

ETABS – KIẾN THỨC SỬ DỤNG



Được biên soạn bởi KetcauSoft -

Phát triển phần mềm thiết kế Kết cấu Việt Nam

Hà Nội - 2014

LỜI MỞ ĐẦU

Khi đứng trước câu hỏi: làm sao để biết được kết quả của Etabs là đúng, tôi đã suy nghĩ mức độ chính xác của kết quả phụ thuộc vào chúng ta, về hiểu biết và cách xử sự của chúng ta đối với kết cấu, và đối với Etabs.

Etabs là một cỗ máy vận hành đều đặn, không mệt mỏi, không nóng giận, không có lý trí riêng, và không thiên vị bất cứ ai. Điều đó có nghĩa rằng chính chúng ta sẽ là người tác động lên Etabs, tạo ra kết quả, hình thành nên những đúng đắn hay những sai lầm của kết quả đó.

Chính vì lẽ đó, để có được một kết quả đúng, hãy chắc chắn rằng chúng ta đã xây dựng được một mô hình đúng, gán tải trọng đúng, thiết lập những tham số đúng.

Tài liệu này chứa đựng những kinh nghiệm của tác giả trong quá trình sử dụng Etabs, những kiến thức mà tác giả cho rằng người dùng cần có để vận hành Etabs.

Trong quá trình thực hành, nếu có các vấn đề vướng mắc, độc giả có thể tiến hành thảo luận tại diễn đàn KetcauSoft: <http://www.ketcausoft.com/forum>

Hy vọng đây sẽ là một tài liệu hữu ích cho người học Etabs.

Hà Nội, ngày 02 tháng 09 năm 2014

Người biên soạn

Hồ Việt Hùng

MỤC LỤC

PHẦN I. QUẢN LÝ FILE	4
1.1 Các đường dẫn là không dấu tiếng Việt	4
1.2. Không quên file \$ET	4
1.3. Tránh lỗi quên đính kèm file TXT chứa phổ phản ứng dao động	5
1.4. Đổi đơn vị mặc định	5
PHẦN II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH.....	7
2.1. Cột hay Vách.....	7
2.2. Mô hình lanh tô vách thang máy	8
2.3. Khai báo tiết diện sàn	8
2.4. Không vẽ ô sàn quá phức tạp.....	9
2.5. Đặt tên tiết diện sàn theo tải trọng.....	10
2.6. Chia ảo phần tử Shell.....	11
2.7. Thay đổi độ cứng của các cấu kiện	13
2.8. Diaphragm.....	14
2.9. Khắc phục lỗi khi khai báo Diaphragm	16
2.10. Đơn vị của khối lượng	18
2.11. Khai báo Mass Source	18
2.12. Cách tính khối lượng tầng của Etabs	19
2.13. Đặt lại tên các phần tử	20
2.14. Kiểm tra mô hình.....	20
2.15. Mô hình cấu kiện cong trong Etabs như thế nào?.....	21
2.16. Giải phóng liên kết	21
PHẦN III. KHAI BÁO TẢI TRỌNG	23
3.1. Tải trọng tường.....	23
3.2. Hoạt tải.....	25
3.3. Tải trọng Động đất.....	25
3.4. Gán tải trọng ngang thông qua Diaphragm.....	28
3.5. Tổ hợp tải trọng.....	30
PHẦN IV. PHÂN TÍCH NỘI LỰC	33
4.1. P-Delta	33

4.2. Axial Shortening.....	35
4.3. Khối lượng tầng.....	36
4.4. Chu kỳ dao động.....	37
4.5. Dạng của dao động.....	39
4.6. Chuyển vị ngang.....	40
4.7. Chuyển vị lệch tầng.....	41
PHẦN V. THIẾT KẾ CỐT THÉP	43
5.1. Tính toán và kiểm tra.....	43
5.2. Cần hiểu giá trị diện tích cốt thép cột như thế nào?.....	44
5.3. Diện tích cốt thép đai.....	45
5.4. Bổ sung loại đường kính cốt thép	46
5.5. Ký hiệu O/S trong Etabs khi thiết kế cốt thép có ý nghĩa gì?.....	46
5.6. Làm tròn kết quả tính toán.....	47

PHẦN I. QUẢN LÝ FILE

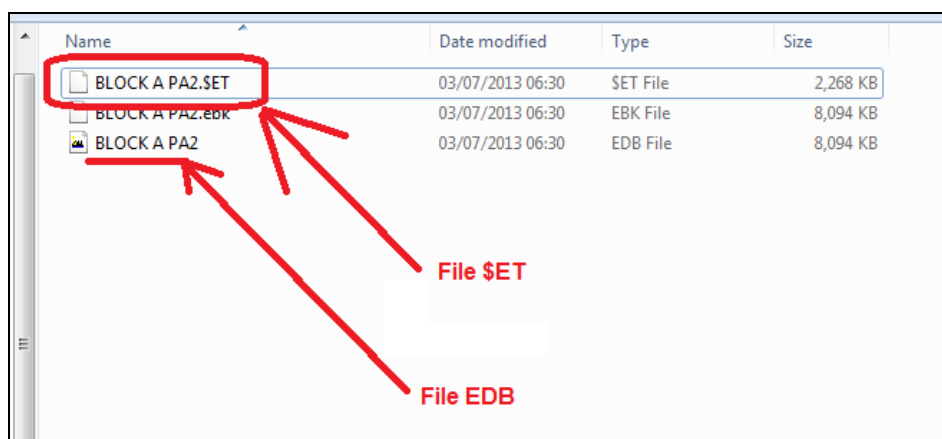
1.1 Các đường dẫn là không dấu tiếng Việt

Mặc dù Unicode đã trở nên phổ biến, nhưng không phải tất cả các phần mềm đều hoạt động tốt đối với hệ ngôn ngữ có dấu. Khi đặt tên thư mục hoặc tên file, người dùng không nên sử dụng tiếng Việt có dấu (ví dụ D:\Công việc\Bài tập\Etabs\VD1.edb), vì các phần mềm có khả năng sẽ bị lỗi khi làm việc với các ký tự có dấu.

1.2. Không quên file \$ET

Đến nay phần mềm Etabs đã trải qua rất nhiều phiên bản, một rắc rối không thể tránh khỏi là Etabs phiên bản thấp hơn không thể mở file dữ liệu chính thức (EDB) được lưu bởi phiên bản cao hơn. Tuy nhiên, Etabs cũng cung cấp một giải pháp đơn giản nhưng ít ai để ý đến.

Khi bạn lưu một file mới, ngoài file dữ liệu chuẩn EDB, Etabs sẽ tự phát sinh một file dữ liệu dự phòng là file \$ET, đây là file dữ liệu dạng TEXT, chứa toàn bộ thông tin cơ bản về mô hình. File \$ET được tạo ra với mục đích cung cấp quyền giao tiếp giữa các phần mềm bên ngoài với phần mềm Etabs. Ví dụ: bạn có thể tự viết một phần mềm dựng mô hình (như REVIT) và xuất dưới dạng file *.SET để từ đó Etabs có thể đọc và phân tích nội lực cho bạn. File \$ET là file dữ liệu cơ bản và do đó có thể mở được bằng các phiên bản Etabs khác nhau (cho dù được xuất ra bằng phiên bản Etabs nào) thông qua chức năng Import của Etabs.



Hình 1.2. File \$ET

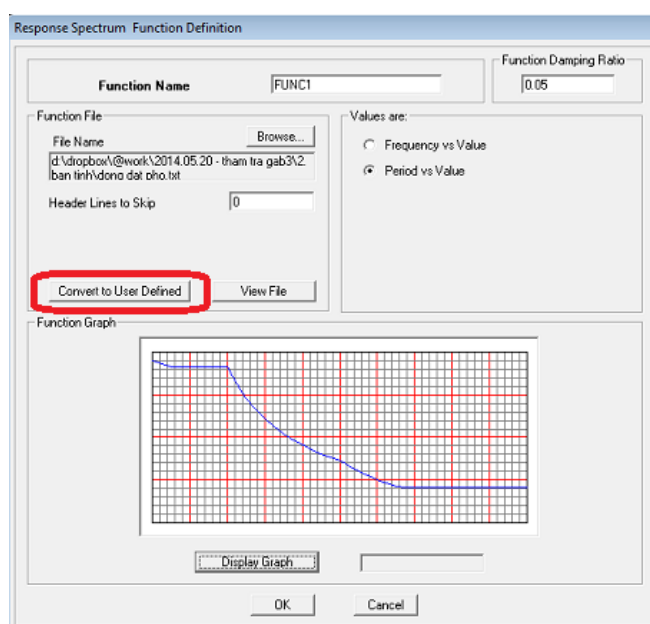
Do đó khi gửi file Etab, hãy lưu ý luôn gửi kèm file \$ET để đảm bảo rằng người nhận có thể mở file dù cho họ sử dụng phiên bản nào của Etabs.

1.3. Tránh lỗi quên đính kèm file TXT chứa phổ phản ứng dao động

Phương pháp phổ biến để tính toán tải trọng động đất trong Etabs hiện nay là xác định giá trị phổ dao động, lưu dữ liệu dưới dạng file có đuôi TXT, sau đó sử dụng công cụ nhập giá trị phổ của phần mềm Etabs. Và lỗi phổ biến khi sử dụng phương pháp này là người dùng thường quên copy kèm file TXT khi chuyển file EDB sang thư mục khác, hoặc gửi cho người khác. Nguyên nhân là do Etabs cần đọc file này mỗi lúc phân tích nội lực.

Thực chất người dùng có thể khắc phục vấn đề này một cách đơn giản, vì Etabs cũng đồng thời cung cấp chức năng cho phép chuyển dữ liệu từ file TXT vào file EDB, từ đó bạn không cần lo ngại sẽ quên copy file TXT nữa vì lúc này dữ liệu phổ đã là một phần của file EDB.

Việc này có thể thực hiện ngay sau khi bạn nhập file TXT vào Etabs, bằng cách click **Convert to User Defined** trong cửa sổ *Response Spectrum Function Definition*



Hình 1.3. Chức năng chuyển dữ liệu từ file TXT sang file EDB

Sau khi bạn click vào nút lệnh, dữ liệu sẽ được chuyển sang dạng *User Defined* và trở thành một phần của file EDB.

1.4. Đổi đơn vị mặc định

Trong các phiên bản Etabs trước 2013, chỉ có một đơn vị mặc định duy nhất được dùng xuyên suốt trong quá trình mô hình hóa cũng như sau khi phân tích. Các kết quả được hiển thị dưới dạng đơn vị mặc định mỗi khi người dùng phân tích mô hình. Do đó, nếu người dùng không lựa chọn đơn vị trước khi tạo một file mới, thì đơn vị mặc định sẽ là đơn vị ban

đầu mà Etabs chỉ định – Kip.in . Điều này gây ra những phiền toái không hề mong muốn trong quá trình xây dựng mô hình và đọc kết quả phân tích.



Hình 1.4. Hộp chọn đơn vị ở góc phía dưới – bên phải của giao diện phần mềm

Để thay đổi đơn vị mặc định, người dùng cần tiến hành tuân theo các bước:

- Sử dụng hộp chọn ở góc phía dưới bên phải để chuyển sang đơn vị mong muốn
- Click menu **File > Export > Save Model as ETABS .e2k Text File** để xuất mô hình sang file khác có đuôi .e2k
- Tạo dự án mới (bỏ qua các bước chọn xây dựng lưới cột)
- Click menu **File > Import > ETABS .e2k Text File** để nhập lại mô hình từ file .e2k đã xuất

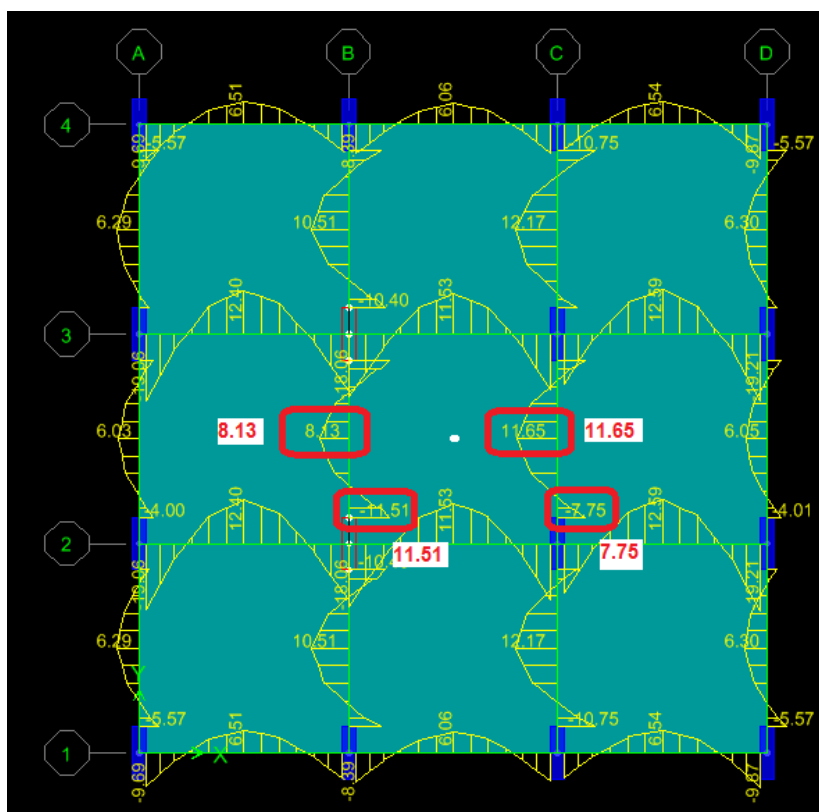
File mới sẽ có đơn vị mặc định là đơn vị mà người dùng đã lựa chọn trước khi xuất ra file .e2k

PHẦN II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH

2.1. Cột hay Vách

Việc cấu kiện được mô hình là Cột (phần tử Frame) hay Vách (phần tử Shell) ảnh hưởng nhiều đến kết quả phân tích của Etabs, mặc dù kích thước tiết diện của cấu kiện không thay đổi.

Điều dễ dàng nhận thấy nhất là nội lực của dầm liên kết với các cấu kiện này. Hình 2.1 là ví dụ cho thấy giá trị nội lực trong các dầm (dưới một điều kiện tải trọng) có giá trị khác nhau. Điều này được giải thích là do nhịp tính toán của dầm trong 2 trường hợp là khác nhau.



Hình 2.1. Nội lực của dầm thay đổi khi cấu kiện thẳng đứng là Vách hoặc Cột

Việc khai báo cấu kiện là cột hay vách cũng làm thay đổi độ cứng của chúng trong Etabs. Bên cạnh đó, độ chính xác khi phân tích mô hình có phần tử Shell phụ thuộc nhiều vào mức độ chia nhỏ của phần tử. Etabs cũng có thể cho ra kết quả kỳ quặc khi phần tử Shell bị chia quá nhỏ.

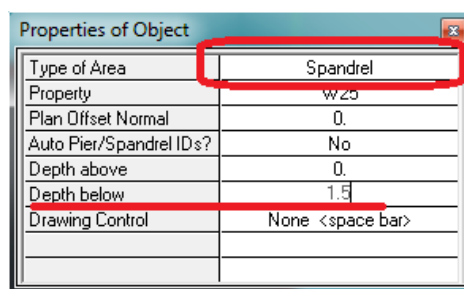
Do đó, việc mô hình phần tử là Cột hay Vách cần được cân nhắc, và dựa trên tiêu chí nhất định. Khi không tìm thấy căn cứ chính xác hơn, có thể sử dụng tiêu chí được nêu trong TCXDVN 375:2006 (EC8), tại mục 5.1.2:

Vách hay tường (Wall) là cấu kiện đỡ các cấu kiện khác và có tiết diện với tỉ số [chiều rộng / bề dày] l_w/b_w lớn hơn 4

2.2. Mô hình lanh tô vách thang máy

Lanh tô vách thang máy là phần vách bê tông phía trên lỗ cửa thang máy, là cấu kiện giằng giữa hai phần vách thẳng đứng hai bên cửa thang máy. Etabs cung cấp một chức năng cho phép người dùng mô hình hóa lanh tô thang máy một cách thuận tiện, đó là sử dụng phần tử Shell dưới dạng Spandrel. Sử dụng phần tử Spandrel, người dùng có thể vẽ lanh tô thang máy trên mặt bằng giống như vẽ dầm thông thường.

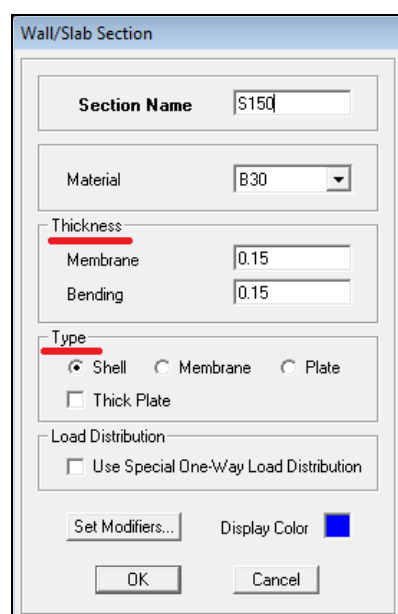
Để vẽ phần tử Spandrel, người dùng sử dụng công cụ Draw Walls (công cụ vẽ vách), tuy nhiên trong mục *Type of Area* đổi thành **Spandrel** thay vì **Pier** như mặc định, và khai báo thêm giá trị *Depth below* (chiều cao lanh tô), xem hình 2.2.



Hình 2.2. Thiết lập thông số để vẽ lanh tô vách thang máy

2.3. Khai báo tiết diện sàn

Hình 2.3 là cửa sổ xuất hiện khi chúng ta khai báo tiết diện sàn. Ở đây chúng ta cần lưu ý đến các lựa chọn trong 2 mục là **Thickness** và **Type**



Hình 2.3. Khai báo tiết diện Sàn

Trong mục **Thickness**, người dùng sẽ khai báo chiều dày sàn trong các trường hợp tính toán:

- *Membrane*: chiều dày mà Etabs dùng để tính toán trọng lượng của sàn.
- *Bending*: chiều dày mà Etabs dùng để tính toán độ cứng của sàn.

Có một số quan điểm về khai báo chiều dày **Bending**:

- Quan điểm thứ nhất cho rằng chiều dày này chính là chiều cao làm việc của cốt thép sàn, thường lấy bằng chiều dày sàn trừ 2cm. Tuy nhiên chúng ta biết rằng mô hình phân tích nội lực được quy định là mô hình đàn hồi, các cấu kiện dầm và cột đều được khai báo và tính toán với tiết diện nguyên, do đó không có lý do gì khiến chúng ta phải khai báo chiều dày chống uốn của sàn giảm đi bằng chiều cao làm việc của cốt thép.
- Quan điểm thứ hai cho rằng chiều dày này được sử dụng khi tính toán sàn lắp ghép, bằng chiều dày của lớp bê tông đổ sau. Quan điểm này có vẻ hợp lý, vì có thể nói về mặt liên kết, chỉ phần bê tông đổ sau mới được coi là hoàn toàn làm việc chung với cấu kiện khác.

Trong mục **Type**, người dùng sẽ khai báo các đặc trưng về cách thức làm việc của sàn:

- *Shell*: sàn làm việc với đầy đủ độ cứng trong mặt phẳng (chịu tải trọng thẳng đứng) và ngoài mặt phẳng (chịu tải trọng ngang). Khi được khai báo kiểu Shell, sàn không chỉ phân phối truyền tải trọng về dầm mà còn làm việc cùng với dầm để tạo thành một dải chịu uốn truyền tải trọng về cột.
- *Membrane*: sàn chỉ có độ cứng trong mặt phẳng, phân phối tải trọng ngang lên các cấu kiện thẳng đứng.
- *Plate*: sàn chỉ có độ cứng ngoài mặt phẳng, cùng với dầm tham gia chịu tải trọng thẳng đứng, nhưng không có khả năng chịu tải trọng ngang.

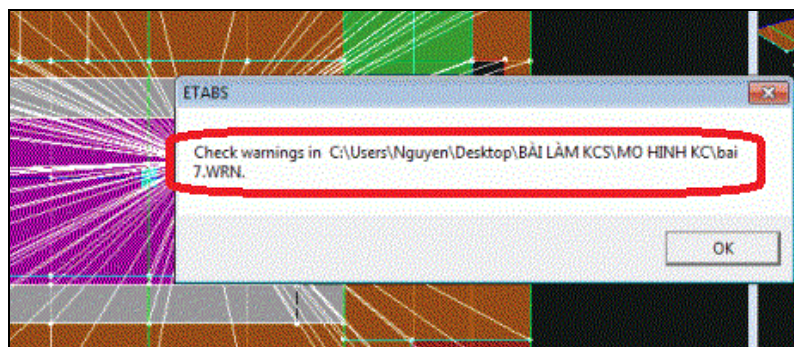
Khi khai báo sàn là **Membrane**, toàn bộ tải trọng thẳng đứng sẽ truyền lên dầm, và từ dầm truyền lên cột. Trong trường hợp này mô men trong dầm là lớn nhất.

Kiểu **Membrane** không phù hợp với các kết cấu nhịp lớn (sàn có dầm phụ chia nhỏ), kết cấu dầmбет, hoặc sàn phẳng.

2.4. Không vẽ ô sàn quá phức tạp

Hình 2.4 là thông báo lỗi của Etabs khi không thể phân phối tải trọng.

Trong trường hợp không thể phân phối tải trọng, Etabs sẽ hiển thị thông báo về các đối tượng và giá trị tải trọng không thể phân phối (không được đưa vào tính toán), đây là trường hợp gây mất mát tải trọng tác dụng lên các cấu kiện đỡ (dầm, cột, vách) và móng.



Hình 2.4. Thông báo lỗi của Etabs khi không thể phân phối tải trọng

Đáng chú ý là Etabs vẫn sẽ phân tích mô hình và vẫn sẽ cho ra kết quả khi người dùng click OK để đóng cửa sổ thông báo trên. Điều này sẽ khiến cho kết quả phân tích bị sai (thiếu tải trọng) trong khi người dùng không biết điều đó.

Một nguyên nhân phổ biến gây nên lỗi này là do người dùng đã mô hình (vẽ) ô sàn quá phức tạp (nhiều 5 cạnh, tỉ lệ các cạnh không đều v.v...).

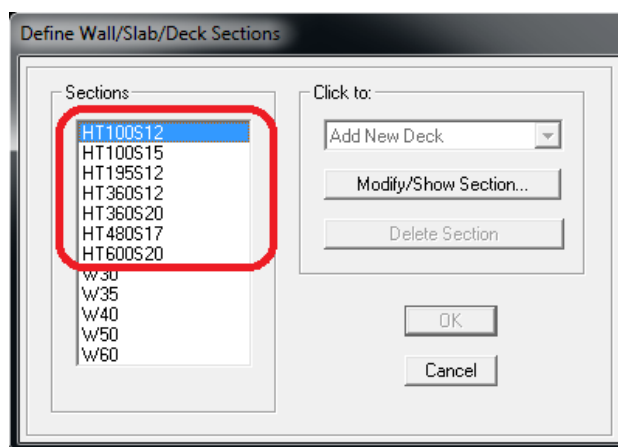
Chúng ta biết rằng phương pháp phần tử hữu hạn sử dụng các công thức được xây dựng sẵn cho các ô sàn 3 cạnh và 4 cạnh. Chính vì vậy, để phân phối tải trọng từ sàn lên các cấu kiện, trước hết Etabs sẽ sử dụng quy tắc người dùng đã thiết lập (xem mục 2.6) và chia các ô sàn phức tạp thành các ô sàn cơ bản 3 hoặc 4 cạnh, từ đó tiến hành phân phối tải trọng. Nhưng đối với các ô sàn phức tạp, Etabs sẽ không chia ảo được ô sàn và từ đó không thể tiến hành phân phối được tải trọng của sàn.

Do đó, khi tiến hành vẽ ô sàn, người dùng nên tuân thủ một số quy tắc cơ bản:

- Không vẽ ô sàn quá phức tạp (nhiều hơn 5 cạnh), nếu có, hãy vẽ sao cho tỉ lệ giữa các cạnh không quá lớn.
- Nên vẽ ô sàn trong phạm vi lưới cột. Điều này đảm bảo tải trọng của ô sàn trong phạm vi lưới cột truyền đúng lên các cấu kiện đỡ. Tránh vẽ ô sàn băng qua nhiều lưới cột, nhiều dầm, khiến Etabs có khả năng gặp lỗi khi chia ô sàn.

2.5. Đặt tên tiết diện sàn theo tải trọng

Đối với các công trình có quy mô lớn, việc đặt tên tiết diện một cách hợp lý sẽ hỗ trợ rất nhiều cho quá trình xây dựng mô hình và gán tải trọng.



Hình 2.5. Đặt tên tiết diện sàn theo tải trọng

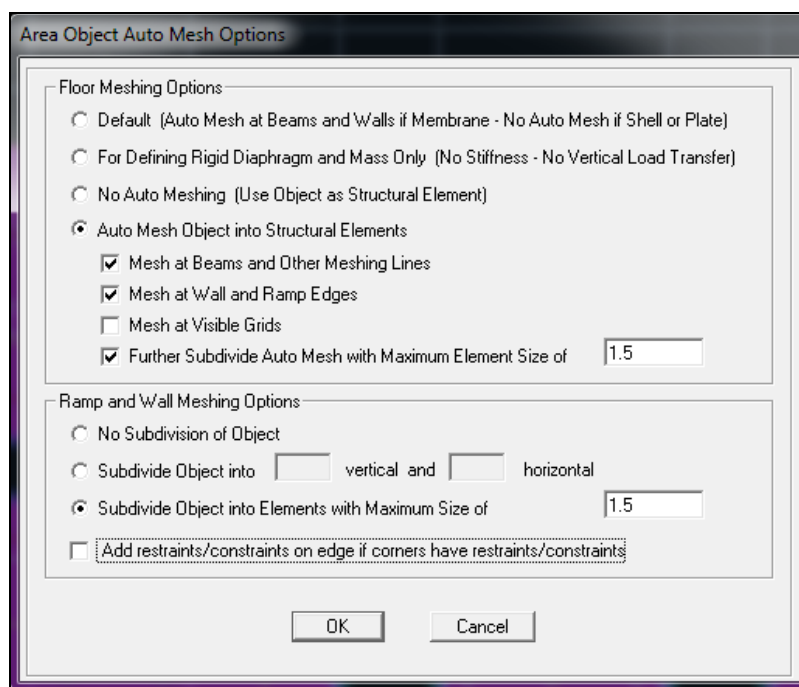
Tên tiết diện sàn ngoài việc mang thông tin về chiều dày sàn, cấp độ bền (nếu có), nên bổ sung thông tin về giá trị hoạt tải. Với việc đặt tên tiết diện sàn có kèm thông tin về giá trị hoạt tải, và xây dựng mô hình với lưu ý sử dụng đúng loại tiết diện cho ô sàn có chức năng tương ứng, thì chúng ta có thể sử dụng chức năng chọn phần tử theo loại tiết diện (menu **Select > by Wall/ Slab/ Deck sections**) để chọn một loại ô sàn theo giá trị hoạt tải trên toàn bộ mô hình, và từ đó có thể gán giá trị hoạt tải một cách nhanh chóng.

2.6. Chia ảo phần tử Shell

Từ phiên bản 9.0, Etabs cho phép người dùng thiết lập chia ảo phần tử Shell với những quy tắc do người dùng chỉ định thay vì phải chia thật các phần tử Shell như các phiên bản trước. Việc chia ảo cho phần tử Shell có ảnh hưởng đến quá trình phân tích kết cấu, ở những điểm sau:

- Độ chính xác của kết quả phân tích phụ thuộc vào mức độ chia nhỏ của phần tử. Theo lý thuyết của phương pháp phần tử hữu hạn, thì mức độ chia càng nhỏ thì độ chính xác của kết quả càng cao.
- Thời gian phân tích tỉ lệ thuận với độ chia nhỏ, phần tử được chia càng nhỏ thì thời gian phân tích càng lâu.
- Quá trình chia ảo của có thể bị gặp lỗi đối với các ô sàn phức tạp, và kích thước chia ảo không hợp lý (xem mục 2.4). Khi không thể chia ảo các phần tử, Etabs sẽ không thể phân phối tải trọng và kết quả là lượng tải trọng trên các phần tử gặp lỗi sẽ không được xét đến khi phân tích kết cấu (mất tải trọng). Kích thước chia ảo hợp lý theo kinh nghiệm của tác giả là 1.5m (xem hình 2.6.1)

Để chia ảo phần tử Shell, người dùng có thể dùng tổ hợp phím **Ctrl+A** để chọn toàn bộ mô hình, và click menu **Assign > Shell/ Area > Area Object Mesh Object**, giao diện như hình 2.6.1 sẽ cho phép người dùng thiết lập phương thức chia ảo cho phần tử. Các thiết lập trong hình 2.6.1 là các thiết lập thường được sử dụng.



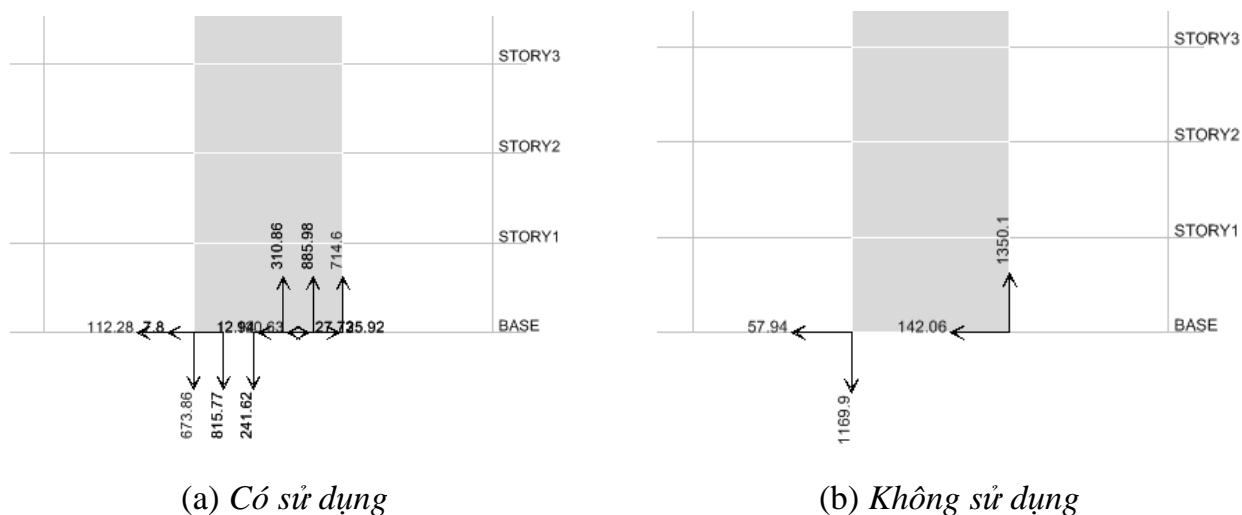
Hình 2.6.1. Chia ảo phần tử Shell

Trong hình 2.6.1, mục **Floor Meshing Options** là các thiết lập dành cho cấu kiện sàn, mục **Ramp and Wall Meshing Options** là các thiết lập dành cho cấu kiện ramp dốc (đường dốc, mái xiên) và vách.

Các thiết lập *Further Subdivide Auto Mesh with Maximum Size of* (đối với sàn) và *Subdivide Object into Elements with Maximum Size of* (ramp và vách) được đặt bằng 1.5m với ý nghĩa rằng các phần tử được chia nhỏ với kích thước không quá 1.5m.

Trong mục **Ramp and Wall Meshing Options**, khi tích vào tùy chọn *Add restraints/constraints on edge if corners have restraints/constraints* thì Etabs sẽ tự động thêm vào các liên kết tại các điểm chia ảo đối với chân của vách và cho ra kết quả phản lực tại các điểm chia ảo này.

Hình 2.6.2 cho thấy kết quả trong trường hợp sử dụng và không sử dụng tùy chọn thêm liên kết tại các điểm chia ảo.



Hình 2.6.2. Phản lực chân vách trong các trường hợp có hoặc không sử dụng tùy chọn thêm liên kết tại các điểm chia ảo

2.7. Thay đổi độ cứng của các cấu kiện

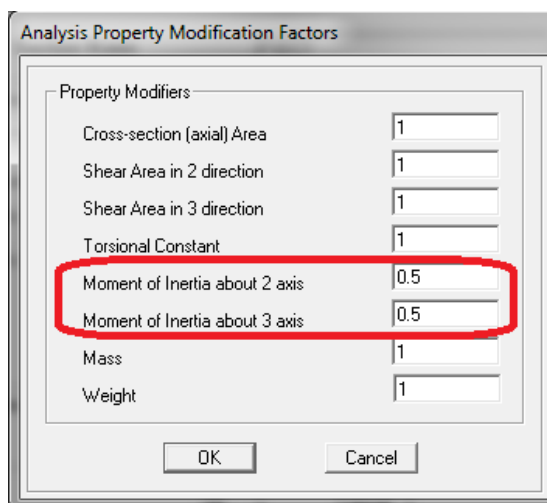
Độ cứng của cấu kiện bê tông cốt thép thường giảm so với giá trị của tiết diện nguyên ban đầu. Nguyên nhân là do dưới tác dụng của tải trọng, khi ứng suất kéo vượt qua cường độ chịu kéo của bê tông thì phần bê tông nằm trong vùng chịu kéo sẽ bị nứt. Chính lúc này cốt thép phát huy khả năng chịu kéo của nó trong cấu kiện bê tông cốt thép. Tuy nhiên việc tiết diện bê tông bị nứt cũng khiến độ cứng của cấu kiện bị suy giảm, và dẫn đến các yếu tố liên quan cũng bị ảnh hưởng. Ví dụ chu kỳ dao động của công trình tăng lên, hoặc độ cứng giảm cũng dẫn đến biến dạng và chuyển vị của công trình tăng lên.

Tiêu chuẩn của một số nước trên thế giới (ví dụ ACI), đã đề cập đến việc sử dụng hệ số suy giảm độ cứng cho các cấu kiện bê tông cốt thép, mỗi loại cấu kiện có mức độ suy giảm khác nhau.

TCXDVN 375-2006 (nay là: TCVN 9386-2012) tại mục 4.3.1.(7) quy định về việc sử dụng hệ số suy giảm độ cứng 0.5 cho tất cả các cấu kiện.

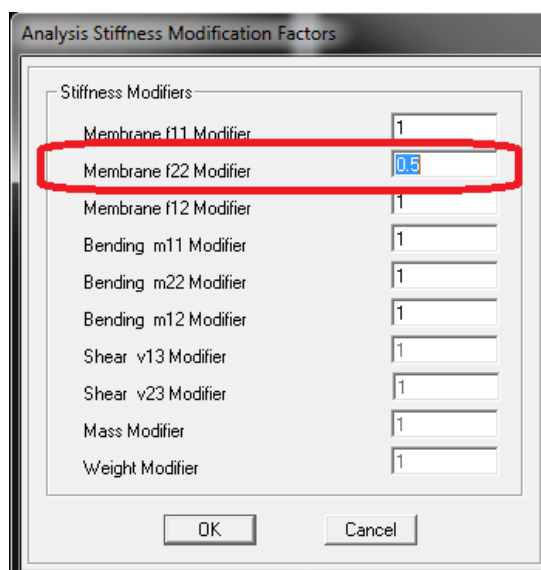
Etabs cung cấp công cụ để hiệu chỉnh các đặc trưng của tiết diện thông qua chức năng *Property Modifiers*. Có thể điều chỉnh trực tiếp đối với từng loại tiết diện thông qua việc khai báo tiết diện, chọn mục *Set Modifier*. Hoặc có thể chọn từng cấu kiện để gán các hiệu chỉnh tương ứng bằng cách sử dụng menu *Assign > Frame/Line > Frame Property Modifiers* hoặc *Assign > Shell/Area > Shell Stiffness Modifiers*

Đối với cấu kiện Dầm và Cột, nhập các thông số hiệu chỉnh trong mục: *Moment of Inertia about 2 axis* và *Moment of Inertia about 3 axis* (hình 2.7.1)



Hình 2.7.1. Thay đổi độ cứng của phần tử Frame

Đối với Vách, nhập các thông số hiệu chỉnh trong thông số **f22** (hình 2.7.2)



Hình 2.7.2. Thay đổi độ cứng của phần tử Shell

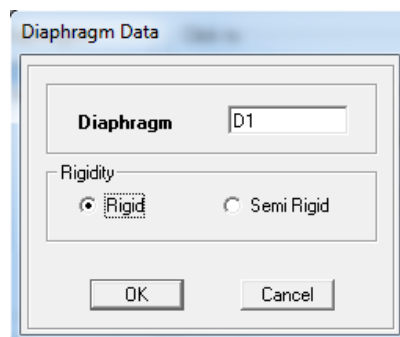
2.8. Diaphragm

Diaphragm được sử dụng với 2 mục đích:

- Thiết lập giả thiết sàn tuyệt đối cứng (Rigid Diaphragm). Giả thiết này đồng nghĩa với việc các điểm trên cùng một mặt bằng (trong cùng một khối Diaphragm) sẽ có cùng chuyển vị ngang, giả thiết này sẽ giảm bớt số biến trong tính toán và giúp Etabs thực hiện quá trình phân tích nhanh hơn.
- Gán tải trọng ngang lên một điểm trên mặt bằng thông qua Diaphragm

Etabs cũng sẽ chỉ xuất các giá trị về khối lượng tầng và vị trí tâm khối lượng khi người dùng thiết lập Diaphragm cho các mặt bằng và ở dạng Rigid Diaphragm (hình 2.8), dạng Semi Rigid sẽ không cho ra kết quả về khối lượng.

Để khai báo Diaphragm, người dùng có thể chọn 1 mặt bằng, 1 khối của mô hình, hoặc toàn bộ mô hình phụ thuộc vào từng điều kiện cụ thể, và sử dụng menu: **Assign > Shell/ Area > Diaphragms**, sau đó chọn Diaphragm có sẵn hoặc thêm Diaphragm mới để gán.



Hình 2.8. Loại Diaphragm

Người dùng có thể chọn một trong các cách sau để gán Diaphragm:

- (PP1) Chọn từng mặt bằng và gán chung 1 Diaphragm. Phương pháp này có thể áp dụng cho mọi trường hợp, nhưng nhược điểm mất thời gian chọn từng mặt bằng.
- (PP2) Chọn từng mặt bằng và gán Diaphragm riêng cho từng mặt bằng. Phương pháp này có thể áp dụng cho mọi trường hợp, ngoài nhược điểm như PP1 thì phương pháp này còn có nhược điểm là số lượng Diaphragm quá nhiều.
- (PP3) Chọn toàn bộ mô hình và gán chung 1 Diaphragm. Phương pháp này thường gặp lỗi khi áp dụng cho những mô hình có các cao độ trung gian giữa tầng (ví dụ mô hình có khai báo cầu thang, lỗ cửa thang máy v.v...). Etabs thường sẽ thông báo lỗi khi phân tích mô hình: *horizontal rigid diaphragm connection found between joints as different elevation*. (xem mục 2.9)
- (PP4) Chọn từng khối của mô hình và gán riêng các Diaphragm cho mỗi khối. Phương pháp này áp dụng cho trường hợp công trình có nhiều khối tách biệt bởi các khe co giãn, hoặc công trình có các block độc lập.

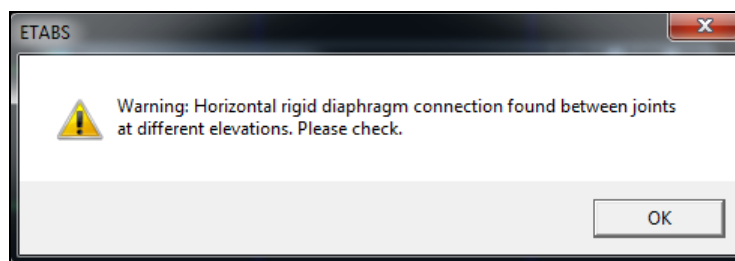
Ngoài ra, người dùng cũng có thể khai báo Diaphragm bằng cách chọn các point và click menu **Assign > Joint/Point > Diaphragms**, lưu ý về cách tính toán khối lượng của Etabs (xem mục 2.9)

Một số lưu ý khi gán Diaphragm:

- Trong trường hợp kết cấu có dầm chuyển, phần tải trọng tác dụng xuống dầm chuyển cần phân phối thông qua dầm chuyển dưới dạng lực chống và lực căng. Lúc đó không nên gán phần sàn xung quanh dầm chuyển thành Diaphragm, vì giả thiết sàn tuyệt đối cứng sẽ làm triệt tiêu các lực mà chúng ta cần xét đến trong dầm chuyển.
- Trong trường hợp nhà có nhiều khối (block, hoặc khe lún), như đã trình bày ở trên, không nên gán chung 1 Diaphragm cho các khối này vì đặc trưng dao động giữa các khối có thể khác nhau.

2.9. Khắc phục lỗi khi khai báo Diaphragm

Sau khi hoàn thiện mô hình bao gồm việc khai báo Diaphragm, và tiến hành phân tích kết cấu (Analyze), Etabs sẽ hiển thị một thông báo lỗi thường hay gặp trong việc khai báo Diaphragm như hình 2.9.1.



Hình 2.9.1. Thông báo lỗi khai báo Diaphragm khi phân tích

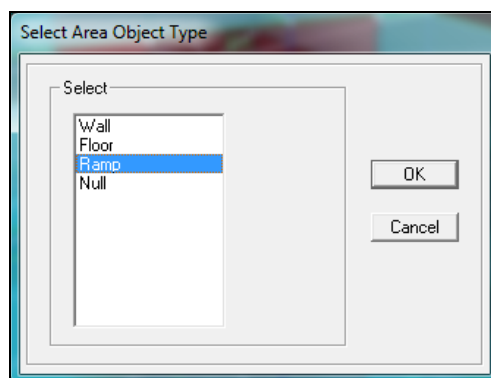
Ý nghĩa của thông báo là trong Diaphragm có những điểm không cùng cao độ với các điểm khác.

Cần thống nhất quan điểm về Diaphragm trước khi tìm cách khắc phục lỗi này:

- Việc gán Diaphragm (rigid diaphragm) là để sử dụng giả thiết sàn tuyệt đối cứng, các điểm trong cùng 1 Diaphragm sẽ có cùng một chuyển vị ngang.
- Dù công trình được đặt chung 1 Diaphragm, nhưng phạm vi áp dụng cho Diaphragm là cho từng tầng. Các điểm ở trong cùng 1 Diaphragm nhưng ở 2 tầng khác nhau thì có thể có chuyển vị ngang khác nhau.
- Có 2 nhóm phần tử trong Diaphragm. Nhóm thứ nhất là Points, nhóm thứ hai là Shell. Do đó có thể gán Diaphragm bằng 2 cách, đó là: (1) chọn các điểm và click **Assign > Joint/Point > Diaphragms**; (2) chọn các tấm sàn và click **Assign > Shell/Area > Diaphragms**.

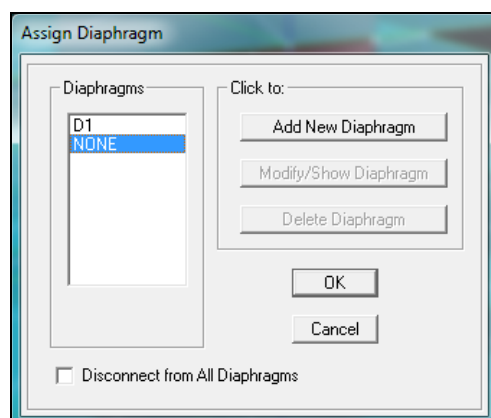
Như đã đề cập ở trên, khi trong 1 tầng, có các điểm ở cao độ trung gian của tầng cũng được gán vào Diaphragm thì Etabs sẽ báo lỗi như hình 2.9.1. Như vậy, để khắc phục thông báo lỗi ở trên, người dùng có thể thực hiện bằng cách loại bỏ các điểm trung gian giữa các tầng ra khỏi Diaphragm. Thông qua hai bước:

Bước 1: Loại bỏ các phần tử Ramp ra khỏi Diaphragm. Chọn tất cả các Ramp bằng cách click menu **Select > by Area Object Type**, trong cửa sổ *Select Area Object Type*, chọn **Ramp** và click **OK**



Hình 2.9.2. Chọn toàn bộ phần tử Ramp trong mô hình

Tiếp tục click menu **Assign > Shell/Area > Diaphragms** (nếu không có phần tử Ramp nào trong mô hình thì menu này ở chế độ ẩn, không cần thực hiện tiếp bước này mà chuyển sang bước 2), trong cửa sổ *Assign Diaphragm*, chọn **NONE** và click **OK**.



Hình 2.9.3. Loại bỏ phần tử ra khỏi Diaphragm

Bước 2: Loại bỏ các Point ra khỏi Diaphragm. Chọn toàn bộ mô hình bằng cách sử dụng tổ hợp phím **Ctrl+A**, sau đó click menu **Assign > Joint/Point**, trong cửa sổ *Assign Diaphragm*, chọn **NONE** và click **OK**.

Bước 2 sẽ loại bỏ tất cả các point không đi kèm với phần tử Shell ra khỏi Diaphragm.

Sau khi thực hiện 2 bước trên, nếu khi phân tích mô hình mà Etabs vẫn hiện thông báo lỗi như trên hình 2.9.1, thì nhiều khả năng trong mô hình đã có những phần tử Shell nằm ngang

(không phải Ramp) ở cao độ trung gian giữa các tầng. Trong trường hợp đó, cần tìm ra được các phần tử này và thực hiện các bước tương tự như trên để gỡ bỏ chúng ra khỏi Diaphragm.

2.10. Đơn vị của khối lượng

Khối lượng M có thể được tính toán thông qua định nghĩa bằng công thức: $M = W/g$, trong đó W là trọng lượng và g là gia tốc trọng trường, gần đúng lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Có một điều đặc biệt là trong hệ đơn vị cũ của TCVN, thì giá trị của khối lượng và của trọng lượng là tương đương nhau, ví dụ vật có khối lượng là 1t (1 tấn) thì sẽ có trọng lượng là 1T (1 tấn lực). Bởi thói quen này nên nhiều người dùng sẽ băn khoăn về giá trị của khối lượng trong Etabs. Ví dụ trong Etabs với hệ đơn vị T-m, trọng lượng riêng của bê tông được khai báo bằng 2.5 trong khi khối lượng riêng được khai báo bằng 0.25

Trong Etabs, khối lượng và đơn vị của khối lượng được tính toán thông qua định nghĩa. Như đã đề cập phía trên, khối lượng được tính bằng $M = W/g$, do đó nếu đơn vị của trọng lượng là T, thì đơn vị của khối lượng là $\text{T.s}^2/\text{m}$.

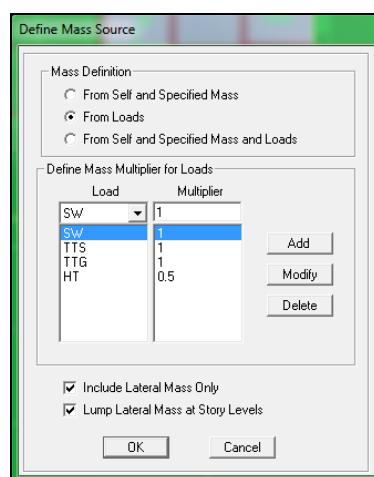
Cũng trên nguyên tắc đó, nếu trọng lượng riêng $\gamma = 2.5 \text{ T/m}^3$ thì khối lượng riêng sẽ bằng $m = \gamma/g = 2.5/10 = 0.25 \text{ T.s}^2/\text{m}^4$.

2.11. Khai báo Mass Source

Mass Source (nguồn khối lượng) là căn cứ để Etabs tính toán khối lượng cho công trình, từ đó sử dụng để tính toán các đặc trưng dao động và tải trọng động đất.

Người dùng có thể định nghĩa Mass Source thông qua menu **Define > Mass Source**.

Hình 2.11 là cửa sổ *Define Mass Source* cho phép người dùng quy định về các xác định khối lượng cho công trình.



Hình 2.11. Khai báo Mass Source

Trong mục Mass Definition, người dùng xác lập cách tính toán khối lượng, bao gồm các lựa chọn:

- *From Self and Specified Mass*: Tính toán khối lượng từ bản thân kết cấu và các khối lượng gán thêm. Người dùng có thể gán thêm khối lượng cho phần tử bằng cách sử dụng menu Assign
- *From Loads*: Tính toán khối lượng từ các tải trọng, đây là lựa chọn phổ biến nhất. Người dùng sẽ thiết lập các loại tải trọng và hệ số tương ứng trong mục **Define Mass Multiplier for Loads**.
- *From Self and Specified Mass and Loads*: Tính toán khối lượng từ bản thân kết cấu, khối lượng gán thêm và tải trọng.

Hình 2.11 là ví dụ về việc khai báo cách tính toán khối lượng bằng lựa chọn **From Loads**, đây là kiểu lựa chọn phổ biến nhất và hợp lý nhất trong thực hành tính toán.

Tiêu chuẩn TCXD 229:1999 mục 3.2.4 quy định về việc tính toán khối lượng dao động bao gồm tĩnh tải và một phần giá trị hoạt tải, trong thực hành có thể lấy hệ số hoạt tải bằng 0.5, do đó trong hình 2.11, danh sách tải trọng có xuất hiện thành phần HT với hệ số Multiplier bằng 0.5

Sau khi phân tích dao động, tính toán được thành phần động của tải trọng gió, người dùng có thể thay đổi giá trị của Hoạt tải để phù hợp hơn với việc tính toán tải trọng động đất.

2.12. Cách tính khối lượng tầng của Etabs

Khối lượng tầng chỉ được tính toán khi tầng đó có gán Diaphragm, và khối lượng của tầng được xuất ra bởi Etabs chính là khối lượng của Diaphragm.

Khối lượng của một Diaphragm được xác định dựa vào các Point có trong Diaphragm đó. Etabs sẽ quy đổi khối lượng của các cấu kiện (bao gồm các loại khối lượng theo định nghĩa trong Mass Source – xem mục 2.10) theo nguyên tắc trung bình về các điểm nút của cấu kiện. Ví dụ khối lượng của dầm sẽ được chia thành 2 phần và quy về các nút tại 2 đầu dầm.

Đối với sàn, tùy theo quy tắc chia ảo mà Etabs sẽ phát sinh các nút ảo và quy khối lượng về các nút ảo. Nếu Diaphragm được gán chỉ bao gồm các Point, thì hầu hết khối lượng sàn sẽ không được tính vào Diaphragm, chỉ phần khối lượng ô sàn nhỏ (chia ảo) gắn với nút thuộc vào Diaphragm được tính.

Khối lượng của cột hoặc dầm sẽ bị trừ bớt tại các vị trí giao nhau, khối lượng sàn không bị trừ tại các vị trí giao với dầm.

2.13. Đặt lại tên các phần tử

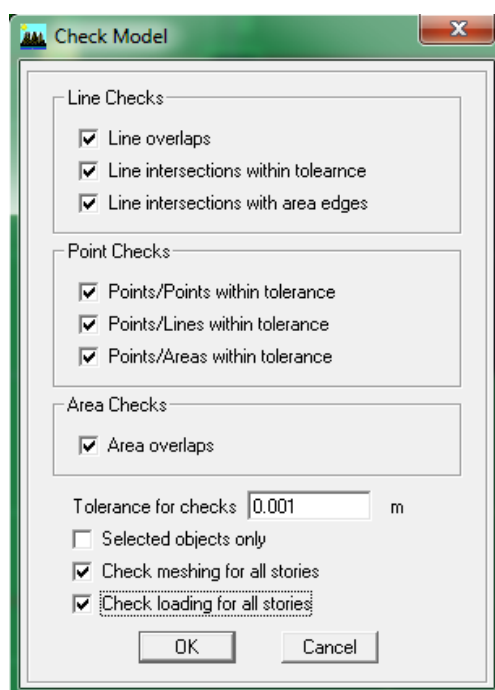
Trong quá trình xây dựng mô hình, việc xóa các phần tử vẽ sai, hoặc vẽ các cấu kiện không đúng theo thứ tự quy ước (từ dưới lên trên, từ trái sang phải) là những việc không thể tránh khỏi. Điều này sẽ khiến cho tên các phần tử trở nên hỗn loạn, không tuân theo thứ tự, và rất khó tìm kiếm vị trí phần tử khi cần thiết.

Để tránh những phiền toái không cần thiết, người dùng nên sử dụng chức năng đặt lại tên cấu kiện cho mô hình bằng cách sử dụng menu **Edit > Auto Relabel All...** Etabs sẽ không cho phép người dùng chủ động đặt tên cho phần tử, mà sẽ tự động đặt lại tên các phần tử theo quy ước (từ dưới lên trên, từ trái sang phải), do đó có thể tìm kiếm các phần tử một cách nhanh chóng khi cần thiết.

2.14. Kiểm tra mô hình

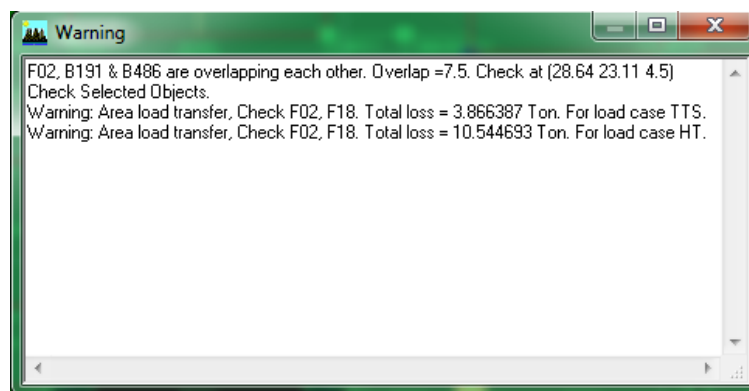
Etabs có chức năng cho phép người dùng kiểm tra khả năng có lỗi về mặt hình học của mô hình, thường là các lỗi phần tử bị chồng lên nhau (overlap), các phần tử quá gần nhau (có thể là nối liền nhau nhưng do người dùng không cẩn thận đã vẽ tách ra ở một khoảng cách rất gần), hoặc lỗi không thể chia ảo để phân phối tải trọng.

Để kiểm tra mô hình, người dùng sử dụng menu **Analyze > Check Model**



Hình 2.14.1. Các thiết lập kiểm tra mô hình

Etabs sẽ hiển thị cửa sổ thông báo về các lỗi nếu có như Hình 2.14.2



Hình 2.14.2. Thông báo về các lỗi trong mô hình

Trong hình 2.14.2, có thể thấy một số lỗi phổ biến thường gặp, đó là các cấu kiện bị chồng lên nhau (overlap), và lỗi phân phối tải trọng sàn (area load transfer error).

2.15. Mô hình cấu kiện cong trong Etabs như thế nào?

Nhiều kỹ sư thường khá lúng túng khi lần đầu tiên gặp phải những mô hình kết cấu có cấu kiện cong (ví dụ dầm cong).

Hãy nhớ rằng Etabs là phần mềm sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, điều đó có ý nghĩa rằng:

- Đây là một phương pháp gần đúng
- Chúng ta có thể chia nhỏ bất cứ mô hình kết cấu nào thành các cấu kiện cơ bản (Frame, Shell), và mức độ chính xác của kết quả tính toán phụ thuộc vào mức độ chia nhỏ của mô hình
- Etabs không có sẵn các công cụ xây dựng cấu kiện cong vì lý thuyết của phương pháp phần tử hữu hạn chỉ xây dựng cho các cấu kiện cơ bản định nghĩa trước (dạng thanh thẳng và tấm)

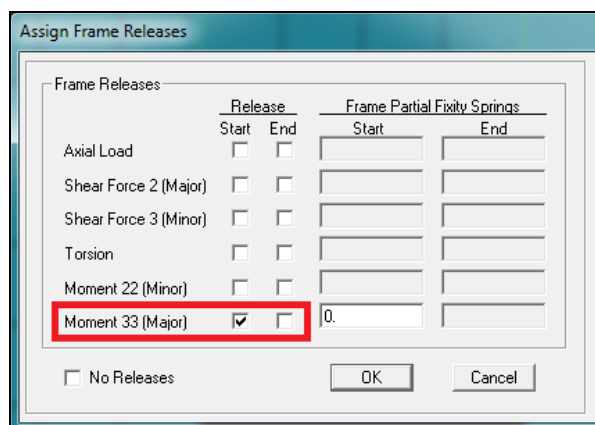
Do đó, khi gặp một sơ đồ kết cấu có cấu kiện cong, hãy nhớ rằng chúng ta sẽ xây dựng mô hình Etabs bằng cách ghép từ các thanh thẳng, các sàn có thể mô hình bằng các tấm tam giác.

2.16. Giải phóng liên kết

Trong một số trường hợp, người dùng có nhu cầu cần giải phóng liên kết tại đầu nút của các phần tử. Ví dụ trong liên kết chỉ chịu cắt của kết cấu thép, người dùng có thể sử dụng chức năng giải phóng mô men tại các đầu dầm của Etabs.

Để thực hiện điều này, click vào cấu kiện cần giải phóng liên kết, sau đó click menu **Assign** > **Frame/Line** > **Frame Releases/Partial Fixity**, trong cửa sổ *Assign Frame Releases*, click vào các liên kết cần giải phóng (hình 2.16).

Thông thường liên kết cần giải phóng là liên kết mô men, trong trường hợp đó, click vào các ô **Start** và **End** tại mục **Moment 33 (Major)**.



Hình 2.16. Giải phóng liên kết

Có thể giải phóng liên kết tại 1 đầu hoặc tại cả 2 đầu của cấu kiện bằng cách tick vào đầu cần giải phóng. Thông thường quy định đầu Start là vị trí bắt đầu vẽ cấu kiện.

Khi muốn bỏ giải phóng liên kết, chọn cấu kiện đó và chọn **No Releases** ở góc phía dưới bên trái của cửa sổ *Assign Frame Releases*.

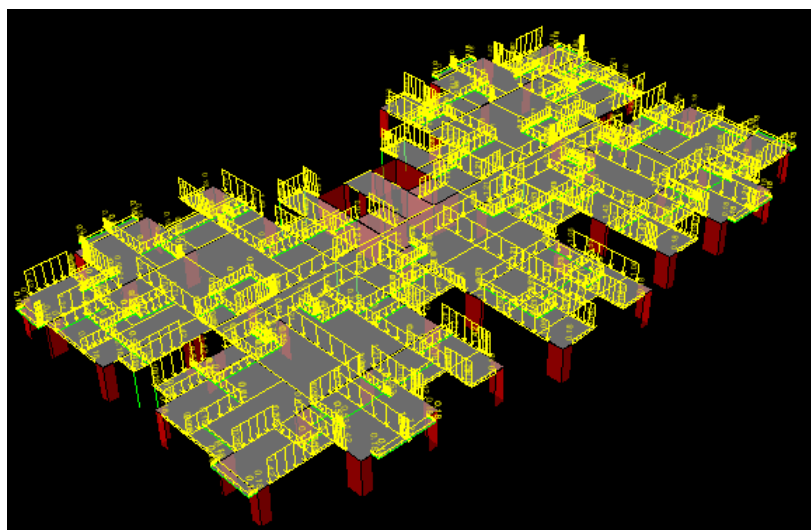
PHẦN III. KHAI BÁO TẢI TRỌNG

3.1. Tải trọng tường

Tải trọng tường thường được gán vào trong mô hình dưới 3 dạng:

- (PP1) Quy đổi thành tải trọng phân bố đều và gán vào sàn
- (PP2) Gán trực tiếp lên các dầm đỡ, bao gồm cả các dầm ảo tại các vị trí tường kê trực tiếp lên sàn (không có dầm) – Hình 3.1.1
- (PP3) Một phần gán lên dầm, một phần được quy đổi thành tải trọng phân bố để gán lên sàn

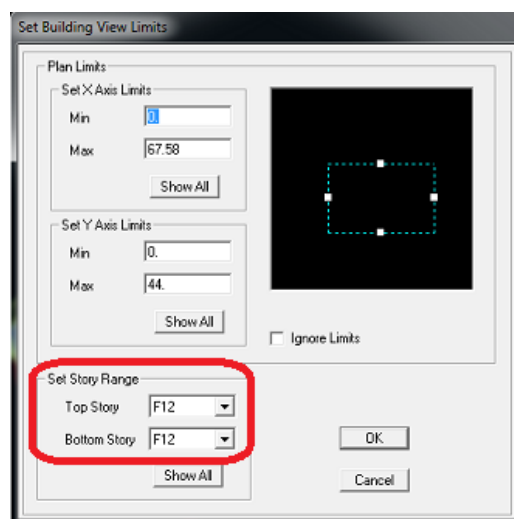
Dầm ảo là phần tử Frame có tiết diện là NONE (một loại tiết diện mặc định của Etabs), được dùng để gán tải trọng tường tại các vị trí trên sàn không có dầm. Hình 3.1.1 là sơ đồ gán tải trọng tường cho một mặt bằng theo (PP2).



Hình 3.1.1. Sơ đồ gán tải trọng tường theo (PP2)

Trong hình 3.1.1, Etabs đang được thiết lập ở chế độ quan sát giới hạn, đây là chế độ cho phép người dùng chỉ quan sát một phần của mô hình, có thể chỉ 1 tầng hoặc một số tầng. Chế độ này đặc biệt hữu dụng và thường được dùng khi gán tải trọng tường hoặc để kiểm tra việc gán tải trọng tường. Khi ở chế độ này, người dùng dễ dàng kiểm tra sơ đồ gán tải trọng tường so với bản vẽ kiến trúc.

Để kích hoạt chế độ quan sát giới hạn, người dùng sử dụng menu **View > Set Building View limits**, giao diện xuất hiện như hình 3.1.2



Hình 3.1.2. Thiết lập chế độ quan sát giới hạn mô hình

Để giới hạn quan sát tại tầng nào, người dùng chỉ định *Top Story* và *Bottom Story* tại tầng đó, sau đó click OK. Để khôi phục chế độ quan sát đầy đủ, người dùng click vào *Show All* và sau đó click OK.

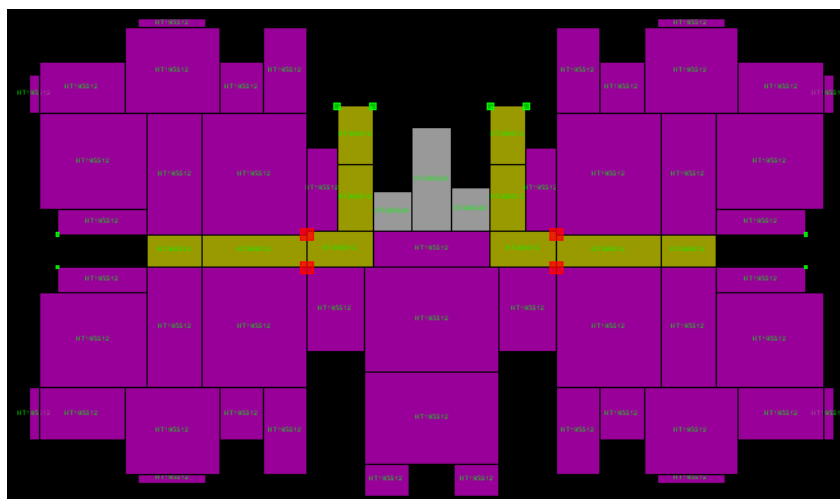
Trong 3 phương pháp gán tải trọng tường đã đề cập ở trên, mỗi phương pháp có ưu nhược điểm của nó:

- (PP1) là cách gán tải trọng đơn giản và nhanh nhất mà người dùng có thể thực hiện. Để quy đổi tải trọng tường từ dạng phân bố trên đường thẳng sang dạng phân bố trên bề mặt, người dùng cần tính toàn bộ tải trọng tường trong khu vực quy đổi, sau đó chia cho diện tích sẽ ra được giá trị tải trọng phân bố bề mặt và có thể gán được vào các ô sàn. Phương pháp này chỉ phù hợp với các công trình có tải trọng tường phân bố tương đối đều đặn trên sàn, ví dụ các căn hộ chung cư. Do tải trọng tường phân bố đều trên sàn và tác dụng trực tiếp lên sàn nên nội lực trong sàn có thể sẽ lớn hơn so với các trường hợp còn lại. Bên cạnh đó, phương pháp này cũng không thực sự chính xác, ví dụ đối với trường hợp tường nằm trực tiếp trên dầm khung. Đáng ra phần tải trọng này sẽ truyền chủ yếu lên dầm trực tiếp đỡ nó, nhưng do đã được quy đổi lên phân bố trên sàn nên phần tải trọng này sẽ được phân phối lên các dầm khung khác. Phương pháp này nói chung nên chỉ sử dụng trong tính toán sơ bộ, khi cần so sánh nhanh giữa các phương án kết cấu khác nhau.
- (PP2) là phương pháp chính xác nhất, do khai báo được đầy đủ giá trị và vị trí của tải trọng tường. Tuy nhiên phương pháp này tiêu tốn nhiều thời gian, và khiến người dùng rất vất vả khi phương án kiến trúc thay đổi.

- (PP3) là phương pháp dung hòa các ưu nhược điểm của PP1 và PP2, phương pháp này thường được áp dụng cho các kết cấu sàn không dầm, tải trọng tường biên của công trình được gán lên các dầm ảo ở chu vi công trình, còn các tường còn lại được quy đổi thành tải phân bố và gán lên sàn.

3.2. Hoat tải

Các công trình thường bao gồm nhiều khu vực có chức năng khác nhau, đồng nghĩa với việc người dùng cần xác định nhiều giá trị hoạt tải tương ứng để gán vào mô hình Etabs. Để tăng khả năng kiểm soát mức độ chính xác của mô hình, và giảm thời gian gán hoạt tải lên mô hình, người dùng nên định nghĩa (define) các loại tiết diện sàn tương ứng với các loại chức năng, với màu sắc khác nhau, và tên gọi mang các thông tin về chiều dày sàn, cấp độ bền, và giá trị hoạt tải (xem mục 2.5). Khi đó, người dùng có thể chọn một loại sàn nào đấy trong toàn bộ mô hình bằng cách sử dụng công cụ chọn các phần tử theo tên tiết diện (menu **Select > by Wall/ Slab/ Deck Sections**).



Hình 3.2. *Sàn được mô hình hóa theo sơ đồ hoạt tải*

Trong hình 3.2, các loại sàn (tương ứng với giá trị hoạt tải khác nhau) đã được định nghĩa bằng các màu sắc khác nhau. Mô hình được xây dựng như thế có thể nắm bắt một cách trực quan và dễ dàng so sánh với bản vẽ kiến trúc.

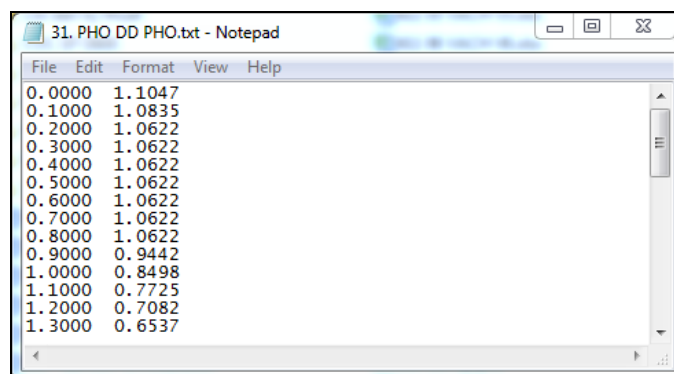
3.3. Tải trọng Động đất

Người dùng có thể khai báo tải trọng động đất thông qua 2 phương pháp:

- (PP1) Nhập giá trị tải trọng
- (PP2) Nhập phổ phản ứng động đất

Khi sử dụng (PP1), người dùng cần tính toán tải trọng động đất ứng với mỗi dạng dao động (số dạng tuân theo quy định của TCXDVN 375:2006), và nhập tải trọng thông qua Diaphragm (xem mục 3.4)

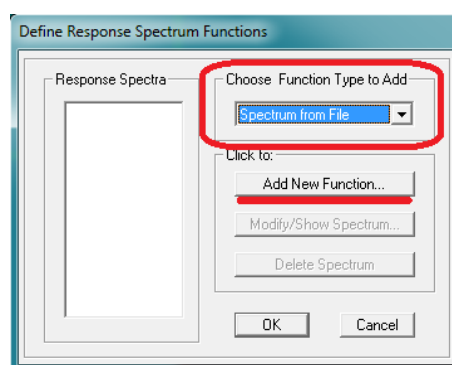
Khi sử dụng (PP2), người dùng cần tính toán các giá trị của phổ phản ứng theo quy định của TCXDVN 375:2006, và lưu vào file TEXT có dạng như hình 3.3.1 .



0.0000	1.1047
0.1000	1.0835
0.2000	1.0622
0.3000	1.0622
0.4000	1.0622
0.5000	1.0622
0.6000	1.0622
0.7000	1.0622
0.8000	1.0622
0.9000	0.9442
1.0000	0.8498
1.1000	0.7725
1.2000	0.7082
1.3000	0.6537

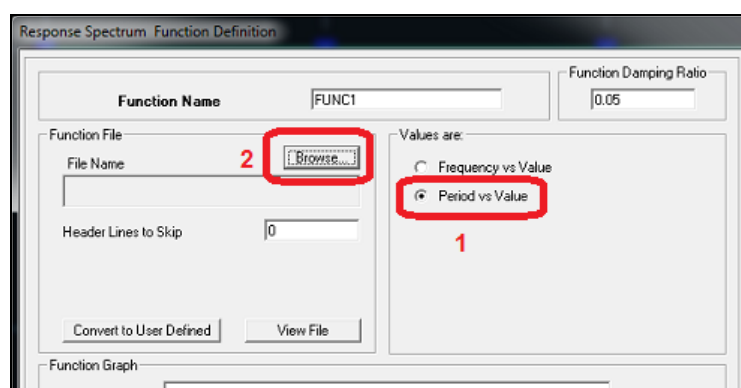
Hình 3.3.1. Định dạng file chứa giá trị phổ phản ứng dao động

Sau khi có file TEXT, người dùng sử dụng menu **Define > Response Spectrum Functions**, Trong cửa sổ *Define Response Spectrum Functions*, trong mục *Choose Function Type to Add* chọn mục **Spectrum from File**, và click **Add New Function**



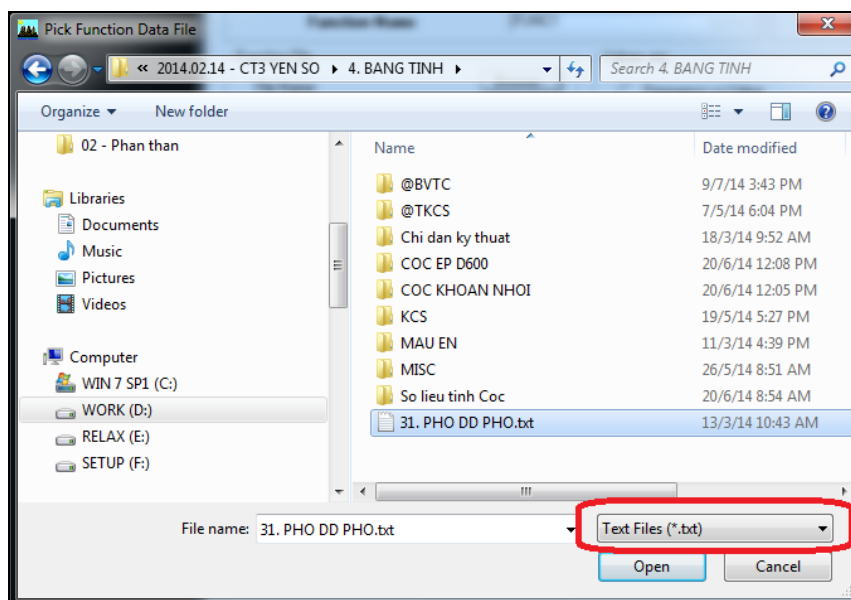
Hình 3.3.2. Nhập phổ phản ứng từ file TEXT

Trong cửa sổ *Response Spectrum Function Definition*, chọn **Period vs Value**, click **Browse**



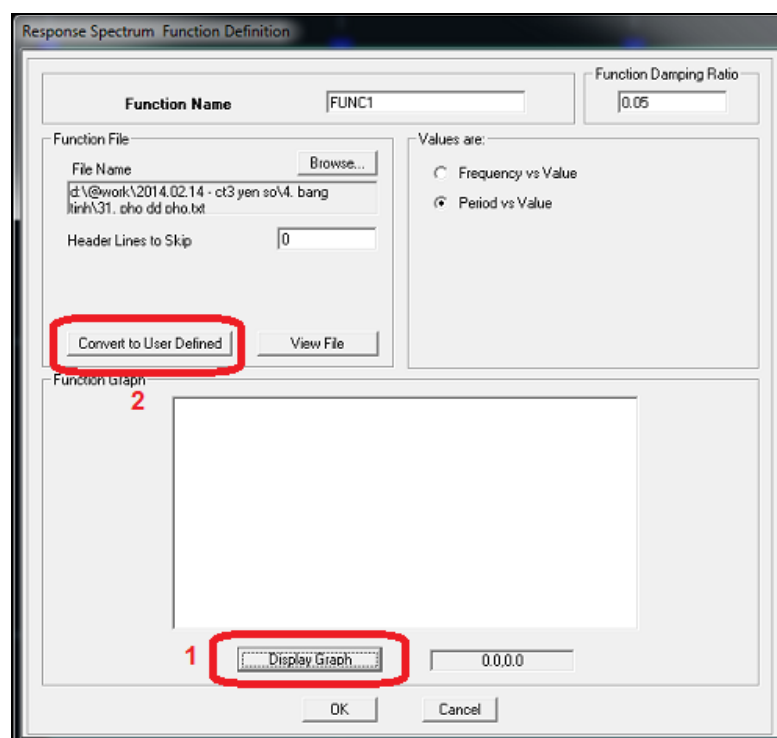
Hình 3.3.3. Cửa sổ *Response Spectrum Function Definition*

Trong cửa sổ *Pick Function Data File*, chọn file type là **Text Files (*.txt)**, sau đó chọn file TEXT chứa phổ phản ứng và click **Open**



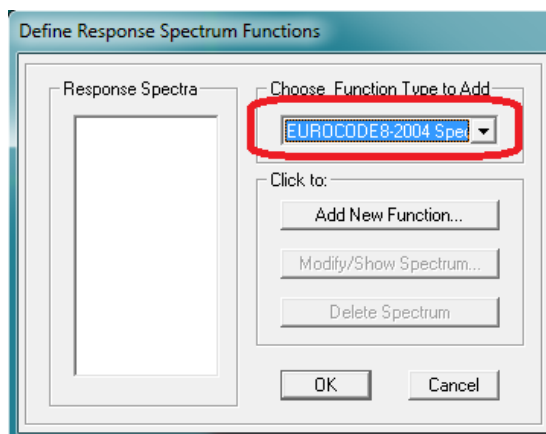
Hình 3.3.4. Cửa sổ *Pick Function Data File*

Trong cửa sổ *Response Spectrum Function Definition*, click **Display Graph** để hiển thị hình ảnh của phổ, sau đó click **Convert to User Defined** để chuyển dữ liệu từ file TEXT sang file EDB (xem mục 1.3)



Hình 3.3.5. Cửa sổ *Response Spectrum Function Definition*

Ngoài ra, người dùng cũng có thể thiết lập để Etabs tự tính toán giá trị của phổ, bằng cách chọn **EUROCODE8-2004 Spectrum** trong mục *Choose Function Type to Add* (hình 3.3.6), do TCXDVN 375:2006 được biên dịch từ EC8 nên các giá trị của phổ phản ứng do Etabs tự tính cũng tương đương với giá trị khi tính toán theo TCXDVN 375:2006



Hình 3.3.6. Sử dụng phổ do Etabs tự tính toán theo EC8

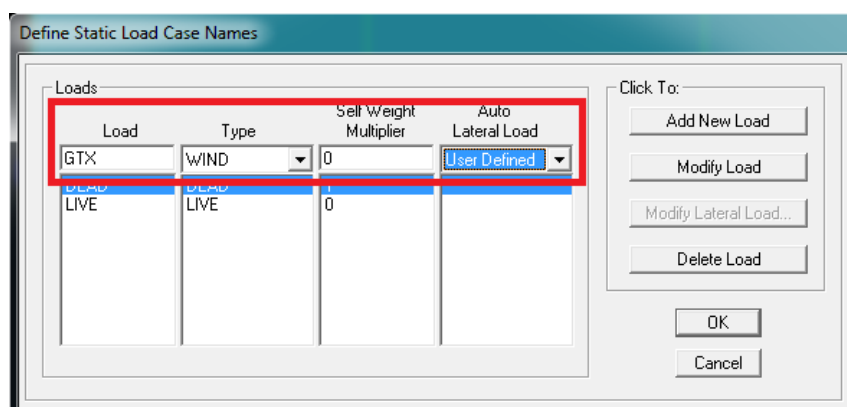
3.4. Gán tải trọng ngang thông qua Diaphragm

Tải trọng ngang như tải trọng gió (thành phần tĩnh và động) và tải trọng động đất có thể được gán dưới dạng tải trọng tập trung thông qua Diaphragm. Tải trọng ngang được tính toán tác dụng lên mỗi tầng, và được gán lên mức sàn. Khi gán tải trọng ngang thông qua Diaphragm, có 2 thông số cần quan tâm, đó là giá trị và vị trí điểm đặt lực trên mặt bằng.

Để gán tải trọng thông qua Diaphragm, trước hết phải định nghĩa Diaphragm cho mô hình (xem mục 2.8), sau đó tiến hành lần lượt theo các bước sau:

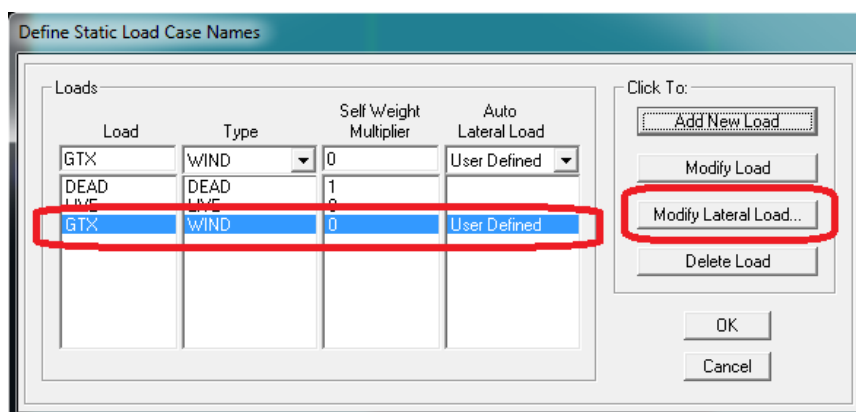
Bước 1: Click vào menu **Define > Static Load Cases**

Bước 2: Lần lượt nhập tên tải trọng (*Load*), kiểu tải trọng (*Type*) là WIND hoặc QUAKE, và quan trọng là trong mục *Auto Lateral Load* chọn **User Defined**, sau đó click **Add New Load**



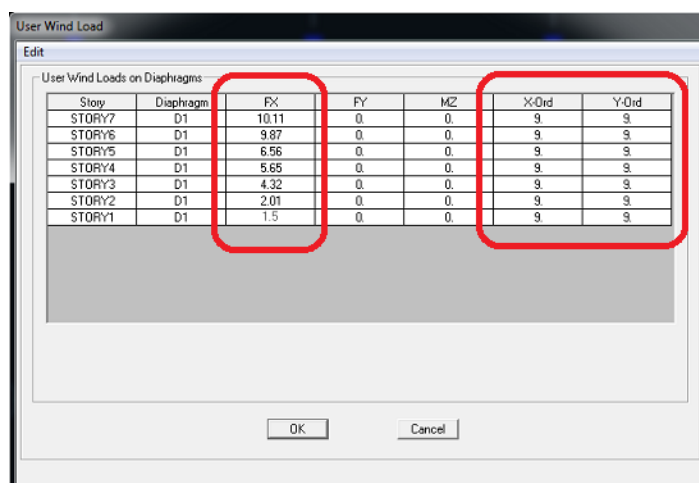
Hình 3.4.1. Thêm tải trọng với thiết lập User Defined

Bước 3: Click **Modify Lateral Load**



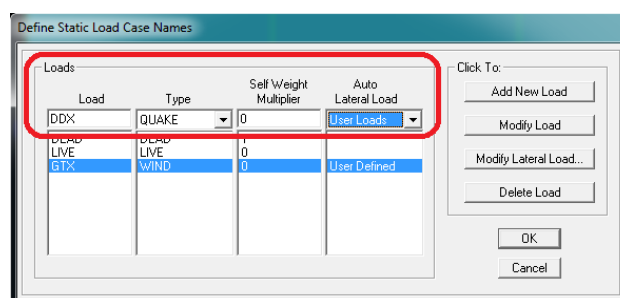
Hình 3.4.2. Nhập hoặc hiệu chỉnh giá trị của tải trọng

Bước 4: Nhập giá trị tải trọng theo phương đang xét, và giá trị tọa độ của điểm đặt lực. Người dùng có thể nhập từng giá trị hoặc copy-paste giá trị từ file Excel. Tọa độ của điểm đặt lực phụ thuộc vào loại tải trọng, đối với tải trọng gió thành phần tĩnh - là tọa độ tâm hình học của công trình, đối với tải trọng gió thành phần động hoặc động đất - là tọa độ của tâm khối lượng.



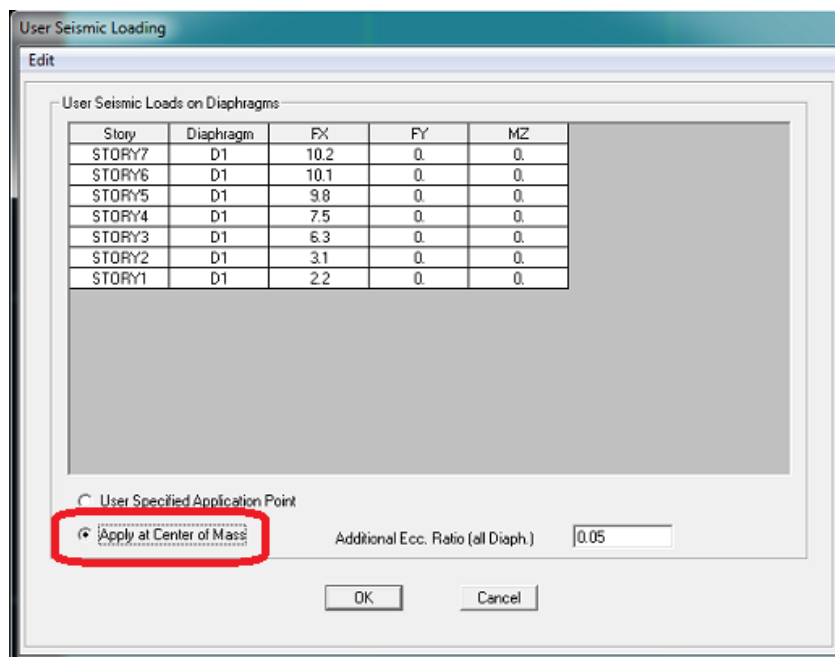
Hình 3.4.3. Nhập giá trị và tọa độ điểm đặt lực

Đối với tải trọng động đất, việc khai báo có một số khác biệt so với tải trọng gió



Hình 3.4.4. Khai báo trường hợp tải trọng Động đất

Trong phần nhập giá trị, người dùng có thể chỉ định cho phép Etabs tự tính toán và gán vị trí điểm đặt lực trùng với tâm khối lượng của mặt bằng bằng cách sử dụng tùy chọn **Apply at Center of Mass**



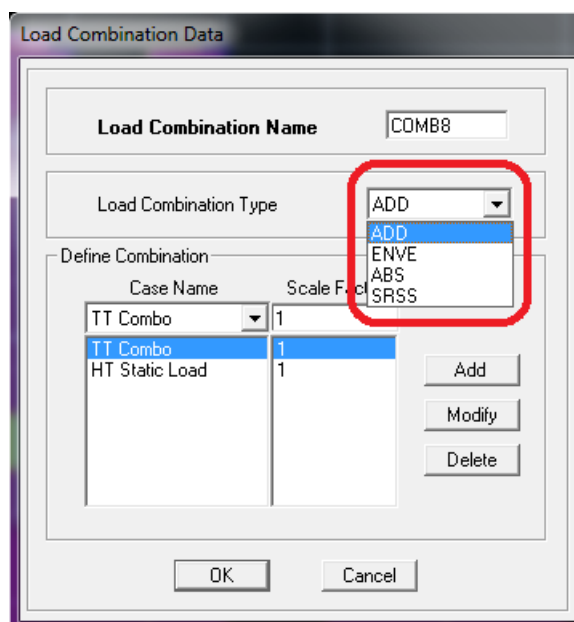
Hình 3.4.5. Vị trí điểm đặt lực trùng với tâm khối lượng đối với tải trọng Động đất

3.5. Tổ hợp tải trọng

Mặc dù Etabs sử dụng khái niệm tổ hợp tải trọng (Load Combinations), nhưng trên thực tế là Etabs đã thực hiện việc tính toán nội lực cho các trường hợp tải trọng đơn lẻ và sau đó tổ hợp nội lực lại theo các hệ số đã được xác lập trong mục *Load Combinations* (menu **Define > Load Combinations**).

Etabs cung cấp 4 kiểu tổ hợp tải trọng (hình 3.5.1), trong đó có 3 loại được sử dụng phổ biến là:

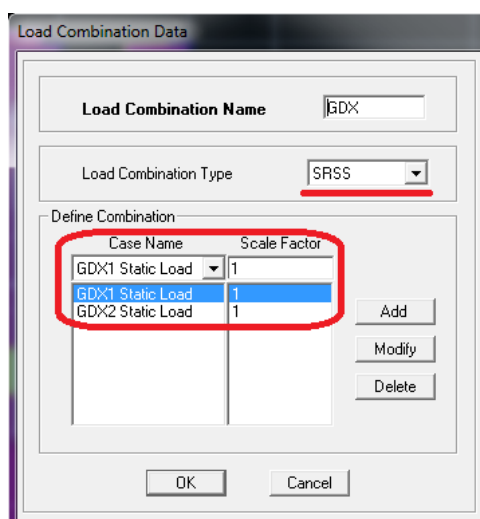
- ADD: Tổ hợp cộng, giá trị tổ hợp bằng tổng của các trường hợp thành phần
- ENVE: Tổ hợp bao, giá trị tổ hợp bằng giá trị cực trị của các trường hợp thành phần, thể hiện dưới 2 giá trị MAX và MIN
- SRSS: Tổ hợp trung bình phương, giá trị tổ hợp bằng căn của tổng các bình phương của các trường hợp thành phần, thể hiện dưới 2 giá trị MAX và MIN



Hình 3.5.1. Các kiểu tổ hợp tải trọng

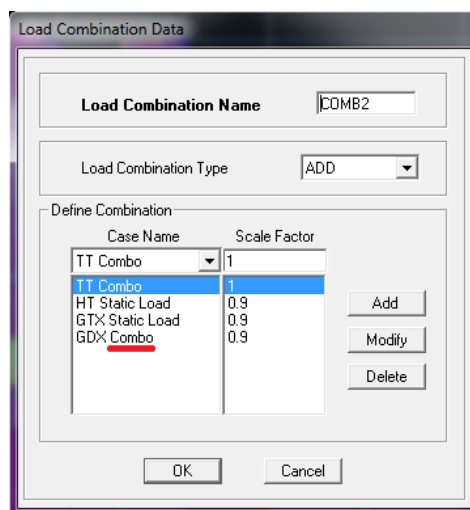
Tổ hợp cũng có thể bao gồm các tổ hợp khác, mục đích sử dụng là để xác định tổ hợp của các tải trọng có nhiều thành phần như gió hoặc động đất.

Ví dụ: có thể tạo một tổ hợp GDX là tổ hợp SRSS của các dạng dao động (hình 3.5.2)



Hình 3.5.2. Tổ hợp thành phần động của tải trọng gió

Sau đó sử dụng tổ hợp GDX như là một trường hợp tải trọng để tổ hợp với các trường hợp tải trọng khác (hình 3.5.3)



Hình 3.5.3. Tổ hợp bao gồm một tổ hợp khác

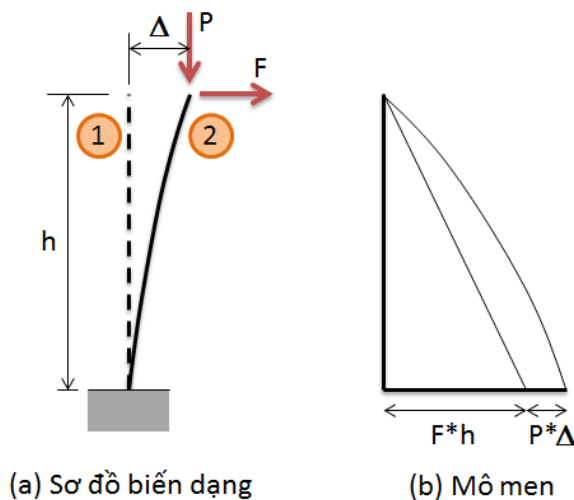
Lưu ý không nên tạo một trường hợp tổ hợp của GTX và GDX rồi mới đưa vào tổ hợp khác, vì như thế sẽ triệt tiêu tính chất MAX và MIN của GDX.

PHẦN IV. PHÂN TÍCH NỘI LỰC

4.1. P-Delta

Sự biến dạng của kết cấu dưới tác dụng của ngoại lực dẫn đến thay đổi sơ đồ tính toán và phát sinh nội lực thứ cấp, và được gọi là hiệu ứng P-Delta. Như trong hình 4.1.1, trong sơ đồ không biến dạng – trạng thái 1 (đường nét đứt trong sơ đồ a), lực ngang F gây ra mô men có giá trị bằng $F \cdot h$, còn lực đứng P chỉ gây ra lực dọc và không gây ra mô men. Giá trị mô men tại chân cột bằng $F \cdot h$ là kết quả của bài toán cơ học cổ điển, với giả thiết biến dạng nhỏ. Khi có yêu cầu cao hơn về tính toán, cần phải xét tới mô men phát sinh do sự biến dạng của kết cấu.

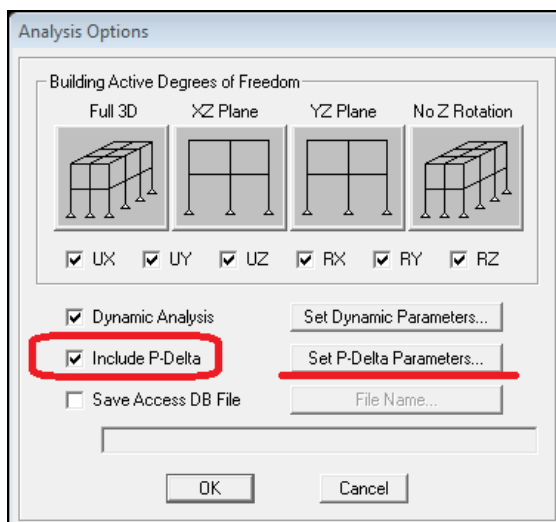
Dưới tác dụng của lực ngang F (mô men chân cột bằng $F \cdot h$), hệ bị biến dạng và chuyển vị ngang tại đỉnh là Δ . Sau khi biến dạng, hệ chuyển sang trạng thái 2 (đường nét liền trong sơ đồ a). Lúc này, do lực đứng P có độ lệch Δ , nên phát sinh thêm giá trị mô men tại chân cột bằng $P \cdot \Delta$, và tổng mô men dưới chân cột bằng $F \cdot h + P \cdot \Delta$.



Hình 4.1.1. Hiệu ứng P-Delta

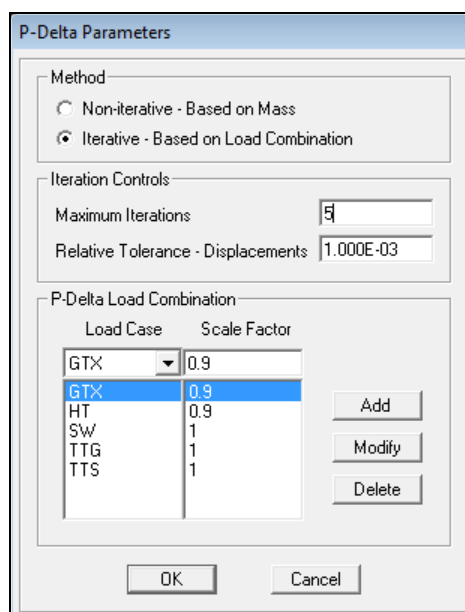
Có thể thấy khi mô men trong cột tăng lên do có chuyển vị ngang (lực P lệch trục), thì biến dạng của cột cũng tăng lên và do đó chuyển vị tiếp tục tăng. Quá trình này hình thành một chuỗi nối tiếp nhau: có chuyển vị ngang \rightarrow nội lực tăng \rightarrow chuyển vị tăng \rightarrow nội lực tăng Về mặt cơ học, quá trình này chỉ kết thúc khi công sinh ra bởi lực F trong dịch chuyển Δ không thể thắng được thế năng đàn hồi trong kết cấu phát sinh khi hệ biến dạng. Trong thực hành tính toán, quá trình này có thể được xem là kết thúc khi sự gia tăng biến dạng giữa hai vòng lặp bé hơn một giá trị quy ước.

Trong Etabs, để xét đến hiệu ứng P-Delta người dùng cần thực hiện một số thiết lập. Đầu tiên click menu **Analyze > Set Analysis Options**, trong cửa sổ *Analysis Options*, chọn **Include P-Delta**, sau đó click **Set P-Delta Parameters** (hình 4.1.2)



Hình 4.1.2. Chọn chế độ phân tích có xét đến hiệu ứng P-Delta

Trong cửa sổ *P-Delta Parameters*, trong mục **Maximum Iterations** nhập số vòng lặp tính toán tối đa (nếu không thỏa mãn độ chênh chuyển vị quy ước), trong mục **Relative Tolerance – Displacements** nhập giá trị độ chênh chuyển vị quy ước. Mục *P-Delta Load Combination* cho phép thiết lập tổ hợp cần xét đến hiệu ứng P-Delta.



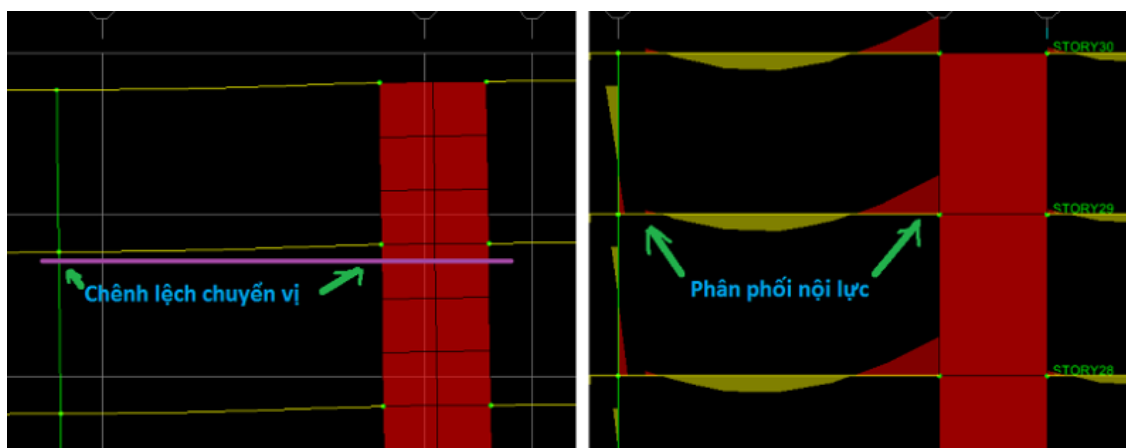
Hình 4.1.3. Thiết lập tổ hợp

Xem thêm về diễn giải của CSI về vấn đề này theo link dưới đây:

<https://wiki.csiamerica.com/display/etabs/P-Delta+analysis+parameters>

4.2. Axial Shortening

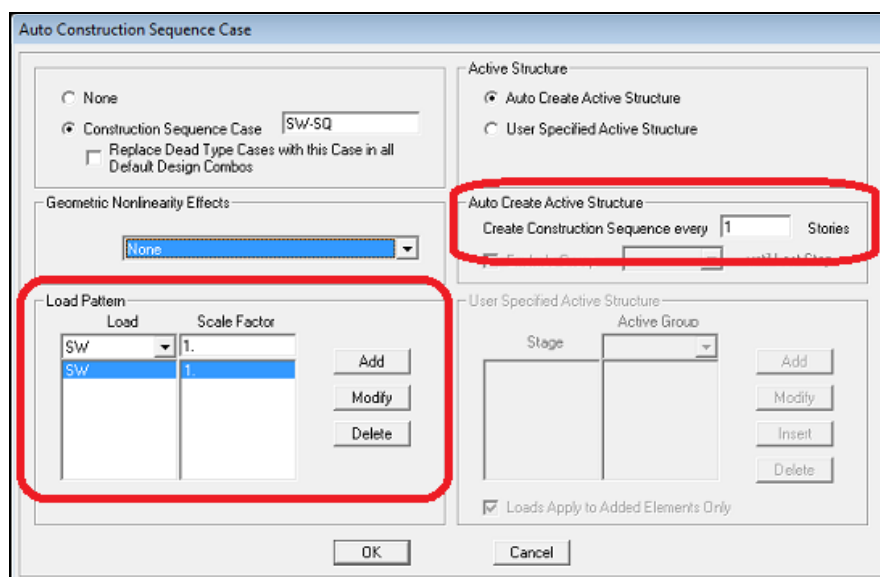
Dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng, các cấu kiện cột và vách bị biến dạng dọc trục. Khi mức độ biến dạng dọc trục giữa các cấu kiện khác nhau sẽ dẫn đến phát sinh mô men do chuyển vị cưỡng bức trong các dầm nối giữa các cấu kiện thẳng đứng. Điều này diễn ra phổ biến ở các dầm nối giữa hệ thống cột và lõi vách. Hệ lõi vách được thiết kế để chịu tải trọng ngang, có tỉ số lén $= P/(A \cdot R_b)$ bé, trong khi cột chỉ thiết kế để chịu tải trọng thẳng đứng (tỉ số nén lớn) do đó có độ chênh chuyển vị đáng kể giữa hai cấu kiện này. Trong tính toán thông thường, đối với các tầng trên cùng độ chênh chuyển vị được cộng dồn và có giá trị rất lớn.



Hình 4.2.1. Nội lực phát sinh trong dầm do chênh lệch chuyển vị

Trên thực tế, trong quá trình xây dựng độ chênh chuyển vị do tải trọng bản thân đã được khắc phục một phần do quá trình căn chỉnh lại cao độ các cấu kiện. Do đó nội lực thực tế sẽ không giống với kết quả tính toán thông thường. Để khắc phục điều này, Etabs đưa ra quy trình tính toán theo quá trình thi công, có kể đến khả năng hạn chế chênh lệch chuyển vị thông qua thiết lập của người dùng về loại tải trọng và bước tính toán.

Để thực hiện điều này, click menu **Define > Add Sequential Construction Case**, trong cửa sổ *Auto Construction Sequence Case*, có 2 mục cần chính cần khai báo đó là *Load Pattern* và *Auto Create Active Structure* (hình 4.2.2)



Hình 4.2.2. Thiết lập trường hợp tải trọng và số tầng trong mỗi vòng lặp

Mục *Load Pattern* cho phép người dùng thiết lập loại tải trọng sẽ được áp dụng cho quy trình tính toán này. Chúng ta chỉ chắc chắn khắc phục được độ chênh lún do tải trọng bản thân, do đó thông thường chỉ thiết lập tải trọng bản thân trong mục *Load Pattern*. Khi người dùng dự định sẽ tiến hành phân tích nội lực có sử dụng quy trình phân tích theo trình tự thi công, thì nên tách riêng trường hợp tải trọng bản thân với các trường hợp tính tải khác.

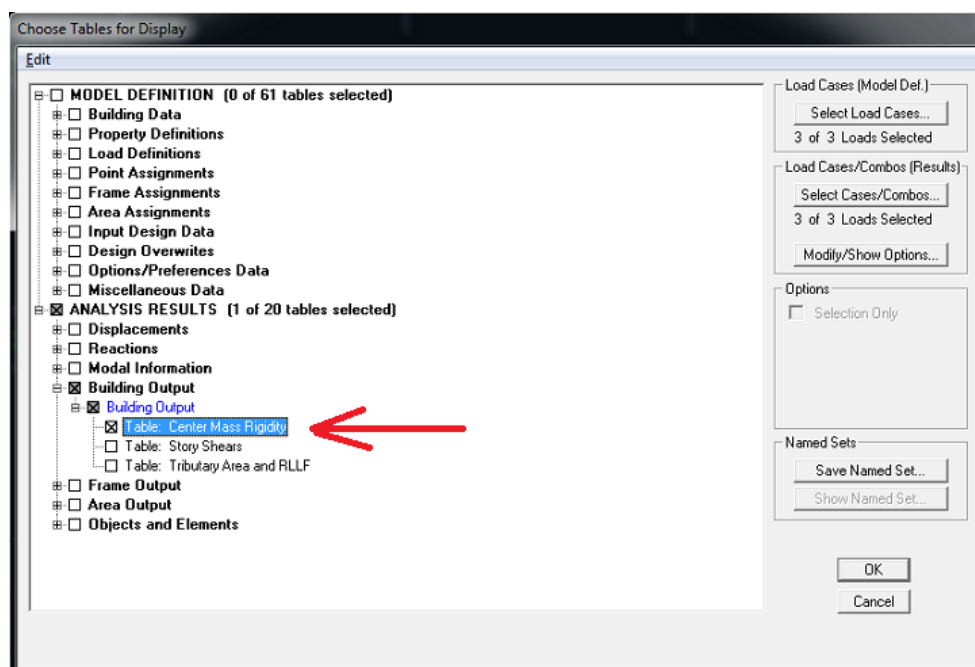
Mục *Auto Create Active Structure* cho phép người dùng thiết lập số lượng tầng trong mỗi vòng tính toán. Mặc dù trình tự thi công thực tế là từng tầng một, và việc phân tích với bước lặp 1 tầng sẽ đưa ra kết quả chính xác, giảm tối đa nội lực chênh lún trong dầm, tuy nhiên sẽ dẫn tới thời gian phân tích rất lâu đối với các công trình cao tầng. Người dùng có thể cân nhắc sử dụng bước lặp 3 tầng hoặc 5 tầng để giảm bớt thời gian tính toán.

Xem thêm phân tích về hiệu quả của quy trình này theo link dưới đây:

<https://www.youtube.com/watch?v=D4gIwTNEZTA>

4.3. Khối lượng tầng

Khối lượng tầng được Etabs tính toán theo các nguyên tắc được nêu trong Phần II. Sau khi phân tích kết cấu, nếu không phát sinh các lỗi, Etabs sẽ xuất dữ liệu về khối lượng tầng trong bảng **Center Mass Rigidity**. Để xem thông tin về khối lượng tầng, click menu **Display > Show Tables**, trong cửa sổ *Choose Tables for Display*, chọn bảng **Center Mass Rigidity**, và click **OK**.

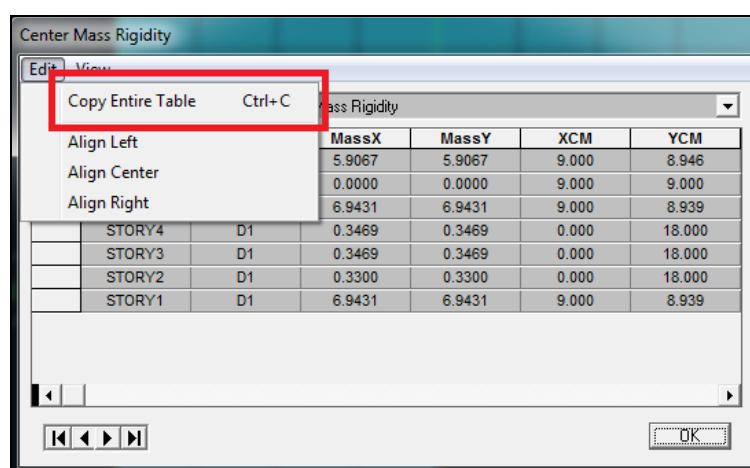


Hình 4.3.1. Chọn xem bảng dữ liệu khối lượng tầng

Khối lượng được thể hiện trong các cột MassX (xem hình 4.3.2). Lưu ý về đơn vị khối lượng trong Etabs (xem Phần II).

Bảng **Center Mass Rigidity** cũng chứa dữ liệu về tọa độ tâm khối lượng trong các cột XCM và YCM.

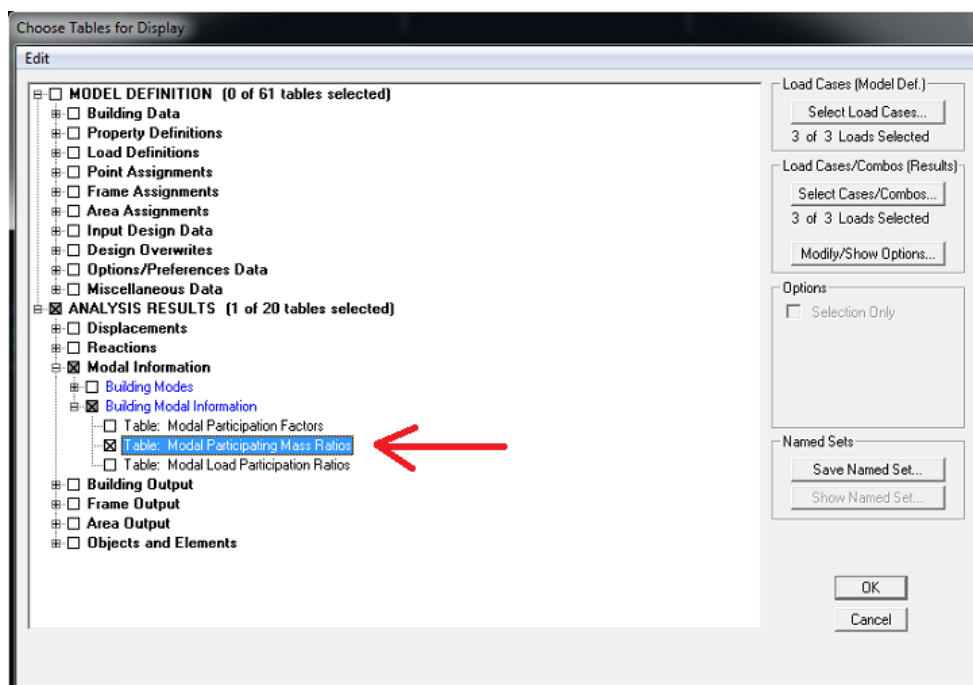
Trong cửa sổ hiển thị dữ liệu, có thể copy để dán vào các bảng Excel bằng cách click vào menu **Edit > Copy Entire Table** hoặc sử dụng tổ hợp phím Ctrl+C (xem hình 4.3.2)



Hình 4.3.2. Copy dữ liệu từ các bảng

4.4. Chu kỳ dao động

Để xem thông tin về chu kỳ dao động, click menu **Display > Show Tables**, trong cửa sổ **Choose Tables for Display**, chọn bảng **Modal Participating Mass Ratio**, và click **OK**.



Hình 4.4.1. Chọn xem bảng dữ liệu chu kỳ dao động

Chu kỳ dao động được thể hiện trong cột Period (hình 4.4.2).

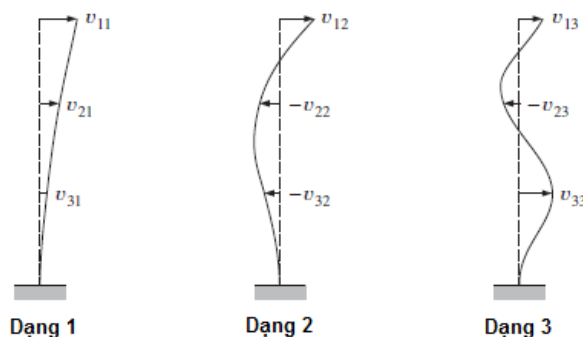
Cũng trong bảng **Modal Participating Mass Ratio**, giá trị UX và UY chính là phần trăm khối lượng tham gia dao động theo các phương, đây là chỉ số cho thấy mức năng lượng dao động của công trình theo từng phương ứng với mỗi dạng dao động. Phần trăm khối lượng tham gia dao động cũng là căn cứ để xác định phương dao động chính của dạng đang xét. Ví dụ trong hình 4.4.2, $UX = 30.1\%$, $UY = 0.0046\%$, cho thấy dạng dao động đang xét có phương chính là phương X.

Modal Participating Mass Ratios						
	Mode	Period	UX	UY	UZ	Su
▶	1	0.552422	30.1363	0.0046	0.0000	30
	2	0.335013	0.0051	71.6880	0.0000	30
	3	0.279321	43.5635	0.0012	0.0000	73
	4	0.169704	7.5861	0.0018	0.0000	81
	5	0.095413	0.5321	0.0041	0.0000	81
	6	0.077652	11.8004	0.7767	0.0000	93
	7	0.075239	0.4707	19.8440	0.0000	94
	8	0.071796	0.3951	0.0930	0.0000	94
	9	0.060969	0.5636	0.0000	0.0000	95
	10	0.052359	0.3916	0.0012	0.0000	95
	11	0.049137	0.0819	0.0125	0.0000	95
	12	0.046361	1.0747	0.0314	0.0000	96

Hình 4.4.2. Bảng dữ liệu chu kỳ dao động

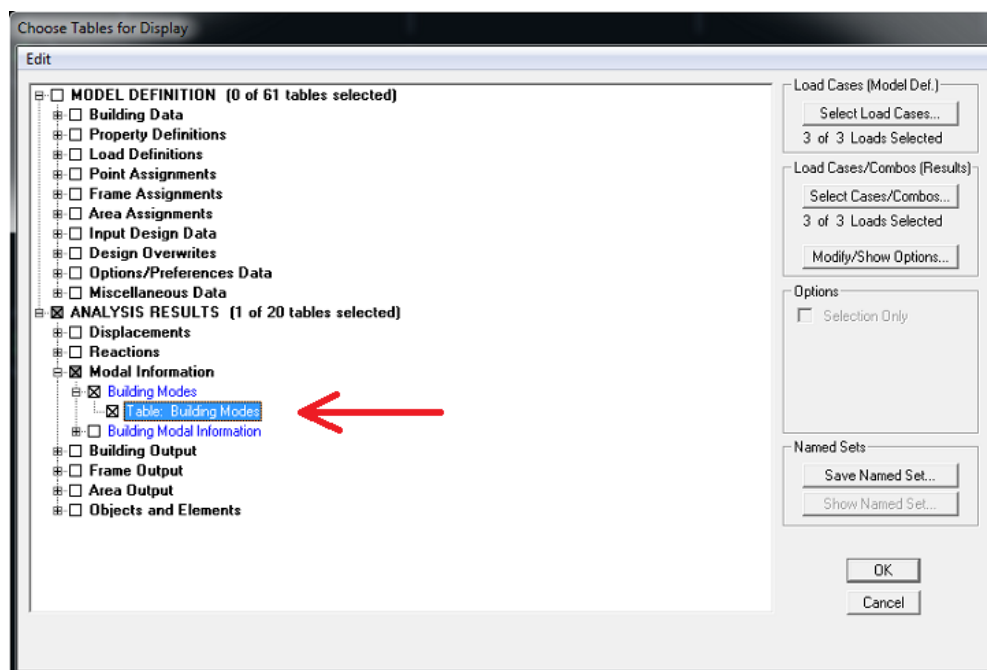
4.5. Dạng của dao động

Dạng của dao động được thể hiện qua chuyển dịch tỉ đối của các khối lượng tầng. Chuyển dịch tỉ đối của khối lượng trong dạng dao động không có đơn vị, tỉ lệ giữa các chuyển dịch tỉ đối và dấu của các chuyển dịch tỉ đối tạo nên hình dạng của dao động. Hình 4.5.1 thể hiện các dạng dao động cơ bản của một hệ kết cấu.



Hình 4.5.1. Các dạng dao động cơ bản của kết cấu

Để xem thông tin về dạng của dao động, click menu **Display > Show Tables**, trong cửa sổ *Choose Tables for Display*, chọn bảng **Buliding Modes**, và click **OK**.



Hình 4.5.2. Chọn xem bảng dữ liệu dạng dao động

Các dịch chuyển tỉ đối của khối lượng tầng theo các phương X và Y được thể hiện trong cột UX và UY (hình 4.5.3).

Story	Diaphragm	Mode	UX	UY	UZ
STORY7	D1	1	-0.0886	0.0000	0.0000
STORY6	D1	1	-0.0778	0.0000	0.0000
STORY5	D1	1	-0.0656	0.0000	0.0000
STORY4	D1	1	-0.0518	0.0000	0.0000
STORY3	D1	1	-0.0368	0.0000	0.0000
STORY2	D1	1	-0.0219	0.0000	0.0000
STORY1	D1	1	-0.0087	0.0000	0.0000
STORY7	D1	2	0.0000	0.1510	0.0000
STORY6	D1	2	0.0000	0.1262	0.0000
STORY5	D1	2	0.0000	0.1006	0.0000
STORY4	D1	2	0.0000	0.0750	0.0000
STORY3	D1	2	0.0000	0.0505	0.0000
STORY2	D1	2	0.0000	0.0285	0.0000
STORY1	D1	2	0.0000	0.0106	0.0000
STORY7	D1	3	0.1173	-0.0001	0.0000
STORY6	D1	3	0.0981	0.0000	0.0000
STORY5	D1	3	0.0778	0.0000	0.0000
STORY4	D1	3	0.0577	0.0000	0.0000
STORY3	D1	3	0.0389	0.0000	0.0000
STORY2	D1	3	0.0225	0.0000	0.0000
STORY1	D1	3	0.0094	0.0000	0.0000

Hình 4.5.3. Bảng dữ liệu dạng dao động

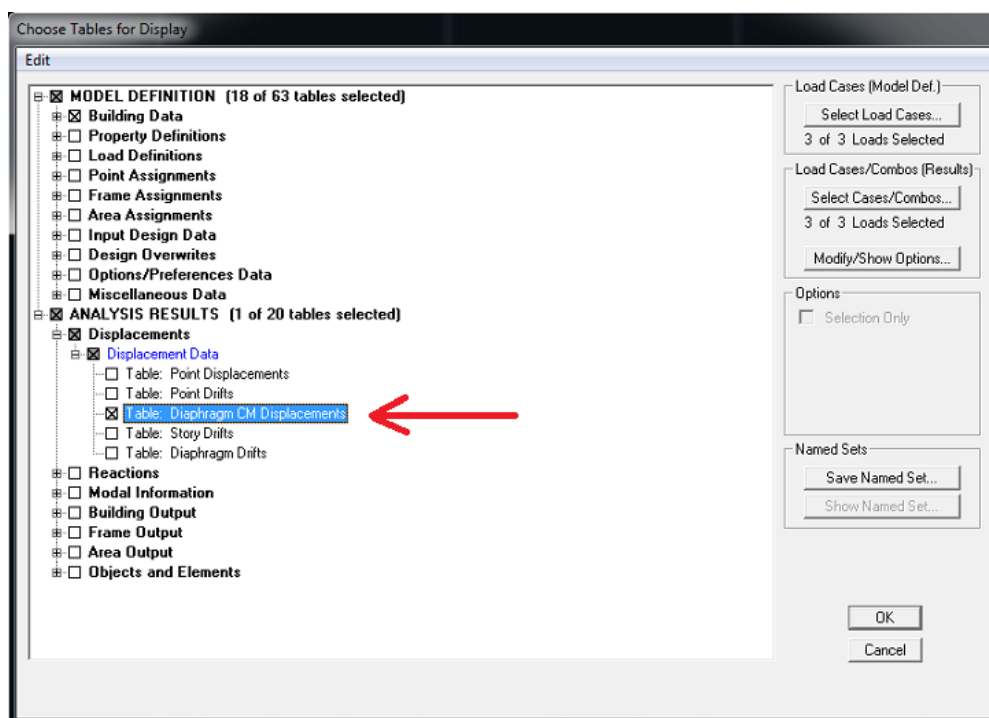
Chú ý rằng dịch chuyển tỉ đối không có đơn vị, nên khi xử lý trong excel, có thể chia dịch chuyển tỉ đối của các tầng cho giá trị của tầng trên cùng để chuẩn hóa giá trị (xem hình 4.5.4)

STT	Tầng	M_j (t)	ζ_j	W_{Fj} (T)	y_{ji}	$y_{ji}W_{Fj}$	$y_{ji}^2M_j$	W_{pjiX} (T)
1	STORY7	14.9	0.456	0.0	1.0000	0.00	0.0	2.0
2	STORY6	16.5	0.463	0.0	0.8645	0.00	0.0	2.0
3	STORY5	16.5	0.472	0.0	0.7155	0.00	0.0	2.0
4	STORY4	16.5	0.480	0.0	0.5581	0.00	0.0	1.9
5	STORY3	16.5	0.492	0.0	0.3989	0.00	0.0	1.9
6	STORY2	16.5	0.511	0.0	0.2464	0.00	0.0	1.8
7	STORY1	16.5	0.517	0.0	0.1117	0.00	0.0	1.6
SUM						0.00	0.0	13.1

Hình 4.5.4. Chuẩn hóa giá trị chuyển vị tỉ đối

4.6. Chuyển vị ngang

Để xem thông tin về chuyển vị ngang của công trình, click menu **Display > Show Tables**, trong cửa sổ *Choose Tables for Display*, chọn bảng **Diaphragm CM Displacements**, và click **OK**.



Hình 4.6.1. Chọn xem bảng dữ liệu về chuyển vị ngang

Giá trị chuyển vị ngang được thể hiện trong các cột UX và UY trong bảng **Diaphragm CM Displacements** (xem hình 4.6.2).

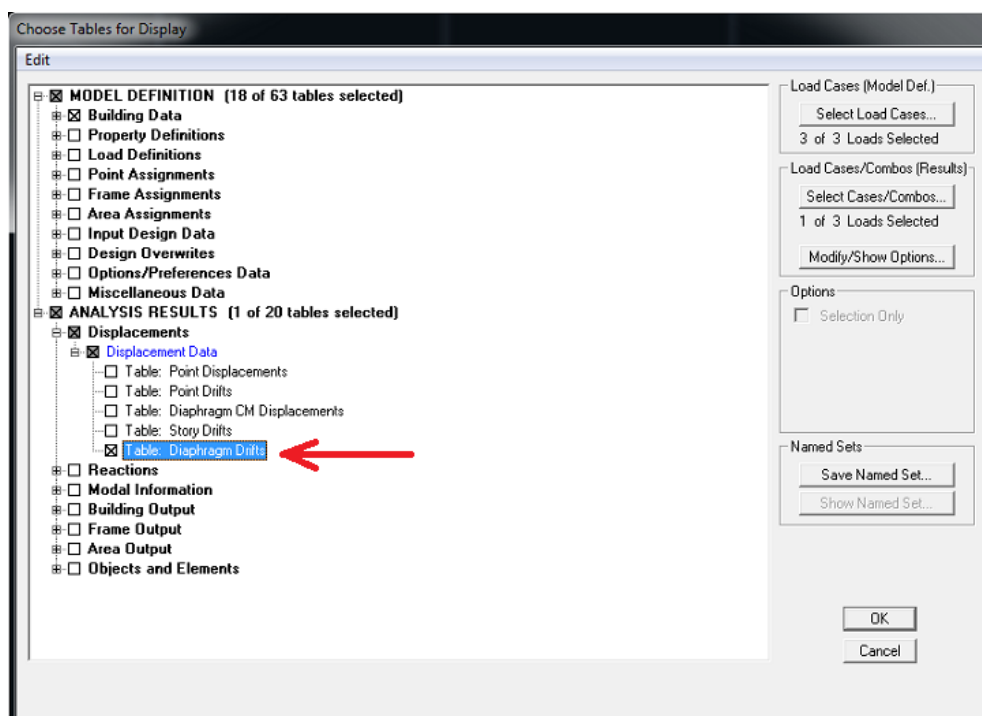
Giá trị chuyển vị ngang tại các tầng trên cùng được sử dụng để kiểm tra điều kiện hạn chế về chuyển vị đỉnh của công trình.

	Story	Diaphragm	Load	UX	UY	UZ
▶	STORY7	D1	GTX	0.0154	0.0000	0.0000
	STORY6	D1	GTX	0.0135	0.0000	0.0000
	STORY5	D1	GTX	0.0114	0.0000	0.0000
	STORY4	D1	GTX	0.0091	0.0000	0.0000
	STORY3	D1	GTX	0.0066	0.0000	0.0000
	STORY2	D1	GTX	0.0041	0.0000	0.0000
	STORY1	D1	GTX	0.0018	0.0000	0.0000

Hình 4.6.2. Bảng dữ liệu chuyển vị ngang

4.7. Chuyển vị lệch tầng

Để xem thông tin về chuyển vị lệch tầng của công trình, click menu **Display > Show Tables**, trong cửa sổ *Choose Tables for Display*, chọn bảng **Diaphragm Drifts** trong phần **Displacements**, và click **OK**.



Hình 4.7.1. Chọn xem bảng dữ liệu chuyển vị lệch tầng

Giá trị chuyển vị lệch tầng được thể hiện trong các cột DriftX và DriftY trong bảng **Diaphragm Drifts** (xem hình 4.7.2).

Giá trị chuyển vị lệch tầng được sử dụng để kiểm tra điều kiện hạn chế về chuyển vị lệch tầng của công trình.

Diaphragm Drifts									
	Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
▶	STORY7	Diaph D1 X	GTX	13	18.000	0.000	21.000	0.000977	
	STORY7	Diaph D1 Y	GTX	16	18.000	18.000	21.000		0.000353
	STORY6	Diaph D1 X	GTX	13	18.000	0.000	18.000	0.001154	
	STORY6	Diaph D1 Y	GTX	16	18.000	18.000	18.000		0.000450
	STORY5	Diaph D1 X	GTX	13	18.000	0.000	15.000	0.001326	
	STORY5	Diaph D1 Y	GTX	14	18.000	6.000	15.000		0.000548
	STORY4	Diaph D1 X	GTX	13	18.000	0.000	12.000	0.001465	
	STORY4	Diaph D1 Y	GTX	16	18.000	18.000	12.000		0.000634
	STORY3	Diaph D1 X	GTX	13	18.000	0.000	9.000	0.001512	
	STORY3	Diaph D1 Y	GTX	16	18.000	18.000	9.000		0.000674
	STORY2	Diaph D1 X	GTX	13	18.000	0.000	6.000	0.001401	
	STORY2	Diaph D1 Y	GTX	16	18.000	18.000	6.000		0.000633
	STORY1	Diaph D1 X	GTX	13	18.000	0.000	3.000	0.001024	
	STORY1	Diaph D1 Y	GTX	16	18.000	18.000	3.000		0.000439

Hình 4.7.2. Bảng dữ liệu chuyển vị lệch tầng

PHẦN V. THIẾT KẾ CỐT THÉP

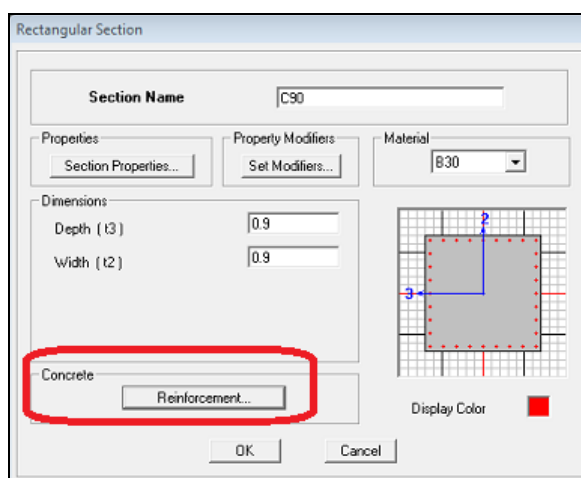
5.1. Tính toán và kiểm tra

Đối với các cấu kiện cột và vách, Etabs cho phép người dùng thực hiện một trong hai quy trình là tính toán hoặc kiểm tra (Design / Check).

Nếu người dùng chọn quy trình tính toán (design), Etabs sẽ thực hiện tính toán diện tích cốt thép của cấu kiện dựa trên nội lực phân tích được và thông số về vật liệu mà người dùng khai báo.

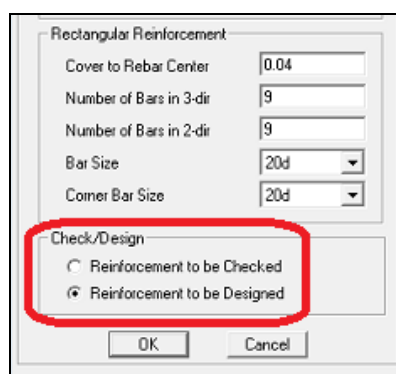
Nếu người dùng chọn quy trình kiểm tra (check), Etabs sẽ thực hiện kiểm tra khả năng chịu lực của cấu kiện dựa trên nội lực phân tích được, thông số về vật liệu, và bố trí cốt thép mà người dùng đã khai báo.

Đối với cột, người dùng lựa chọn một trong hai quy trình này ngay trong phần khai báo đặc trưng tiết diện. Trong cửa sổ *Rectangular Section*, click **Reinforcement**



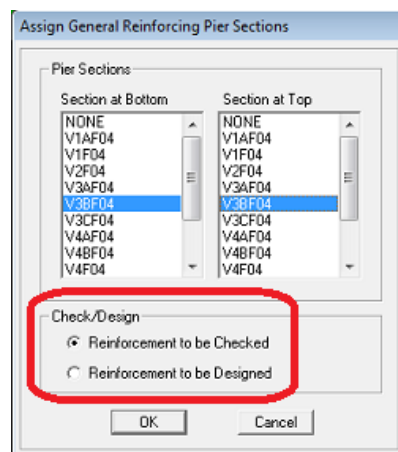
Hình 5.1.1. Thiết lập cốt thép cho cột

Trong cửa sổ *Reinforcement Data*, tại mục *Check/Design* người dùng chọn quy trình tương ứng.



Hình 5.1.2. Lựa chọn quy trình kiểm tra hoặc tính toán cho cột

Đối với vách, để chọn một trong hai quy trình trên, người dùng tiến hành chọn vách, sau đó click menu **Design > Shear Wall Design > Assign Pier Section for Checking > General Reinforcing Pier Section**. Trong cửa sổ *Assign General Reinforcing Pier Sections*, tại mục *Check/Design* người dùng có thể chọn quy trình tương ứng.



Hình 5.1.3. Lựa chọn quy trình kiểm tra hoặc tính toán cho vách

Trong thực hành, thông thường chọn quy trình toán toán đối với cột, và quy trình kiểm tra đối với vách.

Quá trình tính toán hoặc kiểm tra cốt thép cột được thực hiện bằng cách click menu **Design > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Structure**.

Quá trình tính toán hoặc kiểm tra cốt thép vách được thực hiện bằng cách click menu **Design > Shear Wall Design > Start Design/Check of Structure**.

5.2. Cần hiểu giá trị diện tích cốt thép cột như thế nào?

Etabs tính toán diện tích cốt thép cột thông qua phương pháp lập biểu đồ tương tác. Giá trị diện tích cốt thép cột được hiển thị (kết quả design) là giá trị diện tích cốt thép lớn nhất trong các trường hợp tổ hợp trên cả 3 tiết diện của cột (chân cột, giữa cột, đỉnh cột).

Giá trị diện tích cốt thép cột được hiển thị (kết quả design - từ đây gọi tắt là diện tích thép yêu cầu hoặc diện tích thép) là tổng diện tích cốt thép trên toàn bộ tiết diện.

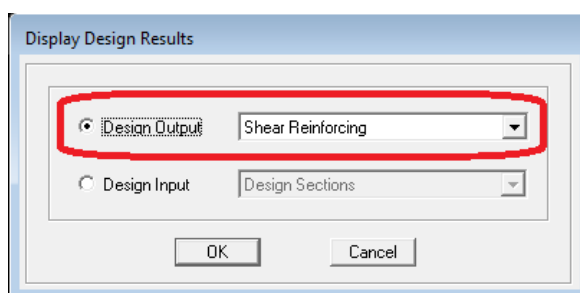
Quy trình tính toán diện tích cốt thép cột đi theo các bước cơ bản như sau:

- Bố trí sẵn vị trí cốt thép
- Cho hàm lượng cốt thép thay đổi, tính toán giá trị của biểu đồ tương tác, kiểm tra khả năng chịu lực (điều kiện đảm bảo khả năng chịu lực là hệ số an toàn $SF > 1$)
- Bằng phương pháp đúng dần, tìm hàm lượng cốt thép thỏa mãn SF lớn hơn và gần bằng 1 (hàm lượng cốt thép tối thiểu đảm bảo khả năng chịu lực)

Như vậy, diện tích cốt thép tính toán được trong Etabs, về nguyên lý, phụ thuộc vào việc bố trí sẵn vị trí cốt thép. Việc bố trí cốt thép khác nhau sẽ đưa đến các kết quả về diện tích cốt thép khác nhau, sai số phụ thuộc vào cách thức bố trí và giá trị nội lực. Người dùng có thể khai báo vị trí (kiểu bố trí) cốt thép ngay khi khai báo tiết diện cột. Bằng cách khai báo cốt thép tập trung trên một cạnh hay phân bố đều trên tiết diện, người dùng đã chủ động chọn lựa việc cột chủ yếu làm việc một phương hay làm việc theo hai phương.

5.3. Diện tích cốt thép đai

Sau khi tiến hành thiết kế (Design), người dùng có thể đọc kết quả tính toán diện tích cốt thép đai bằng cách click menu **Design > Concrete Frame Design > Display Design Info.** Trong cửa sổ *Display Design Results*, tại mục **Design Output**, chọn **Shear Reinforcing**.



Hình 5.3.1. Đọc kết quả tính toán diện tích cốt đai

Người dùng cũng có thể đọc kết quả cho mỗi cấu kiện bằng cách click chuột phải vào cấu kiện đó, kết quả sẽ được thể hiện như hình 5.3.2.

Concrete Beam Design Information (BS8110 97)

Story: STORY1, Section Name: D50.30
Beam: B146

COMBO ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
TH1	0.000	13.643	0.000	0.058
TH1	43.750	9.202	0.000	0.058
TH1	87.500	5.476	0.000	0.058
TH1	131.250	3.299	3.299	0.058
TH1	175.000	0.000	3.727	0.058
TH1	175.000	0.000	3.923	0.058
TH1	218.750	0.000	5.568	0.058

Overwrites Summary Envelope
OK Cancel

Hình 5.3.2. Đọc kết quả tính toán diện tích cốt đai

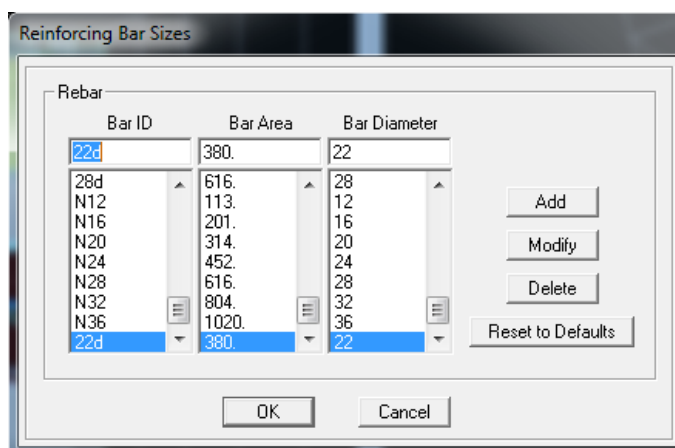
Giá trị cốt thép chịu cắt được lấy bằng A_{sv}/S_v , trong đó A_{sv} là diện tích cốt đai và S_v là khoảng cách giữa các cốt đai.

Với ví dụ trong hình 5.3.2, đơn vị là cm, nếu khoảng cách cốt đai là 15cm, thì diện tích cốt đai yêu cầu là: $A_{sv} = 0.058 * 15 = 0.87 \text{ cm}^2$. Nếu sử dụng đai 2 nhánh, diện tích yêu cầu của mỗi nhánh sẽ là: $A_{sv1} = A_{sv}/2 = 0.435 \text{ cm}^2$. Như vậy, nếu bố trí đai 2 nhánh, với ví dụ trên đây, chúng ta phải bố trí cốt đai là $\Phi 8@150$.

5.4. Bổ sung loại đường kính cốt thép

Chúng ta cần quan tâm đến loại đường kính cốt thép trong Etabs khi cần kiểm tra khả năng chịu lực của các cấu kiện, thông thường là đối với Vách. Etabs đã mặc định một số loại đường kính cốt thép theo các tiêu chuẩn, nhưng thiếu đi một số loại đường kính thường dùng trong tiêu chuẩn Việt Nam như D18, D22, D32. Chính vì thế, người dùng cần chủ động bổ sung các loại đường kính này trong Etabs.

Để bổ sung các loại đường kính trong Etabs, bạn click menu **Options > Preferences > Reinforcements Bar Size**, cửa sổ *Reinforcing Bar Sizes* xuất hiện cho phép bạn thêm các đường kính thép.



Hình 5.4. Thêm loại đường kính cốt thép

Lưu ý rằng chỉ nên thêm các đường kính chứ không nên xóa các đường kính trong danh sách sẵn có vì có thể sẽ gây lỗi cho Etabs.

5.5. Ký hiệu O/S trong Etabs khi thiết kế cốt thép có ý nghĩa gì?

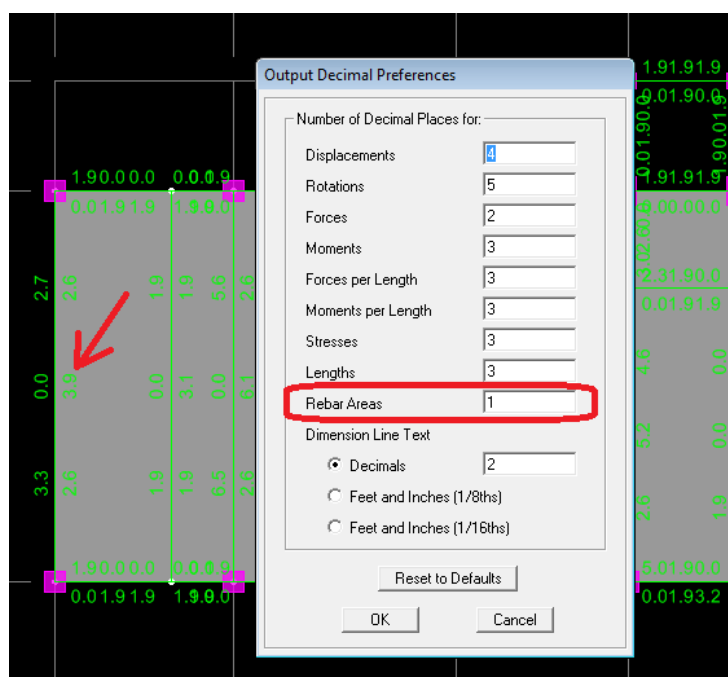
Ký hiệu O/S là viết tắt của cụm từ Over Strength, thông báo rằng cấu kiện không đảm bảo khả năng chịu lực, xảy ra khi hàm lượng cốt thép tính toán vượt quá hàm lượng tối đa cho phép. Trong trường hợp này, đòi hỏi phải có giải pháp khắc phục, có thể là:

- Thay đổi kích thước tiết diện

- Thay đổi cường độ vật liệu (tăng cấp độ bền bê tông, sử dụng nhóm thép cao hơn, sử dụng biện pháp gia cố ...)
- Thay đổi phương án kết cấu để điều chỉnh nội lực phân phối lên cấu kiện đang xét

5.6. Làm tròn kết quả tính toán

Hình thức hiển thị kết quả liên quan đến chức năng thể hiện của Etabs, được điều chỉnh thông qua menu Options của Etabs, trong trường hợp này là **Options > Preferences > Output Decimals**. Cửa sổ *Output Decimals Preferences* xuất hiện cho phép điều chỉnh số chữ số dấu phẩy (mức độ làm tròn) trong kết quả các kết quả tính toán. Để điều chỉnh mức độ làm tròn kết quả cốt thép, bạn điều chỉnh thông số **Rebar Areas**, ví dụ muốn kết quả chỉ có 1 con số sau dấu phẩy, bạn đặt là 1.



Hình 5.6. Làm tròn kết quả tính toán cốt thép