

ETABS

CSI**COMPUTERS & STRUCTURES, INC.**

Paris, 25/11/2008

KS.GV.THS. **Trần Anh Bình**

Sinh ngày 03/10/1981 – Nam Định

Giảng viên :

- Bộ Môn Tin Học Xây Dựng, Khoa Công Nghệ Thông Tin, trường Đại Học Xây Dựng. Địa chỉ : số 55 Đường Giải Phóng, Hà Nội, www.nuce.edu.vn

*Doctorant EDF/ Université Paris-Est :*

- EDF R&D, Département MMC, Site des Renardières. Adresse : Avenue des Renardières – Ecuelles, F-77818 Moret sur Loing cédex, France, www.edf.fr
- Université Paris-Est, Laboratoire MSME, FRE 3160 CNRS. Adresse : 5, Boulevard Descartes, 77454 Marne la Vallée Cedex 2, France, www.univ-mlv.fr



EDF R&D - MMC

*Laboratoire Modélisation et Simulation Multi Echelle*

Tài liệu không tránh khỏi những thiếu sót. Sự góp ý của độc giả sẽ góp thêm phần hoàn thiện cho tài liệu này. Mọi góp ý xin gửi về địa chỉ sau, tác giả xin chân thành cảm ơn !

- Điện thoại: 0033.6.18.93.03.94.
- Email : anhbinh0310@yahoo.com

ỨNG DỤNG ETABS TRONG TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH

Bản thảo ko in được

Tặng bố mẹ già vĩ đại
Tặng vợ hiền yêu quý
Tặng con trai ngoan đầu yêu

Chân thành cảm ơn công ty tư vấn xây dựng CDC, bộ môn Tin Học Xây Dựng – Khoa Công Nghệ Thông Tin – Trường Đại Học Xây Dựng Hà Nội đã giúp tôi hoàn thành tài liệu này.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ETABS 12

1. Hệ tọa độ.....	12
2. Nút.....	12
2.1. Tổng quan về nút (Joint)	12
2.2. Hệ tọa độ địa phương	13
2.3. Bậc tự do tại nút	13
2.4. Tải trọng tại nút	14
2.5. Khối lượng tại nút (Mass).....	14
3. Các loại liên kết	15
3.1. Restraints	15
3.1.1. Khái niệm chung.....	15
3.1.2. Phương pháp gán	16
3.2. Springs.....	16
3.2.1. Khái niệm chung.....	16
3.2.2. Phương pháp khai báo liên kết Spring.....	16
3.3. Liên kết Constraints	17
3.3.1. Khái niệm chung.....	17
3.3.2. Cách khai báo.....	17
3.3.3. Ứng dụng.....	17
4. Vật liệu	18
4.1. Tổng quan về vật liệu	18
4.2. Hệ trục tọa độ địa phương	19
4.3. Ứng suất và biến dạng của vật liệu (stresses and strains).....	19
4.3.1. Stress	19
4.3.2. Strain.....	19
4.4. Các thông số khai báo vật liệu	20
5. Tải trọng và tổ hợp tải trọng	21

5.1. Tải trọng.....	21
5.2. Tổ hợp tải trọng.....	22
5.2.1. Các cách tổ hợp tải trọng.....	22
5.2.2. Các loại tổ hợp tải trọng.....	22
5.2.3. Cách khai báo.....	23
6. Bài toán phân tích.....	23
6.1. Các dạng phân tích kết cấu.....	23
6.2. Modal Analysis.....	23
6.2.1. Tổng quan.....	23
6.2.2. Eigenvector Analysis.....	24
7. Diaphragm Centers of Rigidity, Centers of Mass.....	25
CHƯƠNG 2: KẾT CẤU HỆ THANH.....	28
1. Tổng quan về phần tử thanh.....	28
1.1. Phần tử thanh (Frame Element).....	28
1.1.1. Khái niệm.....	28
1.1.2. Ứng dụng.....	28
1.2. Hệ trục tọa độ địa phương (Local Coordinate System).....	28
1.2.1. Khái niệm.....	28
1.2.2. Mặc định.....	28
1.2.3. Hiệu chỉnh.....	29
1.3. Bậc tự do (Degree of Freedom).....	30
1.4. Khối lượng (Mass).....	30
2. Tiết diện (Frame Section).....	30
2.1. Khai báo tiết diện.....	30
2.2. Thanh có tiết diện thay đổi (Non-Prismatic Sections).....	31
2.3. Tiết diện không có hình dạng xác định (General).....	32

2.4. Thay đổi thông số tiết diện	33
2.4.1. Thông số hình học và cơ học của tiết diện	33
2.4.2. Thay đổi các thông số hình học và cơ học	35
3. Liên kết giữa hai phần tử.....	36
3.1. Điểm chèn (Insertion point)	36
3.1.1. Khái niệm	36
3.1.2. Phương pháp khai báo.....	37
3.2. Điểm giao (End offsets).....	39
3.2.1. Khái niệm	39
3.2.2. Phương pháp khai báo.....	39
3.3. Liên kết Release (Frame Releases and Partial Fixity)	40
3.3.1. Khái niệm	40
3.3.2. Phương pháp khai báo.....	41
4. Tự động chia nhỏ phần tử (Automatic Frame Subdivide).....	41
4.1. Khái niệm.....	41
4.2. Phương pháp khai báo	41
CHƯƠNG 3: KẾT CẤU TẤM VỎ	44
1. Phần tử Tấm bản.....	44
1.1. Phần tử Area (Area Element)	44
1.1.1. Khái niệm chung.....	44
1.1.2. Thickness Formulation (Thick – Thin)	44
1.1.3. Thickness	45
1.1.4. Material Angle.....	45
1.2. Hệ trục tọa độ địa phương (Local Coordinate System)	46
1.2.1. Trạng thái mặc định	46
1.2.2. Biến đổi	47

1.3. Tiết diện	48
1.4. Bậc tự do (Degree of Freedom).....	48
1.5. Mass	49
1.6. Nội lực và ứng suất.....	49
1.6.1. Nội lực	49
1.6.2. Ứng suất.....	51
2. Vách cứng	52
2.1. Tổng quan về Pier và Spandrel.....	52
2.1.1. Khái niệm	52
2.1.2. Đặt tên phần tử.....	52
2.2. Hệ trục tọa độ địa phương	53
2.2.1. Phần tử Pier.....	53
2.2.2. Phần tử Spandrel.....	53
2.2.3. Hiển thị hệ tọa độ địa phương.....	54
2.3. Tiết diện	54
2.3.1. Đặt tên phần tử Pier và Spandrel.....	55
2.3.2. Định nghĩa tiết diện Pier.....	56
2.3.3. Gán tiết diện Pier.....	57
2.4. Nội lực phần tử Pier và Spandrel.....	57
2.5. Kết quả thiết kế vách.....	58
2.5.1. Pier result Design	58
2.5.2. Spandrel Result Design	58
3. Chia nhỏ phần tử (Area Mesh Options).....	58
3.1. Khái niệm.....	58
3.2. Phương pháp chia nhỏ	59

CHƯƠNG 4: PHỤ LỤC 62

1. Section Designer	62
1.1. Tổng quan.....	62
1.2. Căn bản về Section Designer.....	62
1.2.1. Khởi động Section Designer	62
1.2.2. Hộp thoại Pier Section Data.....	63
1.2.3. Hộp thoại SD Section Data	64
1.3. Chương trình Section Designer.....	65
1.3.1. Giao diện chương trình Section Designer.....	65
1.3.2. Hệ trục tọa độ	65
1.3.3. Tiết diện và hình dạng (Sections and Shapes).....	66
1.3.4. Cốt thép gia cường.....	67
1.3.5. Phương pháp vẽ	69
1.4. Section Properties.....	69
1.4.1. Mục đích của Section Properties.....	69
1.4.2. Thông số thiết diện	69
1.5. Ví dụ.....	70
2. Lưới (Grid)	73
2.1. Hộp thoại Building Plan Grid System and Story Data Definition	73
2.2. Hộp thoại Grid Labeling Options	74
2.3. Hộp thoại Define Grid Data	75
2.4. Hộp thoại Story Data.....	76
2.5. Các chế độ vẽ	77
3. Tải trọng (Load)	78
3.1. Wind Load.....	78
3.2. Quake Lad	79
4. các phương pháp chọn phần tử.....	81
4.1. Chọn phần tử trên mặt bằng.....	81
4.2. Đưa điểm nhìn ra vô cùng	82

4.3. Sử dụng thanh công cụ	82
4.4. Sử dụng chức năng trong menu Select.....	82
5. Hộp thoại Replicate	83

CHƯƠNG 5: BÀI TẬP THỰC HÀNH..... 86

1. Bài tập 1	86
1.1. Lập hệ lưới.	86
1.2. Khai báo các đặc trưng hình học và vật liệu:	92
1.3. Vẽ sơ đồ kết cấu.	97
1.3.1. Vẽ mặt bằng dầm	98
1.3.2. Vẽ mặt bằng cột.	103
1.3.3. Vẽ mặt bằng sàn	104
1.4. Sao chép mặt bằng kết cấu.....	105
1.5. Gán liên kết nối đất.....	107
1.6. Phương pháp vẽ sàn nhô ra	107
1.7. Gán sàn tuyệt đối cứng	108
1.7.1. Định nghĩa các Diaphragms.....	108
1.7.2. Gán Diaphragms cho các tầng.....	108
1.8. Định nghĩa các trường hợp tải trọng.....	108
1.9. Khai báo khối lượng của công trình.....	109
1.10. Khai báo tự động chia nhỏ sàn và dầm	109
1.10.1. Tự động chia nhỏ dầm	109
1.10.2. Tự động chia nhỏ sàn	109
1.11. Kiểm tra mô hình	110
1.11.1. Ví dụ 1	111
1.11.2. Ví dụ 2	111
1.11.3. Ví dụ 3	112

1.11.4. Ví dụ 4	112
1.12. Chạy mô hình	112
1.13. Tọa độ tâm cứng và tâm khối lượng tần số dao động	112
1.14. Phương pháp nhập tải vào tâm khối lượng	113
1.15. Nhập tải trọng vào tâm cứng	115
1.16. Tổ hợp tải trọng	116
1.17. Kiểm tra lại sơ đồ kết cấu	117
1.17.1. Kiểm tra lại sơ đồ hình học	117
1.17.2. Kiểm tra lại sơ đồ tải trọng	117
1.18. Chạy chương trình và quan sát nội lực	118
1.19. Khai báo bài toán thiết kế cốt thép cho Frame	119
2. Bài tập 2	122
2.1. Thiết lập hệ lưới	123
2.2. Định nghĩa tiết diện và vật liệu	125
2.2.1. Định nghĩa vật liệu	125
2.2.2. Khai báo tiết diện	126
2.3. Vẽ sơ đồ kết cấu	126
2.4. Tạo lập hệ tọa độ trụ	131
2.5. Định nghĩa các trường hợp tải trọng	134
2.6. Khai báo tổ hợp tải trọng	134
2.7. Nhập tải trọng	135
2.7.1. Tĩnh tải	135
2.7.2. Hoạt tải	135
2.7.3. Tải trọng gió theo phương Y	136
2.8. Khai báo tự động chia nhỏ sàn và dầm	136
2.9. Hợp nhất các điểm quá gần nhau	137
2.10. Kiểm tra mô hình	137
2.11. Đặt tên vách	137

2.11.1. Đặt tên cho Pier.....	137
2.11.2. Đặt tên cho Spandrel.....	137
2.12. Định nghĩa tiết diện vách.....	138
2.13. Gán tiết diện vách.....	139
2.14. Khai báo tiêu chuẩn thiết kế vách.....	139
2.15. Thực hiện bài toán kiểm tra vách.....	139
2.16. Đọc kết quả tính toán.....	139
2.17. Phụ lục.....	140
2.17.1. Nâng nhà lên 8 tầng.....	140
2.17.2. Tạo mặt cắt zic zắc.....	142
3. Bài tập 3.....	145
3.1. Lập mặt bằng kết cấu trong AutoCAD.....	145
3.1.1. Tạo các layer.....	145
3.1.2. Vẽ mặt bằng dầm.....	145
3.1.3. Vẽ mặt bằng lưới.....	146
3.1.4. Vẽ mặt bằng cột.....	146
3.1.5. Vẽ mặt bằng vách.....	147
3.1.6. Xuất mặt bằng kết cấu ra file mới.....	148
3.2. Nhập mô hình từ AutoCAD và Etabs.....	149
3.2.1. Nhập mặt bằng lưới.....	149
3.2.2. Định nghĩa tiết diện, vật liệu.....	152
3.2.3. Nhập mặt bằng dầm cột.....	152
3.2.4. Nhập mặt bằng vách và vẽ vách.....	153
4. Bài tập 4.....	156
4.1. Thiết lập hệ lưới.....	157
4.2. Định nghĩa tiết diện và vật liệu.....	159
4.2.1. Định nghĩa vật liệu.....	159
4.2.2. Khai báo tiết diện.....	159

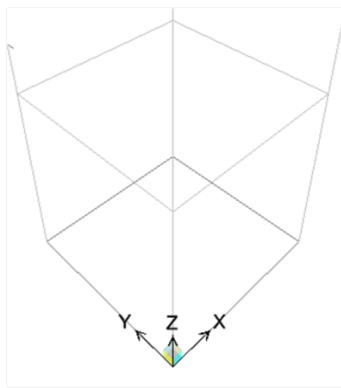
4.3. Vẽ mô hình.....	167
4.3.1. Vẽ mặt cắt qua trục 1.....	167
4.3.2. Hiệu chỉnh lại cột dưới.....	171
4.3.3. Vẽ dầm cầu trục	173
4.3.4. Vẽ các thanh giằng ngang	175

Trial version
BM THXD-Trường ĐHXD

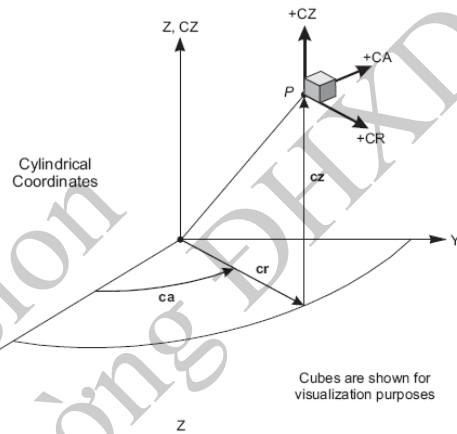
Chương 1: Tổng Quan về Etabs

1. HỆ TỌA ĐỘ

Trong Etabs cũng như trong Sap2000, chúng ta có hai hệ trục tọa độ Decard và trụ:



Hình 1.1 Hệ tọa độ Decard.



Hình 1.1 Hệ tọa độ trụ.

Phương pháp sử dụng hai hệ tọa độ Trụ và Decard được đề cập cụ thể trong bài tập số 1.

2. NÚT

2.1. Tổng quan về nút (Joint)

Có thể hiểu nút là điểm liên kết các phần tử; là điểm tại đó ta gán chuyển vị cưỡng bức hoặc gán các điều kiện biên; là điểm xác định điều kiện biên; là điểm cân gán lực tập trung; là điểm gán khối lượng tập trung.

- Tất cả tải trọng (*load*) và khối lượng (*mass*) gán cho phần tử để được quy đổi về các tải trọng tập trung, khối lượng tập trung tại các nút.

Các cách tạo ra nút:

- Các nút được tạo tự động khi tạo phần tử.
- Ngoài ra ta có thêm nút tại bất kỳ vị trí nào.

2.2. Hệ tọa độ địa phương

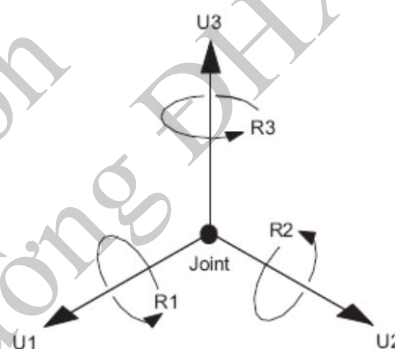
Hệ tọa độ riêng của nút gồm ba trục: trục 1 (màu đỏ), trục 2 (màu trắng), trục 3 (màu xanh). Phương và chiều của các trục tọa độ địa phương lấy theo phương và chiều của các hệ trục tọa độ tổng thể X, Y, Z.

Không như Sap2000, Etabs không cho ta phép xoay hệ tọa độ địa phương của nút.

2.3. Bậc tự do tại nút

Định nghĩa bậc tự do: số lượng tối thiểu các thông số hình học độc lập biểu thị chuyển vị của mọi khối lượng trên hệ gọi là bậc tự do. Số bậc tự do của hệ phụ thuộc sơ đồ tính được chọn cho công trình thực tế khi tính dao động, chuyển vị và phản lực của công trình.

- Một nút có 6 bậc tự do: U1, U2, U3 (ba chuyển vị thẳng); R1, R2, R3 (ba chuyển vị xoay).
- Chiều dương qui ước của các bậc tự do tương ứng với 6 thành phần trong hệ tọa độ tổng thể.
- Mỗi một bậc tự do trong sơ đồ kết cấu sẽ thuộc một trong các loại sau :
 - + *Active*: chuyển vị sẽ được tính đến trong quá trình phân tích kết cấu.
 - + *Restrained*: chuyển vị đã được xác định trước, tương ứng với nó chương trình sẽ tính phản lực tại điểm đó trong quá trình phân tích kết cấu.
 - + *Constrained*: chuyển vị sẽ được xác định từ chuyển vị tại một số bậc tự do khác.
 - + *Null*: chuyển vị không ảnh hưởng đến kết cấu và sẽ bị bỏ qua trong quá trình phân tích kết cấu. Các nút này không có chuyển vị, không có nội lực, không có độ cứng, không restraint, không constrains... (ví dụ như nút đứng độc lập).
 - + *Unavailable*: chuyển vị đã được loại trừ từ quá trình phân tích kết cấu.
- *Available and Unavailable Degrees of Freedom*. Điều khiển này nằm trong *Analysis Options*.
 - + Các nút được gán *Unavailable Degrees of Freedom* thì tất cả độ cứng, tải trọng, khối lượng, Restraints hoặc Constrains gán cho kết cấu đều được bỏ qua trong quá trình phân tích kết cấu.
 - + Tất cả các bậc tự do của kết cấu, Etabs đều quy về hệ trục tọa độ tổng thể (*Global Coordinate System*).



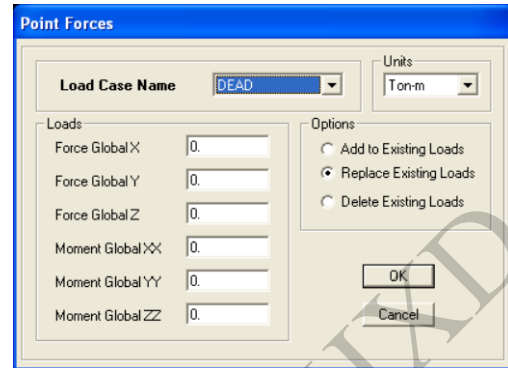
Hình 1.3 Sáu bậc tự do tại nút.

2.4. Tải trọng tại nút

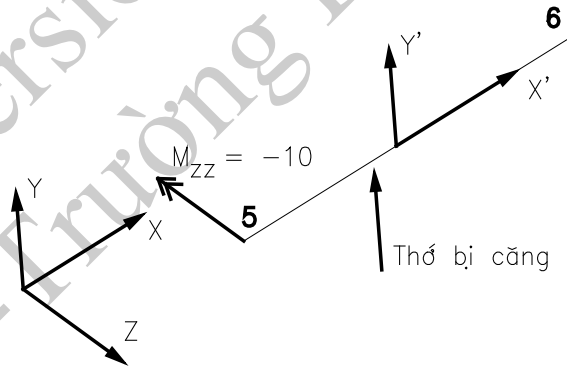
Tại nút có các tải trọng tập trung (*concentrated forces*) bao gồm mô men và lực. Ngoài ra còn có các chuyển vị cưỡng bức tại nút.

Phương pháp nhập tải trọng tập trung tại nút:

- Chọn nút cần gán tải trọng.
- Vào Menu *Assign* → *Joint/Point Loads* → *Force*.
 - + *Force Global X, Y, Z*: lực tác dụng vào nút theo phương và chiều của các trục tọa độ tổng thể X, Y, Z.
 - + *Moment Global XX, YY, ZZ*: vector moment tác dụng vào nút theo phương và chiều của các trục tọa độ tổng thể X, Y, Z.
- Giải thích về Vector mô men.
 - + Tại điểm có số hiệu (*Label*) là 5, có $M_{zz} = -10$. Có nghĩa là chiều của vector moment ngược với chiều dương của trục Z. Như vậy với tác dụng của tải trọng như trên, thanh 5-6 sẽ bị uốn trong mặt phẳng song song với mặt phẳng XY, chiều uốn từ Y sang X (hình 1.5).



Hình 1.4 Hộp thoại Point Forces.



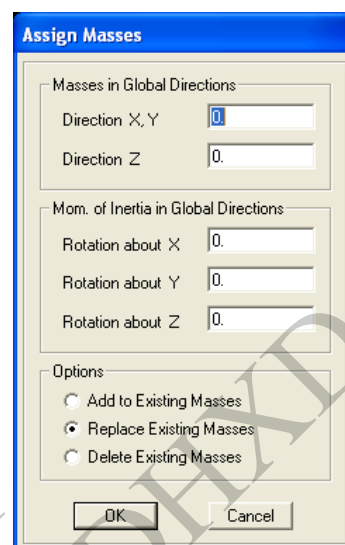
Hình 1.5 Vector mô men.

2.5. Khối lượng tại nút (Mass)

Trong các bài toán phân tích động (*Dynamic Analysis*), khối lượng của kết cấu được dùng để tính lực quán tính và tần số dao động riêng của công trình. Thông thường, chương trình sẽ tính khối lượng của các phần tử dựa trên khai báo khối lượng riêng của vật liệu và thể tích hình học của phần tử, sau đó chương trình sẽ quy đổi về nút. Khối lượng của từng phần tử sẽ được tính cho 3 phương tương ứng với 3 chuyển vị thẳng của nút. Chương trình sẽ bỏ qua mô men quán tính.

Trong một số trường hợp, khi tính toán dao động của công trình, ta không dùng khối lượng mà Etabs tự tính. Khi đó, ta có thể khai báo khối lượng tập trung hoặc khối lượng mô men quán tính tập trung tại bất kỳ nút nào. Phương pháp khai báo khối lượng tập trung như sau:

- Chọn nút cần gán thêm tải trọng tập trung.
- Vào Menu *Assign* → *Joint/Point* → *Additional Point Mass* (hình 1.6).
- *Direction X, Y, Z*: khối lượng tập trung tại nút theo ba phương X, Y, Z trong hệ tọa độ tổng thể.
- *Rotation about X, Y, Z*: khối lượng mô men quán tính tập trung tại nút theo ba phương X, Y, Z trong hệ tọa độ tổng thể.



Hình 1.6 Hộp thoại Assign Masses.

3. CÁC LOẠI LIÊN KẾT

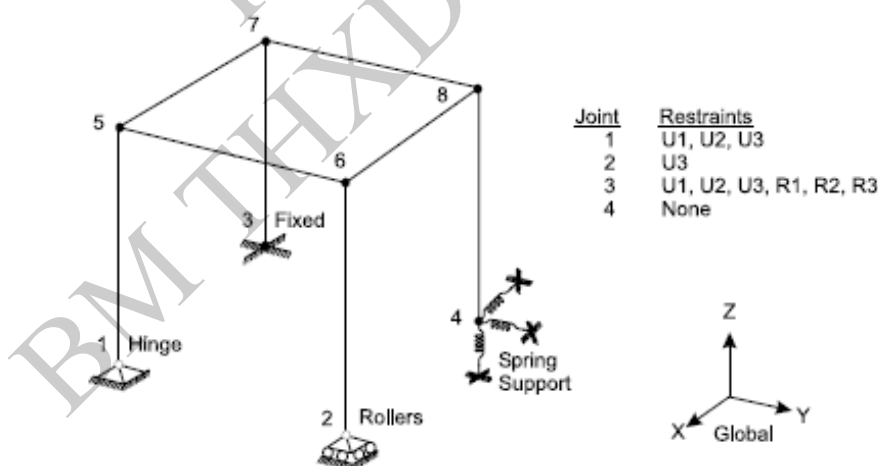
3.1. Restraints

3.1.1. Khái niệm chung

Nếu chuyển vị của một điểm theo một phương nào đó được cố định trước, ta nói điểm đó bị ràng buộc liên kết Restraint. Giá trị chuyển vị tại điểm có thể bằng không hoặc khác không, tùy thuộc vào nút đó có chịu chuyển vị cưỡng bức hay không.

Nút có liên kết Restraint sẽ có phản lực. Giá trị phản lực này sẽ được xác định trong bài toán phân tích kết cấu (*Analyse*).

Liên kết Restraint thường được mô hình hóa các kiểu liên kết nối đất của kết cấu.

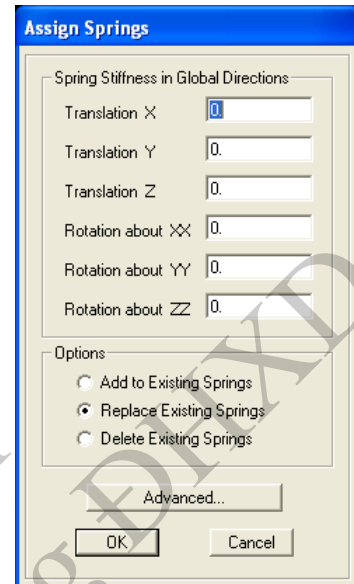


Hình 1.7 Các loại liên kết nối đất

3.1.2. Phương pháp gán

Phương pháp gán liên kết Restraint:

- Chọn điểm cần gán liên kết Restraint.
- Vào menu *Assign* → *Joint/Point* → *Restraints (Supports)*.
- Nhập các bậc tự do bị khống chế vào hộp thoại.
 - + *Translation*: chuyển vị thẳng.
 - + *Rotation*: chuyển vị xoay.



Hình 1.9 Hộp thoại Assign Springs.

3.2. Springs

3.2.1. Khái niệm chung

Spring là liên kết đàn hồi. Bất kỳ một trong sáu bậc tự do của một nút đều có thể gán liên kết đàn hồi. Liên kết đàn hồi được mô hình hóa bằng các lò xo. Độ cứng của liên kết đàn hồi chính là độ cứng của lò xo. Liên kết đàn hồi có thể bao gồm chuyển vị cưỡng bức.

Điểm có liên kết đàn hồi sẽ có phản lực đàn hồi. Độ lớn của phản lực phụ thuộc vào độ cứng của liên kết và được xác định trong bài toán phân tích kết cấu.

Liên kết Spring thường được sử dụng trong các bài toán:

- Dầm trên nền đàn hồi (móng băng).
- Tấm trên nền đàn hồi (bể nước, đài móng...).

3.2.2. Phương pháp khai báo liên kết Spring

Phương pháp gán liên kết Spring:

- Chọn điểm cần gán liên kết Restraint.
- Vào menu *Assign* → *Joint/Point* → *Point Springs*.
- Nhập các bậc tự do bị khống chế vào:
 - + *Translation X, Y, Z*: độ cứng của liên kết đàn hồi theo phương X, Y, Z.
 - + *Rotation about XX, YY, ZZ*: độ cứng của liên kết đàn hồi xoay quanh trục XX, YY, ZZ.



Hình 1.8 Hộp thoại Assign Restraints.

3.3. Liên kết Constraints

3.3.1. Khái niệm chung

Các điểm có cùng chung một Constraint sẽ có một số chuyển vị như nhau. Số lượng chuyển vị cùng nhau phụ thuộc vào từng loại Constraint.

Khi khai báo Constraint, số lượng phương trình tính toán sẽ giảm. Do vậy tốc độ tính toán sẽ tăng lên. Dưới đây trình bày một số dạng Constraint thường dùng.

- *Diaphragm*, ràng buộc chuyển vị theo một mặt phẳng. Tất cả các điểm được gắn cùng một Diaphragm đều có hai chuyển vị trong mặt phẳng của Diaphragm và một chuyển vị xoay vuông góc với mặt phẳng như nhau. Mô hình này thường được sử dụng để mô hình hóa sàn là tuyệt đối cứng trong mặt phẳng khi tính toán nhà cao tầng.
- *Body constraint*, dùng để mô tả một khối hay một phần của kết cấu được xem như là một khối cứng (Rigid body). Tất cả các nút trong một Body đều có chuyển vị bằng nhau.
- *Plate Constraint*, làm cho tất cả các nút bị ràng buộc chuyển vị cùng với nhau như là một tấm phẳng có độ cứng chống uốn ngoài mặt phẳng bằng vô cùng (ngược với Diaphragm).
- *Beam Constraint*, tất cả các nút gắn cùng một Beam Constraint có chuyển vị cùng nhau như là một dầm thẳng có độ cứng chống uốn bằng vô cùng (không ảnh hưởng đến biến dạng dọc trục và biến dạng xoắn của dầm).

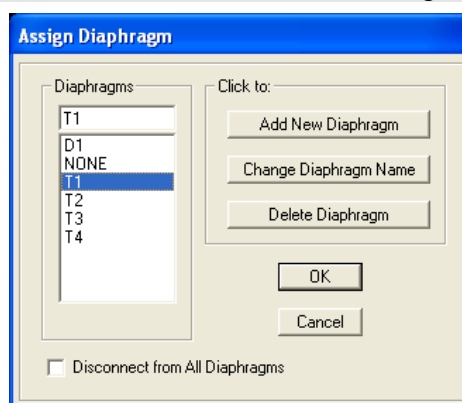
⚠️ Chú ý : Sap2000 cung cấp tất cả các loại Constraint nói trên còn Etabs chỉ cung cấp chức năng Diaphragm Constraint.

3.3.2. Cách khai báo

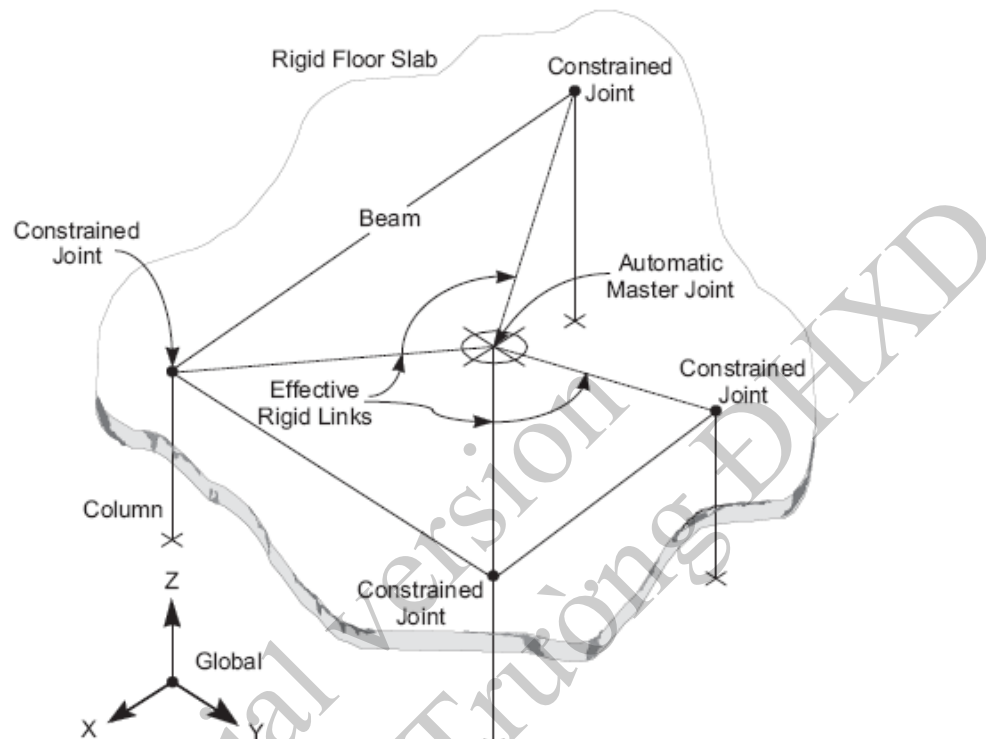
- Chọn điểm cần gắn liên kết Constraint.
- Vào menu *Assign* → *Joint/Point* → *Rigid Diaphragm*.

3.3.3. Ứng dụng

Giúp người dùng mô hình chính xác sự làm việc của kết cấu và giảm thời gian phân tích tính toán kết cấu.



Hình 1. 10 Hộp thoại Assign Diaphragm.



Hình 1. 11 Sử dụng chức năng Diaphragm Constraint để mô hình hóa sàn cứng.

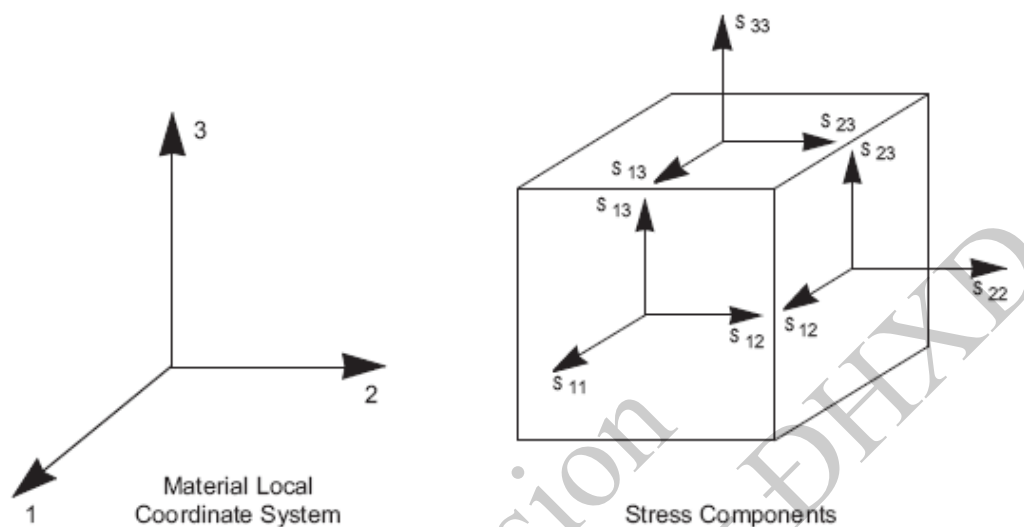
4. VẬT LIỆU

4.1. Tổng quan về vật liệu

Trong Etabs, ta có thể khai báo nhiều loại vật liệu, các phần tử trong sơ đồ kết cấu có thể nhận các loại vật liệu khác nhau.

Etabs cho phép ta khai báo các loại vật liệu như bê tông, thép, nhôm... Vật liệu đẳng hướng, trục hướng và dị hướng.

4.2. Hệ trục tọa độ địa phương



Hình 1.12 Định nghĩa các thành phần ứng suất trong hệ tọa độ địa phương vật liệu.

Mỗi một vật liệu đều có một hệ trục tọa độ địa phương riêng, được sử dụng để định nghĩa tính đàn hồi và biến dạng nhiệt theo các phương. Hệ thống tọa độ địa phương vật liệu chỉ áp dụng cho loại vật liệu trục hướng (*orthotropic*) và dị hướng (*anisotropic*). Vật liệu đẳng hướng (*Isotropic material*) có tính chất vật liệu theo ba phương là như nhau.

4.3. Ứng suất và biến dạng của vật liệu (stresses and strains)

4.3.1. Stress

Ứng suất được định nghĩa là lực trên một đơn vị diện tích dọc theo các trục vật liệu của một phân tử đơn vị của một phần tử bất kỳ.

Không phải lúc nào cũng tồn tại 6 ứng suất trên các phần tử. Ví dụ, ứng suất σ_{22} , σ_{33} , σ_{23} sẽ bằng không đối với phần tử thanh (*Frame Element*), ứng suất σ_{33} sẽ bằng không đối với phần tử tấm vỏ (*Shell Element*).

4.3.2. Strain

Dựa vào quy luật ứng xử của từng vật liệu mà ta có biến dạng của vật liệu đó.

$$\gamma_{12} = \frac{du_1}{dx_2} + \frac{du_2}{dx_1} \quad \varepsilon_{11} = \frac{du_1}{dx_1}$$

$$\gamma_{13} = \frac{du_1}{dx_3} + \frac{du_3}{dx_1} \quad \varepsilon_{22} = \frac{du_2}{dx_2}$$

$$\gamma_{23} = \frac{du_2}{dx_3} + \frac{du_3}{dx_2} \quad \varepsilon_{33} = \frac{du_3}{dx_3}$$

4.4. Các thông số khai báo vật liệu

Để khai báo vật liệu, bạn vào menu *Define* → *Material Properties* → *Add New Material*.

Hình 1. 13 Hộp thoại khai báo vật liệu.

Các thông số:

- *Material Name* – tên loại vật liệu. Do người dùng đặt, nên đặt tên theo loại vật liệu sử dụng, ví dụ: bê tông mác 200 ta ký hiệu “BT200”.
- *Type of Material* – loại vật liệu, chúng ta có các loại vật liệu sau:
 - + *Isotropic* – vật liệu đẳng hướng (mặc định).
 - + *Ortho* – vật liệu trục hướng.
 - + *Anisotropic* – vật liệu dị hướng.
- *Mass Volume*: khối lượng riêng dùng để tính khối lượng riêng của phần tử trong bài toán động.
- *Weight Volume*: trọng lượng riêng của vật liệu để tính trọng lượng riêng của phần tử trong các trường hợp tải trọng, hay còn gọi là tải trọng bản thân.
- *Modulus of Elastic E* – mô đun đàn hồi, dùng để xác định độ cứng kéo nén và uốn. E thay đổi theo mác BT. Tham số E cùng với tiết diện quyết định biến dạng của kết cấu.
- *Poisson Ratio factor* – hệ số Poát Xông (μ) dùng để xác định $G = E/2/(1+\mu)$ quyết định biến dạng trượt và xoắn.

- + Đối với vật liệu bê tông $\mu=0.18 \div 0.2$.
- + Đối với vật liệu thép μ sấp xỉ 0.3.

5. TẢI TRỌNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

5.1. Tải trọng

Khi phần tử biến bị biến dạng dưới tác động của ngoại lực, các phần tử vật chất trong phần tử chuyển động, phát sinh ra gia tốc chuyển động và kèm theo đó là lực quán tính.

Nếu gia tốc là nhỏ, lực quán tính bé thì có thể bỏ qua lực quán tính so với các tải trọng khác. Khi đó bài toán được gọi là bài toán tĩnh (*Static*).

Ngược lại khi gia tốc lớn, lực quán tính lớn, ta không thể bỏ qua lực quán tính. Lúc đó, ta gọi là bài toán động (*Dynamic*).

Ngoài tải trọng tĩnh và động ta còn có tải trọng thay đổi theo thời gian (*Time history*).

Đối với tải trọng tĩnh, trong Etabs ta có các trường hợp tải trọng sau

<i>Dead Load</i> : tĩnh tải	<i>Wind load</i> : tải trọng gió	<i>Snow Load</i> : tải trọng tuyết
<i>Live Load</i> : hoạt tải	<i>Quake Load</i> : tải trọng động đất	



Câu hỏi

Tại sao tải trọng động đất và tải trọng gió động lại nằm trong mục *Static Load Case* (tải trọng tĩnh)?

- Vì chúng ta tính toán tải trọng động đất và gió động theo phương pháp tựa tĩnh (có nghĩa là quy về các lực tĩnh rồi đặt nó vào kết cấu, sau đó tính toán ra mô men, chuyển vị...)
- Nếu chúng ta không dùng phương pháp tựa tĩnh để tính tải trọng gió động và động đất, thì chúng ta không được phép cho loại tải trọng động này vào mục *Static Load Case*.

Hệ số *Self Weight* là gì, lấy bằng bao nhiêu?

- Hệ số *Self Weight* là hệ số tính đến tải trọng bản thân của phần kết cấu được vẽ trong Sap (Etabs). Giả sử trường hợp tải có tên là *TT* được khai báo là *Dead Load*, hệ số *Self Weight* lấy bằng 0.5, khi đó ngoài các tải trọng mà ta gán vào cho trường hợp tải *TT* nó còn bao gồm tải trọng bản thân của kết cấu, nhân với hệ số 0.5 nói trên.
- Tải trọng bản thân của một phần tử tính bằng trọng lượng trên một đơn vị thể tích của vật liệu (khai báo trong phần *Define Materials*) nhân với thể tích của phần tử đó.

- Tải trọng bản thân của kết cấu được khai báo theo cách trên, luôn có hướng theo chiều âm của trục Z (Global Coordinates).
- Thông thường, hệ số *Self Weight* này lấy bằng $n = 1.1$ (n là hệ số vượt tải đối với phần kết cấu được làm bằng bê tông cốt thép).

5.2. Tổ hợp tải trọng

5.2.1. Các cách tổ hợp tải trọng

- Tổ hợp người dùng – người dùng tự định nghĩa tên tổ hợp, tự định nghĩa các thành phần tạo nên tổ hợp đó và hệ số của chúng. Ví dụ, theo TCVN một trong các tổ hợp cơ bản thứ hai là TT+0.9HT+0.9GX (TT – tĩnh tải, HT – hoạt tải, GX : Gió thổi theo phương X)
- Tổ hợp tự động (*Default Combo*). Các tổ hợp này sẽ tự động sinh ra khi chúng ta tiến hành bài toán thiết kế thép theo tiêu chuẩn có sẵn mà Sap (Etabs) cung cấp. Số các trường hợp tổ hợp và hệ số của các trường hợp tải trọng tham gia vào tổ hợp phụ thuộc vào tiêu chuẩn thiết kế mà ta chọn. Các tổ hợp tải trọng này thường có tên là DCom1, DCom2, DSTL...

5.2.2. Các loại tổ hợp tải trọng

- *ADD*: tổ hợp theo phương pháp cộng từng thành phần của tổ hợp.
- *ENVE*: tổ hợp bao nội lực.
- *SRSS*: căn bậc hai của tổng bình phương các trường hợp tải.
- *ABS*: tổng trị tuyệt đối của các trường hợp tải.



Câu hỏi

Kiểu tải trọng Live Load, Wind Load... có ý nghĩa gì không.

- Đối với bài toán sử dụng tổ hợp người dùng và trong bài toán tĩnh (*Static*), thì việc khai báo các kiểu tải trọng này không có ý nghĩa gì cả.
- Đối với bài toán sử dụng tổ hợp tải trọng tự động. Các kiểu tải trọng này sẽ giúp Sap (Etabs) nhận biết được các trường hợp tải (tĩnh tải, hoạt tải...). Dựa trên tiêu chuẩn thiết kế mà bạn đọc khai báo, chương trình Sap (Etabs) sẽ cung cấp các trường hợp tổ hợp tải trọng và cung cấp các hệ số của các trường hợp tải trọng trong từng trường hợp tổ hợp tải trọng.

Bản chất của tổ hợp trong Etabs (Sap) là tổ hợp tải trọng hay tổ hợp nội lực?

- Bản chất của kiểu tổ hợp *Add* trong Sap (Etabs) là tổ hợp tải trọng.

Biểu đồ bao (tổ hợp Enve) là biểu đồ bao nội lực của các trường hợp tải hay là biểu đồ nội lực trong trường hợp bao của các trường hợp tải trọng?

- Là phương án thứ nhất : “biểu đồ bao nội lực của các trường hợp tải trọng đã khai báo trong Enve”.

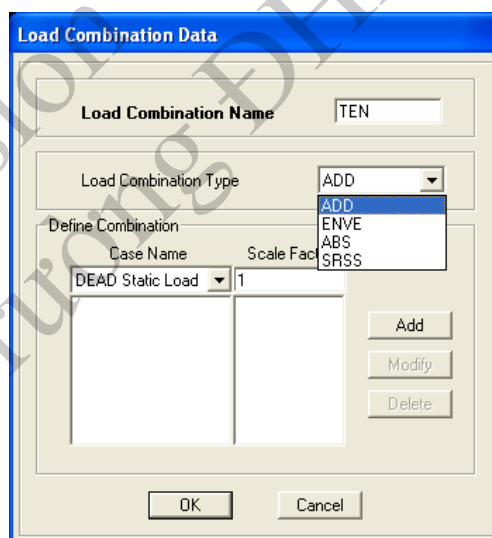
Nếu khai báo vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi tuyến tính, thì tải trọng và nội lực tỷ lệ tuyến tính với nhau. Khi đó tổ hợp tải trọng và tổ hợp nội lực có gì khác nhau không?

- Khác nhau, vì bản chất của tổ hợp nội lực theo TCVN không đơn giản là công tổng các thành phần nội lực.

5.2.3. Cách khai báo

Để khai báo tổ hợp tải trọng, bạn đọc vào menu *Define* → *Load Combination* → *Add New Combo*. Hộp thoại *Load Combination Data* hiện lên.

- *Load Combination Name*: Tên hồ hợp tải trọng
- *Load Combination Type*: Kiểu tổ hợp tải trọng đã trình bày ở trên.
- *Case Name*: Các trường hợp tải trọng, nhấn nút *Add* để thêm vào, *Modify* để sửa đổi và *Delete* để xóa đi.
- *Scale Factor*: hệ số tổ hợp.



6. BÀI TOÁN PHÂN TÍCH

6.1. Các dạng phân tích kết cấu

Phân tích *Linear*: bài toán phân tích tuyến tính.

Phân tích *Nonlinear*: bài toán phân tích phi tuyến.

6.2. Modal Analysis

6.2.1. Tổng quan

Bài toán phân tích Modal là bài toán giải quyết các vấn đề liên quan đến dao động riêng như tính toán chu kỳ, tần số, chuyển vị của các dạng dao động riêng của công trình.

Modal analysis được định nghĩa trong *Analysis Case*, bạn có thể định nghĩa nhiều bài toán Modal Analysis trong một công trình.

Có hai dạng phân tích Modal Analysis:

- *Eigenvector*, dùng để xác định các dạng dao động riêng và tần số dao động riêng của chúng. Chúng ta thường sử dụng cách này để tính toán tần số dao động riêng kết cấu công trình.
- *Ritz-vector*, dùng để tìm dạng dao động khi đã chỉ rõ các lực thành phần tạo nên dao động. Ritz-vector có thể cho ta kết quả tốt hơn đối với các bài toán về tải trọng phổ hoặc tải trọng thay đổi theo thời gian (*response-spectrum or time-history analyses*).

6.2.2. Eigenvector Analysis

6.2.2.1. Phương trình Eigenvector

$$[K - \Omega^2 M] \Phi = 0$$

Trong đó

- K là ma trận độ cứng.
- M là ma trận khối lượng.
- Ω là ma trận Eigenvalue (giá trị riêng).
- Φ là ma trận eigenvectors (vector riêng) tương ứng giá trị riêng, nó biểu thị cho dạng dao động.

Eigenvalue là bình phương của tần số góc ω . Các giá trị tần số và chu kỳ được tính như sau:

$$T = \frac{1}{f} \text{ và } f = \frac{\omega}{2\pi}$$

6.2.2.2. Number of modes

Number of modes là số dạng dao động cần tính toán do người dùng tự khai báo cho phần mềm biết.

6.2.2.3. Frequency Range

Frequency Range là dải tần số. Giải tần số được khai báo vào trong Sap (Etabs) qua các thông số sau:

- *Shift*: Giá trị trung tâm của giải chu kỳ cần tính (*center of cyclic frequency range*).
- *Cut*: Bán kính của giải chu kỳ cần tính (*Radius of the cyclic frequency range*).

Điều đó có nghĩa là $|f - \text{Shift}| \leq \text{Cut}$.

6.2.2.4. Convergence Tolerance

Convergence Tolerance là dung sai hội tụ. Nó chỉ có trong trường hợp có khai báo *Shift* hoặc *Cut*.

- Gọi ω_0 là giá trị ban đầu $\omega_0 = 2 \Pi \text{ Shift}$.
- ω tìm được sẽ có dạng $\omega = \sqrt{\mu + \omega_0^2}$.
- Khi đó dung sai hội tụ sẽ tol sẽ có dạng như sau:

$$\frac{1}{2} \left| \frac{\mu_{i+1} - \mu_i}{\mu_{i+1}} \right| \leq \text{tol}$$

Dung sai hội tụ trong trường hợp không khai báo *Shift* và *Cut*, khi đó Tol có 2 dạng sau:

$$\left| \frac{T_{i+1} - T_i}{T_{i+1}} \right| \quad \text{hoặc} \quad \left| \frac{f_{i+1} - f_i}{f_{i+1}} \right| :$$

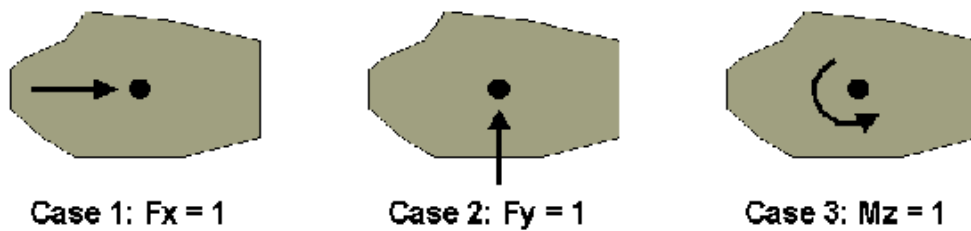
7. DIAPHRAGM CENTERS OF RIGIDITY, CENTERS OF MASS

Khai báo tính toán tâm cứng: *Analyze menu* → *Calculate Diaphragm Centers of Rigidity*. Khi Menu này được đánh dấu, Etabs sẽ tính toán tâm cứng trong quá trình phân tích kết cấu.

Tâm cứng được xác định bằng cách tính toán tọa độ tương đối (X, Y) của tâm cứng với một điểm nào đó, thông thường người ta lựa chọn điểm bất kỳ này là tâm khối lượng (*Center of mass*). Người ta tính toán tâm cứng của một Diaphragm dựa trên ba trường hợp tải trọng sau, tải trọng đơn vị tác dụng vào tâm khối lượng:

- Trường hợp 1 (*Case 1*): Lực đơn vị tác dụng vào tâm khối lượng theo phương *Global X*. Lực này gây ra mô men xoắn Diaphragm là R_{zx} .
- Trường hợp 2 (*Case 2*): Lực đơn vị tác dụng vào tâm khối lượng theo phương *Global Y*. Lực này gây ra mô men xoắn Diaphragm là R_{zy} .
- Trường hợp 3 (*Case 3*): Vector mô men xoắn đơn vị tác dụng vào tâm khối lượng theo phương *Global Z*. Lực này gây ra mô men xoắn Diaphragm là R_{zz} .

Khi đó tọa độ (X, Y) của tâm Diaphragm sẽ được xác định như sau: $X = -R_{zy} / R_{zz}$ và $Y = -R_{zx} / R_{zz}$. Điểm này là một thuộc tính của kết cấu, không phụ thuộc vào bất kỳ tải trọng nào. Như vậy, việc xác định tâm cứng của từng tầng (đối với kết cấu nhà cao tầng) sẽ được Etabs tính toán dựa trên ba trường hợp tải trọng trên.



Hình 1.14 Ba trường hợp tải trọng.

Để xem kết quả phân tích, bạn đọc vào *Display menu* → *Set Output Table Mode*, sau đó tích vào *Building Output* trong hộp thoại *Display Output Tables*. Sau đó xem bảng *The Centroids of Cumulative Mass and Centers of Rigidity* (Bảng tâm khối lượng tích lũy và tâm cứng).

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
STORY1	T1	1.1405	1.1405	7.227	8.386	1.1405	1.1405	7.227	8.386	6.037	8.985
STORY2	T2	1.7900	1.7900	9.000	9.000	1.7900	1.7900	9.000	9.000	7.124	8.994
STORY3	T3	1.7312	1.7312	9.102	8.898	1.7312	1.7312	9.102	8.898	7.948	8.952
STORY4	T4	0.6473	0.6473	9.254	8.746	0.6473	0.6473	9.254	8.746	8.742	8.618

Hình 1.15 Bảng Center Mass Rigidity.

- *MassX*: Khối lượng Diaphragm theo phương X.
- *XCM*: Tọa độ tâm khối lượng.
- *XRC*: Tọa độ tâm cứng.



Câu hỏi

Tâm cứng của floor có liên quan đến vách không?

- Theo phương pháp tính đã trình bày như trên thì có.

Tâm cứng của tầng có bị ảnh hưởng bởi độ cứng của tầng trên và dưới nó không?

- Theo phương pháp tính như trên thì có.

Tâm cứng của một floor diaphragm có bị ảnh hưởng bởi vách cứng của nhà không?

- Theo phương pháp tính như trên thì có.

Khối lượng của một diaphragm có bao gồm cột, dầm, sàn và vách không?

- Tùy theo cách khai báo diaphragm:

- + Diaphragm được khai báo thông qua phần tử Area, thì khối lượng của một diaphragm sẽ bao gồm cả cột, dầm, sàn, vách và khối lượng tập trung tại nút có sàn đi qua. Trong cách khai báo này, khối lượng tập trung tại nút không có sàn đi qua sẽ không được tính vào khối lượng của Diaphragm.
- + Diaphragm được khai báo thông qua phần tử Joint, thì khối lượng của một diaphragm sẽ chỉ bao gồm cột, dầm và khối lượng tập trung tại nút (nói cách khác là bao gồm Joint, Frame, Area).
- + Thông thường, người ta sử dụng cả hai cách này để gán Diaphragm cho một tầng. Vì khi làm như thế, khối lượng của Diaphragm sẽ là khối lượng của cả tầng (cột, dầm, sàn và nút).
- Cần lưu ý thêm cách tính khối lượng của Etabs là các Frame, Area (tùy theo hai cách khai báo trên) sẽ được quy đổi về các nút. Khối lượng của một diaphragm sẽ bằng tổng khối lượng các nút của diaphragm đó.
- Cũng tương tự như khối lượng, độ cứng của một diaphragm cũng được tính dựa trên hai phương pháp khai báo trên.

Chương 2: Kết cấu hệ thanh

1. TỔNG QUAN VỀ PHẦN TỬ THANH

1.1. Phần tử thanh (Frame Element)

1.1.1. Khái niệm

- Khái niệm chung: phần tử có kích thước một chiều lớn hơn nhiều kích thước hai chiều còn lại được gọi là phần tử thanh.
- Phần tử thanh (*Frame*) trong Etabs là một đoạn thẳng nối hai điểm, điểm đầu (*Start*) gọi là điểm I, điểm cuối (*End*) gọi là điểm J.

I (Start) J (End)

Hình 2. 2 Minh họa một phần tử Frame.

1.1.2. Ứng dụng

Phần tử thanh thường được sử dụng để mô hình hóa dầm, cột...

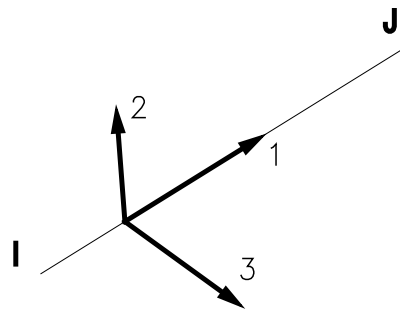
1.2. Hệ trục tọa độ địa phương (Local Coordinate System)

1.2.1. Khái niệm

Mỗi phần tử Frame đều có một hệ trục tọa độ địa phương để xác định tiết diện, tải trọng và nội lực. Hệ trục tọa độ địa phương gồm ba trục tọa độ: trục 1 – màu đỏ, trục 2 – màu trắng, trục 3 – màu xanh.

1.2.2. Mặc định

Mặc định, trục 1 dọc theo đoạn thẳng và hướng từ I sang J. Mặc định trục 2 và trục 3 phụ thuộc vào loại phần tử Frame (*Column, Beam hay Brace*).



Hình 2. 3 Hệ trục tọa độ địa phương 123.

- Phần tử Frame thẳng đứng (*Vertical Line Objects*).

- + Trục 1 dọc theo đoạn thẳng. Chiều dương của trục 1 là chiều dương của trục Z (hướng lên trên).

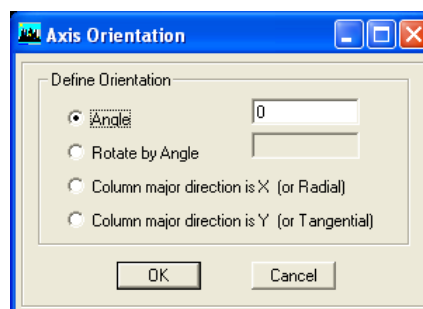
- + Trục 2 vuông góc với đoạn thẳng. Chiều dương của trục 2 là chiều dương của trục X.
- + Trục 3 vuông góc với đoạn thẳng. Chiều dương của trục 3 xác định theo quy tắc bàn tay phải.
- Phần tử Frame nằm ngang (*Horizontal Line Objects*)
 - + Trục 1 dọc theo đoạn thẳng. Hình chiếu chiều dương của trục 1 lên trục OX trùng với chiều dương của trục X. Nếu hình chiếu của đoạn thẳng lên trục OX bằng không, có nghĩa là đoạn thẳng song song với trục OY, khi đó chiều dương của trục 1 sẽ trùng với chiều dương của trục OY.
 - + Trục 2 vuông góc với đoạn thẳng. Chiều dương của trục 2 trùng với chiều dương của trục Z (hướng lên trên).
 - + Trục 3 vuông góc với đoạn thẳng và nằm ngang. Chiều dương của trục 3 tuân theo quy tắc bàn tay phải.
- Frame không thẳng đứng và cũng không nằm ngang (*Other – neither vertical nor horizontal*)
 - + Trục 1 dọc theo đoạn thẳng. Chiều dương của trục 1 hướng lên trên. Có nghĩa là hình chiếu của trục 1 lên trục OZ có chiều dương trùng với chiều dương của trục OZ.
 - + Trục 2 vuông góc với đoạn thẳng. Mặt phẳng trục 1-2 thẳng đứng. Chiều dương của trục 2 hướng lên trên. Có nghĩa là hình chiếu của trục 2 lên trục OZ có chiều dương trùng với chiều dương của trục OZ.
 - + Trục 3 vuông góc với đoạn thẳng và nằm ngang. Chiều dương của trục 3 tuân theo quy tắc bàn tay phải.

1.2.3. Hiệu chỉnh

Giống như Sap, Etabs cho phép ta định nghĩa lại hướng trục 2 và trục 3 của đoạn thẳng bằng cách xoay quanh trục 1 một góc α nào đó. Cách làm như sau:

- Chọn đối tượng Frame cần hiệu chỉnh.
- Vào *Assign menu* \rightarrow *Frame/Line* \rightarrow *Local Axes* Hộp thoại *Axis Orientation* hiện lên.

Chọn một trong các Option sau:



Hình 2. 4 Hộp thoại Axis Orientation.

- *Angle*: quay trục 2 so với trục 2 mặc định đi một góc α cho trước.
- *Rotate by Angle*: quay trục 2 so với trục 2 hiện tại đi một góc α cho trước.
- *Column Major Direction is X (or Radial)* (tham khảo phần Major Direction).
- *Column Major Direction is Y (or Tangential)* (tham khảo phần Major Direction).

1.3. Bậc tự do (Degree of Freedom)

Mặc định Frame có 6 bậc tự do tại hai điểm liên kết của nó.

Nếu bạn muốn mô hình hóa Frame thành Cable, bạn có thể làm theo một trong hai cách sau:

- Cho độ cứng chống xoắn (J) và độ cứng chống uốn (I22 và I33) bằng không.
- Giải phóng moment uốn (R2, R3) và moment xoắn (R1) tại hai đầu của Frame.

1.4. Khối lượng (Mass)

Trong tính toán bài toán động, khối lượng của kết cấu được sử dụng để tính toán lực quán tính. Khối lượng phân bố của phần tử Frame được quy về hai điểm I và J của frame. Trong phương pháp phần tử hữu hạn, không có lực quán trong phần tử frame.

Etabs chỉ quy đổi khối lượng cho ba bậc tự do UX, UY và UZ (không tính toán khối lượng mô men quán tính).

2. TIẾT DIỆN (FRAME SECTION)

2.1. Khai báo tiết diện

Vào Menu *Define* → *Frame Section*. Chúng ta có các cách sau để khai báo tiết diện.

- Nhập từ file *.Pro (*Import*). Thông thường file *.Pro chứa các tiết diện thép hình được sản xuất từ các nhà máy (nó là tổng hợp các catalogue thép hình) theo tiêu chuẩn nước ngoài như Ero.Pro, AISC3.Pro, ... Tuy nhiên ta cũng có thể tạo ra các file này bằng chương trình CSI Section Builder.
- Chúng ta định nghĩa tiết diện dựa trên việc thay đổi các thông số của một số hình dạng tiết diện mà Etabs cung cấp sẵn (*Add I/Wide Flange ...*).
- Sử dụng chức năng *Add SD Section (Section Designer)* để tự vẽ ra tiết diện mà ta mong muốn (xem thêm chương 4 phụ lục phần Section Designer).

2.2. Thanh có tiết diện thay đổi (Non-Prismatic Sections)

Cũng như Sap, Etabs cho phép ta định nghĩa thanh có tiết diện thay đổi. Chức năng này được cung cấp trong menu *Assign* → *Frame Section* → *Add Nonprismatic*. Để khai báo thanh có tiết diện thay đổi, đầu tiên bạn phải có ít nhất hai loại tiết diện đã khai báo. Tiết diện thay đổi có thể biến đổi đều hoặc giạt bậc

Các lựa chọn cho độ cứng chống uốn EI của thanh:

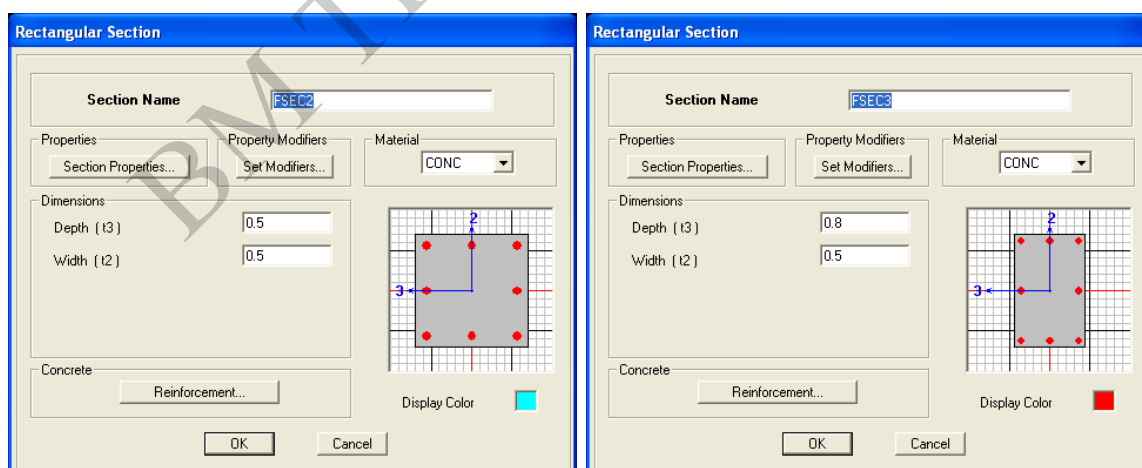
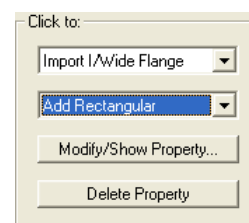
- *Linear*: giá trị EI thay đổi tuyến tính theo chiều dài của đoạn.
- *Parabolic*: giá trị $\sqrt[3]{EI}$ thay đổi tuyến tính theo chiều dài của đoạn.
- *Cubic*: giá trị $\sqrt[3]{EI}$ thay đổi tuyến tính theo chiều dài của đoạn.

Các lựa chọn của *Length Type*:

- *Variable*: tính theo chiều dài tương đối. Ví dụ đánh vào 0,5 thì là 0,5 chiều dài của thanh.
- *Absolute*: tính theo chiều dài tuyệt đối. Ví dụ đánh vào 0,5 thì là 0,5m hoặc 0,5mm, phụ thuộc vào đơn vị hiện hành của Etabs là đang là m hay mm.

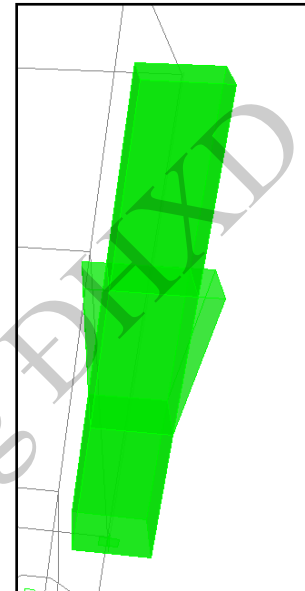
Ví dụ:

- Chọn đơn vị là Ton-m.
- Tạo hệ lưới bất kỳ.
- Vào menu **Define** → **Frame Section** → chọn **Add Rectangular** trong hộp thoại *Define Frame Properties* như hình bên để định nghĩa tiết diện hình chữ nhật.
- Chúng ta định nghĩa hai tiết diện hình chữ nhật có tên là **Fsec2** và **Fsec3** như hình dưới.



- Sau đó chúng ta kích vào **Add Nonprimastic** trong hộp thoại *Define Frame Properties* như hình bên để định nghĩa tiết diện thay đổi.
- Điền vào hộp thoại *Nonprimastic Section Definition* như sau:

Start Section	End Section	Length	Length Type	EI33 Variation	EI22 Variation
FSEC2	FSEC3	0.3	Variable	Parabolic	Parabolic
FSEC2	FSEC2	0.3	Variable	Parabolic	Parabolic
FSEC2	FSEC3	0.3	Variable	Parabolic	Parabolic
FSEC2	FSEC2	0.4	Variable	Parabolic	Parabolic



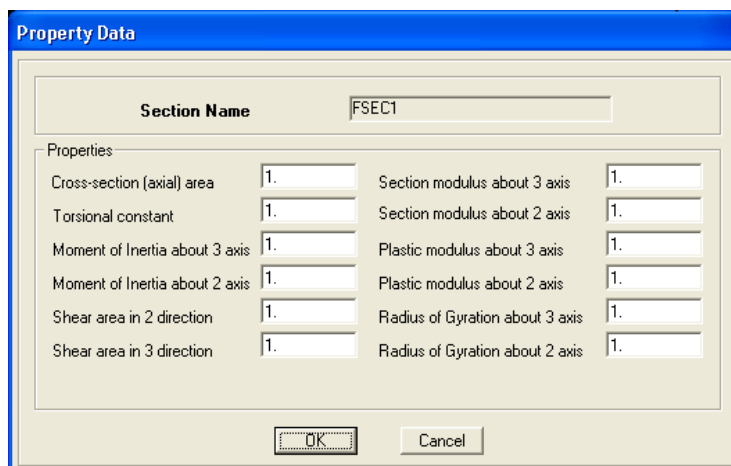
- Kích **OK** để thoát khỏi tất cả các hộp thoại.
- Bạn đọc vào cửa sổ Etabs, vẽ một cái cột với tiết diện là VAR1. Ta có kết quả như hình bên.

2.3. Tiết diện không có hình dạng xác định (General)

Khi chúng ta gặp một tiết diện phức tạp, không thể vẽ bằng Section Builder hoặc Section Designer. Bạn có thể khai báo nó là tiết diện General. Tiết diện General là tiết diện không có hình dạng xác định, bạn sẽ phải khai các đặc trưng hình học như mô men quán tính, mô men xoắn... cho chúng.

Tiết diện General thường dùng trong bài tập cơ học kết cấu hoặc kết cấu mà tiết diện là tổ hợp của nhiều tiết diện cơ bản.

Phương pháp khai báo tiết diện General như sau:



Hình 2.5 Hộp thoại định nghĩa tiết diện General.

Vào Menu Define → Frame Section chọn Add General. Hộp thoại hiện lên như hình 2.4. Các thông số như sau:

- *Corss Section (Axial) Area*: diện tích tiết diện cắt ngang của frame (A).
- *Tosional Constant*: mô men quán tính chống xoắn (J).
- *Momen of Inertial About*: mô men quán tính quay quanh (3 = trục 3) (I₃₃, I₂₂).
- *Shear Area*: diện tích chịu cắt (A_s). Do sự phân bố không đều của ứng suất tiếp nên A_s khác với A.
- *Section Modulus About 3(2) Axis*: mô men chống uốn ($W=I/y_{max}$; Chữ nhật $W=bh^2/6$).
- *Plastic Modulus About 3(2) Axis*: mô men dẻo ($W_p=W/1.3$).
- *Radius of Gyration About 3(2)*: bán kính quán tính ($r^2=I/A$).

(Xem thêm phần Sap2000)

2.4. Thay đổi thông số tiết diện

2.4.1. Thông số hình học và cơ học của tiết diện

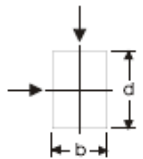
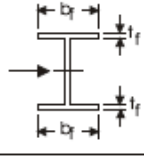
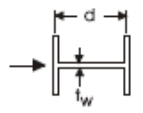
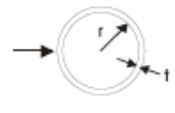

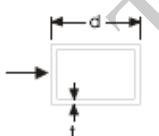
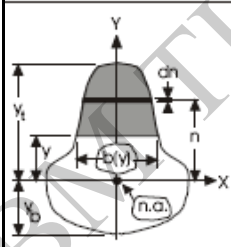
Các thông số về cơ học của tiết diện phụ thuộc vào khai báo vật liệu như chúng ta đã nói trong phần trước:

- *Modulus of elasticity*, e_1 , module đàn hồi, dùng cho độ cứng dọc trục và độ cứng chống uốn.
- *Shear modulus*, g_{12} , module chống cắt, dùng cho độ cứng chống xoắn và độ cứng chống cắt ngang. g_{12} được tính từ hệ số Poisson u_{12} và e_1 .

- *Mass density*: khối lượng riêng (khối lượng trên một đơn vị thể tích), m , dùng để tính khối lượng của phần tử (element mass).
- *Weight density*: trọng lượng riêng (trọng lượng trên một đơn vị thể tích), w , dùng để tính tải trọng bản thân (Self – Weight Load).
- *Design-type indicator, ides*, (chỉ số kiểu thiết kế), dùng để quy định kiểu phần tử sẽ được thiết kế là thép (*steel*), bê tông (*concrete*), nhôm (*aluminum*), cold-formed steel, hoặc không thiết kế (*no design*).

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

- *Cross-sectional area*, a , diện tích mặt cắt ngang. Khi đó độ cứng dọc trục của tiết diện có dạng ($a.e1$).
- *Moment of inertia*, $i33$, mô men quán tính trục 3 dùng xác định khả năng chống uốn của thanh trong mặt phẳng 1-2. *Moment of inertia*, $i22$, mô men quán tính trục 2 dùng xác định khả năng chống uốn của thanh trong mặt phẳng 1-3. Tương ứng với nó ta có độ cứng chống uốn được xác định theo công thức ($i33.e1$) và ($i22.e1$).
- *Torsional constant*, j , mô men quán tính chống xoắn. Độ cứng chống xoắn được xác định theo công thức ($j.g12$). Chú ý rằng mô men quán tính chống xoắn chỉ giống mô men quán tính cực (*polar moment of inertia*) trong trường hợp tiết diện tròn, tất cả các loại tiết diện khác hai thông số này là khác nhau.
- *Shear areas*, $as2$ và $as3$, diện tích chống cắt, dùng để xác định độ cứng chống cắt ngang trong mặt phẳng 1-2 và 1-3. Tương ứng với nó ta có độ cứng chống cắt ngang ($as2.g12$) và ($as3.g12$). Vì ứng suất cắt ngang của tiết diện có dạng parabol và đạt max tại đường trung hòa của tiết diện, do vậy khi tính toán biến dạng cắt ngang chúng ta phải nhân với một hệ số điều chỉnh η (theo sức bền vật liệu). Trong Sap và Etabs người ta tích hợp η vào trong diện tích chống cắt ngang. Do vậy $as2$ và $as3$ khác a . Và $as2$, $as3$ được xác định như sau (trích theo tài liệu của sap):

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

2.4.2. Thay đổi các thông số hình học và cơ học

Property Modifiers, các thông số cơ học có thể được nhân với một tỉ lệ điều chỉnh (*scale factors to modify*). Nó được sử dụng rất hữu hiệu trong nhiều trường hợp. Ví dụ ta có thanh thép tiết diện tổ hợp bởi 2 thanh thép hình chữ I đặt song song theo trục 2, như vậy

ta khai báo tiết diện chữ I, sau đó điều chỉnh mô men quán tính theo trục X lên 2 lần, diện tích cắt ngang tăng 2 lần... Sap và Etabs cho phép ta hiệu chỉnh các thông số như sau:

- *Axial stiffness* (a.e1): độ cứng dọc trục.
- *Shear stiffnesses* (as2.g12) and (as3.g12): độ cứng chống cắt ngang.
- *Torsional stiffness* (j.g12): độ cứng chống xoắn.
- *Bending stiffnesses* (i33.e1) and (i22.e1): độ cứng chống uốn.
- *Section mass* a.m + mpl.
- *Section weight* a.w + wpl.

Trong đó wpl và mpl là phần khối lượng hoặc trọng lượng sẽ cộng thêm vào, đơn vị là trọng lượng, khối lượng trên một đơn vị độ dài, sử dụng đối với dạng thanh có tiết diện thay đổi. Mặc định, các giá trị này bằng không đối với mọi tiết diện.

Ta có 2 cách để gán tỉ số này:

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

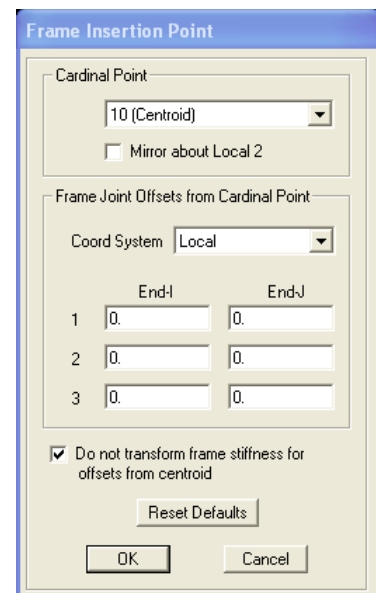
3. LIÊN KẾT GIỮA HAI PHẦN TỬ

3.1. Điểm chèn (Insertion point)

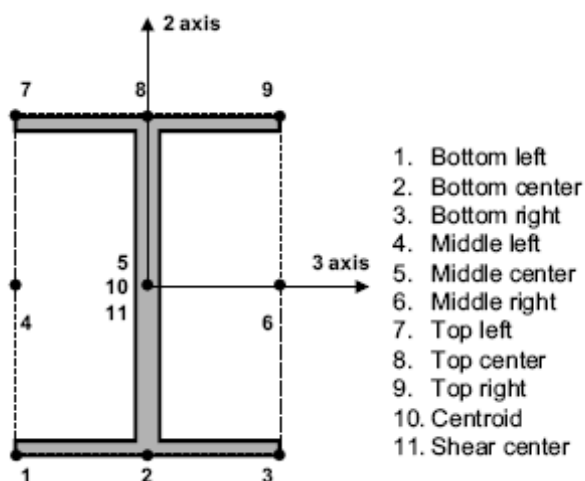
3.1.1. Khái niệm

Mặc định, trục 1 của phần tử chạy dọc theo trục trung hòa của tiết diện (hay trọng tâm của tiết diện đối với tiết diện đối xứng). Do vậy, tại giao điểm của dầm mái và cột, dầm mái sẽ bị nhô lên trên. Etabs cho phép ta chỉnh lại giao điểm này bằng chức năng Intersection Point. Chức năng này sẽ giúp người dùng thiết lập mô hình một cách chính xác.

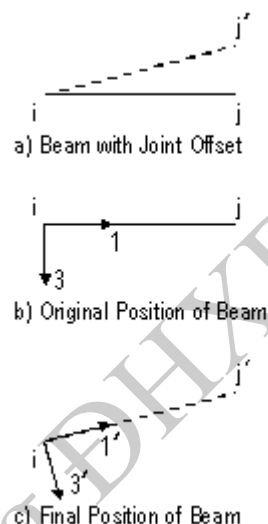
Cardinal Point được định nghĩa là một trong mười một điểm được mô tả trong hình 2. 5.



Hình 2. 6 Hộp thoại Frame insertion Point



Hình 2.8 Vị trí các điểm chèn.

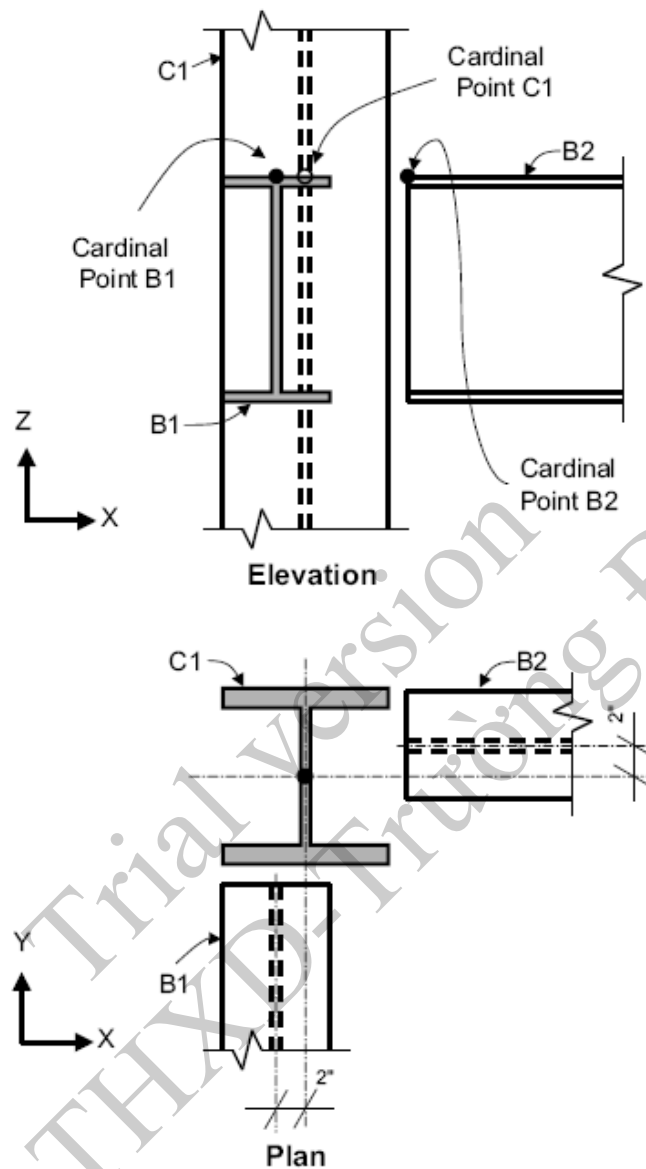


Hình 2.7 Sự dịch chuyển của dầm.

3.1.2. Phương pháp khai báo

Phương pháp khai báo như sau:

- Chọn Frame cần thay đổi Intersection Point.
- Chọn *Assign menu* → *Frame/Line* → *Insertion Point*, hộp thoại *Frame Insertion Point* hiện lên (hình 2.6).
- Khi bạn chỉ định điểm chèn, Etabs sẽ tính toán lại hệ tọa độ địa phương của phần tử. Một cách tương tự, tải trọng gán vào phần tử cũng sẽ dựa trên chiều dài sau khi đã tính lại hệ tọa độ địa phương. Hình vẽ 2.8 thể hiện sự tính toán lại hệ tọa độ địa phương cũng như chiều dài thực của cấu kiện.



Hình 2.9 Mô tả cách chỉnh Cardinal Point của dầm và cột để sao cho tâm của dầm và cột không trùng khớp với nhau.

Nếu bạn không tích vào nút “Do not transform frame stiffness for offsets from centroid” thì sự dịch chuyển sẽ không ảnh hưởng gì đến kết quả nội lực. Nếu tích vào thì:

- Độ cứng của thanh sẽ thay đổi.
- Tổng tải trọng tác động vuông góc với thanh thay đổi (do chiều dài của thanh thay đổi).

Chi tiết xem thêm trong phần bài tập 4, bài tập mô hình nhà công nghiệp.

3.2. Điểm giao (End offsets)

3.2.1. Khái niệm

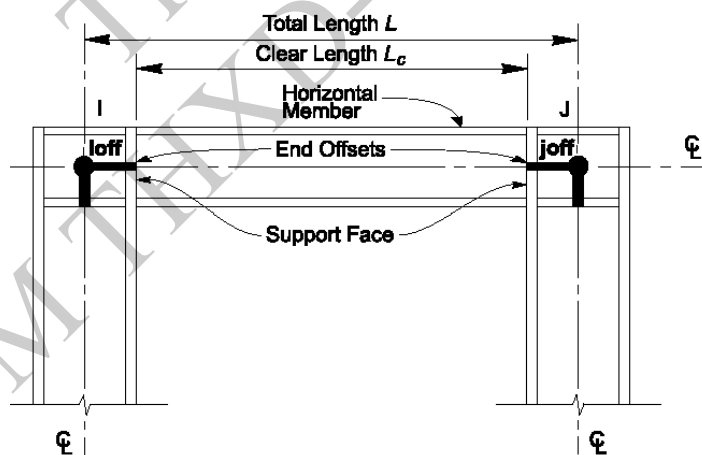
Phần tử thanh trong kết cấu được mô tả bởi đường trục nối hai nút của thanh. Một điều đặt ra là tại điểm giao giữa các phần tử Frame (ví dụ như dầm và cột), phần tiết diện của hai Frame tại điểm giao (*cross-sections*) sẽ bị chồng lên nhau (*overlap*). Etabs cung cấp chức năng *End Offsets* cho phép ta định nghĩa lại đoạn tiết diện bị chồng nên nhau này.

Mặc định chiều dài của thanh tính cả phần thanh bị giao với cột (hình vẽ 2.9). Việc trừ phần giao nhau của giằng với cột có kích thước lớn sẽ làm giảm chiều dài tính toán của thanh dầm một cách đáng kể. Do vậy Etabs cho phép ta kể đến chiều dài vùng cứng của dầm giao với cột thông qua 2 tham số (End-I) và (End-J). Khi đó chiều dài tính toán của dầm sẽ được tính theo công thức sau.

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

Trong đó:

- L_c là chiều dài tính toán của thanh
- L là chiều dài thực của thanh
- Rigid là hệ số độ cứng (lấy giá trị từ 0÷1). Hệ số này dùng để thay đổi kích thước loff, Joff (công thức tính: $\text{Joff} = \text{EndI} * \text{Rigid}$, $\text{Joff} = \text{EndJ} * \text{Rigid}$).

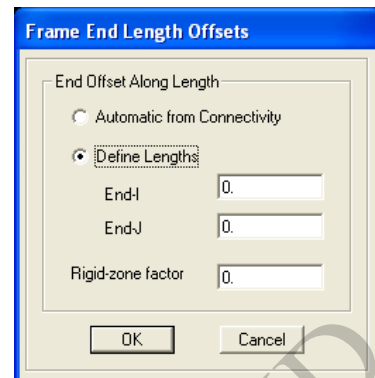


Hình 2.10 End offsets giữa dầm và cột.

3.2.2. Phương pháp khai báo

Vào menu *Assign* → *Frame/Line* → *End (Length) Offsets*.

- *Automatic from Connectivity*: Etabs sẽ tự động tính lại chiều dài tính toán của Frame.
- + Đối với cột (*Columns*), *End offset* sẽ tính dựa trên kích thước lớn nhất của các dầm nối với cột.
- + Đối với dầm (*Beams*), *End offset* sẽ tính dựa trên kích thước lớn nhất của các cột nối với dầm.
- *Define Lengths*: Bạn có thể nhập trực tiếp End-I và End-J thông qua lựa chọn này.
- *Rigid-zone factor*: Là hệ số độ cứng, hệ số này cho phép người dùng có thể điều chỉnh lại End-I và End-J (xem công thức tính trong mục trên).

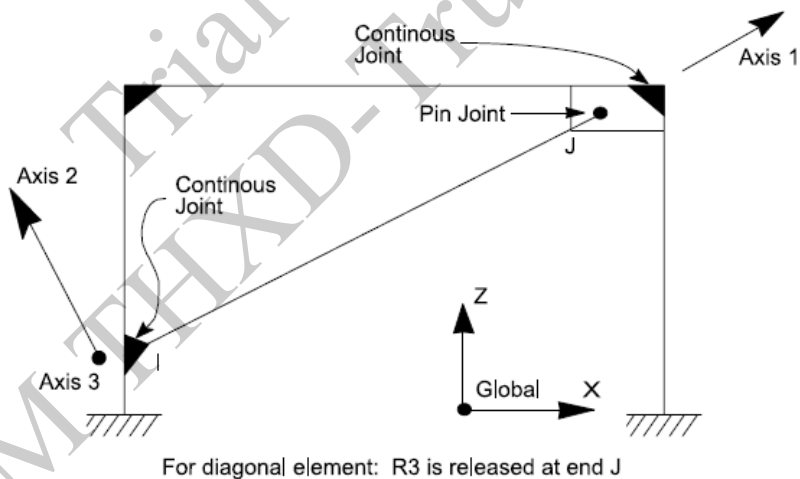


Hình 2.11 Hộp thoại Frame End Length Offsets.

3.3. Liên kết Release (Frame Releases and Partial Fixity)

3.3.1. Khái niệm

Như ta đã biết, mỗi đầu của Frame đều có sáu bậc tự do. Tại những vị trí này, Etabs cho phép ta giải phóng bớt bậc tự do để biến nó thành các loại liên kết khác (khớp, ngàm xoay...) như hình vẽ dưới đây.



Hình 2.12 Frame Element End Releases.

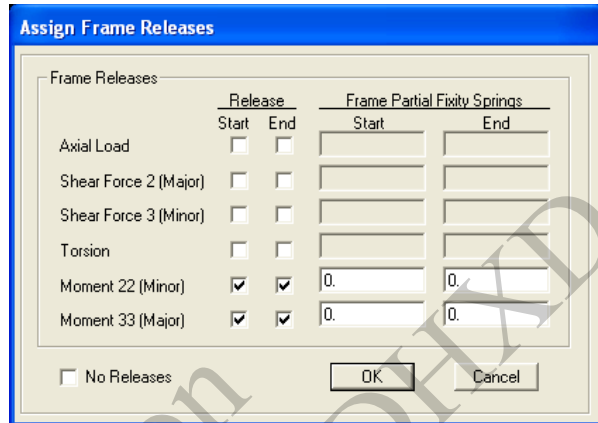
Nhìn trên hình vẽ 2.11, thanh xiên (*diagonal element*) liên cứng tại điểm I và liên kết khớp tại điểm J. Hay nói cách khác ta giải phóng liên kết xoay (R2, R3) tại điểm J. Khi đó mô men tại điểm J sẽ bằng không.

Etabs chia việc giải phóng liên kết làm 2 loại:

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

3.3.2. Phương pháp khai báo

Chọn phần tử → *Assign menu* → *Frame/Line* → *Frame Releases/Partial Fixity*. Hộp thoại *Assign Frame Release* hiện lên như hình 2.12:



Hình 2. 13 Hộp thoại Assign Frame Releases

- *Start, end*: liên kết tại điểm đầu (I), cuối (J) của thanh.
- Với chức năng *Frame Partial Fixity Springs*, bạn có thể thay liên kết cứng bằng liên kết đàn hồi tại đầu I và J của thanh. Đơn vị điền vào là force/length hoặc moment/radian. Muốn gán liên kết đàn hồi vào đầu thanh, trước tiên phải giải phóng liên kết tại đầu thanh đó.

4. TỰ ĐỘNG CHIA NHỎ PHẦN TỬ (AUTOMATIC FRAME SUBDIVIDE)

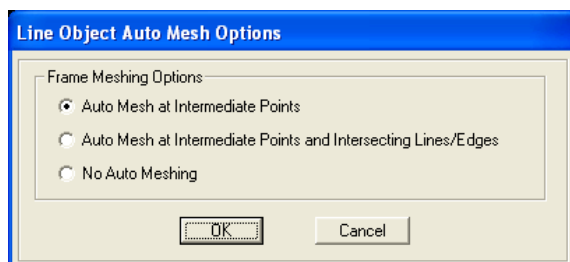
4.1. Khái niệm

Trong quá trình phân tích, Etabs tự động chia nhỏ phần tử Frame nếu cần thiết. Trong một số trường hợp, bạn có thể không muốn tự để Etabs tự động chia nhỏ phần tử. Chức năng *Line Object Auto Mesh Options* cho phép bạn kiểm soát chế độ tự động chia nhỏ này. Lưu ý rằng, chức năng này hoàn toàn khác với chức năng *Edit menu* → *Divide Line*.

4.2. Phương pháp khai báo

Chọn phần tử Line cần kiểm soát → chọn *Assign menu* → *Frame/Line* → *Automatic Frame Subdivide*, hộp thoại *Line Object Auto Mesh Options* hiện lên.

Thông số chi tiết trong hộp thoại *Line Object Auto Mesh Options* được diễn giải như sau:



Hình 2. 14 Hộp thoại Line Object Auto Mesh Option.

- *Auto Mesh at Intermediate Points*: chia nhỏ phần tử được chọn tại những

điểm nằm dọc trên phần tử, các điểm này là các điểm của các phần tử khác hoặc là các điểm mesh của phần tử Area (xem thêm *Area Mess Options* trong chương 3).

- *Auto Mesh at Intermediate Points and Intersecting Lines/Edges*: chia nhỏ phần tử được chọn tại những điểm nằm trên phần tử và tại giao điểm của các phần tử. **Mặc định**, Etabs áp dụng chế độ chia nhỏ này trong quá trình phân tích tính toán nội lực.
- *No Auto Meshing*: Etabs không chia nhỏ phần tử đã được chọn trong quá trình thực hiện bài toán phân tích.

Trial version
BM THXD-Trường ĐHXD

Trial version
BM THXD-Trường ĐHXD

Chương 3: Kết cấu tấm vỏ

1. PHẦN TỬ TẤM BẢN

1.1. Phần tử Area (Area Element)

1.1.1. Khái niệm chung

Phân loại kết cấu tấm vỏ trong Etabs:

- *Slab*: kết cấu bản sàn.
- *Wall*: kết cấu tường bê tông, vách.

Phân loại theo tính chất chịu lực:

- *Membrane* – phần tử màng, chỉ chịu kéo hoặc nén trong mặt phẳng, mô men theo phương pháp tuyến có thể được bỏ qua.
- *Plate* – phần tử tấm, chỉ chịu uốn và chịu cắt.
- *Shell* – phần tử tấm vỏ, chịu uốn ngoài mặt phẳng, kéo hoặc nén trong mặt phẳng. Là tổng hợp của hai phần tử Membrane và Plate.

1.1.2. Thickness Formulation (Thick – Thin)

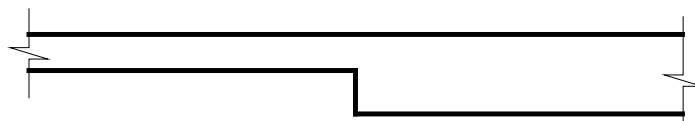
Sap2000 và Etabs cung cấp hai dạng *Thickness Formulations* cho phép ta kể đến hoặc không kể đến hiệu ứng biến dạng cắt trong phần tử Plate hoặc Shell element:

- Dạng *Thick-plate (Mindlin/Reissner)*, bao gồm hiệu ứng biến dạng cắt ngang.
- Dạng *Thin-plate (Kirchhoff)*, bỏ qua hiệu ứng biến dạng cắt ngang.

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

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

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



Hình 3.1 Mặt cắt ngang của tấm có lực cắt lớn tại nơi thay đổi độ cứng tiết diện.

Hình vẽ 3.1 thể hiện nơi có tiết diện thay đổi, tại nơi có tiết diện thay đổi sẽ sinh ra lực cắt và ứng suất cắt. Từ đó sẽ sinh ra biến dạng cắt. Vậy trong trường hợp này, việc khai báo hiệu ứng biến dạng cắt là cần thiết, tức là mô hình *Thick-plate (Mindlin/Reissner)* là hợp lý.

1.1.3. Thickness

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

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

- Độ cứng màng (kéo nén trong mặt phẳng và xoắn ngoài mặt phẳng) cho phần tử shell (*full-shell*) và phần tử màng thuần túy (*pure membrane*).
- Thể tích phần tử. Việc tính toán thể tích phần tử sẽ liên quan đến trọng lượng bản thân của phần tử và khối lượng bản thân của phần tử. Tức là liên quan đến bài toán tính toán dao động (*Dynamic analyse*) và tải trọng bản thân của công trình.

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

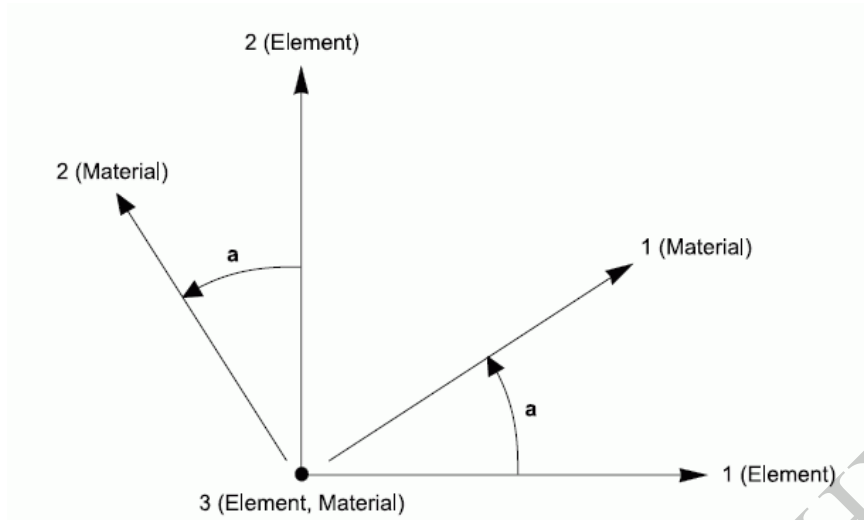
- Độ cứng chống uốn của tấm chịu uốn (*plate-bending stiffness*) cho phần tử shell (*full-shell*) và phần tử tấm (*pure plate*).

Thông thường thì hai bề dày trên là bằng nhau. Tuy nhiên, hai bề dày này sẽ khác nhau đối với một số ứng dụng như mô hình hóa bề mặt nhẵn, hoặc đơn cử như việc thiên về an toàn, ta lấy $thb = h_0 = h - a$ (h là bề dày sàn, a là lớp bảo vệ) trong bài toán tính toán bê tông cốt thép.

Chú ý: chiều dày Membrane (màng) và Bending (uốn) nói chung là giống nhau. Tuy nhiên trong một số trường hợp, hai thông số này lại khác nhau.

1.1.4. Material Angle

Hệ tọa độ vật liệu và hệ tọa độ phần tử shell có thể khác nhau. Trục 3 của hai hệ tọa độ này luôn luôn trùng nhau tuy nhiên trục 1 và trục 2 có thể khác. Tùy theo yêu cầu của bài toán mà ta có góc α như hình vẽ:



Hình 3.2 Góc vật liệu của phần tử tấm vỏ.

⚠️ Chú ý: Góc vật liệu không có ý nghĩa trong bài toán vật liệu đẳng hướng (isotropic material properties).

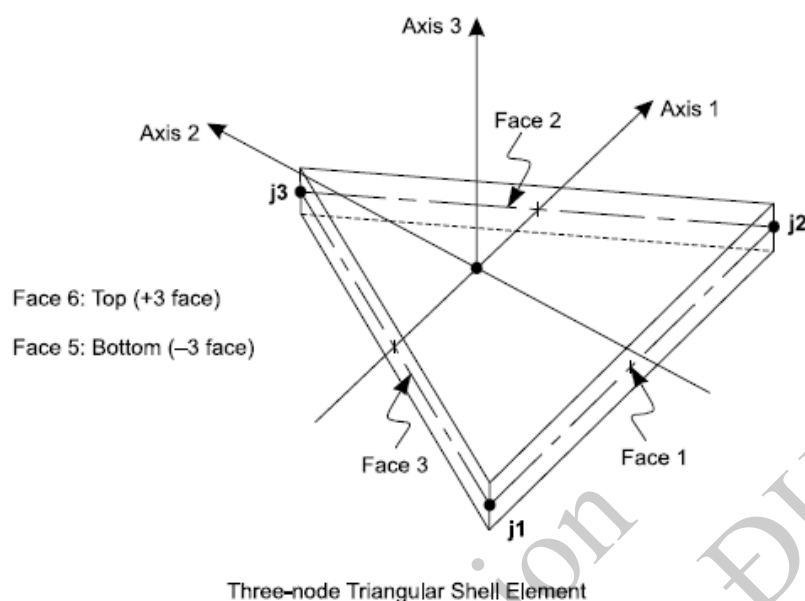
1.2. Hệ trục tọa độ địa phương (Local Coordinate System)

1.2.1. Trạng thái mặc định

Mỗi một phần tử shell đều có một hệ trục tọa độ địa phương (*element local coordinate system*), được dùng để định nghĩa vật liệu, tải trọng và xuất kết quả.

Phương pháp xác định hệ trục tọa độ địa phương cho phần tử tấm vỏ phẳng (phương pháp xác định hệ trục tọa độ địa phương cho tấm vỏ cong xin đọc trong sách *Sap Reference* trang 137 mục *Advanced Local Coordinate System*).

- Trục 3 luôn vuông góc với mặt phẳng của phần tử. Chiều dương của trục 3 hướng theo quy tắc vắn đĩnh vít, chiều vắn đĩnh là chiều vẽ phần tử. Ví dụ vẽ theo $J1 \rightarrow J2 \rightarrow J3$ thì chiều dương trục 3 như trên hình vẽ 3.3.
- Trục tọa độ 1, 2 luôn nằm trong mặt phẳng của phần tử và được xác định dựa trên sự tương quan của trục 3 so với trục Z.
 - + Mặt phẳng 3–2 luôn luôn thẳng đứng, có nghĩa là song song với trục Z.
 - + Trục 2 theo chiều dương của trục Z trừ trường hợp phần tử nằm ngang, trong trường hợp này trục 2 hướng theo chiều dương của trục Y.
 - + Trục 1 hợp với trục 2, 3 theo quy tắc bàn tay phải.

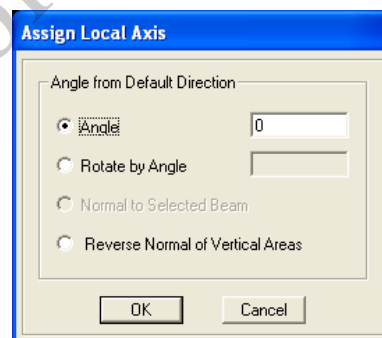


Hình 3.3 Định nghĩa các mặt của phần tử tấm vỏ.

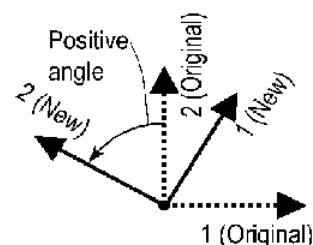
1.2.2. Biến đổi

Ta có thể xoay hệ trục tọa độ địa phương của phần tử Area. Phương pháp xoay như sau:

- Chọn đối tượng Area cần thay đổi hệ tọa độ địa phương.
- Chọn *Assign menu* → *Area* → *Local Axes* để bật hộp thoại *Area Local Axis* (hình 3.4).
- + *Angle in Degrees*: Góc quay của trục tọa độ thứ 2 quanh trục 3 của phần tử. Góc dương có nghĩa là trục 2 quay theo chiều kim đồng hồ nếu như trục 3 hướng về phía người dùng. Góc xoay là góc hợp bởi trục 2 mặc định (*default*) với trục 2 mới.
- + *Rotate by Angle*: Góc quay của trục tọa độ thứ 2 quanh trục 3 của phần tử. Góc dương có nghĩa là trục 2 quay theo chiều kim đồng hồ nếu như trục 3 hướng về phía người dùng. Góc xoay là góc hợp bởi trục 2 hiện tại (*current*) với trục 2 mới.
- + *Normal to Selected Beam*: Để vào hộp thoại này, bạn phải chọn một dầm và một Area trước khi quay hệ trục tọa độ địa phương. Khi chức



Hình 3.4 Hộp thoại Assign Local Axis.



Hình 3.5 Định nghĩa dấu của góc quay.

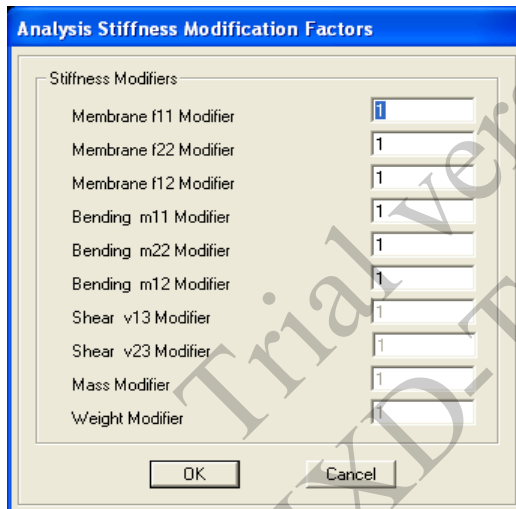
năng này được chọn, Etabs sẽ quay trục 2 của phần tử Area vuông góc với phần tử dầm đã được chọn.

- + *Reverse Normal of Vertical Areas*: lật ngược hệ trục tọa độ 3.

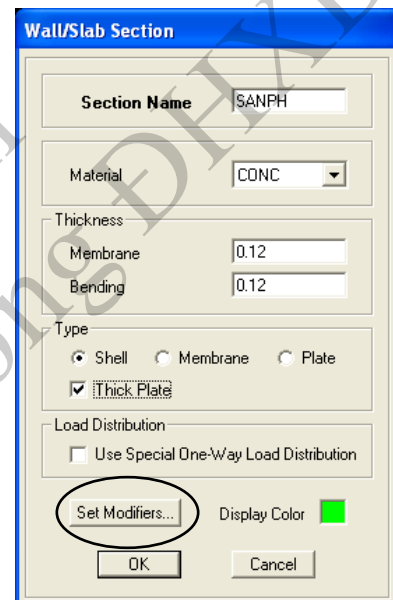
⚠️Chú ý: Hệ trục tọa độ địa phương của Pier và Spandrel không trùng với hệ trục tọa độ địa phương của Area và Frame tạo lên chúng. Do vậy ta không thể sử dụng phương pháp này để xoay hệ trục tọa độ địa phương của Pier và Spandrel.

1.3. Tiết diện

Để khai báo tiết diện, ta vào *menu Define* → *Wall/Slab/Deck Sections*. Nhấn chọn *Combo box Add New* để định nghĩa mới tiết diện. Các thông số được đề cập đến trong mục 1.1.



Hình 3.7 Analysis Stiffness Modification Factors.

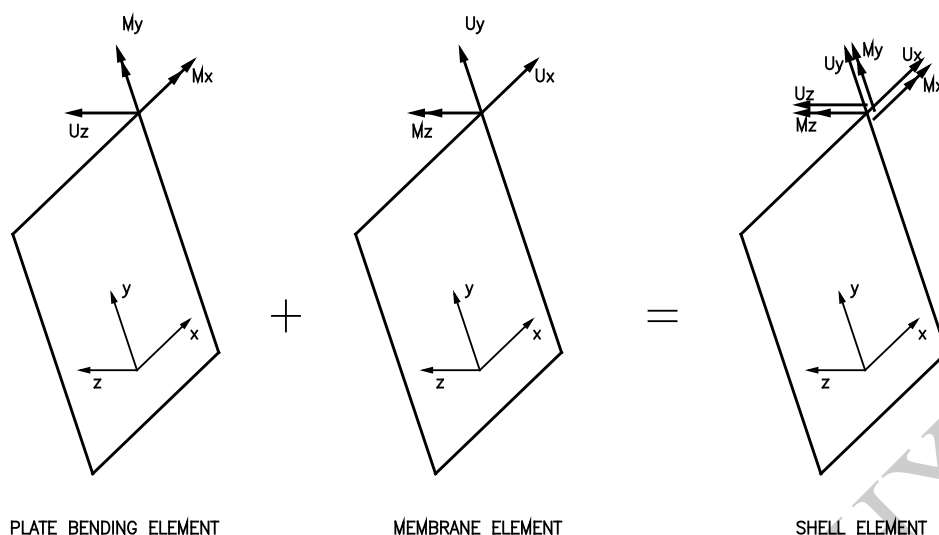


Hình 3.6 Hộp thoại Wall/Slab Section.

Khi đã khai báo xong tiết diện, ta có thể chọn chức năng *Modify/Show Section* để chỉnh sửa các thông số tiết diện. Đặc biệt bạn đọc có thể sử dụng chức năng *Set Modifiers* trong hộp thoại *Wall/Slab Section* (hình 3.6) để thay đổi đặc trưng tiết diện. Đặc trưng tiết diện mới sẽ bằng các thông số trong hộp thoại *Analysis Stiffness Modification Factors* (hình 3.7) sẽ được nhân với đặc trưng tiết diện cũ.

1.4. Bậc tự do (Degree of Freedom)

Một phần tử Area luôn luôn có sáu bậc tự do tại các nút của nó. Bậc tự do của phần tử Plate, Membrane, Shell được mô tả như hình vẽ 3.8.



Hình 3. 8 Bậc tự do của các loại tấm.

1.5. Mass

Trong tính toán bài toán động, khối lượng của kết cấu được sử dụng để tính toán lực quán tính. Khối lượng phân bố của phần tử Area được quy các nút của nó. Khối lượng của phần tử Area được tính dựa trên diện tích bề mặt, bề dày th và khối lượng riêng m của vật liệu.

Etabs chỉ quy đổi khối lượng cho ba bậc tự do UX, UY và UZ. Không tính toán khối lượng mô men quán tính cho ba bậc tự do xoay.

1.6. Nội lực và ứng suất

1.6.1. Nội lực

Nội lực được tính bằng cách tích phân ứng suất theo chiều dày của phần tử. Phần tử Shell có những thành phần nội lực như sau:

- Lực kéo nén theo phương 1 và 2 (*Membrane direct forces*):

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

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

- Lực cắt (*Membrane shear force*):

$$+ F_{11} = \int_{-th/2}^{+th/2} \sigma_{12} dx_3$$

– Mô men uốn (*Plate bending moments*):

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

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

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

– Mô men :

+ Membrane direct forces

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

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

+ Membrane shear force

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

+ Plate bending moments

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

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

+ Plate twisting moment

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

+ Plate transverse shear forces

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

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

$$V_{13} = -\frac{dM_{11}}{dx_1} - \frac{dM_{12}}{dx_2}$$

$$V_{23} = -\frac{dM_{12}}{dx_1} - \frac{dM_{22}}{dx_2}$$

1.6.2. Ứng suất

$$\sigma_{11} = \frac{F_{11}}{th} - \frac{12M_{11}}{thb^3} x_3$$

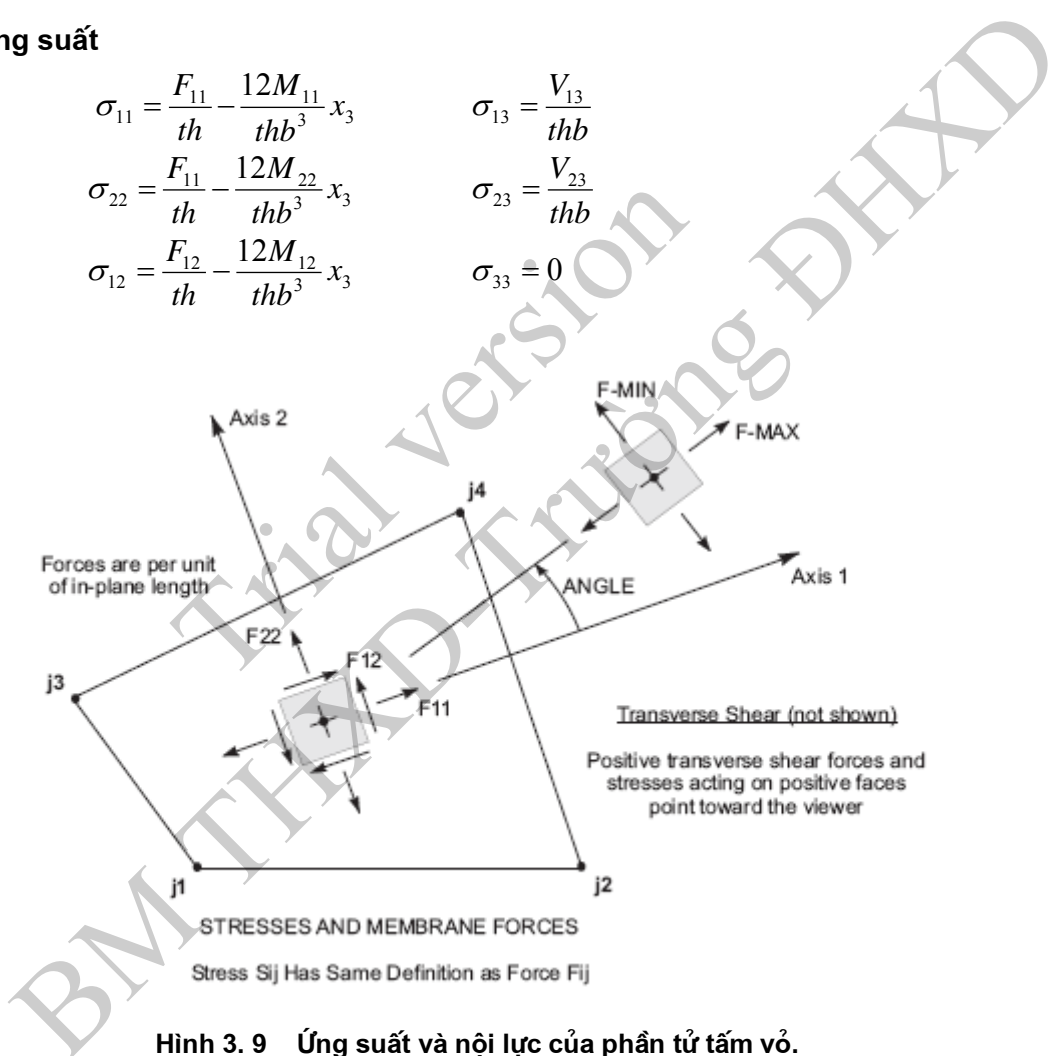
$$\sigma_{13} = \frac{V_{13}}{thb}$$

$$\sigma_{22} = \frac{F_{11}}{th} - \frac{12M_{22}}{thb^3} x_3$$

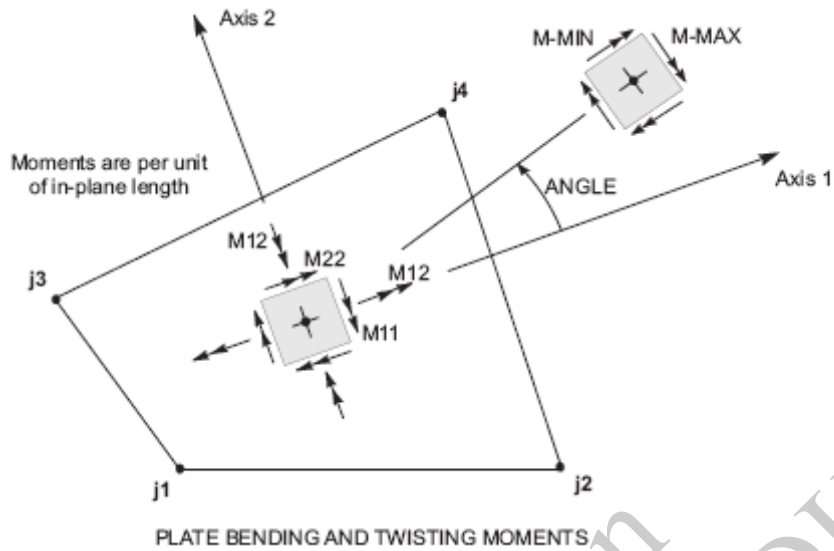
$$\sigma_{23} = \frac{V_{23}}{thb}$$

$$\sigma_{12} = \frac{F_{12}}{th} - \frac{12M_{12}}{thb^3} x_3$$

$$\sigma_{33} = 0$$



Hình 3.9 Ứng suất và nội lực của phần tử tấm vỏ.



Hình 3. 10 Ứng suất và nội lực của phần tử tấm vỏ.

2. VÁCH CỨNG

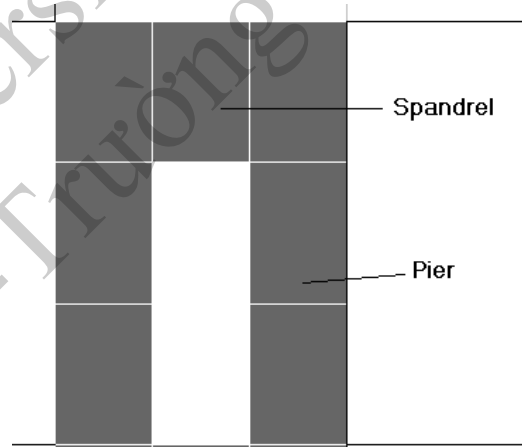
2.1. Tổng quan về Pier và Spandrel

2.1.1. Khái niệm

Hình vẽ dưới đây là mặt cắt qua cầu thang máy, vách có lỗ cửa.

- + Pier là vách chịu lực chính.
- + Spandrel là vách giằng ngang.

Một phần tử Pier hoặc Spandrel có thể bao gồm nhiều phần tử Wall và nhiều phần tử Frame.



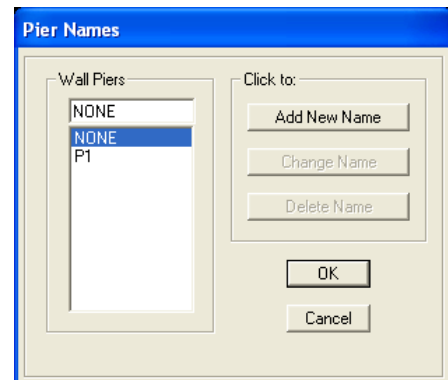
Hình 3. 11 Định nghĩa Spandrel và Pier.

2.1.2. Đặt tên phần tử

Việc đặt tên phần tử vách sẽ giúp ta định nghĩa tiết diện vách trong bài toán thiết kế một cách nhanh chóng hơn và xem kết quả nội lực của vách một cách dễ dàng.

Các đặt tên vách như sau:

- Đối với Pier,

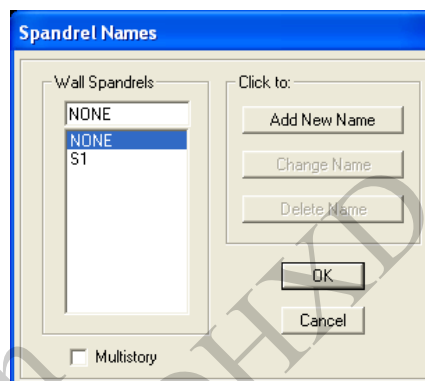


Hình 3. 12 Hộp thoại Pier Names.

- + Chọn Area và Frame cần gán tên.
- + Để gán tên Pier cho phần tử Frame, chọn *Assign* → *Frame/Line* → *Pier Labels*.
- + Để gán tên Pier cho phần tử Area, chọn *Assign* → *Shell/Area* → *Pier Labels*.

– Đối với Spandrel,

- + Chọn Area và Frame cần gán tên.
- + Để gán tên Spandrel cho phần tử frame, chọn *Assign* → *Frame/Line* → *Spandrel Labels*.
- + Để gán tên Spandrel cho phần tử area, chọn *Assign* → *Shell/Area* → *Spandrel Labels*.



- Để gán tên cho Spandrel và Pier có chứa cả Frame và Wall, chúng ta nhất thiết phải gán hai lần theo hai phương pháp trên. Tuy nhiên, để thay đổi hoặc xóa tên, chúng ta không nhất thiết phải làm cả hai động tác trên.

Hình 3. 13 Hộp thoại Spandrel Names.

2.2. Hệ trục tọa độ địa phương

2.2.1. Phần tử Pier

Trong không gian ba chiều, hệ tọa độ địa phương của phần tử Wall Pier được định nghĩa như sau:

- Trục 1 kéo dài từ phía dưới lên phía trên Pier. Chiều dương của trục 1 cùng chiều với chiều dương của trục Z.
- Trục 2 song song với cạnh dài của phần tử Pier. Hình chiếu chiều dương của trục lên trục OX trùng với chiều dương của trục OX. Nếu trục 2 song song với trục OY thì chiều dương của trục 2 sẽ cùng chiều với chiều dương của trục OY.
- Phương và chiều của trục 3 được xác định theo quy tắc bàn tay phải.

2.2.2. Phần tử Spandrel

Quy tắc xác định hệ tọa độ địa phương của phần tử Spandrel như sau:

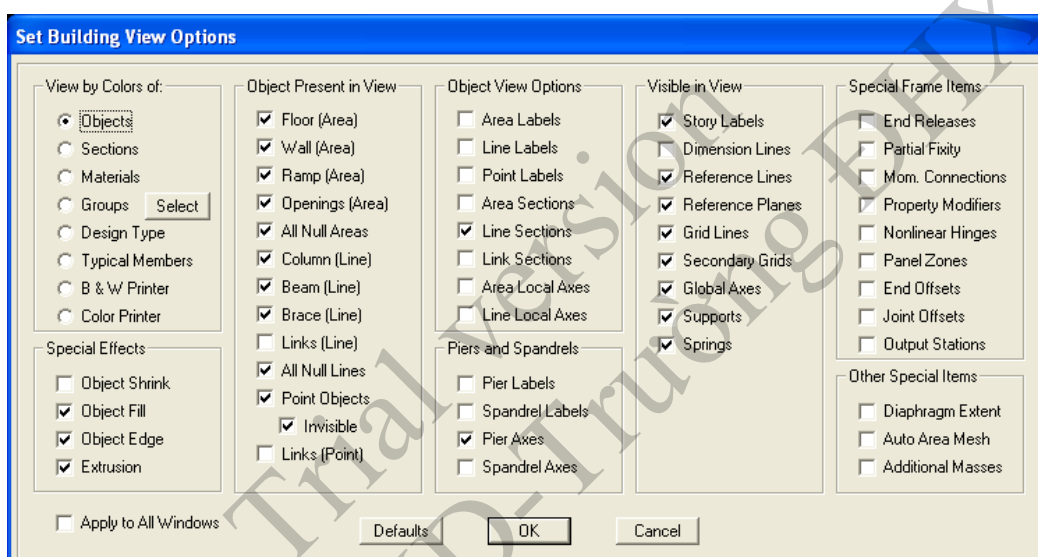
- Mặt phẳng 1-2 nằm trên mặt phẳng của Wall Spandrel. Trục 1 nằm ngang và hình chiếu chiều dương của nó lên trục OX trùng với chiều của trục OX. Nếu mặt phẳng Spandrel song song với mặt phẳng Y-Z, thì trục 1 sẽ song song và cùng chiều với trục OY.
- Trục 2 sẽ hướng lên trên và cùng chiều với trục OZ.

- Trục 3 luôn nằm ngang và vuông góc với mặt phẳng spandrel. Chiều dương của trục 3 được xác định theo quy tắc bàn tay phải.

Trong trường hợp Wall Spandrel được tạo từ nhiều phần tử (cả Wall và Frame), khi đó hệ trục tọa độ địa phương của Spandrel vẫn được xác định theo quy tắc ở trên. Và lưu ý rằng, hệ trục tọa độ địa phương của phần tử Spandrel luôn luôn độc lập với hệ tọa độ địa phương của các Wall và Frame tạo nên nó.

2.2.3. Hiện thị hệ tọa độ địa phương

Vào menu *View* → *Set Building View Options* → Vào mục *Pier and Spandrel* và chọn *Pier Axes* và *Spandrel Axes*.



Hình 3. 14 Hộp thoại Set Building View Options.

2.3. Tiết diện

Các bước gán tiết diện cho Pier và Spandrel:

- Đặt tên phần tử Pier và Spandrel.
- Khai báo tiết diện cho phần tử Pier.
- Gán tiết diện cho phần tử Pier.

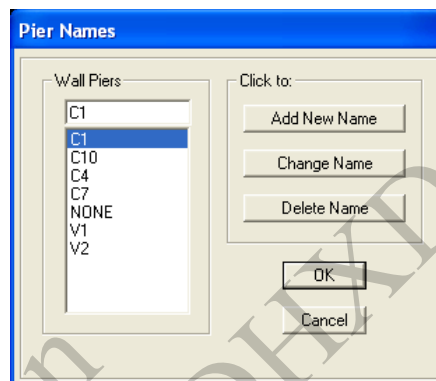
Đối với Spandrel, chúng ta chỉ có một bài toán thiết kế. Do vậy ta chỉ cần khai báo *Spandrel Name* mà không cần khai báo tiết diện.

2.3.1. Đặt tên phần tử Pier và Spandrel

2.3.1.1. Pier Labeling

Bạn đọc có thể đặt tên, xóa tên, hoặc thay đổi tên của Pier thông qua hộp thoại *Pier Names*. Phương pháp như sau:

- Chọn phần tử cần gán tên.
- Để gán phần tử Line thành phần tử Pier, chọn menu *Assign* → *Frame/Line* → *Pier Labels*.
- Để gán phần tử Area thành phần tử Pier, chọn menu *Assign* → *Shell/Area* → *Pier Labels*.
- Trong hộp *Pier Name*: Chọn tên Pier cần gán cho phần tử Line, Area.



Hình 3. 15 Hộp thoại Pier Names.

Chi tiết hộp thoại:

- *Add New Name*: thêm một tên phần tử Pier mới.
- *Change Name*: thay đổi tên phần tử Pier.
- *Delete Name*: xóa tên phần tử Pier.

2.3.1.2. Spandrel Labeling

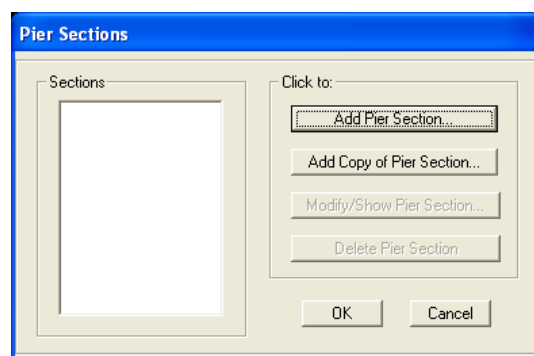
Bạn có thể đặt tên, xóa tên, hoặc thay đổi tên của phần tử Spandrel thông qua hộp thoại *Spandrel Names*. Phương pháp như sau:

- Chọn phần tử cần gán tên.
- Để gán phần tử Line thành phần tử Spandrel, chọn menu *Assign* → *Frame/Line* → *Spandrel Labels*.
- Để gán phần tử Area thành phần tử Spandrel, chọn menu *Assign* → *Shell/Area* → *Spandrel Labels*.
- Trong hộp *Spandrel Name*: chọn tên Spandrel cần gán cho phần tử Line, Area.



Hình 3. 16 Hộp thoại Spandrel Names.

Chi tiết hộp thoại:

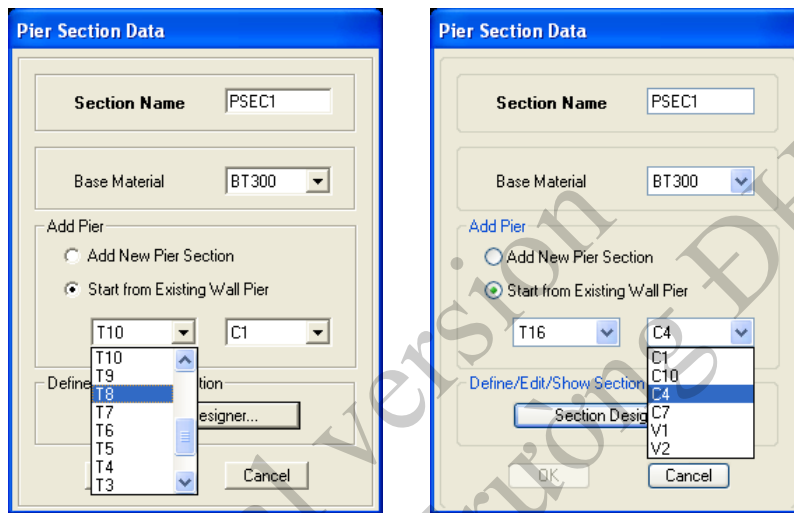


Hình 3. 17 Hộp thoại Pier Section.

- *Add New Name*: thêm một tên phần tử Spandrel mới.
- *Change Name*: thay đổi tên phần tử Spandrel.
- *Delete Name*: xóa tên phần tử Spandrel.

2.3.2. Định nghĩa tiết diện Pier

Chọn menu *Design* → *Shear Wall Design* → *Define General Pier Sections For Cheking*, hộp thoại *Pier Sections* hiện lên. Để tạo mới một tiết diện, nhấn *Add Pier Section*.



Hình 3.18 Hộp thoại Pier Section Data.

- *Section Name*: tên của tiết diện Pier.
- *Base Material*: vật liệu cơ sở của Pier (giống như *Base Material* của *Frame Section*).
- *Add Pier*: thêm một Pier mới (xem phần bài tập để hiểu hơn về hai lựa chọn này).
 - + *Add New Pier Section*: tạo mới một Pier.
 - + *Start from Existing Wall Pier*: định nghĩa mới một Pier từ một hình dạng Pier có sẵn.
 - + Hộp thoại Combo box thả xuống như hình bên trái để xác định tầng chứa Pier có sẵn.
 - + Hộp thoại Combo box thả xuống như hình bên phải để xác định tên Pier có sẵn (đã khai báo ở phần 2.3.1.1).
- Vào menu *Define/Edit/Show Section* → bấm vào nút *Section Designer* để bắt đầu chỉnh sửa, hoặc để định nghĩa mới tiết diện.

(Chi tiết tham khảo thêm phần *Section Designer* trong chương 4 Phụ lục)

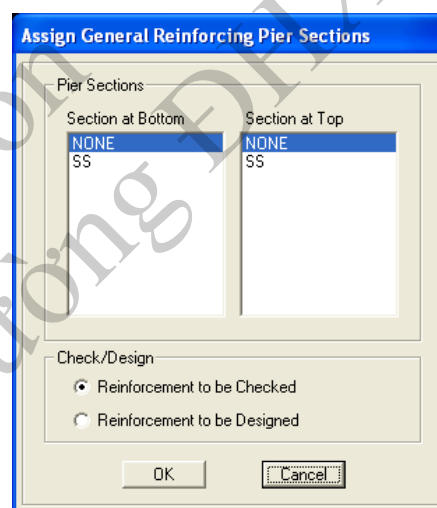
⚠️ Chú ý: cũng như các bài toán thiết kế khác, chúng ta có hai bài toán đối với vách

- + Bài toán thiết kế thép cho vách (*Reinforcement to be Designed*).
- + Bài toán kiểm tra thép cho vách (*Reinforcement to be Checked*).

2.3.3. Gán tiết diện Pier

Sau khi định nghĩa xong tiết diện vách, ta gán tiết diện cho vách. Phương pháp thực hiện như sau:

- Chọn Pier cần gán tiết diện.
- Chọn *Design menu* → *Shear Wall Design* → *Assign Sections for Checking* → chọn tiếp các chức năng sau:
 - *General Reinforcing Pier Section*. Hộp thoại *Assign General Reinforcing Pier Section* hiện lên.
 - + *Section at Top*: tiết diện vách phía trên của một tầng.
 - + *Section at Bottom*: tiết diện vách phía dưới của một tầng.
 - *Uniform Reinforcing Pier Sections*, hộp thoại *Uniform Reinforcement Assignment to Pier* hiện lên.
 - + *Pier Material*: vật liệu làm lên tiết diện.
 - + *Distributed Bars*: *distributed bar size* (cốt thép dọc theo cạnh của Pier), *spacing and clear cover of the bar* (khoảng cách cốt thép và lớp bảo vệ).
 - + *End/Corner Bar Size*: thép góc của Pier.
 - + *Check/Design*: chọn hai dạng bài toán thiết kế.



Hình 3. 19 Hộp thoại **Assign General Reinforcing Pier Sections**

2.4. Nội lực phần tử Pier và Spandrel

Nội lực của phần tử Wall pier và Wall spandrel tương tự như nội lực của phần tử Frame. Chúng bao gồm:

- P: lực dọc.
- V2: lực cắt trong mặt phẳng 1-2.

- V3: lực cắt trong mặt phẳng 1–3.
- T: lực xoắn dọc trục.
- M2: moment xoắn trong mặt phẳng 1–3 (quanh trục 2).
- M3: moment xoắn trong mặt phẳng 1–2 (quanh trục 3).

2.5. Kết quả thiết kế vách

2.5.1. Pier result Design

Chi tiết xem phần bài tập vách.

2.5.2. Spandrel Result Design

- Flexural Design.
- Shear Design.

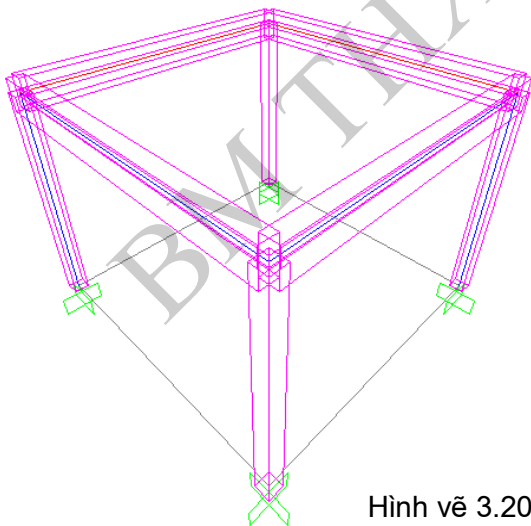
Chi tiết xem phần bài tập vách.

Bạn có thể OverWrites, tại hộp thoại này, ta có thể khai báo lại tất cả các thông số tính toán (chiều dày, chiều sâu, tiêu chuẩn, lớp bảo vệ...)

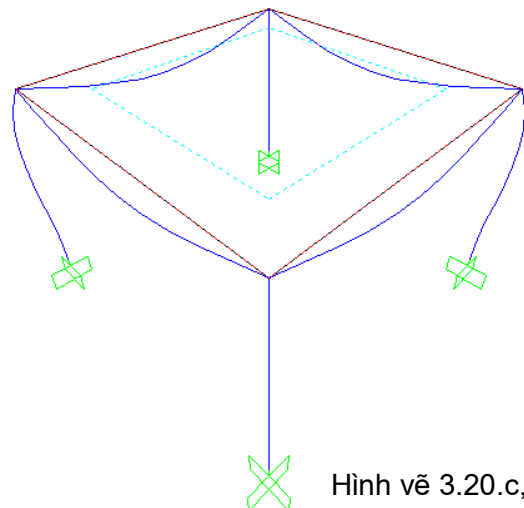
3. CHIA NHỎ PHẦN TỬ (AREA MESH OPTIONS)

3.1. Khái niệm

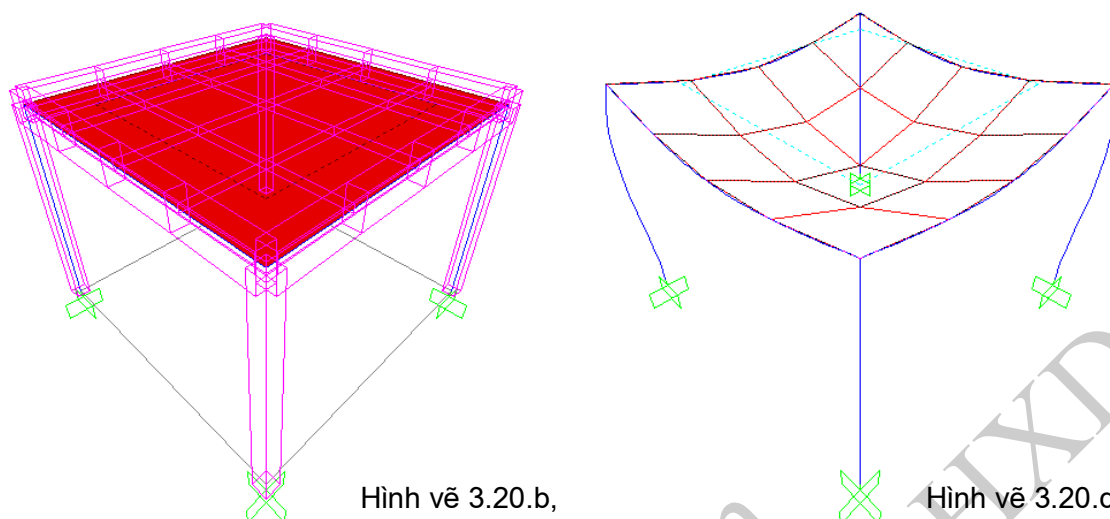
Trong quá trình phân tích, Etabs tự động chia nhỏ đối tượng Area (Deck và Slab). Việc chia nhỏ phần tử Area giúp phân bố tải trọng lên các kết cấu đỡ một cách chính xác hơn. Ví dụ :



Hình vẽ 3.20.a,



Hình vẽ 3.20.c,



Hình 3. 20 Chức năng Area Object Auto Mesh Options.

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



Hình 3. 21 Sự truyền tải trọng từ sàn vào dầm biên.

Hình vẽ 3.20.b: Chọn *shell* → *Assign* → *Area* → *Automatic Area Mesh*.

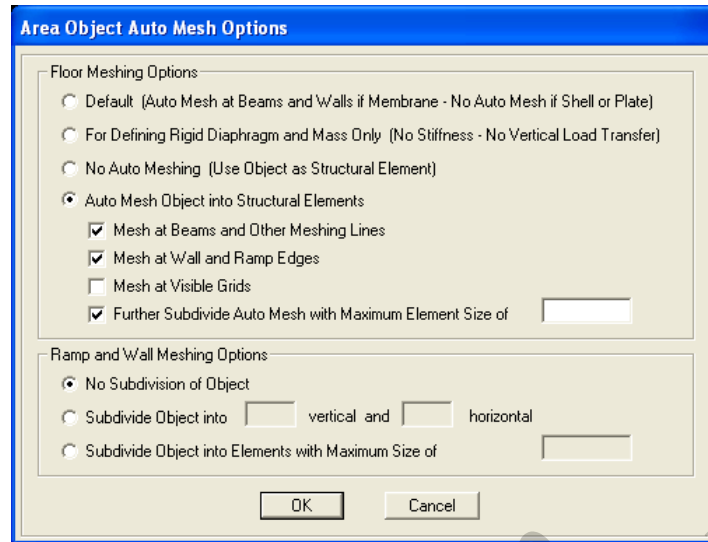
Hình vẽ 3.20.a: Sử dụng *No Auto meshing* (mặc định khi vẽ area).

Hình vẽ 3.20.c: Là kết quả khi sử dụng hình 3.20.a.

Hình vẽ 3.20.d: Là kết quả khi sử dụng hình 3.20.b.

3.2. Phương pháp chia nhỏ

Chọn đối tượng Area cần tác động, chọn *Assign menu* → *Shell/Area* → *Area Object Mesh Options*, hộp thoại *Area Object Auto Mesh Options* hiện lên như sau:



Hình 3. 22 Hộp thoại Area Object Auto Mesh Options.

Các chức năng tự động chia nhỏ được diễn giải như sau:

– *Floor Meshing Options:*

- + *Default:* Etabs sẽ chia nhỏ đối tượng tại dầm và vách, khi đó tải trọng cũng sẽ được truyền vào vách và dầm tại những điểm chia nhỏ nằm trên dầm và vách. Lưu ý, lựa chọn này chỉ có tác dụng đối với phần tử màng (membrane).
- + *For Defining Rigid Diaphragm and Mass Only:* Độ cứng hoặc tải trọng đứng truyền cùng với đối tượng được chọn.
- + *No Auto Meshing:* đối tượng không được tự động chia nhỏ trong quá trình tính toán.
- + *Auto Mesh Object into Structural Elements:* Cho phép điều chỉnh sự chia nhỏ của đối tượng.
 - *Mesh at Beams and Other Meshing Lines:* Giống như Default Option.
 - *Mesh at Wall and Ramp Edges:* Chia nhỏ tại vách.
 - *Mesh at Visible Grids:* Chia nhỏ tại nơi giao với các đường lưới.
 - *Further Subdivide Auto Mesh with Maximum Element Size of...:* tự động chia nhỏ phần tử Area thành các phần tử nhỏ hơn có kích thước lớn nhất bằng...

– *Ramp and Wall Meshing Options:*

- + *No Subdivision of Object:* Etabs không chia nhỏ phần tử.
- + *Subdivide Object into {Specify Number} vertical and {Specify Number} horizontal:* Bạn sẽ khai báo số lượng phần tử được chia bằng cách khai báo số đường chia theo phương thẳng đứng và theo phương ngang.

- + *Subdivide Object into Elements with Maximum Size of {Specify Number}*: Nhập vào kích thước lớn nhất của các Area con.

Trial version
BM THXD-Trường ĐHXD

Chương 4: Phụ lục

1. SECTION DESIGNER

1.1. Tổng quan

Section Designer là chương trình chạy tích hợp vào trong Etabs. Các chức năng cơ bản của *Section Designer*:

- Định nghĩa các tiết diện Frame (bê tông cốt thép hoặc thép) phức tạp không có sẵn trong Etabs.
- Định nghĩa các tiết diện vách chịu lực (*Pier Wall*) bê tông cốt thép hoặc thép.

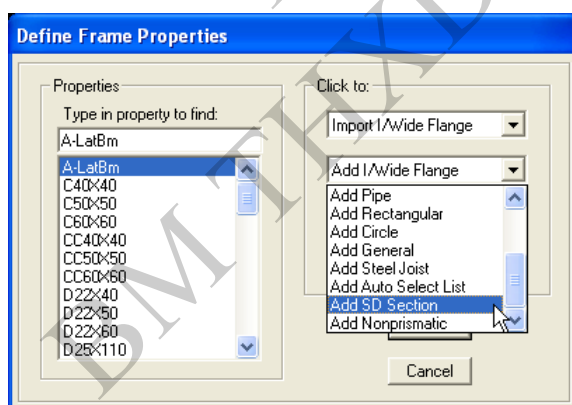
1.2. Căn bản về Section Designer

1.2.1. Khởi động Section Designer

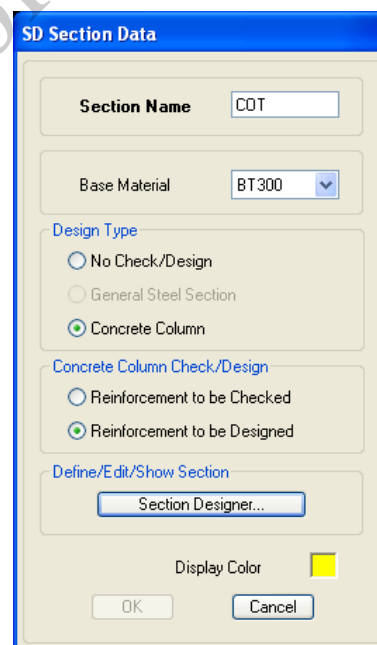
Tương ứng với hai chức năng cơ bản nói trên, ta có hai cách khởi động *Section Designer* trong Etabs.

1.2.1.1. Section Designer For Frame Sections

Khởi động *Section Designer* cho Frame Sections, ta làm theo các bước sau:



Hình 4. 2 Hộp thoại Define Frame Properties.



Hình 4. 1 Hộp thoại Define Frame Properties.

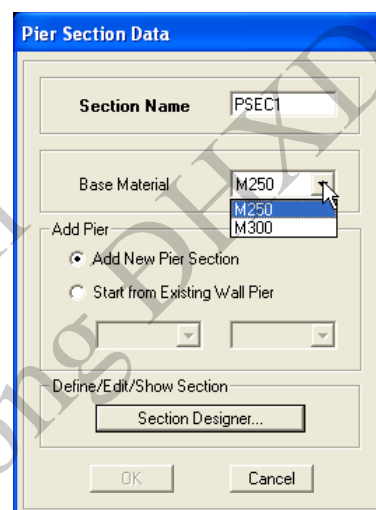
- Chọn *Define menu* → *Frame Sections* trong Etabs, hộp thoại *Define Frame Properties* hiện lên.

- Để định nghĩa thêm một tiết diện mới, nhấn vào *Combo box* và chọn *Add SD Section*.
- Hộp thoại *SD Section Data* xuất hiện. Các thông số trong hộp thoại này sẽ được đề cập cụ thể trong phần 2.1.
- Nhấn vào nút *Section Designer* trong hộp thoại *SD Section Data* để khởi động chương trình *Section Designer* (hình 4.2).

1.2.1.2. Section Designer For Wall Piers

Để khởi động *Section Designer* cho *Wall Piers* ta làm theo các bước sau:

- Vào *Design menu* → *Shear Wall Design* → *Define Pier Sections for Checking* trong Etabs, khi đó hộp thoại *Pier Sections* sẽ hiện lên.
- Để định nghĩa mới một tiết diện ta bấm vào nút *Add Pier Section*. Để thay đổi tiết diện đã có sẵn bấm vào nút *Modify/Show Pier Section*.
- Hộp thoại *Pier Section Data* hiện lên. Các thông số của hộp thoại này sẽ được đề cập đến trong mục 1.2.2.
- Bấm vào nút *Section Designer* trên hộp thoại *Pier Section Data* để khởi động chương trình *Section Designer*.



Hình 4.3 Hộp thoại Pier Section Data.

1.2.2. Hộp thoại Pier Section Data

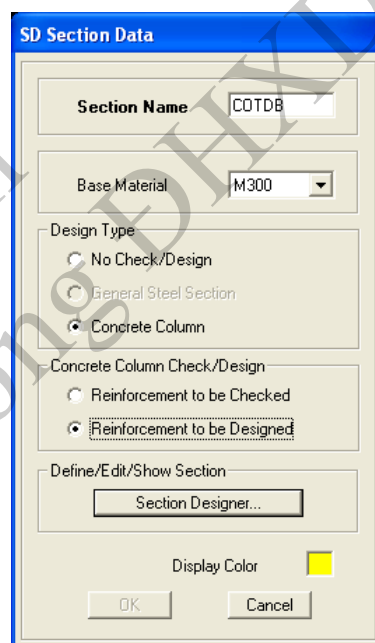
Mục này trình bày chi tiết các thông tin trong hộp thoại *Pier Section Data*.

- *Section Name*: Tên của tiết diện Pier.
- *Base Material*: vật liệu cơ sở của Pier (giống như Base Material của Frame Section).
- *Add Pier*: thêm một Pier mới (xem phần bài tập để hiểu hơn về hai lựa chọn này).
 - + *Add New Pier Section*: tạo mới một Pier.
 - + *Start from Existing Wall Pier*: định nghĩa mới một Pier từ một hình dạng Pier có sẵn.
- *Define/Edit/Show Section* → bấm vào nút *Section Designer* để bắt đầu chỉnh sửa, hoặc để định nghĩa mới tiết diện.

1.2.3. Hộp thoại SD Section Data

Mục này trình bày chi tiết các thông tin trong hộp thoại SD Section Data.

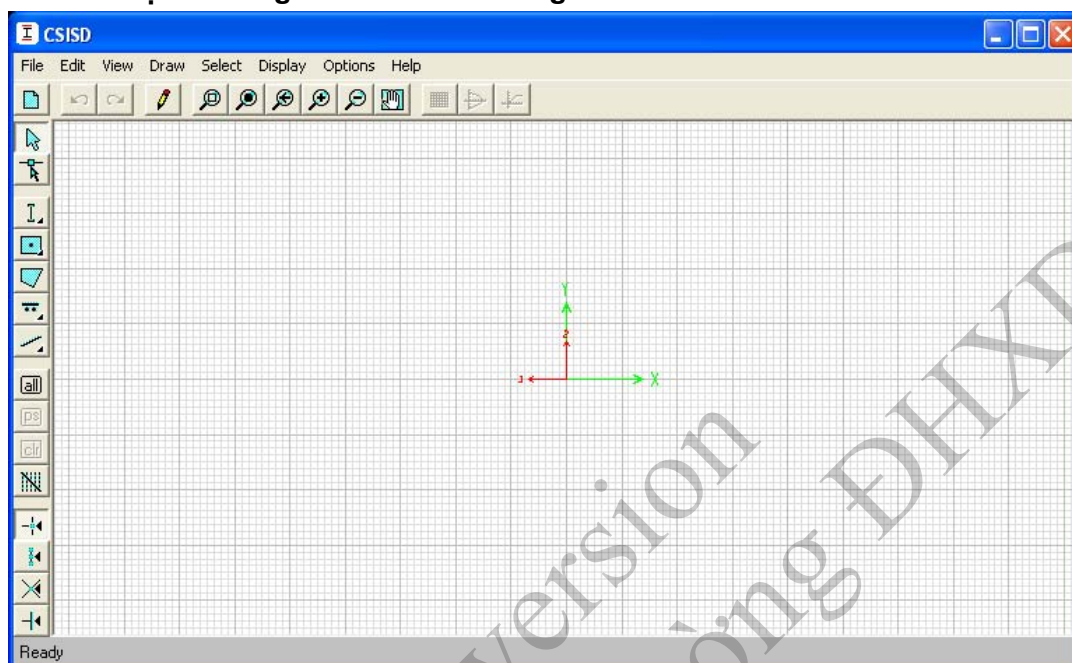
- *Section Name*: Tên tiết diện.
- *Base Material*: vật liệu cơ sở. Số lượng loại vật liệu trong Combo Box phụ thuộc vào số lượng loại vật liệu ta đã khai báo trong Etabs. Việc khai báo vật liệu cơ sở phục vụ cho hai mục đích:
 - + Xác định loại bài toán thiết kế (Thiết kế bê tông cốt thép, hay thiết kế thép).
 - + Nếu tiết diện được làm từ nhiều loại vật liệu, khi tính toán các đặc trưng hình học và đặc trưng cơ học của tiết diện, Etabs sẽ quy đổi tất cả các loại vật liệu về vật liệu cơ sở và đưa ra báo cáo (*report*) về các đặc trưng cơ học của tiết diện đó (*Section Properties*).
- *Design Type*: Mục này chỉ định rõ kiểu thiết kế.
 - *Concrete Column Check/Design*: Chỉ định loại bài toán thiết kế:
 - + *Reinforcement to be Checked*: Bài toán kiểm tra
 - + *Reinforcement to be Designed*: Bài toán thiết kế.
- *Define/Edit/Show Section* → bấm vào nút *Section Designer* để bắt đầu chỉnh sửa, hoặc để định nghĩa mới tiết diện.



Hình 4. 4 Hộp thoại SD Section Data.

1.3. Chương trình Section Designer

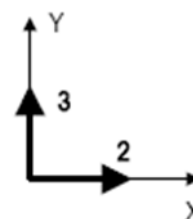
1.3.1. Giao diện chương trình Section Designer



Hình 4.5 Giao diện chương trình Section Designer.

1.3.2. Hệ trục tọa độ

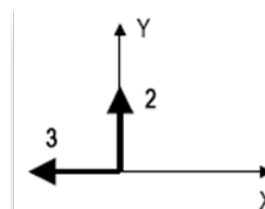
Hệ trục tọa độ trong **CSISD** (CSI Section Designer) bao gồm hai trục tọa độ X và Y. Trục X luôn nằm ngang và Y luôn thẳng đứng, chiều dương của chúng được thể hiện như hình vẽ.



1.3.2.1. Hệ trục tọa độ địa phương của Frame

Mặc định trục 2 và 3 như hình vẽ, trục 1 tuân theo quy tắc bàn tay phải (hướng từ gốc tọa độ ra phía người dùng, vuông góc với mặt phẳng màn hình).

Đối với hệ trục tọa độ địa phương của Frame, ta có thể xoay chúng quanh trục 1.



1.3.2.2. Hệ trục tọa độ địa phương của Pier

Hệ trục tọa độ địa phương của Pier như hình vẽ.

Không giống như hệ trục tọa độ địa phương của Frame, hệ trục tọa độ địa phương của Pier không thể xoay đc.

Hệ trục tọa độ địa phương của Pier trong Etabs được đề cập đến trong chương 3.

1.3.3. Tiết diện và hình dạng (Sections and Shapes)

Chúng ta cần phân biệt hai khái niệm Section (tiết diện) và Shape (hình dạng) trong Section Designer. Một Section không chỉ có thể chứa một shape mà nó còn có thể chứa nhiều Shape.

1.3.3.1. Tiết diện (Section)

Section là một tiết diện tròn vện được định nghĩa trong Section Designer.

Hệ trục tọa độ địa phương của section được ký hiệu là trục 2 và 3. Gốc của tọa độ địa phương là **trọng tâm** của tiết diện.

1.3.3.2. Hình dạng (Shape)

Hình dạng hình học (*geometric shapes*) giúp ta thiết kế tiết diện một cách nhanh chóng. Section Designer cung cấp rất nhiều Shape có sẵn

- *Draw menu* → *Draw Structural Shape*: Dùng để vẽ các hình dạng kết cấu như hình dạng chữ I/Wide flange (chữ I), Channel (chữ C), Tee (chữ T), Angle (thép góc), Double Angle (2 thanh thép góc), box/tube (hình ống), pipe (vành khuyên) và plate (tấm).
- *Draw menu* → *Draw Solid Shape*: Dùng để vẽ bốn hình dạng đặc là Rectangle (hình chữ nhật), circle (hình tròn), circular segment (vòng trắng khuyết) và circular sector (cung tròn).
- *Draw menu* → *Draw Poly Shape*: Cho phép người dùng vẽ một hình đa giác một cách tùy ý.

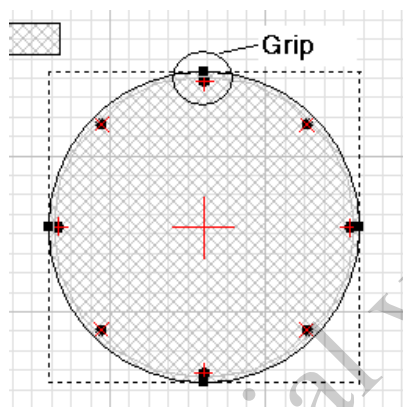
Với mỗi Shape ta có thể hiệu chỉnh thuộc tính của chúng bằng cách nhấn phải chuột.

- *Material*: hiệu chỉnh vật liệu. Mỗi một Shape chỉ được làm từ một loại vật liệu. Số lượng loại vật liệu có thể gán cho Shape tùy thuộc vào số lượng loại vật liệu mà ta khai báo trong Etabs.
- *Dimensions and Location*: Kích thước và vị trí.
 - + Vị trí – tọa độ tâm (*X, Y Center*).
 - + Kích thước – chiều rộng và chiều cao (*Height, Width*).
 - + Một số thuộc tính khác tùy thuộc vào hình dạng Shape.
 - + Góc quay (*Rotation*).
- Màu của shape (*Color*).

- Nếu vật liệu là bê tông, ta có thêm mục *Reinforcing*, *Combo box* này cho phép người dùng định nghĩa cốt thép gia cường cho shape.
- + *Bar Cover* – lớp bảo vệ cốt thép, chính là *Clear Cover* (xem phần cốt thép gia cường).
- + *Bar Size* – kích thước cốt thép.
- + *Corner Point Reinforcement* – thép gia cường ở góc.

Một trong các chức năng khá đặc biệt của Shape là ta có thể hiệu chỉnh kích thước một cách trực tiếp trên hình vẽ thông qua các Grip bằng chức năng *Reshape*:

- Chức năng Reshape: *Draw menu* → *Reshape Mode*.



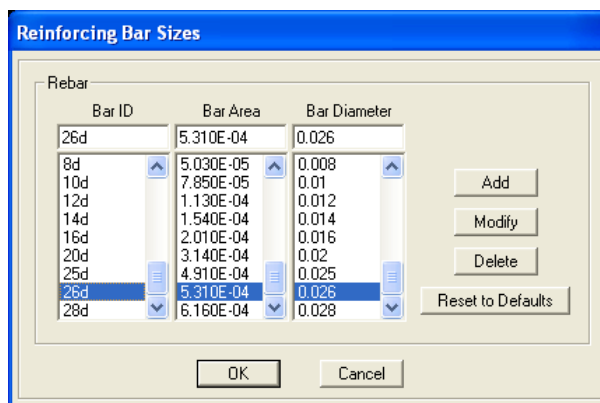
- Grip :

1.3.4. Cốt thép gia cường

1.3.4.1. Khai báo đường kính cốt thép

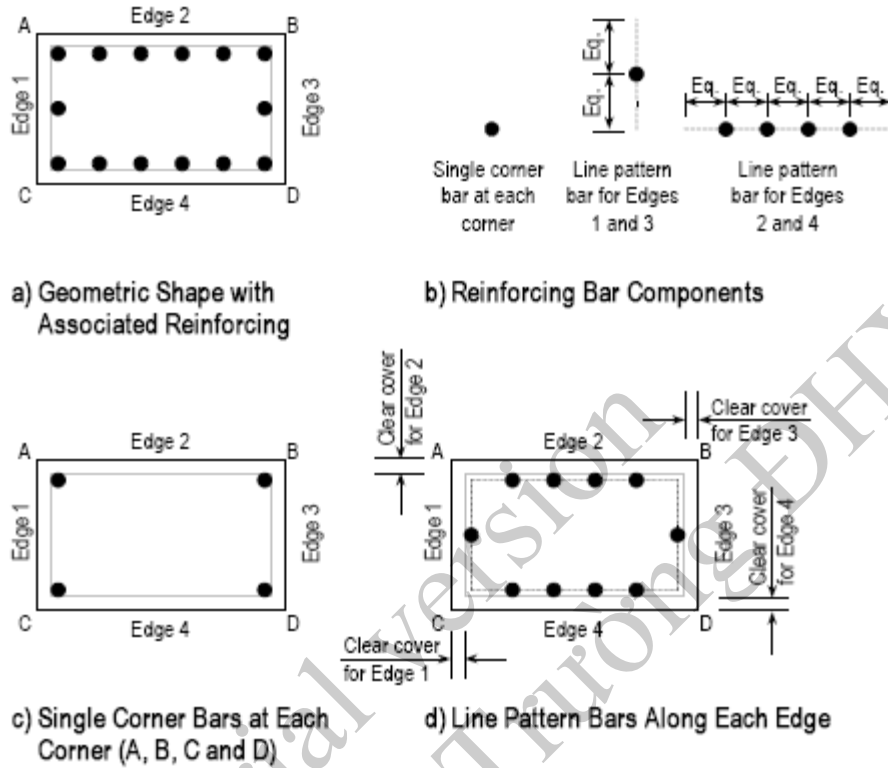
Etabs cung cấp các loại đường kính cốt thép theo tiêu chuẩn nước ngoài, do vậy sẽ thiếu một số đường kính nếu ta dùng tiêu chuẩn Việt Nam. Tuy nhiên, ta có thể thêm loại thép vào bằng cách vào Etabs, chọn *Options menu* → *Preferences* → *Reinforcement Bar Sizes*.

- *Bar ID* – ký hiệu thép, ví dụ 26d là Ø26
- *Bar Area* – diện tích thép.
- *Bar Diameter* – đường kính cốt thép.



Hình 4. 6 Khai báo cốt thép gia cường.

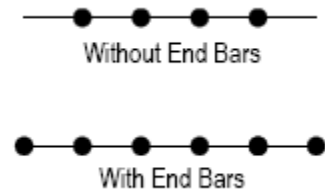
1.3.4.2. Phân loại cốt thép gia cường



Hình 4.7 Các loại cốt thép gia cường.

Phân loại cốt thép gia cường:

- Loại bám dính cùng với Shape (hình 4.7.a). Loại này được tự động tạo ra khi tại khai báo *Reinforcement* trong thuộc tính của Shape.
- Thép gia cường thêm tại một vị trí bất kỳ.
- Thép dài đều trên một đường thẳng (*Line Pattern*) dọc theo các đường biên của shape (*Edges*) (hình 4.7.b).
- Thép tại các góc (*Coner bar*) (hình 4.7.c)
- Thép gia cường trên *Line Pattern* dọc theo các đường biên của Shape (hình 4.7.d). Chúng ta có hai loại *Line Pattern* như hình 4.8.
- Thép gia cường tại góc và thép gia dọc theo đường biên của Shape. Clear Cover là lớp bảo vệ thực của thép (Hình 4.9).



Hình 4.8 Hai loại Line Pattern.

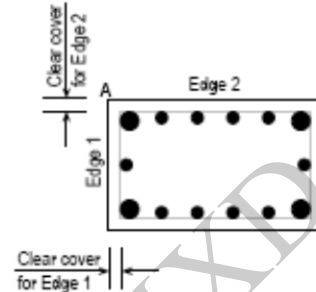
1.3.5. Phương pháp vẽ

Chúng ta có thể vẽ riêng từng Shape, sau đó vẽ các đường Line Pattern, hoặc ta có thể vẽ Shape sau đó chọn Reinforcement cho chúng.

Muốn hiện chỉnh hình dạng hoặc vị trí của các đối tượng, chúng ta phải nhấn vào biểu tượng *ReShaper* trên Toolbars hoặc vào *Draw menu* → *ReShape Mode*.

Để kết thúc việc thiết kế tiết diện, các bạn nhấn vào nút *Done* ở phía bên dưới phải của cửa sổ chương trình.

⚠️Chú ý: Nếu các một tiết diện bao gồm nhiều Shape rời rạc không liên kết với nhau. Trong khi tính toán, các Shape này sẽ làm việc cùng nhau.



Hình 4. 9 Lớp bảo vệ cốt thép.

1.4. Section Properties

1.4.1. Mục đích của Section Properties

Các thông số tiết diện chúng ta có thể tìm thấy trong *Display menu* → *Show Section Properties*. Chức năng của lệnh này là:

- Hiển thị các đặc trưng tiết diện (*Section Properties*).
- Cho phép ta xem (không sửa được) vật liệu cơ sở của tiết diện (*Base Material*).
- Đối với Frame, nó cho phép ta thay đổi được hệ trục tọa độ địa phương của tiết diện.

1.4.2. Thông số thiết diện

Công thức tính sự quy đổi tiết diện :

$$\sum_{\text{shape} = 1}^n A_{\text{shape}} E_{\text{shape}} = A_{\text{section}} E_{\text{base}}$$

Trong đó:

- A_{Section} – diện tích quy đổi (đơn vị dài bình phương).
- A_{Shape} – diện tích thực của các Shape trong Section (không bao gồm cốt thép gia cường), đơn vị chiều dài bình phương.
- E_{Base} – modul đàn hồi của vật liệu cơ sở (lực/chiều dài bình phương).

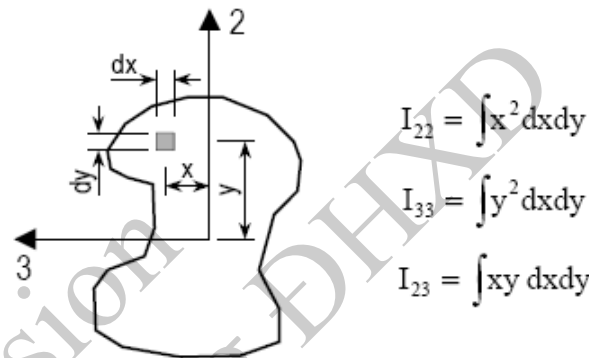
Properties	
Base Material	M300
Axis Angle	90
A	0.1963
J	5.937E-03
I33	3.068E-03
I22	3.068E-03
I23	0.
AS2	0.1747
AS3	0.1747
S33(+face)	0.0123
S33(-face)	0.0123
S22(+face)	0.0123
S22(-face)	0.0123
Z33	0.0203
Z22	0.0203
r33	0.125
r22	0.125
Xcg	0.
Ycg	0.
Xpna	0.
Ypna	0.

Hình 4. 10 Hộp thoại Properties.

- E_{Shape} – modul đàn hồi của vật liệu tạo nên Shape (lực/chiều dài bình phương).
- n – số lượng Shape trong một Section.

⚠️ Chú ý: diện tích thép gia cường (*Reinforcing*) không được kể đến trong quá trình tính toán *Section Properties*. *Section Properties* chỉ được tính toán dựa trên thông số hình học của tất cả các shape có mặt trong Section và vật liệu làm lên chúng.

- A : diện tích của tiết diện (A_{Section}).
- J : Mô men chống xoắn (đơn vị chiều dài mũ 4).
- I_{33} : Mô men quán tính quanh trục 3 (đơn vị chiều dài mũ 4).
- I_{22} : Mô men quán tính quanh trục 2 (đơn vị chiều dài mũ 4).



Hình 4. 11 Các thông số của tiết diện bất kỳ

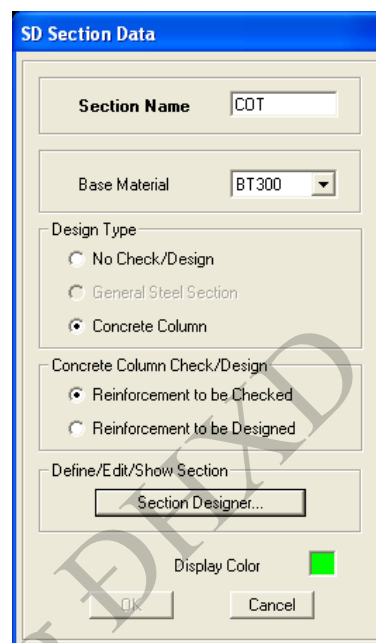
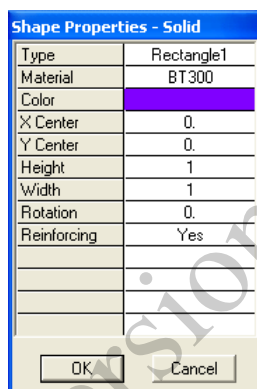
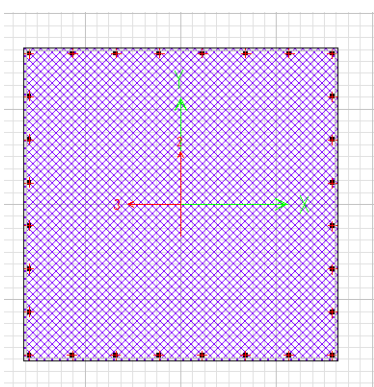
- A_{s2} : Diện tích chống cắt song song với trục 2 (đơn vị chiều dài mũ 2).
- A_{s3} : Diện tích chống cắt song song với trục 3 (đơn vị chiều dài mũ 2).
- S_{33} (+face): Section modulus about the 3-axis at extreme fiber of the section in the positive 2-axis direction, length3.
- S_{22} (+face): Section modulus about the 2-axis at extreme fiber of the section in the positive 3-axis direction, length3.
- S_{33} (–face): Section modulus about the 3-axis at extreme fiber of the section in the negative 2-axis direction, length3.
- S_{22} (–face): Section modulus about the 2-axis at extreme fiber of the section in the negative 3-axis direction, length3.
- r_{33} : Bán kính quán tính quanh trục 3 (đơn vị chiều dài).
- R_{22} : Bán kính quán tính quanh trục 2 (đơn vị chiều dài).
- X_{cg} , Y_{cg} : tọa độ của trọng tâm tiết diện (*Center Gravity*) trong hệ tọa độ XOY.

1.5. Ví dụ

Tạo một tiết diện cột C100x100 bằng bê tông mác 300. Cốt cứng hình chữ I kích thước là $0.8 \times 0.6 \times 0.05$, cốt mềm là thép AII.

Để bật chương trình *Section Designer*. Ta vào menu *Define* → *Define Frame Section* → *SD Section Data*. Điền các thông số cho cột như hình 4.11.

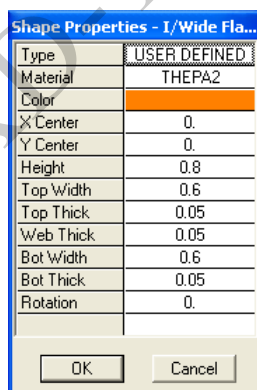
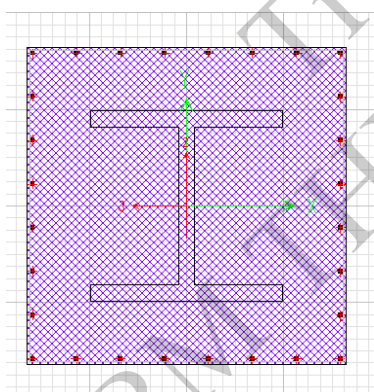
Bạn vào menu *Draw* → *Draw Solid Shape* → *Rectangle*, kích vào gốc tọa độ XOY. Kích phải chuột vào tiết diện hình vuông, chỉnh các thông số như trong hộp thoại *Shape Properties – Solid*.



Hình 4.13 Hộp thoại Shape Properties – Solide.

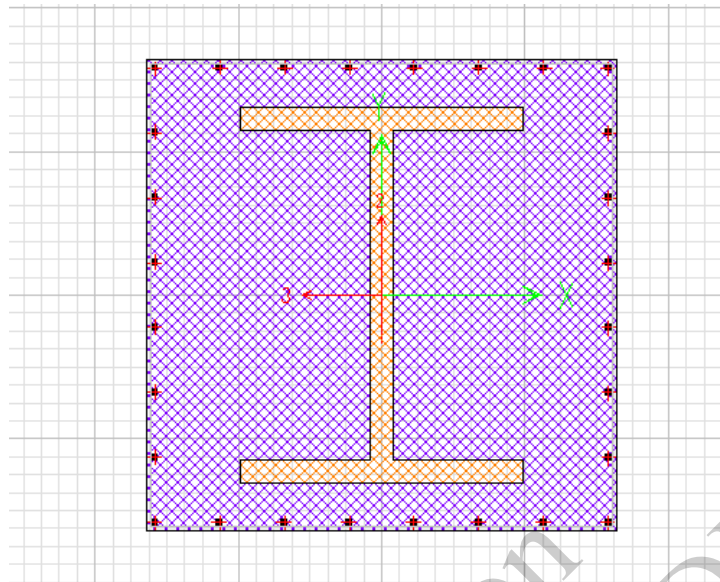
Hình 4.12 Hộp thoại SD Section Data.

Sau đó vào menu *Draw* → *Draw Structural Shape* → *I/Wide Flange*, kích vào gốc tọa độ XOY. Kích phải chuột vào tiết diện hình chữ I, chỉnh các thông số như trong hộp thoại *Shape Properties – I/Wide Flange*.



Hình 4.14 Hộp thoại Shape Properties – Solide.

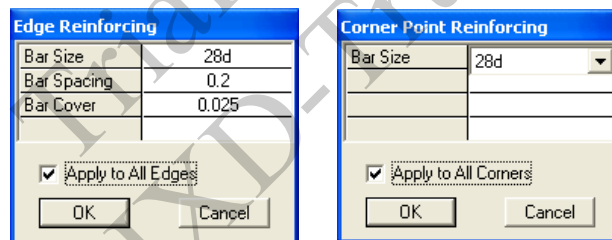
Sau khi hiệu chỉnh xong, tiết diện được vẽ có dạng như sau.



Hình 4.15 Tiết diện sau khi vẽ xong.

Bấm phải chuột vào bất kỳ thanh thép trên cạnh của hình vuông (không bấm vào thép ở góc), hộp thoại *Edge Reinforcing* hiện lên, chỉnh các thông số như hình dưới.

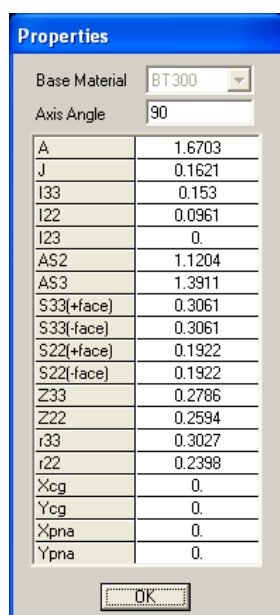
Bấm phải chuột vào bất kỳ thanh thép ở góc, hộp thoại *Corner Point Reinforcing* hiện lên, chỉnh các thông số như hình dưới.



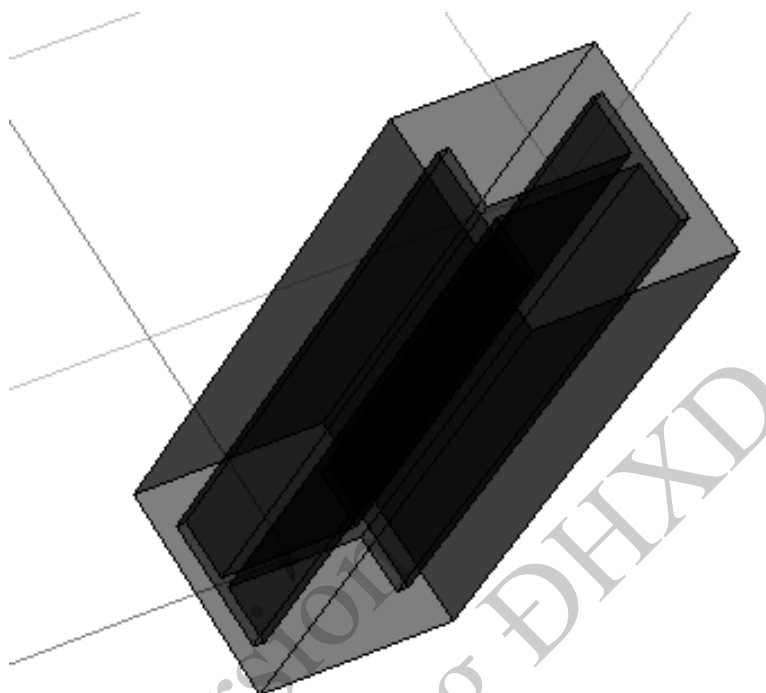
Hình 4.16 Gia cường cốt thép cho tiết diện.

Vào Menu *Display* → *Show Section Properties*. Chúng ta có bảng thông số tiết diện như hình 4.17. Đóng *Section Designer* và nhấn nút *OK* để kết thúc việc định nghĩa khai báo tiết diện.

Trở về *Etabs*, vẽ vật có tiết diện như vừa vẽ. Ta được kết quả như hình 4.18.



Hình 4. 17 Các thông số tiết diện.



Hình 4. 18 Hình dạng của cột vừa định nghĩa.

2. LƯỚI (GRID)

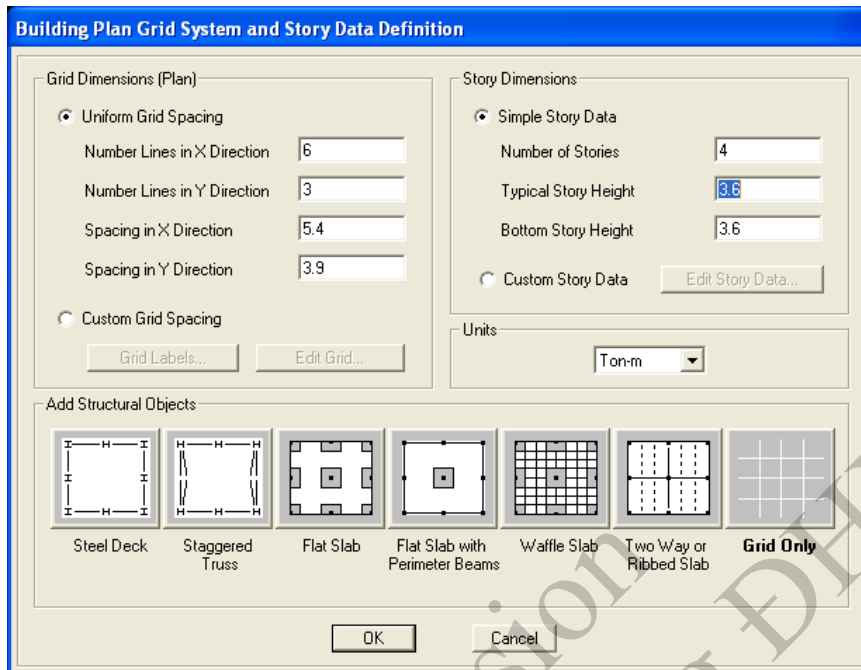
2.1. Hộp thoại Building Plan Grid System and Story Data Definition

Grid Dimensions (Plan): các thông số của lưới trên mặt bằng.

- *Uniform Grid Spacing:* khoảng cách giữa các đường lưới đều nhau.
- *Number Lines in X Direction:* số lượng đường lưới theo phương X.
- *Number Lines in Y Direction:* số lượng đường lưới theo phương Y.
- *Spacing in X Direction:* khoảng cách giữa các đường lưới theo phương X.
- *Spacing in Y Direction:* khoảng cách giữa các đường lưới theo phương Y.

Story Dimensions: các thông số về chiều cao tầng.

- *Simple Story Data:* dữ liệu cho từng tầng.
- *Number Stories:* số tầng.
- *Typical Story Height:* chiều cao tầng điển hình.
- *Bottom Story Height:* chiều cao tầng trệt.



Hình 4. 19 Hộp thoại Building Plan Grid System and Story Data Definition.

2.2. Hộp thoại Grid Labeling Options

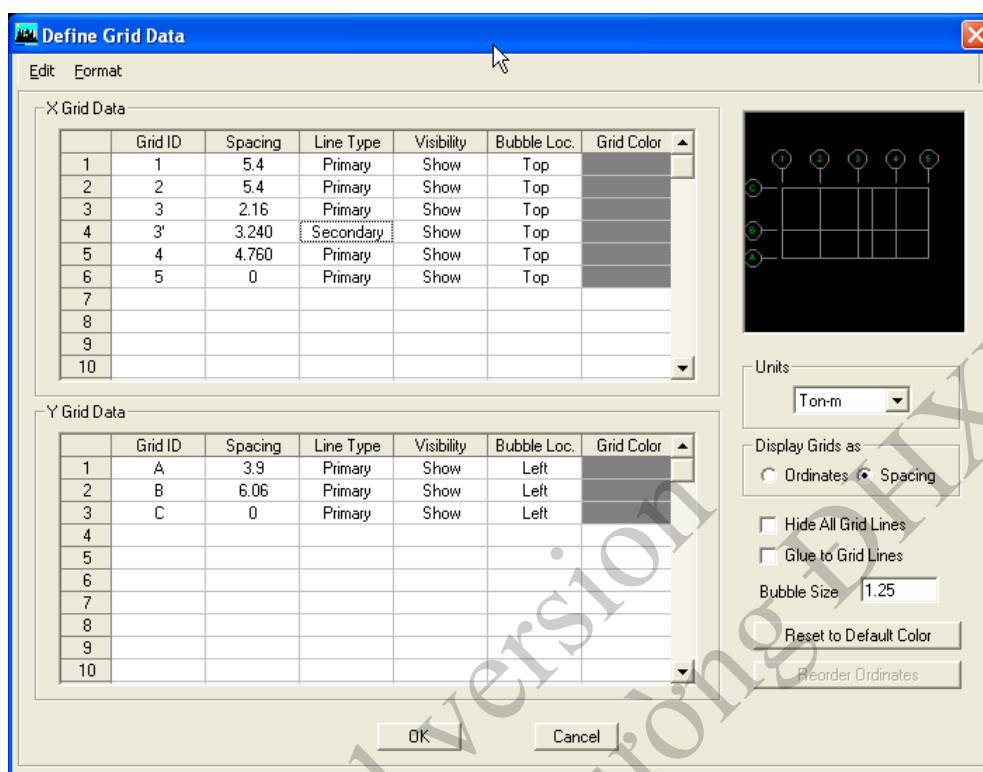
Chọn *Custom Grid Spacing* trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition* → nhấn vào nút *Grid Labels*. Hộp thoại *Grid Labeling Options* hiện lên. Hộp thoại này dùng để đánh tên các trục một cách tự động.

- *Beginning X, Y ID*: tên trục bắt đầu theo phương X, Y.
- *Label Left to Right*: tên trục được đánh số từ trái sang phải theo phương X.
- *Label Bottom to Top*: tên trục được đánh số từ dưới lên trên theo phương Y.



Hình 4. 20 Hộp thoại Grid Labeling Options

2.3. Hộp thoại Define Grid Data



Hình 4. 21 Hộp thoại Define Grid Data.

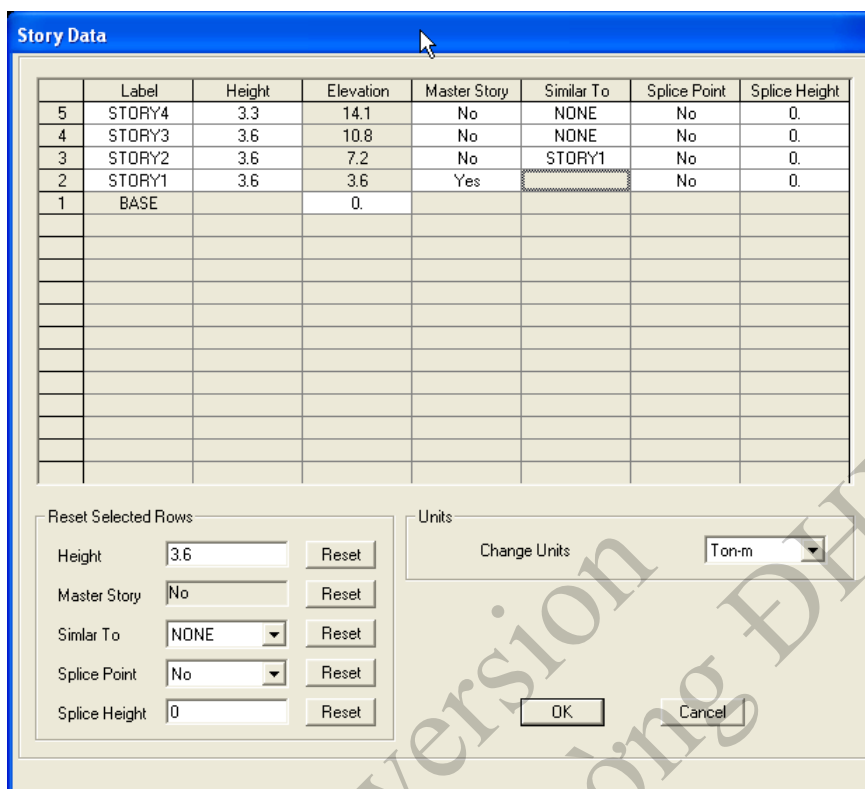
- X, Y Grid Data: lưới theo phương X,Y.
- Grid ID: tên trục.
- Ordinate: tọa độ của lưới.
- Line Type: Loại đường trục.
 - + Primary: lưới chính.
 - + Secondary: lưới phụ.
 - + Lưới chính sẽ có tên lưới. Trái lại, lưới phụ sẽ không có tên lưới. Để chuyển qua lại dưới lưới chính và lưới phụ, ta chỉ việc nhấp đúp chuột vào chữ Primary (Secondary) của lưới đó.
- Visibility: điều khiển sự ẩn hiện của lưới.
 - + Show: hiện lưới.
 - + Hide: ẩn lưới.

- + Để chuyển qua lại giữa Show và Hide ta nhấn đúp chuột vào chữ show(hide) của lưới đó.
- *Bubble Loc (Bubble Location)*: điều khiển vị trí tên lưới.
 - + *Top / Bottom*: trên/dưới.
 - + *Left/Right*: trái/phải.
- + Để chuyển qua lại giữa *Top/Bottom* và *Left/Right* ta nhấn đúp chuột vào chữ *Top/Bottom* và *Left/Right* của lưới đó.
- *Grid Color*: điều khiển màu của lưới.
- *Units*: đơn vị.
- *Display grids as*: hiển thị grid dưới dạng.
 - + *Ordinates*: tọa độ của các lưới.
 - + *Spacing*: khoảng cách giữa các đường lưới.
- *Hide All Grid Lines*: ẩn tất cả các đường lưới.
- *Glue to Grid Lines*: các điểm trên lưới sẽ được bám dính lấy lưới. Có nghĩa là khi ta hiệu chỉnh lưới thì tất cả các điểm nằm trên lưới sẽ được dịch chuyển cùng với lưới.
- *Bubble Size*: kích thước của tên đường lưới.

2.4. Hộp thoại Story Data

Để bật hộp thoại này, chúng ta vào menu *Edit* → *Edit Story Data* → *Edit Story*.

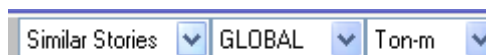
- *Label*: tên của tầng.
- *Height*: chiều cao tầng.
- *Elevation*: cao độ của tầng.
- *Master Story*: tầng chính.
- *Similar To*: khai báo tầng sẽ tương tự như...



Hình 4. 22 Hộp thoại Story Data.

2.5. Các chế độ vẽ

Các chế độ vẽ được chỉnh ở góc phần mềm Etabs.



Chúng ta có ba chế độ vẽ:

- *One Story*: Chỉ vẽ và chỉnh sửa trên một tầng.
- *All Stories*: Chúng ta vẽ và chỉnh sửa trên tất cả các tầng. Ví dụ như khi ta xóa một Frame trên 1 tầng thì các Frame trên các tầng khác (tại vị trí tương tự như thế – nếu như có, nhưng ở tầng khác) cũng sẽ bị xóa theo.
- *One Story*: Khi chúng ta vẽ và chỉnh sửa trên tầng điển hình (*Master Story*) thì các tầng tương tự cũng bị hiệu chỉnh theo (*Similar Story*). Chúng ta đã khai báo tầng điển hình và tầng tương tự ở trong hộp thoại *Edit Story Data* ở mục 2.4. Ví dụ như khi ta vẽ một Frame trên tầng điển hình thì Frame này cũng được vẽ trên các tầng tương tự.

Ba chế độ vẽ trên chỉ có tác dụng khi chúng ta thao tác trên mặt bằng (Bạn đọc có thể tham khảo thêm trong phần bài tập 2).

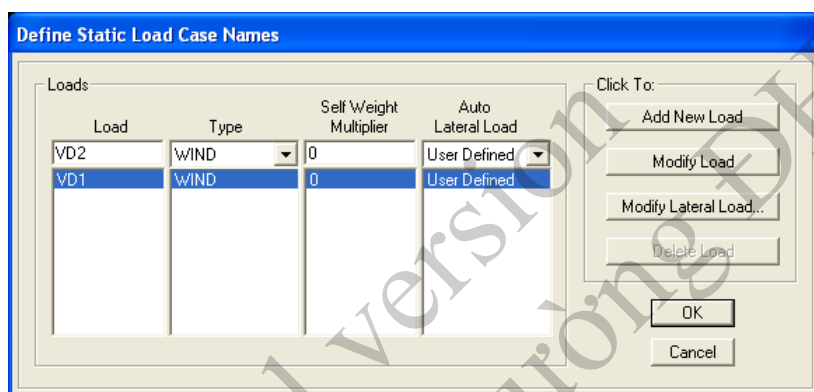
3. TẢI TRỌNG (LOAD)

3.1. Wind Load

Mục này xin giới thiệu một số tính năng nhập tải thông qua kiểu tải trọng là tải gió (*Wind Load*).

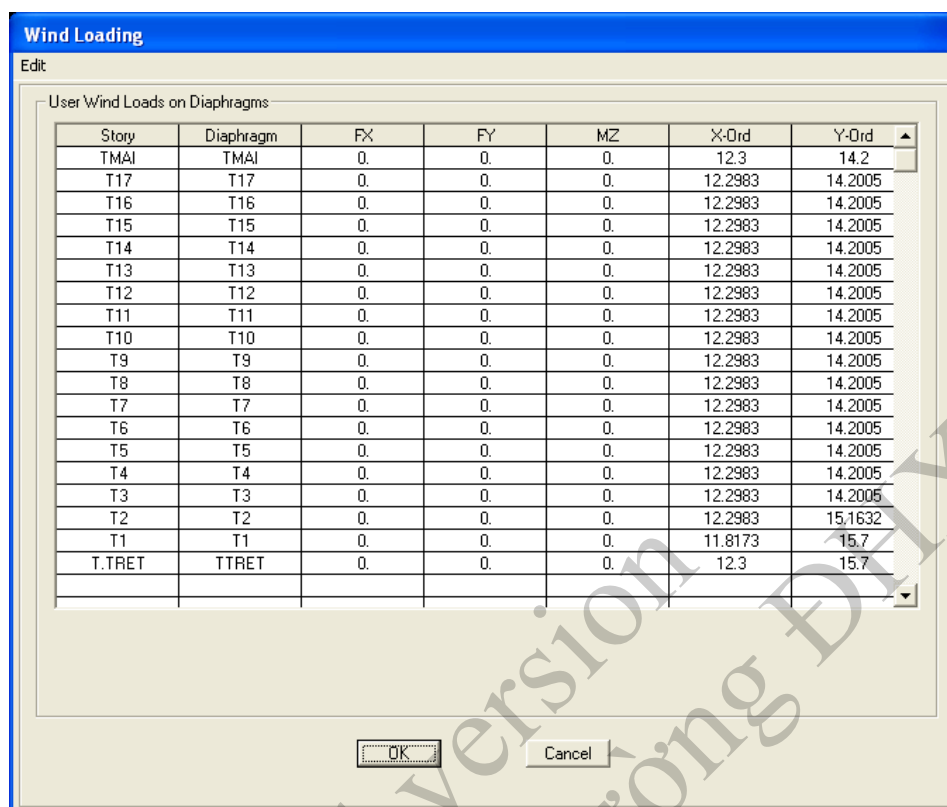
Vào *Define menu* → *Static Load Cases*. Khai báo các thông số như trong bảng *Define Static Load Case Names* như dưới đây.

- + Type: wind.
- + Auto Lateral Load: User Defined.



Hình 4. 23 Define Static Load Case Names.

Sau khi đã *Add New Load*, nhấn vào nút *Modify Lateral Load*.



Hình 4. 24 Hộp thoại Wind Loading.

FX , FY , MZ là lực đặt vào Diaphragm. Các tải trọng này tác động vào diaphragm tại tọa độ là $X-Ord$ và $Y-Ord$.

Ví dụ, khi bạn muốn nhập tải gió động hoặc động đất, bạn tìm tọa độ tâm khối lượng và nhập vào $X-Ord$ và $Y-Ord$, tải trọng theo phương X thì nhập vào FX , tải trọng theo phương Y thì nhập vào FY .

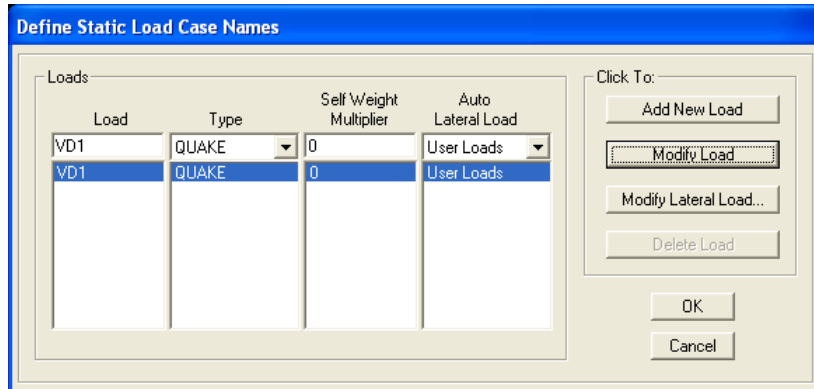
⚠️ Chú ý: Phương pháp này sử dụng cách nhập tải vào Diaphragm nên nhất thiết bạn phải khai báo diaphragm cho các tầng trước khi nhập tải.

3.2. Quake Lad

Mục này xin giới thiệu một số tính năng nhập tải thông qua kiểu tải trọng là tải gió (*Wind Load*).

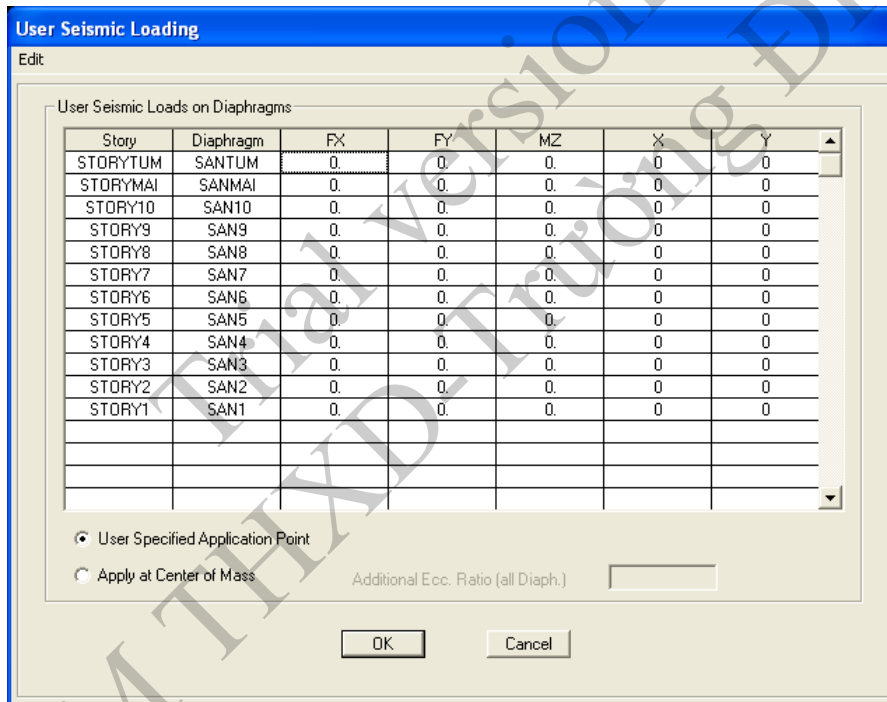
Vào *Define menu* → *Static Load Cases*. Khai báo các thông số như trong bảng *Define Static Load Case Names* như dưới đây.

- + Type: Quake.
- + Auto Lateral Load: User Loads.



Hình 4. 25 Hộp thoại Define Static Load Case Names.

Sau khi đã *Add New Load*, nhấn vào nút *Modify Lateral Load*. Hộp thoại *User Seismic Loading* hiện lên (Hình 4.25).



Hình 4. 26 Hộp thoại User Seismic Loading.

FX , FY , MZ là lực đặt vào Diaphragm. Các tải trọng này tác động vào diaphragm tại tọa độ là X và Y .

Ví dụ, khi bạn muốn nhập tải gió động hoặc động đất, bạn tìm tọa độ tâm khối lượng và nhập vào tọa độ X và Y , tải trọng theo phương X thì nhập vào FX , tải trọng theo phương Y thì nhập vào FY .

Ngoài ra, đối với loại tải trọng này, ta có thêm lựa chọn nhập vào tâm khối lượng của Diaphragm (Apply at Center of Mass).

⚠️ Chú ý:

- + Phương pháp này sử dụng cách nhập tải vào Diaphragm nên nhất thiết bạn phải khai báo diaphragm cho các tầng.
- + Khi bạn khai báo tải trọng, bạn có khai báo loại tải trọng (Type) là Dead, Live, Wind... việc khai báo này chỉ có ý nghĩa khi bạn sử dụng chức năng tổ hợp tải trọng tự động (*Define → Add Defaut Design Combo*). Khi sử dụng chức năng *Add Defaut Design Combo*, Etabs sẽ dựa vào tiêu chuẩn thiết kế (*Options → Preferences → Concrete Frame Design*) và các loại tải trọng (*Dead, Live...* mà bạn đã khai báo) để tự sinh ra các tổ hợp tải trọng.
- + Còn nếu bạn tự khai báo các tổ hợp tải trọng (không sử dụng chức năng *Define menu → Load combination*) thì việc khai báo loại tải trọng (Live, Dead, Wind...) không có ý nghĩa gì. Do vậy bạn có thể tận dụng các chức năng nhập tải trọng vào Diaphragm nói trên để nhập các loại tải trọng khác theo mong muốn của bạn.
- + Một cách cụ thể, **cả hai chức năng** nhập tải *Wind Load* và *Quake Load* vừa trình bày ở trên, bạn đọc đều có thể sử dụng chúng để nhập tải trọng vào tâm khối lượng, tâm cứng hoặc vào một vị trí bất kỳ trên Diaphragm. Điều quan trọng là bạn đọc phải biết lấy tọa độ *tâm cứng* cũng như tọa độ *tâm khối lượng* của từng tầng để điền vào các hộp thoại này. Chi tiết xin xem thêm phần bài tập thực hành.

4. CÁC PHƯƠNG PHÁP CHỌN PHẦN TỬ

4.1. Chọn phần tử trên mặt bằng

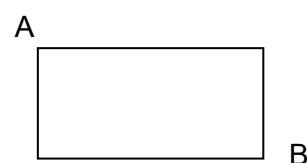
Chọn bằng cách kích vào điểm, phần tử Frame hoặc phần tử Area trên mặt bằng → chúng ta sẽ chọn được đối tượng đó trên mặt bằng.

Nếu bạn đọc muốn chọn cột của tầng đó, bạn đọc khoanh chuột bao lấy cột đó, kết quả là cột và các điểm nằm trên cột đó sẽ được chọn.

Nếu bạn đọc một chọn vách, bạn đọc khoanh chuột bao lấy vách đó, kết quả là vách và các điểm nằm trên vách đó sẽ được chọn.

Chúng ta phân biệt hai cách khoanh chuột trong Etabs.

- + Nếu khoanh từ vị trí A đến B, thì tất cả các phần tử nằm trong hình chữ nhật sẽ được chọn.
- + Nếu khoanh từ B về A, thì tất cả các phần tử mà hình



chữ nhật đó cắt qua sẽ được chọn.

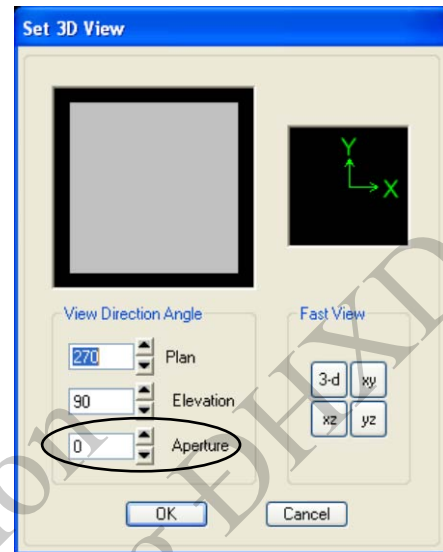
4.2. Đưa điểm nhìn ra vô cùng

Phương pháp đưa điểm nhìn ra vô cùng rất thuận tiện cho việc chọn phần tử. Cách làm như sau:

- Vào menu *View* → *Set 3D View*.
- Trong hộp thoại *Set 3D View*, chúng ta để *Aperture* bằng 0. Còn *Plan* và *Elevation* chúng ta để theo mong muốn. Ví dụ như hình vẽ 4.27 là nhìn từ trên xuống, điểm nhìn ở vô cùng.

Ưu điểm của việc đưa điểm nhìn ra vô cùng (lấy ví dụ như khi ta đưa điểm nhìn ra vô cùng, nhìn từ trên xuống, như hình 4.27):

- Khi ta khoanh một hình chữ nhật bao lấy cột, thì tất cả các cột tại vị trí đó của tất cả các tầng sẽ được chọn.
- Sử dụng kết hợp với chức năng thứ tư trong thanh công cụ chọn ở mục dưới (4.3) sẽ mang lại hiệu quả một cách đáng kể.

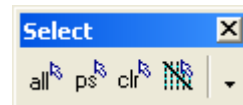


Hình 4. 27. Hộp thoại Set 3D View.

4.3. Sử dụng thanh công cụ

Chúng ta có các thanh công cụ chọn phần tử sau:

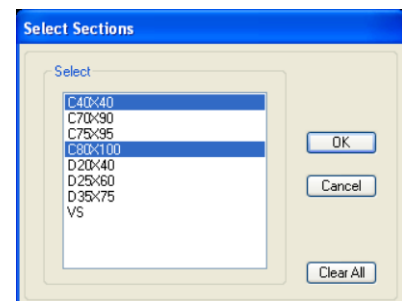
- *All*: Chọn tất cả các phần tử.
- *Ps*: Lấy lại tập hợp chọn trước đó.
- *Clr*: hủy bỏ tập hợp đang chọn.
- *Intersecting Line* (Hình đường thẳng cắt qua các đối tượng): Vạch một đường thẳng cắt qua các đối tượng. Các đối tượng cắt qua đường thẳng sẽ được chọn.



4.4. Sử dụng chức năng trong menu Select

Menu Select → *by Frame Sections*: dùng để chọn các thanh có cùng một tiết diện. Ví dụ hình 4.28 chọn các cột có tiết diện C40x 40 và C80x100.

Menu Select → *by Wall/Slab/Deck Sections*: dùng để



Hình 4. 28 Chọn dầm có cùng tiết diện.

chọn các phần tử Area có cùng một tiết diện. Ví dụ hình 4.29 chọn tất cả các tấm vách có tiết diện 4.29.

Menu Select → *by Line Object Type*: Chọn phần tử Frame theo kiểu phần tử (hình 2.30):

- + *Column*: Phần tử cột.
- + *Beam*: Phần tử dầm.
- + *Brace*: Phần tử giằng.
- + *Null*: Không chọn gì

- + *Dimen Lines*: Các đường ghi kích thước.

Menu Select → *by Wall/Slab/Deck Sections*: Chọn phần tử Area theo kiểu phần tử (hình 2.31):

- + *Wall*: phần tử vách, tường.
- + *Floor*: Phần tử Sàn.
- + *Ramp*: Bờ dốc, thang leo.
- + *Null*: Không chọn gì.

Menu Select → *Deselect*: Dùng để loại bỏ một số đối tượng nào đó trong tập hợp các đối tượng đã được chọn.

Menu Select → *Invert*: Dùng để đảo ngược tập hợp chọn. (sẽ loại bỏ các phần tử đang chọn ra khỏi tập hợp chọn, thêm vào các đối tượng chưa được chọn vào tập hợp chọn)

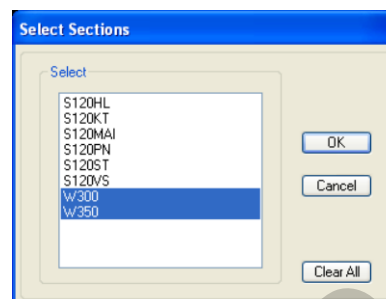
Menu Select → *Pier ID*: Chọn theo tên của các phần tử Pier.

Menu Select → *Spandrel ID*: Chọn theo tên của các phần tử Spandrel.

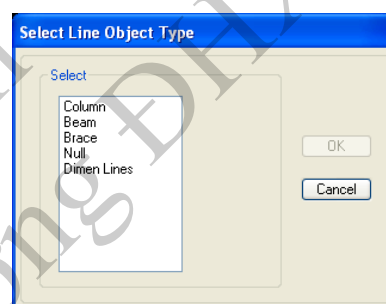
5. HỘP THOẠI REPLICATE

Hộp thoại Replicate dùng để nhân bản các đối tượng. Phương pháp nhân bản như sau:

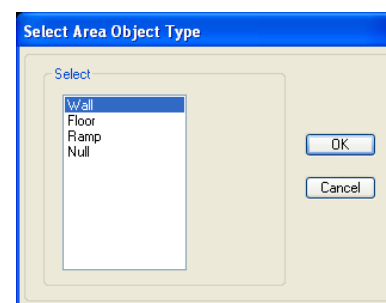
- Chọn đối tượng cần nhân bản.
- Vào menu **Edit** → **Replicate**. Hộp thoại Replicate hiện lên như hình 4.32.



Hình 4. 29 Chọn dầm có cùng tiết diện.

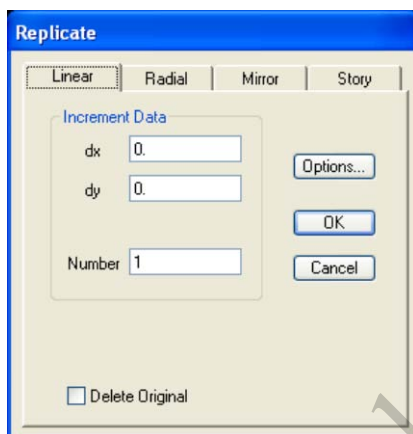


Hình 4. 30 Hộp thoại Select Line Object Type

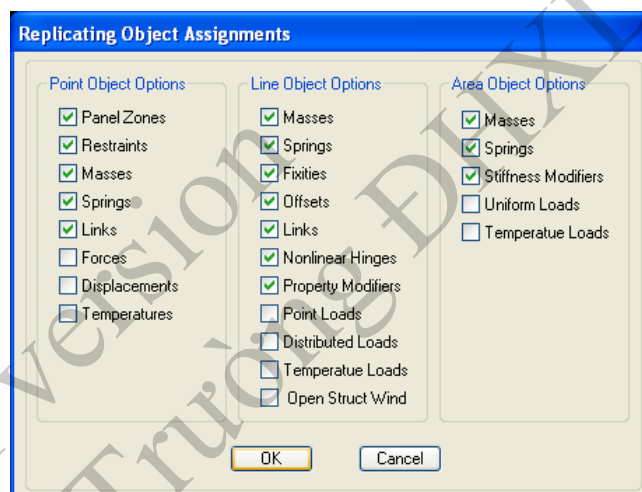


Hình 4. 31 Hộp thoại Select Area Object Type.

- Các chức năng nhân bản *Linear* (theo phương thẳng), *Radial* (theo hình cung tròn), *Mirror* (lấy đối xứng) giống như trong Sap2000.
- Chức năng *Story*: nhân bản theo tầng. Chức năng này không có ở Sap2000. Khi sử dụng chức năng này, Etabs tự động điều chỉnh chiều dài cột và vách nếu các tầng có chiều cao khác nhau.
- Mục *Option* trong hộp thoại Replicate dùng để chỉnh các thuộc tính nhân bản. Ví dụ, hình 3.33 thể hiện cách chỉ Replicate các phần tử và liên kết, không Replicate tải trọng.



Hình 4. 33 Hộp thoại Replicate.



Hình 4. 32 Hộp thoại Replicate.

Trial version
BM THXD-Trường ĐHXD

Chương 5: Bài tập thực hành

Địa chỉ liên hệ: hòm thư anhbinh0310@yahoo.com hoặc chuyên mục “Tin học ứng dụng trong thiết kế (Sap, Etabs...)” tại địa chỉ <http://el.nuce.edu.vn/>.

Chúng tôi khuyến cáo bạn đọc nên đọc và nắm vững phần Sap2000 trước khi bước vào đọc và thực hành phần Etabs.

Các bài tập dưới đây được xây dựng trên nền Etabs 8.50. Các version khác của Etabs chúng tôi chưa kiểm tra lại.

Phần bài tập được biên soạn từ các kiến thức cơ bản đến phức tạp. Do vậy, bạn đọc nên thực hành từ bài tập 1 đến bài tập 4 một cách tuần tự.

1. BÀI TẬP 1

Mục đích:

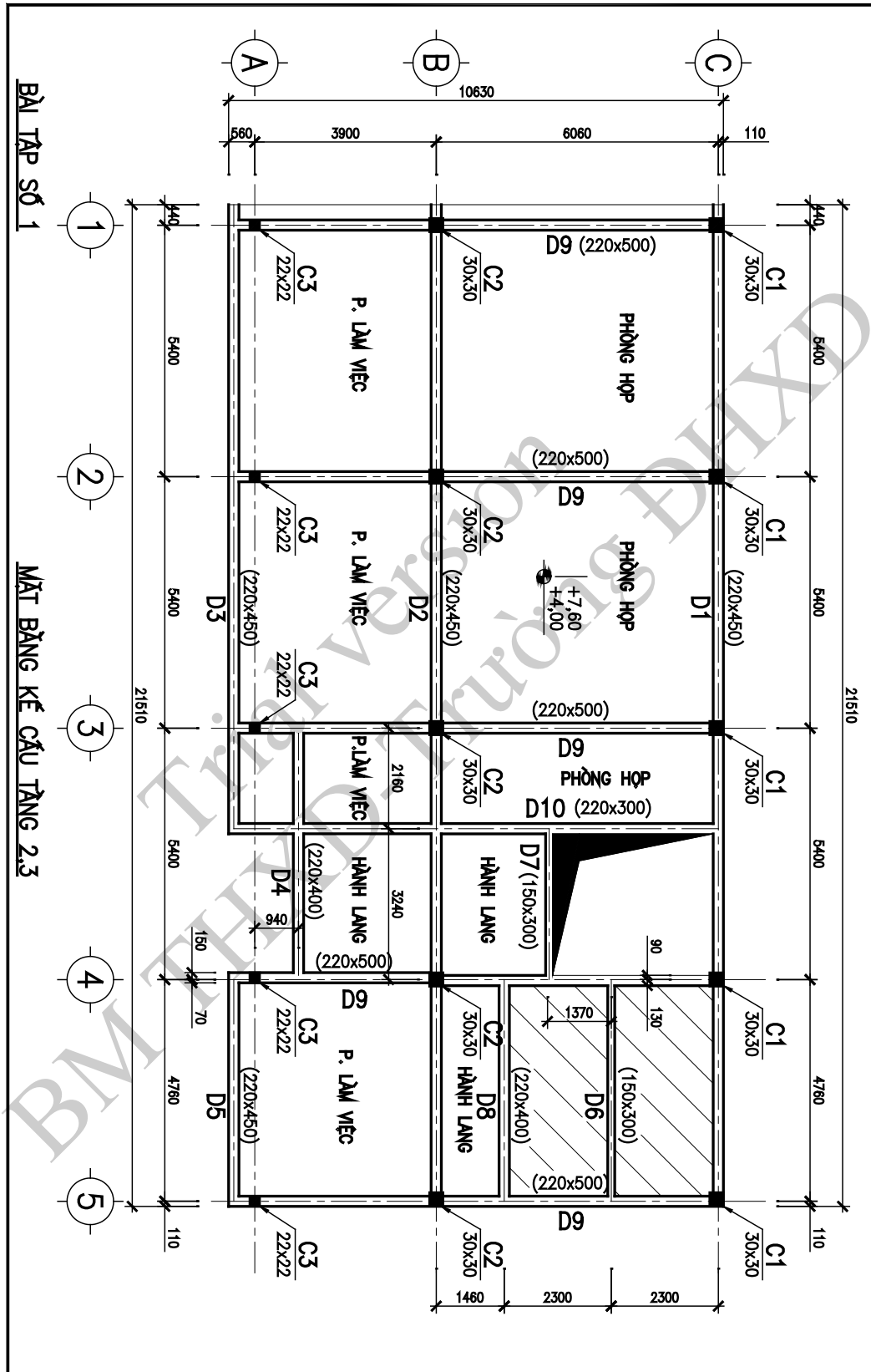
- Thao tác với chức năng cơ bản của Etabs.
- Phương pháp định nghĩa các trường hợp tải trọng.
- Cách đọc dữ liệu xuất ra và lấy các dữ liệu cần thiết.
- Phương pháp gán tải trọng vào tâm cứng và tâm khối lượng.
- Phương pháp tổ hợp tải trọng.
- Phương pháp kiểm tra mô hình, phát hiện lỗi và sửa lỗi.
- Phương pháp thiết kế cốt thép theo tiêu chuẩn nước ngoài.
- Phương pháp xem kết quả nội lực.

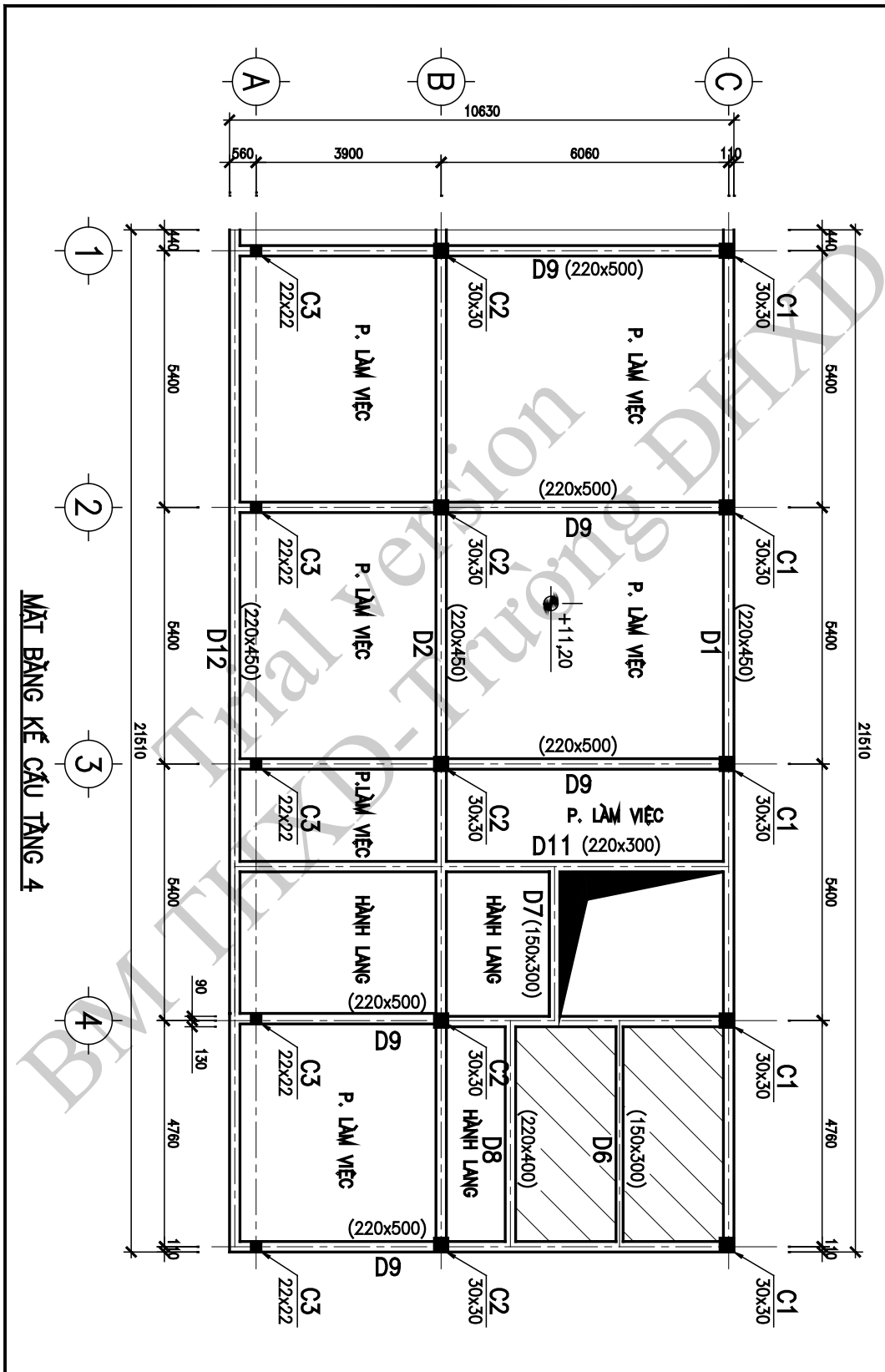
Đề bài:

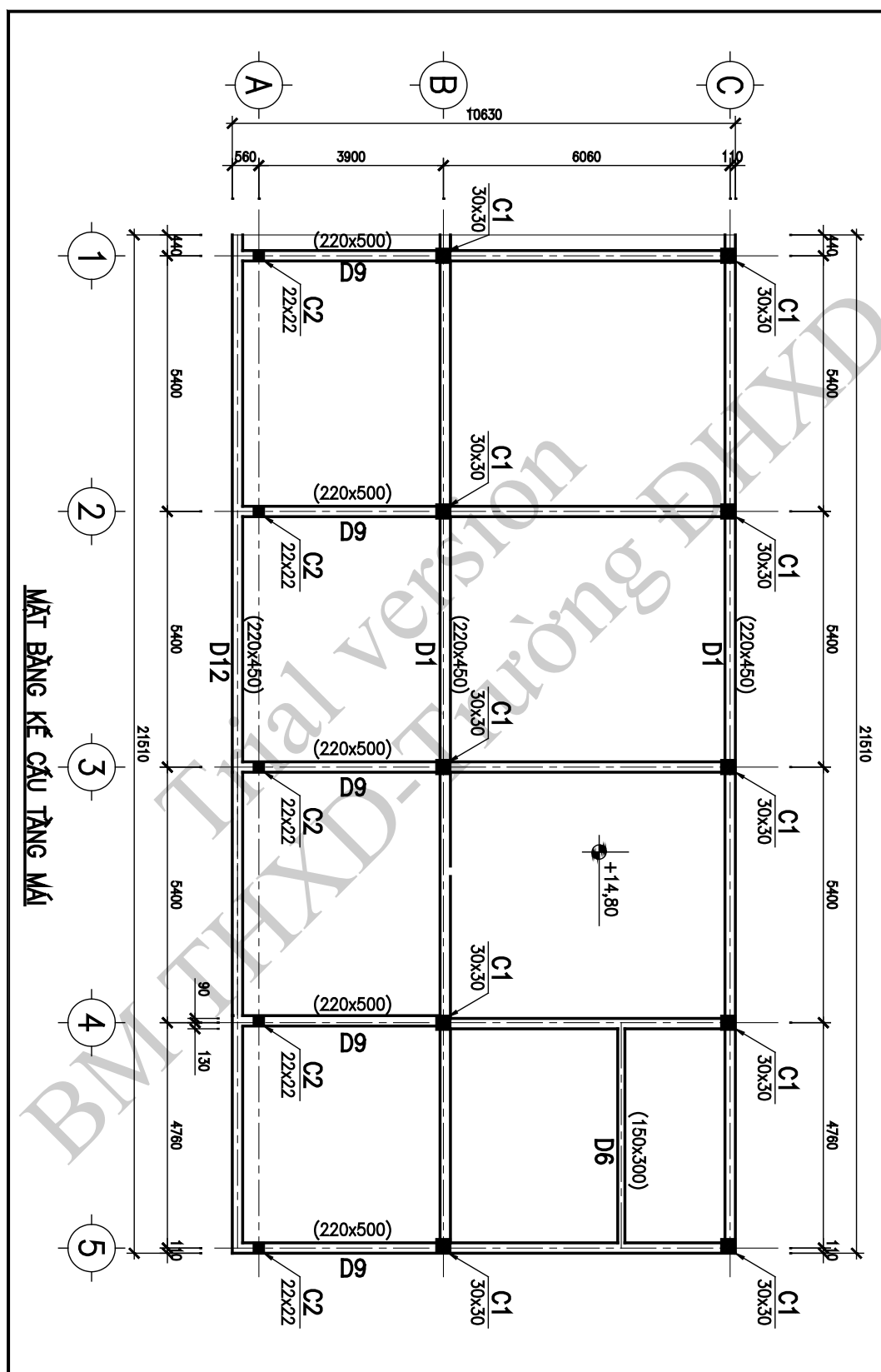
- Mặt bằng kết cấu các tầng được vẽ ở trang sau.

1.1. Lập hệ lưới.

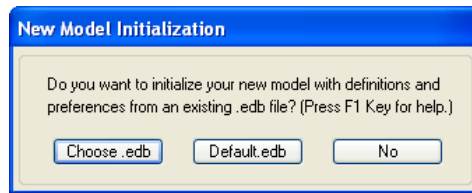
- Chọn đơn vị: **T/m**.
- Vào menu **File** → **New Model**, nhấn **No** trong hộp thoại tiếp theo để mở hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*.



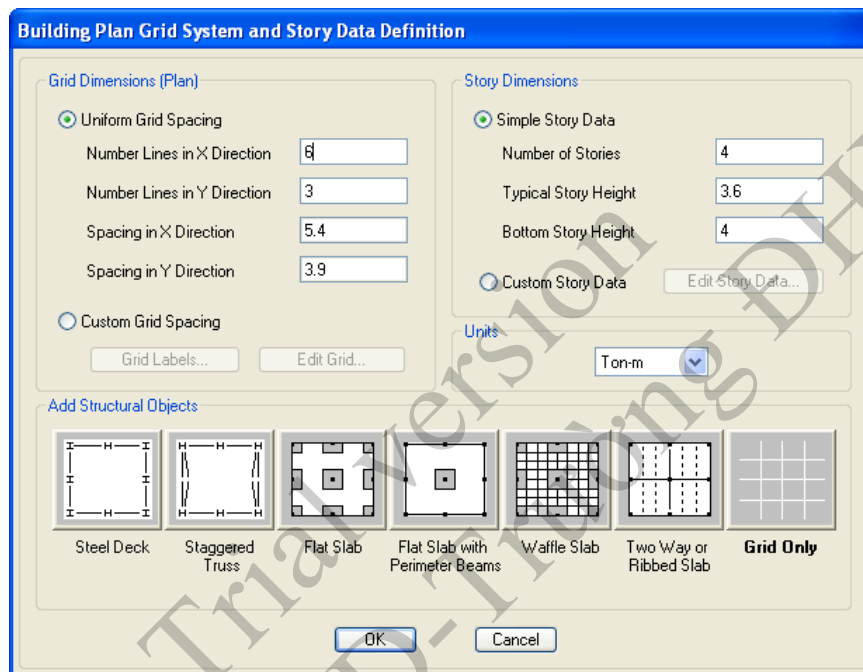




MẶT BẰNG KẾ CẦU TẦNG MẶT



- Nhập các giá trị đường lưới như hình vẽ:



- Tích vào **Custom grid spacing** trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition* để hiệu chỉnh đường lưới.

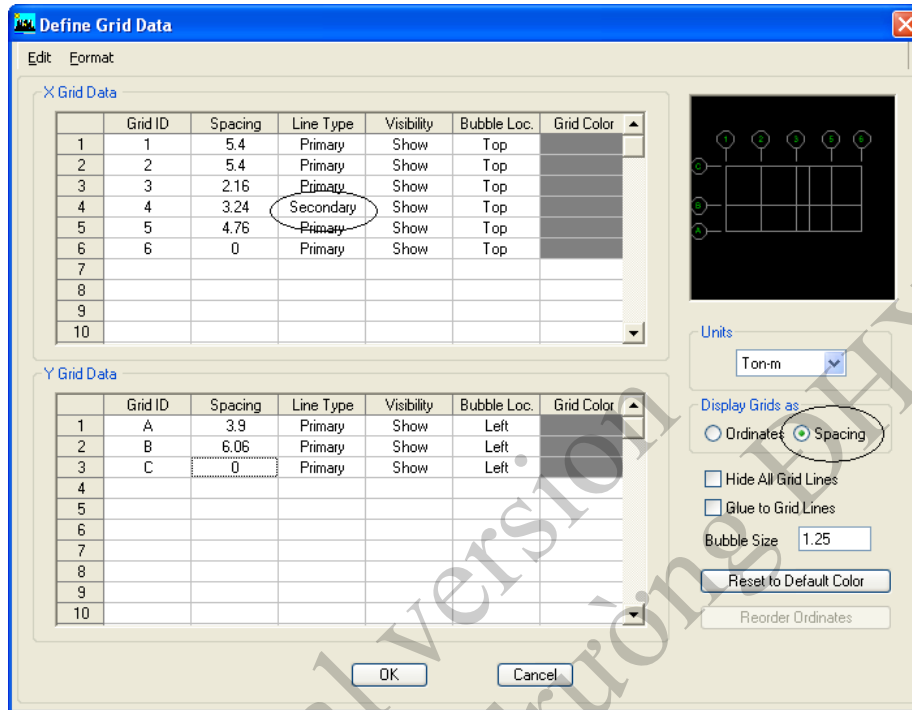
- Kích vào nút **Grid Label** trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition* để hiệu chỉnh tên đường trục. Các thông số như hình vẽ bên.

- + X Grid: đặt tên các đường lưới vuông góc với trục X, lần lượt từ trái qua phải (Left to Right), tức là theo phương X.
- + Y Grid: đặt tên các đường lưới vuông góc với trục Y, lần lượt từ dưới lên trên (Bottom to Left), tức là theo phương Y.

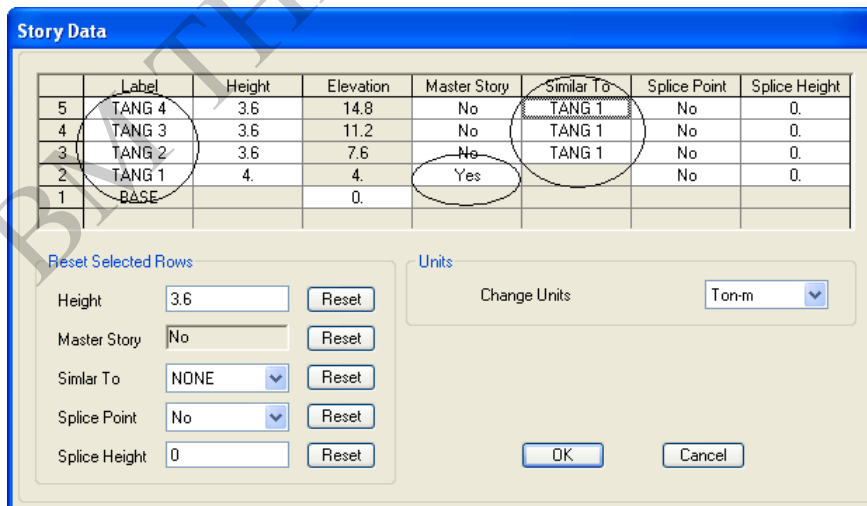
- Bấm nút **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Grid Label Options*.



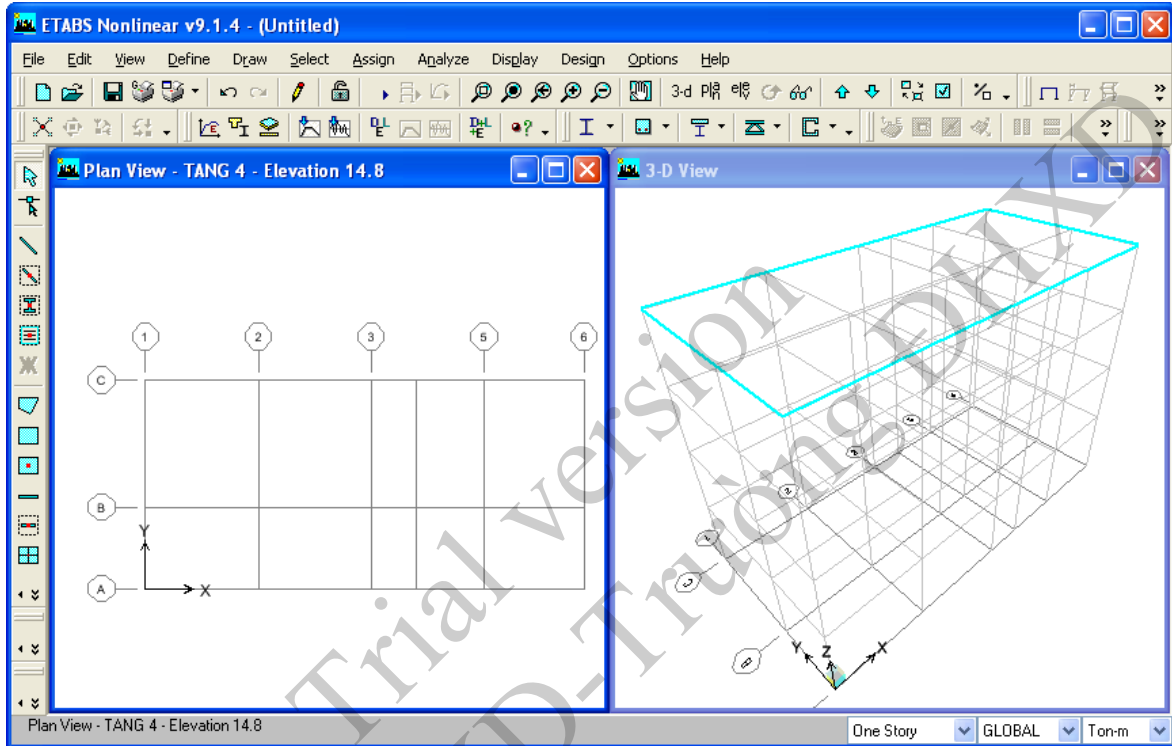
- Bấm vào nút **Edit Grid** trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*, hộp thoại *Define Grid Data* hiện lên. Hộp thoại này dùng để hiệu chỉnh khoảng cách đường lưới và tên trục. Các thông số trong hộp thoại này điền như sau :



- Trong hộp thoại này, chúng tôi khuyến cáo bạn đọc nên chuyển *Display Grid as:* **Spacing**. Sau đó chỉnh các thông số *X Grid Data* và *Y Grid Data* như hình trên (Xem thêm chương 4, mục 2.3). Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Define Grid Data*.
- Tích vào **Custom Story Data** trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition* để hiệu chỉnh chiều cao giữa các tầng .

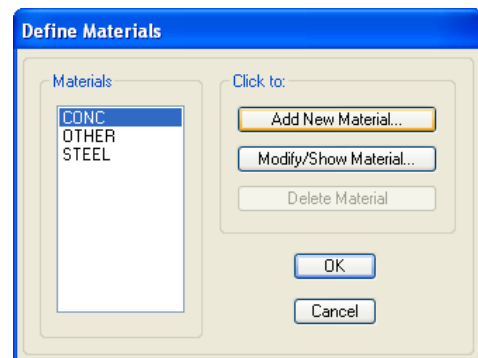


- Chỉnh *Master Story* sang *TANG 1*. Chỉnh *Similar to TANG 1*. Các thông số khác giữ nguyên (Xem thêm chương 4, mục 2.4). Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Story Data*.
- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*. Chúng ta quay về màn hình Etabs như hình dưới đây :



1.2. Khai báo các đặc trưng hình học và vật liệu:

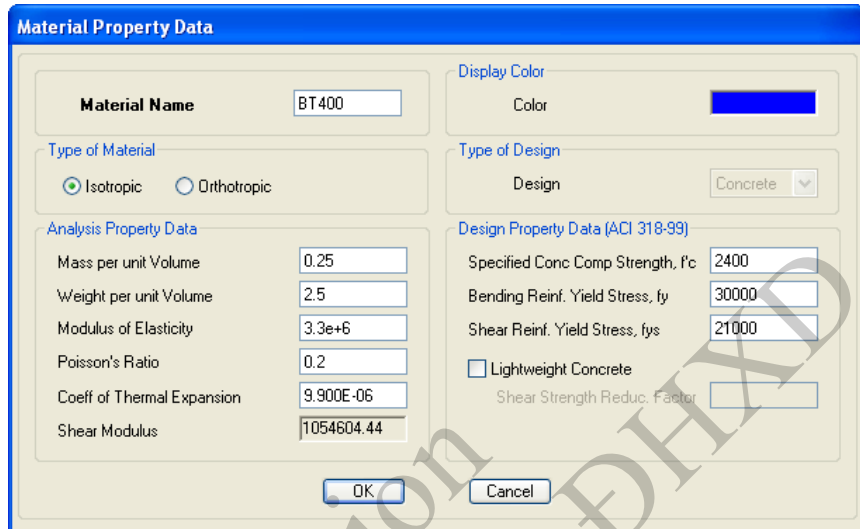
- Khai báo vật liệu : Menu **Define** → **Material properties**. Trong hộp thoại *Define Materials* chọn **Add New Material**.



- Khai báo vật liệu bê tông mác 400 như trong hộp thoại *Material Property Data* dưới đây. Các số liệu trong mục *Design property Data* là cường độ của bê tông, của thép. Các giá trị này sẽ dùng cho thiết kế cốt thép.

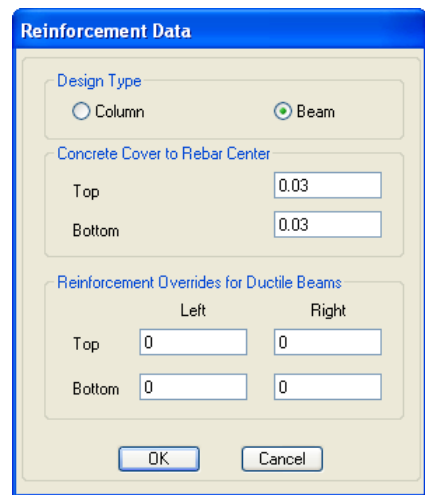
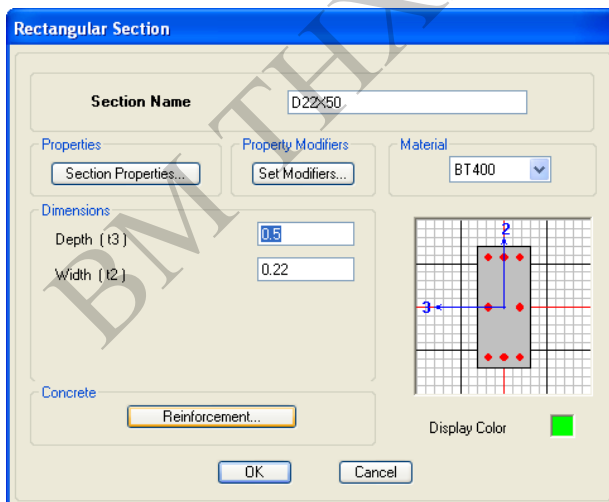
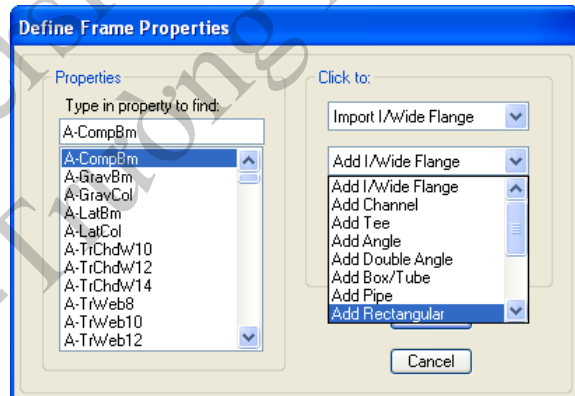
- Các cường độ bê tông, thép phải phù hợp với:
 - + Tiêu chuẩn thiết kế mà bạn sẽ dùng để thiết kế ra cốt thép.
 - + Mác bê tông.

- + Mẫu thí nghiệm hình lập phương hay hình lăng trụ (phải phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế).

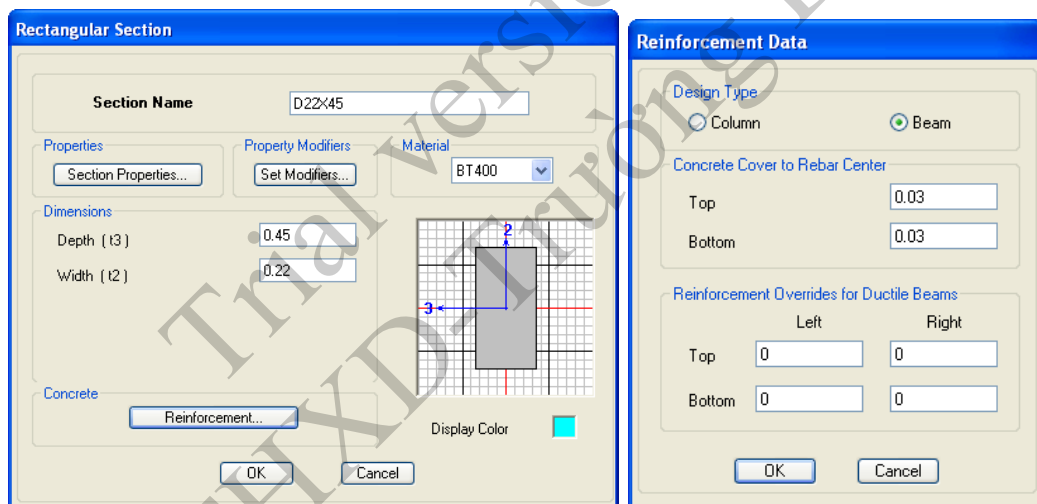


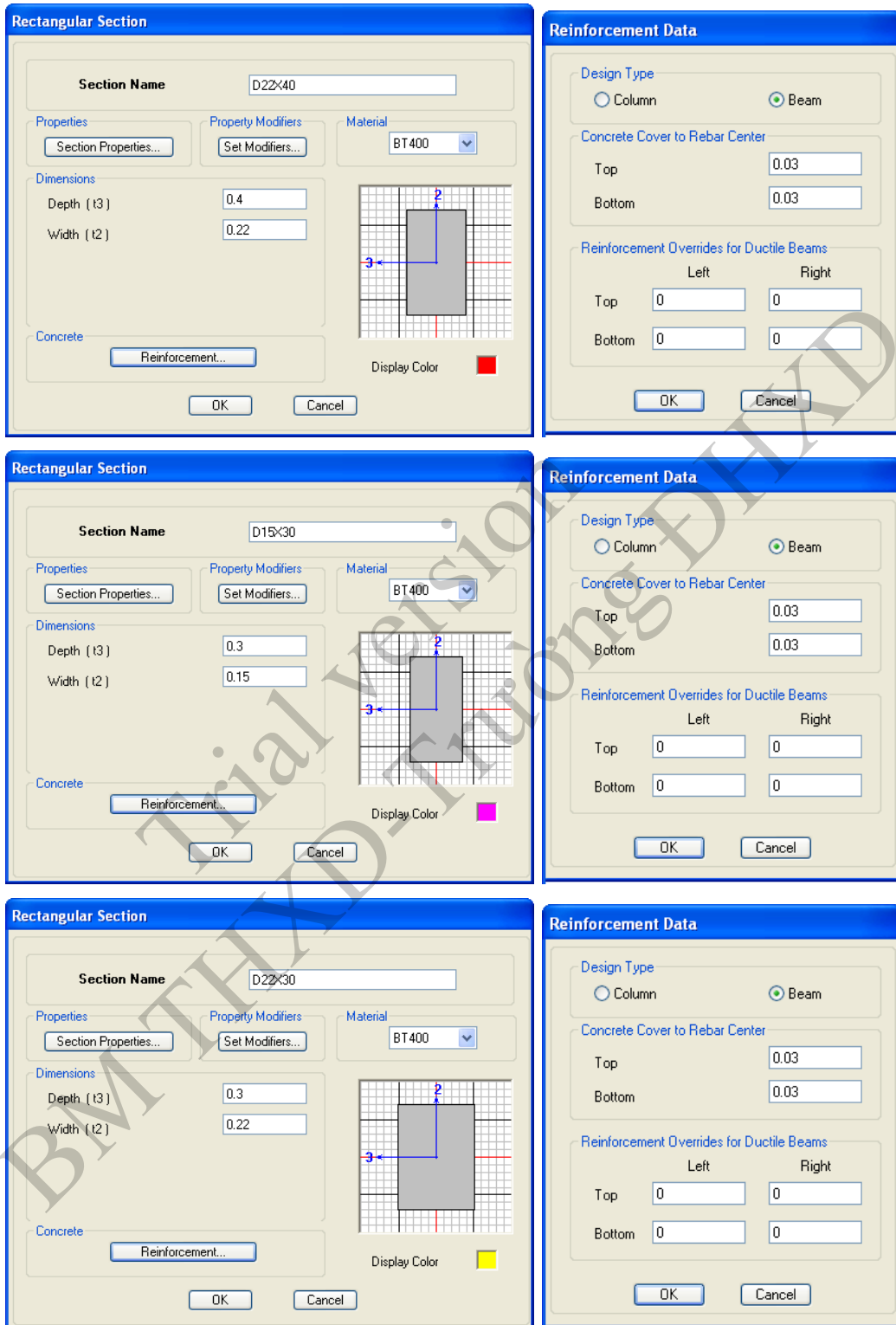
– Để khai báo các đặc trưng hình học của dầm và cột, bạn đọc vào menu **Define** → **Frame Sections**. Trong hộp thoại *Define Frame Properties* chọn **Add Rectangular**.

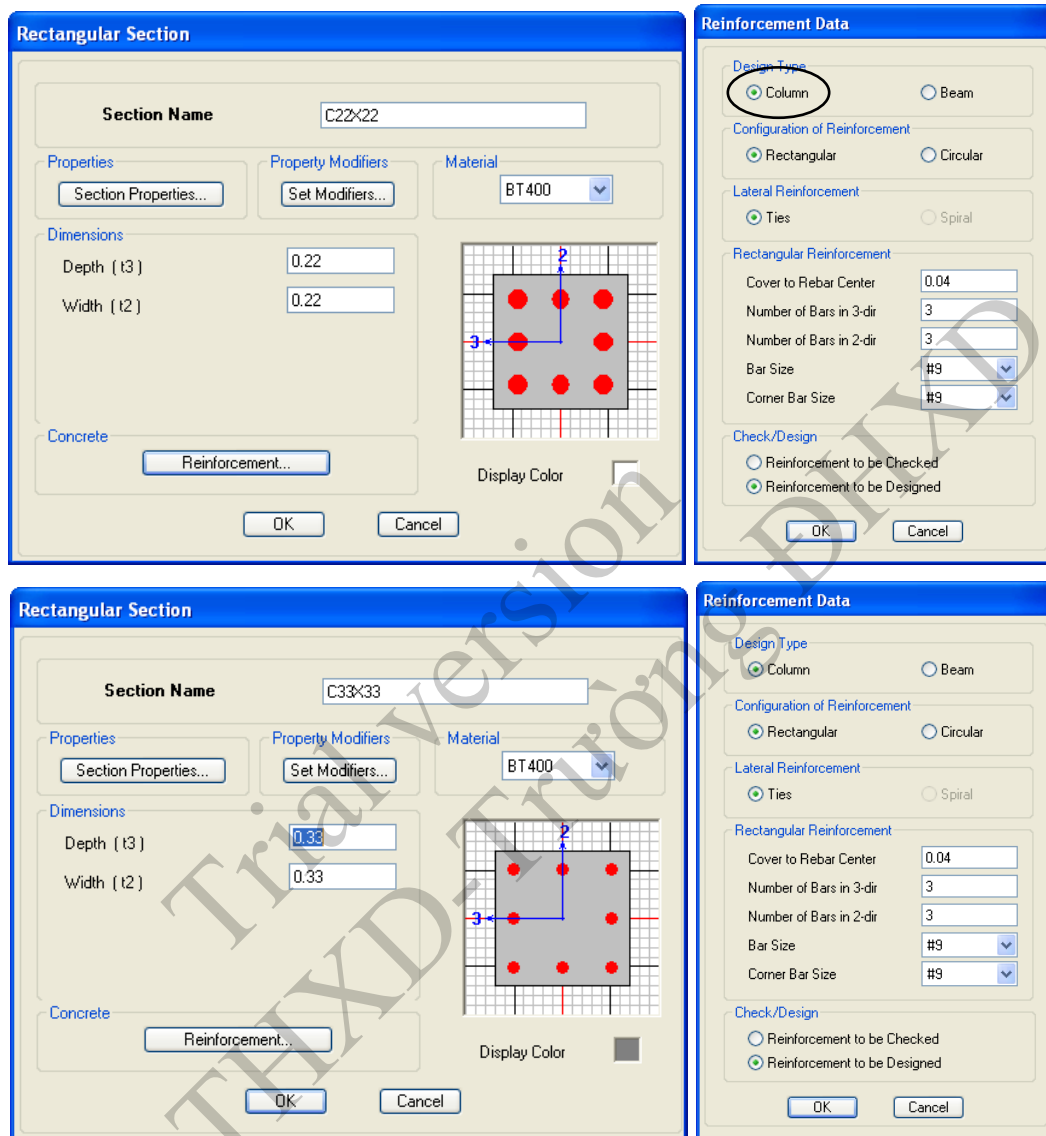
– Chúng tôi tiến hành khai báo các đặc trưng hình học cho dầm D22x50 như hình vẽ dưới đây.



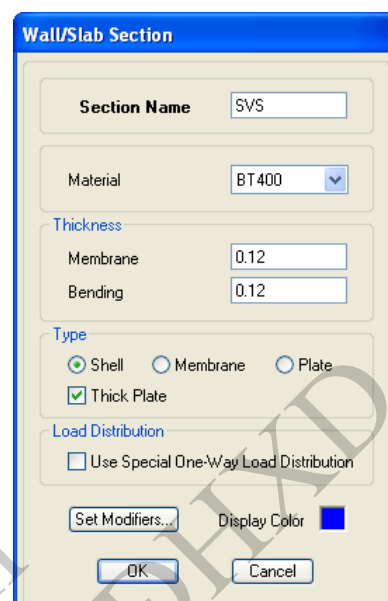
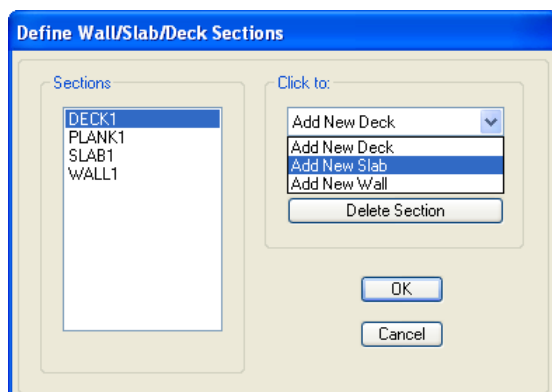
- Trong hộp thoại *Rectangular Section*, chọn **Reinforcement** để mở hộp thoại *Reinforcement Data*. Hộp thoại này dùng để khai báo các thông số về lớp bảo vệ của bê tông, kiểu phần tử (dầm, cột) phục vụ cho bài toán thiết kế cốt thép.
 - + Trong hộp thoại chọn kiểu thiết kế (*Design Type*) là **Beam** (Phần tử dầm).
 - + Chọn lớp bảo vệ của bê tông (*Concrete Cover to Rebar Center*) phía trên (Top) và phía dưới (Bottom) của dầm là 0,03m. Chúng tôi khuyến cáo, bạn đọc nên chọn sơ bộ cốt thép cho dầm để tính toán ra lớp bảo vệ cốt thép. Sau khi chạy bài toán thiết kế, nếu Etabs tính ra cốt thép quá chênh lệch so với cốt thép đã chọn sơ bộ, thì bạn đọc nên chọn lại lớp bảo vệ này, sau đó chạy lại bài toán thiết kế. Cứ làm như thế đến khi nào bạn đọc có được kết quả hợp lý.
- Làm tương tự để khai báo cho các tiết diện dầm D22x45; D22x40; D15x30; D22x30 và các tiết diện cột C30x30; C22x22 như các hình vẽ dưới đây:







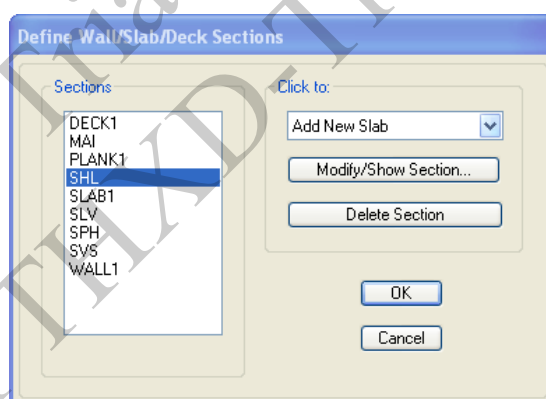
- Tiếp theo, chúng tôi tiến hành khai báo tiết diện tấm sàn. Để khai báo tiết diện sàn, bạn đọc vào menu **Define** → **Wall/Slab/Deck Sections**, chọn **Add New Slab**.




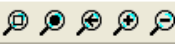
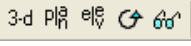
– Khai báo các thông số cho sàn vệ sinh trong hộp thoại *Wall/Slab/Section* (**Section Name: SVS**) :



- + Trong hộp thoại *Wall/Slab Section* chọn bề dày chống kéo, nén (*Membrane*) và bề dày chống uốn (*Bending*) bằng chiều dày sàn là 0,12m. Kiểu phần tử (*Type*) chọn *Thick Plate*. Ta có thể chọn màu của sàn vệ sinh theo mong muốn trong mục *Display Color*.

– Làm tương tự để khai báo các đặc trưng hình học cho các tấm sàn hành lang (SHL), sàn phòng làm việc (SLV), sàn phòng họp (SPH), sàn mái (MAI). Ta có kết quả như hình dưới đây:





1.3. Vẽ sơ đồ kết cấu.

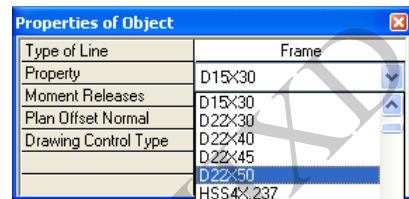
- Thanh công cụ  dùng để di chuyển mặt cắt giữa các tầng.
- Các công cụ sau lần lượt để  phóng to thu nhỏ của sổ nhìn.
- Các công cụ sau lần lượt để  hiện khung nhìn dưới dạng 3D, mặt phẳng, mặt cắt, quay khung nhìn, nhìn công trình với góc nhìn từ trên xuống.


-  cửa sổ này đang để ở chế độ nhìn “mặt phẳng tầng 4, cao độ 14,8m”.
-  cửa sổ này đang để ở chế độ nhìn 3D.

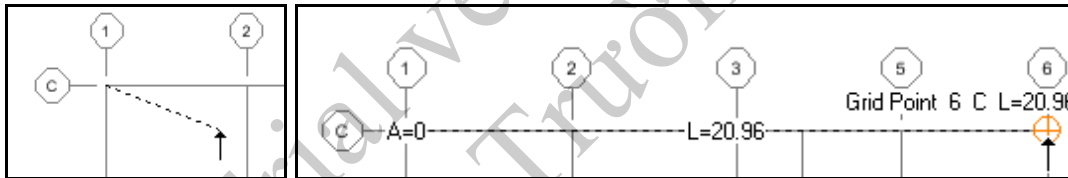
1.3.1. Vẽ mặt bằng dầm

– Vẽ và gán tiết diện phần tử dầm cho tầng 1, tiết diện dầm được gán ngay trong quá trình vẽ ở hộp thoại *Properties of Object* trên màn hình.

– Kích chuột sang cửa sổ nhìn dạng mặt phẳng (*Plan View*), dùng chức năng  để dịch chuyển mặt phẳng nhìn xuống tầng 1 .




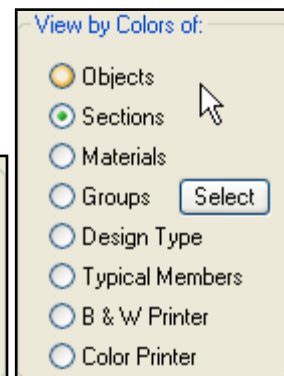
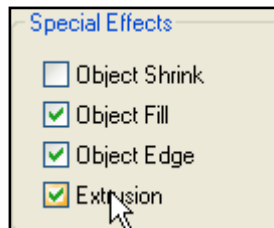
– Kích vào thanh công cụ vẽ Frame , cửa sổ *Properties of Object* hiện lên, chọn tiết diện dầm sắp vẽ **D22x50** trong mục *Property* (hộp thoại *Properties of Object* như hình trên). Sau đó vẽ dầm bằng cách tích hai điểm đầu (C1) và cuối (C6) như hình vẽ.



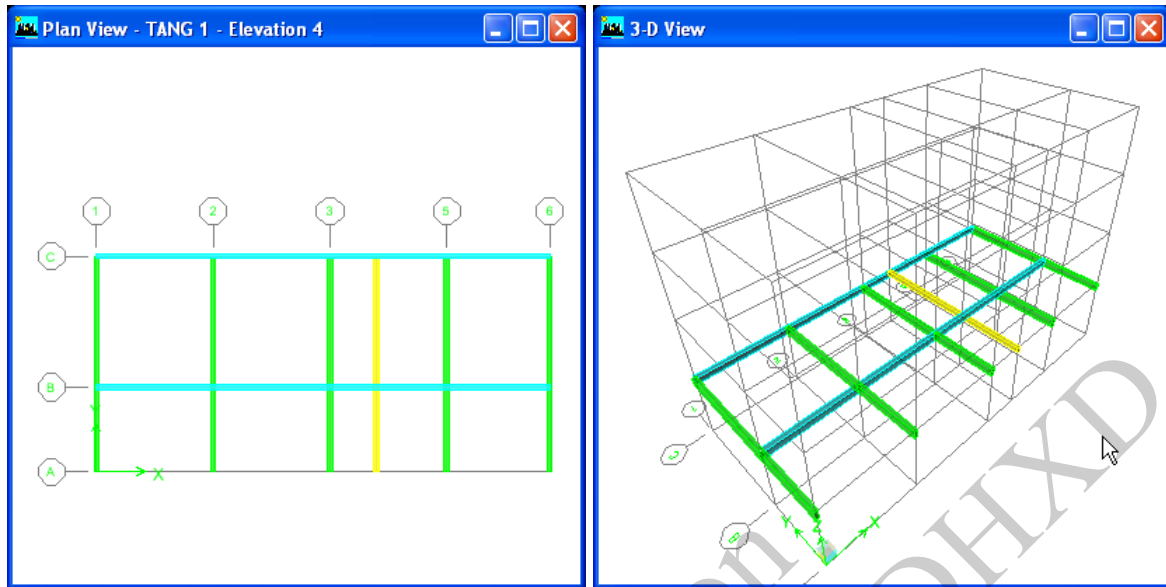
Lưu ý:

- + Khác với Sap2000, trong Etabs, chúng ta không nhất thiết phải vẽ từng đoạn dầm nhỏ, chúng ta chỉ bắt buộc phải chia nhỏ khi có tiết diện thay đổi.
- + Giống như Sap2000, trong Etabs, việc vẽ phần tử Frame từ trái qua phải hay từ phải sang trái sẽ làm thay đổi hệ tọa độ địa phương của phần tử Frame.

– Kích vào biểu tượng Set Display View Options , sau đó chỉnh *View by Colors of Section*, *Apply to All Windows* và *Special Effects* như hình bên.

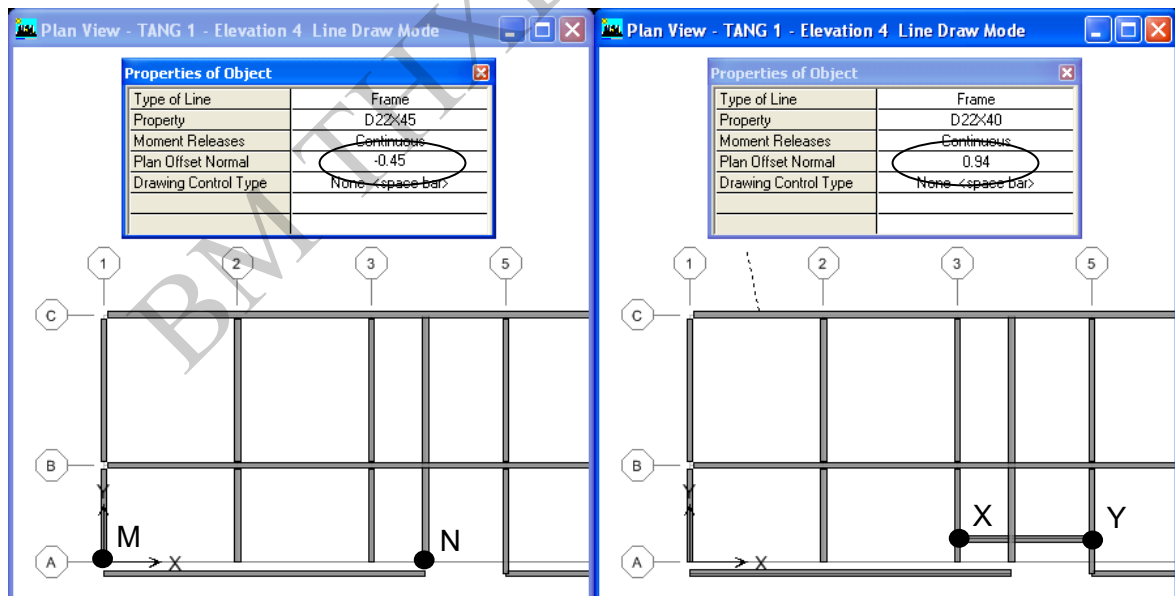


– Sau khi vẽ xong các dầm có tiết diện **D22x50**, ta chuyển sang vẽ các dầm có tiết diện khác. Ta được sơ đồ kết cấu sau :




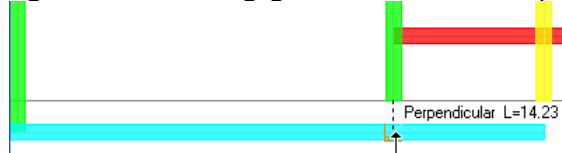
1.3.1.1. Cách thứ nhất

- Vẽ và gán đặc trưng hình học cho phần tử dầm trục nhô ra khỏi trục A theo trục 0X một đoạn $-0,45m$
 - + Chúng ta chỉnh thông số *Plan Offset Normal* trong hộp thoại *Properties of Object* từ **0** thành **-0,45**.
 - + Sau đó vẽ từ điểm M (tọa độ A1) đến điểm N (nằm trên trục A), ta có hình dưới đây:

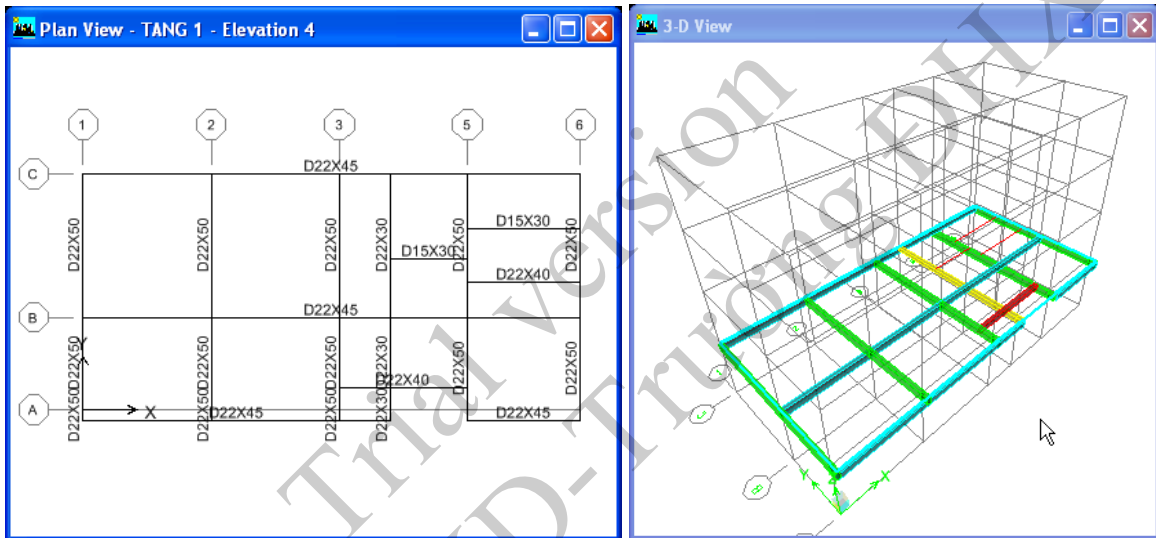


- Tương tự ta chỉnh *Plan Offset Normal* trong hộp thoại *Properties of Object* bằng **0,94** và vẽ dầm D22x40 từ điểm X đến điểm Y như hình vẽ trên.

- Chọn chức năng bắt điểm vuông góc  , phóng to màn hình để vẽ phần



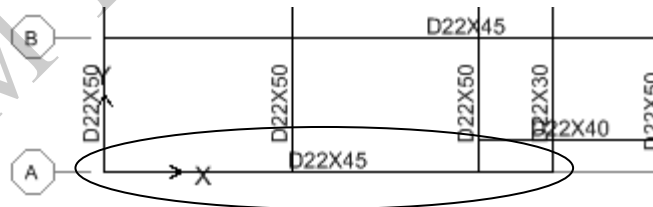
đầu dầm bị thiếu. . Vẽ nốt các phần từ dầm còn lại như các phương pháp đã trình bày ở trên. Ta có kết quả sau:



1.3.1.2. Cách thứ hai

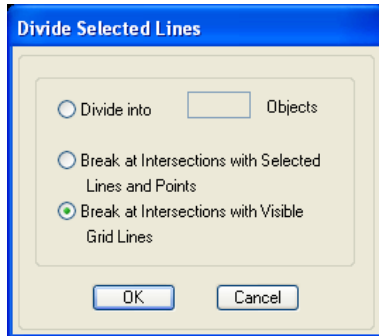
Cách này mô tả các dùng chức năng **Reshape Object** của Etabs.

- Vẽ dầm tiết diện D22x50 trùng với trục A như hình vẽ:

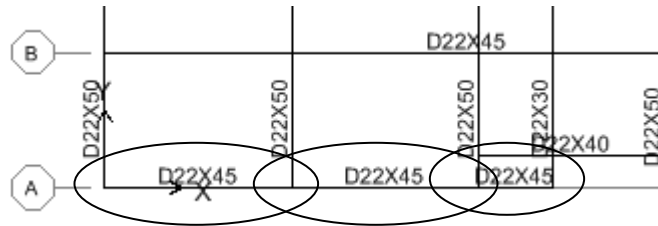


Dầm trước khi chia

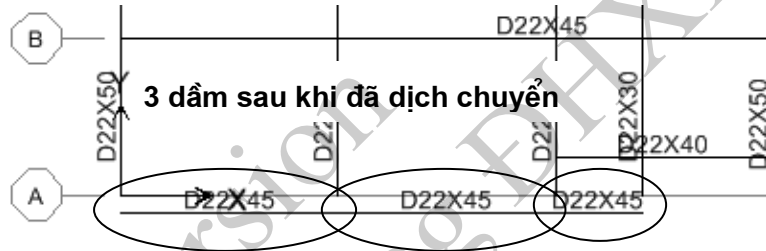
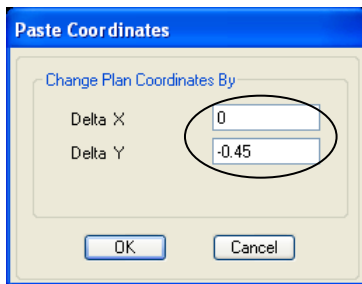
- Sau đó chọn dầm vừa vẽ, vào menu **Edit** → **Divide Line** để chia dầm này tại những đoạn nhỏ giao với lưới.




Dầm đã được chia làm 3 phần

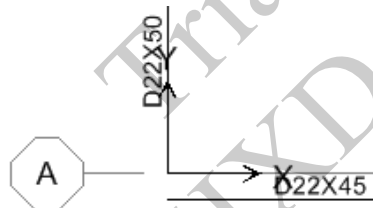
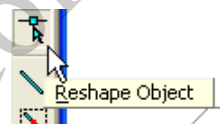


– Chọn ba dầm nhỏ trên, vào menu **Edit** → **Cut**, sau đó vào menu **Edit** → **Paste**, điền vào hộp thoại *Paste Coordinates* như hình dưới. Ta có kết quả như sau:

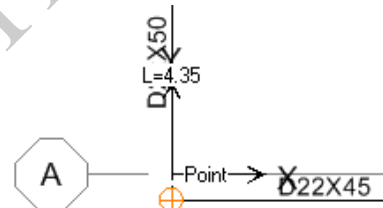


3 dầm sau khi đã dịch chuyển

– Phóng to phần đầu dầm còn thiếu, bấm vào công cụ  . Sau đó kích chuột vào dầm cần kéo dài, cầm đầu dầm kéo vào vị trí D22x50 nằm ngang.



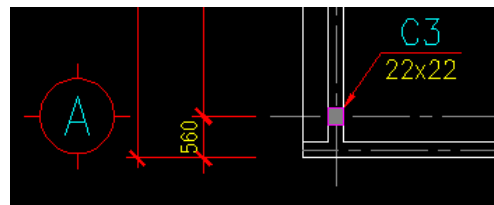
Trước khi chỉnh



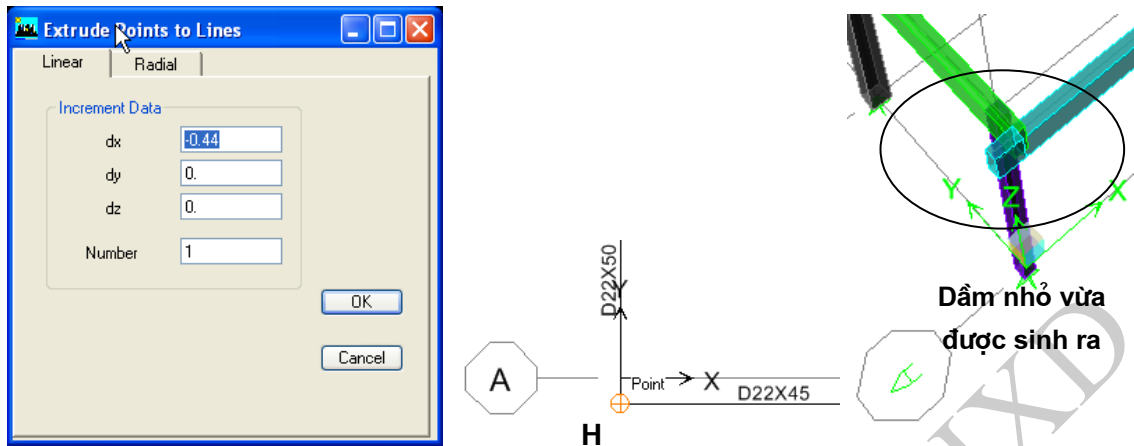
Sau khi chỉnh

Sau đó làm tương tự đối với các đầu dầm khác.

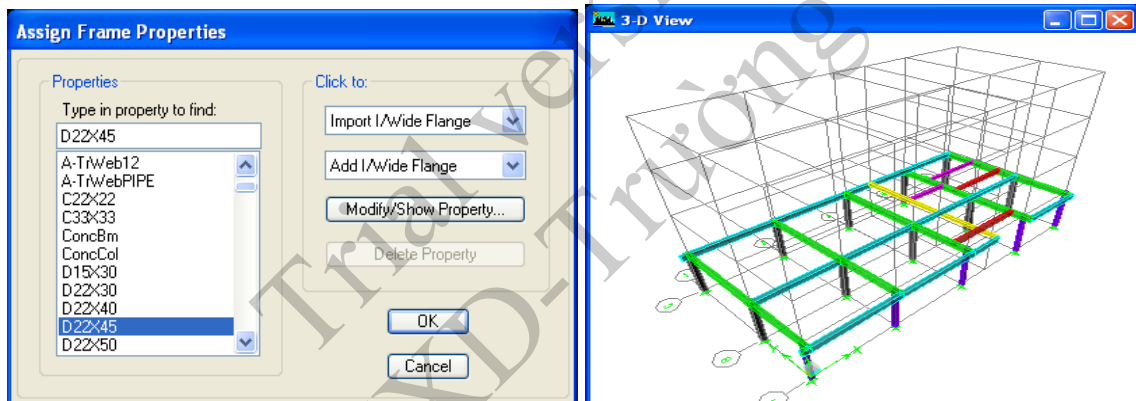
Chúng ta còn một phần dầm nhô ra phía trục 1 như hình vẽ bên.



– Chọn điểm H, sau đó chọn menu **Edit** → **Extrude points to Lines**. Hộp thoại *Extrude points to Lines* hiện lên, điền các thông số như sau:



Như vậy điểm H đã biến thành một Frame, sau đó ta gán tiết diện **D22x45** cho Frame vừa sinh ra bằng cách: chọn Frame vừa sinh ra, vào menu **Assign** → **Frame/Line** → **Frame Section**, chọn tiết diện D22x45. Ta có kết quả như sau :



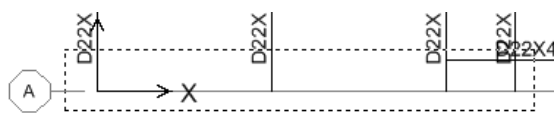
1.3.1.3. Cách thứ ba.

Cách thứ ba đưa ra với mục đích mô tả cách vẽ phần tử Frame mà Sap2000 không có. Như đã biết trong cách thứ nhất và thứ hai, ta vẽ dầm bằng cách tích điểm đầu và điểm cuối của dầm, phần này chúng tôi giới thiệu cách vẽ bằng cách khoanh một hình vuông chứa điểm đầu và điểm cuối của dầm cần vẽ.

– Giả sử ta cần vẽ dầm của trục A. Kích vào biểu tượng vẽ nhanh *Creat Line In Region or at Click* . Hộp thoại *Properties of Object* hiện lên. Chỉnh các thông số trong hộp thoại này cho đúng với dầm cần vẽ.

Properties of Object	
Type of Line	Frame
Property	D22x50
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0.

– Khoanh vùng cần vẽ Frame.



Khoanh vùng cần vẽ




Kết quả là ba dầm dọc trục A đã được vẽ

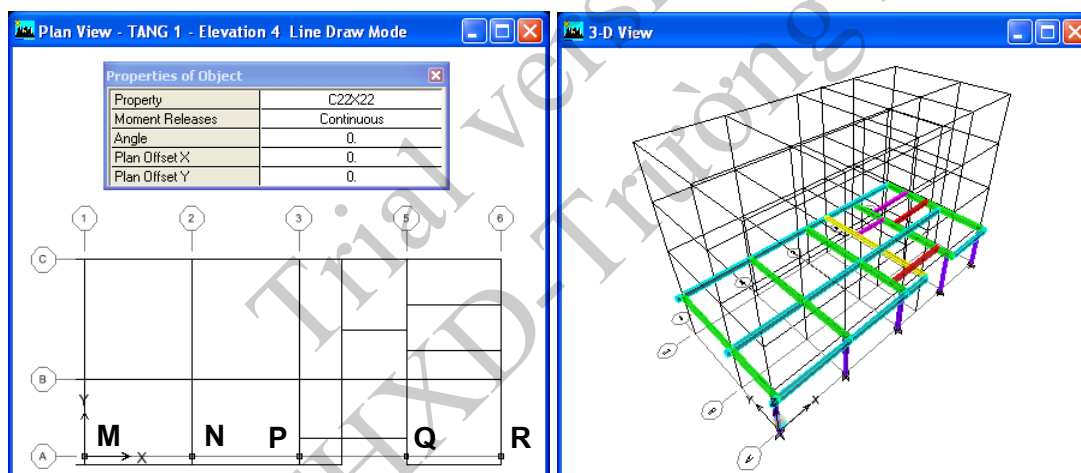
1.3.2. Vẽ mặt bằng cột.

Nếu bạn đọc có khó khăn gì trong quá trình thực hành, xin tra đọc phần chú ý trong mục 2.3.2.3.

1.3.2.1. Cách thứ nhất


Trong cách này, chúng tôi giới thiệu cách vẽ cột bằng cách kích chuột trên mặt bằng bằng kết cấu.

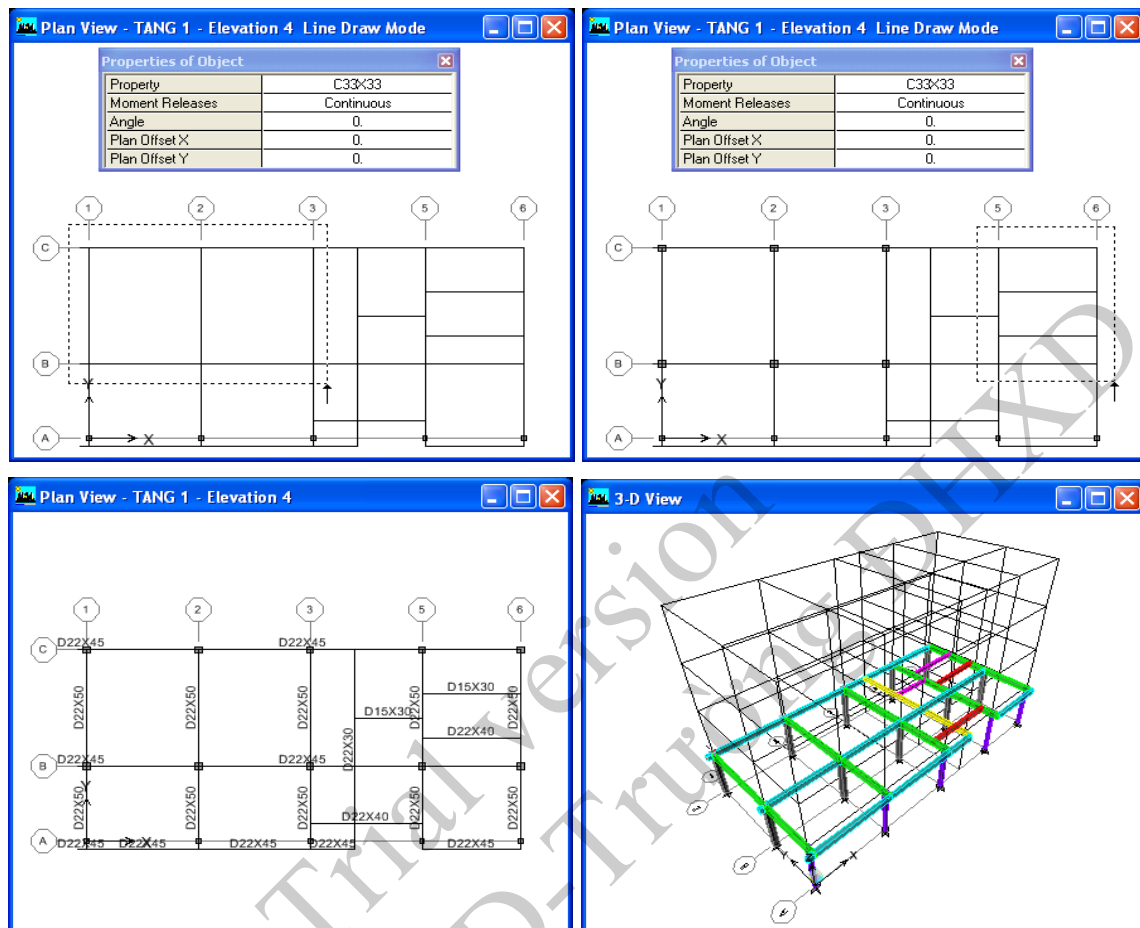
- Kích vào biểu tượng vẽ cột  *Creat columns In Region or at Click (plan)*. Chỉnh *Property* sang tiết diện cột **C22x22**. Sau đó kích vào từng vị trí có cột M (tọa độ A1), N (A2), P (A3), Q (A5), R (A6). Ta có kết quả như sau :



1.3.2.2. Cách thứ 2

Mô tả phương pháp vẽ nhanh của cột là mục đích chính được đề cập trong cách này.


- Kích vào biểu tượng vẽ cột  *Creat columns In Region or at Click (plan)*. Chỉnh *Property* sang tiết diện cột **C33x33**. Khoanh hai hình chữ nhật như hình dưới đây.



1.3.2.3. ⚠️ Chú ý

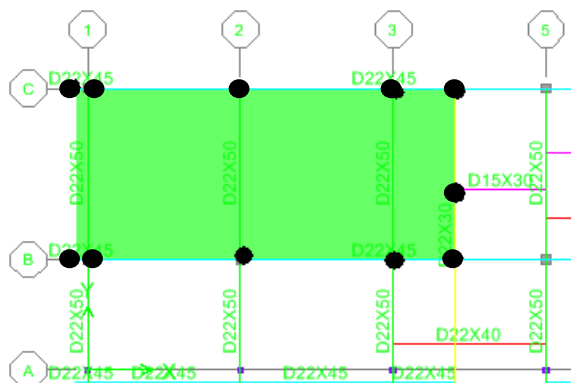
Trên mặt bằng, nếu ta chọn một điểm, ta kích vào điểm cần chọn. Nếu ta muốn chọn một cột, ta khoanh một hình chữ nhật bao lấy cột đó.

1.3.3. Vẽ mặt bằng sàn

Sử dụng chức năng  để vẽ sàn qua các đỉnh của một đa giác. Chỉ tiết diện sàn **SPH** trong thuộc tính *Property* của hộp thoại *Properties of Object*. Sau đó vẽ qua các đỉnh của sàn phòng họp.

⚠️ Khuyến cáo:

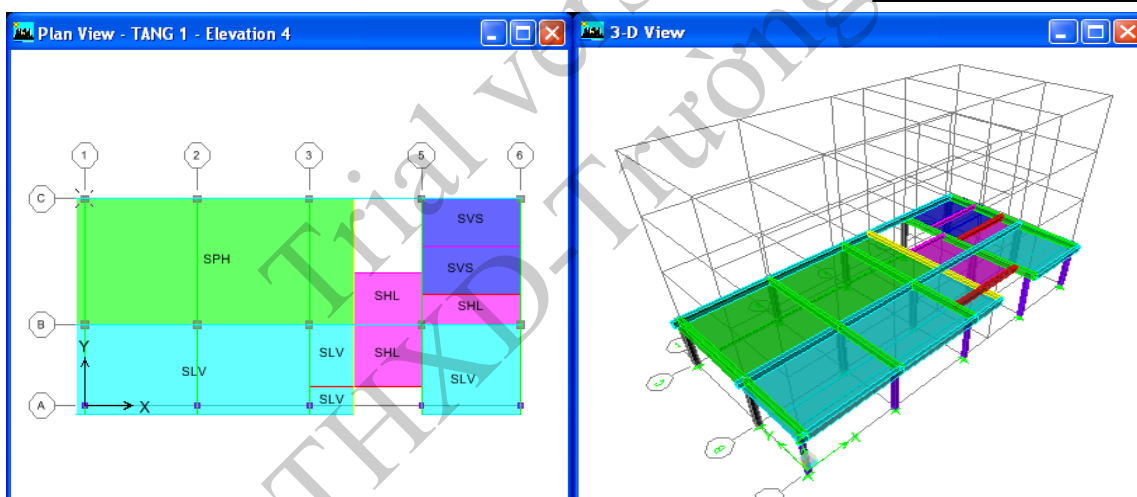
- + Bạn đọc nên vẽ qua tất cả các điểm mà cạnh đa giác đi qua.
- 11 chấm đen trên biên sàn là 11 điểm của đa giác cần vẽ.



Property	SPH
Local Axis	0.
Drawing Control	None <space bar>

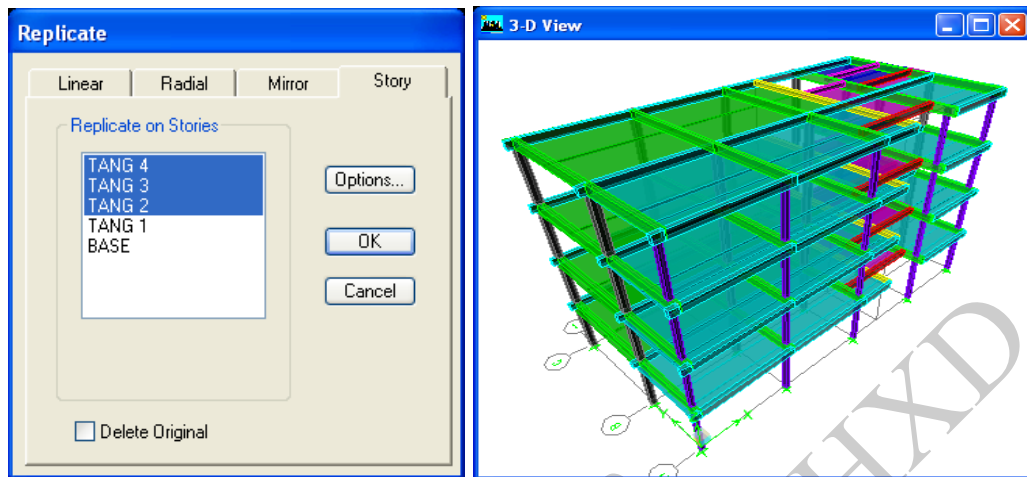
- Tương tự, ta có thể vẽ hết các sàn của tầng 1.
- Chọn cửa sổ *Plan view - TANG 1 - Elevation 4*, sau đó kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó chỉnh *View by Colors of Section*, và *Object View Options* như hình bên.
- Cuối cùng ta được kết quả như sau:

<input type="checkbox"/> Area Labels
<input type="checkbox"/> Line Labels
<input type="checkbox"/> Point Labels
<input checked="" type="checkbox"/> Area Sections



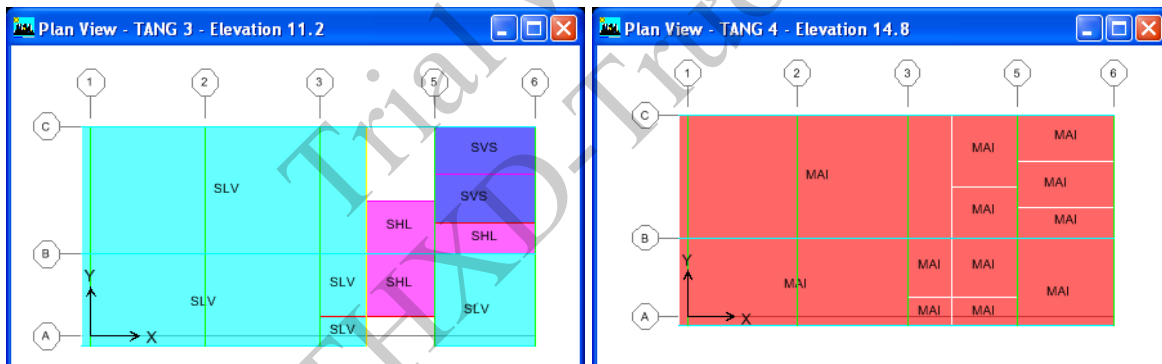
1.4. Sao chép mặt bằng kết cấu

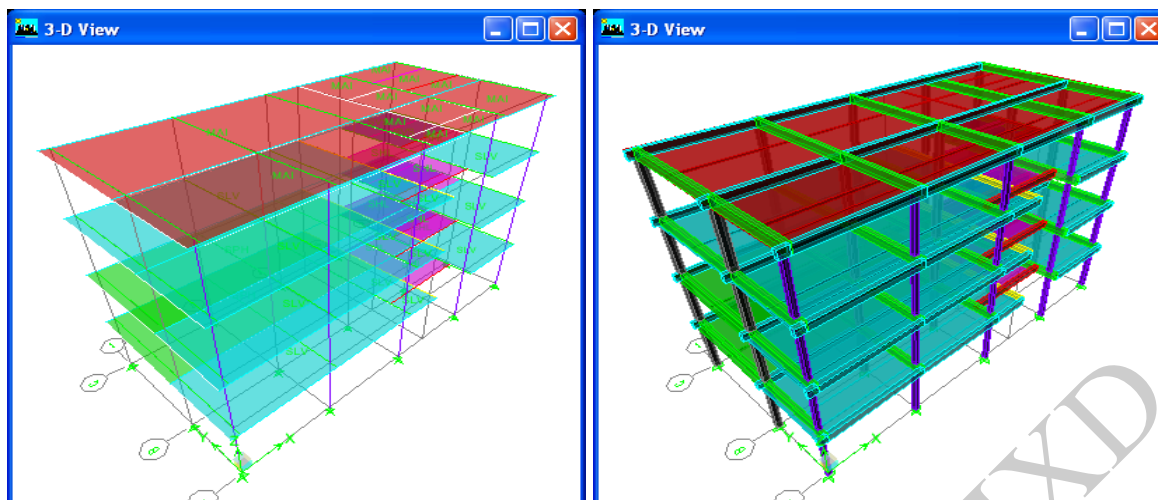
- Trên cửa sổ mặt bằng kết cấu tầng 1, chọn tất cả các phần tử bằng **Ctrl+A**. Sau đó vào menu **Edit** → **Replicate**. Chọn mục **Story**, chọn **TANG 2, TANG 3, TANG 4**. Nhấn **OK**. Ta có kết quả như sau:



⚠ Lưu ý: Trong hộp thoại *Replicate* có mục *Option*, trong mục này có rất nhiều lựa chọn cho việc sao chép tầng. Ví dụ, bạn có thể chỉ sao chép mặt bằng kết cấu dầm cột sàn mà không sao chép tải trọng trên mặt bằng kết cấu đó.

– Chuyển mặt phẳng nhìn qua các tầng, rồi gán lại tiết diện sàn bằng cách : vào menu **Assign** → **Shell/Area** → **Wall/Slab/Deck Section**.





1.5. Gán liên kết nối đất.

Chuyển cửa sổ nhìn mặt bằng xuống **Base**. Chọn tất cả các điểm bằng cách khoanh một hình chữ nhật, rồi vào menu **Assign** → **Joint/Point** → **Restraint (Supports)**. Hộp thoại *Assign Restraint* hiện lên, ta tích hết vào các lựa chọn như hình vẽ bên. Sau đó kích **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

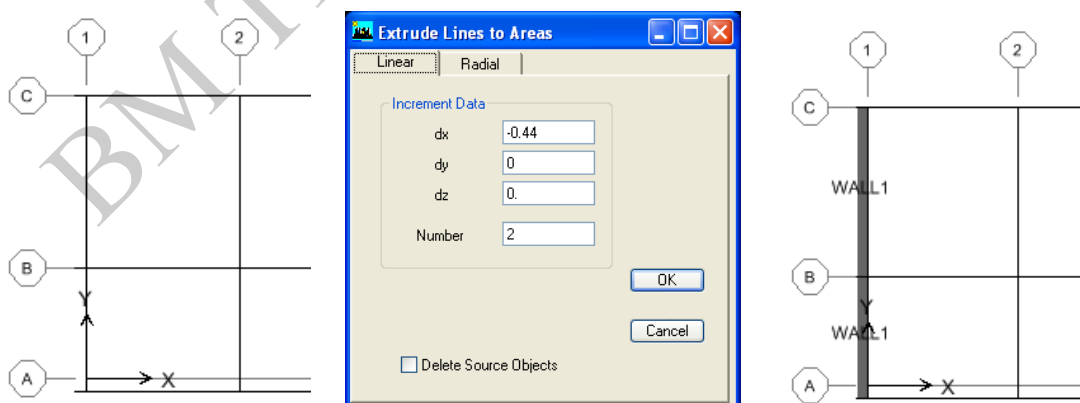
Như vậy ta đã hoàn tất xong việc tạo mô hình kết cấu.



1.6. Phương pháp vẽ sàn nhô ra

Để thuận tiện cho việc tạo mô hình kết cấu trên, chúng tôi giới thiệu một phương pháp vẽ sàn nhô ra (như ban công) như sau:

- Chúng ta chọn các dầm ở trục 1, sau đó vào menu **Edit** → **Extrude Lines to Areas**. Hộp thoại *Extrude Lines to Areas* hiện lên, chúng ta điền $dx = -0.44$, chúng ta được kết quả như sau:

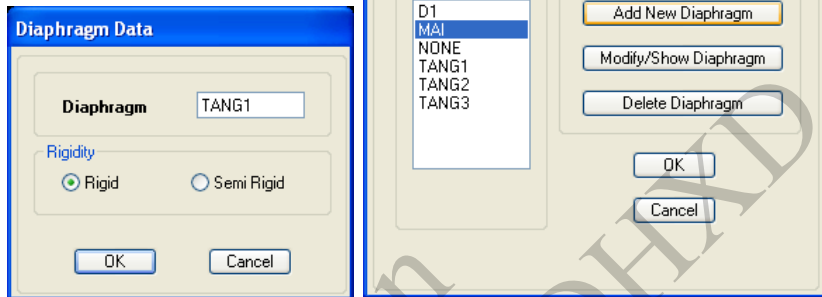


- Sau đó chọn sàn vừa sinh ra, gán tiết diện phù hợp cho sàn đó.

1.7. Gán sàn tuyệt đối cứng

1.7.1. Định nghĩa các Diaphragms

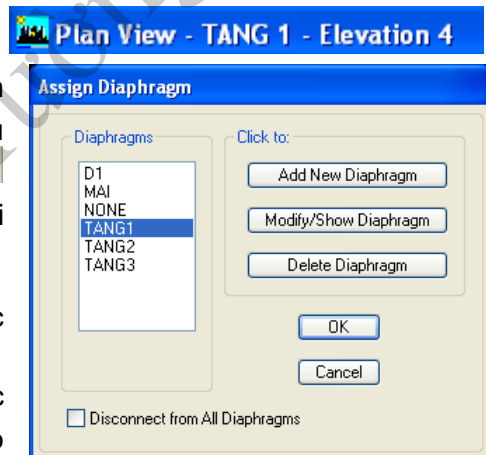
- Vào menu **Define** → **Diaphragms**. Hộp thoại *Define Diaphragm* hiện lên, bấm nút **Add New Diaphragm**. Điền tên Diaphragm **TANG1** vào Textbox, sau đó chọn **Rigid**, rồi bấm nút **OK**.



- Tương tự, ta định nghĩa các Diaphragms cho tầng 2,3 và tầng mái.

1.7.2. Gán Diaphragms cho các tầng

- Chuyển cửa sổ nhìn mặt bằng xuống tầng 1. Chọn tất cả các cấu kiện của tầng 1 bằng cách khoanh một hình chữ nhật bao kín cả mặt bằng. Sau đó vào menu **Assign** → **Shell/Area** → **Diaphragms**. Sau đó chọn **TANG1** trong hộp thoại *Assign Diaphragms*.



- Chọn chức năng lấy lại các phần tử vừa được

chọn *Get Previous Selection* (chức năng **ps** trong thanh công cụ này). Sau đó vào

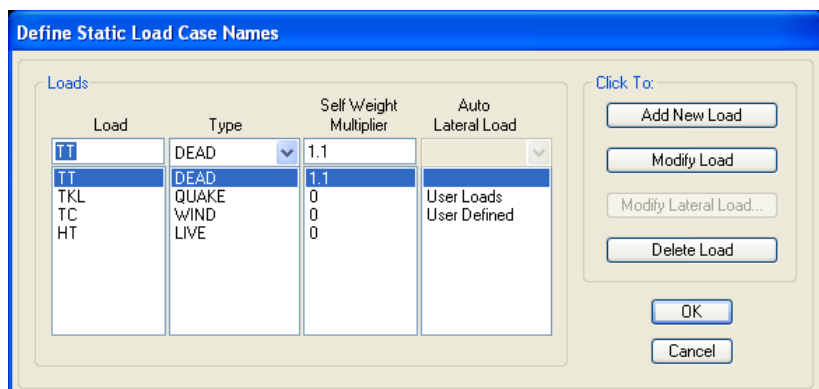
menu **Assign** → **Joint/Point** → **Diaphragms**.

Chọn **TANG1** trong hộp thoại *Assign Diaphragms*

- Chúng ta làm tương tự cho các tầng 2, 3 và tầng mái.

1.8. Định nghĩa các trường hợp tải trọng

Vào menu **Define** → **Static Load Cases**. Hộp thoại *Define Static Load Cases Name* hiện lên.



Chúng ta định nghĩa ba trường hợp tải trọng TT (Tĩnh tải), HT (Hoạt tải), TKL (Tải trọng nhập vào tâm khối lượng), TC (Tải trọng nhập vào tâm cứng):

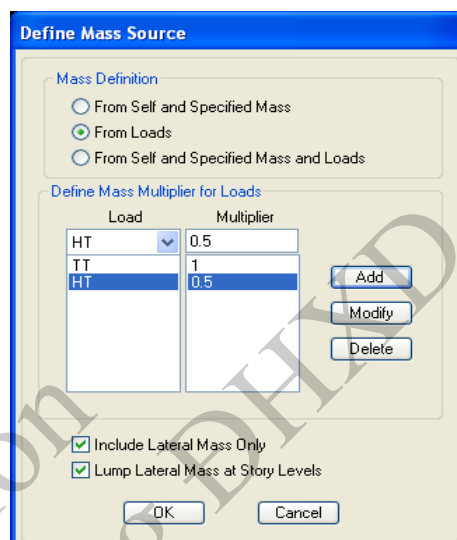
1.9. Khai báo khối lượng của công trình

Việc khai báo này ảnh hưởng đến:

- Tần số dao động của công trình.
- Khối lượng của từng Diaphragm (có thể dùng để tính toán tải trọng động) xem thêm mục 1.12.

Cách khai báo như sau:

- Bước 1: khai báo tĩnh tải (với hệ số Self Weight Multiplier bằng 1,1) và hoạt tải như mục 1.8.
- Bước 2: nhập tải trọng tĩnh tải và hoạt tải (trong bài tập này chúng tôi không đề cập đến cách nhập tải trọng hoạt tải và tĩnh tải).



- Bước 3: vào menu **Define** → **Mass Source**. Trong hộp thoại *Define Mass Source* dưới đây chúng tôi muốn khai báo khối lượng tham gia tính toán bao gồm $TT + 0,5HT$.

1.10. Khai báo tự động chia nhỏ sàn và dầm

1.10.1. Tự động chia nhỏ dầm

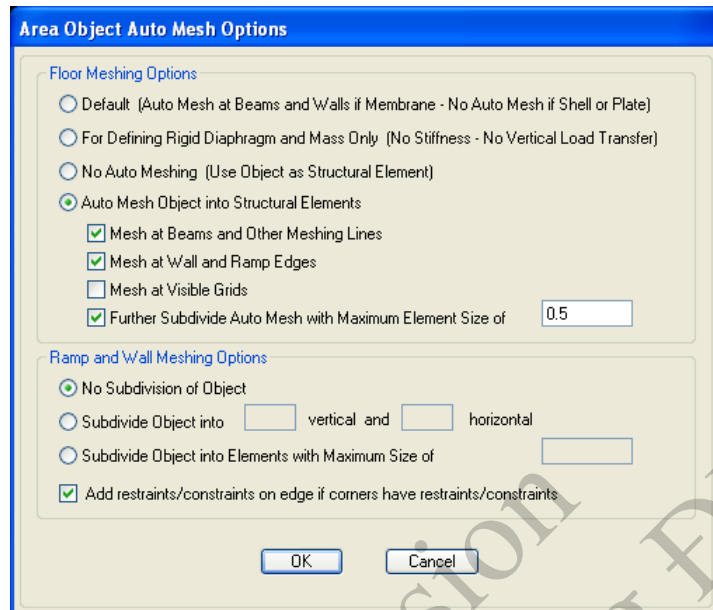
Mặc định Etabs tự động chia nhỏ dầm tại nơi:

- Dầm giao nhau với dầm.
- Sàn giao nhau với dầm.
- Tại vị trí sàn tự động chia nhỏ.

Cho nên ta không cần khai báo tự động chia nhỏ dầm (tức là chúng ta giữ nguyên chế độ mặc định).

1.10.2. Tự động chia nhỏ sàn

Chọn tất cả sàn của các tầng (Ctrl + A). Sau đó vào menu **Assign** → **Shell/Area** → **Area Object Mesh Options**.



Chọn chức năng *Auto Mesh Object into Structural Elements* và chọn kích thước *Subdivide* là **0,5m** như hộp thoại trên.

Để xem lại sự chia nhỏ này, kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó chỉnh *Other Special Items* như hình bên (chọn **Auto Area Mesh**). Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

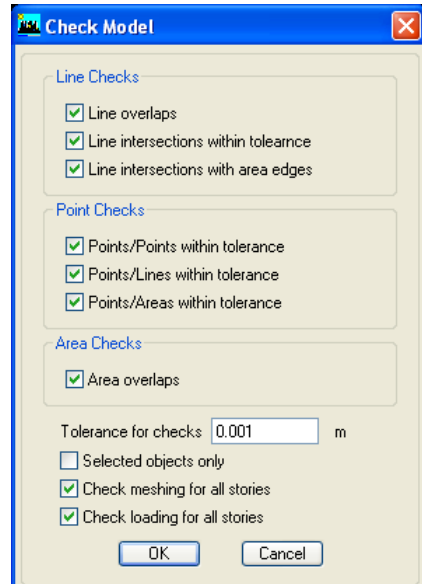
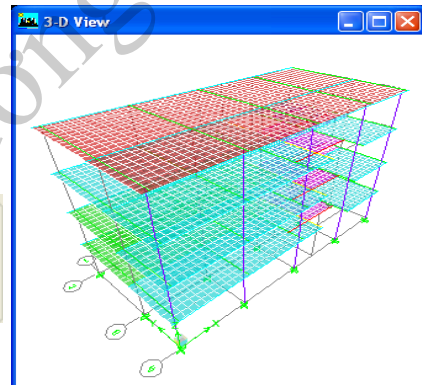
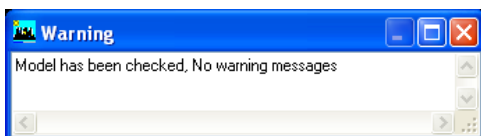


Bạn đọc xem thêm mục 3, chương 3.

1.11. Kiểm tra mô hình

Sau khi lập mô hình xong, chúng tôi khuyến cáo người lập mô hình nên kiểm tra lại mô hình bằng chức năng menu **Analyze → Check Model**. Tích vào tất cả các mục như hình dưới.



Nếu mô hình không có lỗi, hộp thoại sau sẽ hiện lên :



Hướng dẫn sửa một số lỗi mặc phải (dưới đây chỉ là ví dụ tham khảo).

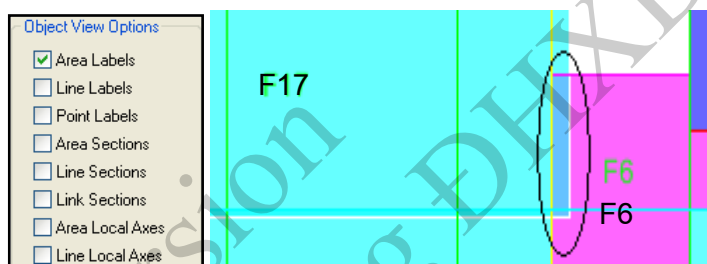
1.11.1. Ví dụ 1

TANG 3, F17 & F6 are too close. Check at (-0.003,9.845,11.2): Tầng 3, sàn 17 (Floor 17) và sàn 6 (Floor 6) quá gần. Phương pháp sửa như sau:

– Chuyển sang cửa sổ nhìn mặt bằng, dùng chức năng   chuyển mặt phẳng nhìn lên **TANG 3**.

– Kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó chỉnh *Object View Options* như hình bên (chọn **Area Labels**). Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

– Sau đó sử dụng chức năng phóng to thu nhỏ, tìm đến cạnh giao giữa hai sàn F17 và F6. Hoặc chuyển đến tọa độ (-0.003,9.845,11.2) để tìm. Phóng to cạnh đó lên và quan sát lỗi. Hình tự chỉnh sửa.






Sau khi phát hiện ra lỗi, người lập mô

– Ví như dự lỗi sàn F17 và F6 có một phần bị trùng lên nhau như hình bên.

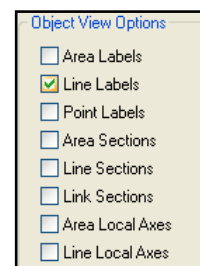
1.11.2. Ví dụ 2

TANG 3, B72 & B70 are too close. [.0009]. Check at (0,3.9,11.2): Tầng 3, dầm 72 (Beam 72) và dầm 70 (Beam 70) quá gần. Phương pháp sửa như sau:

– Chuyển sang cửa sổ nhìn mặt bằng, dùng chức năng   chuyển mặt phẳng nhìn lên **TANG 3**.

– Kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó chỉnh *Object View Options* như hình bên (chọn **Line Labels**). Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

– Sau đó sử dụng chức năng phóng to thu nhỏ, tìm đến vị trí giao giữa hai dầm B72 và B70. Hoặc chuyển đến tọa độ (0,3.9,11.2) để tìm lỗi. Phóng to vị trí đó lên và quan sát lỗi. Sau khi phát hiện ra lỗi, người lập mô hình tự chỉnh sửa. Ví như hình bên thể hiện lỗi hai dầm quá sát nhau.




1.11.3. Ví dụ 3

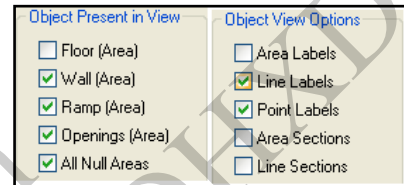
Warning: Check meshing, AtTANG 3 area F18 (40.29% Increment): Lỗi này gặp phải khi có một mẫu sàn nhô ra khỏi dầm như hình bên.



1.11.4. Ví dụ 4

TANG 3, 148 & B54 are too close. Check at (-0.001,3.889,11.2): Tầng 3, điểm 148 và dầm B54 quá gần nhau.

– Đây là lỗi giữa điểm và dầm, nên ta có thể ẩn sàn đi cho dễ nhìn. Sau đó cho hiển thị tên đường Line và Point lên. Để làm được việc đó, bạn đọc kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó chỉnh *Object View Options* và như hình bên (chọn **Line Labels**, **Point Labels** và bỏ chọn **Floor Area**). Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.



– Sau đó sử dụng chức năng phóng to thu nhỏ, tìm đến vị trí dầm B54 và điểm 148. Hoặc chuyển đến tọa độ $(-0.001, 3.889, 11.2)$ để tìm lỗi. Phóng to vị trí đó lên và quan sát lỗi. Sau khi phát hiện ra lỗi, người lập mô hình tự chỉnh sửa.

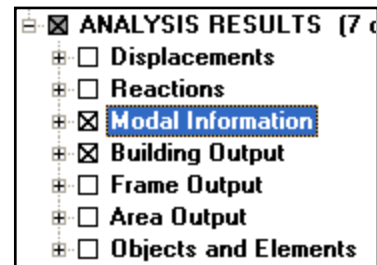
1.12. Chạy mô hình

Trước khi chạy mô hình, bạn đọc khai báo việc tính toán tâm cứng: **Analyze menu** → **Calculate Diaphragm Centers of Rigidity**.

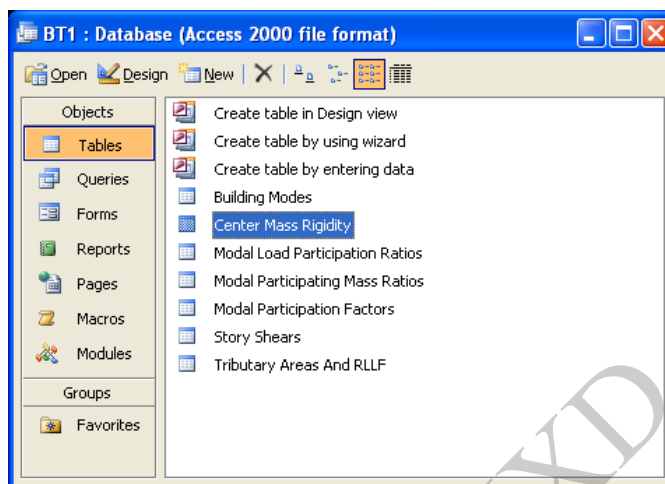
Để chạy mô hình, bạn đọc vào menu **Analyze** → **Run Analysis**.

1.13. Tọa độ tâm cứng và tâm khối lượng tần số dao động

Vào menu **File** → **Export** → **Save Input/ Output as Access Database File**. Chọn bảng **ANALYSIS RESULTS** → **Building Output** và **Modal Information** trong hộp thoại *Choose Tables*. Nhấn nút **OK** để bật hội thoại *Access Database File*, bạn đọc điền tên file Access, nhấn nút **Save**.



Mở file Access vừa ghi, bạn đọc sẽ nhìn thấy một danh sách các bảng vừa được xuất ra :



Bảng *Center Mass Rigidity* chứa tâm khối lượng và tâm cứng của từng Diaphragm (xem mục 7 chương 1).


Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
TANG 1	TANG1	10.79841	10.79841	10.35802	4.781499	10.72331	6.256758
TANG 2	TANG2	5.789231	5.789231	12.01847	4.942096	10.78475	6.201634
TANG 3	TANG3	5.789231	5.789231	12.01847	4.942096	10.80542	6.183755
TANG 4	MAI	10.20993	10.20993	10.34721	4.75617	10.8178	6.178881

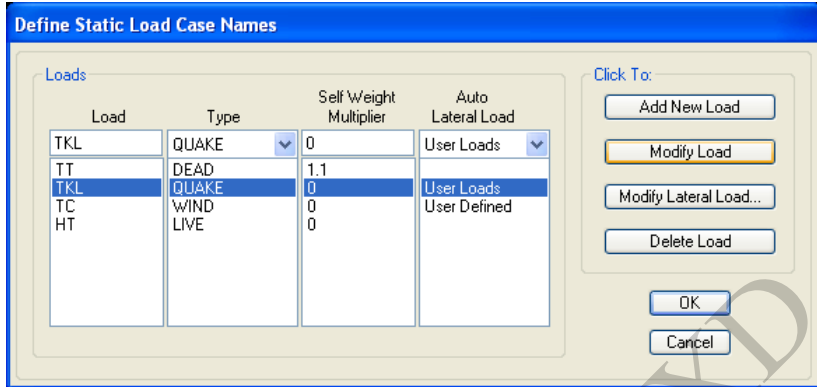
Bảng *Modal Participation Factors* chứa các dạng dao động từ 1 đến 12, chu kỳ dao động và chuyển vị của sáu bậc tự do.

Mode	Period	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
1	0.787476	4.358223	0.3800945	0	-3.80078	48.55062	24.13076
2	0.7280999	-0.5072621	5.257817	0	-58.43995	-5.683604	1.255003
3	0.662619	2.926881	0.3464872	0	-4.528565	32.59536	-35.52403
4	0.2714003	1.712951	-0.1065908	0	0.2269112	-3.166054	8.868738
5	0.2511333	-0.07071037	-2.044792	0	-4.036101	0.06961536	1.305604
6	0.2269066	1.14081	0.0319175	0	-0.4520393	-2.165804	-13.05788
7	0.1535906	-0.5273219	-0.1643185	0	0.4000613	-1.306567	-3.498888
8	0.1405664	0.2104608	-0.6377486	0	1.632131	0.5022511	-0.8816966
9	0.1285044	0.409254	0.1138364	0	-0.2770942	1.026422	-4.495541
10	0.1034272	0.1023383	0.1056378	0	0.1817399	-0.1736289	1.351948
11	0.09278903	0.1312572	-0.1455415	0	-0.2598654	-0.1893494	-0.4089383
12	0.08377168	0.1024355	0.07113477	0	0.1256266	-0.1516289	-1.126795

1.14. Phương pháp nhập tải vào tâm khối lượng

Các phương pháp nhập tải trọng khác (tải trọng phân bố đều, không đều lên phần tử Frame, tải trọng tập trung tại một điểm hoặc trên một thanh) chúng tôi không đề cập đến trong phần Etabs. Các bạn có thể tham khảo trong phần Sap2000.

Trong phần này chúng tôi hướng dẫn cách nhập tải trọng vào tâm cứng. Trước khi nhập tải trọng vào tâm cứng chúng ta phải khai báo và gán Diaphragm cho các tầng như phần 1.7. Sau đó nhấn vào nút khóa  để

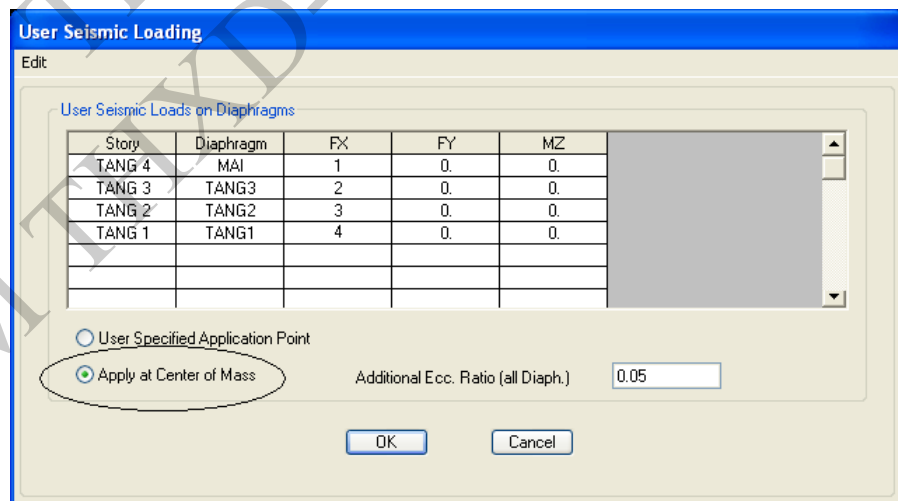


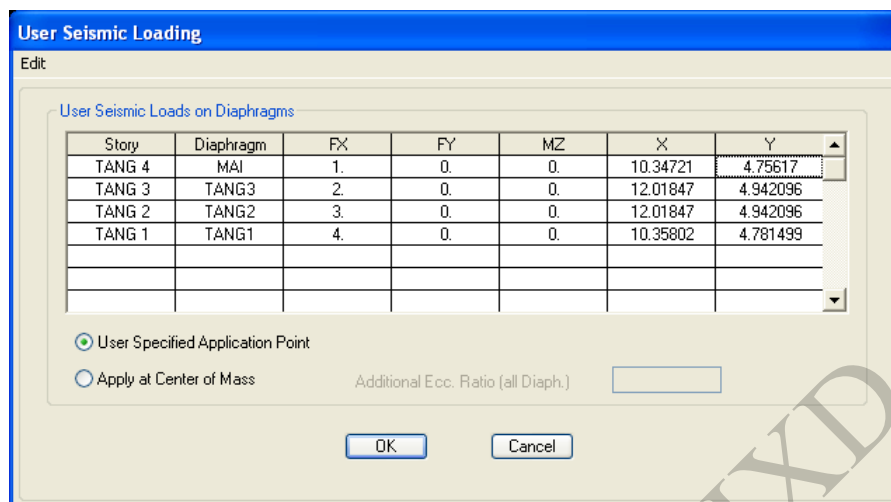
Define → Static Load Case. Trong hộp thoại *Define Static Load Cases Name*, chọn loại tải trọng **TKL**, sau đó nhấn nút **Modify Lateral Load**. Nhập tải trọng theo phương X, Y và mô men xoắn trong mặt phẳng XY lần lượt là FX, FY, MZ.

Cách 1: nhấn vào nút *Apply at Center of Mass*.

Cách 2 : nhấn vào nút *User Specified Application Point*.

- Mở bảng *Center Mass Rigidity* trong file Access đã xuất từ Etabs ra trong mục 1.12. Copy phần tâm khối lượng và Paste vào cột tọa độ X, Y trong hộp thoại *User Seismic Loading* như hình vẽ dưới.





⚠ Lưu ý:

- + Trong file Access, tọa độ tâm khối lượng được lưu từ tầng 1 đến tầng 4. Còn hộp thoại *User Seismic Loading* thì ngược lại, từ tầng 4 đến tầng 1.
- + Loại tải trọng nào sẽ nhập vào tâm khối lượng ? Bạn đọc có thể tìm câu trả lời ở các bộ môn kết cấu công trình.

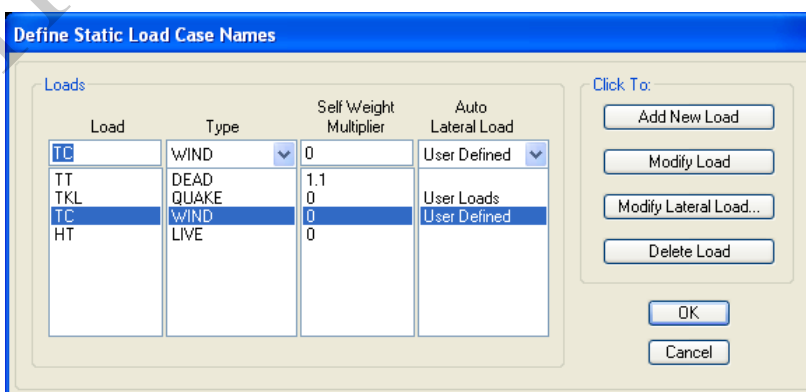
– Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

1.15. Nhập tải trọng vào tâm cứng

Trong phần này chúng tôi hướng dẫn cách nhập tải trọng vào tâm cứng. Trước khi nhập tải trọng vào tâm cứng chúng ta phải khai báo và gán Diaphragm cho các tầng. Sau đó Vào menu **Define** → **Static Load Case**. Trong hộp thoại *Define Static Load Cases Name*, chọn loại tải trọng **TC**, sau đó nhấn nút **Modify Lateral Load**.

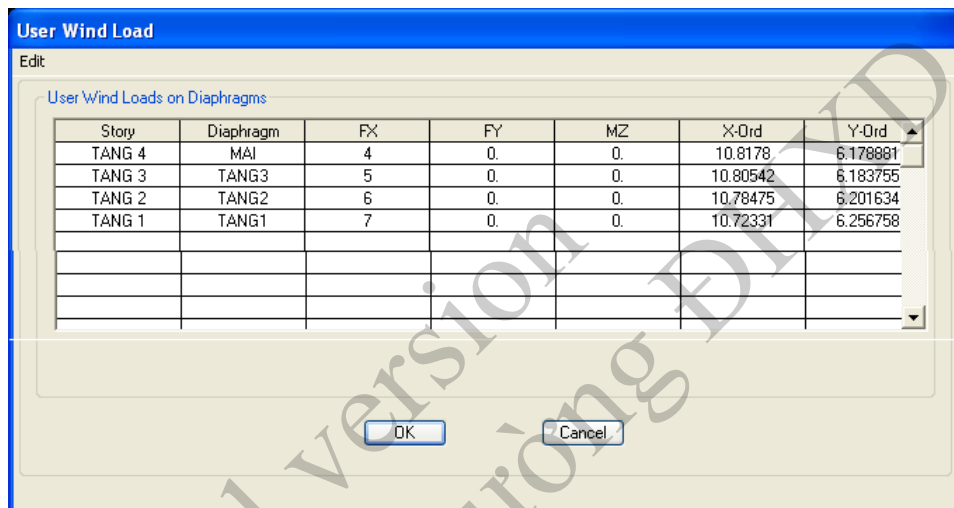
– Nhập tải trọng theo phương X, Y, và mô men xoắn trong mặt phẳng XY lần lượt là FX, FY, MZ.

– Mở bảng *Center Mass Rigidity* trong file Access đã xuất từ Etabs ra trong mục 1.12. Copy phần tâm cứng và Paste vào cột tọa độ X-Ord, Y-Ord trong hộp thoại *User Wind Load* như hình vẽ dưới đây.



⚠ Lưu ý:

- + Trong file Access, tọa độ tâm cứng được lưu từ tầng 1 đến tầng 4. Còn hộp thoại *User Seismic Loading* thì ngược lại, từ tầng 4 đến tầng 1.
- + Loại tải trọng nào sẽ nhập vào tâm cứng? Bạn đọc có thể tìm câu trả lời ở các bộ môn kết cấu công trình.

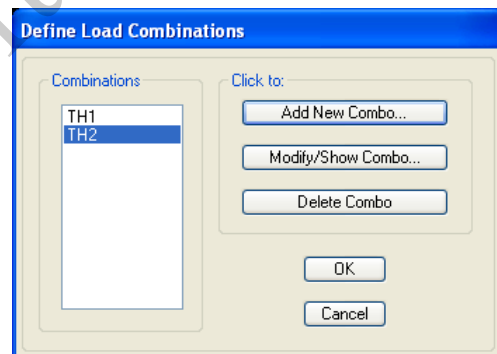


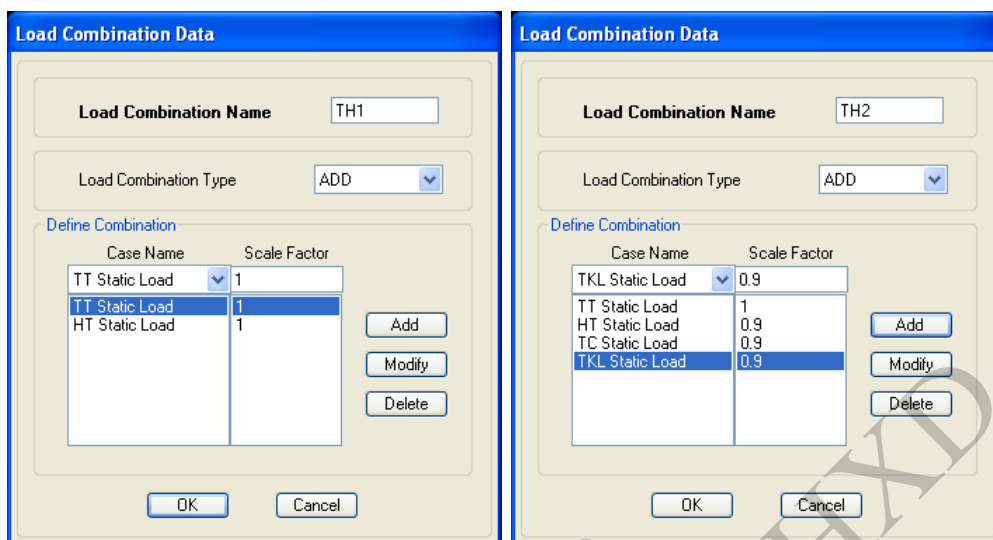
- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

1.16. Tổ hợp tải trọng

Phần tổ hợp tải trọng của Etabs tương tự trong phần hướng dẫn sử dụng Sap2000, bạn đọc tham khảo thêm **trong mục XXX trang XXX**.

Vào menu **Define** → **Load Combinations**, chúng tôi định nghĩa hai tổ hợp tải trọng như sau:





1.17. Kiểm tra lại sơ đồ kết cấu

Trước khi chạy mô hình để lấy kết quả nội lực bạn đọc cần kiểm tra lại sơ đồ hình học và sơ đồ tải trọng.

1.17.1. Kiểm tra lại sơ đồ hình học

Bạn đọc cần kiểm tra lại:

- Tiết diện dầm cột sàn vách.
- Các diaphragm và các liên kết nối đất.

1.17.2. Kiểm tra lại sơ đồ tải trọng

Bạn đọc cần kiểm tra lại tất cả các tải trọng nhập vào sơ đồ hình học bằng cách:

- Menu *Display* → *Show Load* → *Joint/Point* để hiển thị tải trọng tập trung tại nút hoặc tải trọng tập trung trên thanh.

+ **⚠ Lưu ý:** Tải trọng tập trung tại tâm khối lượng (sử dụng chức năng *Apply at Center of Mass* trong mục 1.14) chỉ hiển thị khi đã chạy mô hình. Vì khi chạy mô hình Etabs mới tính toán được tâm khối lượng.

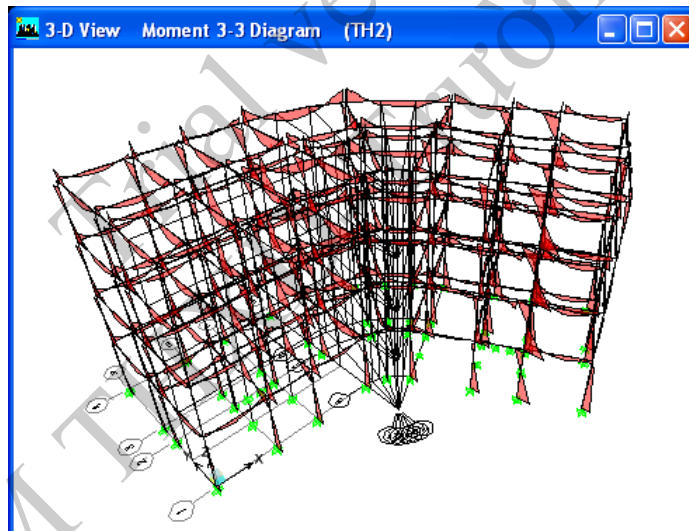
- Menu *Display* → *Show Load* → *Frame/Line* để hiển thị tải trọng phân bố trên thanh.
- Menu *Display* → *Show Load* → *Shell/Area* để hiển thị tải trọng tác dụng lên phần tử Area.

1.18. Chạy chương trình và quan sát nội lực

Để chạy chương trình, bạn đọc vào menu **Analyze → Run Analysis**.

Xem kết quả nội lực:

- Menu *Show* → *Show Deformed Shape*: xem sơ đồ kết cấu đã bị biến dạng của từng trường hợp tải trọng hoặc của từng trường hợp tổ hợp tải trọng.
- Menu *Show* → *Show Mode Shape*: xem tần số dao động và sơ đồ kết cấu đã bị biến dạng của từng dạng dao động.
- Menu *Show Member Force/Stress Diagram* → *Support/Spring Reactions*: Xem phản lực tại các liên kết nối đất
- Menu *Show Member Force/Stress Diagram* → *Frame/Pier/Spandrel Forces*: Xem nội lực của các phần tử Frame, Pier, Spandrel.
- Menu *Show Member Force/Stress Diagram* → *Shell Stresses/Forces*: Xem ứng suất và nội lực của phần tử Area.



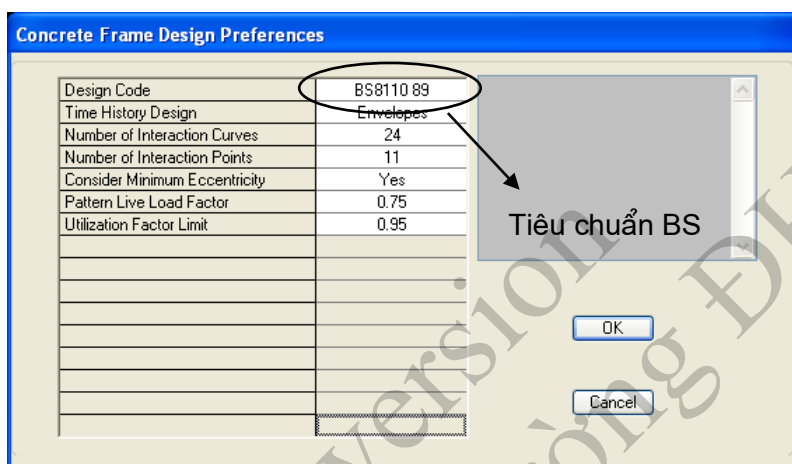
⚠ Lưu ý:

- Bạn đọc cần phải kiểm tra lại kết quả nội lực bằng cách:
 - + Quan sát một cách trực quan nội lực của từng phần tử. Tìm ra những chỗ vô lý nếu có.
 - + So sánh phản lực tại chân cột mà Etabs tính ra với kết quả phản lực mà bạn đọc dồn tải tính toán sơ bộ bằng tay. Nếu hai kết quả đó chênh lệch quá lớn, bạn đọc cần kiểm tra lại các bước trên.

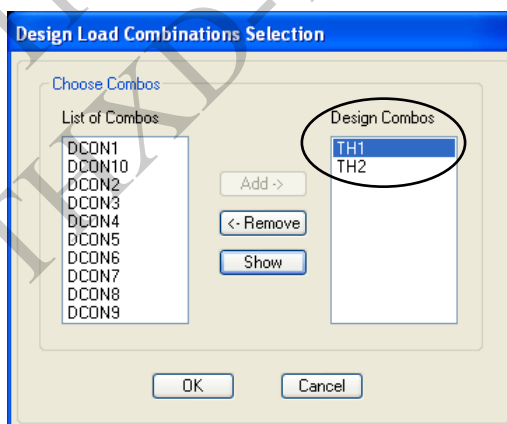
- Kiểm tra lại tần số dao động so với kết quả tính sơ bộ.
- Cần lưu ý rằng, tần số dao động 1,2,3...n trong Etabs không tương ứng với tần số dao động cơ bản số 1,2,3... được đề cập đến trong các tiêu chuẩn thiết kế.

1.19. Khai báo bài toán thiết kế cốt thép cho Frame

- Khai báo tiêu chuẩn thiết kế trong menu **Options** → **Preference** → **Concrete Frame Design**.



- Khai báo tổ hợp tải trọng sẽ dùng để thiết kế cốt thép trong menu **Design** → **Concrete Frame Design** → **Select Design Combo**. Design Combos là tổ hợp sẽ dùng để thiết kế, trong ví dụ này chúng tôi chọn TH1 và TH2.



- Kiểm tra lại các thông số về vật liệu.
 - + Vào menu **Define** → **Material properties** → Kiểm tra lại vật liệu bê tông đã khai báo. Các mục trong phần *Design Propertiy Data* thay đổi theo tiêu chuẩn thiết kế. Các thông số trong từng mục cũng thay đổi theo tiêu chuẩn thiết kế.

- + Cường độ chịu nén của bê tông thay đổi theo từng tiêu chuẩn thiết kế, có tiêu chuẩn yêu cầu cường độ bê tông theo mẫu thí nghiệm hình lập phương (*Cube*), có tiêu chuẩn yêu cầu nhập vào cường độ bê tông theo mẫu thí nghiệm hình trụ (*Cylinder*)... Các thông số này bạn đọc có thể tìm thấy trong các tiêu chuẩn thiết kế.

- Kiểm tra lại các thông số về lớp bảo vệ bê tông cũng như kiểu phần tử (*Beam, column*) của từng tiết diện Frame: Vào menu **Define** → **Frame Section** → **Chọn tiết diện** → **Modify/Show Property** → **Reinforcement**.
- Để thực hiện quá trình tính toán cốt thép cho phần tử Frame, bạn đọc vào menu **Design** → **Concrete Frame Design** → **Start Design/Check of Structure**.
- Để quan sát kết quả thiết kế cốt thép, vào menu **Design** → **Concrete Frame Design** → **Display Design Info**, sau đó chuyển đơn vị hiện hành từ Ton-m sang **Ton-cm**.

0.083	0.083	0.336
0.192	0.282	0.167

- + Đối với mỗi phần tử dầm, số phía trên là diện tích thép lớp trên của dầm, số phía dưới là diện tích thép lớp dưới của dầm.
- + Đối với phần tử cột, Etabs tính toán ra tổng diện tích cốt thép của cột đó.

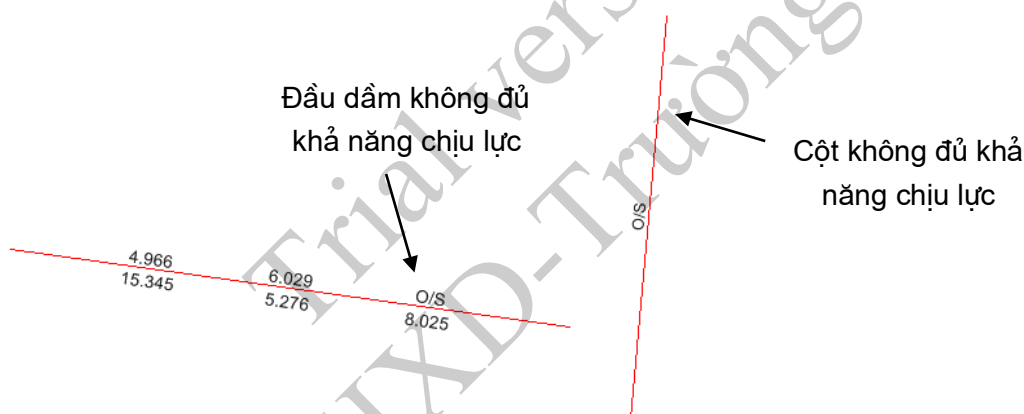
⚠ Chú ý:

– Sau khi chạy bài toán thiết kế, nếu phần tử Frame không hiện ra diện tích cốt thép mà phần tử Frame đó chuyển sang màu đỏ và hiện chữ **O/S**, thì những thanh đó không đủ khả năng chịu lực:

- + Dạng 1: OS #2: (*Reinforcing required exceeds maximum allowed*). Thép gia cường yêu cầu vượt quá giới hạn cho phép.
- + Dạng 2: OS #45: (*Shear stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed*) ứng suất cắt gây ra lực cắt và xoắn đồng thời vượt quá giới hạn cho phép.

– Đối với trường hợp thanh không đủ khả năng chịu lực, chúng ta phải thực hiện ít nhất một trong các phương pháp sau:

- + Tăng diện tích tiết diện.
- + Tăng mác bê tông.
- + Thay đổi thép từ All sang Alll.



2. BÀI TẬP 2

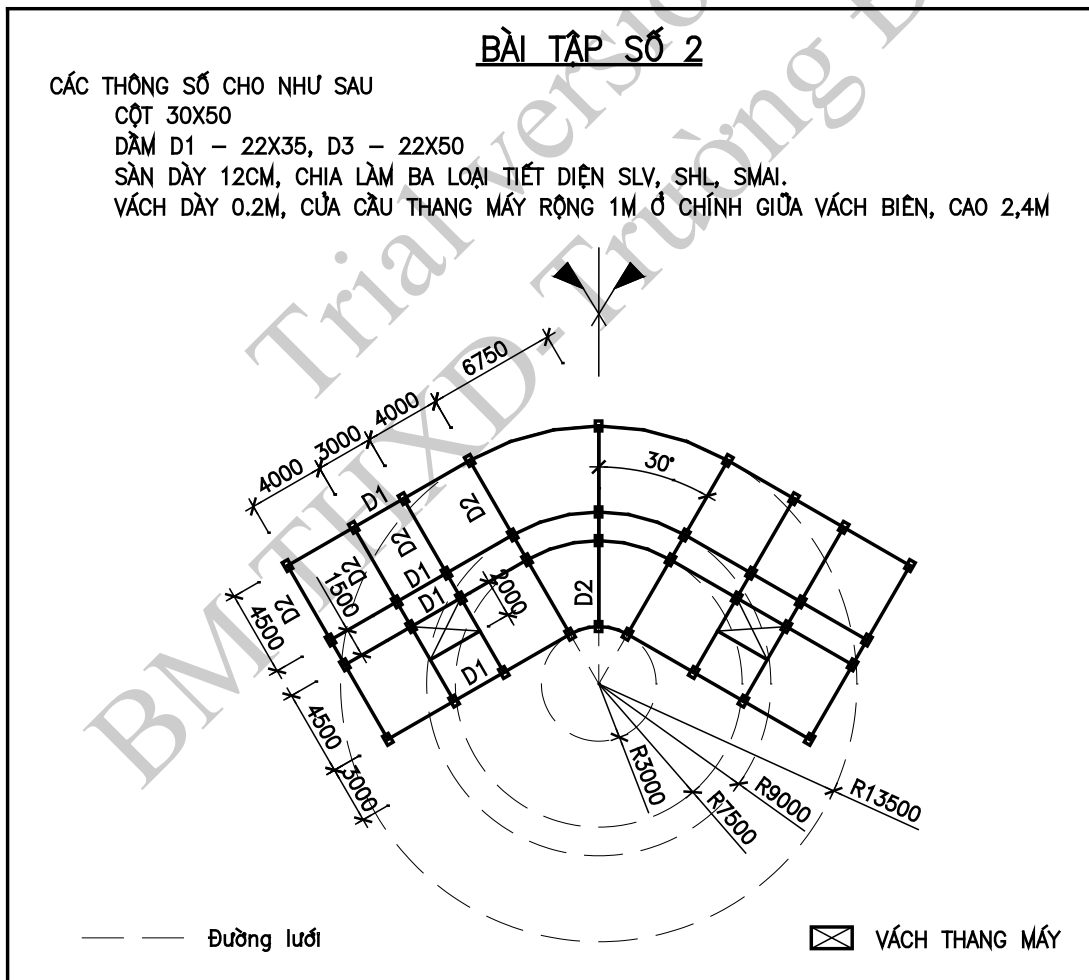


Chú ý: Bài tập 1 chúng tôi đã hướng dẫn một cách khá chi tiết, các bài tập sau chúng tôi chỉ hướng dẫn bước làm.

Mục đích:

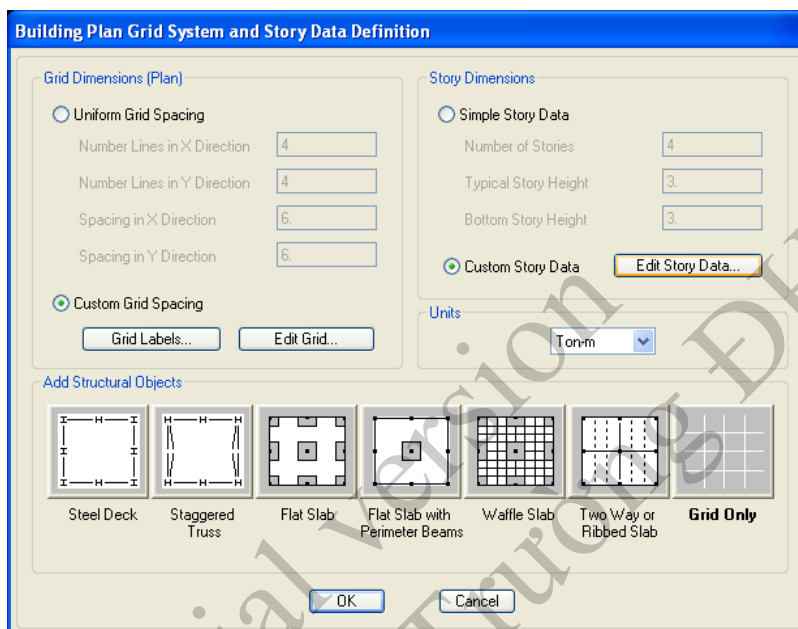
- Các phương pháp vẽ vách cứng.
- Phương pháp kiểm tra khả năng chịu lực của vách cứng.
- Phương pháp xây dựng mô hình công trình cao trên 4 tầng.
- Phương pháp tạo mặt cắt zic zắc.

Đề bài:

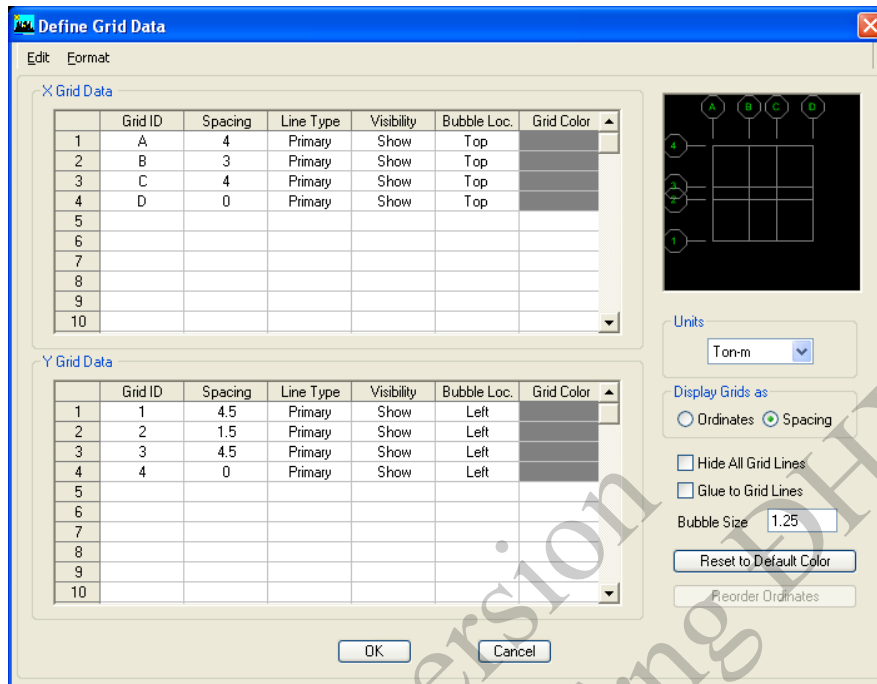


2.1. Thiết lập hệ lưới

- Chọn đơn vị Ton.m.
- Vào menu **File** → **New Model** → Chọn **No** trong hộp thoại *New Model Initiazation* → Hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition* hiện lên. Chúng ta điền các thông số như sau:



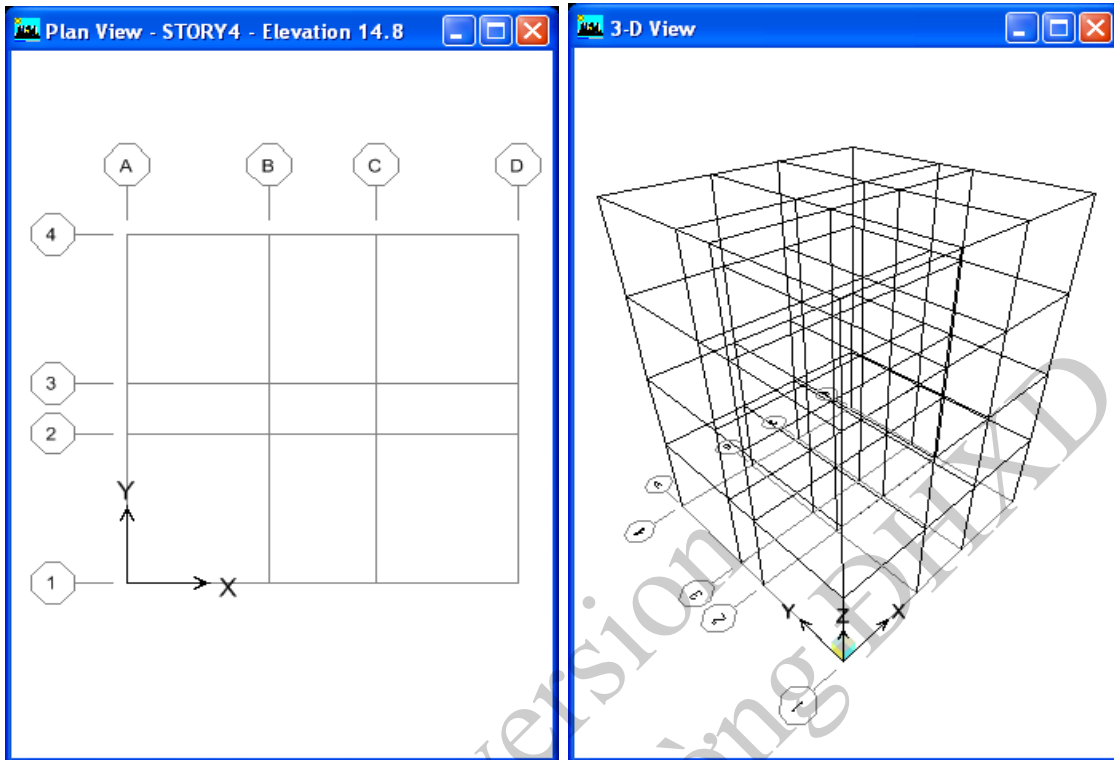
- Bấm lựa chọn **Custom Grid Spacing** và chọn nút **Edit Grid** trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*.
- Chỉnh lại các thông số về đường lưới trong hộp thoại *Define Grid Data* như sau:



- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*.
- Nhấn vào **Custom Story Data** và chọn **Edit Story Data** trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*.
- Hộp thoại *Story Data* hiện lên, điền hộp thoại này như sau:

	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
5	STORY4	3.6	14.8	No	STORY1	No	0.
4	STORY3	3.6	11.2	No	STORY1	No	0.
3	STORY2	3.6	7.6	No	STORY1	No	0.
2	STORY1	4	4	Yes		No	0.
1	BASE		0.				

- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Story Data*.
- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*.



2.2. Định nghĩa tiết diện và vật liệu

2.2.1. Định nghĩa vật liệu

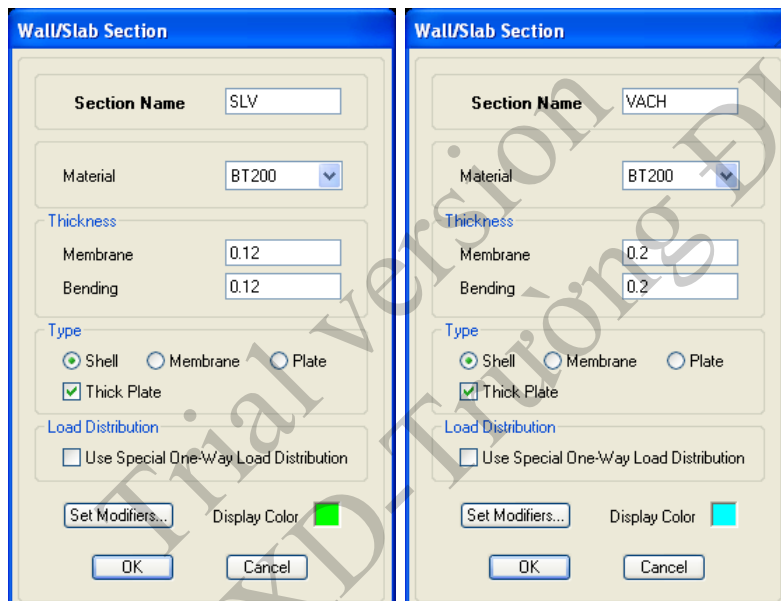
- Làm tương tự như bài tập 1.
- Các thông số của bê tông tra trong sách bê tông. Định nghĩa bê tông mác 300.
- Thép chịu lực chính AIII, thép đai AI.

Material Property Data

Material Name	BT200	Display Color	Color
Type of Material		Type of Design	
<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic		Design: Concrete	
Analysis Property Data			
Mass per unit Volume	0.25	Design Property Data (ACI 318-99)	
Weight per unit Volume	2.5	Specified Conc Comp Strength, f'c	
Modulus of Elasticity	2400000.	Bending Reinf. Yield Stress, fy	
Poisson's Ratio	0.2	Shear Reinf. Yield Stress, fys	
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06	<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete Shear Strength Reduc. Factor	
Shear Modulus	1000000.		
OK		Cancel	

2.2.2. Khai báo tiết diện

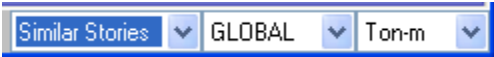
- Khai báo các tiết diện cột C30x50 và dầm D22x35, D22x50.
- Khai báo tiết diện sàn (vào *Add New Slab*) bê dày 0.12m: SLV (sàn phòng làm việc), SHL (sàn hành lang), MAI (sàn mái). Khai báo tiết diện theo chức năng làm việc của phòng sẽ thuận tiện hơn cho quá trình nhập tải vào sàn (Menu *Select* → *Wall/Slab/Deck sections*).
- Để khai báo tiết diện vách, bạn đọc vào menu **Define** → **Wall/Slab/Deck Sections** → chọn **Add New Wall**. Nhập vào tên tiết diện là **VACH** và bề dày vách là **0.2m**.



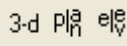
- Trong quá trình khai báo, bạn đọc chọn màu tiết diện sao cho dễ nhìn, mỗi màu một tiết diện và mỗi tiết diện một màu.

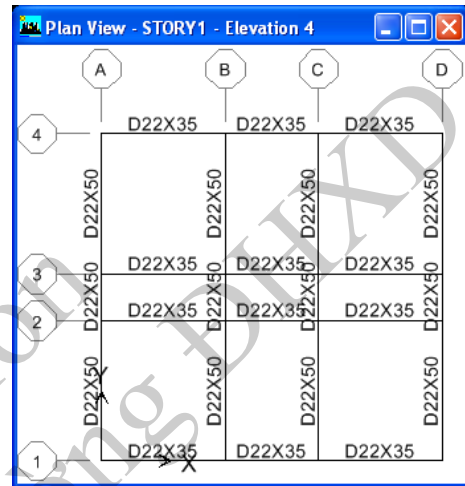
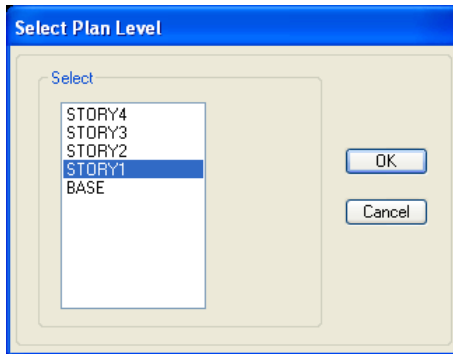
2.3. Vẽ sơ đồ kết cấu

Trong bài tập này chúng tôi sẽ hướng dẫn bạn đọc sử dụng chức năng *Similar Stories* để vẽ cũng như chỉnh sửa kết cấu. Chức năng này chỉ có tác dụng khi chúng ta thao tác trên mặt bằng.


- Chọn lựa chọn *Similar Stories* . Khi chức năng này được chọn, nếu chúng ta thao tác (vẽ, chọn...) trên mặt bằng tầng điển hình, thì các tầng tương tự sẽ được hiệu chỉnh (vẽ, chọn...) theo. Các tầng điển hình và tầng tương tự đã được định nghĩa trong hộp thoại *Edit Story Data* ở phần 2.1

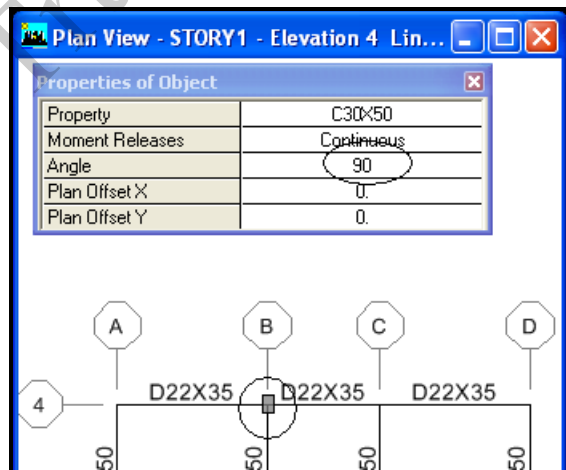
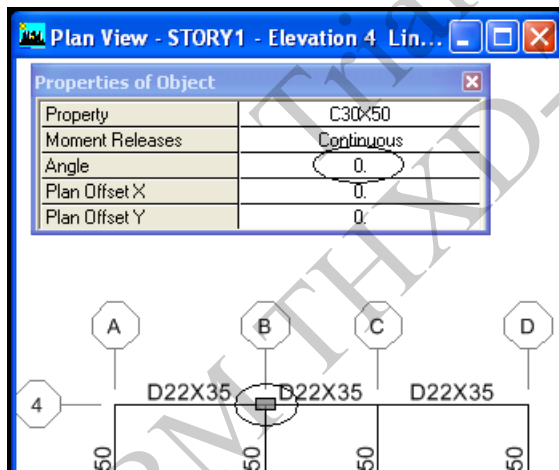
– Chuyển **Plan View** xuống tầng 1 (trong bước 2.1, khi khai báo *Story Data*, chúng ta chọn tầng chính (*master story*) là tầng 1 (*story 1*)). Do vậy chúng ta chuyển *Plan view* xuống tầng 1 để thao tác:

- + Chuyển sang cửa sổ *Plan view* nhấn vào thanh công cụ **Plan** .
- + Hộp thoại *Select Plan Level* hiện lên như hình bên, chọn **Story 1**.



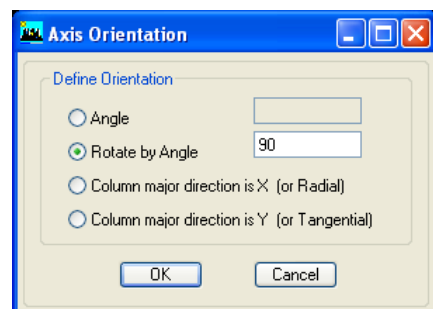
– Chúng ta vẽ các dầm D22x35 nằm ngang và các dầm D22x50 nằm dọc như hình bên.

– Sau đó sử dụng chức năng  để vẽ cột. Chính góc xoay (*Angle*) sang 90 độ và vẽ.

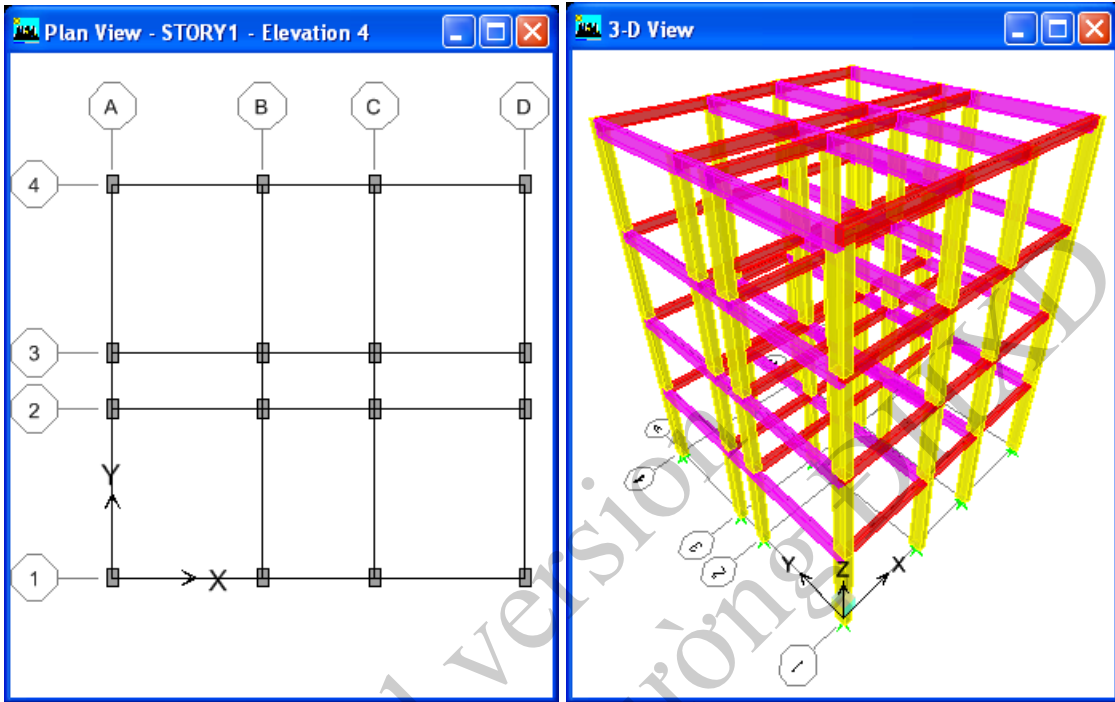


– Hình vẽ trên thể hiện việc không xoay cột và vẽ xoay cột 90 độ.

– Bạn đọc cũng có thể xoay cột bằng cách một góc 90 độ: Chọn cột cần xoay. Vào menu *Assign* → *Frame/Line* → *Local Axes* (Xem thêm trong mục xoay hệ trục tọa độ địa phương của phần tử *Frame* trong



chương 2). Điền góc 90 độ vào mục *Rotate by Angle* của hộp thoại *Axis Orientation*.

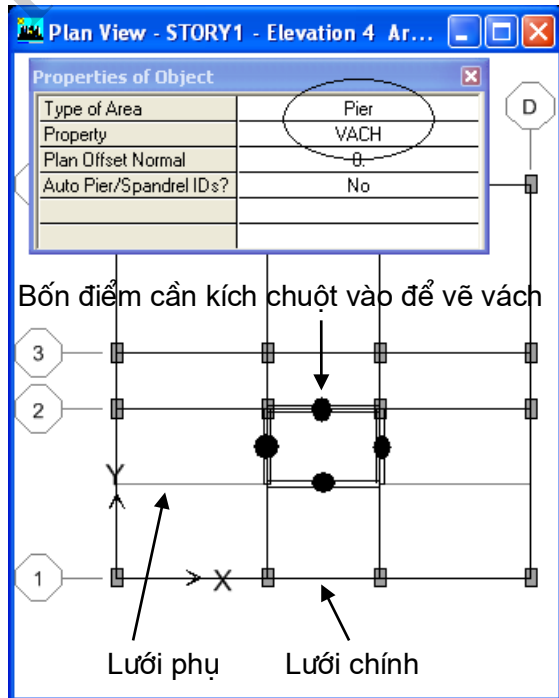


– Để thuận tiện cho việc vẽ vách thang máy, chúng ta định nghĩa thêm lưới:

- + Vào menu **Edit** → **Edit Grid Data** → **Edit Grid**.
- + Chọn **Systems GLOBAL**, sau đó bấm vào **Modify/Show System**.

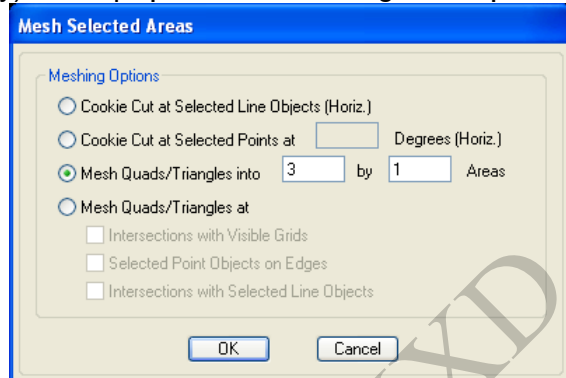
– Hộp thoại *Define Grid Data* hiện lên. Nhấn vào số thứ tự 2 trong mục *Y Grid Data*, vào menu **Edit** → **Insert Row**. Các thông số cho dòng mới thêm vào như sau (Hiển thị lưới dưới dạng tọa độ – Ordinate, không phải dưới dạng khoảng cách giữa các lưới – Spacing):

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	1	0.	Primary	Show	Left	
2	1'	2.5	Secondary	Show	Left	
3	2	4.5	Primary	Show	Left	
4	3	6.	Primary	Show	Left	
5	4	10.5	Primary	Show	Left	



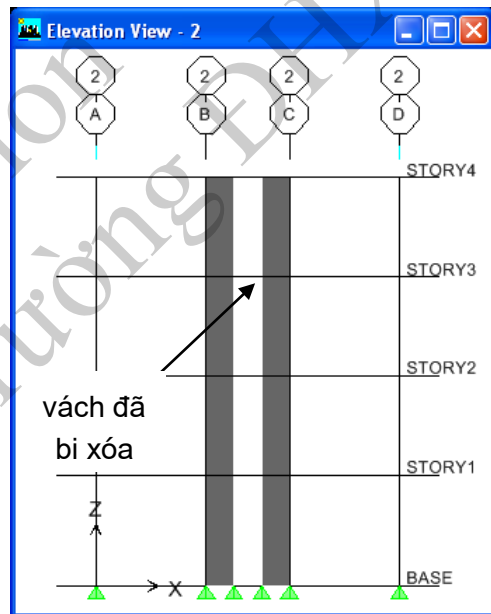
- + Đường lưới vừa sinh ra đặt là trục 1'. Toạ độ 2.5m.
- + Kiểu đường lưới là lưới phụ (Secondary). Lưới phụ là lưới sẽ không thể hiện tên đường lưới. Chúng ta không thể xem mặt cắt qua đường lưới này (trừ khi bạn đọc định nghĩa mặt cắt Zíc Zắc).

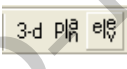
– Sử dụng chức năng vẽ nhanh vách để vẽ vách bằng cách kích vào lưới trên mặt bằng tầng 1. (Bốn chấm đen trên hình vẽ là bốn điểm kích chuột vào). Lưu ý chỉnh các thông số trong hộp thoại *Properties of Object*:

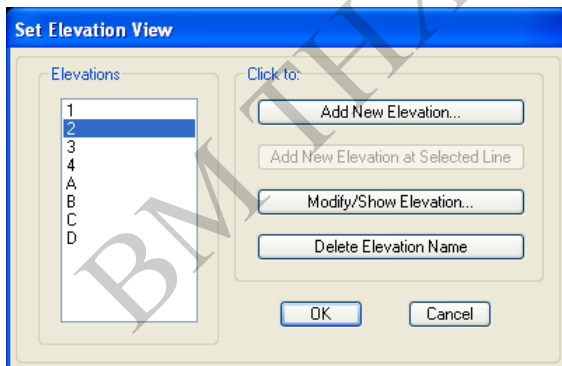



- + *Type of Area*: **Pier**.
- + *Property*: **VACH**

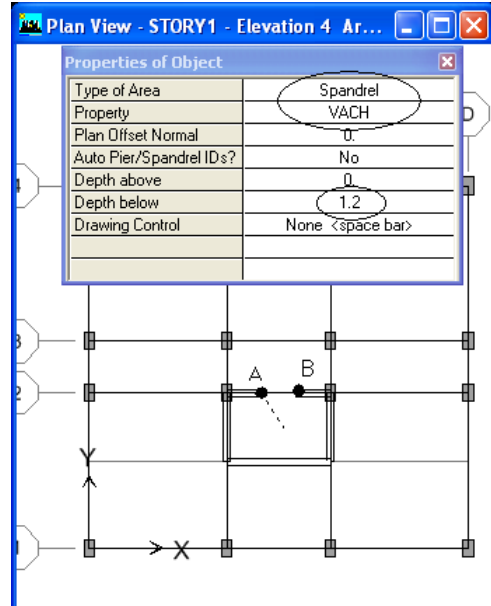
– Chọn vách phía hành lang (muốn chọn được vách ta phải khoanh một ô chữ nhật từ dưới lên trên cắt qua vách cần chọn). Vào menu **Edit** → **Mesh Area**. Điền vào hộp thoại *Mesh Selected Areas* như hình bên để chia tấm vách làm ba phần.



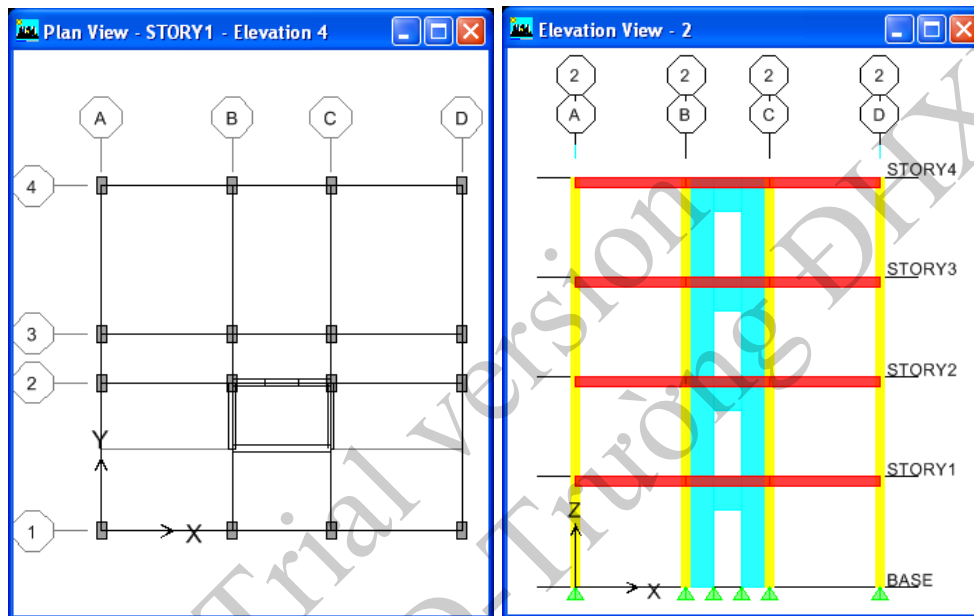
– Nhấn vào **Elev** trong thanh công cụ , sau đó chọn *Elevations* là trục 2, để chuyển sang nhìn mặt cắt công trình đi qua trục 2.



- Xóa tấm vách ở giữa như hình bên.
- Chúng ta lại chuyển về mặt bằng tầng 1. Sử dụng chức năng vẽ vách đi qua hai điểm .

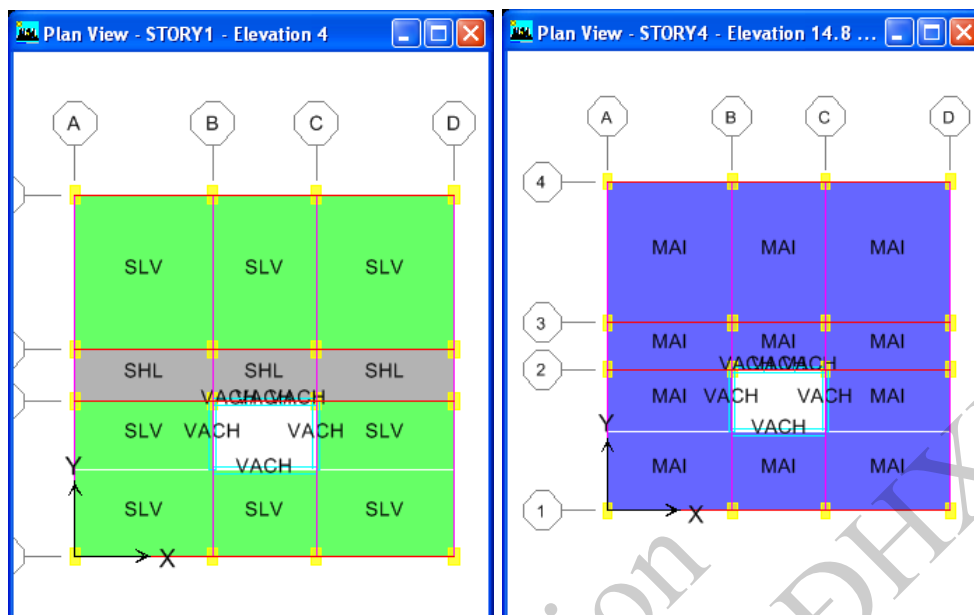


- Trong hộp thoại *Properties of Object*:
 - + *Type of Area* : **Spandrel**.
 - + *Property*: **VACH**.
 - + *Depth above*: **0**.
 - + *Depth below*: **1,2m**
- Sau đó tích vào hai điểm A và B như hình trên.
- Ta được kết quả như sau:



! **Chú ý:** từ đầu đến giờ chúng ta đang để chế độ .

- Vẽ Sàn làm việc như bài tập 1:

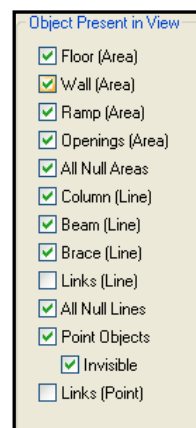


– Nguyên tắc làm việc khi nhập tải cũng như gán tiết diện vách, sàn và dầm, cột như sau:

- + Khai thao tác với sàn thì tắt hiển thị vách và ngược lại
- + Khai thao tác với cột thì tắt hiển thị dầm và ngược lại

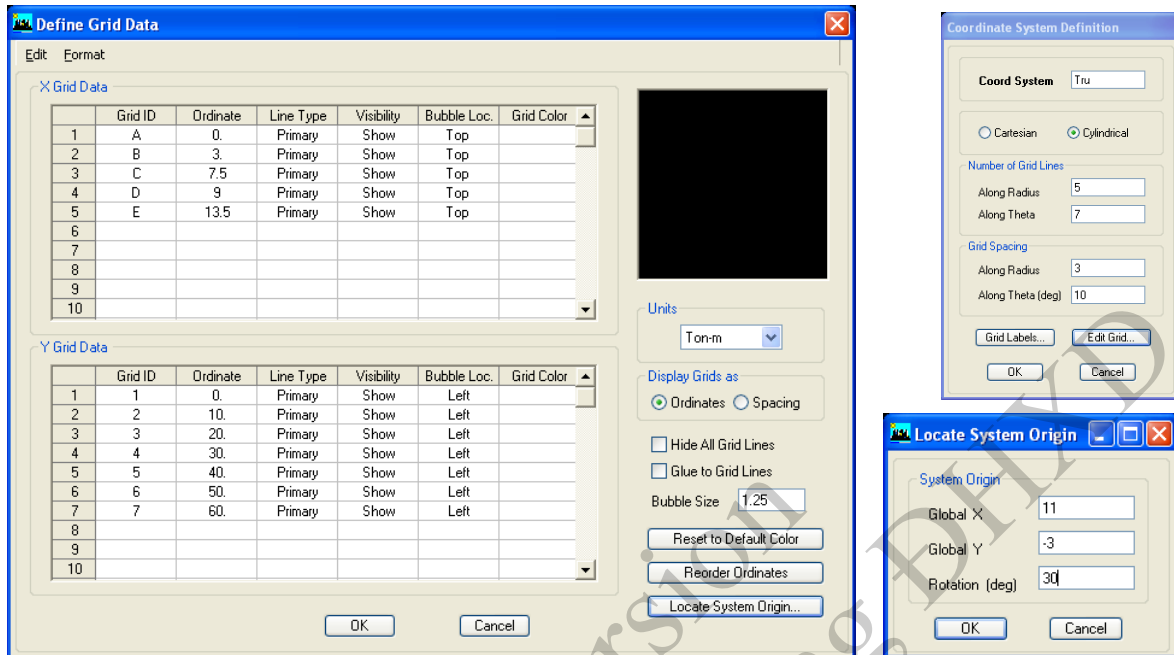
– Phương pháp bật tắt dầm cột sàn vách như sau:

– Kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó chỉnh *Object Present in View* như hình bên.

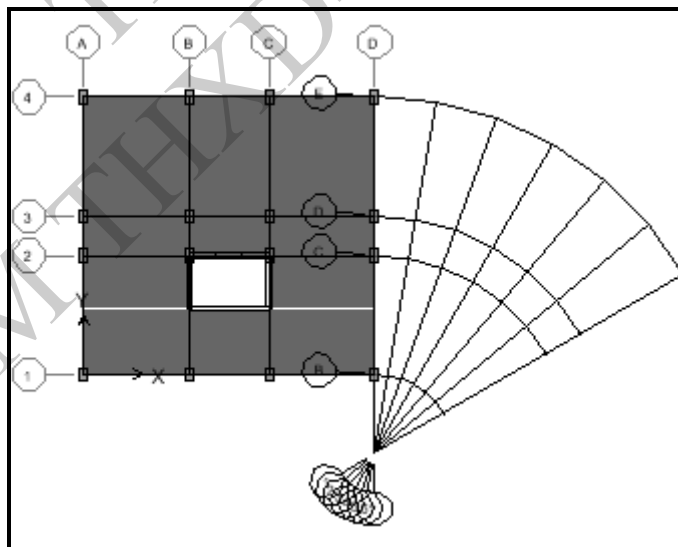


2.4. Tạo lập hệ tọa độ trụ

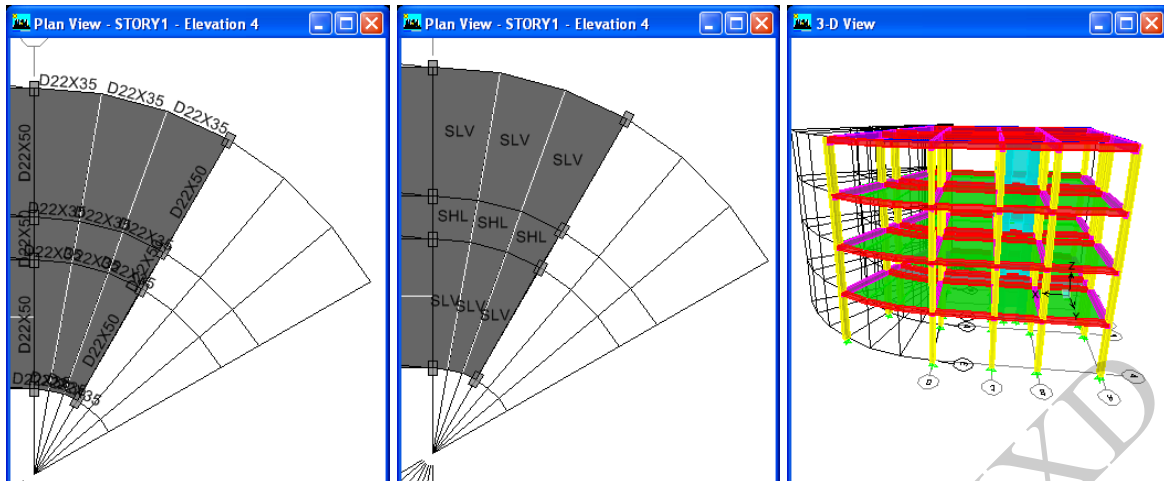
– Vào menu **Edit** → **Edit Grid Data** → **Edit Grid** → **Add New System**. Chọn hệ tọa độ Trụ (*Cylindrical*). Điền các thông số như hình bên.



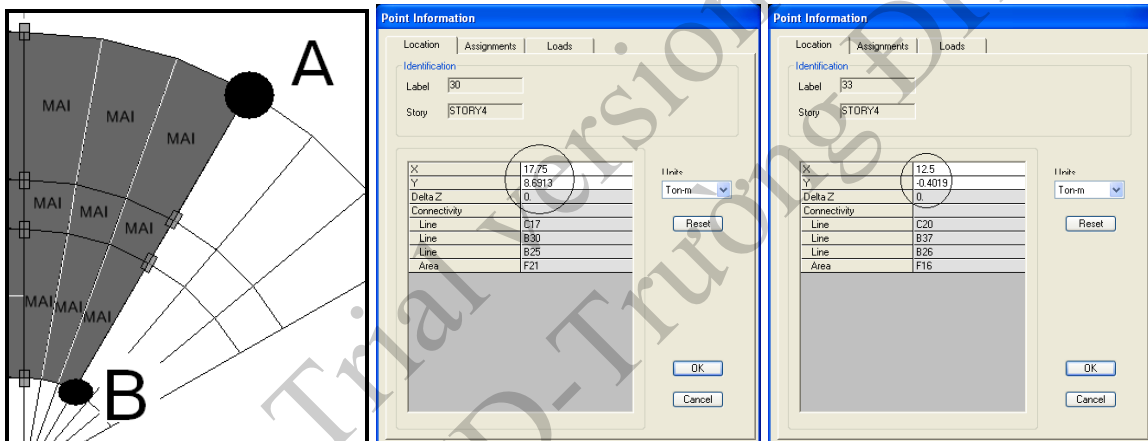
- Sau đó bấm vào nút **Edit Grid**. chỉnh lại cột *Ordinate* trong *X Grid Data* như hình dưới.
- Trong hộp thoại *Define Grid Data*, bấm vào nút **Locate System Origin**, hộp thoại *Locate System Origin* hiện lên, điền các thông tin vào hộp thoại này như hình trên.
- Nhấn **OK** để thoát khỏi tất cả các hộp thoại. Ta được hệ lưới như sau :



- Chúng ta vẽ sẵn và đảm cho một nửa phần lưới vừa thêm vào như hình vẽ dưới đây:

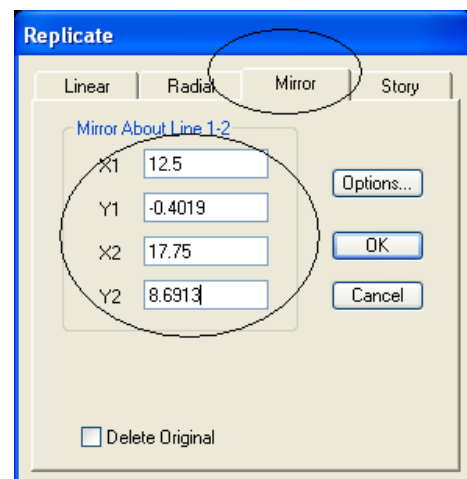


- Lấy thông tin tọa độ hai điểm A và B bằng cách nhấn phải chuột vào 2 điểm đó.

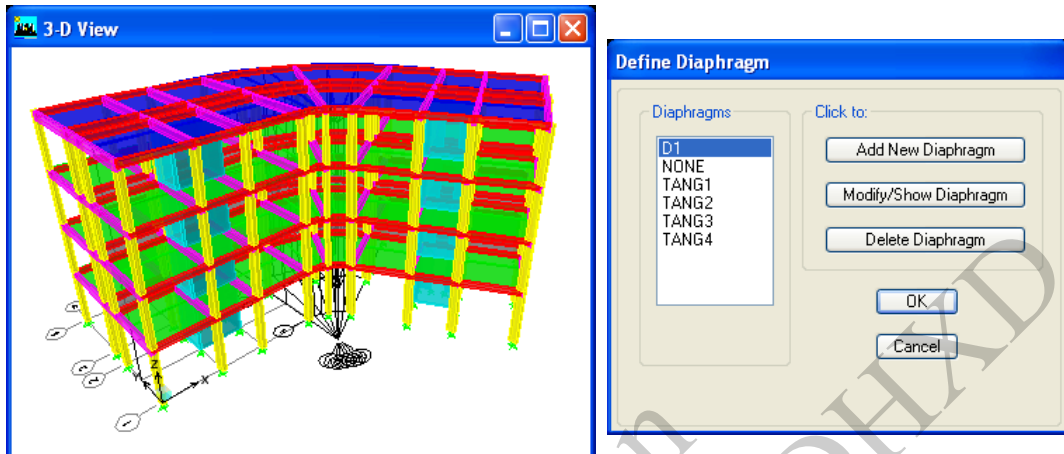


- Sử dụng chức năng Mirror để lấy đối xứng: Chọn tất cả các cấu kiện trên mô hình (Ctrl+A) → Vào menu Edit → Replicate → Mirror → Điền các thông số như hội thoại sau:

- + X1, Y1 là tọa độ điểm A.
- + X2, Y2 là tọa độ điểm B.



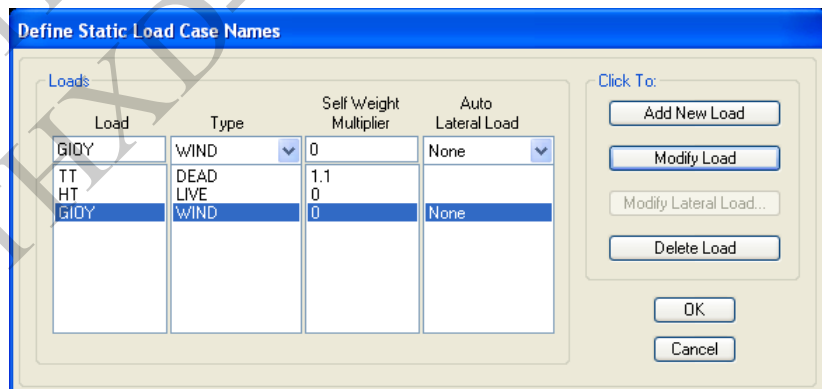
- Ta được kết quả như sau :



- Khao bái liên kết ngầm với đất như bài tập 1.
- Khai báo *Diaphragm* (TANG1, TANG2, TANG3, TANG4) như bài tập 1. Lưu ý: mỗi tầng chỉ được gán một *Diaphragm* và ngược lại, mỗi *Diaphragm* chỉ được gán cho một tầng.

2.5. Định nghĩa các trường hợp tải trọng

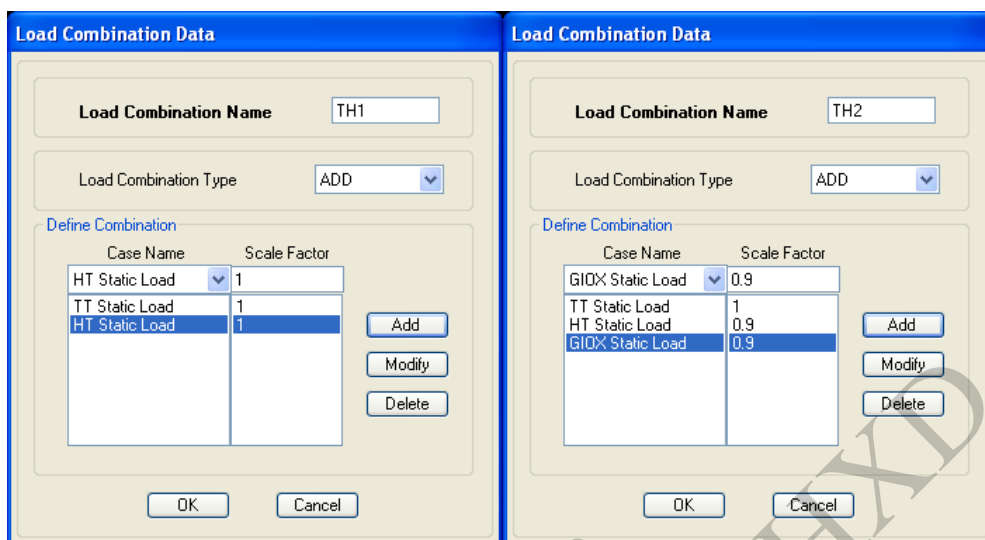
- Chúng ta tiến hành khai báo ba trường hợp tải trọng TT (tĩnh tải), HT (hoạt tải) và GioY (gió thổi theo phương Y) như sau:



- Phương pháp khai báo như ở bài tập 1. Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

2.6. Khai báo tổ hợp tải trọng

Chúng ta khai báo hai tổ hợp tải trọng TH1 và TH2 như hình vẽ dưới đây:



2.7. Nhập tải trọng

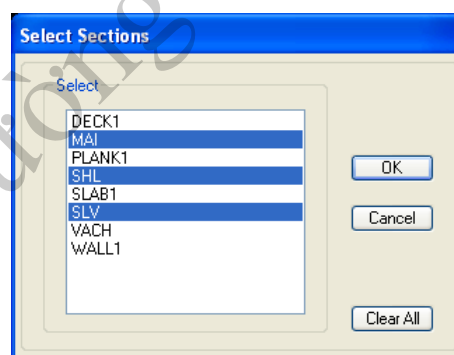
Chúng tôi nhắc lại các bài tập chỉ là ví dụ minh họa, không phải là công trình thực tế.

2.7.1. Tĩnh tải

Tĩnh tải 0,2 T/m² tác dụng lên tất cả các sàn.

Phương pháp nhập:

– Vào menu **Select** → **by Wall/Slab/Deck sections** → giữ chặt Ctrl và nhấn chuột vào **MAI, SHL, SLV**.



– Sau đó vào menu **Assign** → **Shell/Area Loads** → **Uniform**. Chọn tải trọng là tĩnh tải (TT), *Load* = 0,2.

2.7.2. Hoạt tải

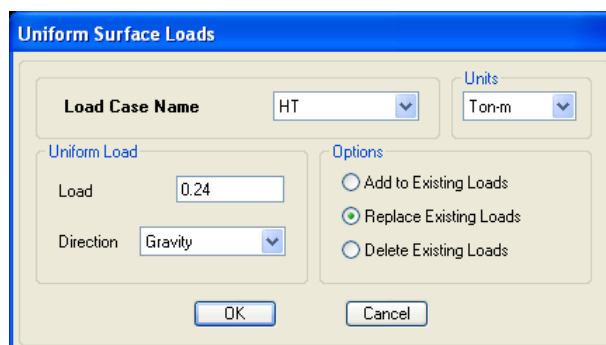
– Hoạt tải 0,24 T/m² tác dụng lên tất cả các sàn phòng làm việc.

– Hoạt tải 0,36 T/m² tác dụng lên tất cả các sàn hành lang.

– Hoạt tải 0,075 T/m² tác dụng lên tất cả các sàn mái.

Phương pháp nhập tải trọng:

– Vào menu **Select** → **by Wall/Slab/Deck sections** → Chọn **SLV**.



Sau đó vào menu **Assign** → **Shell/Area Loads** → **Uniform**. Chọn tải trọng là hoạt tải (HT), $Load = 0,24$ như hộp thoại trên.

- Làm tương tự cho các sàn hành lang, sàn mái.

2.7.3. Tải trọng gió theo phương Y

Tải trọng gió theo phương Y, tác dụng lên tất cả dầm biên các tầng, một lực phân bố đều 1,1 T/m. Phương pháp nhập như sau :

- Sử dụng chức năng chỉnh sửa trên toàn bộ các tầng (lựa chọn **All Stories** (All Stories | GLOBAL | Ton-m)).

- Chuyển sang cửa sổ nhìn trên mặt bằng kết cấu tầng 1 (Plan View).

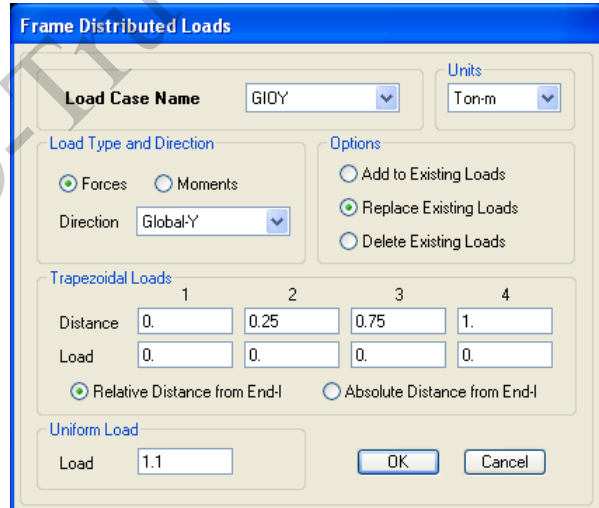
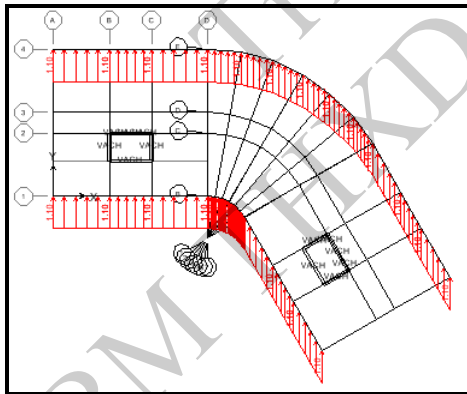
- Kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó bỏ chọn ở Column (Line) trong *Object Present in View* để ẩn tất cả các cột.

- Chọn các dầm biên ở mép trên và dưới của công trình. Sau đó vào menu **Assign** → **Frame/Line Loads** → **Distributed** :

+ *Load Case Name*: **GIOY**

+ *Direction*: **Global-Y**

+ *Load*: **1,1T/m**



2.8. Khai báo tự động chia nhỏ sàn và dầm

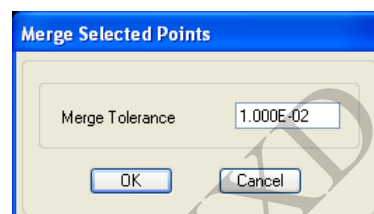
Xem bài tập 1.

2.9. Hợp nhất các điểm quá gần nhau

Mục đích: Nếu có các điểm quá gần nhau, chức năng này sẽ ghép các điểm đó thành một điểm. Nếu bỏ qua bước này, có thể việc kiểm tra mô hình trước khi chạy (*Check Model*) sẽ báo lỗi.

Phương pháp:

- Chọn tất cả công trình (**Ctrl+A**).
- Vào menu **Edit** → **Merge Points**. Hộp thoại *Merge Selected Points* hiện lên, chúng ta điền khoảng cách lớn nhất giữa các điểm cần hợp nhất vào. Trong bài này, tác giả để khoảng cách lớn nhất bằng 0.01m.



2.10. Kiểm tra mô hình

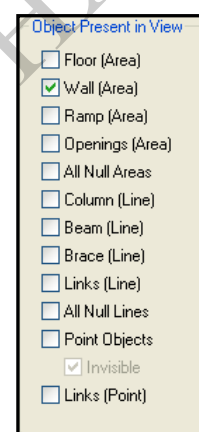
Vào menu **Analyze** → **Check model** như bài tập 1, chỉnh sửa lỗi nếu có.

2.11. Đặt tên vách

2.11.1. Đặt tên cho Pier

Chúng ta có hai vách thang máy, đặt tên cho Pier của mỗi vách là P1 và P2. Cách đặt tên như sau :

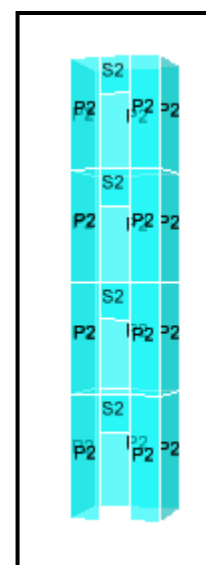
- Chọn tất cả vách thang máy thứ nhất (từ tầng 1 đến 4) trừ các thanh giằng ngang (*Spandrel*).
- Vào menu **Assign** → **Shell/Area** → **Pier Label**. Sau đó chọn **P1** và nhấn **OK**.
- Tương tự ta làm cho vách thang máy thứ hai với tên là **P2**.
- Để thuận tiện cho việc chọn vách, chúng ta ẩn hết dầm sàn trong khung nhìn: Kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó bỏ chọn tất cả trong *Object Present in View* trừ *Wall*.



2.11.2. Đặt tên cho Spandrel

Chúng ta có hai vách thang máy, đặt tên cho *Spandrel* của mỗi vách là S1 và S2. Cách đặt tên như sau :

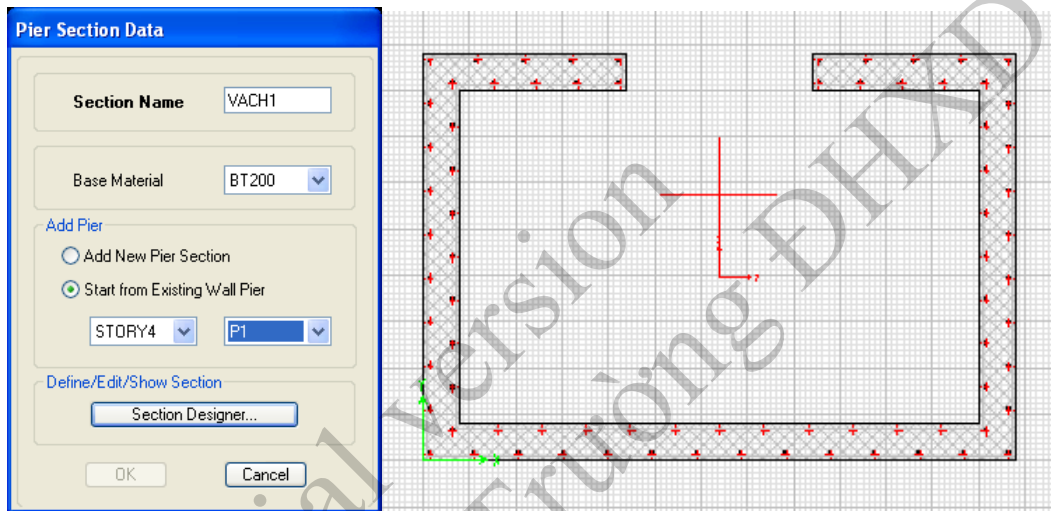
- Chọn tất cả các thanh giằng ngang (*Spandrel*) (từ tầng 1 đến 4) của vách thang máy thứ nhất.
- Vào menu **Assign** → **Shell/Area** → **Spandrel Label**. Sau đó chọn **S1** và nhấn **OK**.



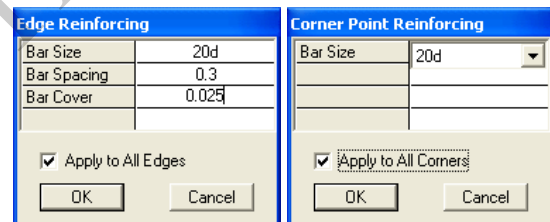
- Tương tự ta làm cho *Spandrel* của vách thang máy thứ hai với tên là **S2**.

2.12. Định nghĩa tiết diện vách

- Vào menu **Design** → **Shear Wall Design** → **Define Pier Sections for Checking** → **Add Pier Section**. Chúng ta định nghĩa tiết diện vách tên là **VACH1**, các thông số như hộp thoại *Pier Section Data* dưới. Sau đó bấm vào nút **Section Designer**, chương trình **CSISD** hiện lên.



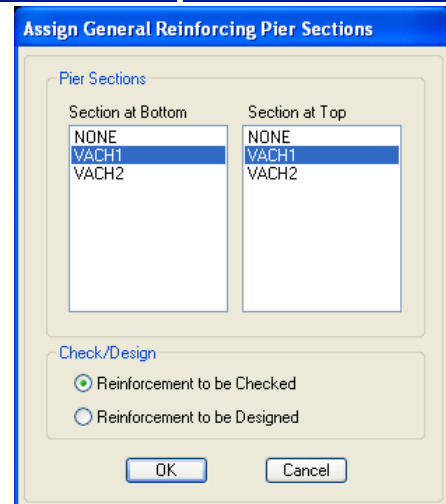
- Chúng ta nhấn phải chuột vào các thanh thép góc để khai báo thép góc, nhấn phải chuột vào thanh thép phân bố đều trên biên vách để chỉnh đường kính cũng như khoảng cách giữa chúng (Để hiểu rõ hơn, mời đọc giả xem thêm chương 4, phần **Section Designer**).



- Sau đó nhấn nút **Done** ở góc dưới của chương trình **CSISD** để ghi lại và thoát khỏi chương trình.

- Làm tương tự, chúng ta định nghĩa tiết diện **VACH2** cho vách thứ hai.

- Trong chương trình **CSISD** thiếu mất một số đường kính thép. Chúng ta có thể định nghĩa thêm bằng cách vào menu **Options** → **Preferences** → **Reinforcement Bar Sizes** (Xem thêm mục 1.3.4.1 trong chương 4).



2.13. Gán tiết diện vách

– Chọn Vách thứ nhất, vào menu **Design** → **Shear Wall Design** → **Assign Pier Sections for Checking** → **General Reinforcing Pier Section**. Chọn tiết diện **VACH1** cho phía bên trên và dưới.

– Tương tự, ta gán tiết diện **VACH2** cho vách thứ 2.

2.14. Khai báo tiêu chuẩn thiết kế vách

Vào menu **Options** → **Preferences** → **Shear Wall Design**.

+ *Design Code*: Chọn tiêu chuẩn thiết kế **BS8110 89**.

+ *Rebar Units*: cm^2 .

+ *Rebar/Length Units*: cm^2/m .

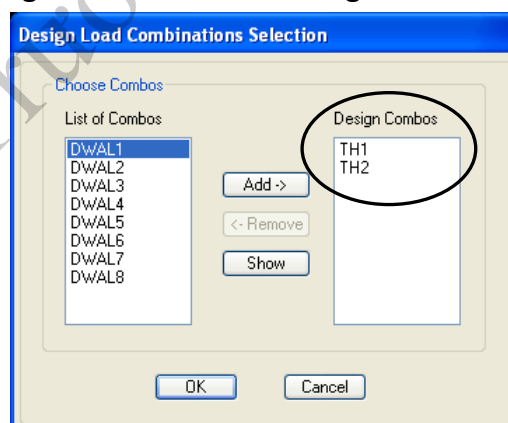
Design Code	BS8110 89
Time History Design	Envelopes
Rebar Units	cm^2
Rebar/Length Units	cm^2/m
Number of Curves	24
Number of Points	11
Edge Design PT-Max	0.06
Edge Design PC-Max	0.04
Section Design IP-Max	0.02
Section Design IP-Min	0.0025
Utilization Factor Limit	0.95

2.15. Thực hiện bài toán kiểm tra vách

Vào menu **Analyze** → **Run Analysis** để chạy mô hình.

Khai báo tổ hợp tải trọng dùng để thiết kế: **Design** → **Shear Wall Design** → **Select Design Combo**. Chúng ta chọn tổ hợp tải trọng TH1 và TH2 để thiết kế cốt thép cho vách.

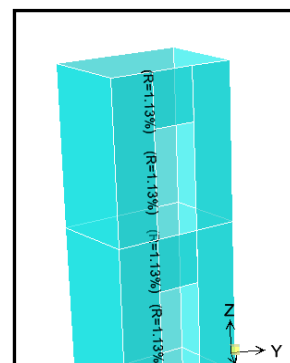
Vào menu **Design** → **Shear Wall Design** → **Start Design/Check of Structure** để thực hiện bài toán kiểm tra và thiết kế kết cấu vách.



2.16. Đọc kết quả tính toán

Sau khi chạy xong chúng ta phóng to từng vách, sẽ nhìn thấy tỉ số $R = xxx$. Nếu $R > 100\%$ thì vách không đủ khả năng chịu lực.

Chúng ta có thể bấm phải chuột vào từng Pier và Spandrel để xem các thông tin chi tiết.



Spandrel Design

BS8110 89 Story ID: STORY4 Spandrel ID: S2 X Loc: 19.99515 Y Loc: -3.580163 Units: Ton-m

Flexural Design for M3 (RLLF = 1.000)

Station Location	Top Steel cm ²	Top Steel Ratio	Top Steel Combo	M
Left	1.708	0.0007	DWAL5	-4.574
Right	1.752	0.0007	DWAL8	-4.583
Station Location	Bot Steel cm ²	Bot Steel Ratio	Bot Steel Combo	M
Left	5.204	0.0022	DWAL8	3.195
Right	5.204	0.0022	DWAL8	3.195

Shear Design for V2

Station Location	Asv cm ² /m	Shear Combo	V	P	M	Capacity Vc	Capacity Vs
Left	4.262	DWAL5	10.659	-0.413	4.574	7.086	8.810
Right	4.262	DWAL5	9.386	-1.632	4.918	6.173	8.810

Buttons: Combos..., Overwrites..., OK, Cancel

Bài toán thiết kế

Kết quả thiết kế chống lại mô men xoắn M3

Kết quả thiết kế chống lại lực cắt V2

General Reinforcing Pier Section - Check (BS8110 89)

Story ID: STORY4 Pier ID: P2 X Loc: 19.28289 Y Loc: -4.568727 Units:

Flexural Check for P-M2-M3 (RLLF = 0.860)

Station Location	D/C Ratio	Flexural Combo	P
Top	0.053	DWAL7	21.015
Bottom	0.047	DWAL5	54.106

Shear Design For V2 - First Inadequate Leg or Leg Requiring

Station Location	Rebar cm ² /m	Shear Combo	P
Top Leg 1	4.262	DWAL6	6.193
Bot Leg 1	4.262	DWAL5	6.711

Buttons: Combos..., Overwrites..., Section Top..., Section Bot..., OK, Cancel

Bài toán kiểm tra


D/C=Demand/Capacity =Yêu cầu/ Khả năng chịu lực

Thép gia cường chống lại lực cắt 4.262 cm²/m dài.

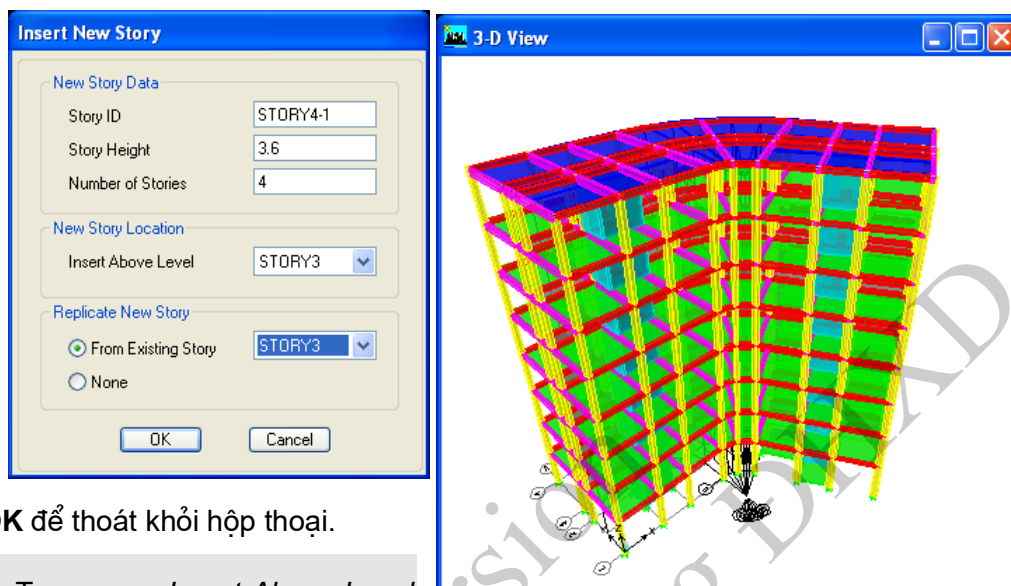
2.17. Phụ lục

2.17.1. Nâng nhà lên 8 tầng

Từ bài tập 1 đến giờ chúng ta vẽ mô hình nhà cao 4 tầng. Trong mục này, chúng tôi sẽ hướng dẫn bạn đọc xây dựng mô hình nhà cao hơn 4 tầng.

- Trước tiên, để có thể chỉnh sửa mô hình, bạn đọc mở khóa bằng cách nhấn vào biểu tượng hình cái khóa .
- Vào menu **Edit** → **Edit Story Data** → **Insert Story**.
 - + *Story Height*: chiều cao tầng (3,6m)
 - + *Number of Stories*: số tầng sẽ thêm vào (4)
 - + *Insert Above Level*: 4 tầng sẽ thêm vào bên trên tầng 3 (Story 3).

- + *Replicate New Story From Existing Story (Story 3)*: Các tầng mới sẽ được sao chép từ tầng 3 đã có sẵn.



- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

! Lưu ý: Trong mục *Insert Above Level* của hộp thoại *Insert New Story*, chúng ta không nên điền tầng trên cùng vào mục này (ví dụ: trong bài này là Story4). Nếu để mục *Insert Above Level* là tầng trên cùng, thì sẽ không có lưới trên các tầng mới thêm vào. Chúng ta có cách để khắc phục lỗi này, tuy nhiên việc khắc phục rất phức tạp và dài dòng.

- Sau đó, chúng ta vào menu **Edit** → **Edit Story Data** → **Edit Story** để chỉnh lại tên các tầng.

	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
9	STORY8	3.6	29.2	No	STORY1	No	0.
8	STORY7	3.6	25.6	No	STORY1	No	0.
7	STORY6	3.6	22.	No	STORY1	No	0.
6	STORY5	3.6	18.4	No	STORY1	No	0.
5	STORY4	3.6	14.8	No	STORY1	No	0.
4	STORY3	3.6	11.2	No	STORY1	No	0.
3	STORY2	3.6	7.6	No	STORY1	No	0.
2	STORY1	4.	4.	Yes		No	0.
1	BASE		0.				

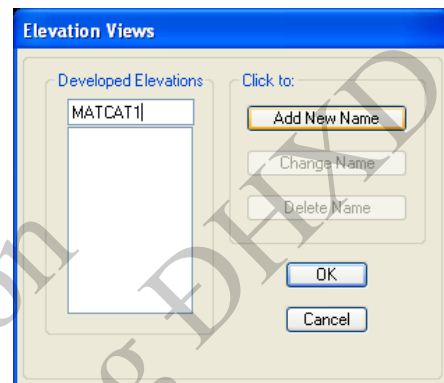
! Lưu ý : Để hoàn thiện việc nâng tầng, bạn đọc phải khai báo thêm các diaphragm, các tải trọng, khai báo lại tên vách, gán lại tiết diện vách...

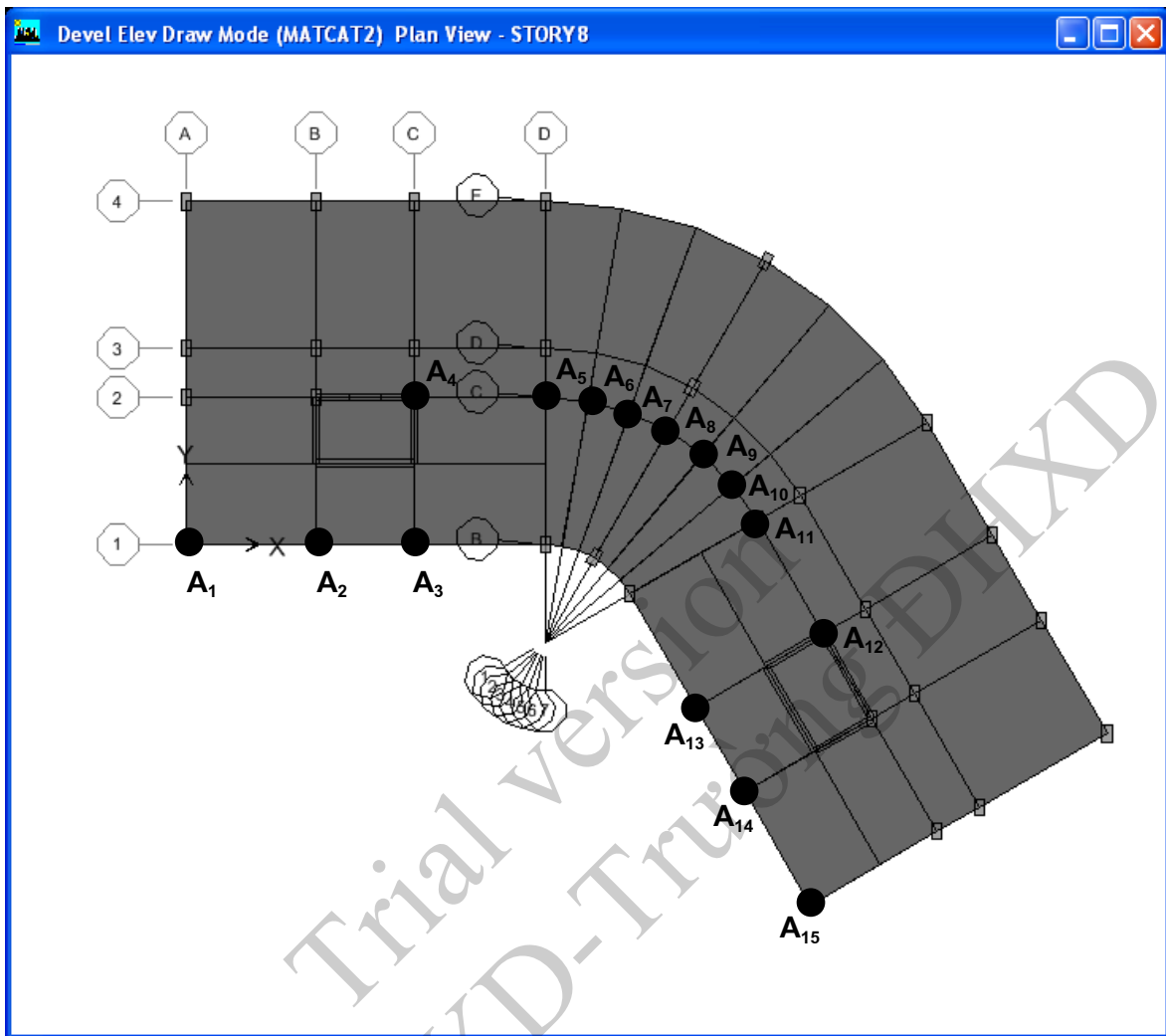
2.17.2. Tạo mặt cắt zic zắc


Bạn đọc đã biết cách xem mặt cắt công trình qua các lưới chính và xem mặt bằng công trình qua các tầng. Mục này chúng tôi giới thiệu cách xem mặt cắt của công trình không qua các lưới chính.

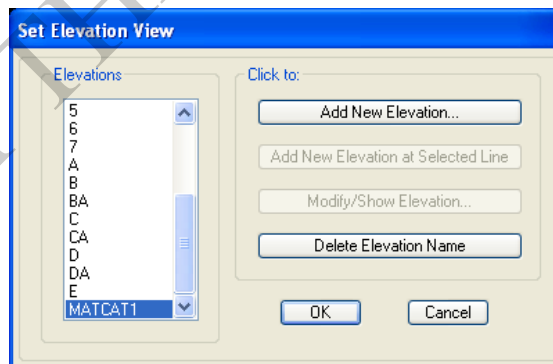
– Vào menu **Draw** → **Draw Developed Elevation Definition** → Hộp thoại *Elevation Views* hiện lên.

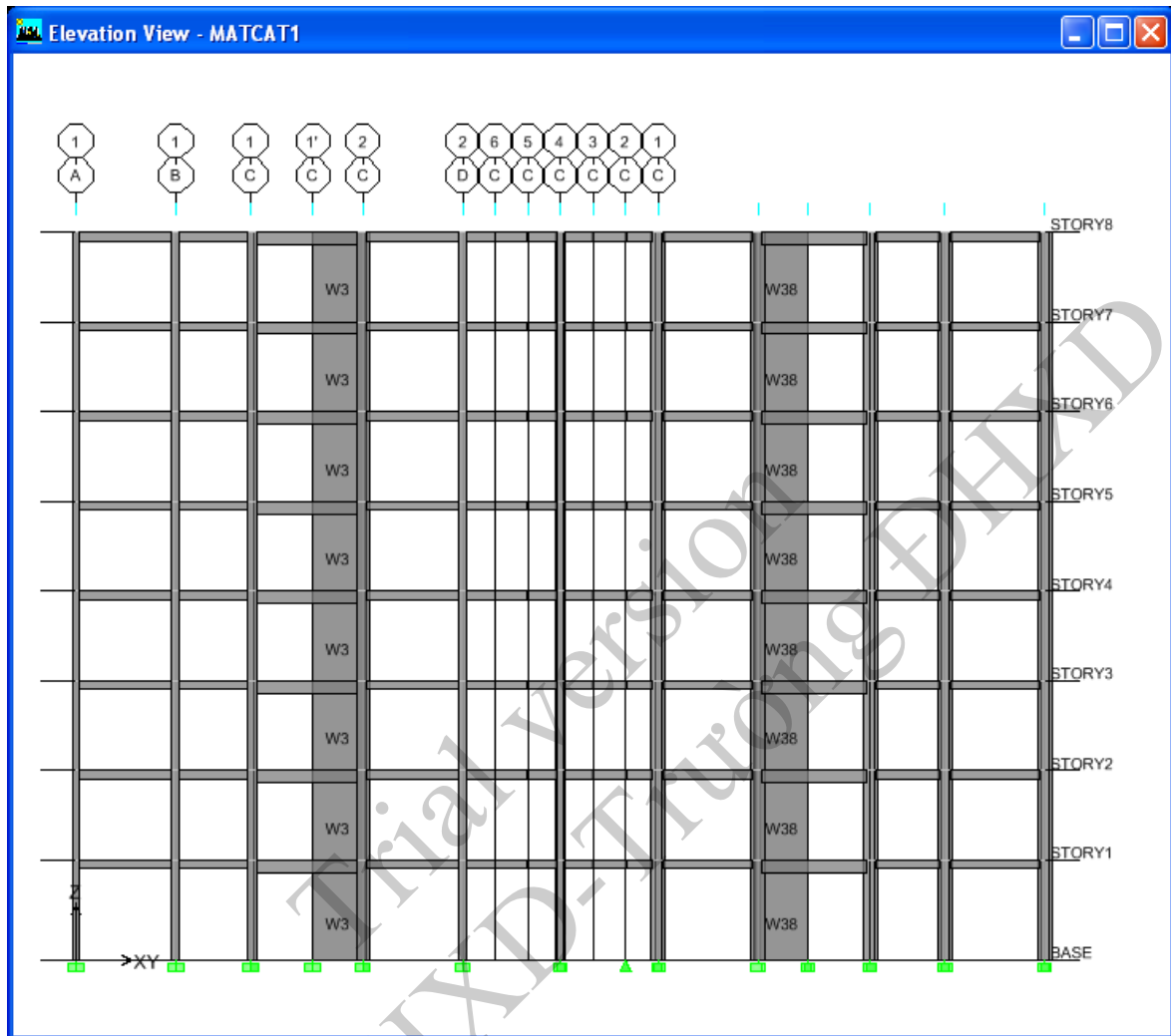
- + Đánh vào *Developed Elevations* tên mặt cắt mới cần tạo (**MATCAT1**).
- + Sau đó bấm vào nút **Add New Name** → Bấm nút **OK**.
- + Cửa sổ hiện hành sẽ chuyển sang mặt bằng, sau đó chúng ta nhấn vào một loạt các điểm để tạo ra mặt cắt. Ví dụ như các điểm A_1 , A_2 , đến A_{15} trên hình dưới đây:





- Để xem mặt cắt vừa định nghĩa. Bấm vào thanh công cụ , sau đó chọn **MATCAT1**.





3. BÀI TẬP 3

Bài tập 3 chính là bài tập 2, nhưng chúng tôi giới thiệu một phương pháp lập mô hình khác.

Mục đích:

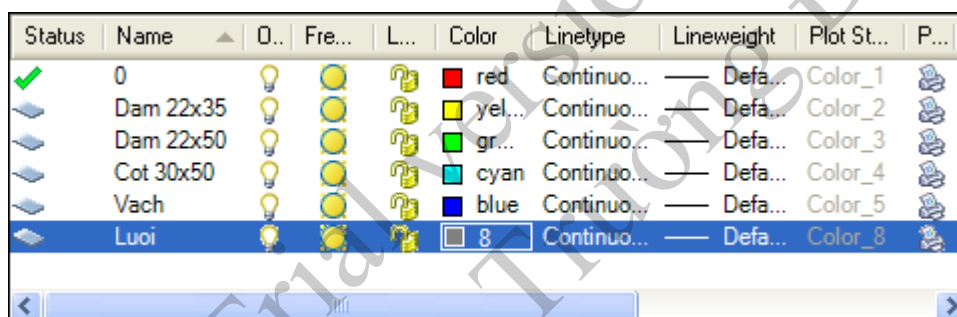
- Lập mô hình trong Etabs với sự trợ giúp của AutoCAD.
- Thao tác với các chức năng nâng cao của Etabs.

3.1. Lập mặt bằng kết cấu trong AutoCAD

3.1.1. Tạo các layer

Mỗi layer sẽ chứa một tiết diện. Như vậy chúng ta có layer:

- Dam 22x35
- Dam 22x50
- Cot 30x50
- Vach

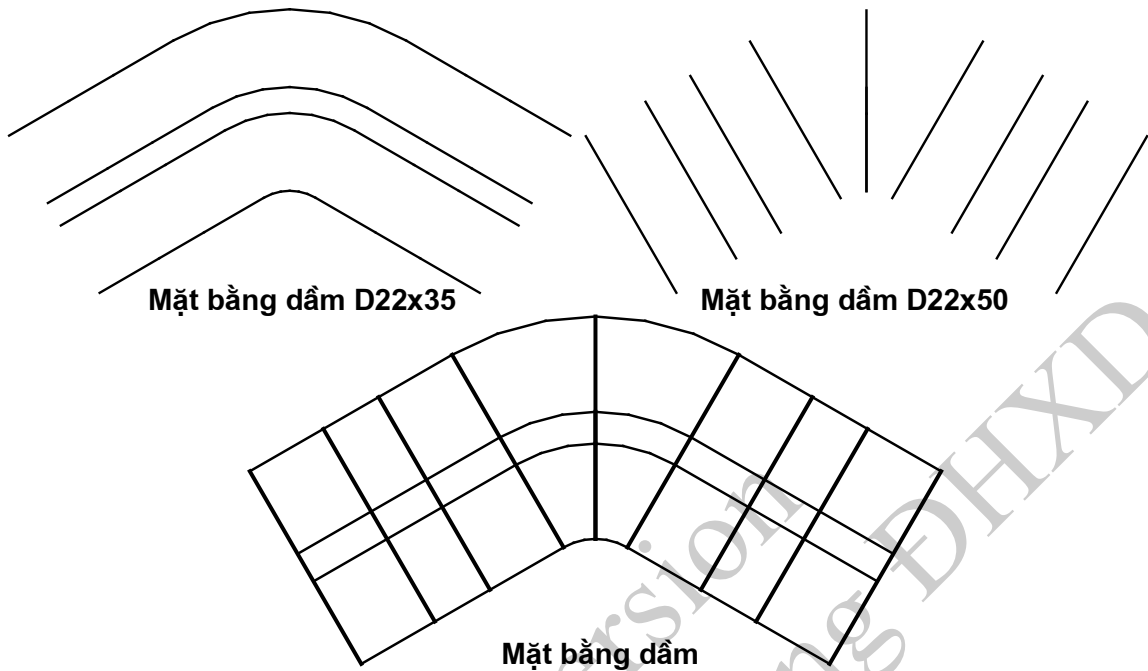


⚠ Lưu ý: chúng ta có thể nhập sàn từ AutoCAD vào Etabs, nhưng việc nhập này mất nhiều thời gian hơn so với việc vẽ sàn trực tiếp trong Etabs. Do vậy chúng tôi không tạo ra layer các sàn.

3.1.2. Vẽ mặt bằng dầm

Chúng ta tiến hành vẽ mặt bằng dầm.

- Dầm tiết diện D22x50 chúng ta cho vào Layer Dam 22x50
- Dầm tiết diện D22x35 chúng ta cho vào Layer Dam 22x35



⚠️ Chú ý:

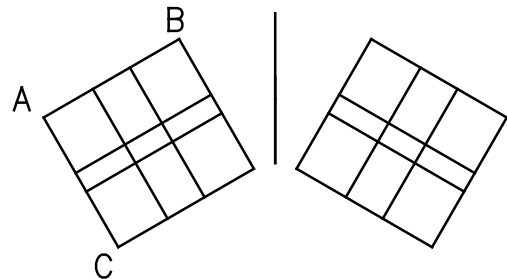
- + Chúng ta **chỉ sử dụng lệnh Line** để vẽ mặt bằng dầm, cột, lưới.
- + Mỗi đoạn dầm cong chúng ta chia làm 3 đoạn thẳng.

3.1.3. Vẽ mặt bằng lưới.

Nguyên tắc vẽ mặt bằng lưới:

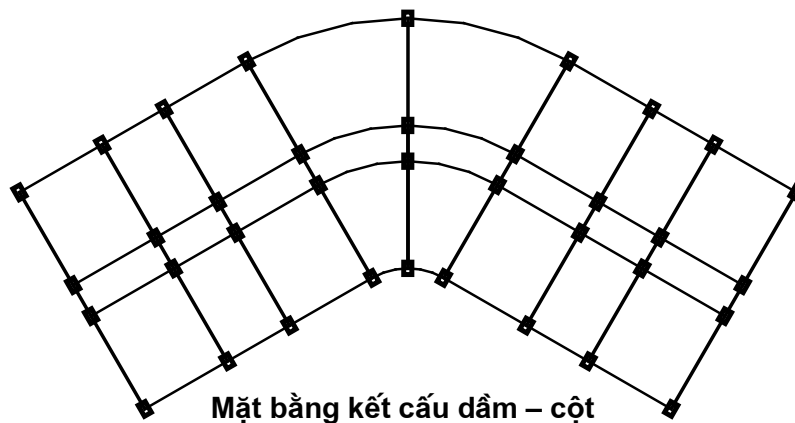
- Mỗi một đường lưới là một đường line.
- Chiều dài mỗi lưới trong Etabs sẽ bằng chiều dài đường Line đó.

- Trong bài này chúng tôi tạo ra các đường lưới như hình bên. Mỗi một đường lưới là một đường Line. Ví dụ từ A đến B là một đường Line. Từ A đến C cũng là một đường Line.

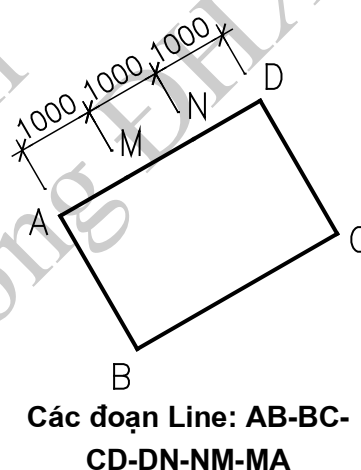
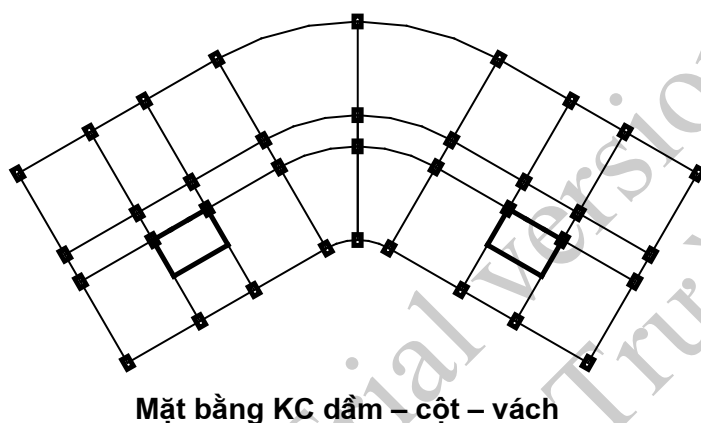


3.1.4. Vẽ mặt bằng cột

- Vẽ một Block, đặt tên là Cot, có dạng \square . Chèn Block này vào các vị trí thích hợp với góc xoay thích hợp.

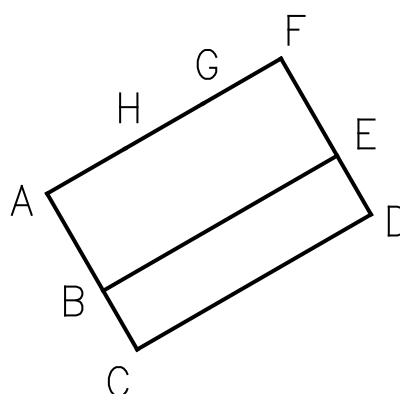


3.1.5. Vẽ mặt bằng vách



Nguyên tắc vẽ vách

- Mỗi một đường line sẽ tạo thành một vách. Phải chia vách thành nhiều vách nhỏ tại các giao điểm của vách.
- Ví dụ như hình bên: Vách phải được chia làm các đoạn sau AB BC CD DE EF FG GH HA BE. Trong ví dụ này HG là đoạn cửa ra vào vách thang máy.
- Lưu ý: đoạn AC không được vẽ là một đoạn Line mà phải vẽ làm 2 đoạn AB và BC.



– Một cách tự như các bước trên, nếu công trình của chúng ta có nhiều mặt bằng kết cấu (MBKC) điển hình, thì chúng ta vẽ nhiều bản vẽ. Ở bài này, chúng tôi chỉ có một MBKC điển hình.

3.1.6. Xuất mặt bằng kết cấu ra file mới

Mỗi một mặt bằng công trình phải ghi ra một file dưới dạng file .dxf. Mặt bằng lưới cũng phải ghi ra một file riêng dưới dạng .dxf

– Chúng ta dùng lệnh **Wblock** (lệnh tắt là **W**) để xuất mỗi **MBKC điển hình ra một file**. Chúng ta cũng xuất mặt bằng lưới ra một file riêng. Như vậy trong bài này chúng ta sẽ có hai file (MBKC và mặt bằng lưới).

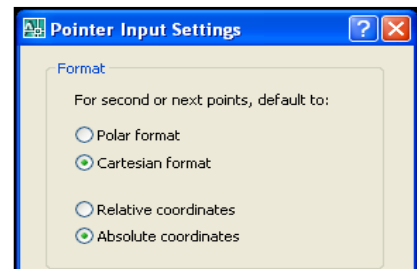
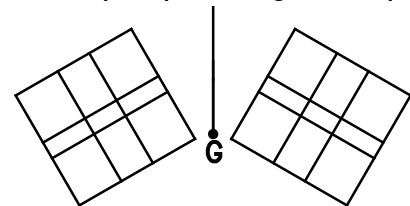
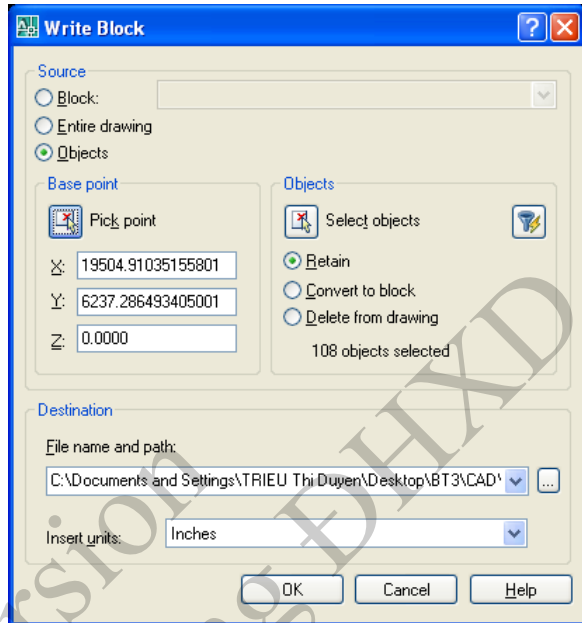
– Mở các file vừa xuất ra. Chọn một điểm là gốc tọa độ trong Etabs. Ví dụ chúng tôi chọn điểm G như hình vẽ, điểm này chọn tùy theo ý thích của bạn đọc, không bắt buộc phải trùng vào vị trí mà chúng tôi chọn.

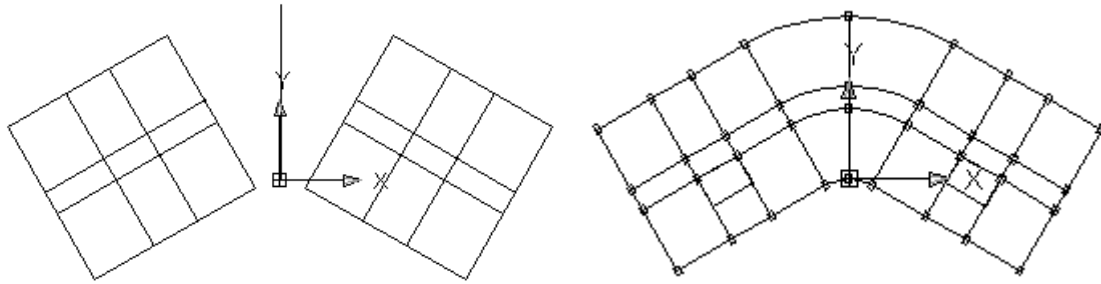
– Dùng lệnh **Move** (lệnh tắt là **M**), chuyển điểm **G** trong tất cả các file trên về gốc tọa độ **(0,0,0)**.

⚠️Chú ý: khi dùng AutoCAD 2007, 2008, 2009. Mặc định khi ta đánh tọa độ vào dòng lệnh Command, AutoCAD hiểu là tọa độ tương đối. Muốn sửa lại, chúng ta dùng lệnh **OS** (lệnh đầy đủ là **OSNAP**), sau đó chọn mục **Dynamic Input**, chọn **Setting** trong *Pointer Input*.

- + Chỉnh về **Catesian format**.
- + Chỉnh về **Absolute coordinates**.

– Sau đó, đối với từng bản vẽ, vào menu **File** → **Save As** → chọn kiểu file là **AutoCAD 2004/LT2004 DXF (*.dxf)**. → Nhấn **OK**.

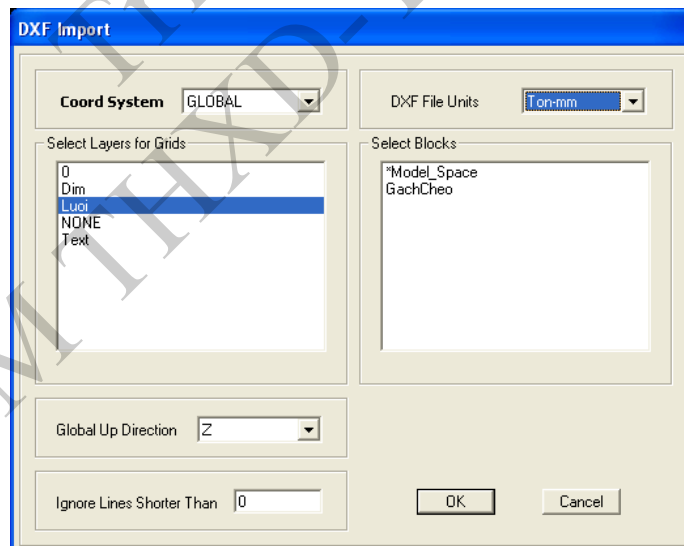


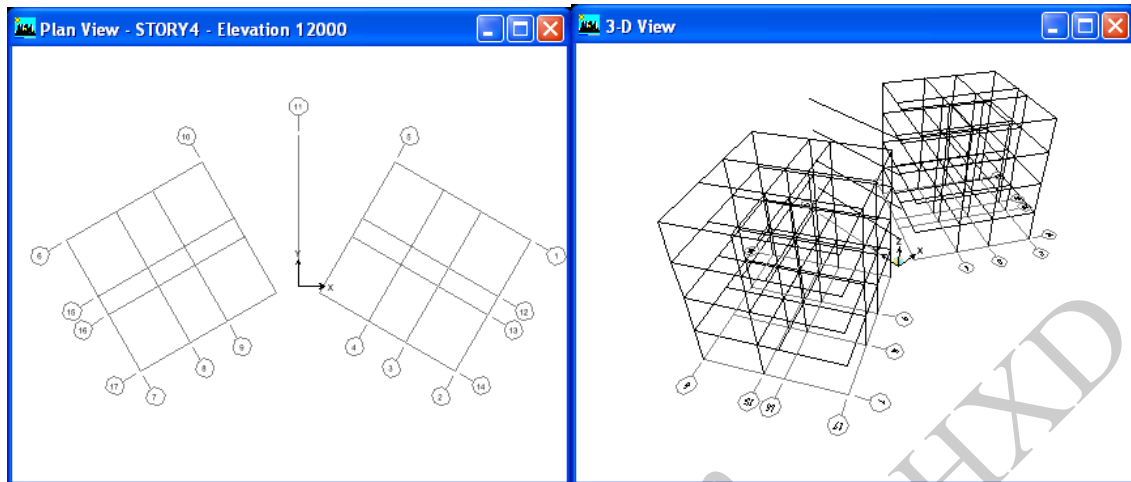


3.2. Nhập mô hình từ AutoCAD và Etabs

3.2.1. Nhập mặt bằng lưới

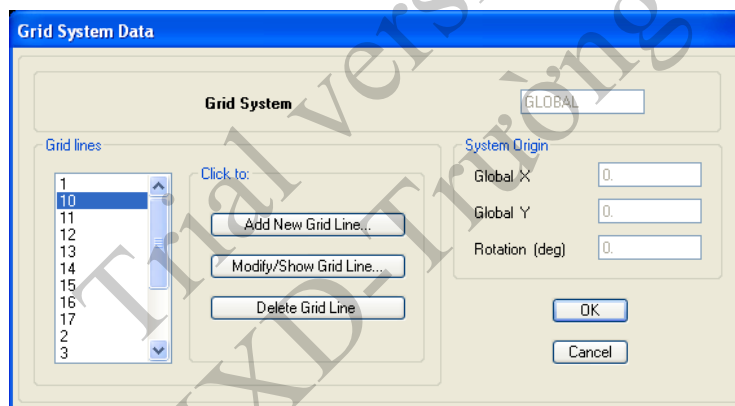
- Khởi động Etabs → Chọn đơn vị **Ton-mm** → Menu **File** → **Import** → **DXF File of Architectural Grid** → Chọn **No** trong hộp thoại kế tiếp → Sau đó chọn file mặt bằng lưới.
- Hộp thoại *DXF Import* hiện lên như hình dưới.
 - + Trong phần *DXF File Units*, chúng ta điền là Ton-mm nếu trong AutoCAD chúng ta vẽ đơn vị là mm. Ngược lại, nếu trong AutoCAD chúng ta vẽ đơn vị là m, thì mục này chọn đơn vị là Ton-m.
 - + *Select Layers for Grids*: chúng ta chọn layer Lưới.
 - + *Global Up Direction*: chọn là trục Z.
 - + Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.



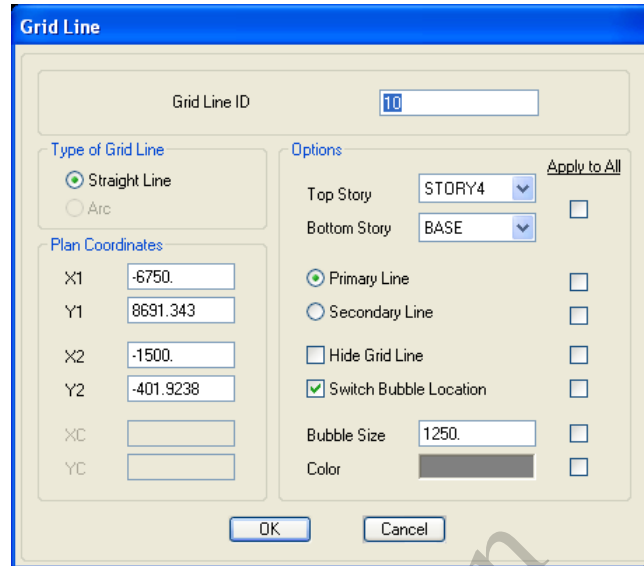


Chỉnh sửa lưới:

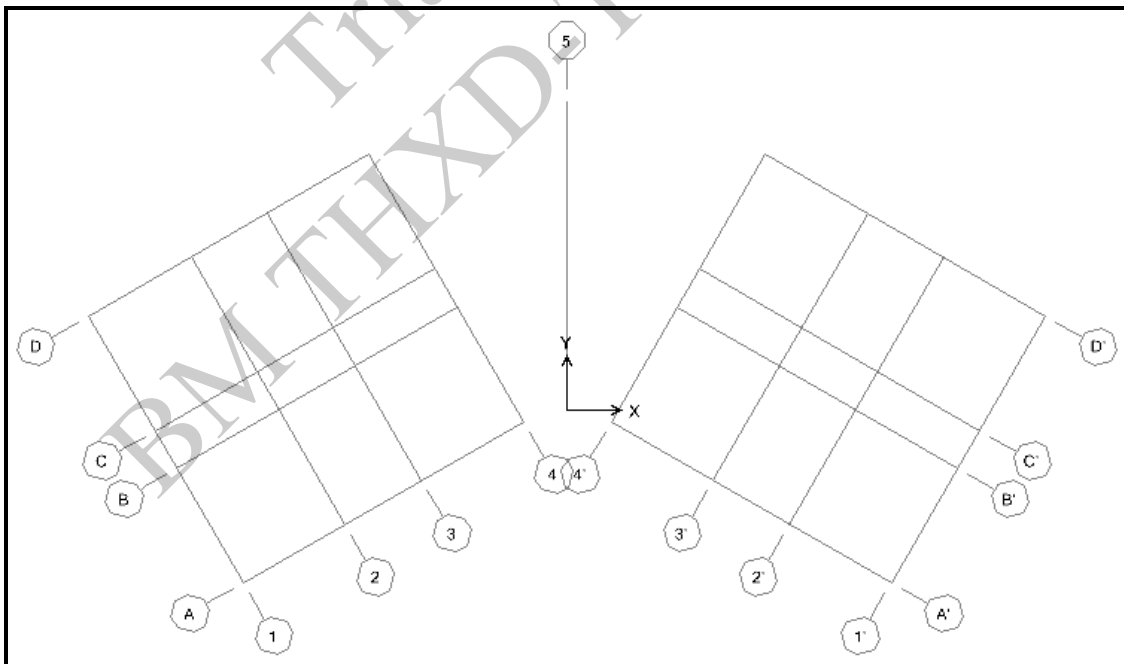
- Nhấn phải chuột vào từng đường lưới



- Nhấn vào nút **Modify/Show Grid Line** để chỉnh sửa.



- + *Primary Line*: lưới chính, lưới chính thì sẽ có tên đường lưới (tên trục), chúng ta có thể xem mặt bằng cắt kết cấu qua lưới chính.
- + *Secondary Line*: lưới phụ, lưới phụ chỉ có đường lưới, không có hai đặc trưng nêu trên của lưới chính.
- + *Switch Bubble Location*: đảo chiều tên trục.
- Bạn đọc tự chỉnh sửa để có được đường lưới như sau:



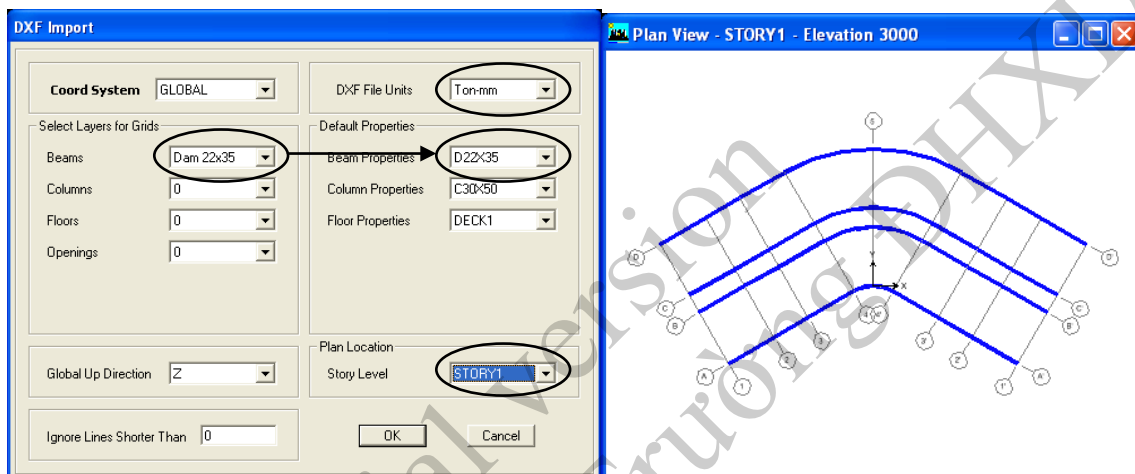
3.2.2. Định nghĩa tiết diện, vật liệu

- Định nghĩa vật liệu và tiết diện như bài tập 2.

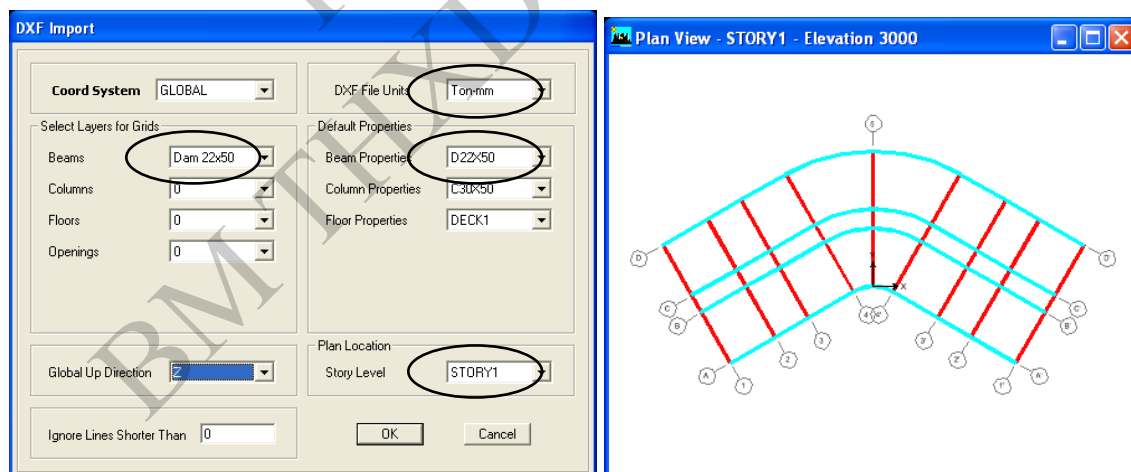
3.2.3. Nhập mặt bằng dầm cột

Phương pháp nhập mặt bằng dầm đối một MBKC điển hình:

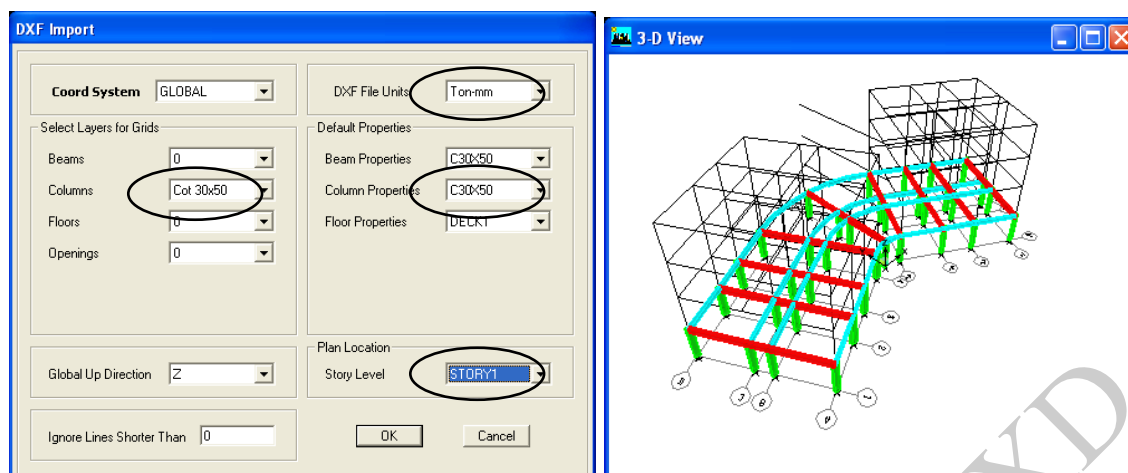
- Vào menu **File** → **Import** → **DFX Floor Plan**. Chọn file MBKC. Chọn các thông số trên hộp thoại *DXF Import* như dưới đây.



- Vào menu **File** → **Import** → **DFX Floor Plan**. Chọn file MBKC trên. Chọn các thông số trên hộp thoại *DXF Import* như dưới đây.



- Vào menu **File** → **Import** → **DFX Floor Plan**. Chọn file MBKC. Chọn các thông số trên hộp thoại *DXF Import* như dưới đây.

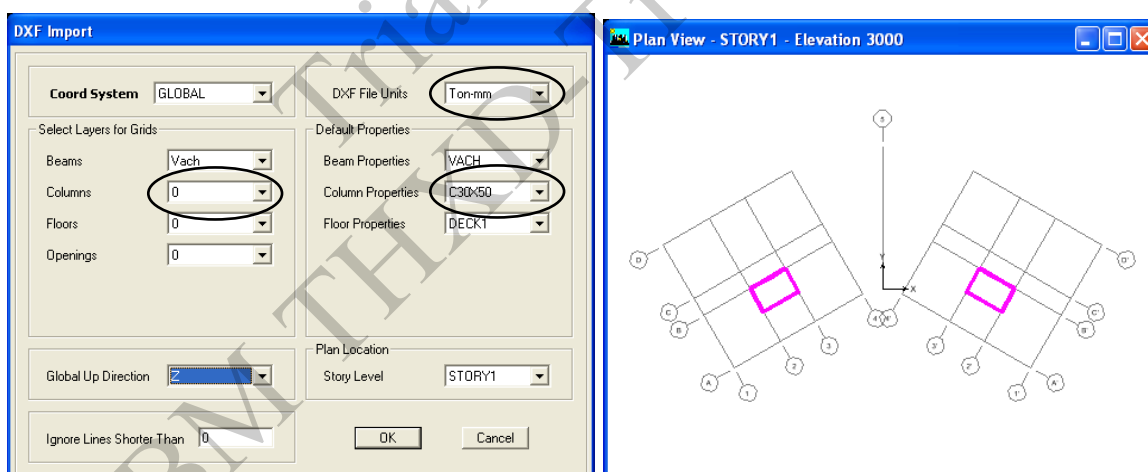


Nếu chúng ta có nhiều MBKC điển hình, chúng ta làm lần lượt các bước trên cho các MBKC còn lại.


3.2.4. Nhập mặt bằng vách và vẽ vách

Phương pháp nhập mặt bằng vách:

- Chúng ta khai báo tiết diện Frame bất kỳ, lấy tên là **VACH**.
- Vào menu **File** → **Import** → **DXF Floor Plan**. Chọn file MBKC. Chọn các thông số trên hộp thoại *DXF Import* như dưới đây.




- Vào menu **Select** → **Frame Sections** → Chọn tiết diện **VACH** → Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.
- Vào menu **View** → **Show Selection Only**. Chuyển cửa sổ nhìn mặt bằng xuống tầng 1 (Story 1).

- Kích vào biểu tượng *Set Display View Options* , sau đó chỉnh *View by Color of Sections*, chỉnh *Special Effects* là **Object Edge** và **Extrusion**. Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại.

Khai báo tiết diện vách:


- Việc khai báo tiết diện vách chúng ta làm như bài tập 2.

Vẽ vách:

- Chúng ta lại chuyển về mặt bằng tầng 1. Sử dụng chức năng vẽ vách đi qua hai điểm . Chỉnh trong hộp thoại *Properties of Object* :

- + *Type of Area* : **Pier**.
- + *Property*: **VACH**.

- Sau đó, vẽ các vách AB, BC, CD, DE và FA.


- Sử dụng chức năng vẽ vách đi qua hai điểm . Chỉnh trong hộp thoại *Properties of Object* :

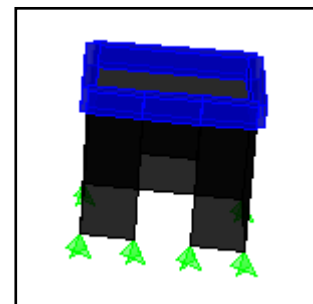
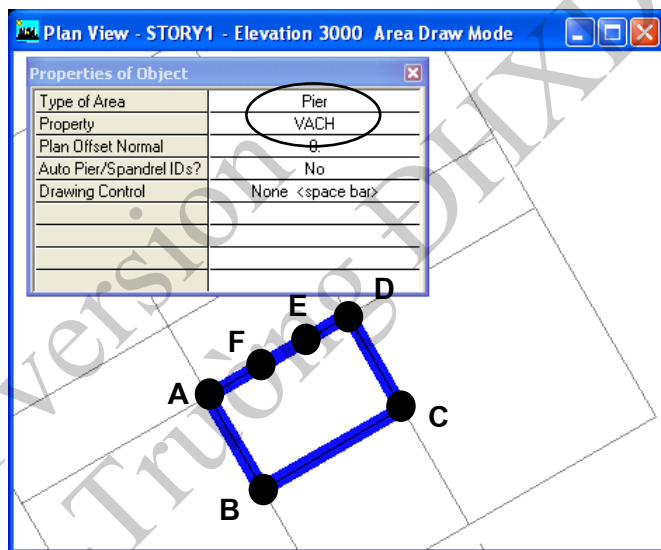
- + *Type of Area* : **Spandrel**.
- + *Property*: **VACH**.
- + *Depth above*: 0
- + *Depth below*: 1200mm

- Sau đó, vẽ vách FE. Ta được kết quả như hình bên.

- Làm tương tự cho vách còn lại.

- Sau đó chúng ta vào menu **Select** → **Frame Sections** → Chọn tiết diện **VACH** → Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại → Bấm nút Del trên bàn phím để xóa các dầm có tiết diện là VACH.

 Như vậy, các dầm có tiết diện là vách chỉ dùng làm bước trung gian cho quá trình vẽ vách. Mục đích của các dầm này là tạo ra các điểm phụ, khi vẽ vách chúng ta sẽ sử dụng chế độ bắt điểm của Etabs để bắt qua các điểm này.



Các bước còn lại như định nghĩa tiết diện sàn, khai báo tải trọng, khai báo liên kết nối đất, chỉnh lại chiều cao các tầng (Menu Edit → Edit Story Data → Edit Story), khai báo sàn tuyệt đối cứng,... đọc giả làm tương tự như bài tập 2.

Trial version
BM THXD-Trường ĐHXD

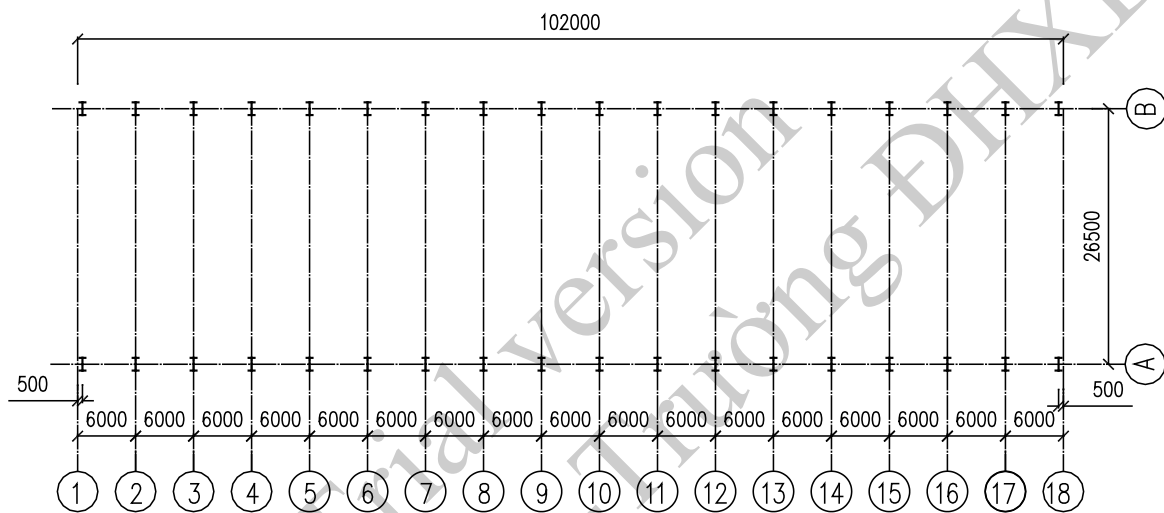
4. BÀI TẬP 4

Mục đích:

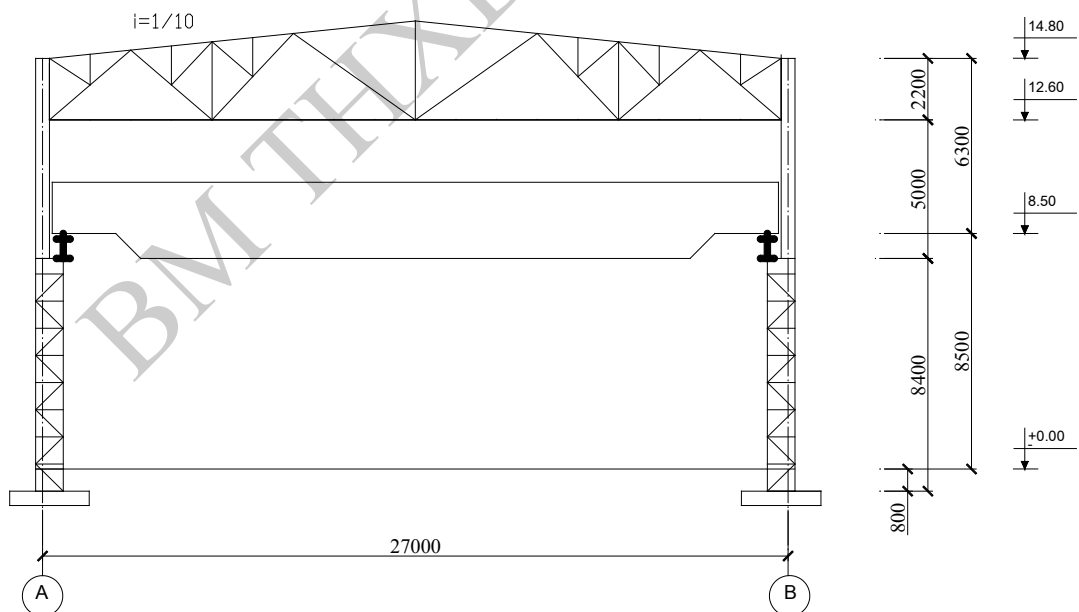
- Sử dụng chức năng Section Designer.
- Vẽ cột nhà công nghiệp bằng thép bằng cách sử dụng các chức năng Insertion Point.

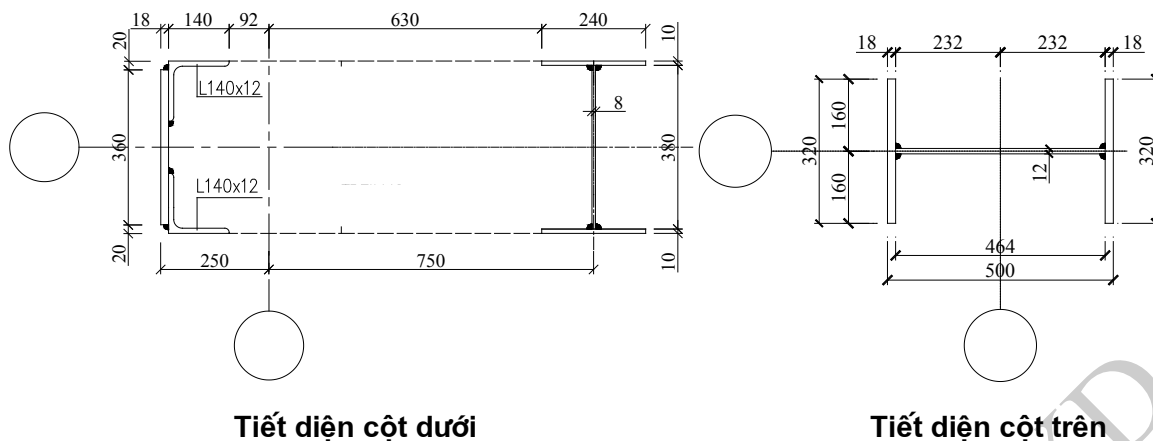
Đề bài

- Sơ đồ mặt bằng:



- Sơ đồ mặt đứng:

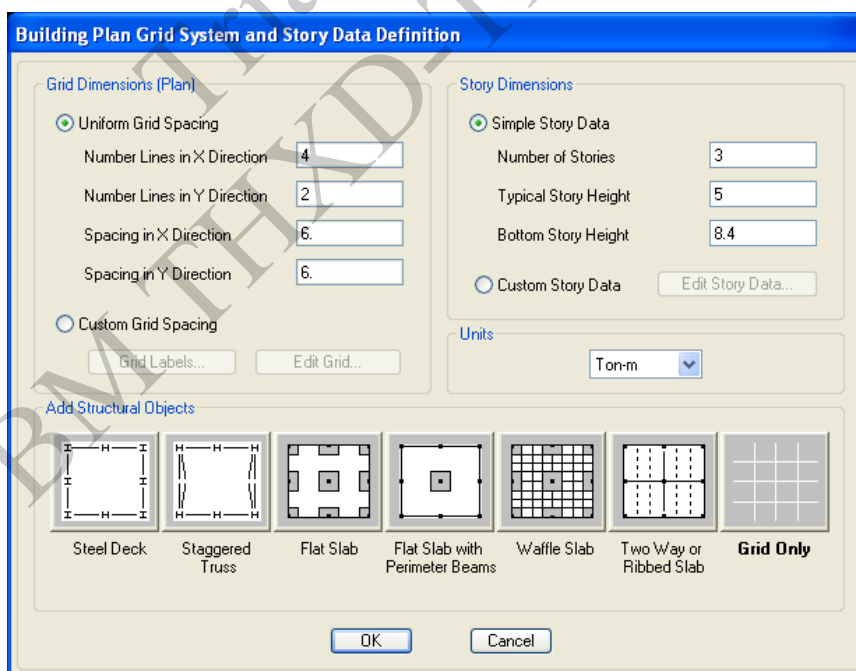




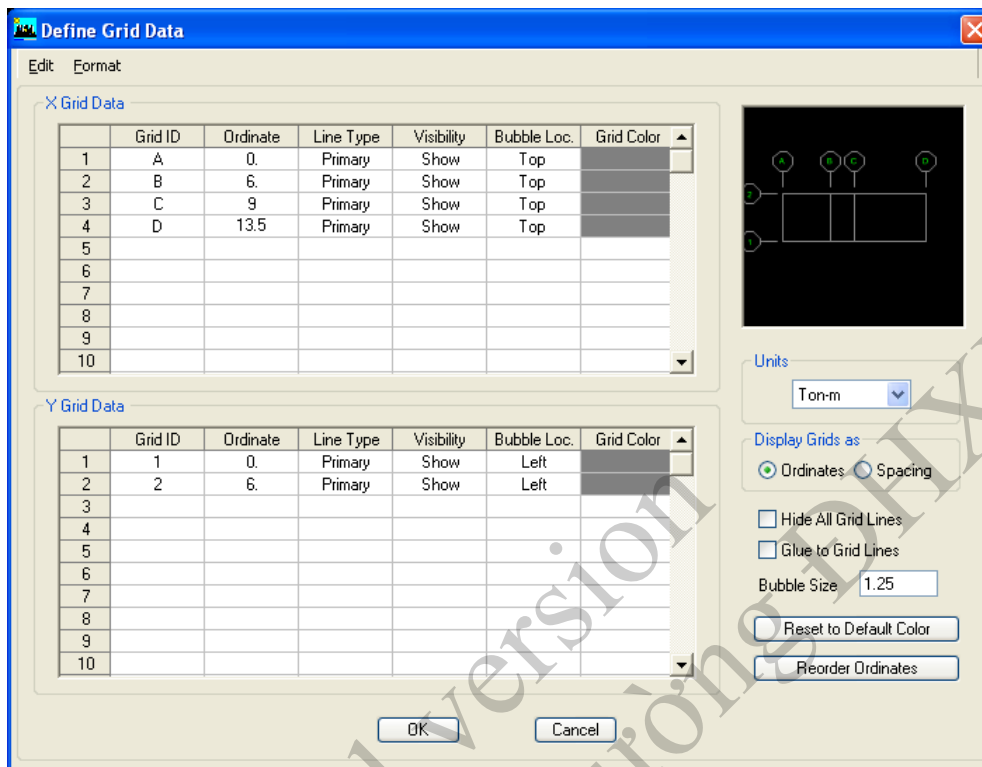
- Số liệu:
 - + Số liệu hình học: Nhịp 27m, bước cột 6m. Các kích thước mặt đứng như hình vẽ.
 - + Vật liệu: thép CI.

4.1. Thiết lập hệ lưới

- Chọn đơn vị Ton.m.
- Vào menu **File** → **New Model** → Chọn **No** trong hộp thoại *New Model Initiazation* → Trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*, điền các thông số như hình dưới đây.



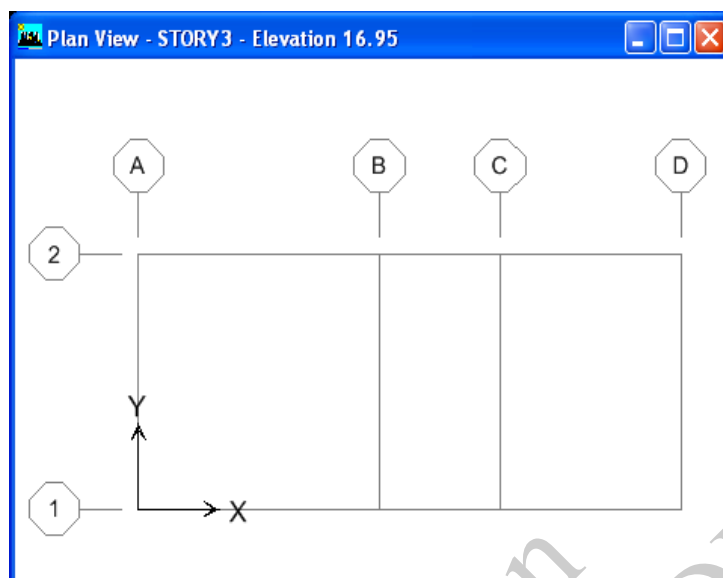
- Sau đó bấm lựa chọn **Custom Grid Spacing** và chọn nút **Edit Grid**.



- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*.
- Nhấn vào **Custom Story Data** và chọn **Edit Story Data** trong hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*. Điền các thông số như sau:

	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
4	STORY3	3.55	16.95	No	NONE	No	0.
3	STORY2	5.	13.4	No	NONE	No	0.
2	STORY1	8.4	8.4	No	NONE	No	0.
1	BASE		0.				

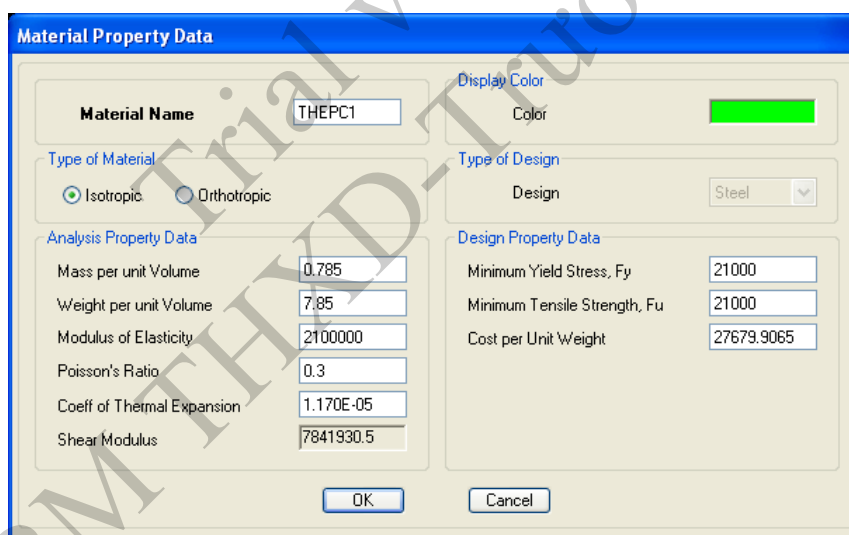
- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Story Data*.
- Nhấn **OK** để thoát khỏi hộp thoại *Building Plan Grid System and Story Data Definition*.
Ta được kết quả như sau:



4.2. Định nghĩa tiết diện và vật liệu

4.2.1. Định nghĩa vật liệu

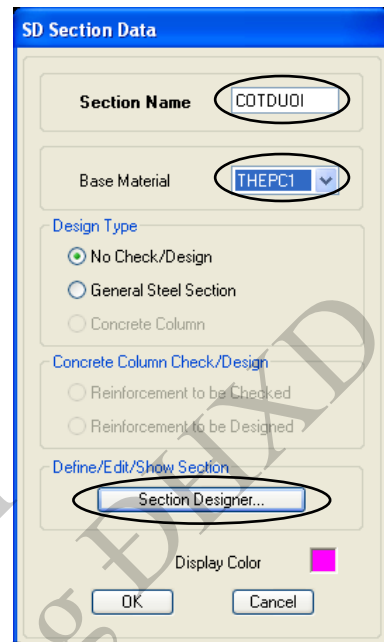
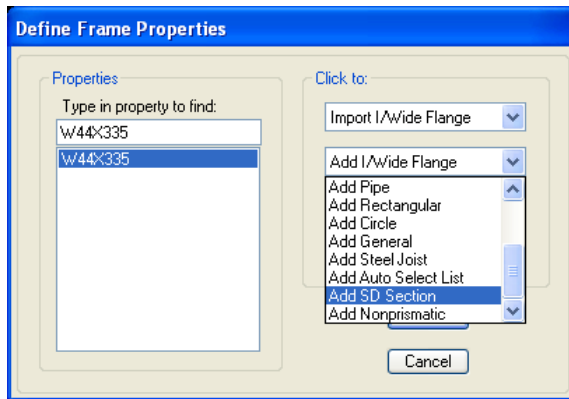
- Làm tương tự như các bài tập trước. Chúng ta định nghĩa vật liệu thép CI như sau:



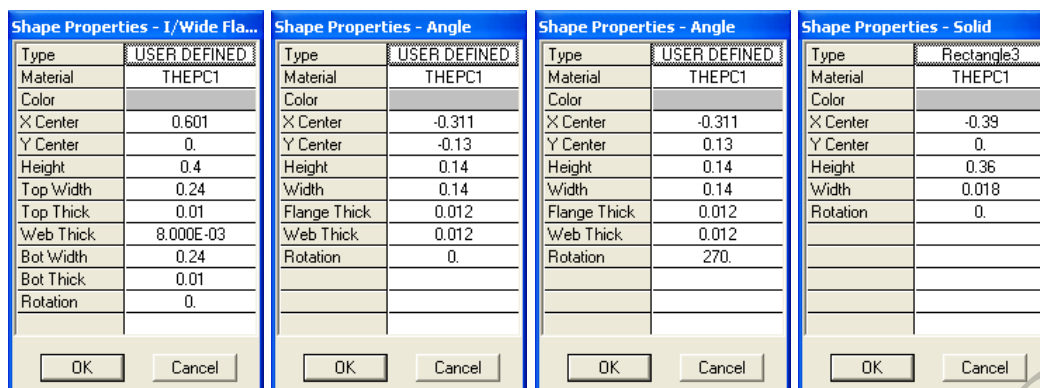
4.2.2. Khai báo tiết diện

4.2.2.1. Tiết diện cột dưới

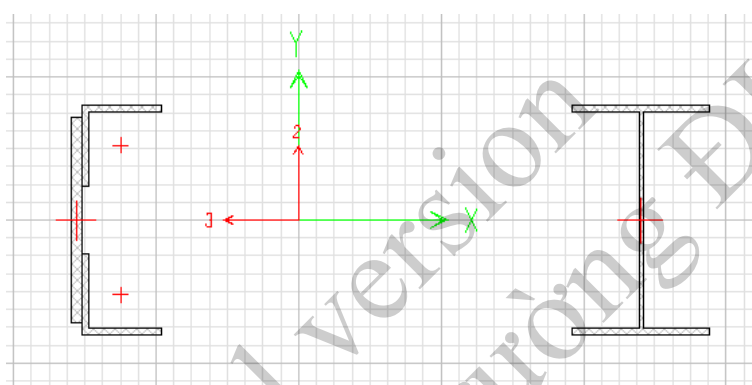
- Vào menu **Define** → **Frame Sections**. Trong hộp thoại *Define Frame Properties* chọn **Add SD Section**. Chữ SD viết tắt của Section Designer.



- Điền tên tiết diện là **COTDUOI**, loại vật liệu là **THEPC1**.
- Sau đó bấm vào nút **Section Designer**. Chương chỉnh **CSISD** hiện lên.
- Vào menu **Draw** → **Draw Structural Shape** → **I/Wide Flange**. Sau đó đặt vào vị trí bất kỳ trên cửa sổ chương trình **CSISD**. Nhấn phải chuột vào tiết diện chữ I vừa vẽ, chỉnh lại các thông số như trong hộp thoại *Shape Properties – I/Wide Flange* dưới đây.
- Vào menu **Draw** → **Draw Structural Shape** → **Angle**. Sau đó đặt vào vị trí bất kỳ trên cửa sổ chương trình **CSISD**. Nhấn phải chuột vào tiết diện chữ I vừa vẽ, chỉnh lại các thông số như trong hộp thoại *Shape Properties – Angle* dưới đây.
- Vào menu **Draw** → **Draw Structural Shape** → **Angle**. Sau đó đặt vào vị trí bất kỳ trên cửa sổ chương trình **CSISD**. Nhấn phải chuột vào tiết diện chữ I vừa vẽ, chỉnh lại các thông số như trong hộp thoại *Shape Properties – Angle* (lưu ý góc quay *Rotation* là 270 độ).
- Vào menu **Draw** → **Draw Solid Shape** → **Rectangle**. Sau đó đặt vào vị trí bất kỳ trên cửa sổ chương trình **CSISD**. Nhấn phải chuột vào tiết diện chữ I vừa vẽ, chỉnh lại các thông số như trong hộp thoại *Shape Properties – Solid* dưới đây.



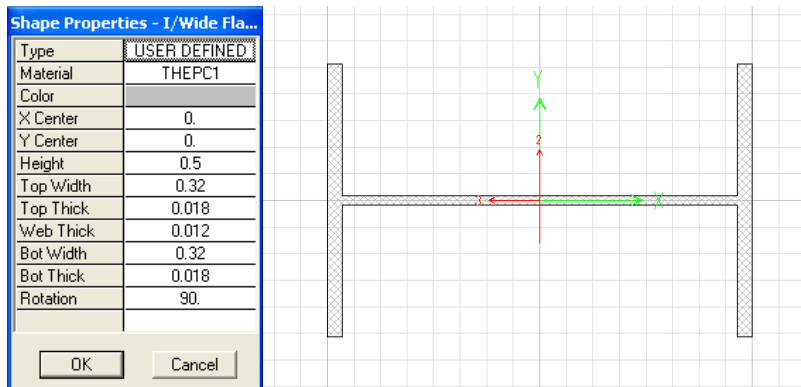
- Ta được kết quả như sau:



- Nhấn nút **Done** ở dưới góc dưới phải chương trình CSISD để thoát khỏi chương trình.
- Nhấn **OK** để thoát khỏi tất cả các hộp thoại.

4.2.2.2. Tiết diện cột trên

- Vào menu **Define** → **Frame Sections**. Trong hộp thoại *Define Frame Properties* chọn **Add SD Section**.
- Điền tên tiết diện là **COTTREN**, loại vật liệu là **THEPC1**.
- Sau đó bấm vào nút **Section Designer**. Chương trình **CSISD** hiện lên.
- Vào menu **Draw** → **Draw Structural Shape** → **I/Wide Flange**. Sau đó đặt vào vị trí bất kỳ trên cửa sổ chương trình **CSISD**. Nhấn phải chuột vào tiết diện chữ I vừa vẽ, chỉnh lại các thông số như trong hộp thoại *Shape Properties – I/Wide Flange*.
- Ta được kết quả như sau:



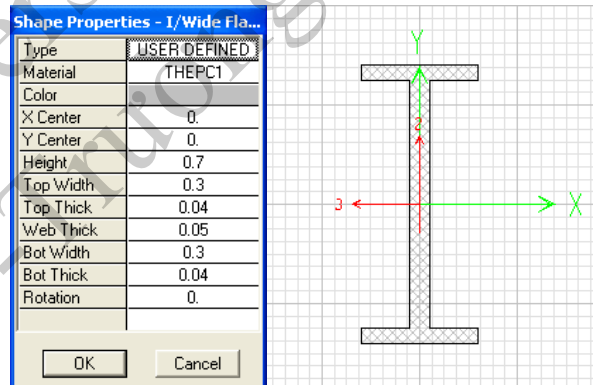
4.2.2.3. Tiết diện dầm cầu trục

– Vào menu **Define** → **Frame Sections**. Trong hộp thoại *Define Frame Properties* chọn **Add SD Section**.

– Điền tên tiết diện là **DAMCAUTRUC**, loại vật liệu là **THEPC1**.

– Sau đó bấm vào nút **Section Designer**.

– Vào menu **Draw** → **Draw Structural Shape** → **I/Wide Flange**. Sau đó đặt vào vị trí bất kỳ trên cửa sổ chương trình **CSISD**. Thuộc tính của thép chữ I làm dầm cầu trục như trong hộp thoại *Shape Properties – I/Wide Flange*.



4.2.2.4. Tiết diện cánh dưới 1

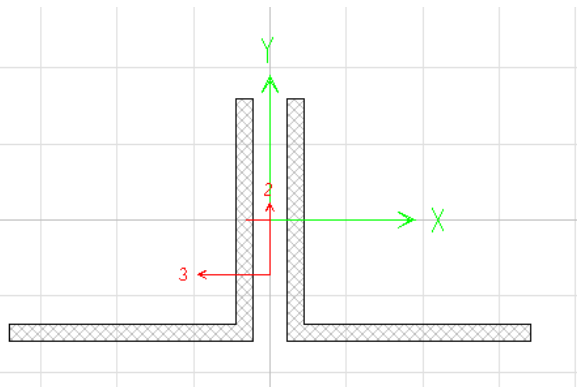
– Vào menu **Define** → **Frame Sections**. Trong hộp thoại *Define Frame Properties* chọn **Add SD Section**.

– Điền tên tiết diện là **CANHDUOI1**, loại vật liệu là **THEPC1**.

– Sau đó bấm vào nút **Section Designer**.

– Vào menu **Draw** → **Draw Structural Shape** → **Double Angle**. Sau đó đặt vào vị trí bất kỳ trên cửa sổ chương trình **CSISD**. Thuộc tính của thép chữ I làm dầm cầu trục như trong hộp thoại *Shape Properties – Double Angle*.

Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.1
Width	0.214
Flange Thick	7.000E-03
Web Thick	7.000E-03
Separation	0.014
Rotation	180.
OK Cancel	

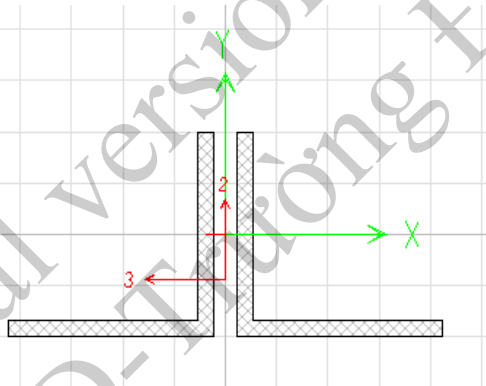


4.2.2.5. Tiết diện cánh dưới 2

Làm tương tự như các bước trên. Các thông tin tiết diện như sau:

- Tên tiết diện: CANHDUOI2. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:

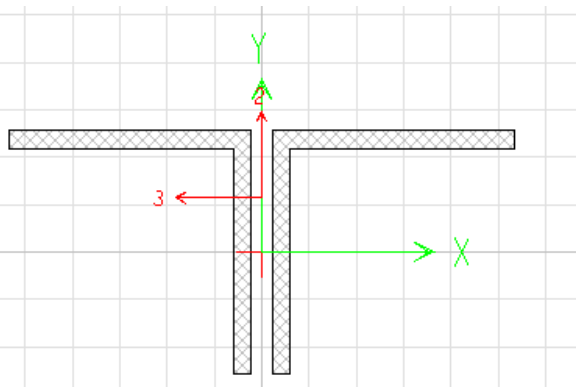
Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.125
Width	0.264
Flange Thick	0.01
Web Thick	0.01
Separation	0.014
Rotation	180.
OK Cancel	



4.2.2.6. Tiết diện cánh trên 1

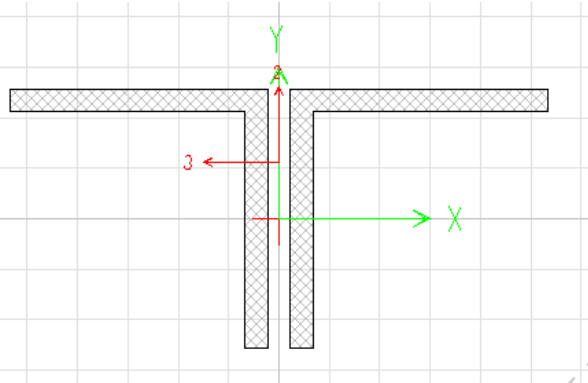
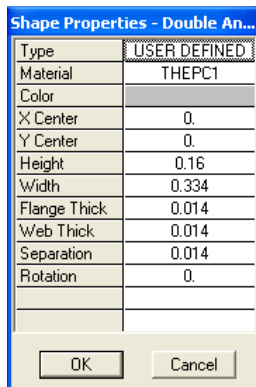
- Tên tiết diện: CANHTREN1. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:

Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.16
Width	0.334
Flange Thick	0.012
Web Thick	0.012
Separation	0.014
Rotation	0.
OK Cancel	



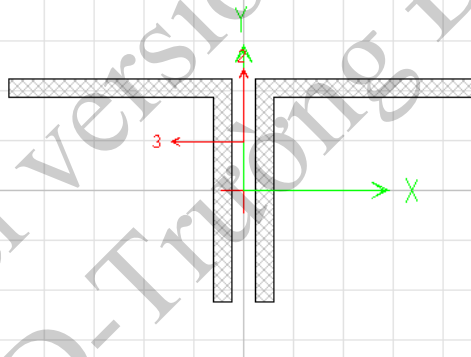
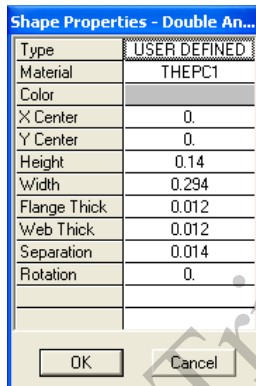
4.2.2.7. Tiết diện cánh trên 2

- Tên tiết diện: CANHTREN2. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:



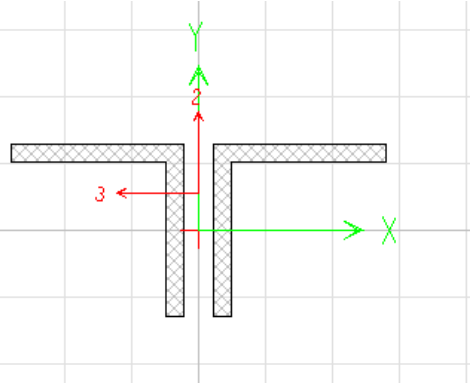
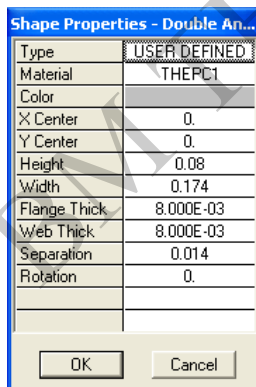
4.2.2.8. Tiết diện thanh bọng 1

- Tên tiết diện: BUNG1. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:



4.2.2.9. Tiết diện thanh bọng 2

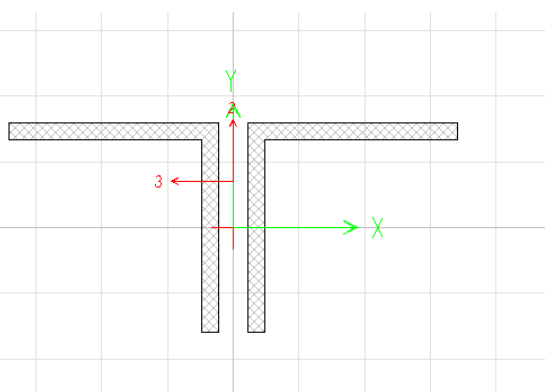
- Tên tiết diện: BUNG2. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:



4.2.2.10. Tiết diện thanh bọng 3

- Tên tiết diện: BUNG3. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:

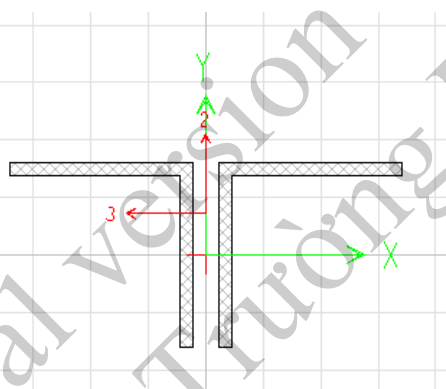
Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.1
Width	0.214
Flange Thick	8.000E-03
Web Thick	8.000E-03
Separation	0.014
Rotation	0.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	



4.2.2.11. Tiết diện thanh bụng 4

- Tên tiết diện: BUNG4. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:

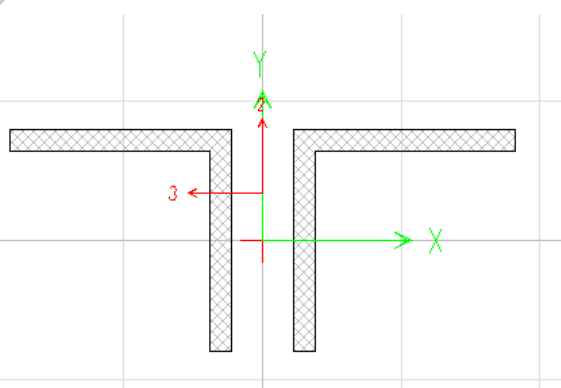
Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.1
Width	0.214
Flange Thick	7.000E-03
Web Thick	7.000E-03
Separation	0.014
Rotation	0.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	



4.2.2.12. Tiết diện thanh giằng

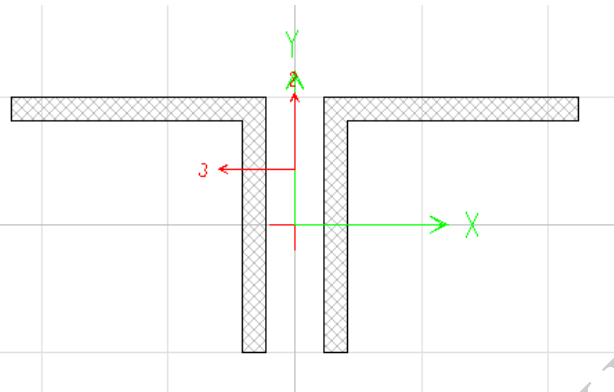
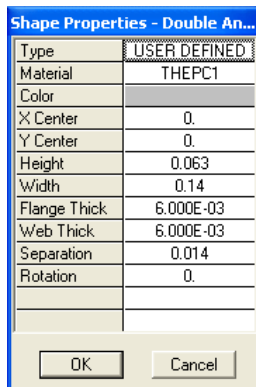
- Tên tiết diện: CONTREFICHE. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:

Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.05
Width	0.114
Flange Thick	5.000E-03
Web Thick	5.000E-03
Separation	0.014
Rotation	0.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	



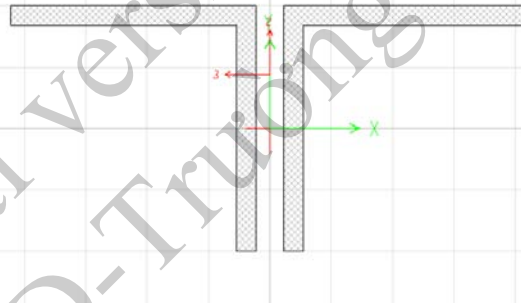
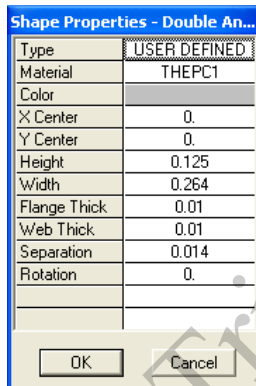
4.2.2.13. Tiết diện thanh đứng 1

- Tên tiết diện: DUNG1. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:



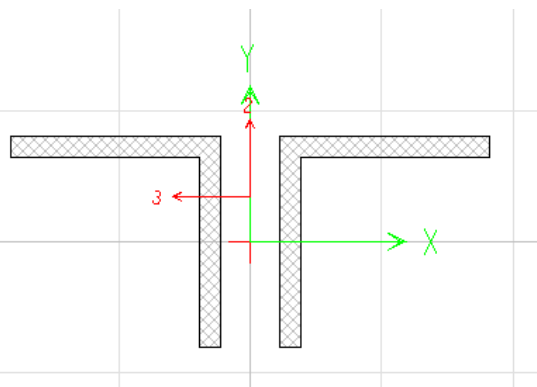
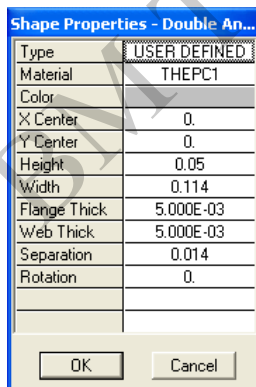
4.2.2.14. Tiết diện thanh dứng 2

- Tên tiết diện: DUNG2. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:



4.2.2.15. Tiết diện giằng cánh dưới

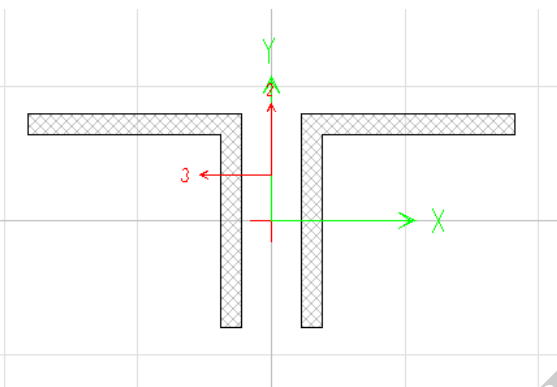
- Tên tiết diện: GIANGCANH DUOI. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:



4.2.2.16. Tiết diện giằng cánh trên

- Tên tiết diện: GIANGCANHTREN. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:

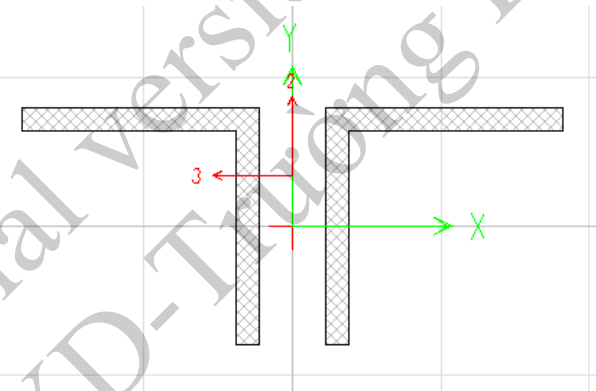
Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.05
Width	0.114
Flange Thick	5.000E-03
Web Thick	5.000E-03
Separation	0.014
Rotation	0.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	



4.2.2.17. Tiết diện giằng dứng



- Tên tiết diện: GIANGDUNG. Vật liệu: THEPC1. Thông tin hình học:

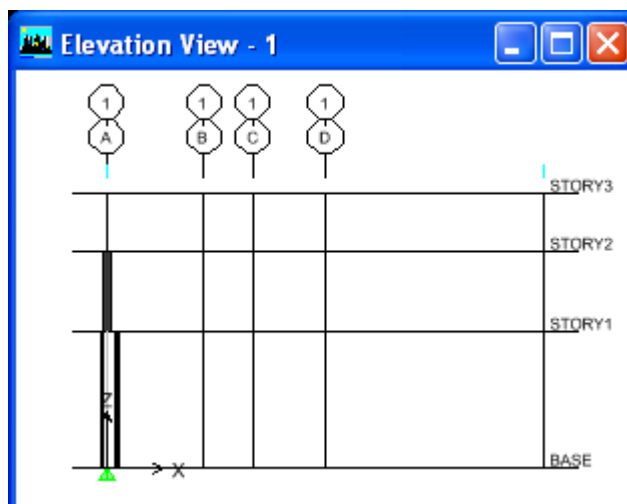
Type	USER DEFINED
Material	THEPC1
Color	
X Center	0.
Y Center	0.
Height	0.05
Width	0.114
Flange Thick	5.000E-03
Web Thick	5.000E-03
Separation	0.014
Rotation	0.
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

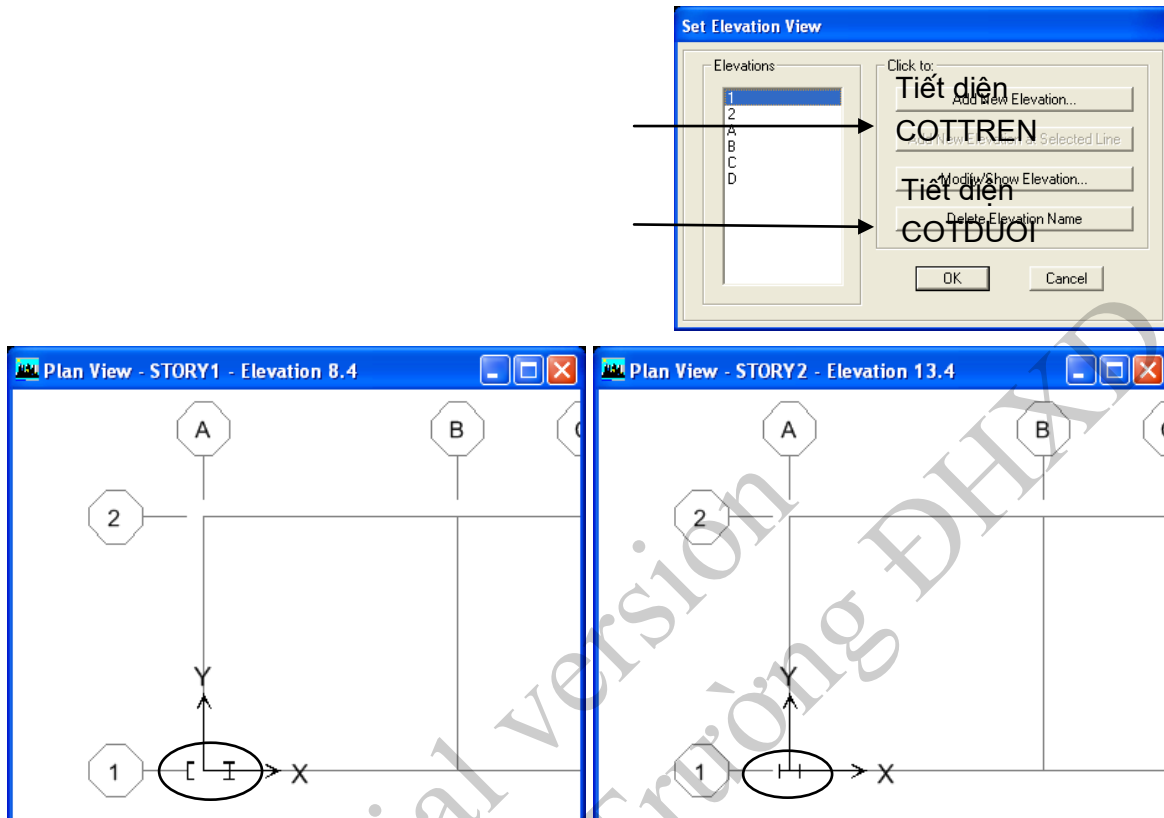


4.3. Vẽ mô hình

4.3.1. Vẽ mặt cắt qua trục 1

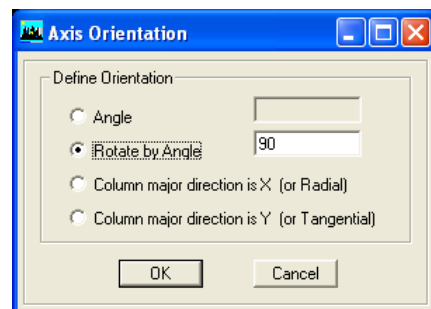
- Nhấn vào thanh công cụ , chuyển sang mặt cắt 1.
- Dùng thanh công cụ  để vẽ hai cột sau:



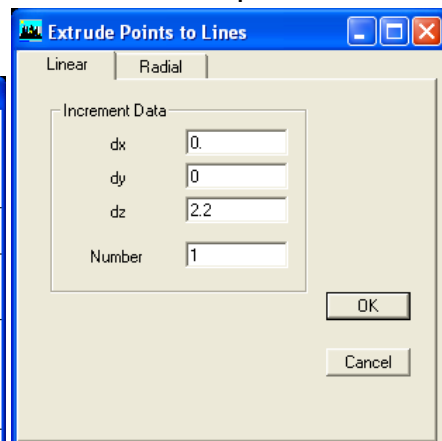
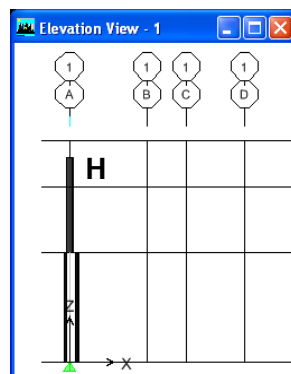


– Quan sát mặt cắt hai cột vừa vẽ. Nếu hướng của cột không đúng, bạn đọc có thể xoay cột. Phương pháp xoay cột như sau:

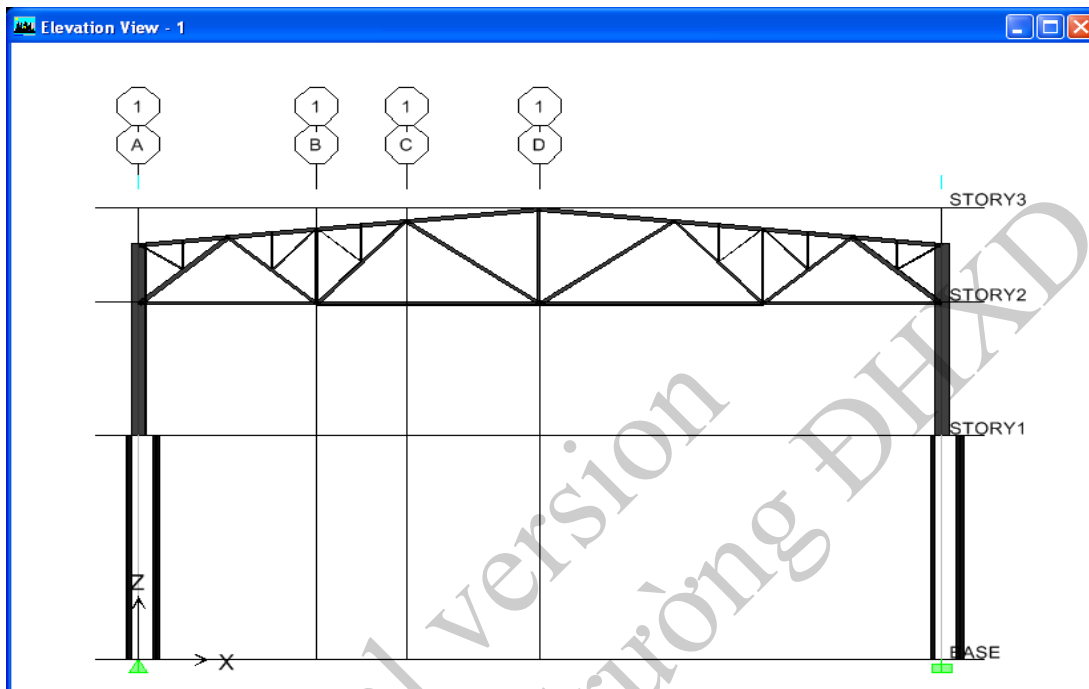
- + Chọn cột cần xoay, vào menu **Assign** → **Frame/Line** → **Local Axes**.
- + Nếu bạn đọc cần xoay cột đi một góc 90 độ thì điền vào hộp thoại *Axis Orientation* như hình bên.



– Chọn điểm **H** (xem hình vẽ dưới), sau đó vào menu **Edit** → **Extrude Points to Lines** → Hộp thoại *Extrude Points to Line* hiện lên. Điền vào hộp thoại như hình dưới đây (đơn vị hiện hành là m thì điền dz=2.2, còn nếu đơn vị đang là mm thì điền dz=2200), chúng ta sẽ được một đoạn cột cao 2,2m.



- Gán tiết diện cho đoạn cột vừa sinh ra. Xoay cột nếu cần thiết.
- Tiếp theo ta vẽ các Frame khác như hình vẽ dưới. Bạn đọc nên vẽ một nửa dàn sau đó dùng chức năng **Mirror** trong *Replicate* của menu *Edit*.

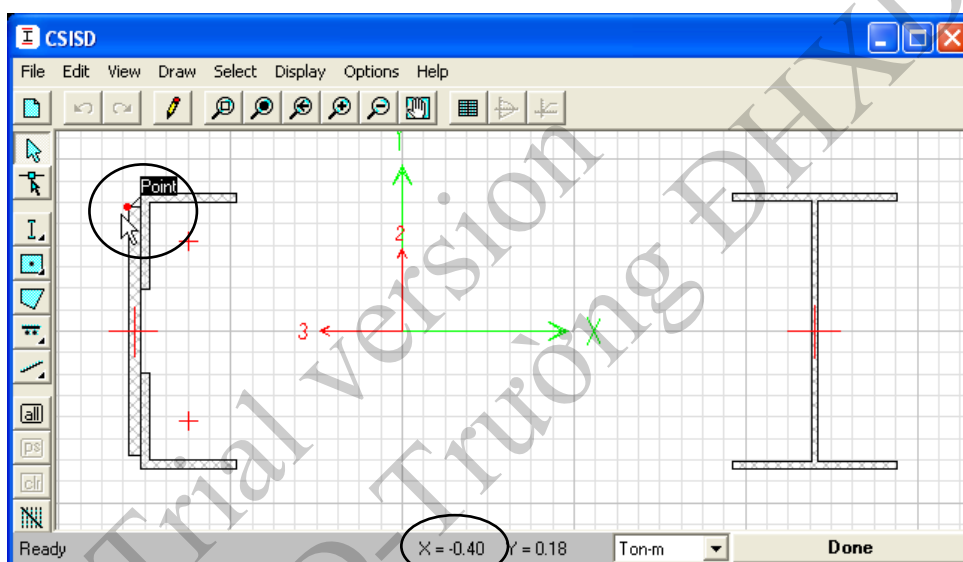


4.3.2. Hiệu chỉnh lại cột dưới

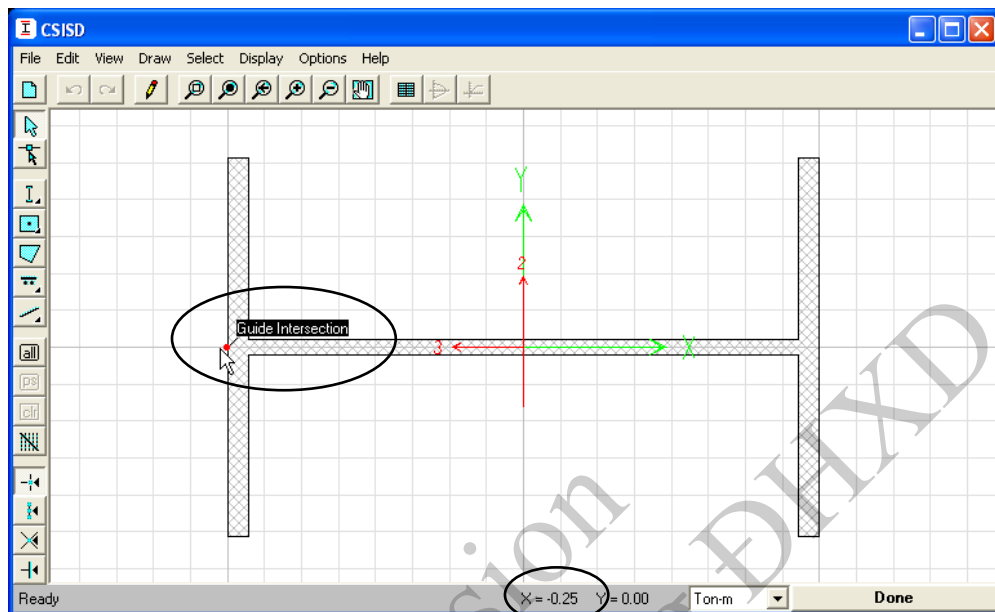
4.3.2.1. Tính toán khoảng cách dịch chuyển

Để mép ngoài của cột trên và cột dưới trùng nhau. Ta tính toán khoảng cách cột dưới cần phải dịch chuyển so với cột trên.

- Vào menu **Define** → **Frame Sections**. Trong hộp thoại *Define Frame Properties* chọn tiết diện **COTDUOI** đã định nghĩa. Sau đó nhấn vào nút **Modify/Show Property** để xem thông tin về tiết diện này. Hộp thoại *SD Section DATA* hiện lên, nhấn vào nút **Section Designer**.



- Chỉ chuột vào mép ngoài của tiết diện như hình vẽ trên, ta gọi điểm này là điểm A. Quan sát tọa độ $X_A = -0.4$.
- Sau đó, tắt chương trình **CSISD** và nhấn **OK** trong hộp thoại *SD Section DATA*.
- Làm tương tự đối với tiết diện **COTTREN**.



– Chỉ chuột vào mép ngoài của tiết diện như hình vẽ trên, ta gọi điểm này là điểm B. Quan sát tọa độ $X_B = -0.25$.

– Đoạn AB là khoảng cách cần dịch chuyển của cột dưới.

$$AB = -0.4 - (-0.25) = -0.15.$$

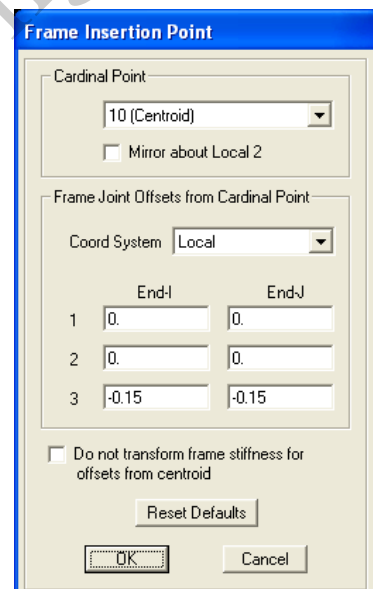
4.3.2.2. Phương pháp dịch chuyển cột dưới

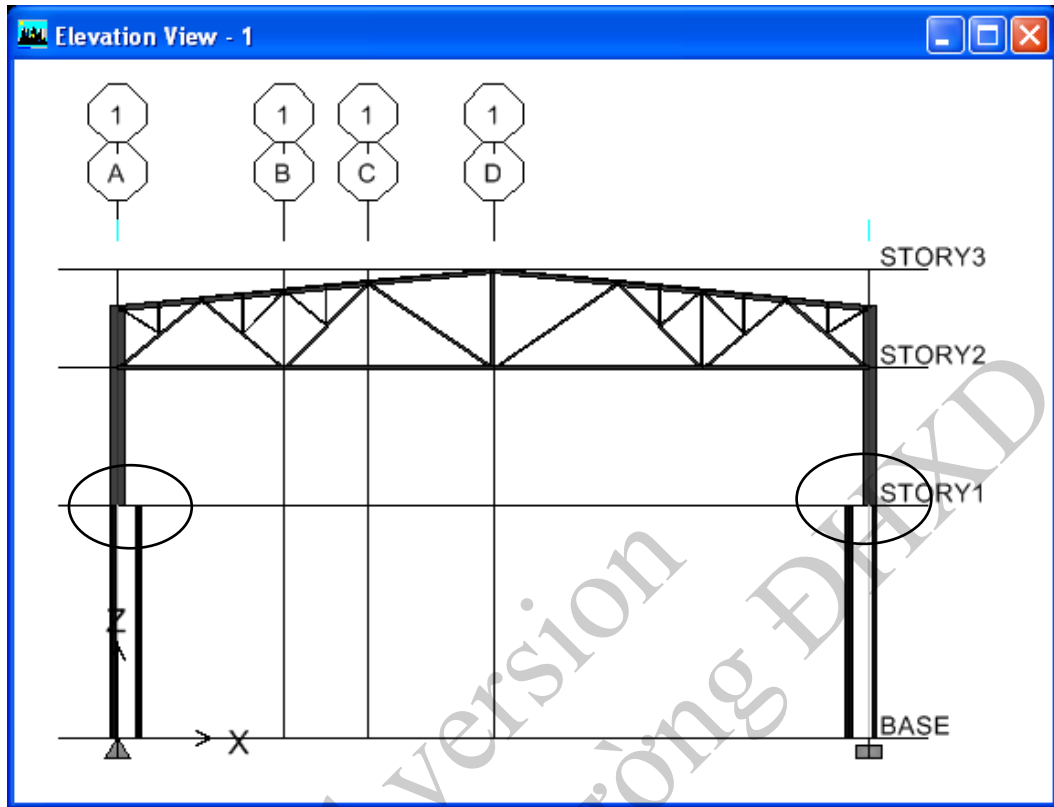
– Chuyển cửa sổ nhìn qua mặt cắt trục 1. Chọn cột dưới cần dịch chuyển → vào menu **Assign** → **Frame/Line** → **Insertion Point** → điền vào hộp thoại *Frame Insertion Point* như hình bên.

– Trong hộp thoại này, chúng bỏ chế độ “Do not transform frame stiffness for offsets from centroid”

– Chi tiết về hộp thoại, mời bạn đọc tham khảo mục 3.1 trong chương 2.

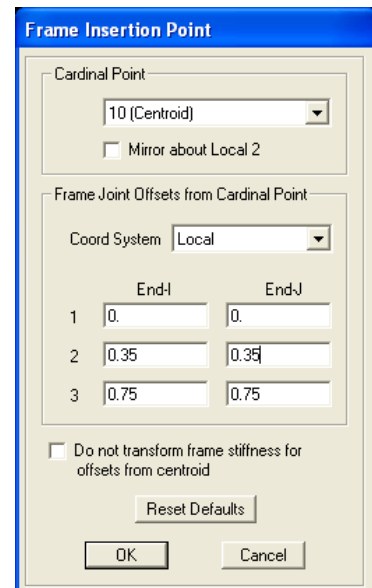
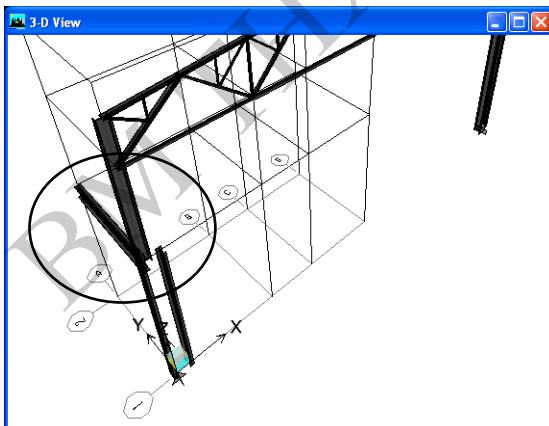
Sau khi dịch chuyển chúng ta được kết quả như sau:





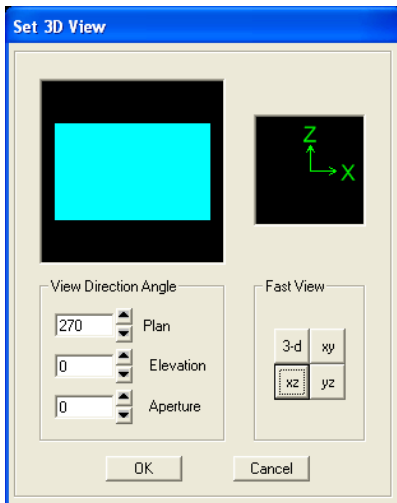
4.3.3. Vẽ dầm cầu trục

- Vẽ dầm cầu trục từ trục 1 đến trục 2 như hình bên.
- Chọn dầm cầu trục vừa vẽ, vào menu **Assign** → **Frame/Line** → **Insertion Point** → điền vào hộp thoại *Frame Insertion Point* như hình bên.

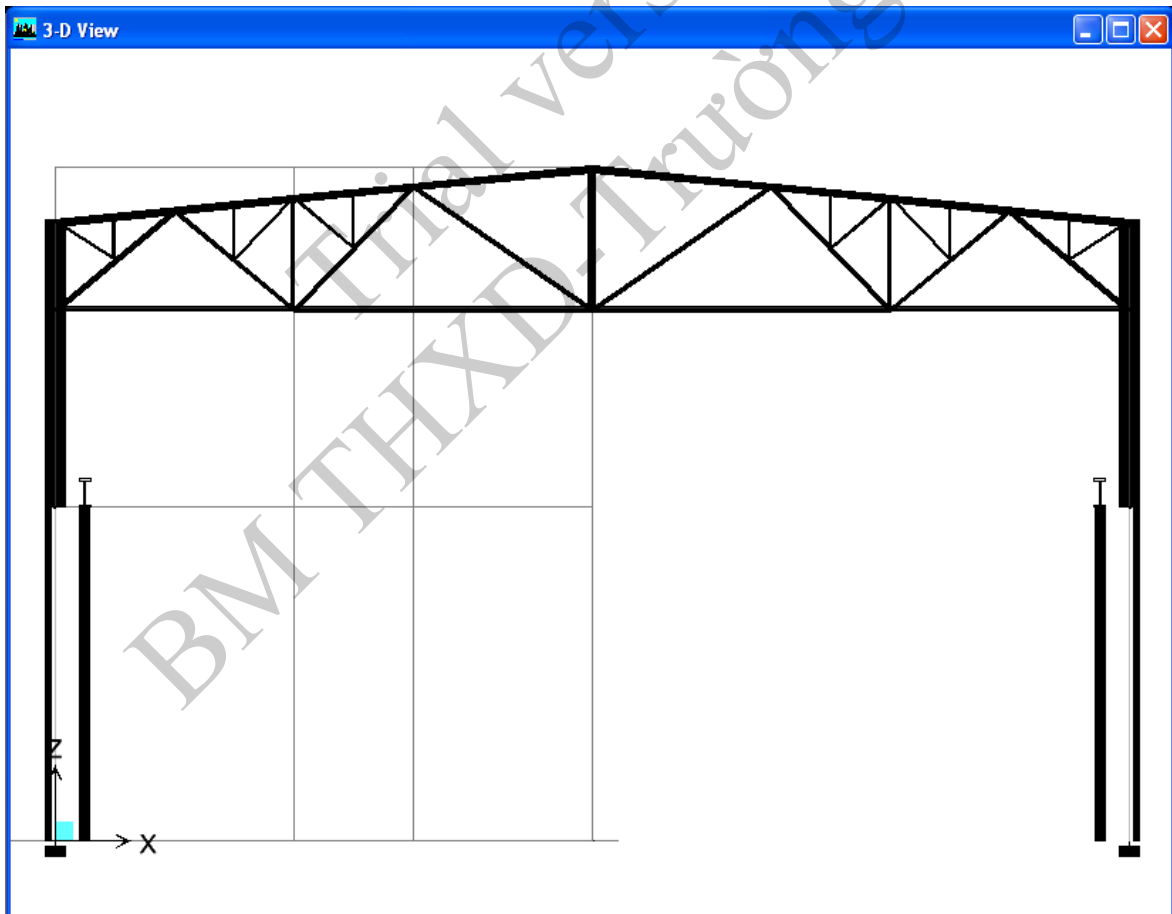


- Sang chế độ *3D View*, nhìn hình vẽ từ xa vô cùng.
- + Vào menu **View** → **Set 3D View**.

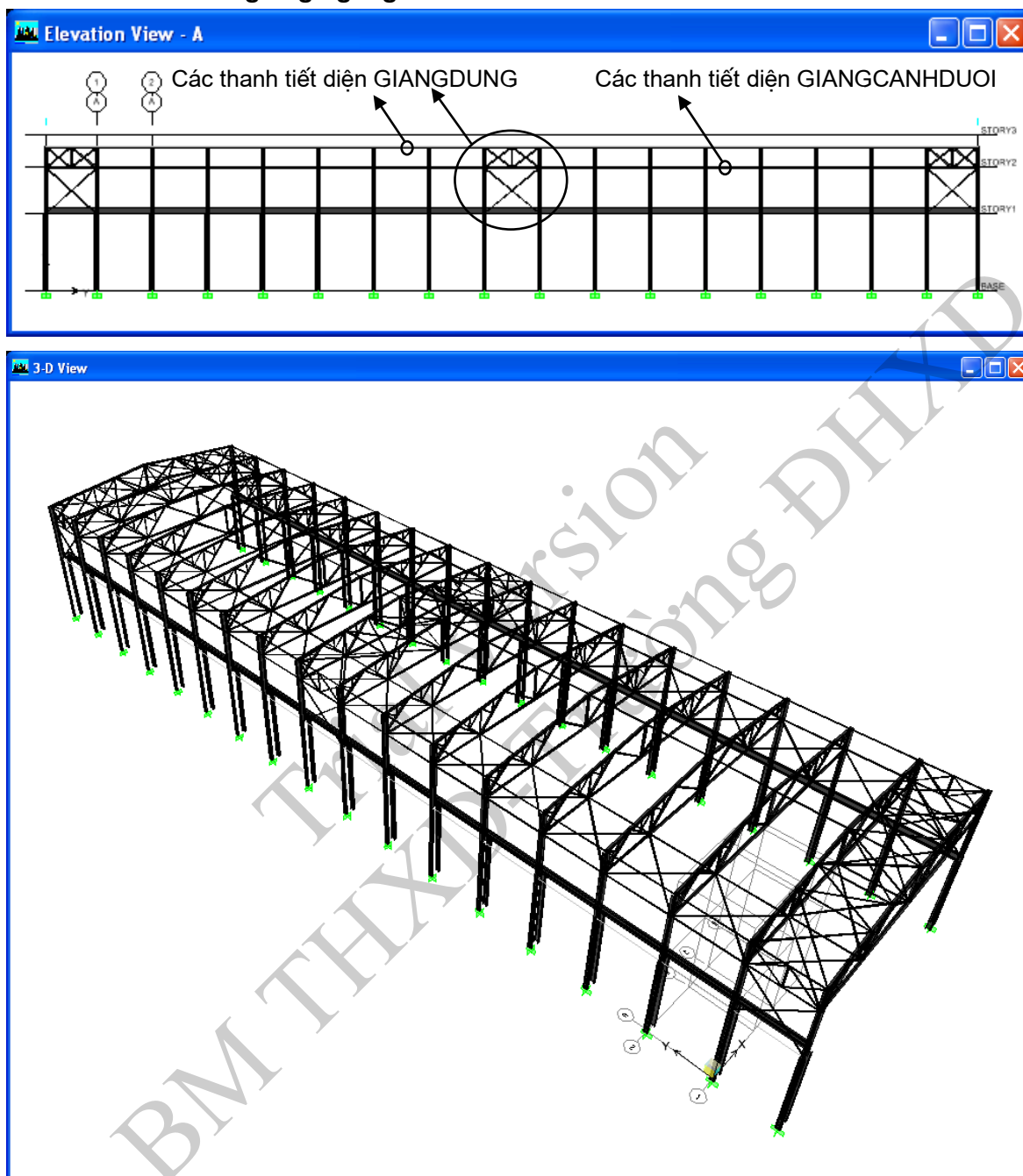
- + Điền vào hộp thoại như hình dưới:



- Ta được kết quả như sau:



4.3.4. Vẽ các thanh giằng ngang



Khuyến cáo: bạn đọc nên vẽ hai khung, sau đó dùng chức năng **Replicate** để nhân bản các khung còn lại.

