1 lực) khoảng cách 2.4 (m), giá trị lực 2 (T)

Frame Point Loads

Load Case Name: HT5

Units: Ton, m, C

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments

Coord Sys: GLOBAL

Direction: Gravity

Options: ☐ Add to Existing Loads ☒ Replace Existing Loads ☐ Delete Existing Loads

Point Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	2.4	0.	0.	0.
Load	2	0.	0.	0.

☐ Relative Distance from End-I ☒ Absolute Distance from End-I

OK Cancel

- Lực phân bố dạng 4 điểm trên thanh:

Chọn thanh nhịp EF, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT5**, **Direction** là **Gravity**), chọn kiểu khoảng cách là **Absolute** - tuyệt đối.

Nhập 4 điểm: Điểm 1: khoảng cách 0 (m), giá trị lực 0.5 (T/m)

Điểm 2: khoảng cách 2.4 (m), giá trị lực 0.5 (T/m)

Điểm 3: khoảng cách 2.4 (m), giá trị lực 0.6 (T/m)

Điểm 4: khoảng cách 6 (m), giá trị lực 0.6 (T/m)

Chú ý đặt tải trọng ở mục **Uniform Load** = 0 (nếu không tải trọng dạng 4 điểm sẽ cộng với tải trọng phân bố đều cùng tác dụng lên hệ)

Frame Distributed Loads

Load Case Name: HT5

Units: Ton, m, C

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments

Coord Sys: GLOBAL

Direction: Gravity

Options: ☐ Add to Existing Loads ☒ Replace Existing Loads ☐ Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	2.4	2.4	6.
Load	0.5	0.5	0.6	0.6

☐ Relative Distance from End-I ☒ Absolute Distance from End-I

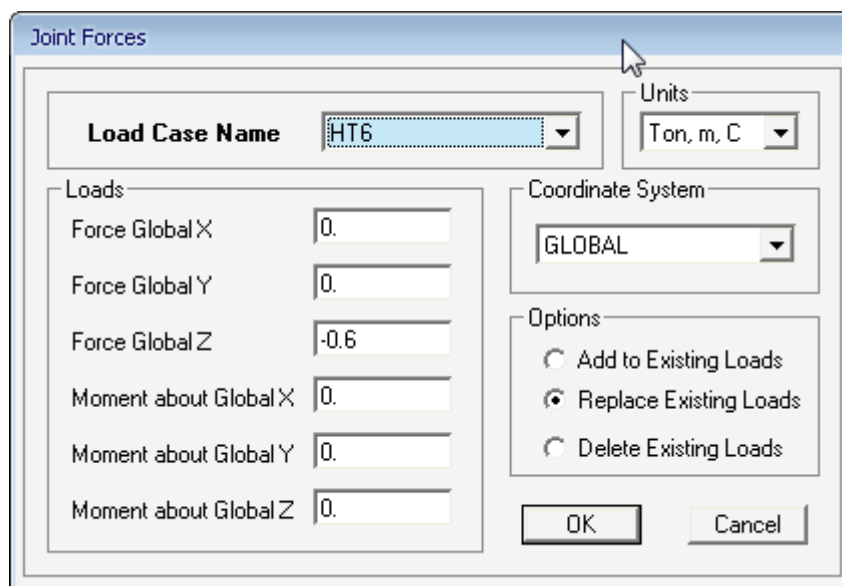
Uniform Load: Load 0

OK Cancel

* Hoạt tải 6:

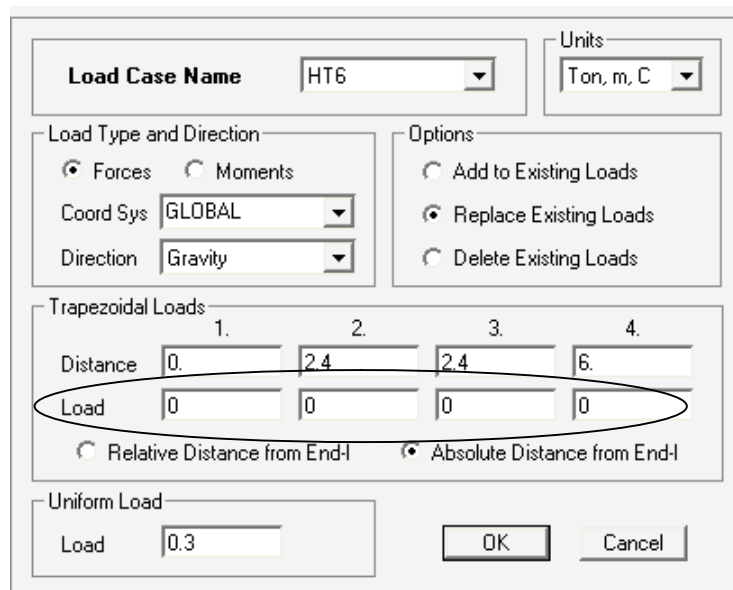
- Lực tập trung:

Chọn nút trục G, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT6**, đặt giá trị **Force Global Z** = -0,6



- Lực phân bố đều:

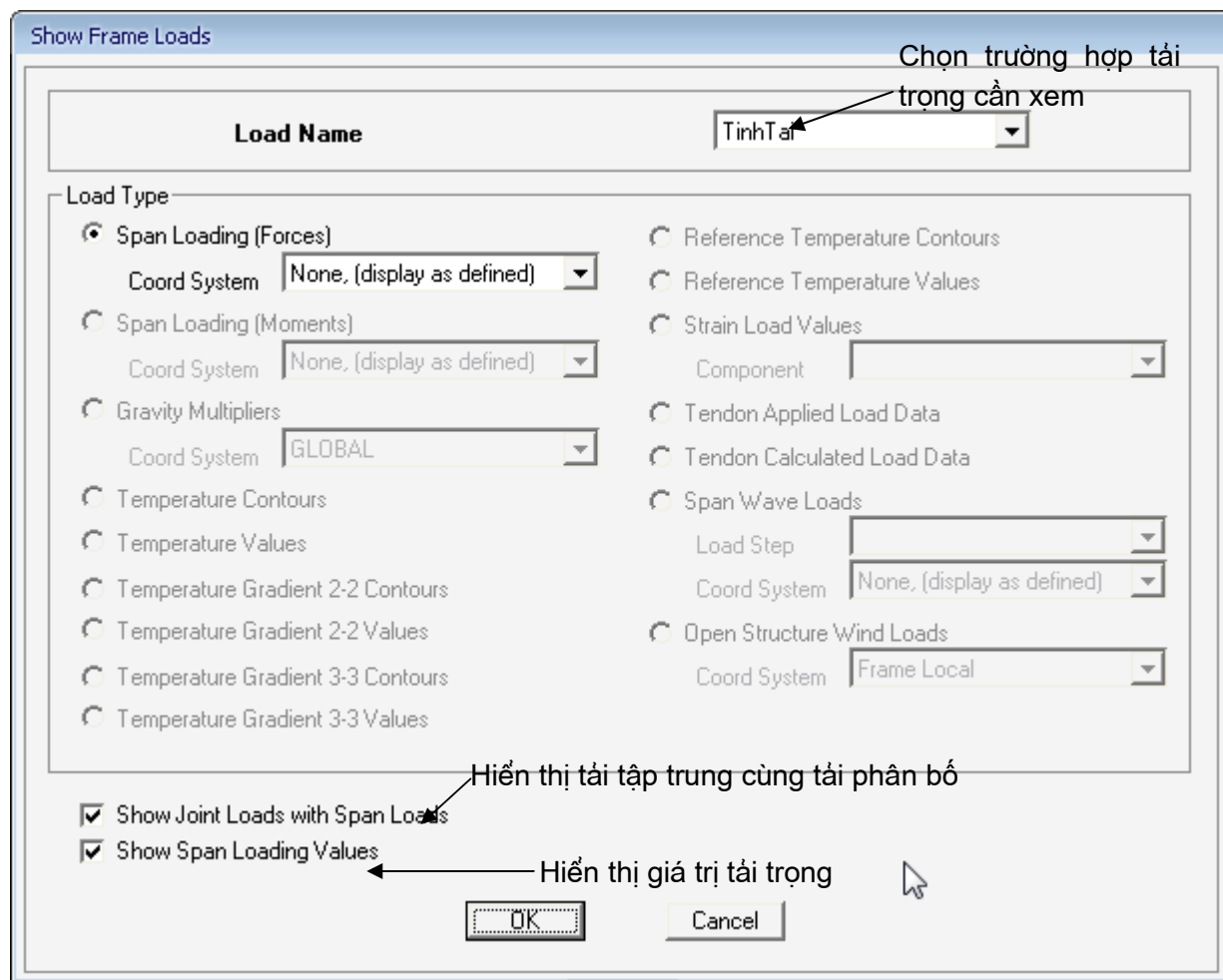
Chọn thanh nhịp FG, bấm , Chọn **Load Case Name** là **HT6**, **Direction** là **Gravity**, đặt giá trị **Uniform Load** = 0,3. Chú ý cho các giá trị của tải trọng dạng 4 điểm bằng 0.



Lưu ý : do trên màn hình chỉ hiển thị 1 loại tải trọng, nên sau khi khai báo tải trọng phân bố thì trên màn hình hiển thị tải phân bố thì sẽ không "thấy" các lực tập trung. Điều này là bình thường.

Nếu muốn xem đầy đủ cả tải tập trung và tải phân bố trên màn hình thì vào menu **Display → Show Loads Assign → Frame ...** ( Frame/Cable/Tendon...)

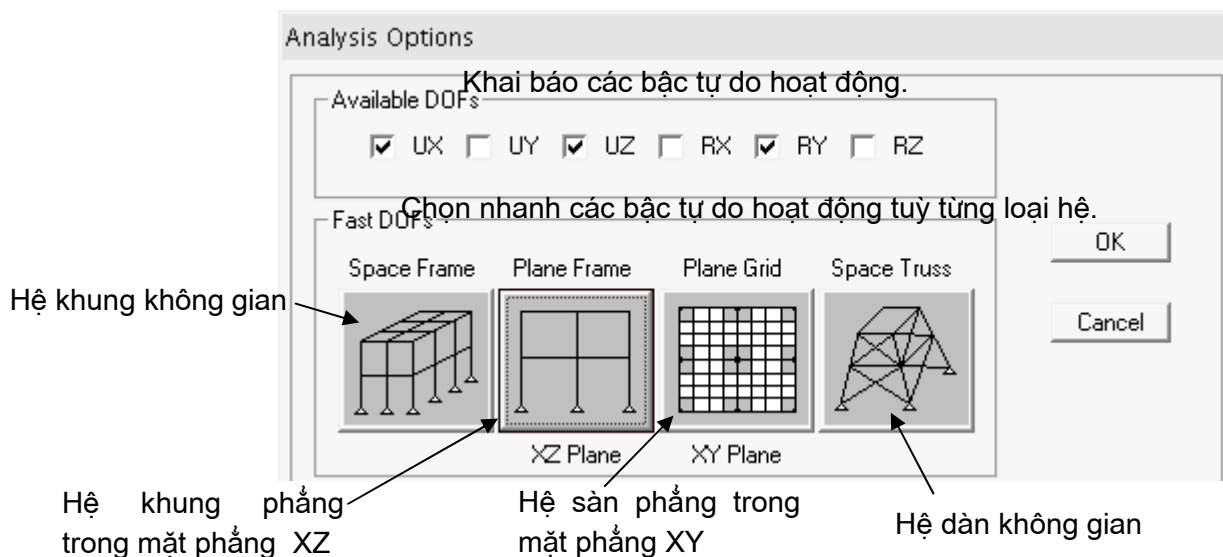
Chọn Trường hợp tải trọng cần xem lực tác dụng.



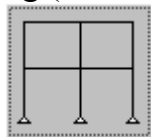
6. Chạy chương trình tính :

- Khai báo các dạng kết cấu: vào menu **Analyze** → **Set Analysis Options ...**

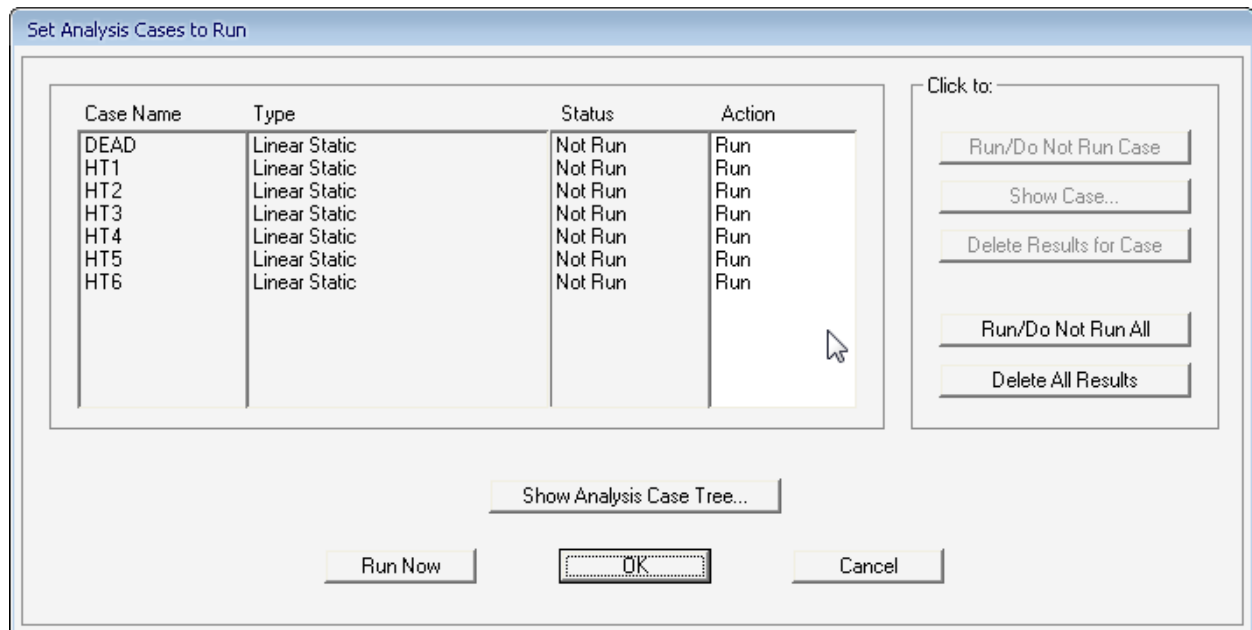
(**Set Analysis Options...**)



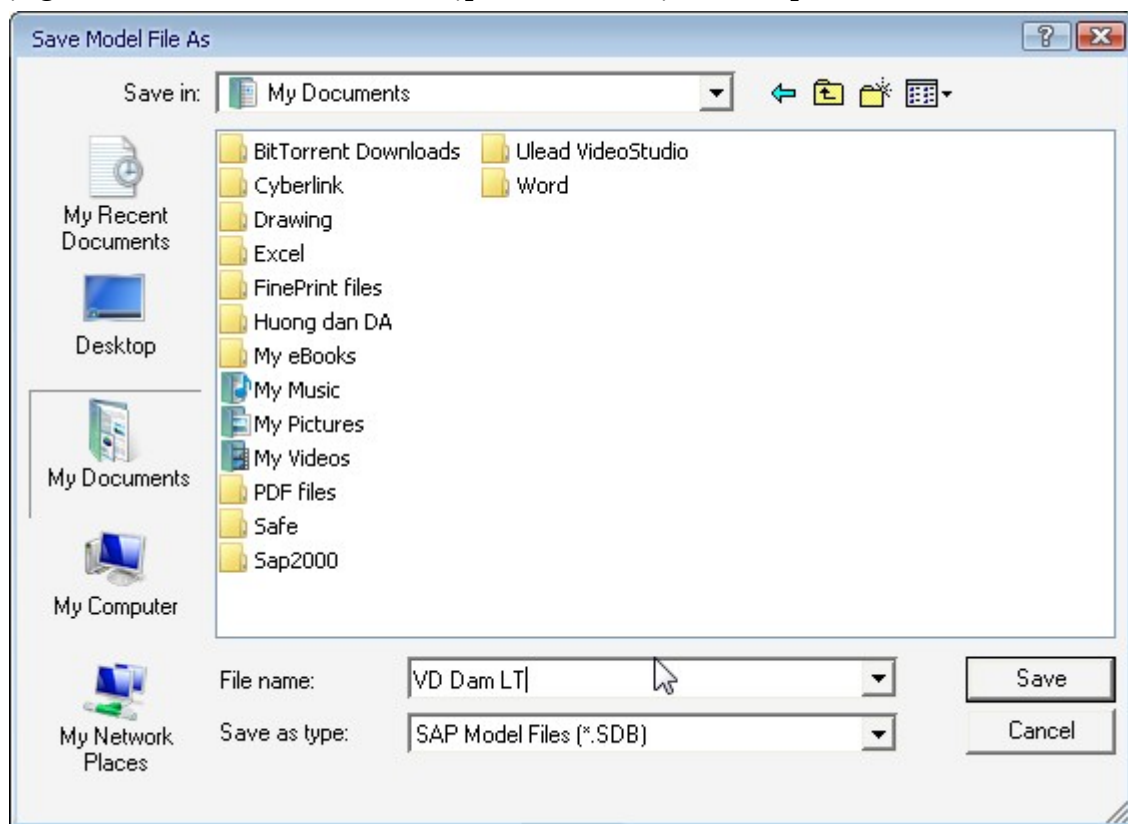
Hệ dầm cũng được coi là hệ khung phẳng (kết cấu chịu uốn trong XZ) nên ta chọn :



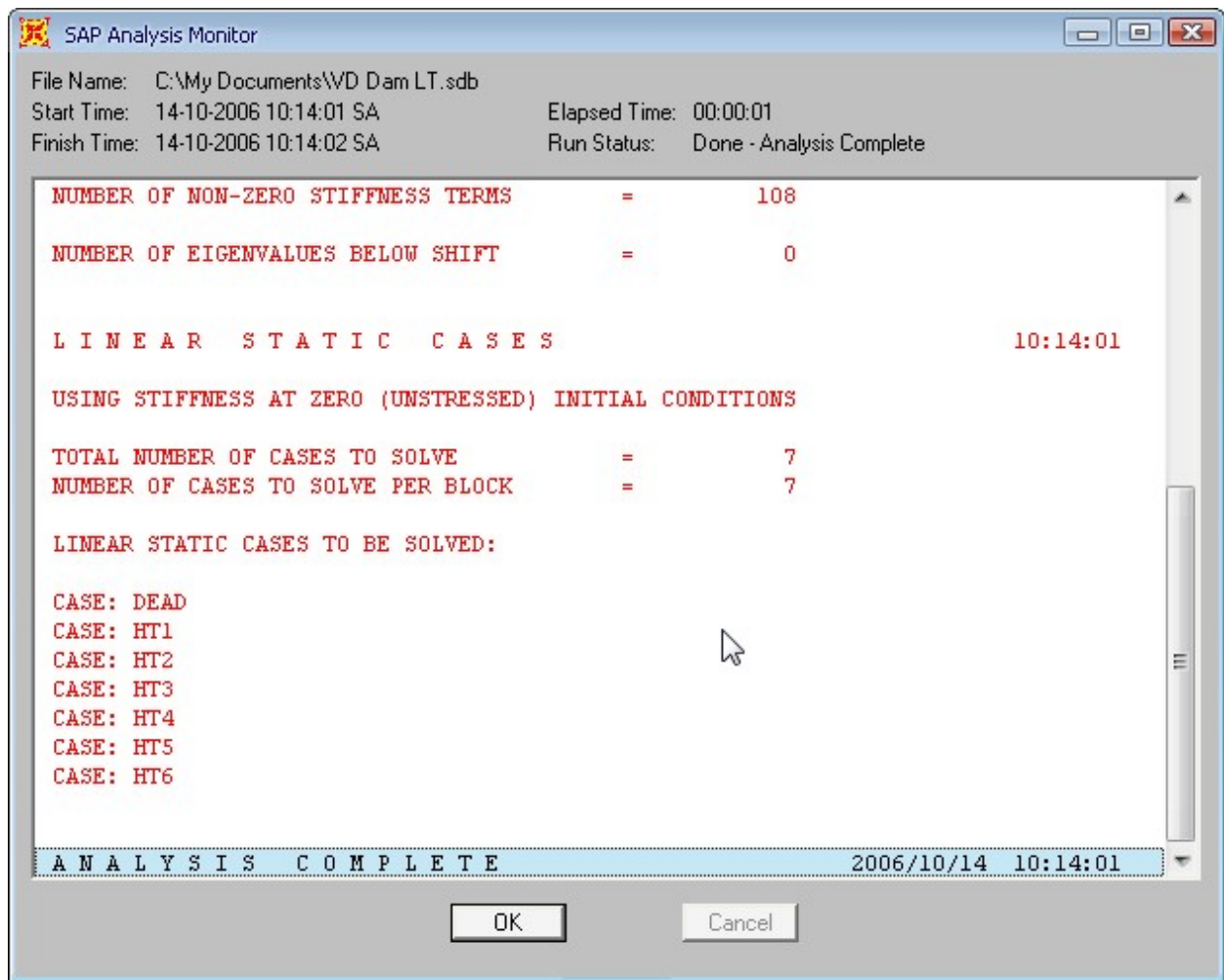
- Chạy chương trình tính : vào menu **Analyze** → **Run Analysis** (hoặc bấm  → chọn )



Nếu ta chưa save file số liệu Sap2000 này, thì trước khi chạy chương trình tính, Sap2000 sẽ tự động save và sẽ hỏi tên file, ta nhập tên file số liệu cho Sap2000.



Chương trình tính sau khi chạy

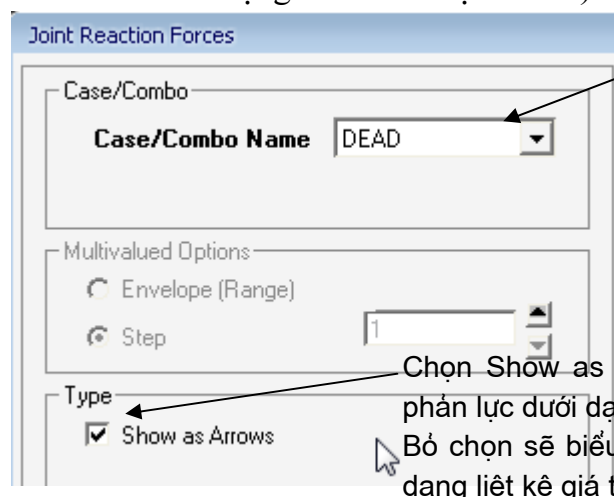


Nếu thấy dòng cuối cùng là **ANALYSIS COMPLETE** thì số liệu nhập vào không bị lỗi và chương trình tính đã xác định được nội lực trong hệ.

Sau khi chạy chương trình tính thì Sap sẽ khoá số liệu (biểu tượng khoá trên màn hình sẽ đóng lại ) , nếu muốn sửa số liệu đã nhập thì phải mở khoá bằng cách bấm vào biểu tượng , lúc đó sẽ trở thành )

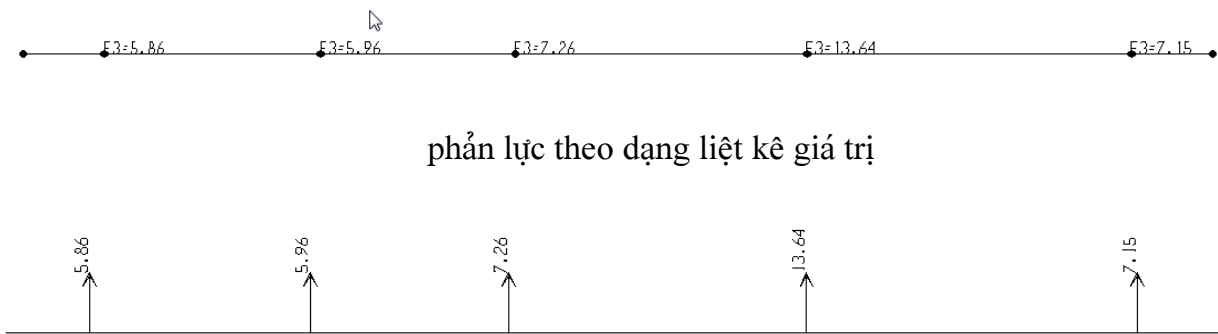
7. Xem kết quả phản lực, nội lực :

- Xem kết quả phản lực : vào menu **Display → Show Forces/Stresses → Joints ...** (hoặc bấm vào dấu mũi tên trên biểu tượng  → chọn Joints)



Chọn trường hợp tải cần xem phản lực

Chọn Show as Arrow để biểu diễn phản lực dưới dạng mũi tên lực.
Bỏ chọn sẽ biểu diễn phản lực dưới dạng liệt kê giá trị



Xem

phản lực theo dạng liệt kê giá trị

Xem phản lực theo dạng mũi tên lực (Show as Arrows)

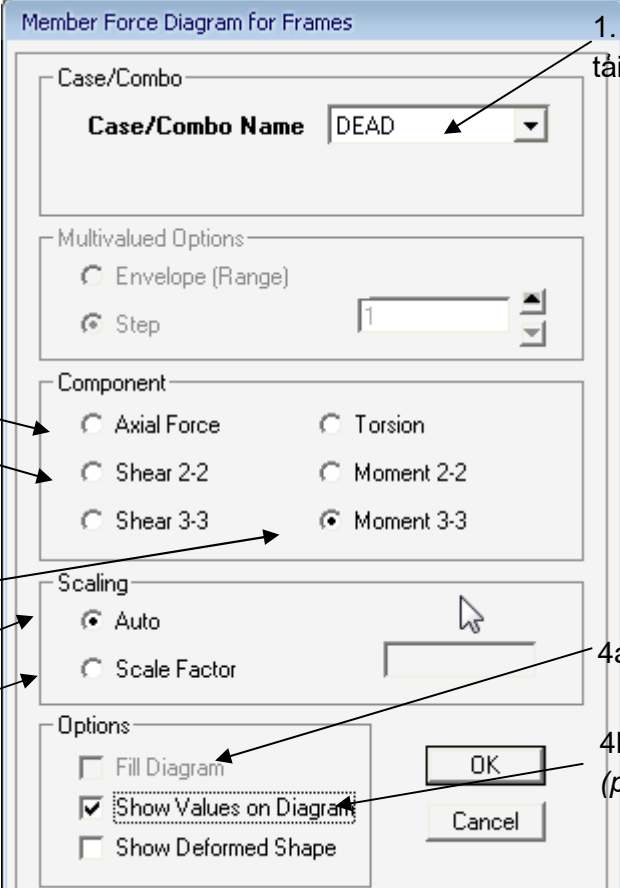
- Xem kết quả nội lực : vào menu **Display** → **Show Forces/Stresses** → **Frames/Cables** ... (hoặc bấm vào dấu mũi tên trên biểu tượng  → chọn Frames/Cables)

2. Chọn thành phần nội lực cần xem :

- * Lực dọc (N)
- * Lực cắt 2-2 (Q)
- * Lực cắt 3-3
- * Moment xoắn
- * Moment uốn 2-2
- * Moment uốn 3-3 (M)

3. Chọn tỷ lệ các tung độ:

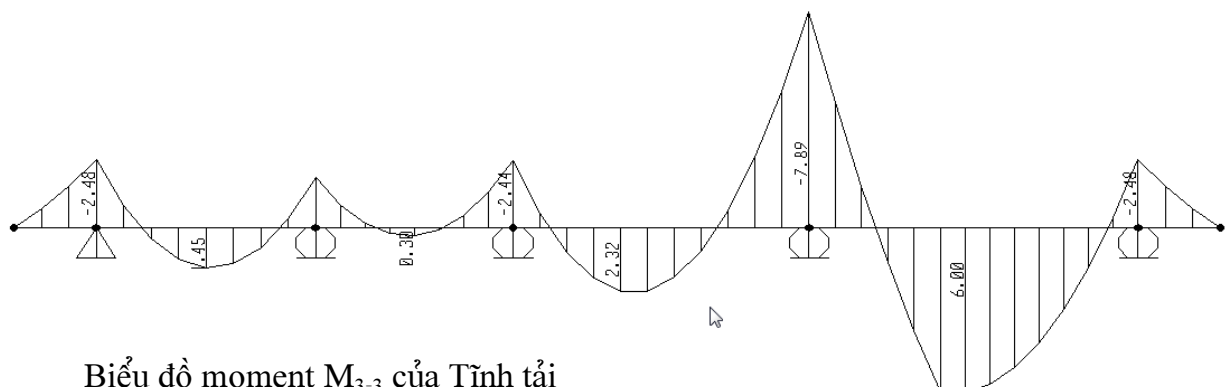
- * Tự động
- * Nhập tỷ lệ



1. Chọn trường hợp tải cần xem nội lực

4a. Bỏ chọn Tô đen biểu đồ

4b. Hiển thị giá trị các tung độ (phải bỏ chọn tô đen biểu đồ)



Biểu đồ moment M_{3-3} của Tĩnh tải

Do Sap2000 quy định dấu lực cắt ngược dấu với quy định dấu của VN, nên khi xem biểu đồ lực cắt trong phần khai báo tỷ lệ ta chọn tỷ lệ mang dấu -, để được biểu đồ đúng quy định.

Member Force Diagram for Frames

Case/Combo

Case/Combo Name: DEAD

Multivalued Options

☐ Envelope (Range)

☒ Step: 1

Component

☐ Axial Force ☐ Torsion

☒ Shear 2-2 ☐ Moment 2-2

☐ Shear 3-3 ☐ Moment 3-3

Scaling

☐ Auto

☒ Scale Factor: -0.6

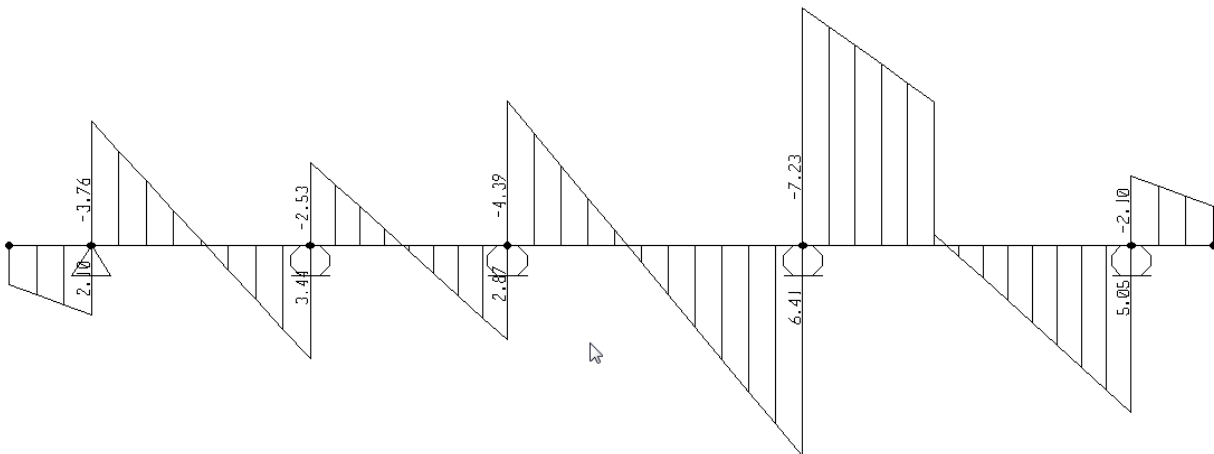
Options

☐ Fill Diagram

☒ Show Values on Diagram

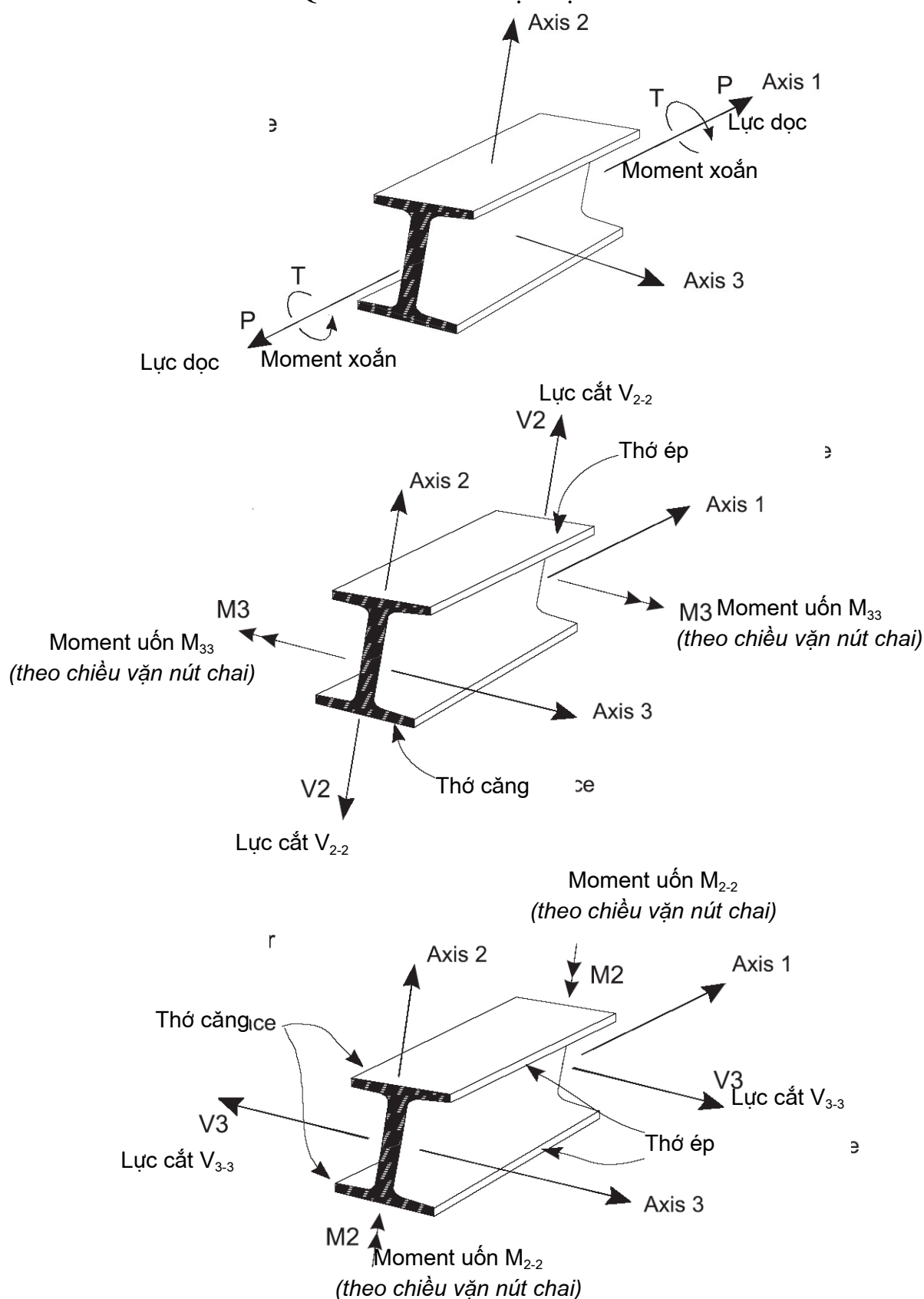
☐ Show Deformed Shape

OK Cancel



Biểu đồ moment Q_{2-2} của Tĩnh tải (đã chỉnh tỷ lệ -)

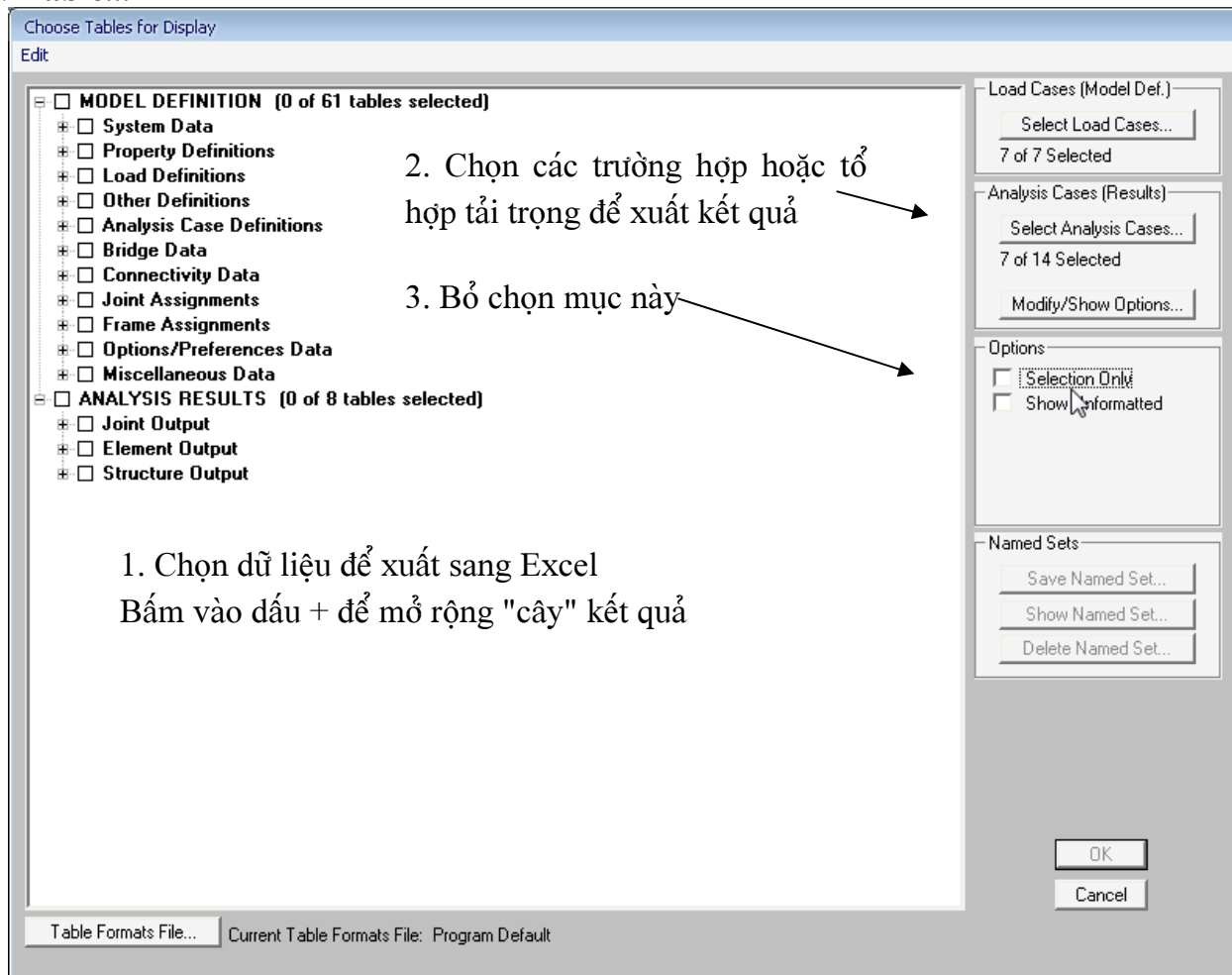
QUY ƯỚC DẤU NỘI LỰC TRONG SAP



Như vậy M_{3-3} # moment M ; V_{2-2} # lực cắt Q nhưng trong thanh ngang (dầm) thì V_{2-2} ngược chiều Q , trong thanh đứng V_{2-2} cùng chiều Q ; P # lực dọc N .

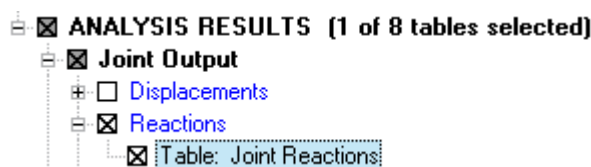
8. In kết quả phản lực, nội lực :

- In biểu đồ đang hiển thị trên màn hình : vào menu **File** → **Print Graphics** ( Print Graphics), hoặc bấm vào biểu tượng 
- In giá trị phản lực và nội lực ra file Excel để xử lý số liệu tính: vào menu **Display** → **Show Table...**

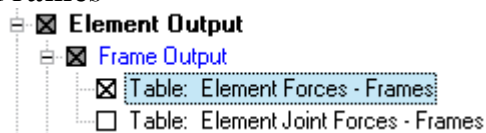


a. Chọn dữ liệu để xuất kết quả: (chú ý đổi sang đơn vị **kgf-m-C** nếu muốn dùng Excel tính cốt thép)

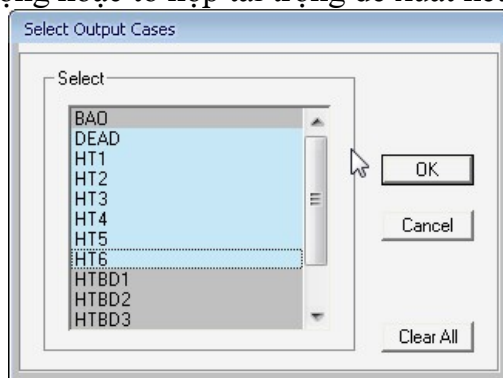
- Phản lực: **ANALYSIS RESULTS** → **Joint Output** → **Reactions** → **Table: Joint Reactions**.



- Nội lực trong thanh: **ANALYSIS RESULTS** → **Element Output** → **Frame Output** → **Table: Element Forces - Frames**



b. Chọn Trường hợp tải trọng hoặc tổ hợp tải trọng để xuất kết quả ([Select Analysis Cases...](#))



Chọn các trường hợp tải trọng: Tĩnh Tải (DEAD), Hoạt Tải từ 1-6 (HT1, HT2, ..., HT6). (Giữ phím Ctrl khi nhấn chuột để chọn được nhiều trường hợp), chọn OK để chấp nhận. Chọn OK để xuất kết quả.

Element Forces - Frames

File View Options Format

Units: As Noted

Element Forces - Frames

	Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m
▶	1	0	DEAD	LinStatic	0	1200	0	0	0
	1	0.375	DEAD	LinStatic	0	1425	0	0	0
	1	0.75	DEAD	LinStatic	0	1650	0	0	0
	1	1.125	DEAD	LinStatic	0	1875	0	0	0
	1	1.5	DEAD	LinStatic	0	2100	0	0	0
	1	0	HT1	LinStatic	0	600	0	0	0
	1	0.375	HT1	LinStatic	0	712.5	0	0	0
	1	0.75	HT1	LinStatic	0	825	0	0	0
	1	1.125	HT1	LinStatic	0	937.5	0	0	0
	1	1.5	HT1	LinStatic	0	1050	0	0	0
	1	0	HT2	LinStatic	0	8.882E-13	0	0	0
	1	0.375	HT2	LinStatic	0	8.882E-13	0	0	0
	1	0.75	HT2	LinStatic	0	8.882E-13	0	0	0
	1	1.125	HT2	LinStatic	0	8.882E-13	0	0	0
	1	1.5	HT2	LinStatic	0	8.882E-13	0	0	0
	1	0	HT3	LinStatic	0	0	0	0	0
	1	0.375	HT3	LinStatic	0	0	0	0	0
	1	0.75	HT3	LinStatic	0	0	0	0	0
	1	1.125	HT3	LinStatic	0	0	0	0	0

Record: 1 of 210

Done

Vào menu File → Export all Table ([Export All Tables](#)) → To Excel ([To Excel](#)) để xuất kết quả sang Excel. Chọn Done ([Done](#)) để trở về màn hình Sap2000.

Kết quả nội lực xuất sang Excel có dạng như sau:

TABLE: Element Forces - Frames

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m	FrameElem Text	ElemStation m
1	0	DEAD	LinStatic	0	1200	0	0	0	2.22E-13	1	0
1	0.375	DEAD	LinStatic	0	1425	0	0	0	-492.19	1	0.375
1	0.75	DEAD	LinStatic	0	1650	0	0	0	-1068.75	1	0.75
1	1.125	DEAD	LinStatic	0	1875	0	0	0	-1729.69	1	1.125
1	1.5	DEAD	LinStatic	0	2100	0	0	0	-2475	1	1.5
1	0	HT1	LinStatic	0	600	0	0	0	-4.441E-13	1	0
1	0.375	HT1	LinStatic	0	712.5	0	0	0	-246.09	1	0.375

Trong đó:

- + Cột Frame là tên các phần tử trong hệ.
- + Cột Station là khoảng cách của tiết diện đến đầu trái của thanh.
- + Cột Output Case là tên của trường hợp tải trọng.
- + Cột P là lực dọc, V2 là lực cắt (ngược dấu Q theo quy ước dấu của TCVN), M3 là moment.

Trong dầm chỉ cần lực cắt và moment do đó xóa các cột Case Type, P, V3, T, M2 Frame element, Elem Station. Chỉ giữ lại các cột Frame, Station, Output Case, V2, M3.

TABLE: Element Forces - Frames				
Frame	Station	OutputCase	V2	M3
Text	m	Text	Kgf	Kgf-m
1	0	DEAD	1200	2.22E-13
1	0.375	DEAD	1425	-492.19
1	0.75	DEAD	1650	-1068.75
1	1.125	DEAD	1875	-1729.69
1	1.5	DEAD	2100	-2475
1	0	HT1	600	-4.441E-13
1	0.375	HT1	712.5	-246.09

Cách đọc giá trị nội lực như sau: mỗi hàng là giá trị nội lực của một tiết diện nào đó của phần tử nào đó trong trường hợp tải trọng nào đó.

Ví dụ: hàng thứ 4 trong bảng trên là nội lực của tiết diện cách đầu trái thanh 1 khoảng 1,125m của phần tử số 1 trong trường hợp Tĩnh tải:

$$V2=1875\text{kgf}, M3=-1729.69\text{kgf.m}$$

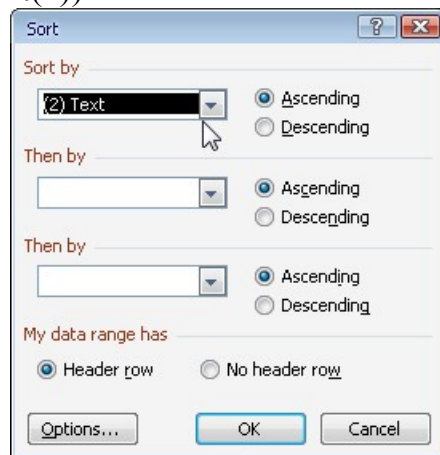
Do kết quả trên sắp xếp theo thứ tự tên phần tử (nghĩa là thể hiện nội lực của phần tử 1 trong các trường hợp TT, HT1..HT6 đến nội lực của phần tử 2 ...) nên khó theo dõi. Ta cần sắp xếp lại theo thứ tự của tên trường hợp tải (nghĩa là thể hiện nội lực của phần tử 1, phần tử 2... trong trường hợp TT đến nội lực của phần tử 1, phần tử 2... trong trường hợp HT1 ...). Cách sắp xếp trong Excel như sau: chọn các ô dữ liệu (kể thêm 1 hàng tiêu đề: Text-m-Text...)

Chọn vùng dữ liệu cần sắp xếp (có thêm 1 hàng tiêu đề)

	A	B	C	D	E	F
1	TABLE: Element Forces - Frames					
2	Frame	Station	OutputCase	V2	M3	
3	Text	m	Text	Kgf	Kgf-m	
199	6	0	HT4	0	0	
200	6	0.375	HT4	0	0	
201	6	0.75	HT4	0	0	
202	6	1.125	HT4	0	0	
203	6	1.5	HT4	0	0	
204	6	0	HT5	0	0	
205	6	0.375	HT5	0	0	
206	6	0.75	HT5	0	0	
207	6	1.125	HT5	0	0	
208	6	1.5	HT5	0	0	
209	6	0	HT6	-1050	-1237.5	
210	6	0.375	HT6	-937.5	-864.84	
211	6	0.75	HT6	-825	-534.38	
212	6	1.125	HT6	-712.5	-246.09	
213	6	1.5	HT6	-600	1.895E-13	
214						
215						

Thực hiện lệnh Data --> Sort:

Chọn thứ tự sắp xếp theo Text (2) là tên của cột Output Case (do cột Frame cũng có tên là Text nên cột này có tên là Text(2))



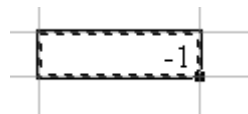
Kết quả sắp xếp như sau:

TABLE: Element Forces - Frames				
Frame	Station	OutputCase	V2	M3
Text	m	Text	Kgf	Kgf-m
1	0	DEAD	1200	2.22E-13
1	0.375	DEAD	1425	-492.19
1	0.75	DEAD	1650	-1068.75
1	1.125	DEAD	1875	-1729.69
1	1.5	DEAD	2100	-2475
2	0	DEAD	-3763.82	-2475
2	1	DEAD	-1963.82	388.82
2	2	DEAD	-163.82	1452.64

Nội lực được sắp xếp theo thứ tự phần tử 1, 2, ... của các trường hợp TT đến phần tử 1, 2, ... của các trường hợp HT1 ...

Do dấu của V2 ngược dấu với Q nên cần nhân V2 với -1 để đảo chiều. Cách thực hiện trong Excel như sau:

- Nhập -1 vào 1 ô bất kỳ. Copy ô đó



- Chọn các ô dữ liệu cần đổi dấu:

	A	B	C	D	E
1	TABLE: Element Forces - Frames				
2	Frame	Station	OutputCase	V2	M3
3	Text	m	Text	Kgf	Kgf-m
202	4	4.05	HT6	-80.29	235.12
203	4	5.4	HT6	-80.29	343.52
204	5	0	HT6	263.5	343.52
205	5	1.5	HT6	263.5	-51.74
206	5	3	HT6	263.5	-446.99
207	5	4.5	HT6	263.5	-842.25
208	5	6	HT6	263.5	-1237.5
209	6	0	HT6	-1050	-1237.5
210	6	0.375	HT6	-937.5	-864.84
211	6	0.75	HT6	-825	-534.38
212	6	1.125	HT6	-712.5	-246.09
213	6	1.5	HT6	-600	1.895E-13

- Thực hiện lệnh Edit --> Paste Special chọn Value và Multiply

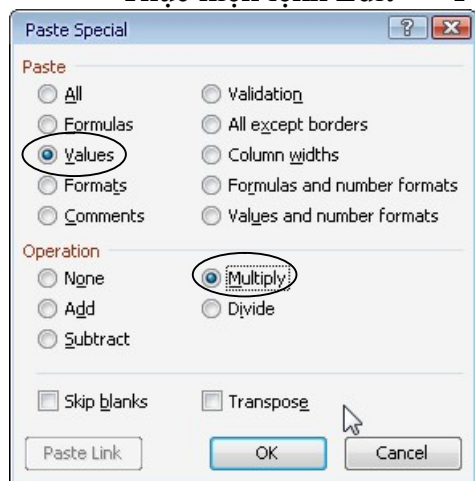


TABLE: Element Forces - Frames				
Frame	Station	OutputCase	V2	M3
Text	m	Text	Kgf	Kgf-m
1	0	DEAD	-1200	2.22E-13
1	0.375	DEAD	-1425	-492.19
1	0.75	DEAD	-1650	-1068.75
1	1.125	DEAD	-1875	-1729.69
1	1.5	DEAD	-2100	-2475
2	0	DEAD	3763.82	-2475
2	1	DEAD	1963.82	388.82
2	2	DEAD	163.82	1452.64

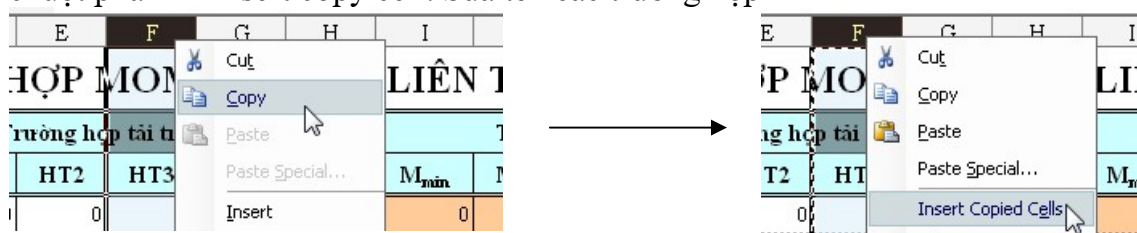
9. Dùng các bảng tính lập sẵn tổ hợp nội lực và tính cốt thép dầm:

- Mở file bảng tính đã lập sẵn Dam phu (5574).xls chọn Sheet TH M (tổ hợp Moment).

BẢNG TỔ HỢP MOMENT DẦM LIÊN TỤC

Phần tử	Tiết diện	Trường hợp tải trọng						Tổ hợp		
		TT	HT1	HT2	HT3	HT4	HT5	M _{min}	M _{max}	M _{toán}
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.125	2'433	1'248	-195	29	-8	3	2'230	3'713	3'713
1	2.25	2'587	1'484	-391	59	-16	5	2'181	4'135	4'135
1	3.375	464	707	-586	88	-23	8	-146	1'266	-146/+1266
1	4.5	-3'938	-1'082	-781	117	-31	10	-5'833	-3'811	-5'833
2	0	-3'938	-1'082	-781	117	-31	10	-5'833	-3'811	-5'833
2	1.125	-143	-737	703	-31	8	-3	-913	569	-913/+569
2	2.25	1'374	-391	1'175	-179	48	-16	789	2'597	2'597
2	3.375	613	-45	635	-326	87	-28	213	1'335	1'335
2	4.5	-2'426	301	-918	-474	127	-41	-3'860	-1'999	-3'860
3	0	-2'426	301	-918	-474	127	-41	-3'860	-1'999	-3'860

- Bảng này được lập với dầm có 5 nhịp (5 trường hợp hoạt tải), nên cần thêm 1 cột hoạt tải bằng cách chọn cột HT3 (không nên chọn cột HT1 và HT5) --> chuột phải --> copy --> chuột phải --> insert copy cell. Sửa tên các trường hợp HT 1-6



BẢNG TỔ HỢP MOMENT DẦM LIÊN TỤC

Phần tử	Tiết diện	Trường hợp tải trọng							Tổ hợp		
		TT	HT1	HT2	HT3	HT4	HT5	HT6	M _{min}	M _{max}	M _{toán}
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.125	2'433	1'248	-195	29	29	-8	3	2'230	3'742	3'742
1	2.25	2'587	1'484	-391	59	59	-16	5	2'181	4'193	4'193
1	3.375	464	707	-586	88	88	-23	8	-146	1'354	-146/+1354
1	4.5	-3'938	-1'082	-781	117	117	-31	10	-5'833	-3'694	-5'833
2	0	-3'938	-1'082	-781	117	117	-31	10	-5'833	-3'694	-5'833
2	1.125	-143	-737	703	-31	-31	8	-3	-944	569	-944/+569

- Copy dữ liệu trong cột Frame và Station của File kết quả Sap, dán vào cột phần tử và tiết diện của bảng tổ hợp này

	A	B	C	D
1	TABLE: Element Forces - Frames			
2	Frame	Station	OutputCase	V2
3	Text	m	Text	Kgf
4	1	0	DEAD	-1200
5	1	0.375	DEAD	-1425
6	1	0.75	DEAD	-1650
7	1	1.125	DEAD	-1875
8	1	1.5	DEAD	-2100
9	2	0	DEAD	3763.82
10	2	1	DEAD	1963.82
11	2	2	DEAD	163.82
12	2	3	DEAD	-1636.18
13	2	4	DEAD	-3436.18
14	3	0	DEAD	2526.79
15	3	0.9	DEAD	1176.79
16	3	1.8	DEAD	-173.21
17	3	2.7	DEAD	-1523.21
18	3	3.6	DEAD	-2873.21
19	4	0	DEAD	4391.22
20	4	1.35	DEAD	1691.22
21	4	2.7	DEAD	-1008.78
22	4	4.05	DEAD	-3708.78
23	4	5.4	DEAD	-6408.78
24	5	0	DEAD	7226.62
25	5	1.5	DEAD	5426.62
26	5	3	DEAD	-553.38
27	5	4.5	DEAD	-2803.38
28	5	6	DEAD	-5053.38
29	6	0	DEAD	2100
30	6	0.375	DEAD	1875
31	6	0.75	DEAD	1650
32	6	1.125	DEAD	1425
33	6	1.5	DEAD	1200
34	1	0	HT1	-600
35	1	0.375	HT1	-712.5

Copy dữ liệu ở cột
Frame và Station
(chỉ lấy hết phần
DEAD) dán vào
bảng tổ hợp
(nếu muốn giữ lại
định dạng của bảng
tổ hợp thì chọn Paste
Special --> Value

	A	B	C	D	E
1	BẢNG TỔ HỢP				
2	Phần tử	Tiết diện	Trường hợp		
3			TT	HT1	HT2
4	1	0	0	0	0
5	1	0.375	2'433	1'248	-195
6	1	0.75	2'587	1'484	-391
7	1	1.125	464	707	-586
8	1	1.5	-3938	-1'082	-781
9	2	0	-3938	-1'082	-781
10	2	1	-143	-737	703
11	2	2	1'374	-391	1'175
12	2	3	613	-45	635
13	2	4	-2'426	301	-918
14	3	0	-2'426	301	-918
15	3	0.9	101	206	-629
16	3	1.8	1'027	111	-339
17	3	2.7	354	16	-49
18	3	3.6	-1'919	-79	240

- Copy giá trị moment của Tĩnh tải trong bảng kết quả Sap, dán vào cột TT của bảng tổ hợp:

	A	B	C	D	E	F
1	TABLE: Element Forces - Frames					
2	Frame	Station	OutputCase	V2	M3	
3	Text	m	Text	Kgf	Kgf-m	
4	1	0	DEAD	-1200	2.22E-13	
5	1	0.375	DEAD	-1425	-492.19	
6	1	0.75	DEAD	-1650	-1068.75	
7	1	1.125	DEAD	-1875	-1729.69	
8	1	1.5	DEAD	-2100	-2475	
9	2	0	DEAD	3763.82	-2475	
10	2	1	DEAD	1963.82	388.82	
11	2	2	DEAD	163.82	1452.64	
12	2	3	DEAD	-1636.18	716.47	
13	2	4	DEAD	-3436.18	-1819.71	
14	3	0	DEAD	2526.79	-1819.71	
15	3	0.9	DEAD	1176.79	-153.11	
16	3	1.8	DEAD	-173.21	298.5	
17	3	2.7	DEAD	-1523.21	-464.89	
18	3	3.6	DEAD	-2873.21	-2443.28	
19	4	0	DEAD	4391.22	-2443.28	
20	4	1.35	DEAD	1691.22	1662.36	
21	4	2.7	DEAD	-1008.78	2123	
22	4	4.05	DEAD	-3708.78	-1061.36	
23	4	5.4	DEAD	-6408.78	-7890.72	
24	5	0	DEAD	7226.62	-7890.72	
25	5	1.5	DEAD	5426.62	1599.21	
26	5	3	DEAD	-553.38	5935.14	
27	5	4.5	DEAD	-2803.38	3417.57	
28	5	6	DEAD	-5053.38	-2475	
29	6	0	DEAD	2100	-2475	
30	6	0.375	DEAD	1875	-1729.69	
31	6	0.75	DEAD	1650	-1068.75	
32	6	1.125	DEAD	1425	-492.19	
33	6	1.5	DEAD	1200	-2.285E-12	
34	1	0	HT1	-600	-4.441E-13	
35	1	0.375	HT1	-712.5	-246.09	

Copy giá trị moment
(chỉ lấy hết phần
DEAD) dán vào cột
TT của bảng tổ hợp
(nếu muốn giữ lại
định dạng của bảng
tổ hợp thì chọn Paste
Special --> Value

	A	B	C	D
1	BẢNG TỔ			
2	Phần tử	Tiết diện	Trường hợp	
3			TT	HT1
4	1	0	0	0
5	1	0.375	-492	1'248
6	1	0.75	-1'069	1'484
7	1	1.125	-1'730	707
8	1	1.5	-2'475	-1'082
9	2	0	-2'475	-1'082
10	2	1	389	-737
11	2	2	1'453	-391
12	2	3	716	-45
13	2	4	-1'820	301
14	3	0	-1'820	301
15	3	0.9	-153	206
16	3	1.8	299	111
17	3	2.7	-465	16
18	3	3.6	-2'443	-79
19	4	0	-2'443	-79
20	4	1.35	1'662	-54
21	4	2.7	2'123	-30

- Copy giá trị moment của Hoạt tải 1 trong bảng kết quả Sap, dán vào cột HT1 của bảng tổ hợp:

	A	B	C	D	E	F
1	TABLE: Element Forces - Frames					
2	Frame	Station	OutputCase	V2	M3	
3	Text	m	Text	Kgf	Kgf-m	
33	6	1.5	DEAD	1200	-2.285E-12	
34	1	0	HT1	-600	-4.441E-13	
35	1	0.375	HT1	-712.5	-246.09	
36	1	0.75	HT1	-825	-534.37	
37	1	1.125	HT1	-937.5	-864.84	
38	1	1.5	HT1	-1050	-1237.5	
39	2	0	HT1	394.54	-1237.5	
40	2	1	HT1	394.54	-842.96	
41	2	2	HT1	394.54	-448.42	
42	2	3	HT1	394.54	-53.89	
43	2	4	HT1	394.54	340.65	
44	3	0	HT1	-119.2	340.65	
45	3	0.9	HT1	-119.2	233.37	
46	3	1.8	HT1	-119.2	126.09	
47	3	2.7	HT1	-119.2	18.81	
48	3	3.6	HT1	-119.2	-88.47	
49	4	0	HT1	20.22	-88.47	
50	4	1.35	HT1	20.22	-61.18	
51	4	2.7	HT1	20.22	-33.88	
52	4	4.05	HT1	20.22	-6.58	
53	4	5.4	HT1	20.22	20.72	
54	5	0	HT1	-3.45	20.72	
55	5	1.5	HT1	-3.45	15.54	
56	5	3	HT1	-3.45	10.36	
57	5	4.5	HT1	-3.45	5.18	
58	5	6	HT1	-3.45	-8.457E-15	
59	6	0	HT1	0	0	
60	6	0.375	HT1	0	0	
61	6	0.75	HT1	0	0	
62	6	1.125	HT1	0	0	
63	6	1.5	HT1	0	0	
64	1	0	HT2	-8.882E-13	6.661E-13	

Copy giá trị moment
(chỉ lấy phần HT1)
dán vào cột HT1 của
bảng tổ hợp
(nếu muốn giữ lại
định dạng của bảng
tổ hợp thì chọn Paste
Special --> Value

	A	B	C	D	E	F
1	BẢNG TỔ HỢP N					
2	Phần tử	Tiết diện	Trường hợp			
3			TT	HT1	HT2	HT
4	1	0	0	0	0	
5	1	0.375	-492	-246	-195	
6	1	0.75	-1'069	-534	-391	
7	1	1.125	-1'730	-865	-586	
8	1	1.5	-2'475	-1'238	-781	
9	2	0	-2'475	-1'238	-781	
10	2	1	389	-843	703	
11	2	2	1'453	-448	1'175	
12	2	3	716	-54	635	
13	2	4	-1'820	341	-918	
14	3	0	-1'820	341	-918	
15	3	0.9	-153	233	-629	
16	3	1.8	299	126	-339	
17	3	2.7	-465	19	-49	
18	3	3.6	-2'443	-88	240	
19	4	0	-2'443	-88	240	
20	4	1.35	1'662	-61	165	
21	4	2.7	2'123	-34	91	

- Cứ tiếp tục như vậy cho đến copy và dán hết các trường hợp tải trọng. Tương tự đối với bảng tổ hợp lực cắt, copy kết quả V2 của Sap dán vào bảng tổ hợp lực cắt.

Do bảng Excel lập sẵn được cho tối đa là dầm 15 nhịp nên cần xóa các nhịp 7-15 (thừa) của bảng tổ hợp và bảng tính cốt thép.

- Chuyển sang Sheet Thép Dầm, chọn mác Bê tông, mác thép, nhập b, h, a cho các tiết diện (chú ý có xét đến sự tham gia làm việc của cánh hay không, nếu cánh nằm trên -> M dương tính với b_c , cánh nằm dưới -> M âm tính với b_c). Sau đó chọn cốt thép.

VÍ DỤ TÍNH TOÁN HỆ KHUNG BẰNG CHUỖNG TRÌNH SAP2000

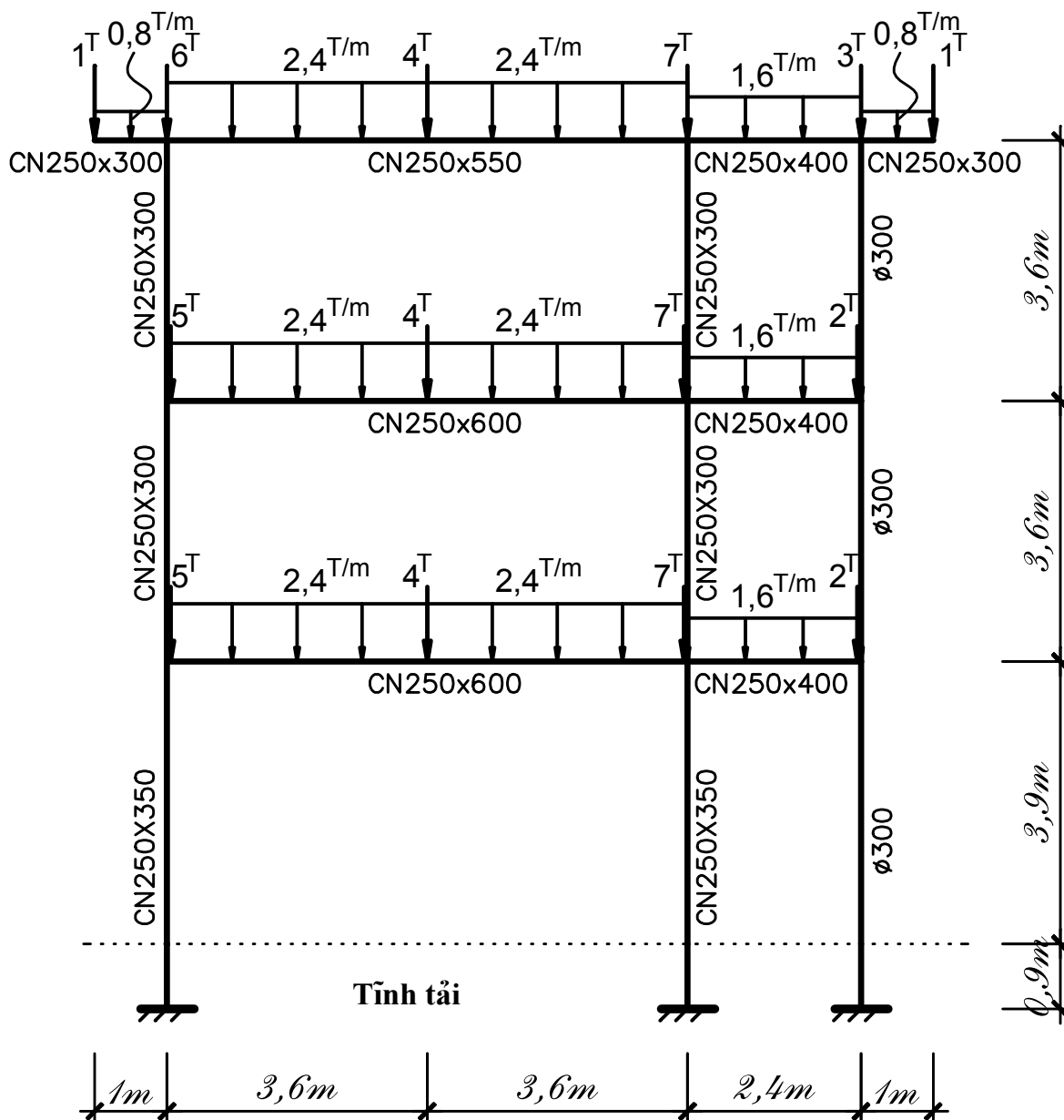
I/ Số liệu :

1. Cho hệ khung phẳng bằng bê tông M.250# có :

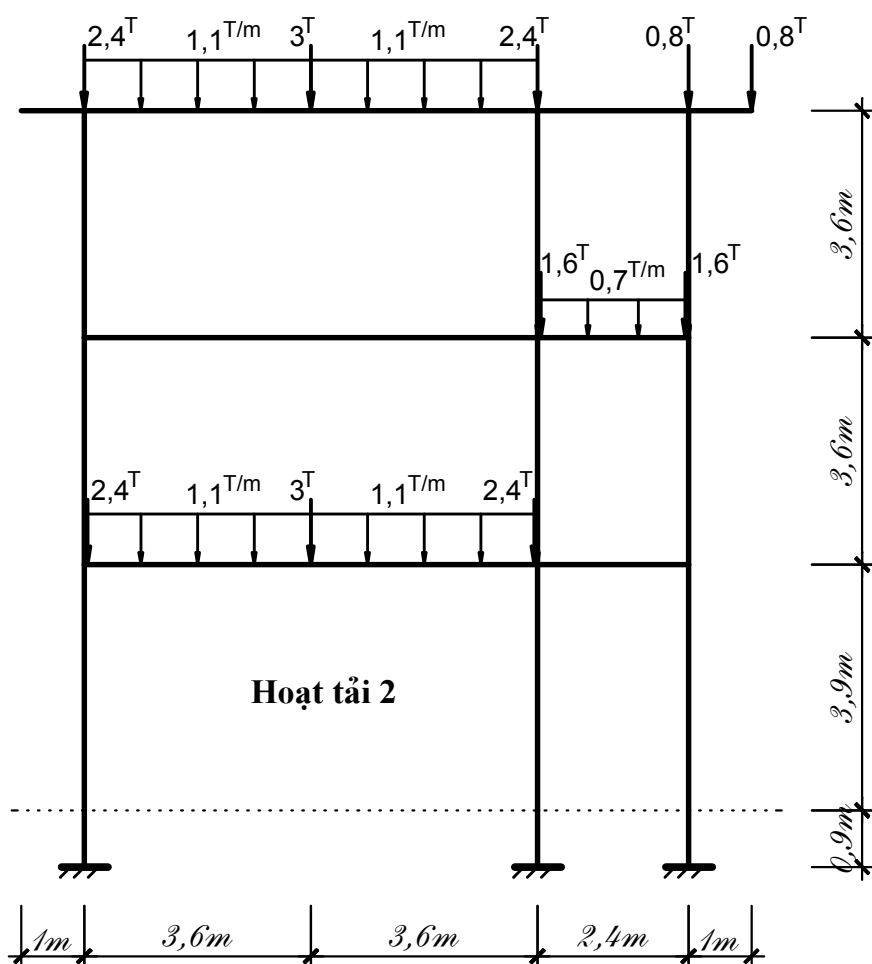
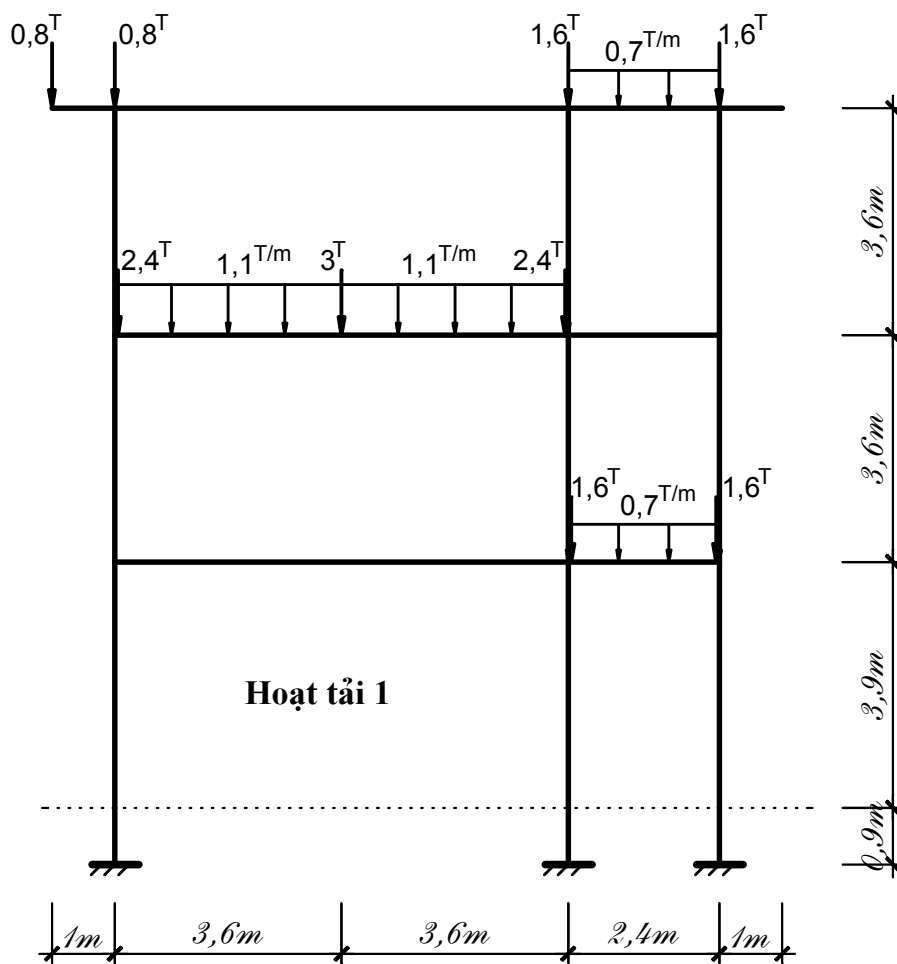
- Modulus đàn hồi : $E = 2.650.000 \text{ T/m}^2$;
- Hệ số Poisson : $\mu = 0,2$;

2. Tải trọng tác dụng vào khung gồm có :

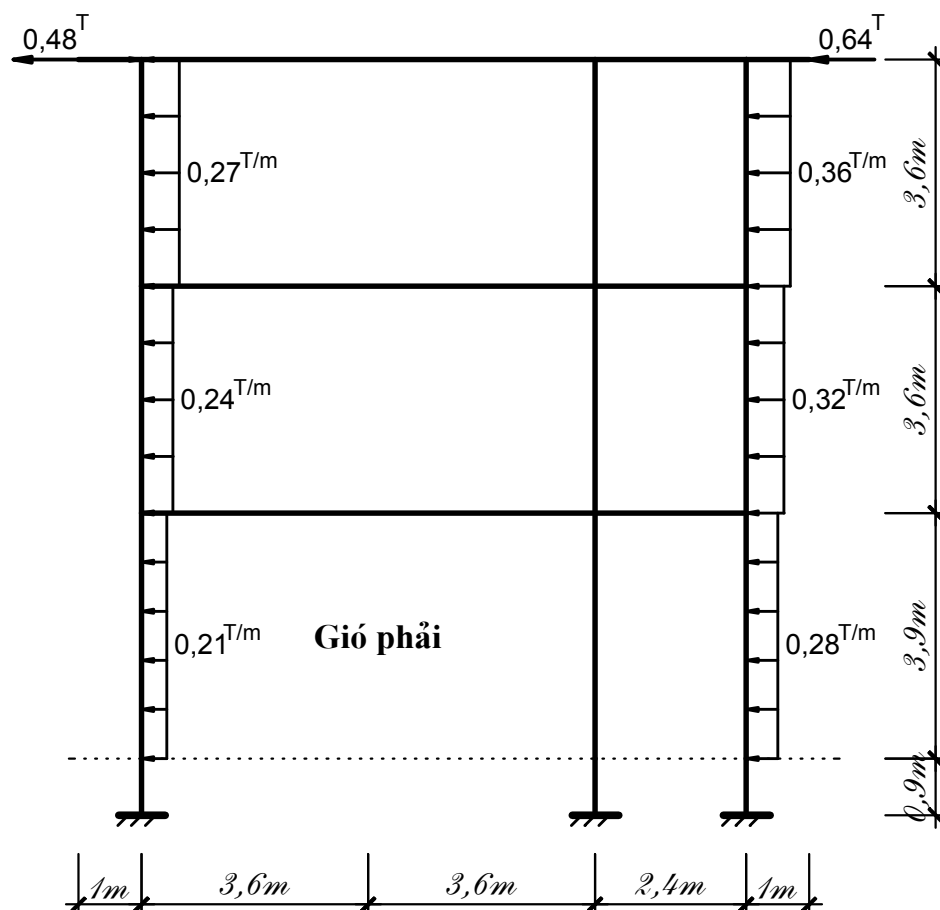
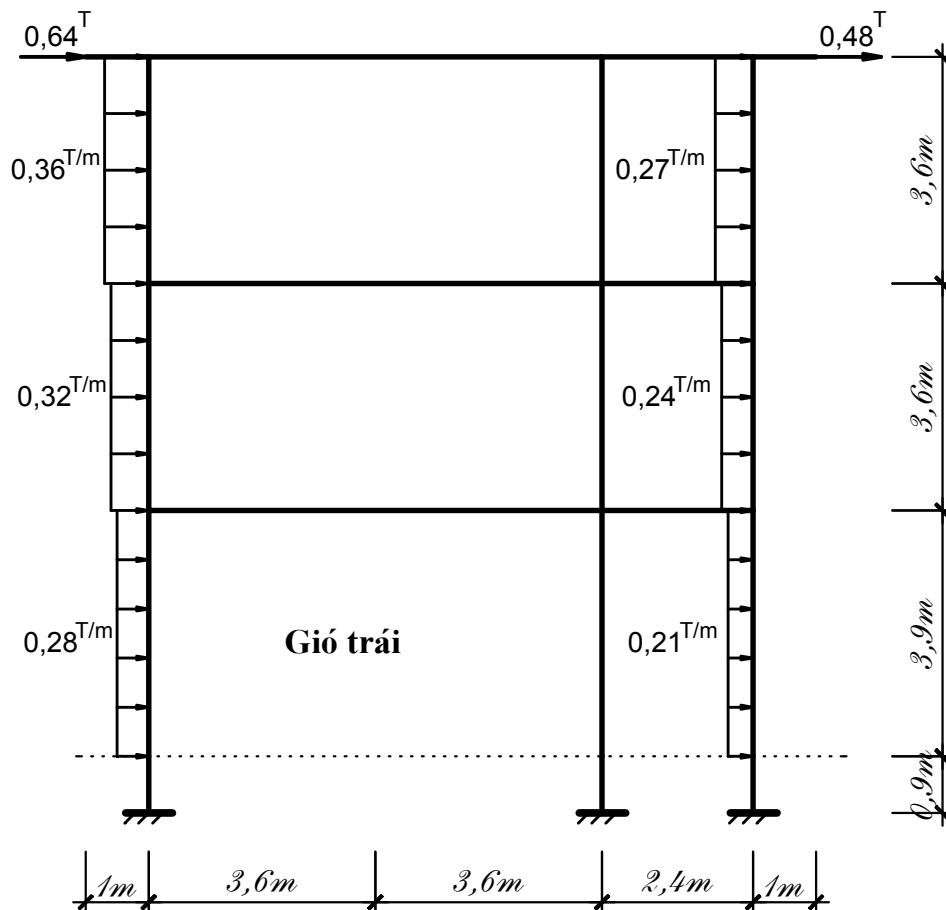
* Tĩnh tải : (đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm và cột)



* Hoạt tải đứng : được tách thành 2 trường hợp đặt xen kẽ (cách tầng - cách nhịp)



* Tải trọng gió : gồm 2 trường hợp



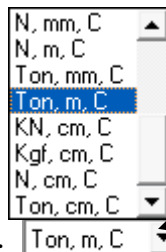
3. Yêu cầu :

- Xác định nội lực trong hệ khi chịu các trường hợp tải trọng.
- Tổ hợp nội lực và vẽ biểu đồ bao nội lực.

II/ Các bước tiến hành :

1. Lập sơ đồ hình học :

- Khởi động chương trình Sap2000.

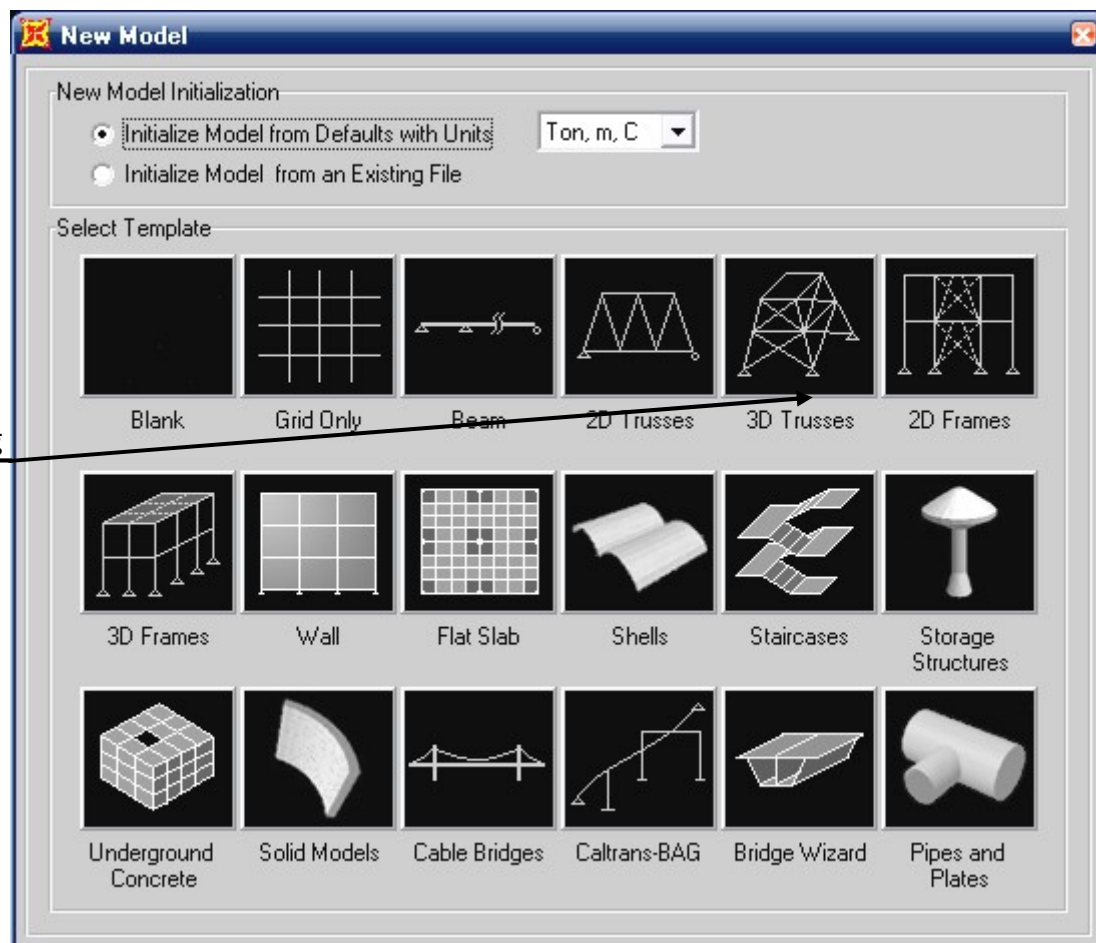


Bấm vào menu trái xuống

Chọn đơn vị Ton, m, C

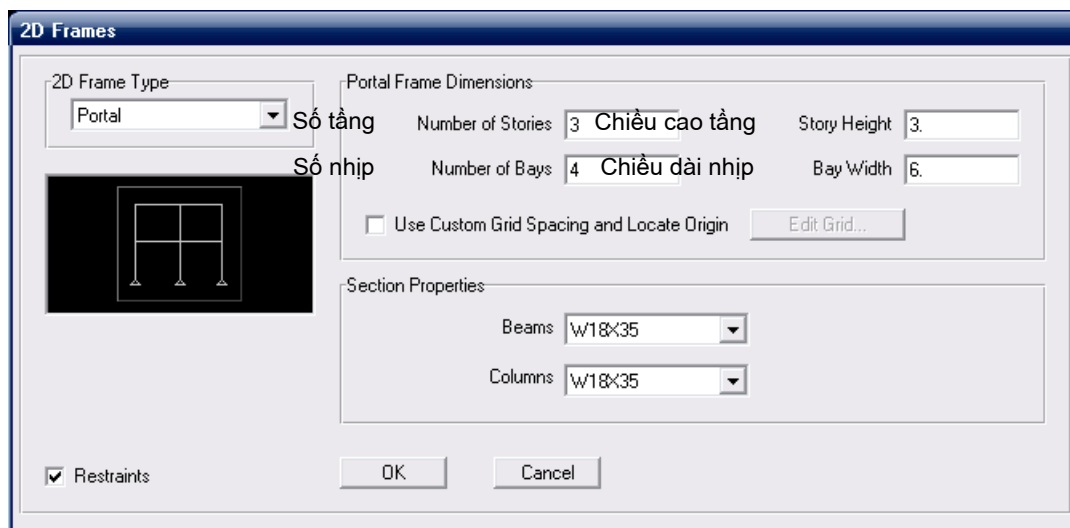
- Chọn hệ đơn vị Tấn - m - °C :

- Vào Menu **File** → chọn lệnh  **New Model...**



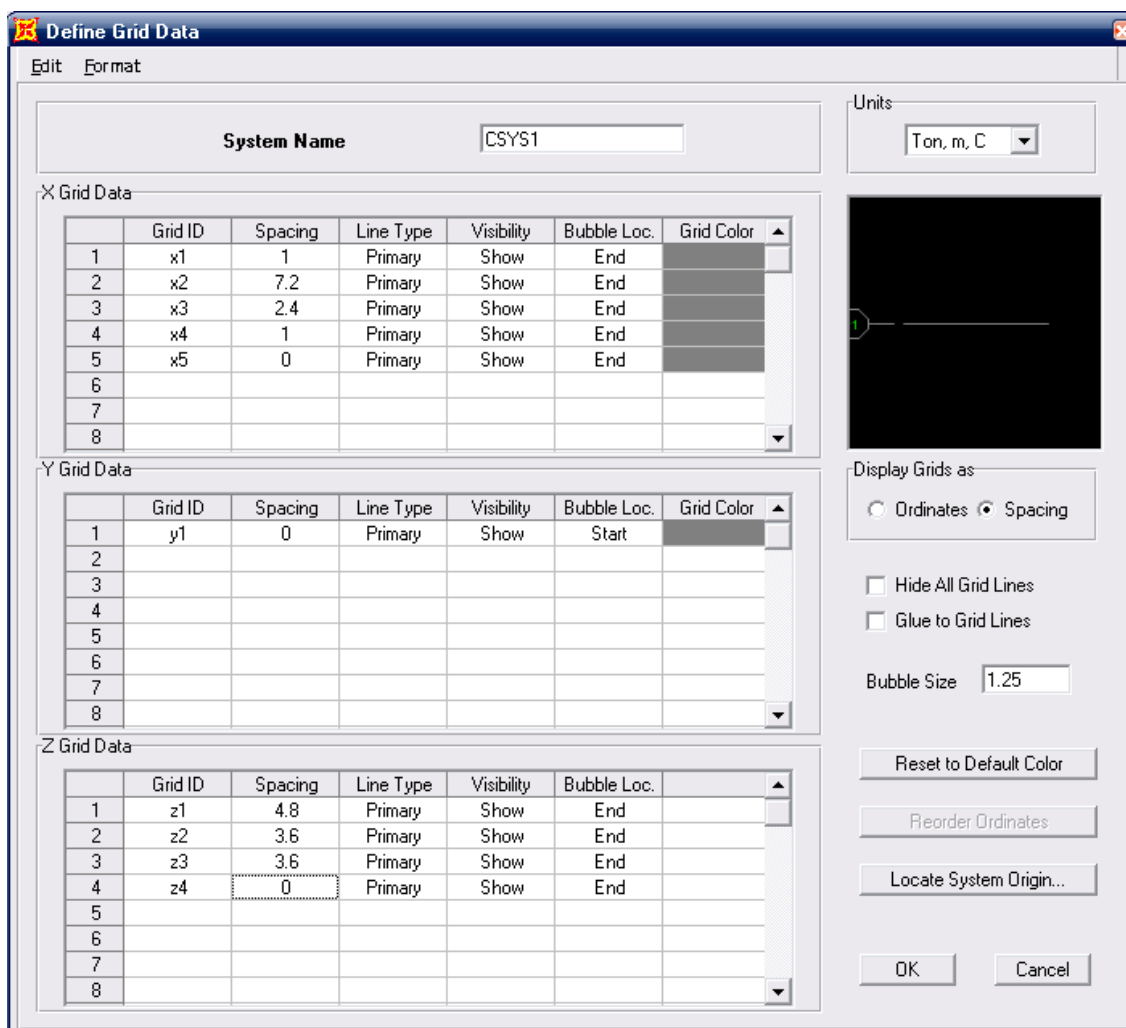
Hệ khung phẳng

Chọn **2D Frames**, khai báo số tầng, số nhịp, chiều cao tầng và chiều dài nhịp. Ta xem 2 console như là 2 nhịp của dầm, như vậy hệ khung sẽ được khai báo có 4 nhịp, 3 tầng.



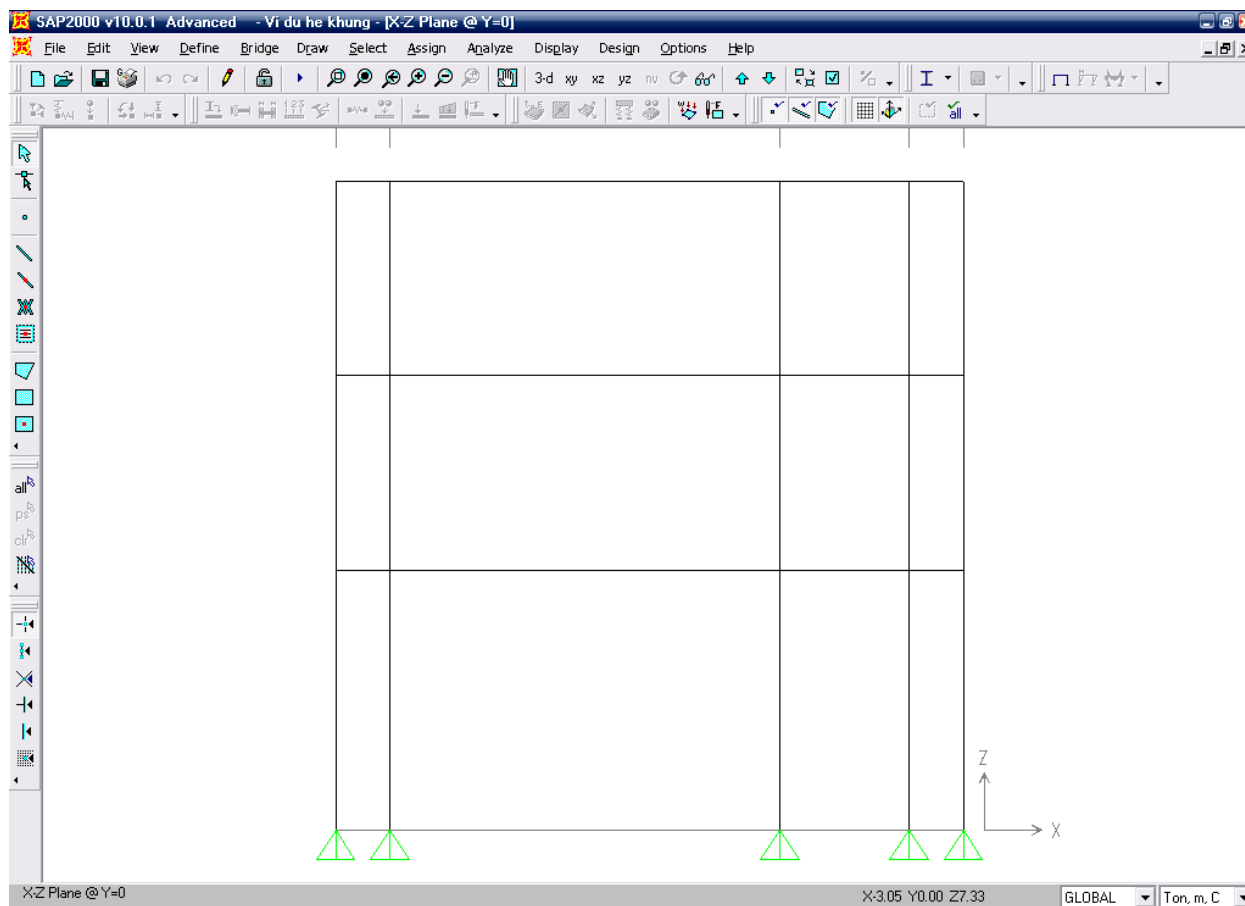
Nếu ta bấm **OK** để tiếp tục thì hệ khung sẽ có chiều cao của các tầng như nhau và bằng 3m, chiều dài của các nhịp như nhau và bằng 6m. Do hệ khung ở đây có chiều cao các tầng khác nhau và chiều dài các nhịp cũng khác nhau nên ta chọn ☒ **Use Custom Grid Spacing and Locate Origin** và bấm vào lệnh [Edit Grid...](#) để thay đổi kích thước lưới theo đúng yêu cầu.

Chọn mục **Spacing** ☐ Ordinate ☒ Spacing để hệ lưới được thể hiện theo khoảng cách các ô lưới (mặc định là Ordinate - hệ lưới được thể hiện theo tọa độ các đường lưới). Nhập kích thước các nhịp và chiều cao các tầng.



Chọn **OK** để chấp nhận các giá trị đã nhập, trở lại cửa sổ **2D Frames**, chọn **OK** tiếp để chấp nhận hệ khung đã khai báo. Màn hình sẽ thể hiện sơ đồ hệ trên 2 cửa sổ: phẳng và 3D, muốn thể hiện hệ trên 1 cửa sổ theo dạng phẳng: thực hiện lệnh **Options --> Windows --> One**, sau đó chọn biểu tượng 

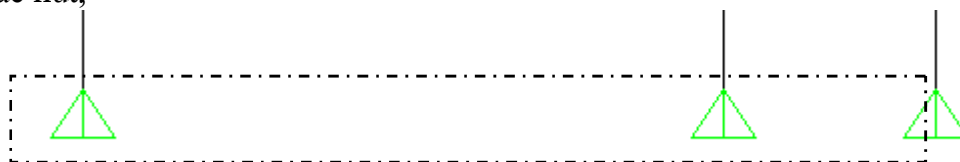
Màn hình lúc này sẽ thể hiện sơ đồ hệ khung 4 nhịp-3 tầng với kích thước nhịp và chiều cao tầng theo yêu cầu. Ta cần thay đổi liên kết gối và xóa các thanh thừa.



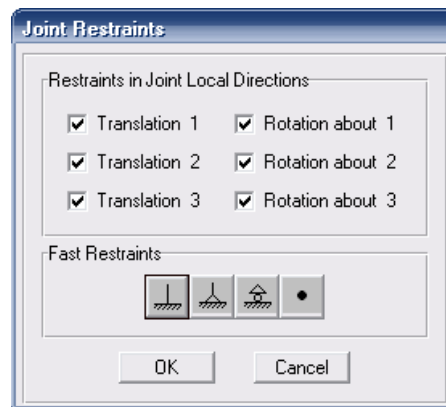
Chọn các thanh thừa, bấm phím **Del** (trên bàn phím) để xóa. Bấm phím **F7** (trên bàn phím) để không thể hiện các đường lưới trên màn hình. Thực hiện lệnh **View --> Show Axes** để không thể hiện gốc tọa độ trên màn hình.

Chọn các điểm gối để thay đổi liên kết từ liên kết gối cố định (mặc định) sang liên kết ngàm.

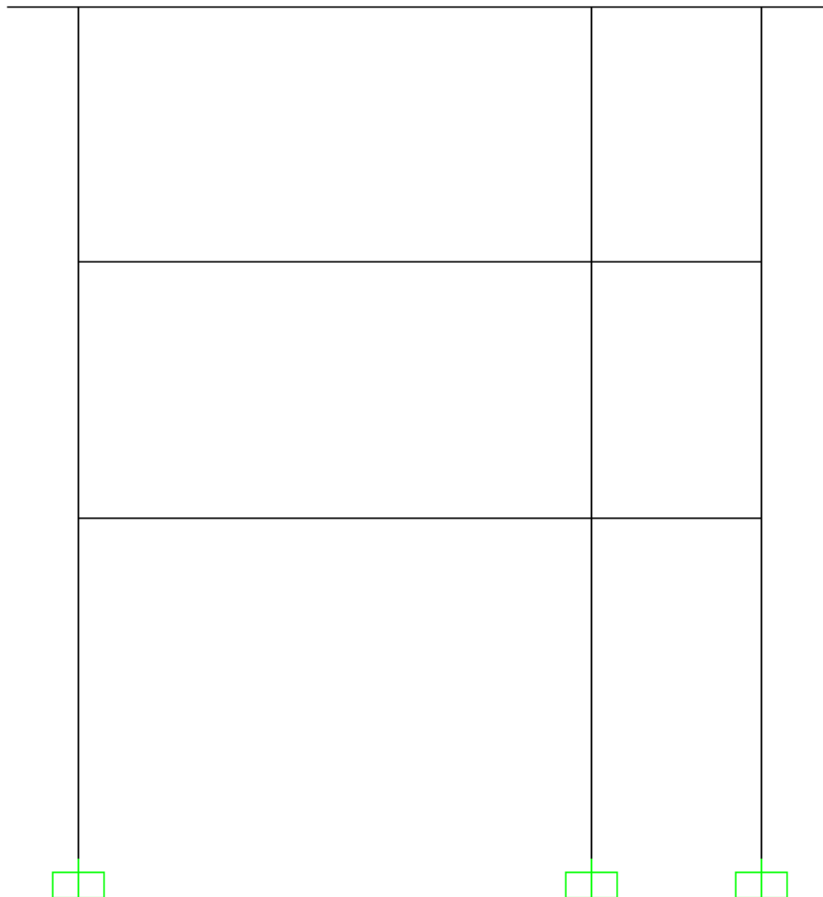
Chọn các nút,



Thực hiện lệnh **Assign → Joint →**  **Restraints...** hoặc bấm biểu tượng lệnh 



Chọn liên kết ngàm , → .



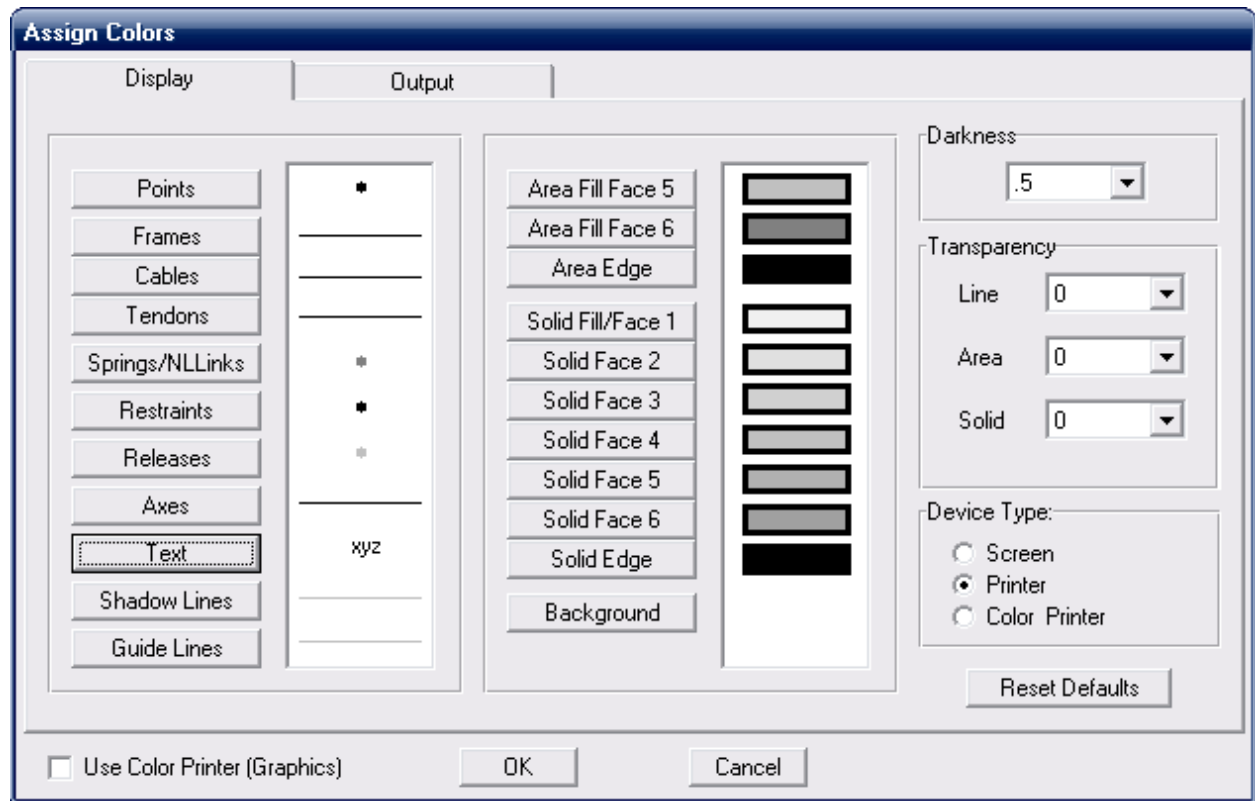
2. Khai báo các đặc trưng của hệ :

a. Khai báo màu đối tượng để thể hiện trên màn hình và trên máy in: **Options → Color -> Display...** và **Options → Color --> Output...**.

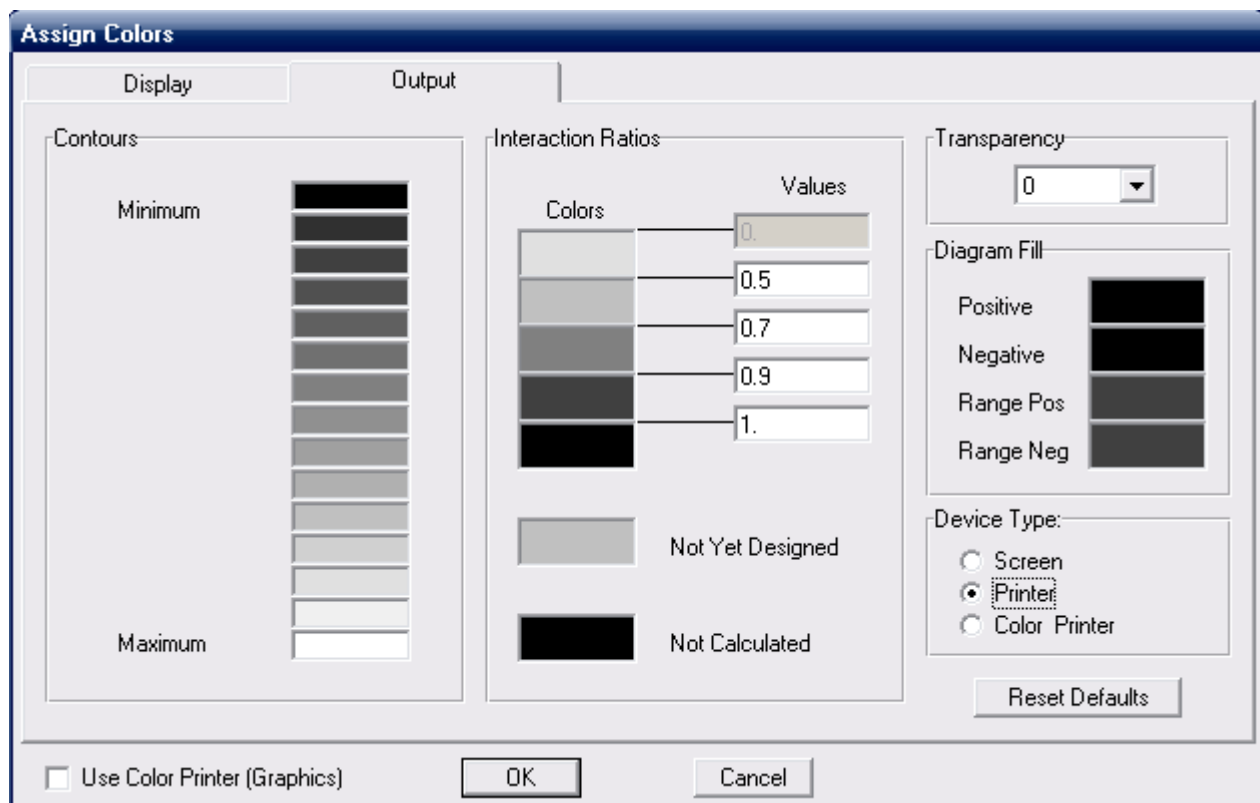
Chương trình mặc định máy in là máy in màu do đó khi in ra máy in đen trắng thường các đường nét rất nhạt. Để in ra máy in đen trắng được đậm cần thực hiện các bước sau:

1. Bỏ chọn ☐ Use Color Printer (Graphics)
2. Chọn ☒ Printer ở mục Device Type.

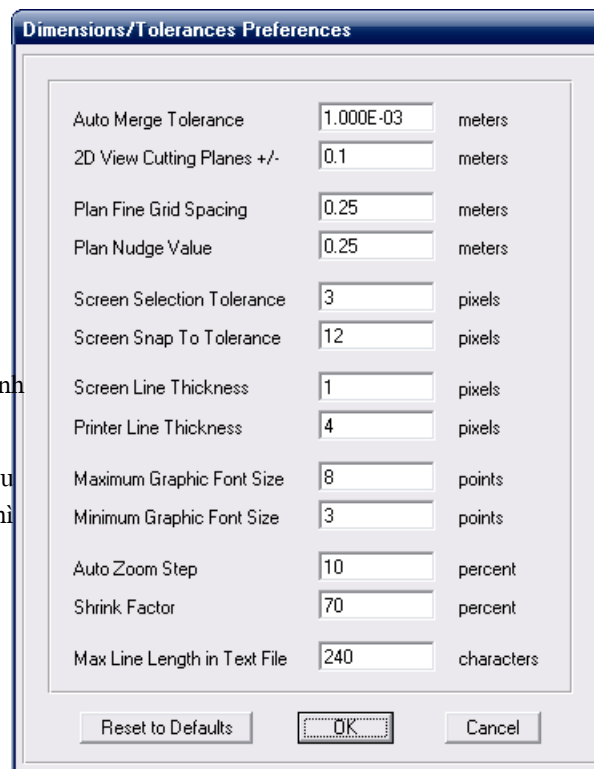
3. Chọn các đối tượng: **Points** (nút), **Frames** (thanh), **Restraints** (gối), **Text** (chữ) ... để đổi sang màu đen



4. Chuyển sang phần Output: Cũng chọn **Printer** ở mục Device Type. Ở mục **Positive** và **Negative** chọn hộp màu bên cạnh để chuyển sang màu đen.



b. Thiết lập các thông số về kích thước, nét ... : **Options** → **Preferences** → **Dimensions/Tolerances...** thay đổi các giá trị kích thước, nét ... nếu cần.

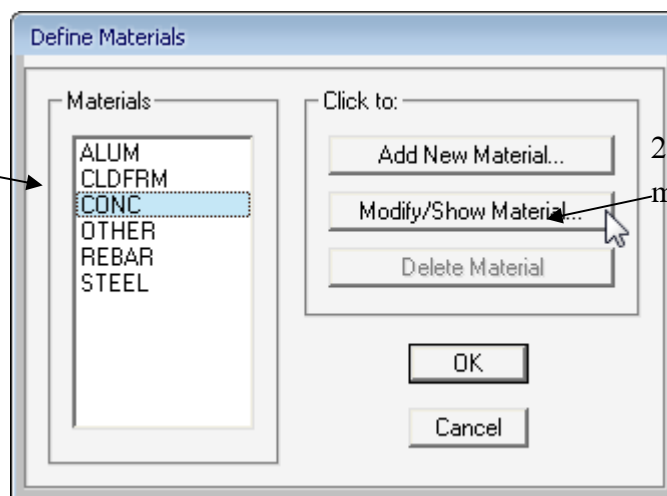


Bề dày nét line thể hiện trên màn hình
Bề dày nét line thể hiện trên máy in
Cỡ chữ lớn nhất và nhỏ nhất (nếu thấy chữ quá to hoặc quá nhỏ thì thay đổi giá trị này)

c. Khai báo đặc trưng vật liệu : vào menu **Define** → **Materials...**

1. Chọn loại vật liệu để chỉnh sửa các thông số :

ALUM : Nhôm
CONC : Bê tông
STEEL : Thép



2. Sửa đổi các thông số mặc định của vật liệu

Hệ khung có vật liệu bằng bê tông M.250#, do đó ta chọn loại vật liệu là CONC → **Modify/Show Material...** để sửa lại các giá trị :

* Khối lượng riêng: chỉ dùng trong bài toán dao động.

* Trọng lượng riêng: để tính tải trọng do trọng lượng bản thân của hệ kết cấu.

* Modulus đàn hồi: dùng tính độ cứng kết cấu, tính kiểm tra biến dạng - độ võng.

* Hệ số Poisson: hệ số biến dạng ngang, có ảnh hưởng rất lớn đến kết quả đối với kết cấu tấm - vỏ hoặc khối.

* Hệ số dẫn nở nhiệt : dùng tính biến dạng, nội lực do sự thay đổi nhiệt độ.

Tra bảng trong TCVN 5574-1991, bê tông M.250# có: $E = 2.650.000 \text{ T/m}^2$; $\mu = 0,2$;

Các số liệu nhập được thể hiện như hình trên.

Chọn để chấp nhận các giá trị mới, trở về cửa sổ Define Materials, chọn tiếp để trở về màn hình chính.

d. Khai báo hình dạng và kích thước tiết diện :

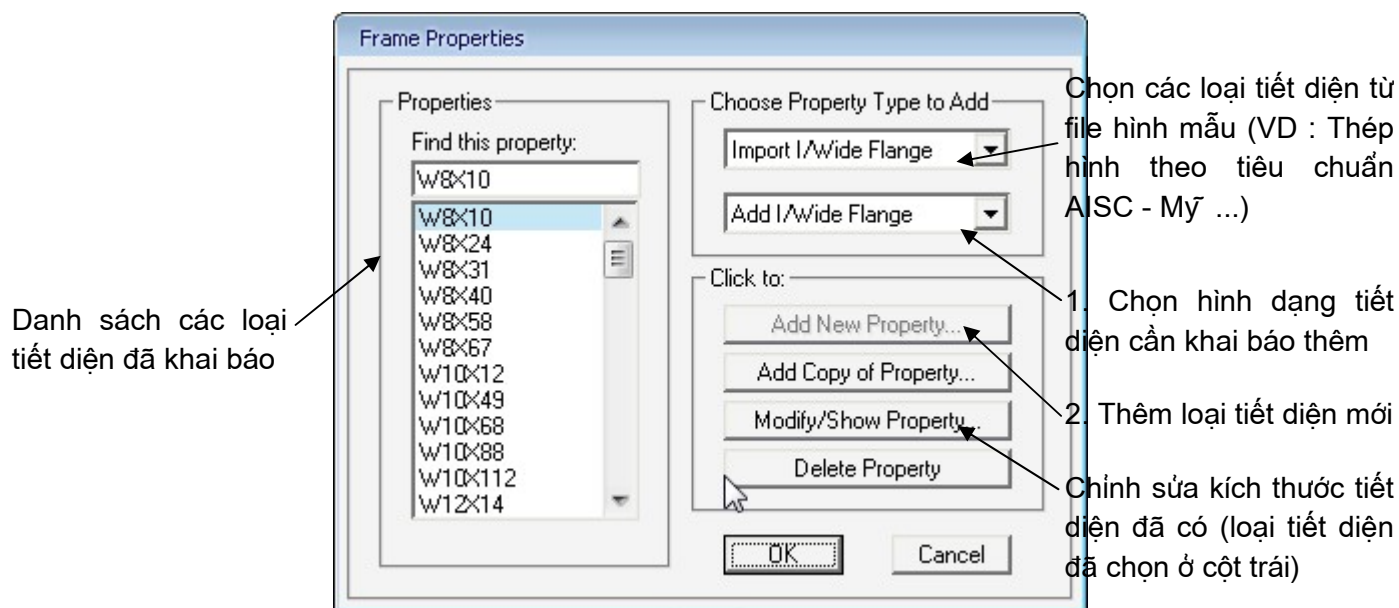
Để dễ theo dõi, ta thường đặt tên cho các tiết diện của dầm bằng chữ đầu là D, tiết diện cột bằng chữ đầu là C.

Như vậy hệ có 7 loại tiết diện (dầm có 4 loại tiết diện, cột có 3 loại tiết diện)

DCN25x60; DCN25x55; DCN25x40; DCN25x30

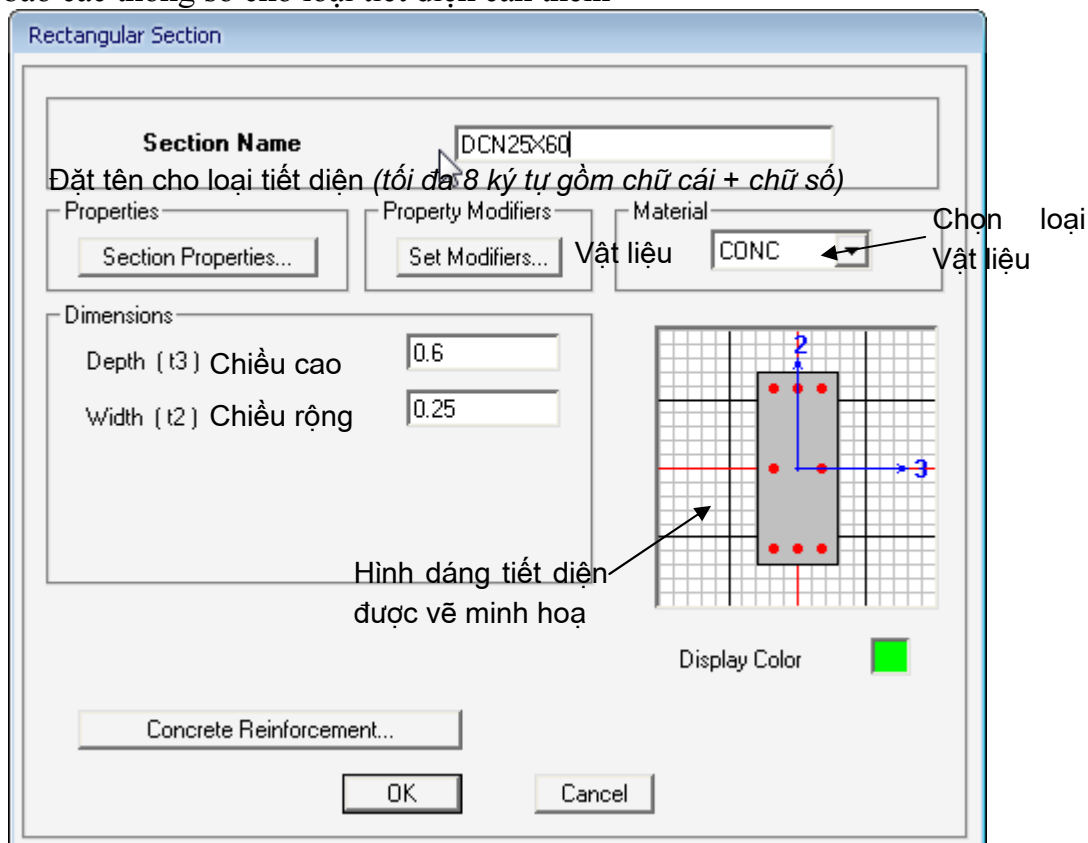
CCN25x35; CCN25x30; CTRON30

Để khai báo các loại tiết diện trong hệ : vào menu **Define** → **Frame Sections...** :



Muốn thêm vào loại tiết diện mới có dạng hình chữ nhật : Bấm vào menu trái xuống **Add I/Wide Flange**, chọn **Add Rectangular**; sau đó bấm **Add New Property...**

Khai báo các thông số cho loại tiết diện cần thêm



- Khai báo các thông số cho loại tiết diện dầm : (Số liệu nhập như trên hình)

+ Loại tiết diện dầm hình chữ nhật 0,25 x 0,6 m sẽ có các thông số :

- * Tên : DCN25x60 * Vật liệu : CONC (Bê tông)
- * Chiều cao : 0,6 * Chiều rộng : 0,25

Bấm để chấp nhận các thông số của tiết diện. Cứ tiếp tục đối với các tiết diện đảm khác.

+ Loại tiết diện dầm hình chữ nhật 0,25 x 0,5 m sẽ có các thông số :

* Tên : DCN25x55 * Vật liệu : CONC (Bê tông)
 * Chiều cao : 0,55 * Chiều rộng : 0,25

+ Loại tiết diện dầm hình chữ nhật 0,25 x 0,4 m sẽ có các thông số :

* Tên : DCN25x40 * Vật liệu : CONC (Bê tông)
 * Chiều cao : 0,4 * Chiều rộng : 0,25

+ Loại tiết diện dầm hình chữ nhật 0,25 x 0,3 m sẽ có các thông số :

* Tên : DCN25x30 * Vật liệu : CONC (Bê tông)
 * Chiều cao : 0,3 * Chiều rộng : 0,25

- Khai báo các thông số cho loại tiết diện cột chữ nhật.

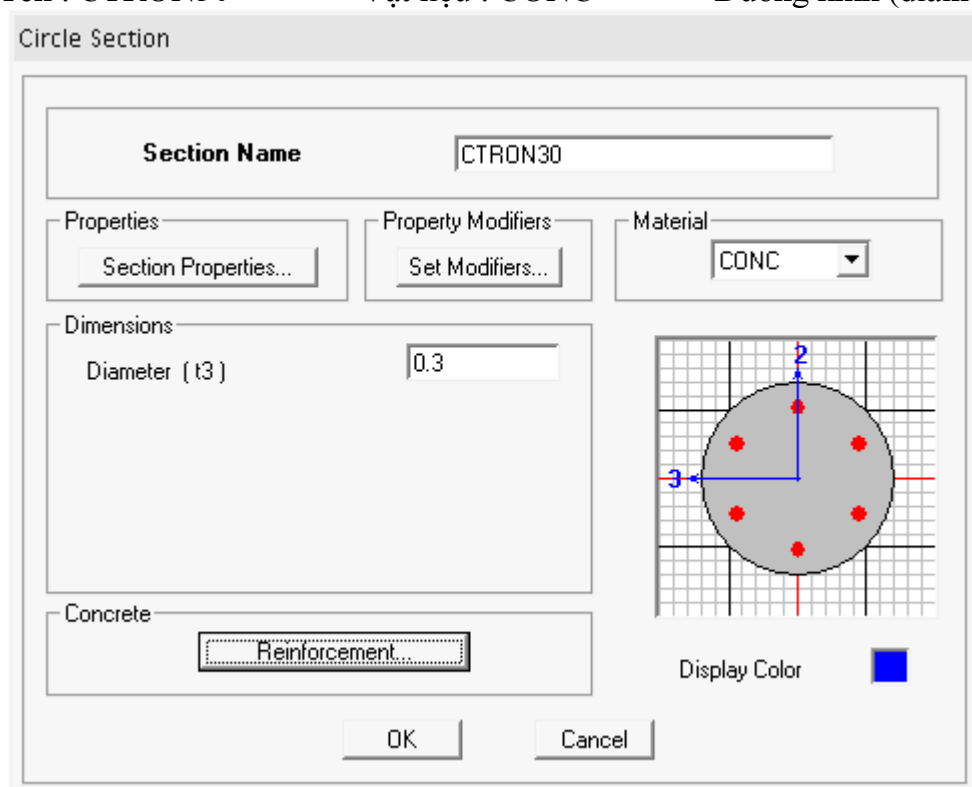
+ Loại tiết diện cột hình chữ nhật 0,25 x 0,35 m sẽ có các thông số :

* Tên : CCN25x35 * Vật liệu : CONC (Bê tông)
 * Chiều cao : 0,35 * Chiều rộng : 0,25

+ Loại tiết diện cột hình chữ nhật 0,25 x 0,3 m sẽ có các thông số :

* Tên : CCN25x30 * Vật liệu : CONC (Bê tông)
 * Chiều cao : 0,30 * Chiều rộng : 0,25

+ Loại tiết diện cột tròn : Chọn hình dáng : Add Circle; bấm
 * Tên : CTRON30 * Vật liệu : CONC * Đường kính (diameter) : 0,3



Bấm để chấp nhận các thông số của tiết diện, trở về cửa sổ **Frame Properties**

Bấm để thoát về màn hình chính.

g. Khai báo tổ hợp tải trọng (tổ hợp nội lực) :

- Theo TCVN có 2 loại tổ hợp nội lực: Tổ hợp cơ bản và Tổ hợp đặc biệt (động đất ...)

Ở đây ta chỉ xét Tổ hợp cơ bản:

+ Tổ hợp cơ bản 1 : Gồm Tĩnh tải & 1 loại Hoạt tải nguy hiểm nhất.

+ Tổ hợp cơ bản 2 : Gồm Tĩnh tải & từ 2 loại Hoạt tải trở lên gây nguy hiểm * hệ số giảm tải = 0,9.

Chú ý: trường hợp Hoạt tải 1 & Hoạt tải 2 là cùng 1 loại, do đó nếu tổ hợp gồm cả Hoạt tải 1 và Hoạt tải 2 thì coi như cũng chỉ là 1 loại. Trường hợp Gió trái và Gió phải không cùng nằm trong 1 tổ hợp.

Trong Sap2000 có 4 loại tổ hợp :

(1) Loại ADD : Cộng đại số .

(2) Loại ENVE : Lấy giá trị bao.

(3) Loại ABS : Cộng theo giá trị tuyệt đối.

(4) Loại SRSS : Lấy căn bậc hai của tổng các bình phương.

Thường sử dụng 2 loại tổ hợp (1) và (2).

Ví dụ :

Có 5 trường hợp tải trọng : TT1; TT2; TT3; TT4; TT5.

- Giá trị Moment tại K : M_K do TT1 là : 3,5

- Giá trị Moment tại K : M_K do TT2 là : -4,0

- Giá trị Moment tại K : M_K do TT3 là : 5,0

- Giá trị Moment tại K : M_K do TT4 là : 4,5

- Giá trị Moment tại K : M_K do TT5 là : -3,0

Nếu khai báo Tổ hợp 1 là tổ hợp kiểu ENVE của TT1; 0,9*TT2; 0,9*TT3:

$$TH1 = ENVE (TT1; 0,9*TT2; 0,9*TT3)$$

ta sẽ được M_K max của TH1 = 4,5 và M_K min của TH1 = -3,6

Nếu khai báo Tổ hợp 2 là tổ hợp kiểu ADD của TT4; TT5; TH1 :

$$TH2 = ADD (TT4; TT5; TH1)$$

ta sẽ được M_K max của TH2 = 6 và M_K min của TH2 = -2,1

- Trong khung ta sẽ **liệt kê các tổ hợp nội lực có thể có**, và ta lấy tổ hợp bao của các tổ hợp nội lực đó. Như vậy các tổ hợp sẽ là :

Tổ hợp cơ bản 1 :

$$TH1 = ADD (TT; HT1)$$

$$TH2 = ADD(TT; HT2)$$

$$TH3 = ADD(TT; HT1; HT2)$$

$$TH4 = ADD(TT; GT)$$

$$TH5 = ADD(TT; GP)$$

Tổ hợp cơ bản 2 :

$$TH6 = ADD(TT; HT1*0,9; GT*0,9)$$

$$TH7 = ADD(TT; HT1*0,9; GP*0,9)$$

$$TH8 = ADD(TT; HT2*0,9; GT*0,9)$$

$$TH9 = ADD(TT; HT2*0,9; GP*0,9)$$

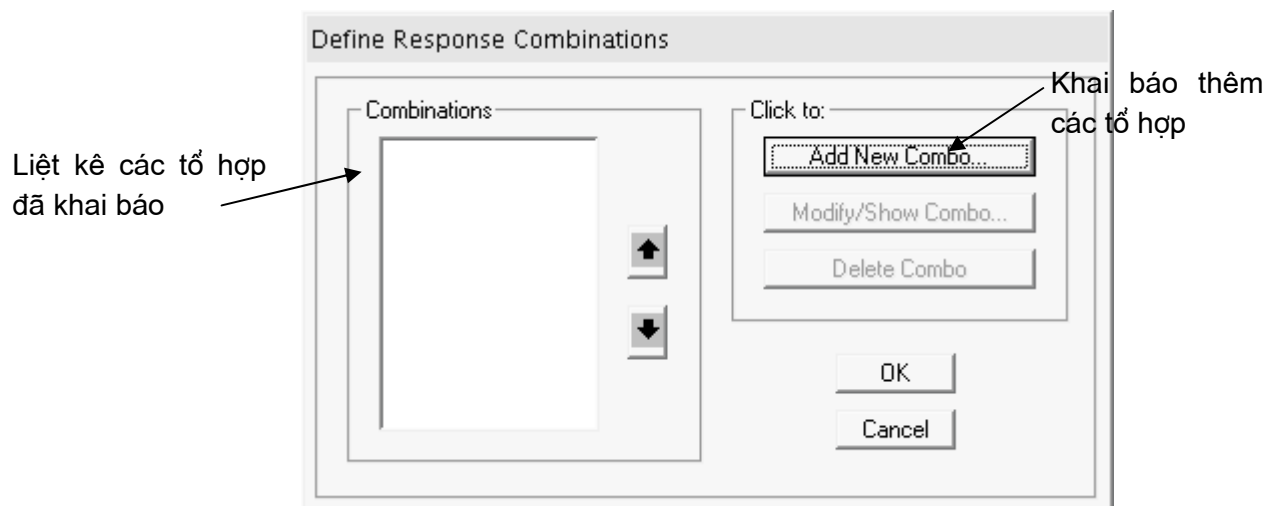
$$TH10 = ADD(TT; HT1*0,9; HT2*0,9; GT*0,9)$$

$$TH11 = ADD(TT; HT1*0,9; HT2*0,9; GP*0,9)$$

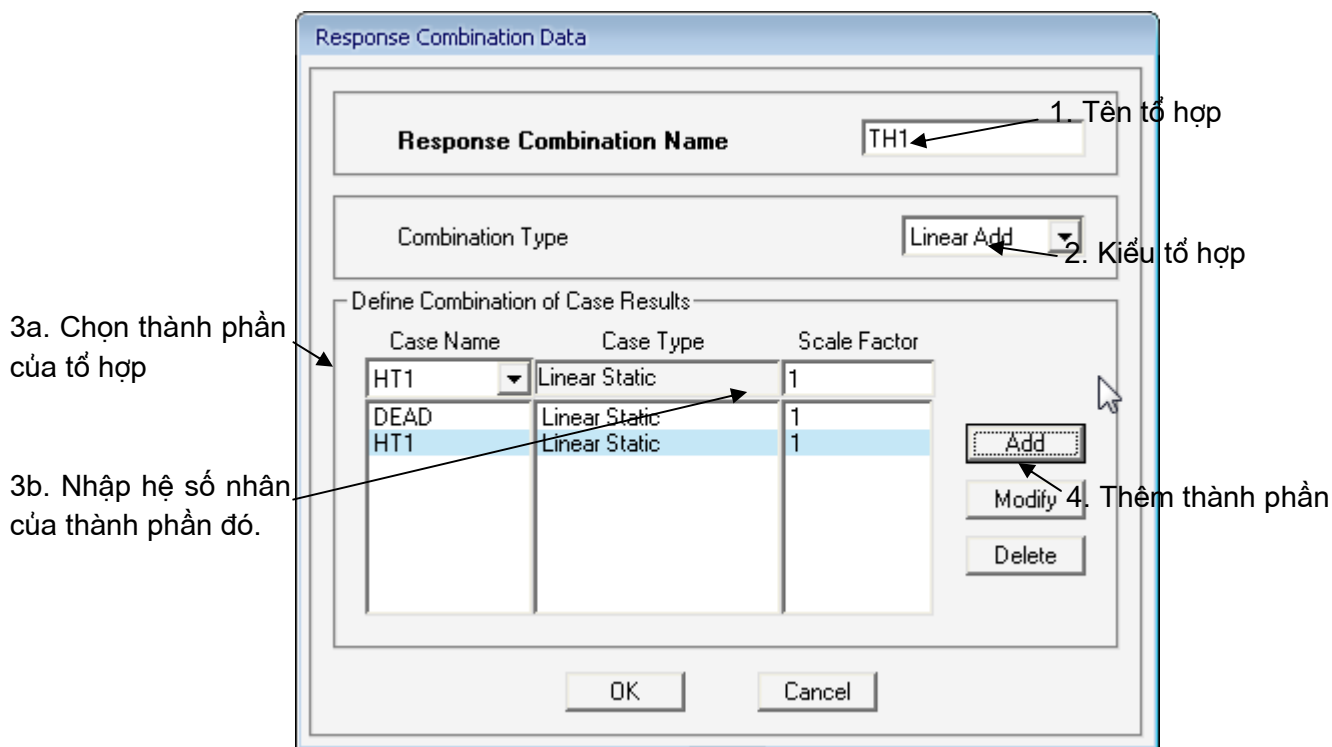
Tổ hợp Bao:

$$BAO = ENVE (TT; TH1; TH2; TH3; TH4; TH5; TH6; TH7; TH8; TH9; TH10; TH11)$$

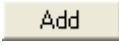
Để khai báo các tổ hợp tải trọng : vào menu **Define** →  Combinations...



Chọn 



+ Để khai báo tổ hợp TH1 là tổ hợp kiểu ADD của TT và HT1 :

- * Đặt tên tổ hợp : TH1;
- * Chọn kiểu tổ hợp : Linear Add;
- * Chọn thành phần : DEAD; Hệ số nhân : 1 → bấm nút 
- * Chọn thành phần : HT1; Hệ số nhân : 1 → bấm nút 

Chọn  để chấp nhận.

Tương tự đối với các tổ hợp khác, khai báo tên tổ hợp; chọn kiểu tổ hợp; chọn các thành phần và nhập hệ số nhân → Add;

+ Để khai báo tổ hợp BAO là tổ hợp kiểu Envelope của TT và HT1-HT11 :

* Đặt tên tổ hợp : BAO;

* Chọn kiểu tổ hợp : Envelope;

* Chọn thành phần : DEAD;

Hệ số nhân : 1 → bấm nút **Add**

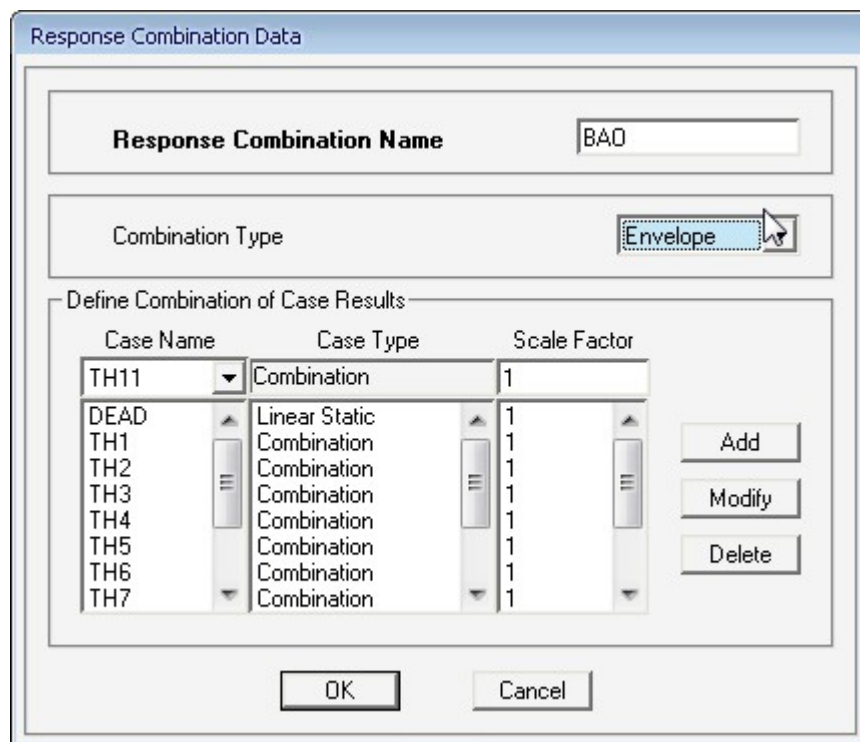
* Chọn thành phần : HT1;

Hệ số nhân : 1 → bấm nút **Add**

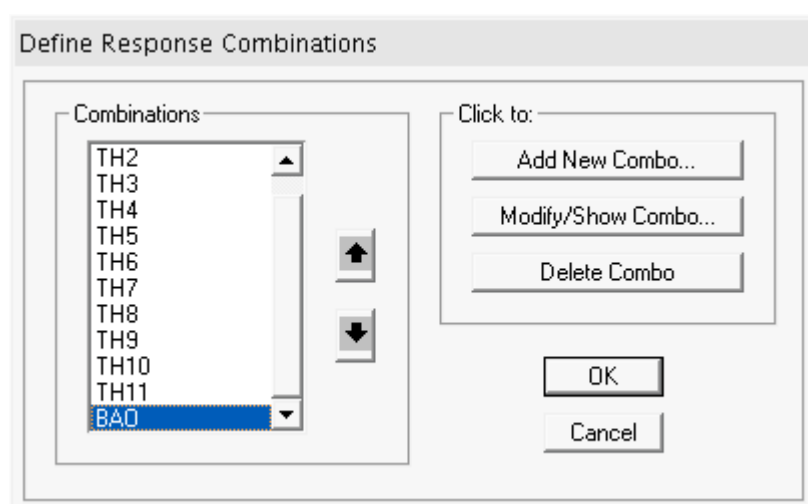
.....

* Chọn thành phần : HT11;

Hệ số nhân : 1 → bấm nút **Add**



Chọn **OK** để chấp nhận.

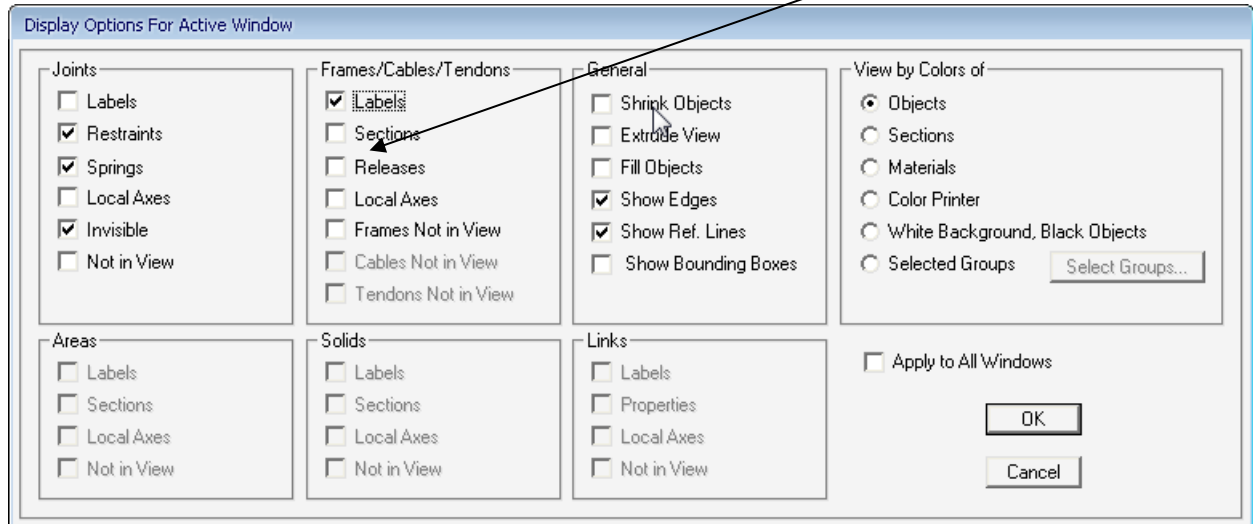


Chọn **OK** để thoát về chương trình chính.

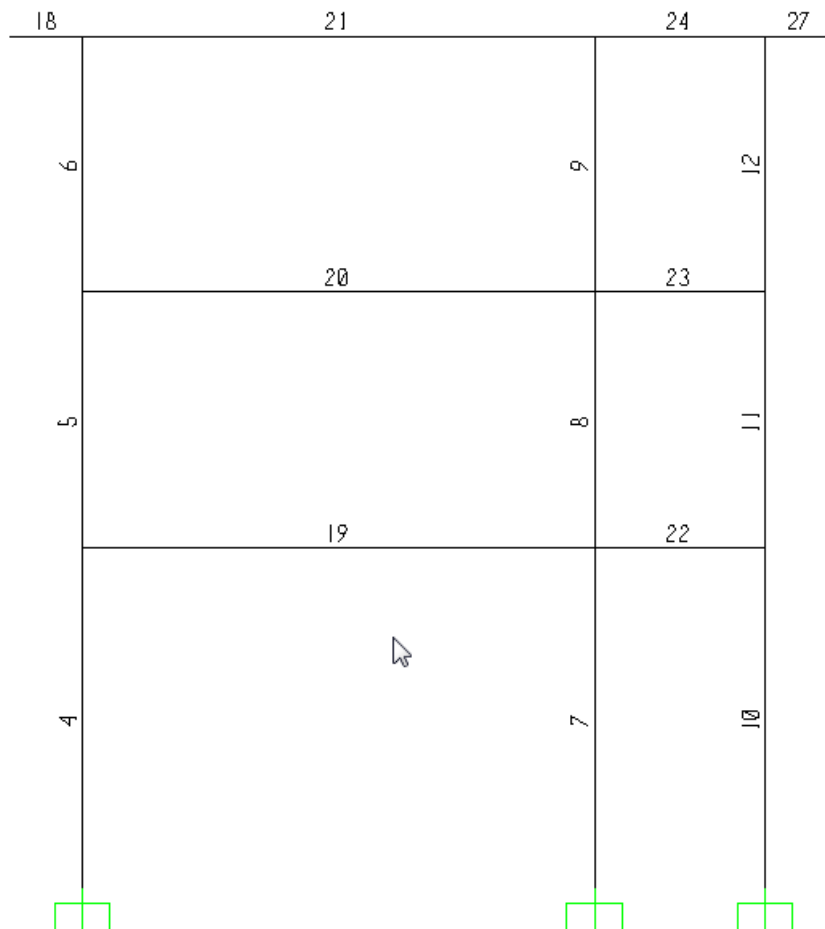
h. Thay đổi tên các thanh trong hệ : (nếu cần, để dễ quản lý các thanh)

Sau khi xoá các thanh trong hệ, các thanh còn lại có số thứ tự không liên tục và không theo nguyên tắc, nên ta đặt lại tên cho các thanh.

Để xem tên của các thanh : bấm biểu tượng  , chọn Labels trong phần Frame → OK.



Sơ đồ hệ trên màn hình sẽ thể hiện tên các thanh.



Nếu muốn thay đổi tên hàng loạt các thanh, chọn các thanh cần đổi tên, vào menu **Edit** → **Change Labels...**, chọn Item Type là Element Labels - Frame

Interactive Name Change
Edit View

Choose A Named Item Type

Item Type: **Element Labels - Frame**

☒ List Names of Selected Elements Only

Auto Relabel Control

Prefix: **C0** First Relabel Order: **X**

Next Number: **1** Second Relabel Order: **Z**

Increment: **1** Minimum Number Digits: **0**

Name List for Element Labels - Frame

	Current Name	New Name
1	4	4
2	5	5
3	6	6
4	7	7
5	8	8
6	9	9
7	10	10
8	11	11
9	12	12

OK Cancel

* Prefix : Tiếp đầu ngữ, các thanh sẽ có tên bắt đầu bằng các ký tự.

* Next number : số thứ tự bắt đầu.

Thứ tự :

- * Phương ưu tiên 1
- * Phương ưu tiên 2

Thanh có tọa độ theo phương ưu tiên 1 lớn hơn sẽ có tên lớn hơn, nếu bằng nhau thì xét tọa độ theo phương ưu tiên 2

Vào menu Edit --> Auto Relabel --> **All In List** để thực hiện lệnh.

Trong hệ, ta sẽ thay đổi tên các thanh theo quy luật sau :

- Thang ngang (dầm) có tên bắt đầu bằng chữ D tiếp theo là một con số, dầm ở trên sẽ có số lớn hơn dầm ở dưới, nếu 2 dầm cùng tầng thì dầm bên phải có số lớn hơn dầm bên trái.
- Thang đứng (cột) có tên bắt đầu bằng chữ C tiếp theo là một con số, cột ở bên phải sẽ có số lớn hơn cột ở bên trái, nếu 2 cột cùng trục thì cột ở trên có số lớn hơn cột ở dưới.

Ta chọn tất cả các thanh ngang trong hệ, vào menu **Edit** → **Change Labels...**

Interactive Name Change
Edit View

Chọn Item Type là **Element Labels - Frame**

Choose A Named Item Type
Item Type Element Labels - Frame
☒ List Names of Selected Elements Only

Auto Relabel Control
Prefix D0 First Relabel Order Z
Next Number 1 Second Relabel Order X
Increment 1 Minimum Number Digits 0

Name List for Element Labels - Frame

	Current Name	New Name
1	18	D05
2	19	D01
3	20	D03
4	21	D06
5	22	D02
6	23	D04
7	24	D07
8	27	D08

OK Cancel

Đổi tên các thanh

* Prefix : D0 (các thanh đều bắt đầu bằng chữ D0).

* Next number : 1.

* Increment : 1.

Tên dầm sẽ bắt đầu là

Thứ tự :

* Phương ưu tiên 1 : Z

* Phương ưu tiên 2 : X

Như vậy dầm ở trên sẽ có số thứ tự lớn hơn dầm ở dưới; dầm bên phải sẽ có số thứ tự lớn hơn dầm bên trái trong cùng 1 tầng

Vào menu Edit --> Auto Relabel --> **All In List**

Chọn tất cả các thanh đứng trong hệ, vào menu **Edit** → **Change Labels...**

Interactive Name Change
Edit View

Chọn Item Type là **Element Labels - Frame**

Choose A Named Item Type
Item Type Element Labels - Frame
☒ List Names of Selected Elements Only

Auto Relabel Control
Prefix C0 First Relabel Order X
Next Number 1 Second Relabel Order Z
Increment 1 Minimum Number Digits 0

Đổi tên các thanh

* Prefix : C0 (các thanh đều bắt đầu bằng chữ C0).

* Next number : 1.

* Increment : 1.

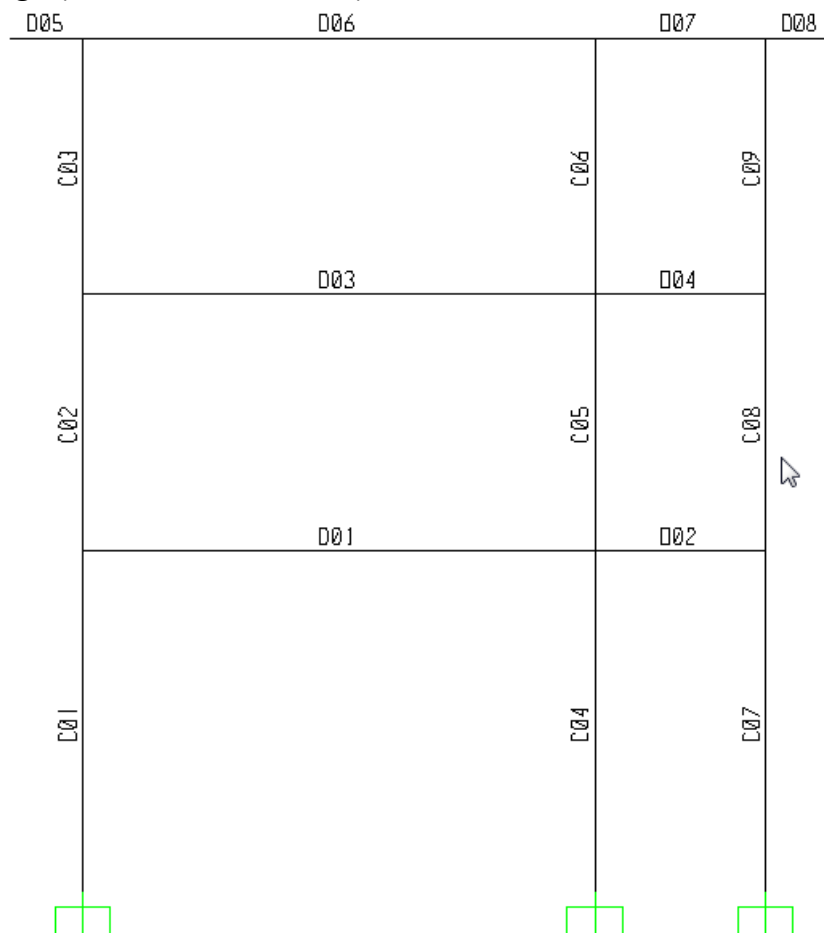
Tên cột sẽ bắt đầu là C01,
Thứ tự :

* Phương ưu tiên 1 : X

* Phương ưu tiên 2 : Z

Như vậy cột ở bên phải sẽ có số thứ tự lớn hơn cột ở bên trái; cột ở trên sẽ có số thứ tự lớn hơn cột ở dưới trong cùng 1 trục

Các thanh trong hệ sẽ có tên như thể hiện trên hình sau



3. Gán các tính chất và tải trọng cho các phần tử trong hệ :

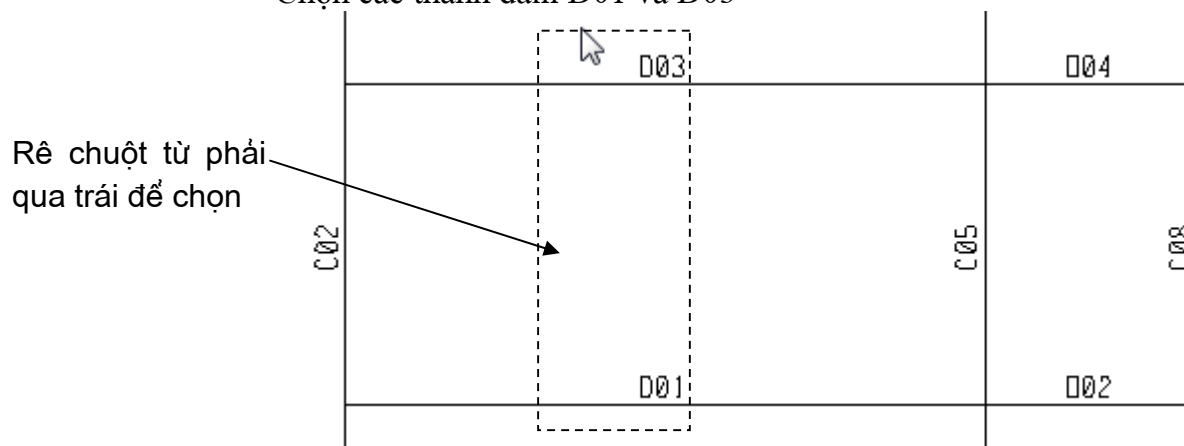
Chú ý: cần chọn đối tượng trước rồi mới thực hiện lệnh gán.

a. Gán tiết diện:

Chọn các đối tượng bằng cách bấm chuột trực tiếp vào đối tượng hoặc rê chuột bao quanh đối tượng đó (kéo từ trái qua phải hoặc từ phải qua trái)

Gán tiết diện cho các thanh trong hệ:

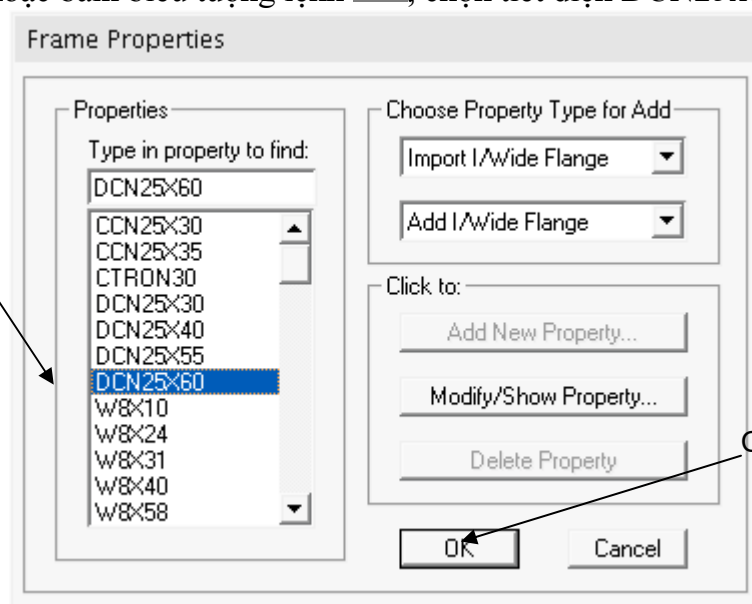
* Chọn các thanh dầm D01 và D03



Thực hiện lệnh gán : vào menu **Assign** → **Frame/Cable/Tendon** →

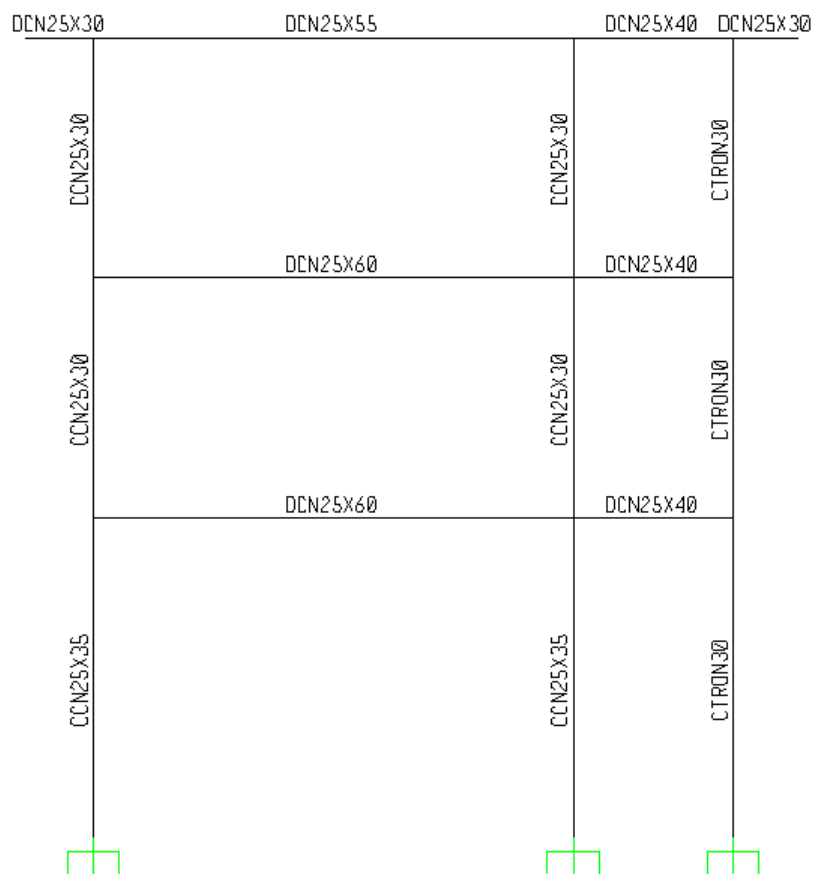
 **Frame Sections...** hoặc bấm biểu tượng lệnh , chọn tiết diện DCN25x60 → OK

Chọn loại tiết diện để gán cho thanh



Chấp nhận

Tương tự đối với các thanh khác.



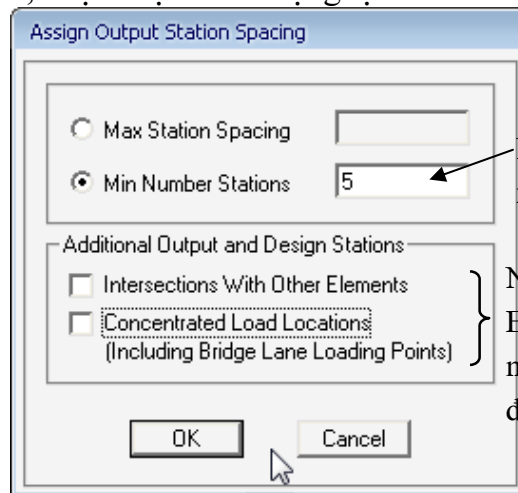
b. Khai báo số tiết diện xuất kết quả:

Nếu số tiết diện nhiều, biểu đồ sẽ mịn và chính xác hơn, nhưng bảng kết quả sẽ nhiều, khó theo dõi.

Nếu số tiết diện ít, biểu đồ sẽ không chính xác (có dạng gãy khúc thay vì dạng đường cong), nhưng bảng kết quả sẽ dễ quản lý.

Do đó nếu để lấy kết quả là biểu đồ nội lực thì khai báo số lượng tiết diện là một số khá lớn (khoảng 9-15 tiết diện mỗi thanh), nếu lấy kết quả là bảng số liệu nội lực thì khai báo số tiết diện để xuất kết quả trong các thanh đứng (cột) là 2 tiết diện, trong các thanh ngang (dầm) là 5 tiết diện.

Chọn các thanh cần thay đổi số tiết diện xuất nội lực --> Assign --> Frame/ Cable/ Tendon -->  Output Stations..., hoặc chọn biểu tượng lệnh .



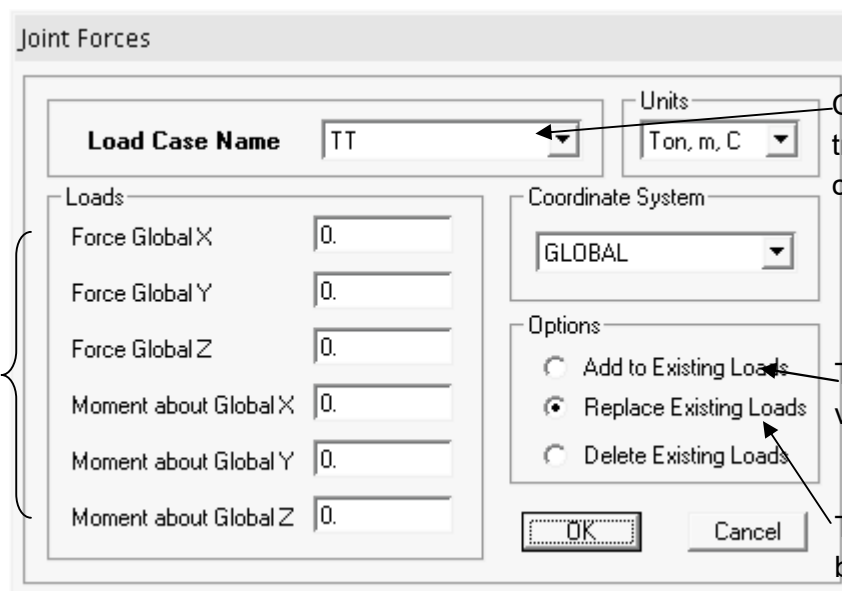
Nhập số lượng tiết diện xuất kết quả

Nếu xuất kết quả sang Excel thì nên bỏ chọn các mục này. Nếu để in biểu đồ thì không bỏ mục này

c. Gán tải trọng tác dụng :

c1. Tải trọng tập trung tại nút :

Chọn nút, vào menu **Assign** → **Joint Loads** →  Forces... hoặc bấm biểu tượng lệnh .



Khai báo giá trị lực và moment theo phương X; Y; Z. (moment xác định theo chiều vận nút chai)

Chọn trường hợp tải trọng của tải trọng cần gán

Thêm tải trọng này vào tải trọng đã có

Thay tải trọng đã có bằng tải trọng này

c2. Tải trọng tập trung trên thanh :

Chọn thanh, vào menu **Assign** → **Frame/ Cable/ Tendon Loads** →  Point... hoặc bấm biểu tượng lệnh .

Frame Point Loads

Load Case Name: TT Units: Ton, m, C

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments
 Coord Sys: GLOBAL Direction: Gravity

Options: ☐ Add to Existing Loads ☒ Replace Existing Loads ☐ Delete Existing Loads

Point Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	3.6	0	0	0
Load	4	0.	0.	0.

☐ Relative Distance from End-I ☒ Absolute Distance from End-I

Có 2 cách tính khoảng cách đặt lực:
 -Relative: tương đối
 - Absolute: tuyệt đối

OK Cancel

Annotations:

- Khai báo phương của lực. Gravity : phương trọng lực, chiều dương hướng xuống
- Khai báo giá trị và khoảng cách các lực tập trung (tối đa được 4 lực)
- Chọn trường hợp tải trọng của tải trọng cần gán
- Thêm tải trọng này vào tải trọng đã có
- Thay tải trọng đã có bằng tải trọng này

c3. Tải trọng phân bố đều trên thanh :

Chọn thanh, vào menu **Assign → Frame Loads →** Distributed... hoặc bấm biểu tượng lệnh

Frame Distributed Loads

Load Case Name: TT Units: Ton, m, C

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments
 Coord Sys: GLOBAL Direction: Gravity

Options: ☐ Add to Existing Loads ☒ Replace Existing Loads ☐ Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0.25	0.75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

☒ Relative Distance from End-I ☐ Absolute Distance from End-I

Uniform Load: Load: 0.

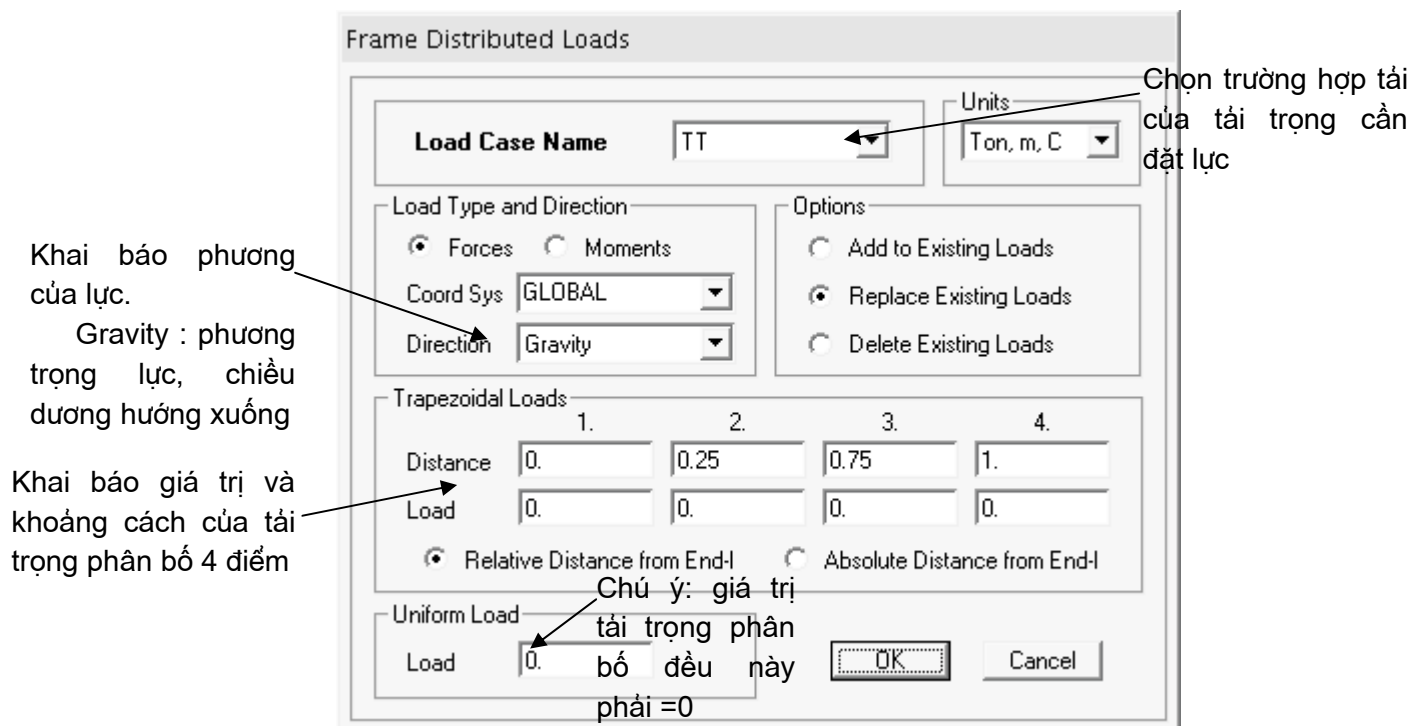
OK Cancel

Annotations:

- Khai báo phương của lực. Gravity : phương trọng lực, chiều dương hướng xuống
- Khai báo giá trị của tải trọng phân bố đều
- Chọn trường hợp tải trọng của tải trọng cần đặt lực
- Chú ý: những giá trị tải trọng này phải =0

c4. Tải trọng phân bố dạng 4 điểm trên thanh :

Chọn thanh, vào menu **Assign → Frame Loads →** Distributed... hoặc bấm biểu tượng lệnh



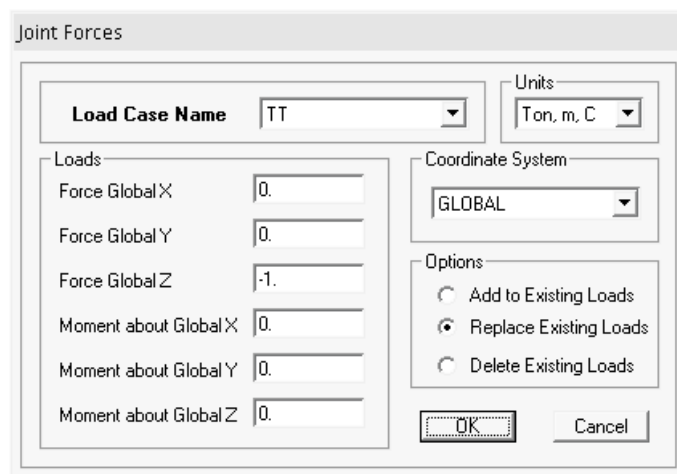
Áp dụng gán tải trọng cho các trường hợp trong hệ :

* Tĩnh tải :

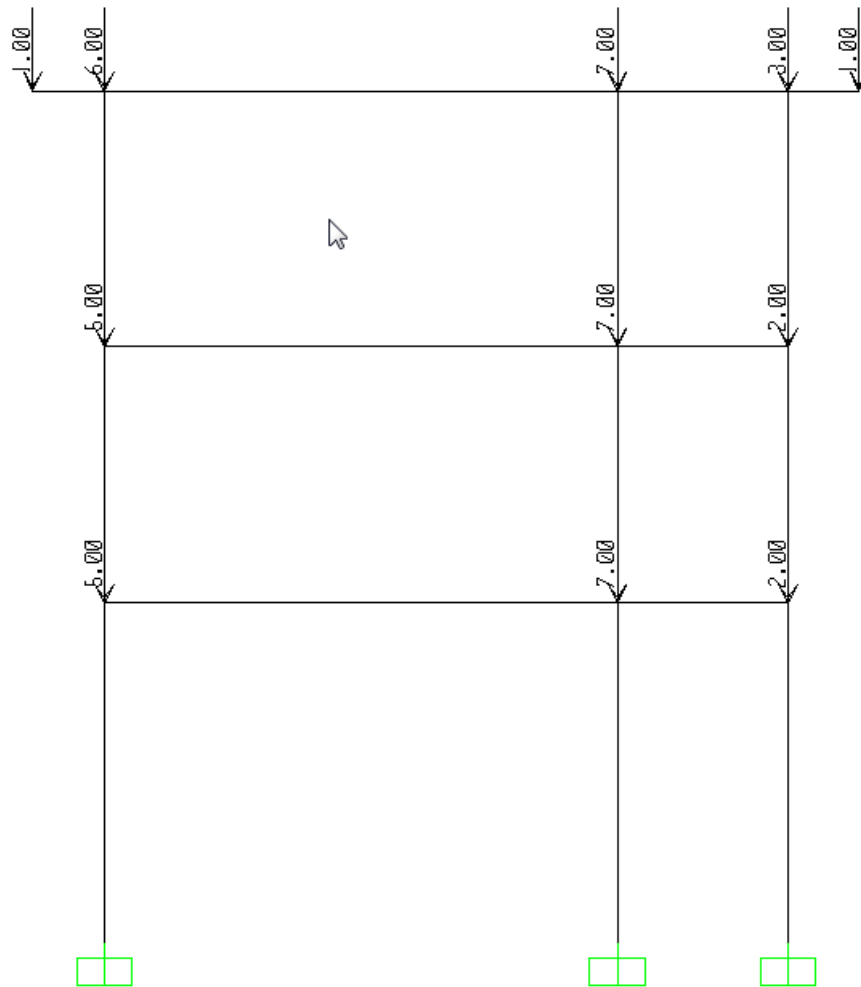
- Lực tập trung:

+ Chọn nút ở 2 đầu console, vào menu **Assign** → **Joint Loads** →  **Forces...**

hoặc bấm biểu tượng lệnh , chọn Load Case Name là **TT**, đặt giá trị Force Global Z = -1 → OK



+ Tương tự: chọn các nút khác nhập giá trị tải trọng tương ứng. Ta được sơ đồ tải trọng tập trung tại nút như hình sau:



- *Lực tập trung trên thanh :*

Chọn các dầm nhịp 7,2m, vào menu **Assign → Frame/ Cable/ Tendon Loads →**

Point... hoặc bấm biểu tượng lệnh . Nhập khoảng cách theo kiểu Tuyệt đối, giá trị lực 4T tại vị trí 3,6m --> OK.

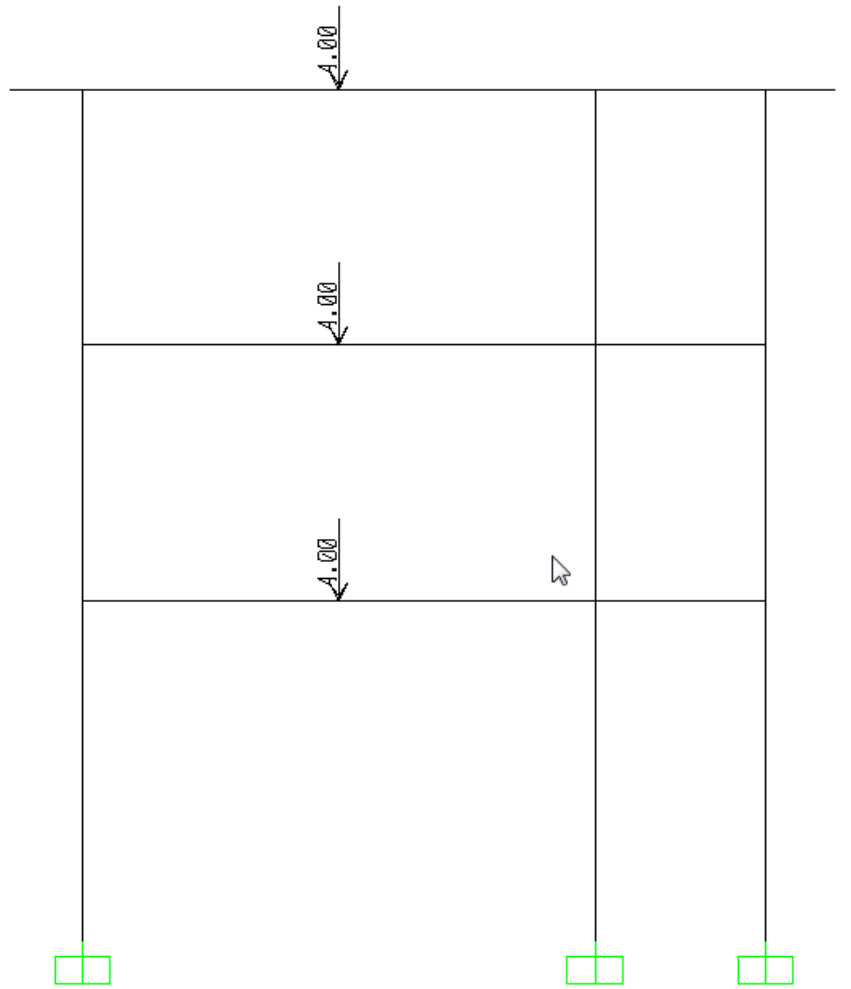
The screenshot shows the 'Frame Point Loads' dialog box with the following settings:

- Load Case Name:** TT
- Units:** Ton, m, C
- Load Type and Direction:**
 - ☒ Forces
 - ☐ Moments
 - Coord Sys:** GLOBAL
 - Direction:** Gravity
- Options:**
 - ☐ Add to Existing Loads
 - ☒ Replace Existing Loads
 - ☐ Delete Existing Loads
- Point Loads:**

	1.	2.	3.	4.
Distance	3.6	0	0	0
Load	4	0.	0.	0.
- Distance Type:**
 - ☐ Relative Distance from End-I
 - ☒ Absolute Distance from End-I

Buttons: OK, Cancel

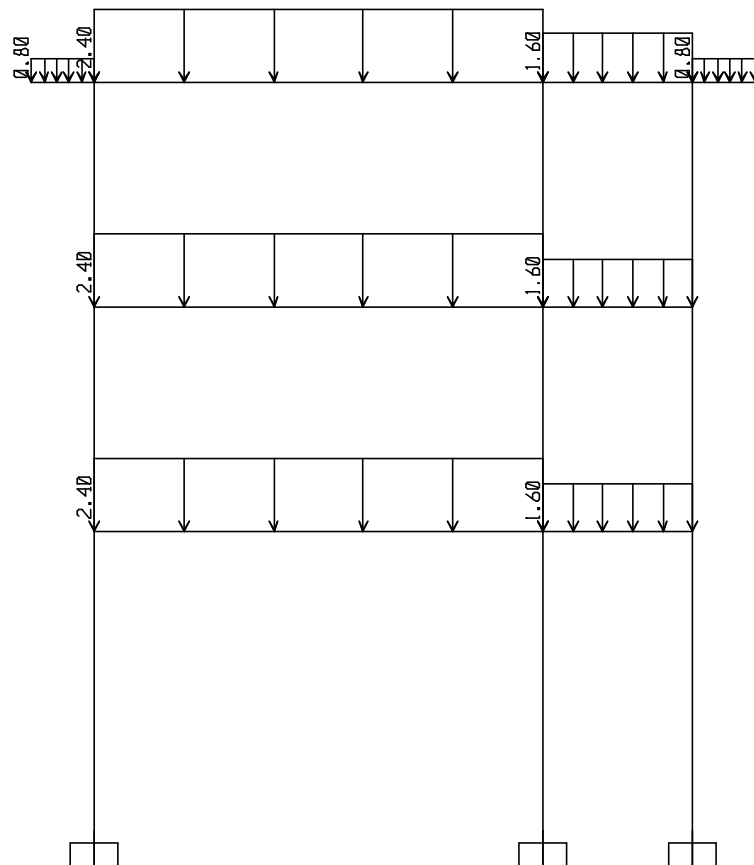
Ta được sơ đồ tải trọng tập trung trên thanh như hình sau:



- *Lực phân bố đều:*

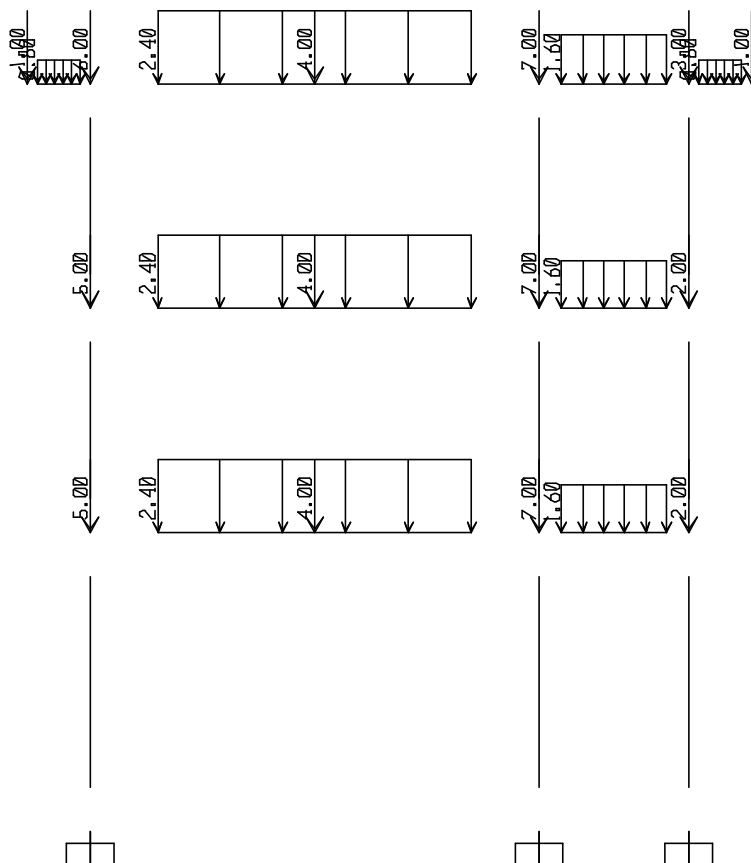
+ Chọn 2 console, vào menu **Assign** → **Frame Loads** →  **Distributed...** hoặc bấm biểu tượng lệnh , chọn Load Case Name là **TT**, chọn Direction là Gravity, đặt giá trị Uniform Load = 0,8T/m.

+ Tương tự: chọn các thanh khác, nhập giá trị tải trọng tương ứng. Ta được sơ đồ tải trọng phân bố đều trên thanh như hình sau:



Lưu ý : do trên màn hình chỉ hiển thị 1 loại tải trọng, nên sau khi khai báo tải trọng phân bố thì trên màn hình hiển thị tải phân bố thì sẽ không "thấy" các lực tập trung. Điều này là bình thường.

Nếu muốn xem đầy đủ cả tải tập trung và tải phân bố trên màn hình thì vào menu **Display → Show Loads Assign →**  **Frame/Cable/Tendon...**



* Hoạt tải 1 & Hoạt tải 2 :

Khai báo tương tự những chú ý mỗi khi khai báo sang tải trọng trong trường hợp hoạt tải mới cần thay đổi Load Case Name

Joint Forces

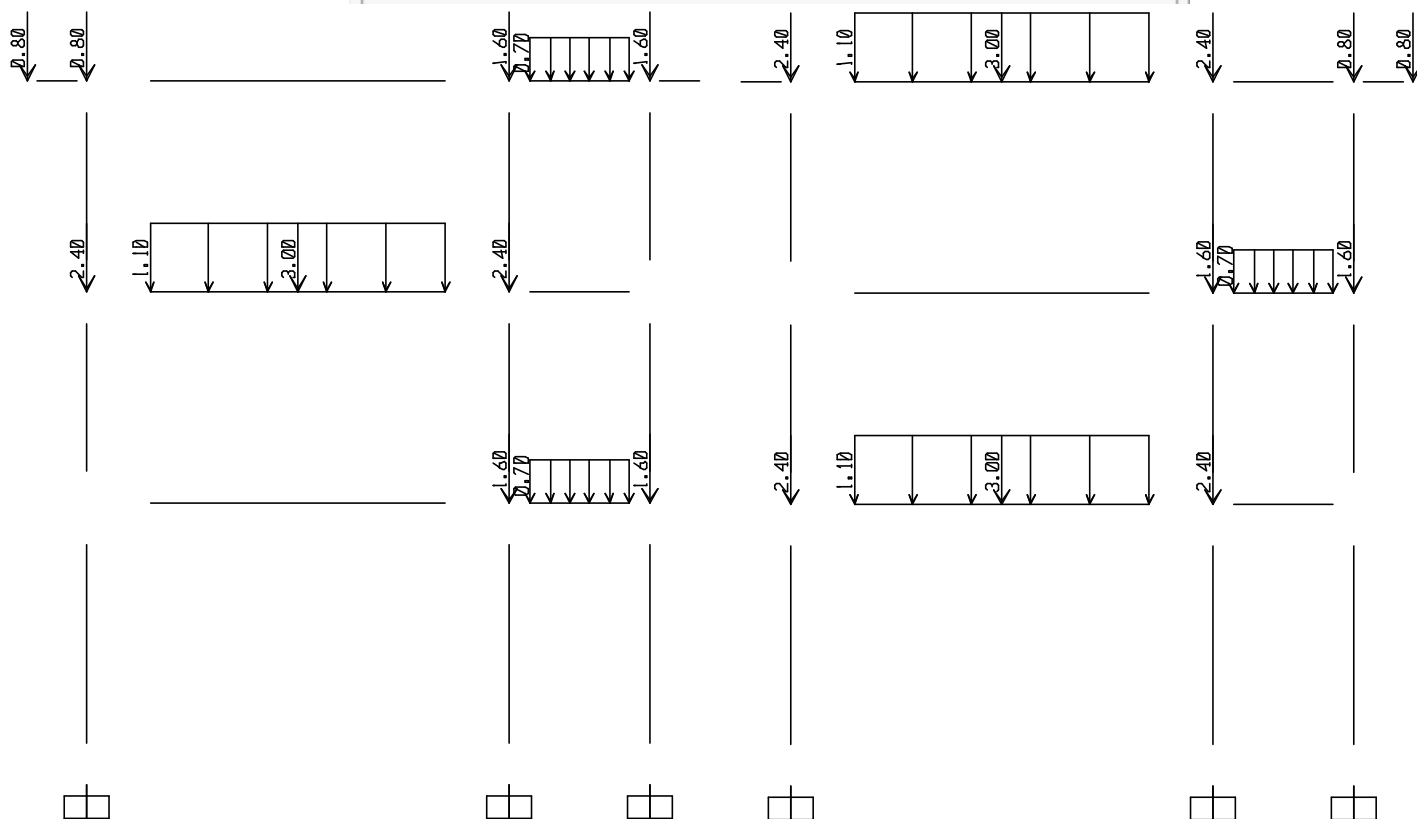
Load Case Name: HT1

Units: Ton, m, C

Frame Distributed Loads

Load Case Name: HT1

Units: Ton, m, C



* Gió trái và Gió phải :

Khai báo tương tự những chú ý mỗi khi khai báo sang tải trọng trong trường hợp hoạt tải mới cần thay đổi Load Case Name, và khai báo phương của lực là X.

Joint Forces

Load Case Name: GT

Units: Ton, m, C

Loads: Force Global X: 0.64

Coordinate System: GLOBAL

Frame Distributed Loads

Load Case Name: GT Units: Ton, m, C

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments

Coord Sys: GLOBAL

Direction: X

Options: ☐ Add to Existing Loads ☒ Replace Existing Loads ☐ Delete Existing Loads

Riêng tải trọng gió phân bố tác dụng lên cột tầng 1, dù là tải trọng phân bố đều nhưng do không tác dụng trên suốt cả chiều dài thanh nên tải trọng này thuộc dạng tải trọng phân bố 4 điểm (ở đây dùng 2 điểm để khai báo, chọn khoảng cách loại Tuyệt đối, khoảng cách điểm 1 là 0,9m; điểm 2 là 4,8m).

Frame Distributed Loads

Load Case Name: GT Units: Ton, m, C

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments

Coord Sys: GLOBAL

Direction: X

Options: ☐ Add to Existing Loads ☒ Replace Existing Loads ☐ Delete Existing Loads

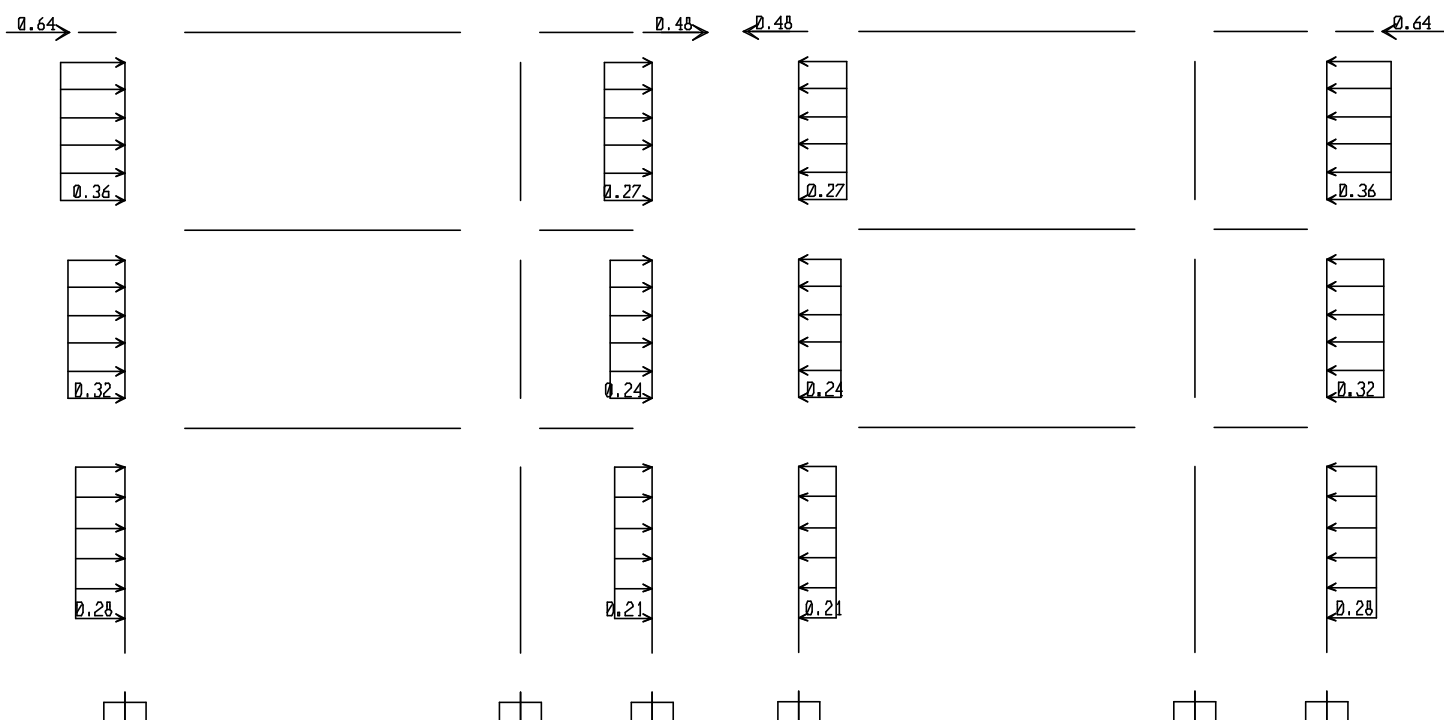
Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.9	4.8	0	0
Load	0.28	0.28	0.	0.

☐ Relative Distance from End-I ☒ Absolute Distance from End-I

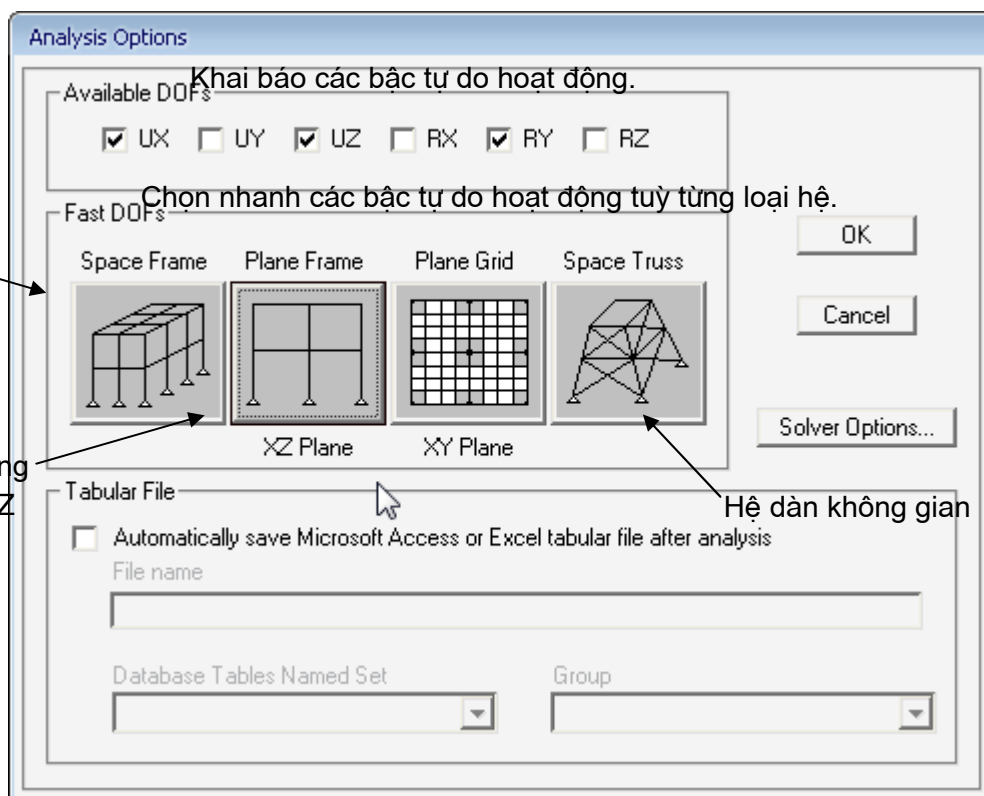
Uniform Load: Load: 0

OK Cancel

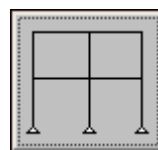


4. Chạy chương trình tính :

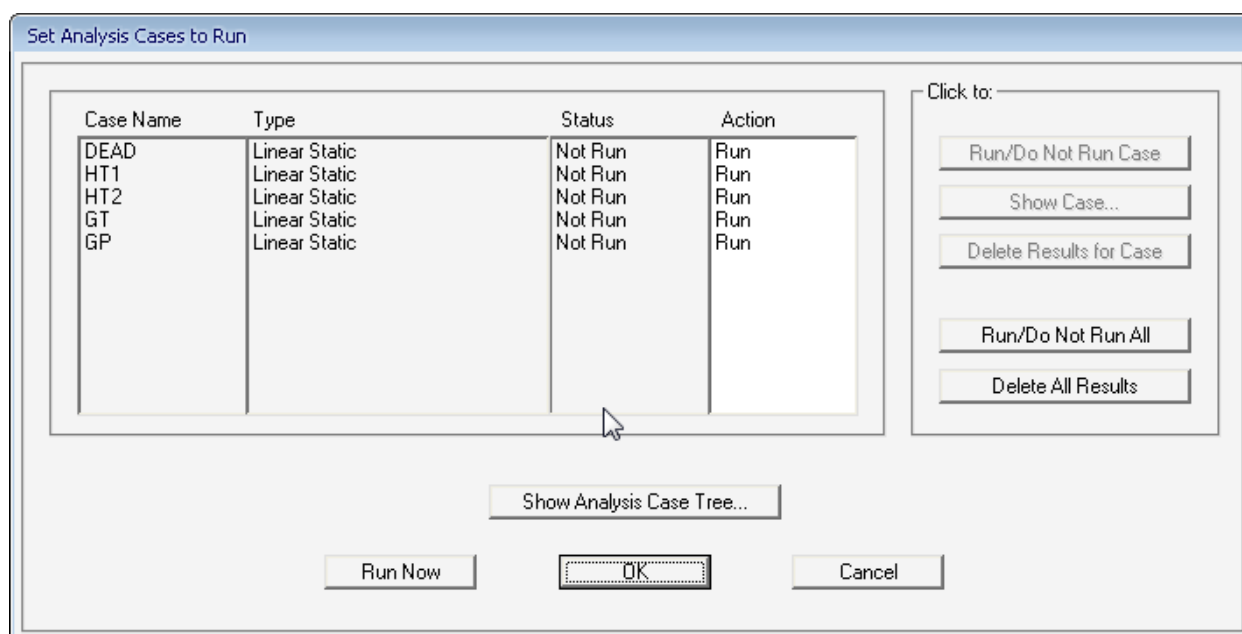
- Khai báo các thông số tính toán : vào menu **Analyze** → **Set Analysis Options...**



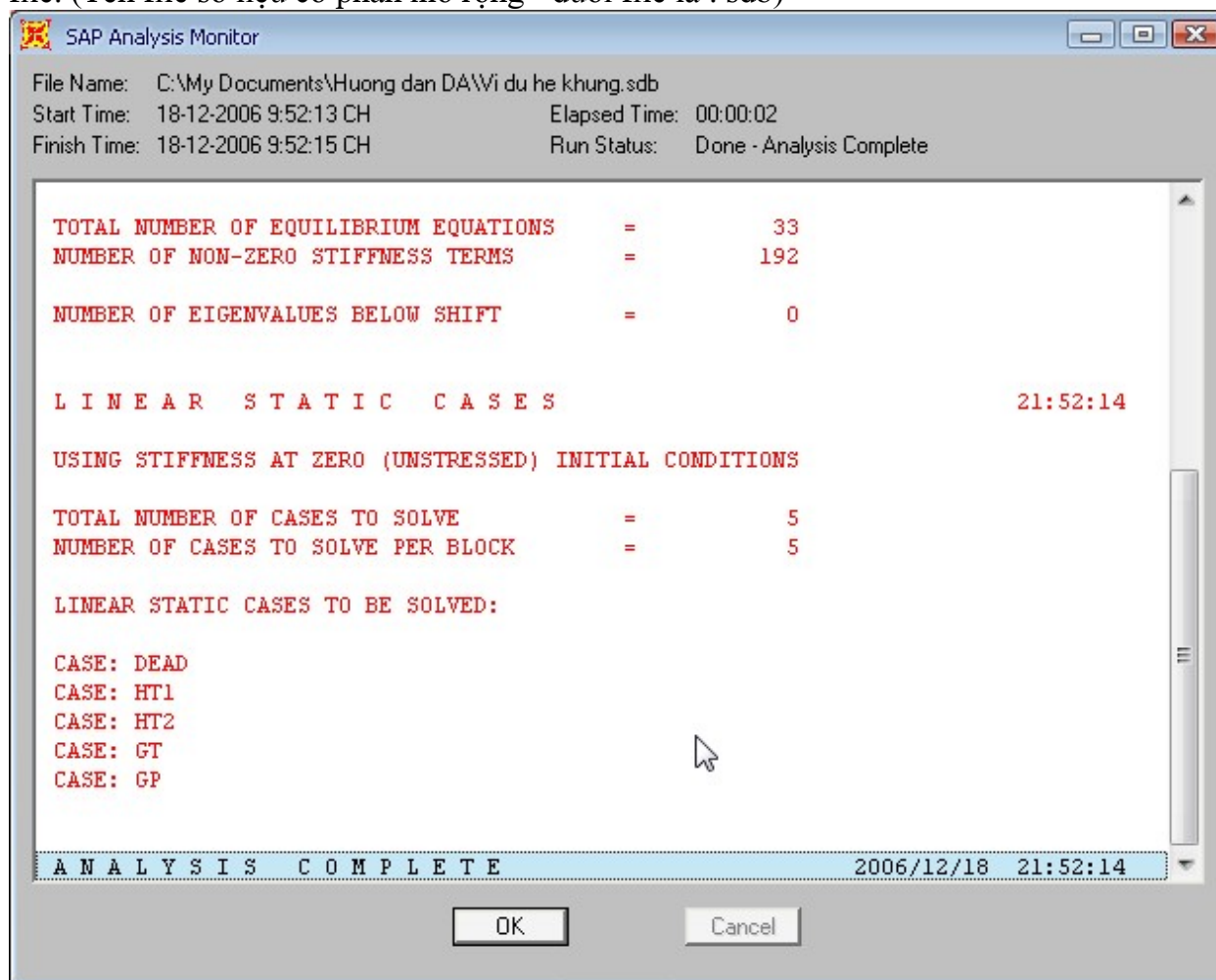
Hệ đã cho là hệ khung phẳng nên ta chọn :



- Chạy chương trình tính : vào menu **Analyze** → **Run Analysis** (hoặc F5) (hoặc bấm biểu tượng lệnh ) → **Run Now**



Trước khi chạy chương trình tính Sap2000 sẽ tự động Save (lưu) file số liệu, nên nếu trước đó ta chưa Save file số liệu vào đĩa thì Sap2000 sẽ tự động lưu và yêu cầu chúng ta nhập tên file. (Tên file số liệu có phần mở rộng - đuôi file là : sdb)



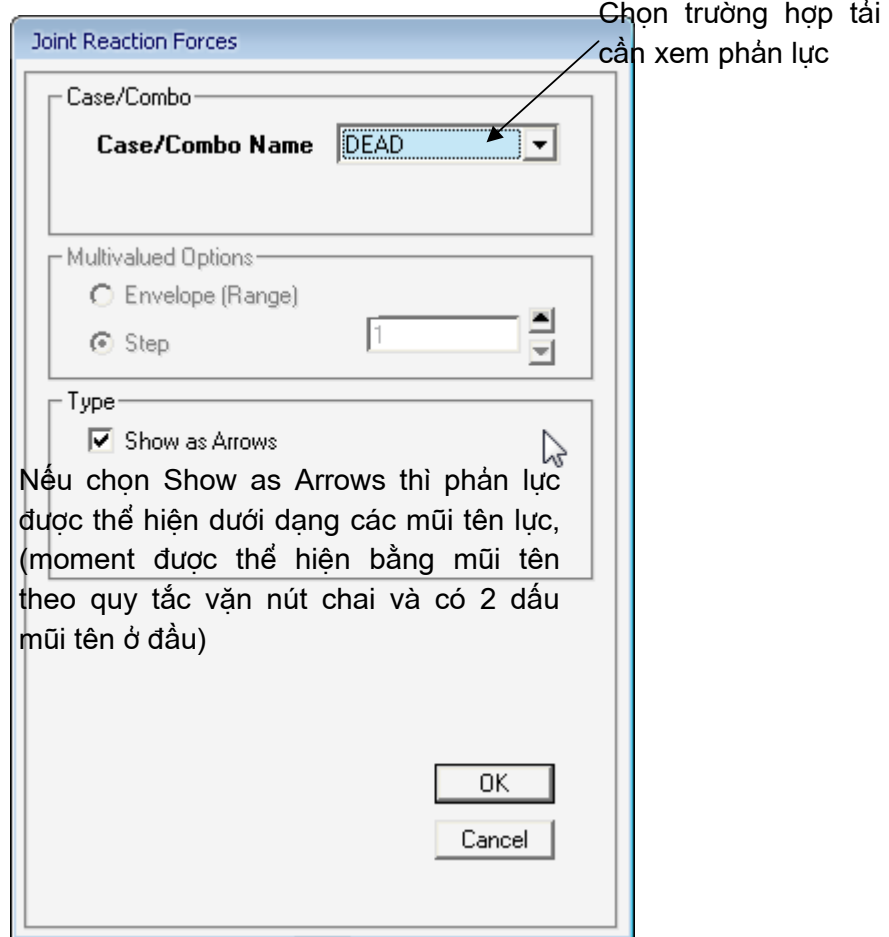
Nếu thấy dòng cuối cùng là **ANALYSIS COMPLETE** thì số liệu nhập vào không bị lỗi và chương trình tính đã xác định được nội lực trong hệ.

Sau khi chạy chương trình tính thì Sap sẽ khoá số liệu (biểu tượng khoá trên màn hình sẽ đóng lại ) , nếu muốn sửa số liệu đã nhập thì phải mở khoá bằng cách bấm vào biểu tượng , lúc đó sẽ trở thành )

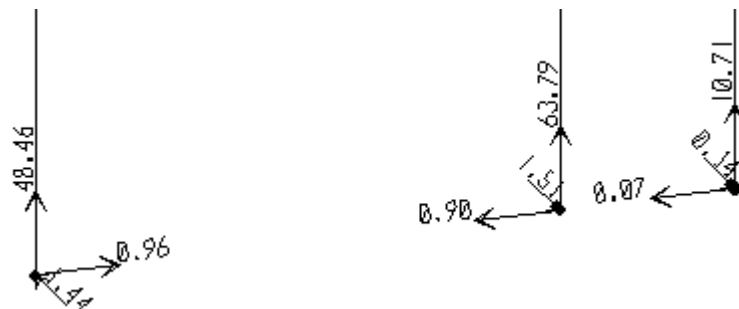
Trên màn hình bây giờ là sơ đồ biến dạng của hệ.

5. Xem kết quả phản lực, nội lực :

- Xem kết quả phản lực : vào menu **Display** → **Show Forces/Stresses** →  Joints...
(hoặc bấm vào dấu mũi tên bên cạnh biểu tượng  → chọn Joints)

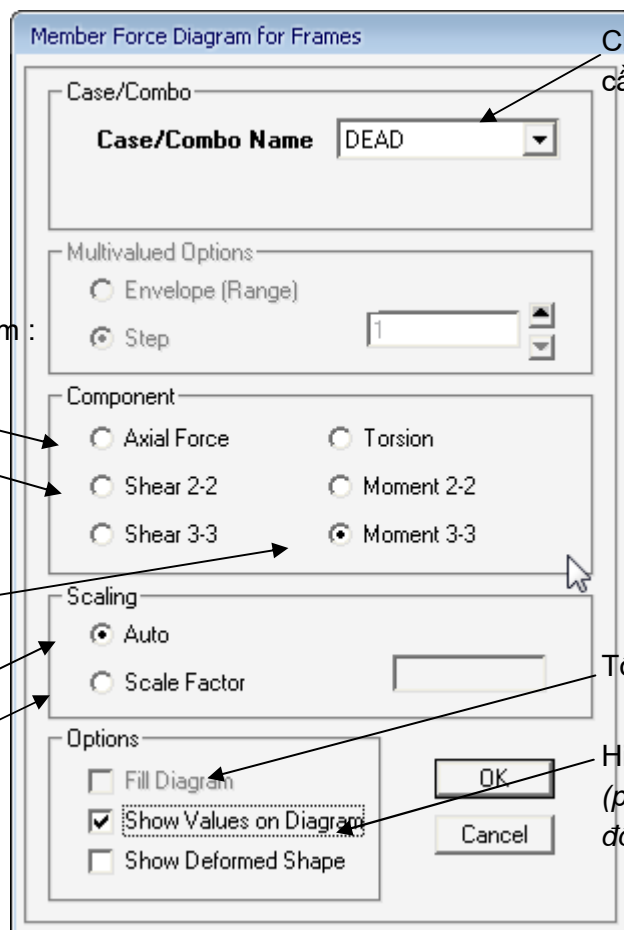


Xem phản lực theo dạng liệt kê giá trị



Xem phản lực theo dạng mũi tên lực (Show as Arrows)

- Xem kết quả nội lực : vào menu **Display** → **Show Forces/Stresses** → **Frames/Cables...** (hoặc bấm vào dấu mũi tên bên cạnh biểu tượng  → chọn Frames/Cables)



Chọn trường hợp tải cần xem nội lực

Chọn thành phần nội lực cần xem :

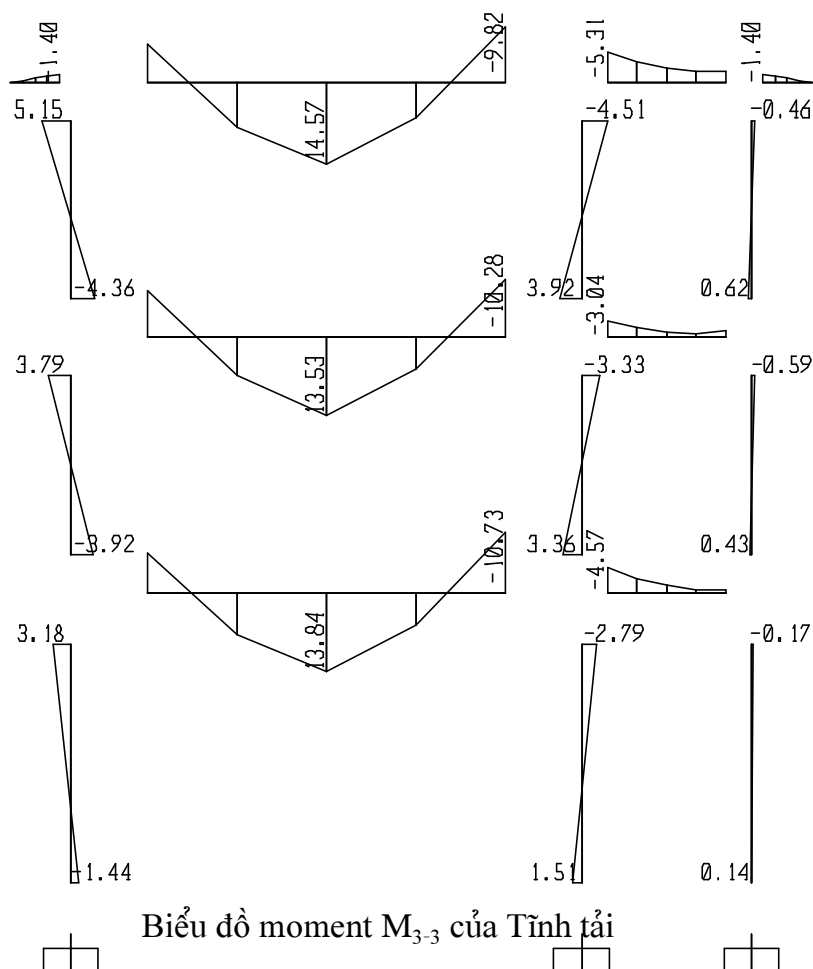
- * Lực dọc (N)
- * Lực cắt 2-2 (Q)
- * Lực cắt 3-3
- * Moment xoắn
- * Moment uốn 2-2
- * Moment uốn 3-3 (M)

Chọn tỷ lệ các tung độ:

- * Tự động
- * Nhập tỷ lệ

Tô đen biểu đồ

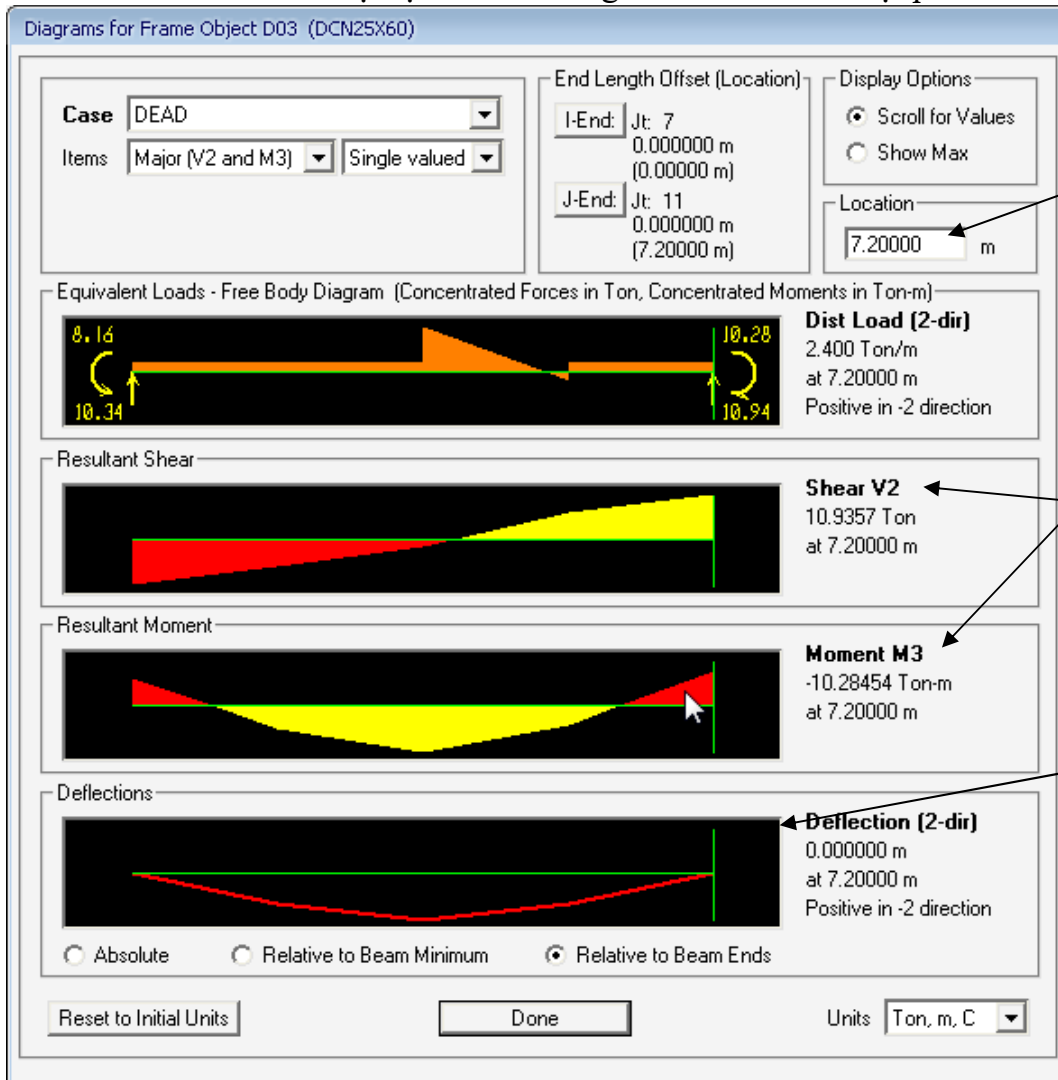
Hiện thị giá trị các tung độ (phải không chọn tô đen biểu đồ)



Biểu đồ moment M_{3-3} của Tĩnh tải

Do khai báo số tiết diện xuất nội lực trong dầm là 5 và trong cột là 2 nên biểu đồ không được trơn mịn. Nếu muốn biểu đồ được mịn, mở khóa, chọn tất cả các thanh, gán số lượng tiết diện (lệnh ) khoảng 9-15 rồi chạy lại.

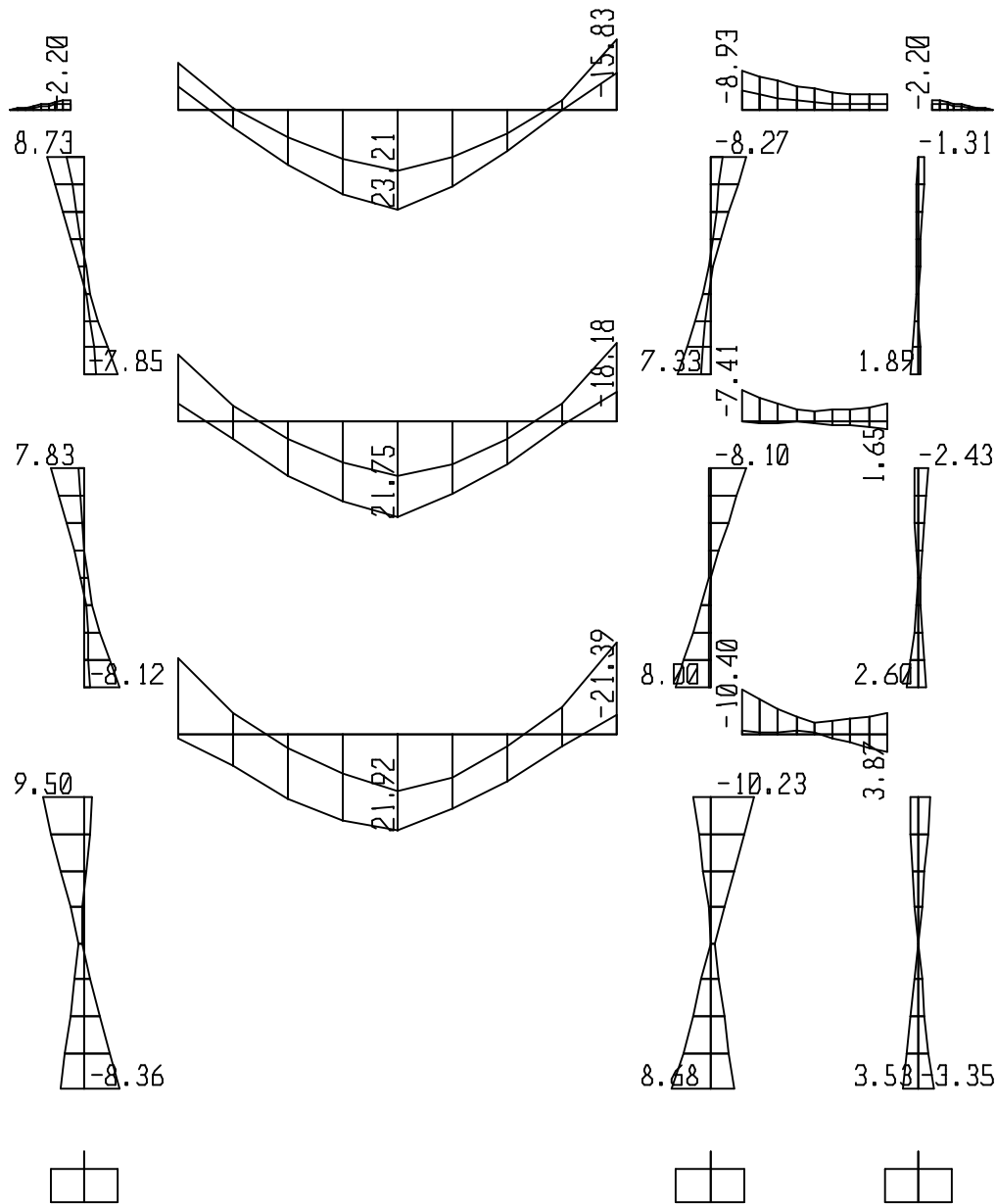
Nếu muốn xem nội lực chi tiết trong thanh thì bấm chuột phải vào thanh cần xem.



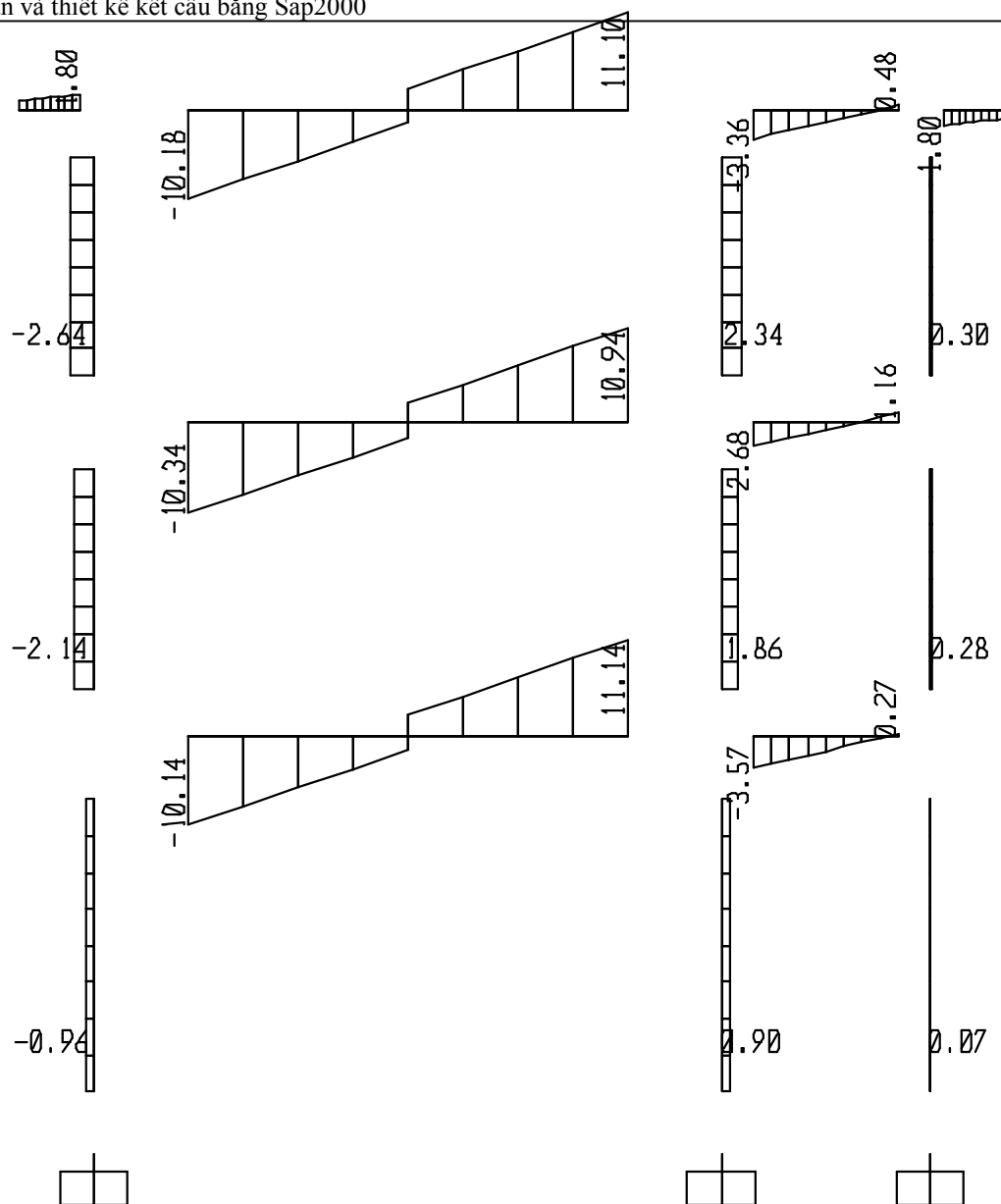
Vị trí (khoảng cách đến đầu trái thanh)

Giá trị nội lực (Q và M) tại vị trí đó

Độ võng dọc theo chiều dài thanh.



Biểu đồ bao moment
(chọn tổ hợp BAO khi thực hiện lệnh xem biểu đồ)



Biểu đồ Lực cắt V_{2-2} (Shear 2-2) của Tĩnh tải

Để có được biểu đồ theo đúng chiều Q , ta khai báo tung độ có dấu "-"

Member Force Diagram for Frames

Case/Combo

Case/Combo Name: TT

Multivalued Options

☐ Envelope (Range)

☒ Step: 1

Component

☐ Axial Force

☒ Shear 2-2

☐ Shear 3-3

☐ Torsion

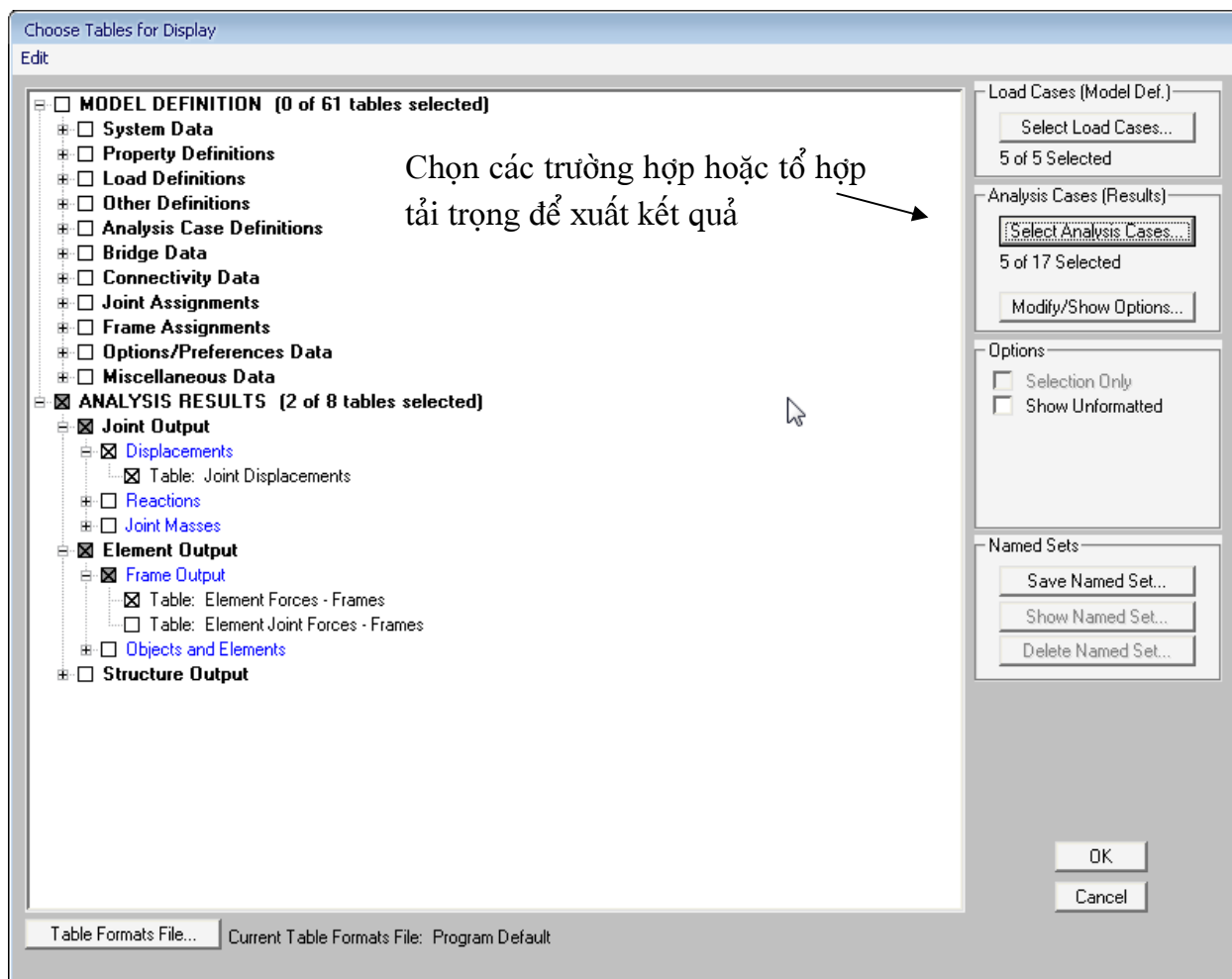
☐ Moment 2-2

☐ Moment 3-3

Scaling

☐ Auto

☒ Scale Factor: -0.09

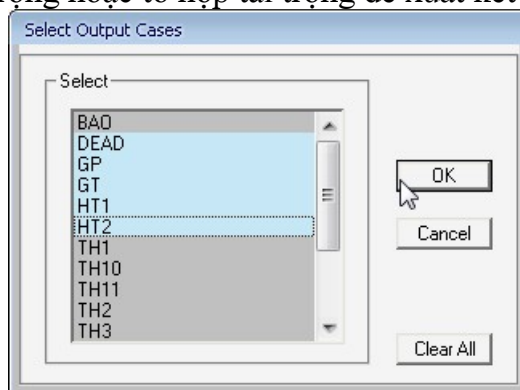


a. Chọn dữ liệu để xuất kết quả: (chú ý đổi sang đơn vị **kgf-m-C** nếu muốn dùng Excel tính cốt thép)

- Phản lực: **ANALYSIS RESULTS → Joint Output → Reactions → Table: Joint Reactions.**

- Nội lực trong thanh: **ANALYSIS RESULTS → Element Output → Frame Output → Table: Element Forces - Frames**

b. Chọn Trường hợp tải trọng hoặc tổ hợp tải trọng để xuất kết quả (**Select Analysis Cases...**)



Chọn các trường hợp tải trọng: Tĩnh Tải (DEAD), Hoạt tải 1, 2, Gió trái, Gió phải. (Giữ phím Ctrl khi nhấn chuột để chọn được nhiều trường hợp), chọn OK để chấp nhận.

Chọn OK để xuất kết quả.

Element Forces - Frames

File View Options Format

Units: As Noted

Element Forces - Frames

	Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m
	C01	0	DEAD	LinStatic	-48464.95	-962.69	0	0	0
	C01	4.8	DEAD	LinStatic	-48464.95	-962.69	0	0	0
	C01	0	HT1	LinStatic	-9367.98	35.74	0	0	0
	C01	4.8	HT1	LinStatic	-9367.98	35.74	0	0	0
	C01	0	HT2	LinStatic	-15134.81	-547.94	0	0	0
	C01	4.8	HT2	LinStatic	-15134.81	-547.94	0	0	0
	C01	0	GT	LinStatic	3279.29	2960.2	0	0	0
	C01	4.8	GT	LinStatic	3279.29	1868.2	0	0	0
	C01	0	GP	LinStatic	-3294.79	-2849.72	0	0	0
	C01	4.8	GP	LinStatic	-3294.79	-2030.72	0	0	0
	C02	0	DEAD	LinStatic	-33329.29	-2142.24	0	0	0
	C02	3.6	DEAD	LinStatic	-33329.29	-2142.24	0	0	0
	C02	0	HT1	LinStatic	-9321.92	-600.55	0	0	0
	C02	3.6	HT1	LinStatic	-9321.92	-600.55	0	0	0
	C02	0	HT2	LinStatic	-7591.93	-535.75	0	0	0
	C02	3.6	HT2	LinStatic	-7591.93	-535.75	0	0	0
	C02	0	GT	LinStatic	1349.31	1983.49	0	0	0
	C02	3.6	GT	LinStatic	1349.31	831.49	0	0	0
	C02	0	GP	LinStatic	-1359.28	-1837.44	0	0	0

Record: 1 of 290

Done

Vào menu File → Export all Table (**Export All Tables**) → To Excel (**To Excel**) để xuất kết quả sang Excel. Chọn Done (**Done**) để trở về màn hình Sap2000.

Kết quả nội lực xuất sang Excel có dạng như sau:

TABLE: Element Forces - Frames

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m	FrameElem Text	ElemStation m
C01	0	DEAD	LinStatic	-48464.95	-962.69	0	0	0	-1443.86	1	0
C01	4.8	DEAD	LinStatic	-48464.95	-962.69	0	0	0	3177.03	1	4.8
C01	0	HT1	LinStatic	-9367.98	35.74	0	0	0	39.46	1	0
C01	4.8	HT1	LinStatic	-9367.98	35.74	0	0	0	-132.08	1	4.8
C01	0	HT2	LinStatic	-15134.81	-547.94	0	0	0	-803.71	1	0
C01	4.8	HT2	LinStatic	-15134.81	-547.94	0	0	0	1826.42	1	4.8
C01	0	GT	LinStatic	3279.29	2960.2	0	0	0	7001.98	1	0
C01	4.8	GT	LinStatic	3279.29	1868.2	0	0	0	-5077.6	1	4.8
C01	0	GP	LinStatic	-3294.79	-2849.72	0	0	0	-6883.28	1	0
C01	4.8	GP	LinStatic	-3294.79	-2030.72	0	0	0	5198.32	1	4.8

- Do quy ước dấu V2 và Q trong dầm ngược nhau nên cần đảo dấu V2 trong các thanh dầm.
- Do bảng kết quả này sắp xếp theo tên phần tử, do đó cần sắp xếp lại theo tên trường hợp tải.
- Copy dữ liệu từ bảng kết quả này vào file bảng tính Excel lập sẵn để tính cốt thép dầm và cột khung (file Khung (5574).xls), cách tiến hành tương tự như trong ví dụ dầm.

c. Muốn xuất hình vẽ (biểu đồ) trên màn hình ra thành file ảnh để chèn vào trong Word:

Thực hiện lệnh File --> Capture Enhanced Metafile --> User Region in Current Windows (hoặc tổ hợp phím tắt Ctrl-Shift-R): đặt tên cho file ảnh, sau đó chọn vùng hình vẽ trên màn hình để xuất ra file ảnh. Trong Word dùng lệnh Insert --> Picture --> From file để tìm và chèn file ảnh đó vào file văn bản Word.

PHỤ LỤC

Các nút lệnh trên Thanh công cụ của Sap2000 :

1. Standard (tiêu chuẩn)

	New Model...	: Tạo mô hình (file) mới
	Open ...	: Mở file dữ liệu có trên đĩa
	Save	: Lưu dữ liệu của mô hình hiện tại vào file.
	Print Graphics	: In hình ảnh thể hiện trên cửa sổ hiện hành ra máy in.
	Undo	: Huỷ lệnh vừa thực hiện.
	Redo	: Khôi phục lệnh vừa bị huỷ.
	Refresh Window	: Làm tươi màn hình.
	Lock Model	: Khoá mô hình, để không thể nhập số liệu.
	Run Analysis	: Chạy chương trình phân tích sau khi nhập xong dữ liệu.
	Rubber Band Zoom	: Phóng to vùng cửa sổ được kéo bằng chuột
	Restore Full View	: Nhìn toàn hệ.
	Previous Zoom	: Trở lại cách nhìn ngay trước đó.
	Zoom In One Step	: Phóng to hệ lên một cấp.
	Zoom Out One Step	: Thu nhỏ hệ xuống một cấp.
	Pan	: Dịch chuyển khung nhìn để xem các vị trí khác của hệ.
	Set Default 3D View	: Xem hệ dưới dạng 3D (góc nhìn mặc định).
	Set XY View	: Xem hệ dưới dạng 2D, trên mặt phẳng XY
	Set XZ View	: Xem hệ dưới dạng 2D, trên mặt phẳng XZ
	Set YZ View	: Xem hệ dưới dạng 2D, trên mặt phẳng YZ
	Set Named View	: Lưu hoặc khôi phục cách nhìn đã lưu trước đó.
	Rotate 3D View	: Xoay hệ, dùng chuột kéo hệ xoay theo các hướng.
	Perspective Toggle	: Chuyển đổi qua lại giữa hình chiếu trục đo và hình chiếu phối cảnh
	Move Up in List	: Dịch mặt phẳng nhìn 2D lên lưới ngay trên.
	Move Down in List	: Dịch mặt phẳng nhìn 2D xuống lưới ngay dưới.
	Object Shrink Toggle	: Chuyển đổi giữa cách xem co ngắn hệ với cách xem bình thường.
	Set Display Option	: Chọn các tính chất đối tượng để thể hiện trên màn hình.



Assign to Group... : Gán các đối tượng được chọn cho nhóm.

2. View (Xem)



Show Joints : Thể hiện nút trên sơ đồ tính



Show Frames : Thể hiện thanh trên sơ đồ tính



Show Shells : Thể hiện tấm trên sơ đồ tính



Show Grid : Thể hiện lưới.



Show Axes : Thể hiện ký hiệu hệ tọa độ XYZ.



Show Selection Only : Chỉ thể hiện nút các đối tượng được chọn



Show All : Thể hiện tất cả các đối tượng trên sơ đồ tính

3. Edit (Soạn thảo, hiệu chỉnh)



Cut : Cắt đối tượng, đưa vào bộ nhớ Clipboard của Windows.



Copy : Sao chép đối tượng, đưa vào bộ nhớ Clipboard của Windows.



Paste... : Dán đối tượng từ bộ nhớ Clipboard của Windows vào hệ.



Delete : Xoá các đối tượng được chọn.



Replicate... : Nhân bản các đối tượng được chọn.



Set Coordinate System... : Khai báo, điều chỉnh hệ tọa độ và hệ lưới trục.



Merge Points... : Nối các điểm lân cận nhau trong khoảng cách khai báo thành 1 điểm.



Align Points... : Căn hàng các nút để có cùng tọa độ theo 1 phương nào đó.



Move Point... : Di chuyển đối tượng đến vị trí mới



Mesh Areas... : Chia các phần tử tấm được chọn thành nhiều tấm nhỏ



Join Frames : Nối các phần tử thanh liên tục và thẳng hàng thành 1 thanh



Divide Frames... : Chia các thanh được chọn thành nhiều thanh nhỏ

4. Snap (Đặt chế độ bắt dính)



Points and Grid Intersections : Điểm nút và giao điểm hệ lưới trục.



Ends and Midpoints : Điểm đầu và trung điểm của phần tử



Intersections : Giao điểm của các phần tử.



Perpendicular Projections : Có hướng đến vuông góc với cạnh phần tử



Lines and Edges : Điểm bắt dính nằm dọc theo thanh hoặc biên của tấm



Fine Grid

: Bắt dính vào giao điểm hệ lưới con, kích thước hệ lưới con được khai báo trong Option

5. Draw (Vẽ thêm các đối tượng)



Set Select Mode

: Chuyển sang chế độ chọn



Set Reshape Element Mode

: Chuyển sang chế độ chỉnh vị trí các điểm nút của phần tử.



Draw Special Joint

: Vẽ thêm các điểm bằng cách kích chuột.



Draw Frame/Cable

: Vẽ thêm thanh bằng cách kích chuột vào vị trí 2 đầu thanh.



Quick Draw Frame/Cable

: Vẽ nhanh thanh bằng cách kích chuột vào các đường lưới trực



Quick Draw Braces

: Vẽ nhanh thanh giằng bằng cách kích chuột vào giữa các ô lưới trực



Quick Draw Secondary Beams

: Vẽ nhanh hệ dầm phụ



Draw Quad Area

: Vẽ tấm tứ giác hoặc tam giác bằng cách kích chuột vào các nút



Draw Rectangular Area

: Vẽ nhanh tấm chữ nhật bằng cách kích chuột vào 2 góc chéo



Quick Draw Area

: Vẽ nhanh tấm bằng cách kích chuột vào giữa ô lưới trực.

6. Define (Khai báo các thuộc tính trong hệ)



Materials...

: Khai báo tính chất vật liệu



Frame/Cable Sections...

: Khai báo các loại và kích thước tiết diện thanh.



Area Sections...

: Khai báo các loại và kích thước tiết diện tấm



Mass Source...

: Khai báo cách xác định khối lượng của hệ.



Joint Constraints...

: Khai báo các ràng buộc của các nhóm nút



Loads...

: Khai báo các trường hợp tải trọng.



Analysis Cases...

: Khai báo các trường hợp phân tích



Response Combinations...

: Khai báo các tổ hợp tải trọng trong hệ.

7. Select (Chọn đối tượng)



All

: Chọn tất cả các đối tượng trong hệ.

-  **Get Previous Selection** : Chọn lại những đối tượng vừa được chọn trong lệnh trước đó.
-  **Clear Selection** : Huỷ chọn tất cả các đối tượng
-  **Intersecting Line** : Chọn bằng cách vẽ đường cắt qua các đối tượng cần chọn.

8. Point and Joint Assigns (Gán tính chất cho nút)

-  **Restraints...** : Gán liên kết (cứng) nối đất cho các nút được chọn
-  **Springs...** : Gán liên kết đàn hồi cho các nút được chọn
-  **Masses...** : Gán khối lượng tập trung cho các nút được chọn
-  **Forces...** : Gán tải trọng vào các nút được chọn
-  **Displacements...** : Gán chuyển vị cưỡng bức vào các nút được chọn

9. Frame and Line Assigns (Gán tính chất cho thanh)

-  **Frame Section...** : Gán tiết diện cho các thanh được chọn
-  **Frame Releases/Partial Fixity...** : Giải phóng liên kết tại 2 đầu của các thanh được chọn
-  **End (Length) Offsets...** : Khai báo vùng cứng tại 2 đầu thanh của các thanh được chọn
-  **Output Stations...** : Khai báo số điểm xuất kết quả nội lực cho các thanh được chọn
-  **Local Axes...** : Khai báo góc xoay hệ toạ độ địa phương của các thanh được chọn
-  **Line Springs...** : Khai báo độ cứng của liên kết đàn hồi tiếp xúc dọc trục thanh.
-  **Line Mass...** : Khai báo khối lượng dọc trục thanh.
-  **Point...** : Đặt tải trọng tập trung tác dụng vào các thanh được chọn
-  **Distributed...** : Đặt tải trọng phân bố vào các thanh được chọn
-  **Temperature...** : Khai báo tải trọng nhiệt tác dụng vào thanh.

10. Shell and Area Assigns (Gán tính chất cho tấm)

-  **Sections...** : Gán tiết diện cho các tấm được chọn
-  **Area Stiffness Modifiers...** : Khai báo các hệ số điều chỉnh độ cứng của tấm.
-  **Local Axes...** : Khai báo góc xoay hệ toạ độ địa phương của các tấm được chọn.
-  **Area Springs...** : Khai báo độ cứng đàn hồi tiếp xúc với các mặt của tấm.
-  **Area Mass...** : Khai báo khối lượng phân bố trên diện tích tấm.
-  **Uniform...** : Khai báo tải trọng phân bố đều trên bề mặt tấm.
-  **Temperature...** : Khai báo tải trọng nhiệt tác dụng vào tấm.

11. Display (Thể hiện sơ đồ, kết quả ...)



Show Undeformed Shape : Thể hiện sơ đồ chưa biến dạng của hệ

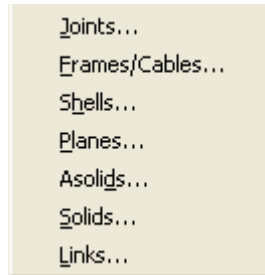


Show Deformed Shape... : Thể hiện sơ đồ biến dạng của hệ dưới tác dụng của các trường hợp tải trọng



Show Forces/Stresses : Thể hiện phản lực, biểu đồ nội lực của các phần tử dưới tác dụng của các trường hợp tải trọng

(chọn đối tượng từ menu trái xuống)



12. Design (Thiết kế tiết diện)



Steel Frame Design : Chọn các lệnh từ menu trái xuống để thực hiện công việc thiết kế kết cấu thép



Concrete Frame Design : Chọn các lệnh từ menu trái xuống để thực hiện công việc thiết kế kết cấu bê tông cốt thép