

SM. HỒ VIỆT HÙNG

**KIẾN THỨC SỬ DỤNG
ETABS**

Xuất bản lần 1

Hà Nội - 2016

LỜI MỞ ĐẦU

Khi đứng trước câu hỏi: làm sao để biết được kết quả của Etabs là đúng, tôi đã suy nghĩ rằng mức độ chính xác của kết quả phụ thuộc vào chính 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.

Tài liệu này được viết chủ yếu dựa vào phiên bản Etabs 9.7.4

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> ; hoặc xem thêm các thông tin về sử dụng các phần mềm Etabs - SAP - SAFE tại đây:

http://www.thuvien.ketcausoft.com/danh_muc.php?topicid=TSTC1210204101

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

Tài liệu này được xuất bản dưới dạng file PDF lần đầu tiên vào ngày 02/9/2014, được hiệu chỉnh - bổ sung nội dung và phát hành dưới dạng ấn phẩm giấy vào ngày 01/6/2016

Tác giả

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
1.5. Sử dụng các khai báo vật liệu và tiết diện từ file có sẵn	6
PHẦN II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH.....	8
2.1. Cột hay Vách.....	8
2.2. Mô hình lanh tô vách thang máy.....	9
2.3. Khai báo tiết diện sàn	9
2.4. Không vẽ ô sàn quá phức tạp	10
2.5. Đặt tên tiết diện sàn theo tải trọng.....	11
2.6. Chia ảo phần tử Shell.....	12
2.7. Thay đổi độ cứng của các cấu kiện	14
2.8. Diaphragm.....	15
2.9. Khắc phục lỗi khi khai báo Diaphragm.....	17
2.10. Đơn vị của khối lượng	19
2.11. Khai báo Mass Source	19
2.12. Cách tính khối lượng tầng của Etabs.....	20
2.13. Đặt lại tên các phần tử	21
2.14. Kiểm tra mô hình.....	21
2.15. Mô hình cấu kiện cong trong Etabs như thế nào?.....	22
2.16. Giải phóng liên kết	22
2.17. Chế độ vẽ Offset đối tượng.....	23
PHẦN III. KHAI BÁO TẢI TRỌNG	24
3.1. Tải trọng tường.....	24
3.2. Hoạt tải.....	26
3.3. Tải trọng Động đất.....	26
3.4. Gán tải trọng ngang thông qua Diaphragm.....	29
3.5. Tổ hợp tải trọng.....	32

PHẦN IV. PHÂN TÍCH NỘI LỰC	34
4.1. P-Delta	34
4.2. Axial Shortening.....	36
4.3. Khối lượng tầng , vị trí tâm khối lượng và tâm cứng.....	37
4.4. Chu kỳ dao động.....	39
4.5. Dạng của dao động	40
4.6. Chuyển vị ngang.....	42
4.7. Chuyển vị lệch tầng	43
4.8. Nguyên nhân dẫn đến kết quả chu kỳ dao động của công trình quá lớn.....	44
PHẦN V. THIẾT KẾ CỐT THÉP	46
5.1. Tính toán và kiểm tra.....	46
5.2. Cần hiểu giá trị diện tích cốt thép cột như thế nào?.....	47
5.3. Diện tích cốt thép đai.....	48
5.4. Bổ sung loại đường kính cốt thép	49
5.5. Ký hiệu O/S trong Etabs khi thiết kế cốt thép có ý nghĩa gì?.....	49
5.6. Làm tròn kết quả tính toán.....	50
5.7. Ý nghĩa của hệ số Pattern Live Load Factor.....	50
PHẦN VI: CÁC NỘI DUNG KHÁC.....	52
6.1. Tâm cứng, tâm khối lượng, tâm hình học.....	52
6.2. Khối lượng tham gia dao động và Khối lượng hữu hiệu.....	53
6.3. Chuyển chế độ hiển thị sang Style đen trắng.....	55
6.4. Xuất dữ liệu sang SAFE	56

PHẦN I. QUẢN LÝ FILE

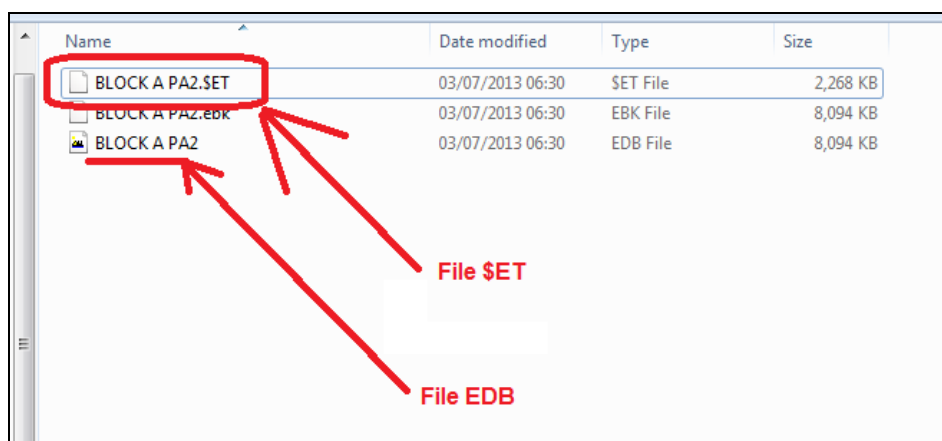
1.1 Các đường dẫn là không dấu tiếng Việt

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

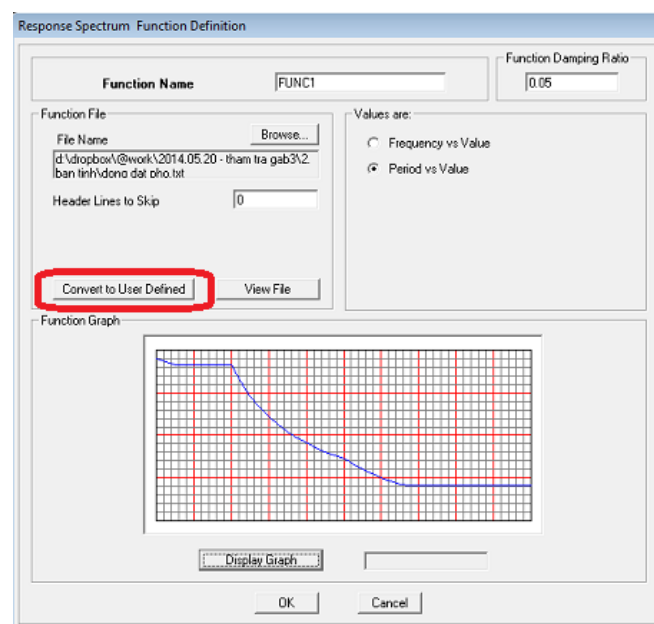
Do đó khi gửi file Etab, hãy lưu ý luôn gửi kèm file \$ET để đảm bảo rằng người nhận có thể mở file dù cho họ sử dụng phiên bản nào của Etabs.

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

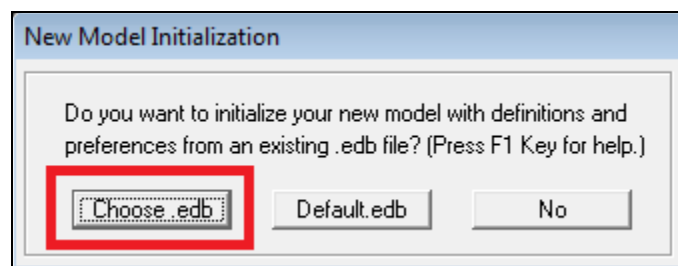
File mới sẽ có đơn vị mặc định là đơn vị mà người dùng đã lựa chọn trước khi xuất ra file .e2k

1.5. Sử dụng các khai báo vật liệu và tiết diện từ file có sẵn

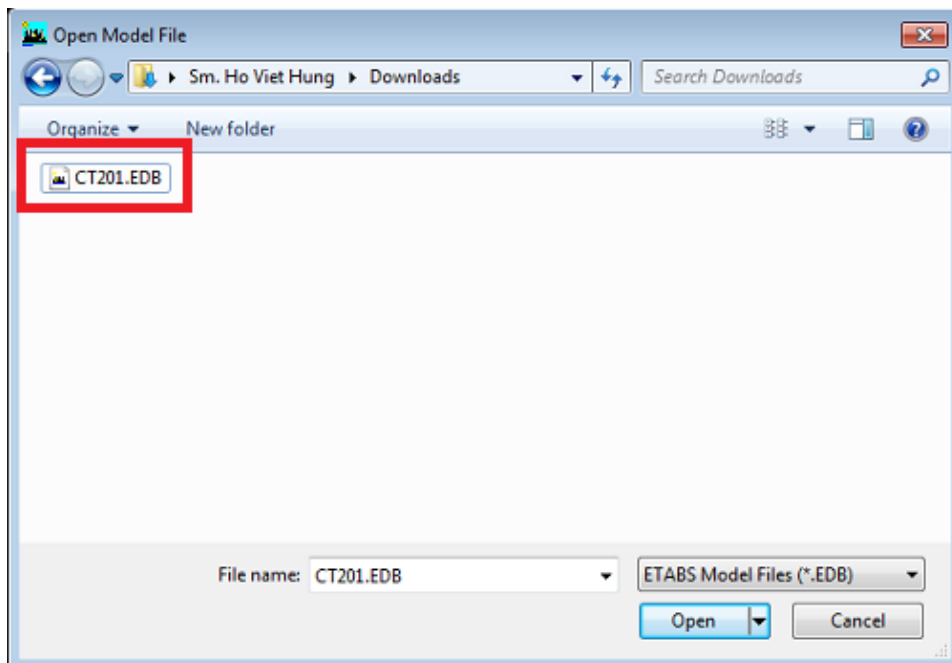
Trong Etabs, thay vì khai báo từ đầu tất cả các đặc trưng của công trình (khai báo về vật liệu, tiêu chuẩn thiết kế, trường hợp tải trọng, các trường hợp tổ hợp, và các loại tiết diện v.v.), bạn có thể tạo sử dụng chức năng của Etabs để lấy các thông tin đó từ file có sẵn, cách thức thực hiện như sau.

Bước 1: Click vào menu **File > New Model** để tạo một file mới

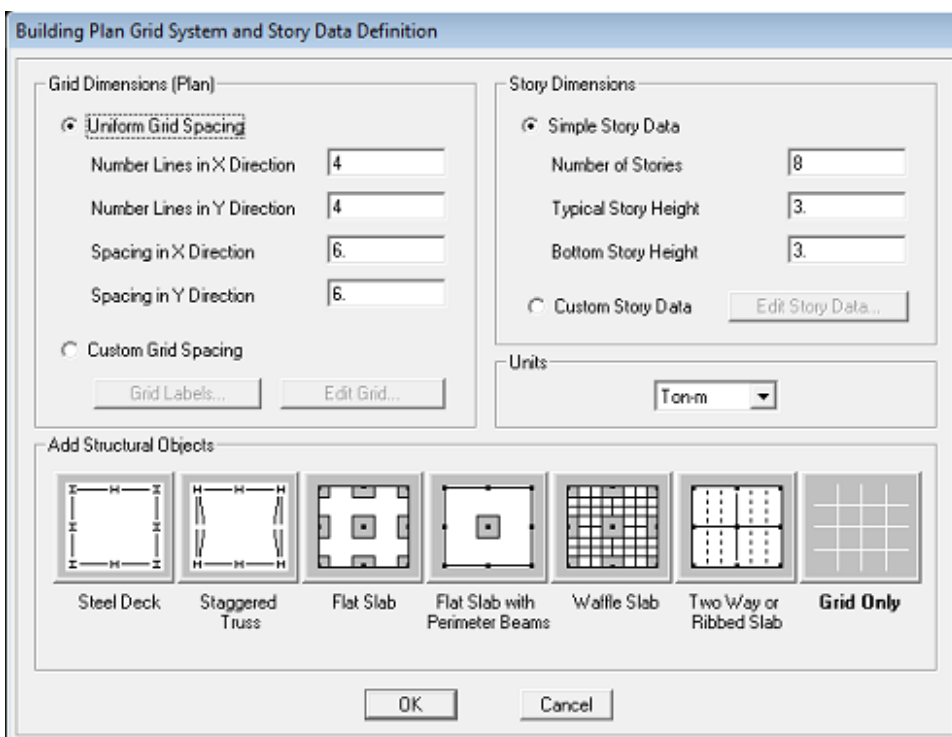
Bước 2: Trong cửa sổ *New Model Initialization*, click vào **Choose .edb**



Bước 3: Chọn file Etabs có sẵn mà bạn muốn lấy các thông tin về vật liệu, tiết diện ...



Bước 4: Tiếp tục thực hiện các khai báo về hệ trục tọa độ, click OK khi hoàn thành



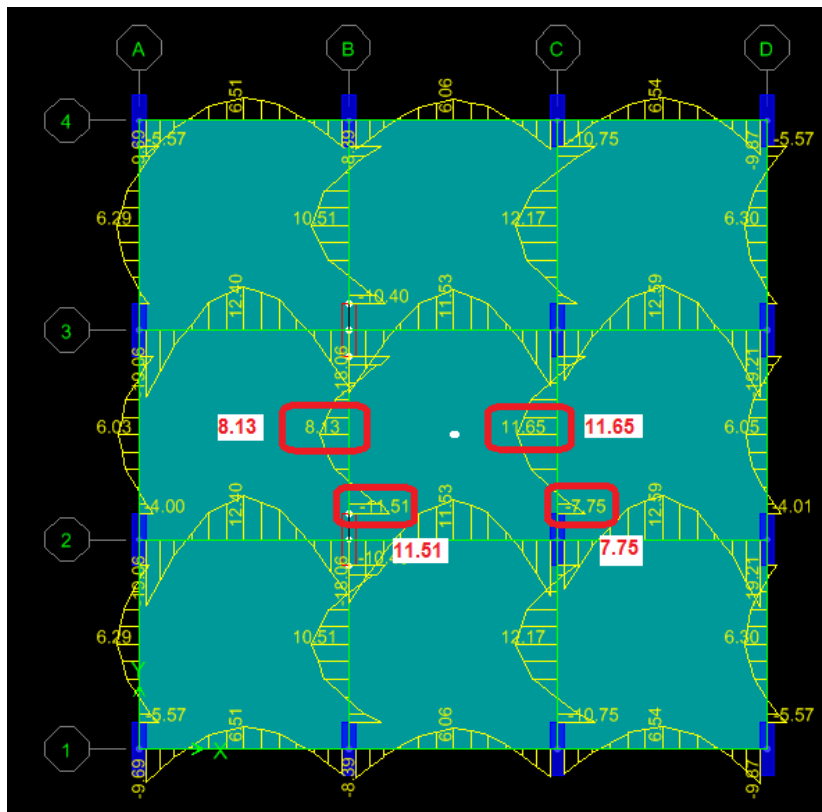
Sau khi hoàn thành các bước trên, các thiết lập từ file có sẵn đã được copy sang file mới của bạn

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.

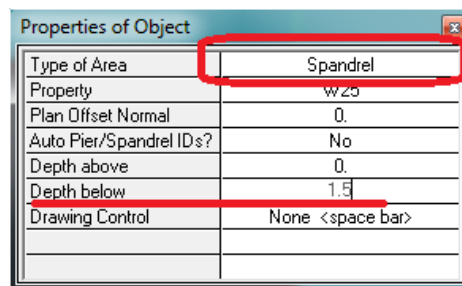
Do đó, việc mô hình phần tử là Cột hay Vách cần được cân nhắc, và dựa trên tiêu chí nhất định. Khi không tìm thấy căn cứ chính xác hơn, có thể sử dụng tiêu chí được nêu trong TCXDVN 375:2006 (EC8), tại mục 5.1.2:

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.

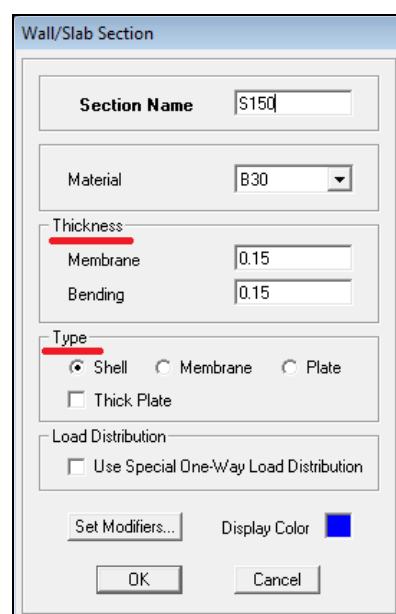
Để vẽ phần tử Spandrel, người dùng sử dụng công cụ Draw Walls (công cụ vẽ vách), tuy nhiên trong mục *Type of Area* đổi thành **Spandrel** thay vì **Pier** như mặc định, và khai báo thêm giá trị *Depth below* (chiều cao lanh tô), xem hình 2.2.



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.

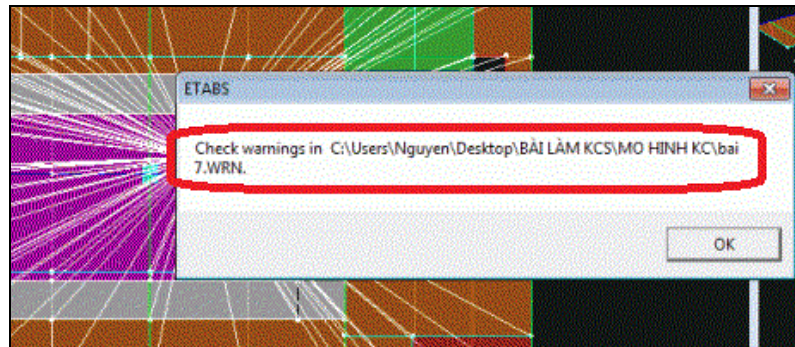
Kiểu **Membrane** không phù hợp với các kết cấu nhịp lớn (sàn có dầm phụ chia nhỏ), kết cấu dầm bệ, hoặc sàn phẳng.

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) ngay sau khi chúng ta

thực hiện phân tích kết cấu (Run Analysis), 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...).

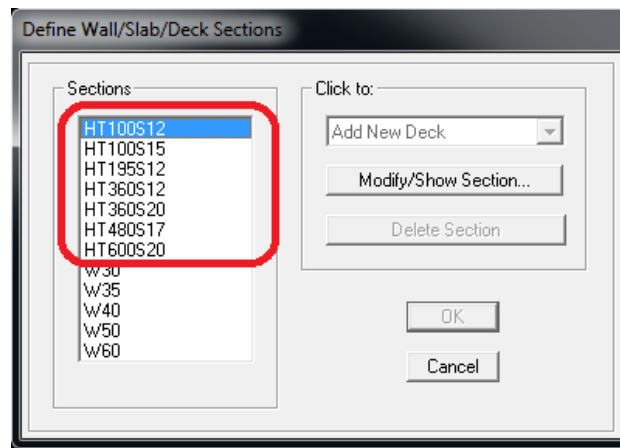
Chúng ta biết rằng phương pháp phần tử hữu hạn sử dụng các công thức được xây dựng sẵn cho các ô sàn 3 cạnh và 4 cạnh. Chính vì vậy, để phân phối tải trọng từ sàn lên các cấu kiện, trước hết Etabs sẽ sử dụng quy tắc người dùng đã thiết lập (xem mục 2.6) và chia các ô sàn phức tạp thành các ô sàn cơ bản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

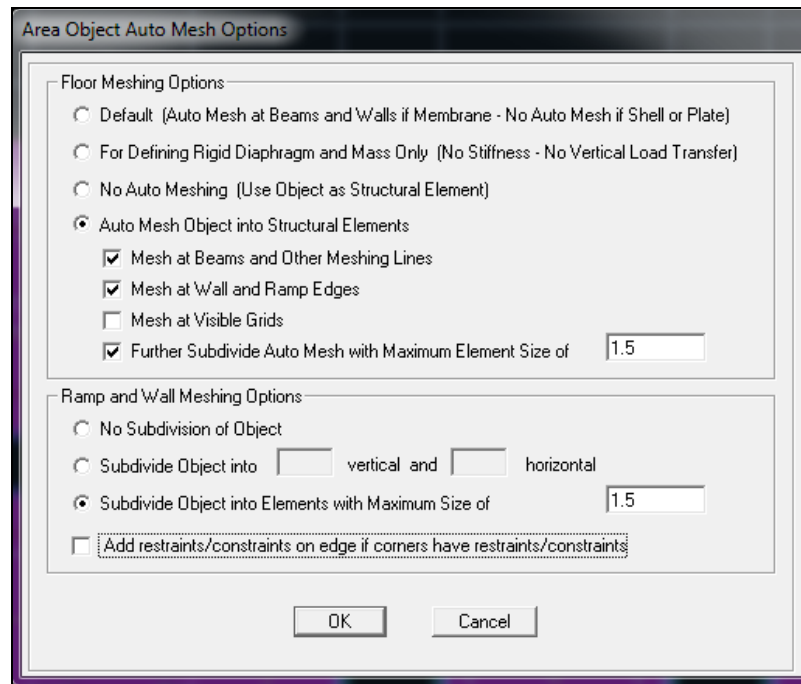
Tên tiết diện sàn ngoài việc mang thông tin về chiều dày sàn, cấp độ bền (nếu có), nên bổ sung thông tin về giá trị hoạt tải. Với việc đặt tên tiết diện sàn có kèm thông tin về giá trị hoạt tải, và xây dựng mô hình với lưu ý sử dụng đúng loại tiết diện cho ô sàn có chức năng tương ứng, thì chúng ta có 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.



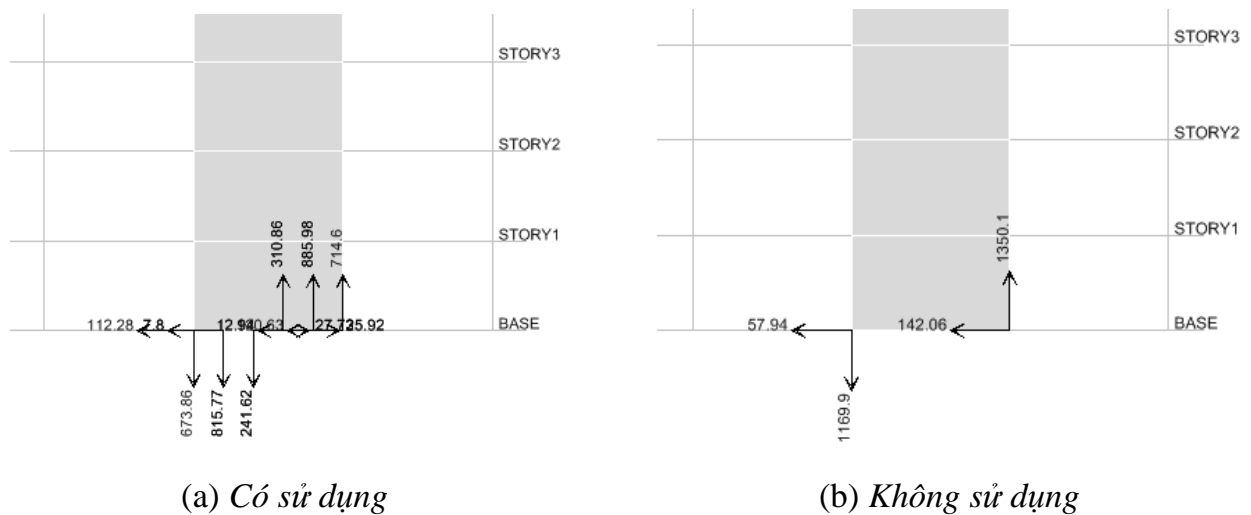
Hình 2.6.1. Chia ảo phần tử Shell

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

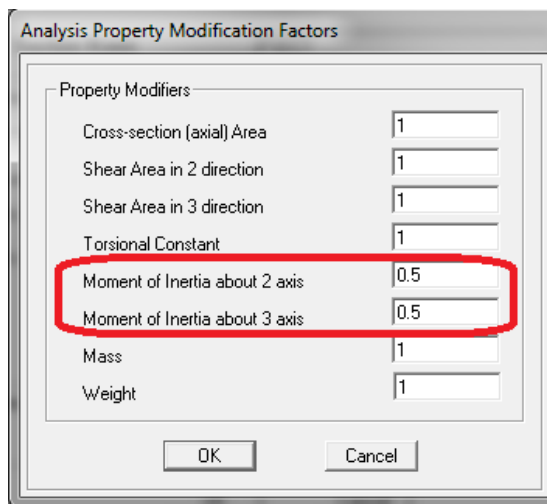
Độ cứng của cấu kiện bê tông cốt thép thường giảm so với giá trị của tiết diện nguyên ban đầu. Nguyên nhân là do dưới tác dụng của tải trọng, khi ứng suất kéo vượt qua cường độ chịu kéo của bê tông thì phần bê tông nằm trong vùng chịu kéo sẽ bị nứt. Chính lúc này cốt thép phát huy khả năng chịu kéo của 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.

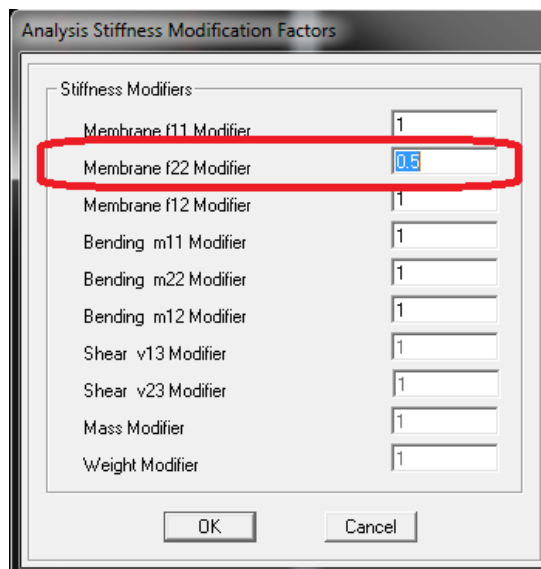
Etabs cung cấp công cụ để hiệu chỉnh các đặc trưng của tiết diện thông qua chức năng *Property Modifiers*. Có thể điều chỉnh trực tiếp đối với từng loại tiết diện thông qua việc khai báo tiết diện, chọn mục *Set Modifier*. Hoặc có thể chọn từng cấu kiện để gán các hiệu chỉnh tương ứng bằng cách sử dụng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

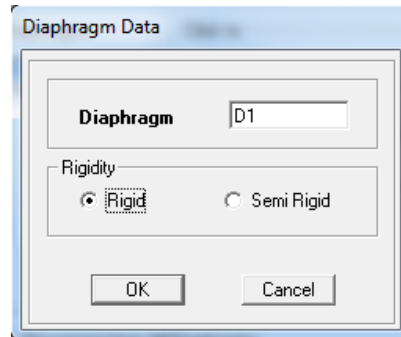
2.8. Diaphragm

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.

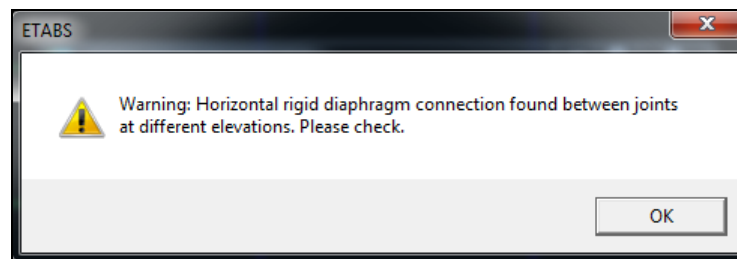
Ngoài ra, người dùng cũng có thể khai báo Diaphragm bằng cách chọn các point và click menu **Assign > Joint/Point > Diaphragms**, lưu ý về cách tính toán khối lượng của Etabs (xem mục 2.9)

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

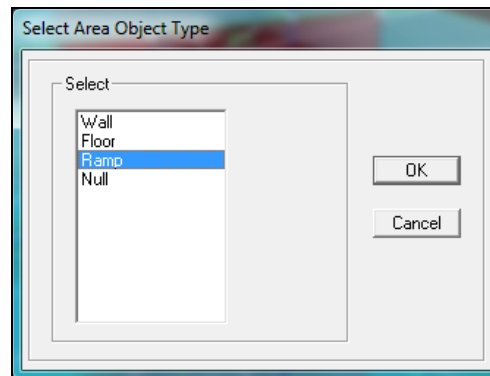
Ý nghĩa của thông báo là trong Diaphragm có những điểm không cùng cao độ với các điểm khác.

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**.

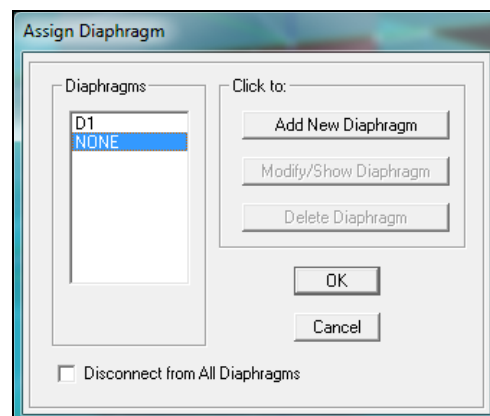
Như đã đề cập ở trên, khi trong 1 tầng, có các điểm ở cao độ trung gian của tầng cũng được gán vào Diaphragm thì Etabs sẽ báo lỗi như hình 2.9.1. Như vậy, để khắc phục thông báo lỗi ở trên, người dùng có thể thực hiện bằng cách loại bỏ các điểm trung gian giữa các tầng ra khỏi Diaphragm. Thông qua hai 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 $\text{T.s}^2/\text{m}$.

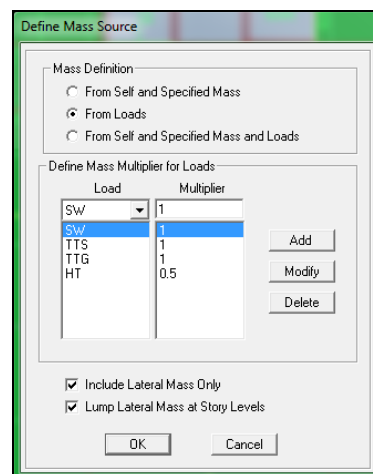
Cũng trên nguyên tắc đó, nếu trọng lượng riêng $\gamma = 2.5 \text{ T/m}^3$ thì khối lượng riêng sẽ bằng $m = \gamma/g = 2.5/10 = 0.25 \text{ T.s}^2/\text{m}^4$.

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

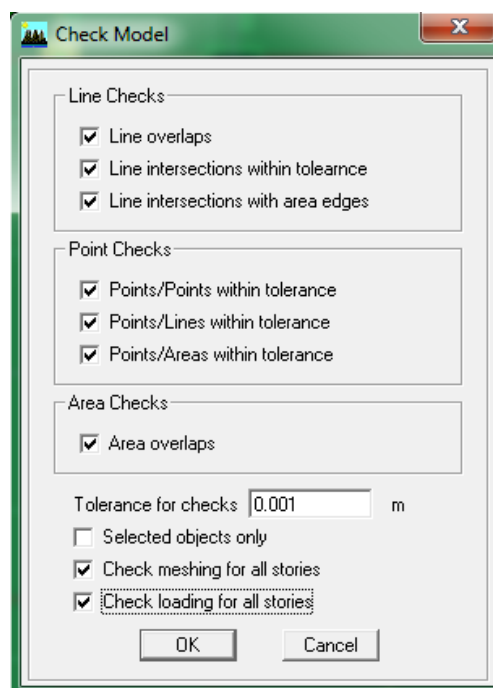
Trong quá trình xây dựng mô hình, việc xóa các phần tử vẽ sai, hoặc vẽ các cấu kiện không đúng theo thứ tự quy ước (từ dưới lên trên, từ trái sang phải) là những việc không thể tránh khỏi. Điều này sẽ khiến cho tên các phần tử trở nên hỗn loạn, không tuân theo thứ tự, và rất khó tìm kiếm vị trí phần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

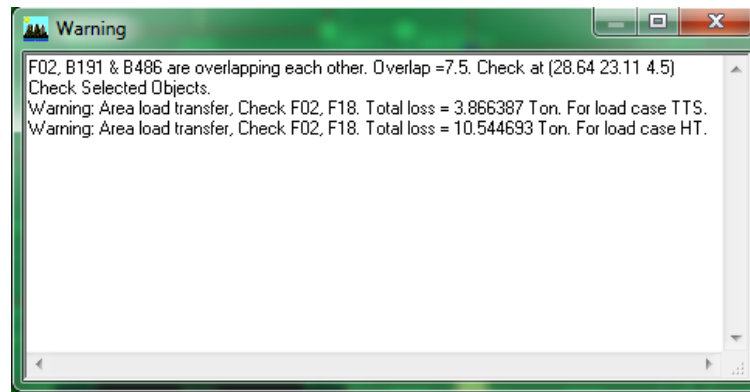
Etabs có chức năng cho phép người dùng kiểm tra khả năng có lỗi về mặt hình học của mô hình, thường là các lỗi phần tử bị chồng lên nhau (overlap), các phần tử quá gần nhau (có thể là nối liền nhau nhưng do người dùng không cẩn thận đã vẽ tách ra ở một khoảng cách rất gần), hoặc lỗi không thể chia ảo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

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 công 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)

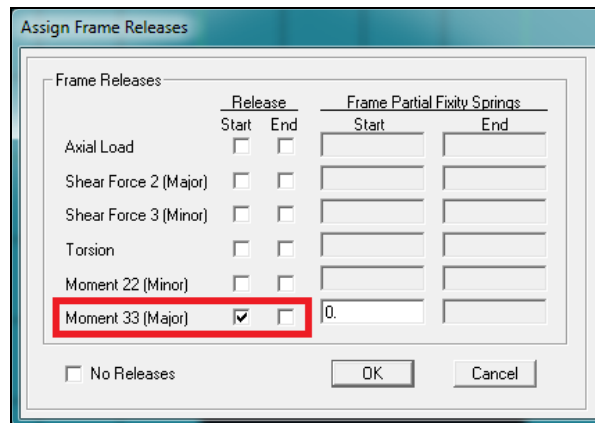
Do đó, khi gặp một sơ đồ kết cấu có cấu kiện công, hãy nhớ rằng chúng ta sẽ xây dựng mô hình Etabs bằng cách ghép từ các thanh thẳng, các sàn có thể mô hình bằng các tấm tam giác.

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

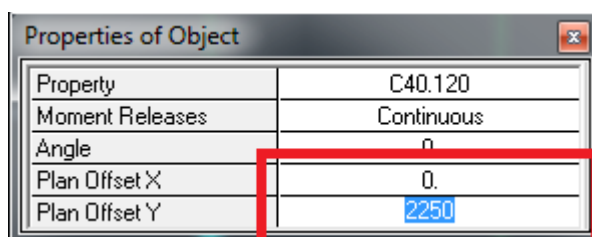
Có thể giải phóng liên kết tại 1 đầu hoặc tại cả 2 đầu của cấu kiện bằng cách tick vào đầu cần giải phóng. Thông thường quy định đầu Start là vị trí bắt đầu vẽ cấu kiện.

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*.

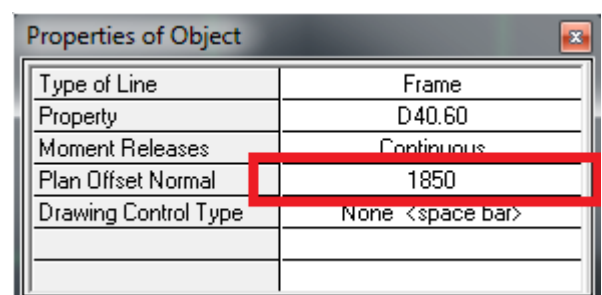
2.17. Chế độ vẽ Offset đối tượng

Chế độ này cho phép chúng ta vẽ một đối tượng cách một đối tượng đã có ở một khoảng cách định sẵn; ví dụ bạn muốn vẽ một Cột cách 1 điểm đã có một đoạn 2250; hoặc muốn vẽ một dầm song song và cách một dầm đã có khoảng 1850 v.v..

Để thực hiện, bạn gọi lệnh vẽ đối tượng và điều chỉnh các giá trị Plan Offset



Vẽ cột



Vẽ dầm

Sau khi chọn khoảng cách Offset, bạn vẽ bằng cách click vào các điểm mốc đã có (điểm đã có, hoặc dầm đã có). Cách này còn áp dụng cho trường hợp vẽ Vách.

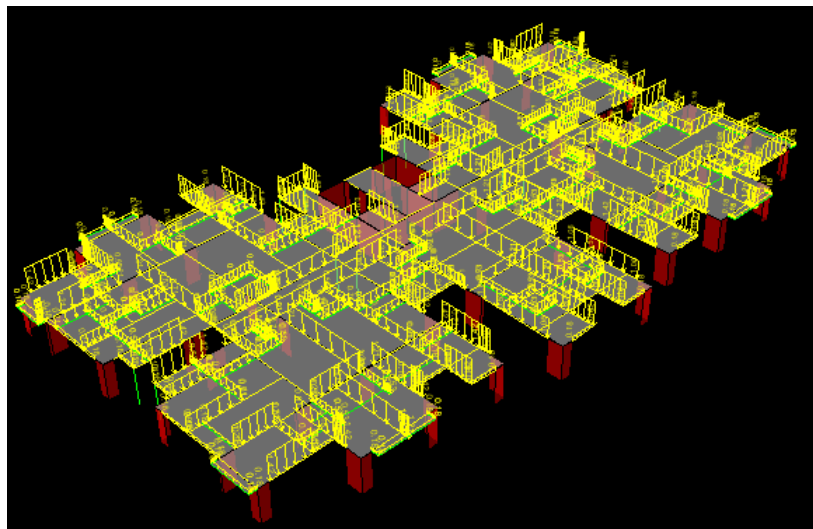
PHẦN III. KHAI BÁO TẢI TRỌNG

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

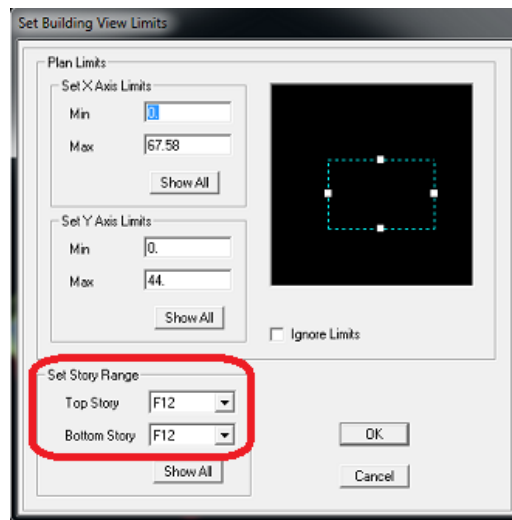
Dầm ảo là phần tử Frame có tiết diện là NONE (một loại tiết diện mặc định của Etabs), được dùng để gán tải trọng tường tại các vị trí trên sàn không có dầm. Hình 3.1.1 là sơ đồ gán tải trọng tường cho một mặt bằng theo (PP2).



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.

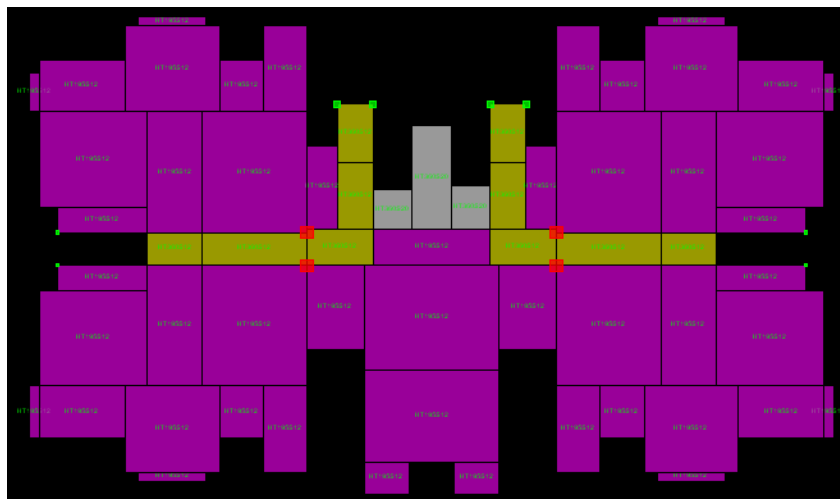
Trong 3 phương pháp gán tải trọng tường đã đề cập ở trên, mỗi phương pháp có ưu nhược điểm của nó:

- (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. Hoạt 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.

Ảnh hưởng của việc chất hoạt tải lệch tầng lệch nhịp có thể được xem xét thông qua việc sử dụng hệ số **Pattern Live Load Factor** (xem mục 5.7)

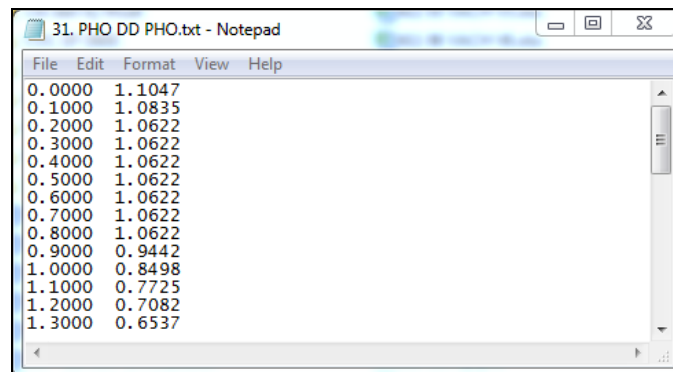
3.3. Tải trọng Động đất

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)

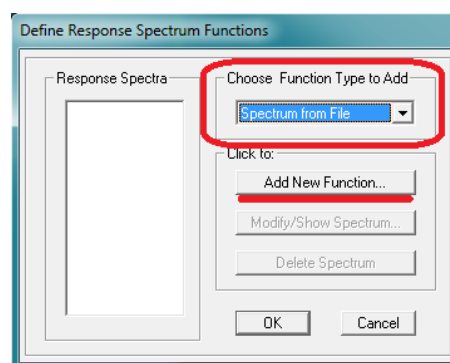
Khi sử dụng (PP2), người dùng cần tính toán các giá trị của phổ phản ứng theo quy định của TCXDVN 375:2006, và lưu vào file TEXT có dạng như hình 3.3.1 .



Period (s)	Response Value
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

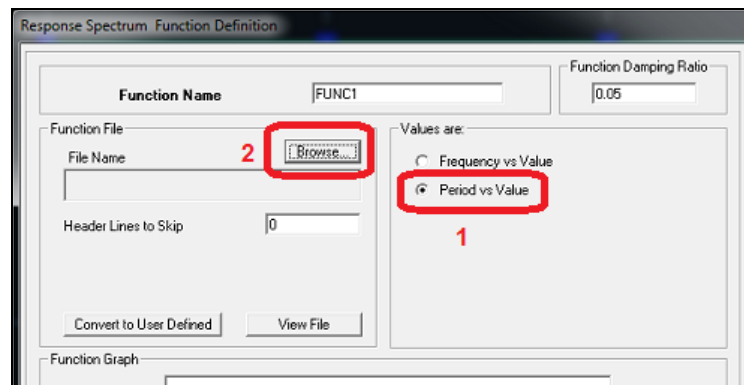
Hình 3.3.1. Định dạng file chứa giá trị phổ phản ứng dao động

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**



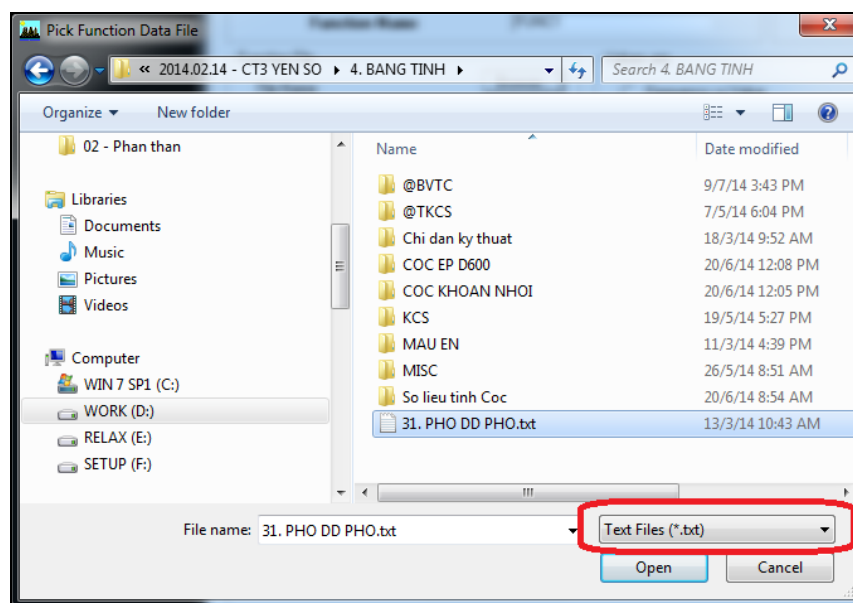
Hình 3.3.2. Nhập phổ phản ứng từ file TEXT

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



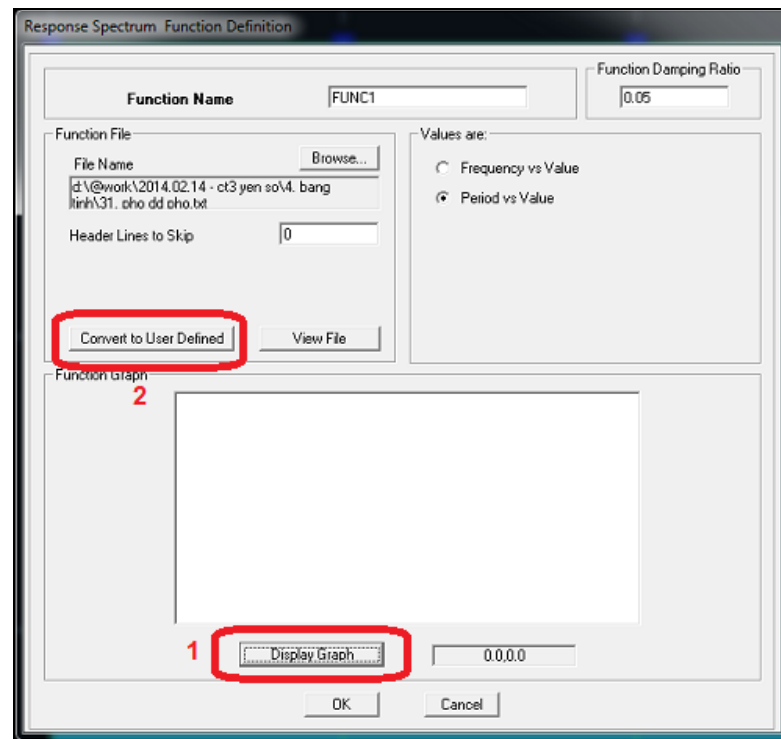
Hình 3.3.3. Cửa sổ *Response Spectrum Function Definition*

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**



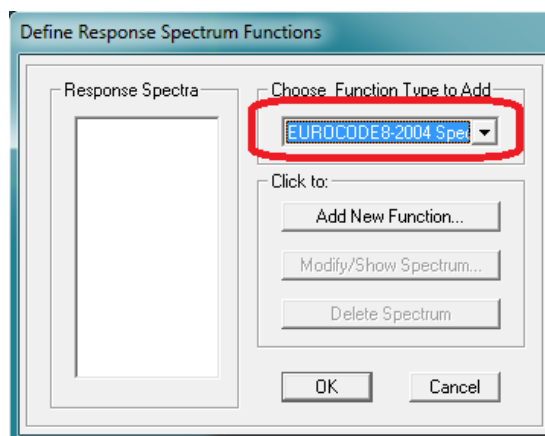
Hình 3.3.4. Cửa sổ *Pick Function Data File*

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

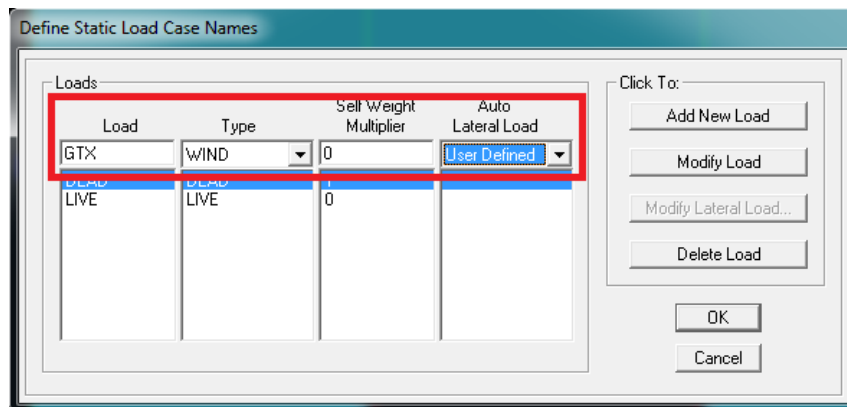
3.4. Gán tải trọng ngang thông qua Diaphragm

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:

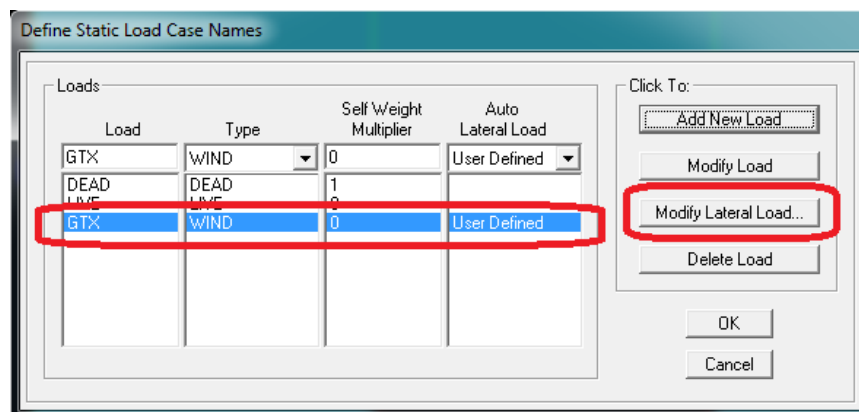
Bước 1: Click vào menu **Define > Static Load Cases**

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**



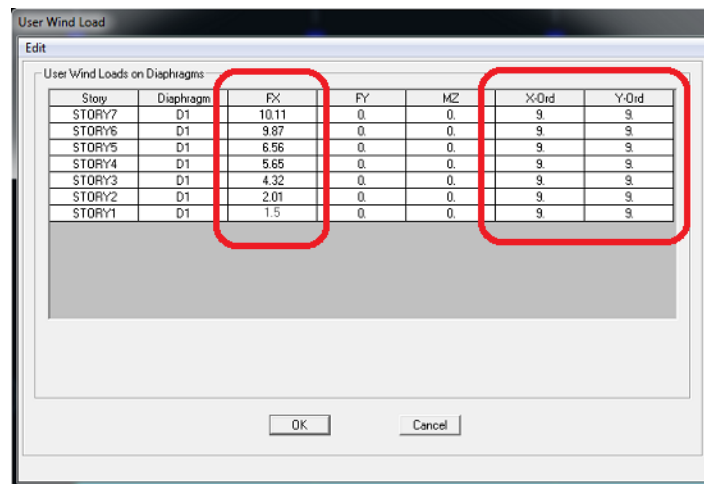
Hình 3.4.1. Thêm tải trọng với thiết lập User Defined

Bước 3: Click **Modify Lateral Load**



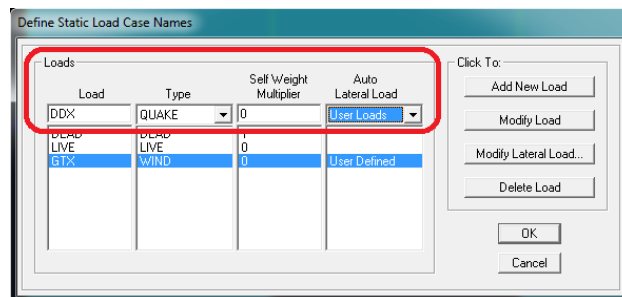
Hình 3.4.2. Nhập hoặc hiệu chỉnh giá trị của tải trọng

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.



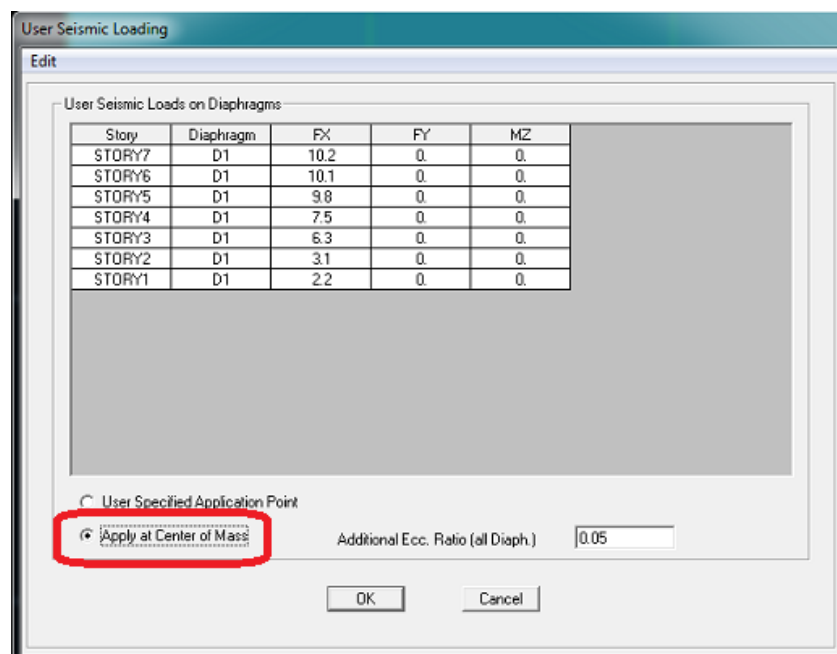
Hình 3.4.3. Nhập giá trị và tọa độ điểm đặt lực

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**



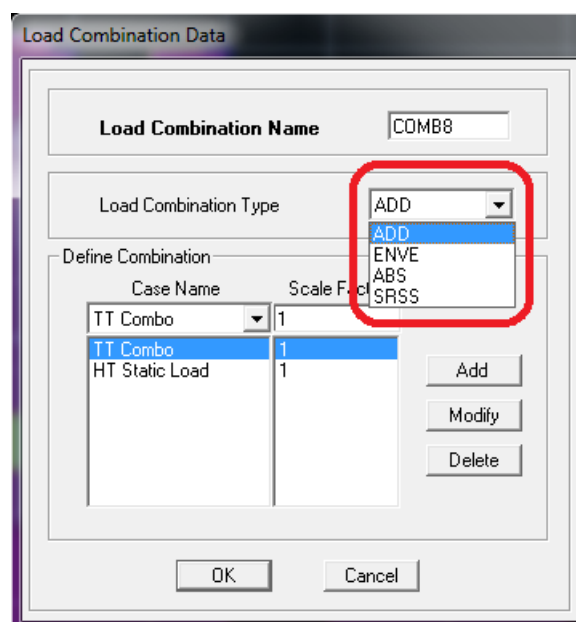
Hình 3.4.5. Vị trí điểm đặt lực trùng với tâm khối lượng đối với tải trọng Động đất

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:

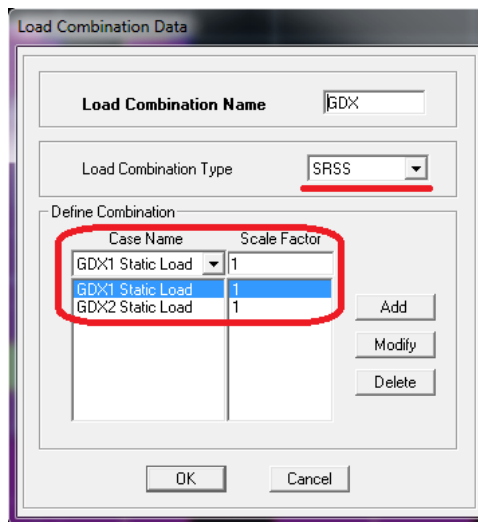
- ADD: Tổ hợp cộng, giá trị tổ hợp bằng tổng của các trường hợp thành phần
- ENVE: Tổ hợp bao, giá trị tổ hợp bằng giá trị cực trị của các trường hợp thành phần, thể hiện dưới 2 giá trị MAX và MIN
- SRSS: Tổ hợp trung bình phương, giá trị tổ hợp bằng căn của tổng các bình phương của các trường hợp thành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



Hình 3.5.1. Các kiểu tổ hợp tải trọng

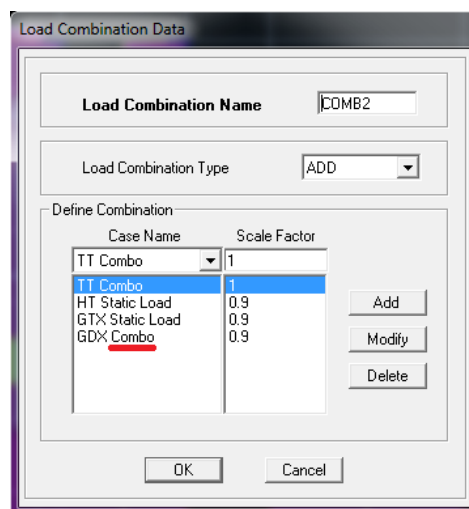
Tổ hợp cũng có thể bao gồm các tổ hợp khác, mục đích sử dụng là để xác định tổ hợp của các tải trọng có nhiều thành phần như gió hoặc động đất.

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

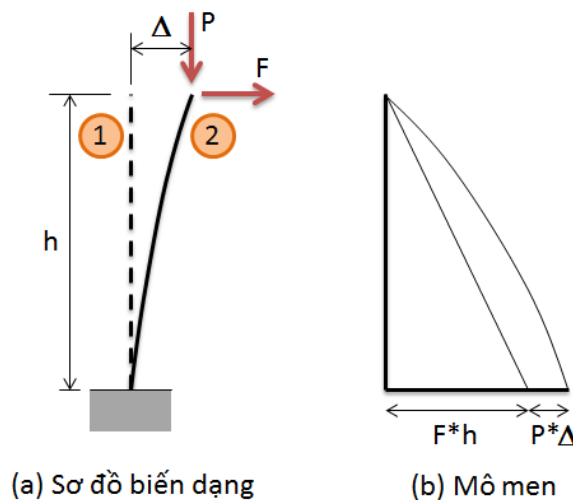
Lưu ý không nên tạo một trường hợp tổ hợp của GTX và GDX rồi mới đưa vào tổ hợp khác, vì như thế sẽ triệt tiêu tính chất MAX và MIN của GDX.

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.

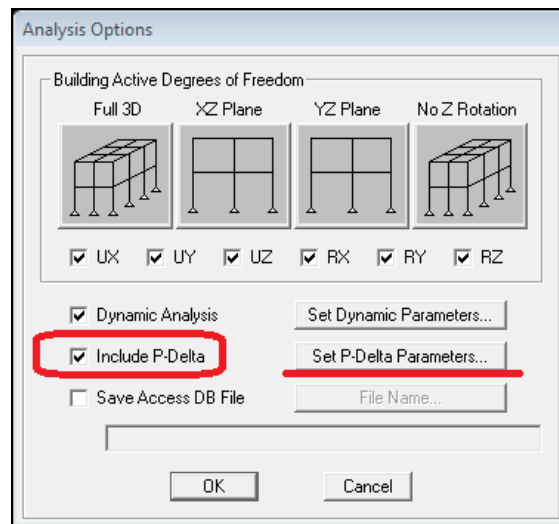
Dưới tác dụng của lực ngang F (mô men chân cột bằng $F \cdot h$), hệ bị biến dạng và chuyển vị ngang tại đỉnh là Δ . Sau khi biến dạng, hệ chuyển sang trạng thái 2 (đường nét liền trong sơ đồ a). Lúc này, do lực đứng P có độ lệch Δ , nên phát sinh thêm giá trị mô men tại chân cột bằng $P \cdot \Delta$,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



Hình 4.1.1. Hiệu ứng P-Delta

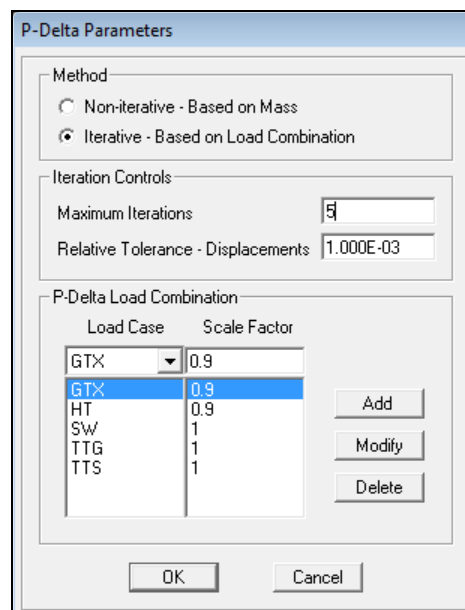
Có thể thấy khi mô men trong cột tăng lên do có chuyển vị ngang (lực P lệch trục), thì biến dạng của cột cũng tăng lên và do đó chuyển vị tiếp tục tăng. Quá trình này hình thành một chuỗi nối tiếp nhau: có chuyển vị ngang \rightarrow nội lực tăng \rightarrow chuyển vị tăng \rightarrow nội lực tăng Về 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.



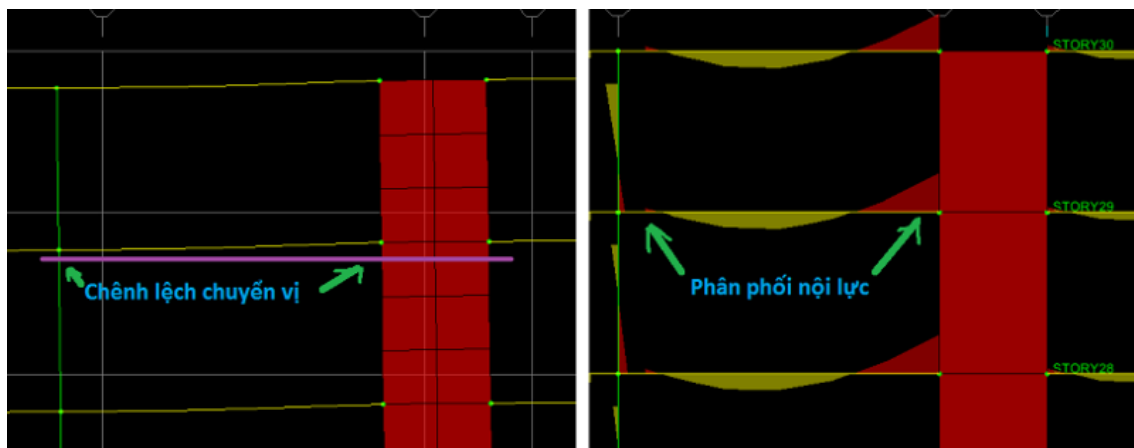
Hình 4.1.3. Thiết lập tổ hợp

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

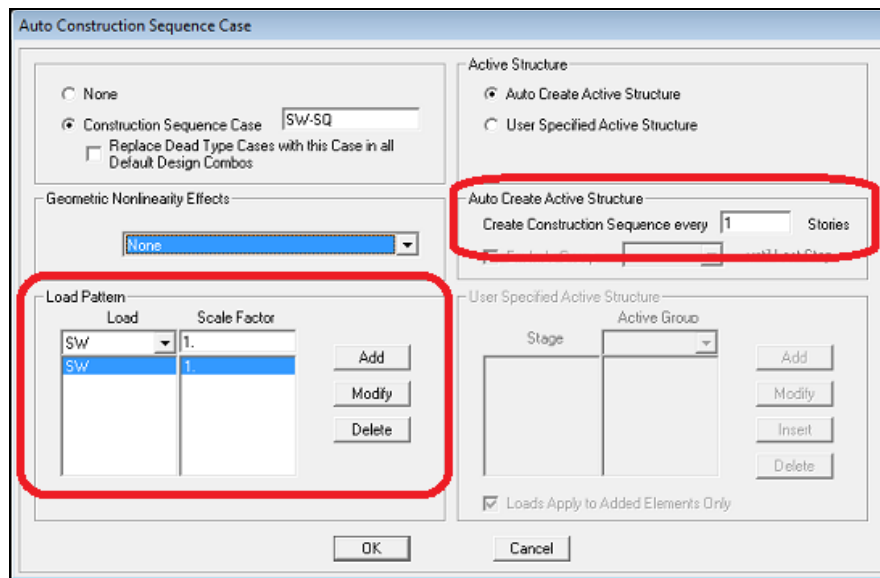
Dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng, các cấu kiện cột và vách bị biến dạng dọc trục. Khi mức độ biến dạng dọc trục giữa các cấu kiện khác nhau sẽ dẫn đến phát sinh mô men do chuyển vị cưỡng bức trong các dầm nối giữa các cấu kiện thẳng đứng. Điều này diễn ra phổ biến ở các dầm nối giữa hệ thống cột 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 chên 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.

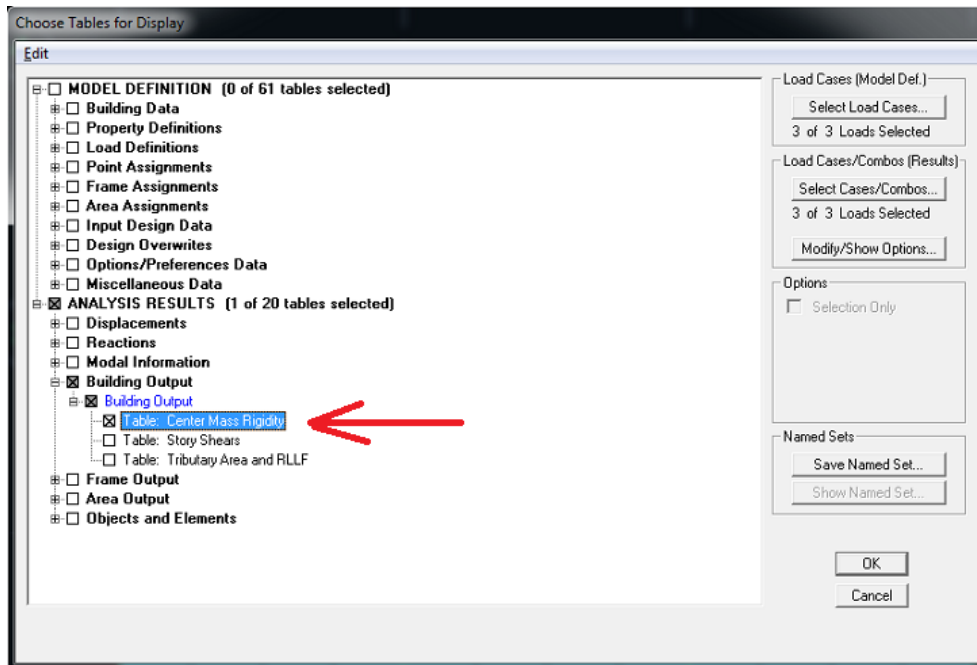
Mục *Auto Create Active Structure* cho phép người dùng thiết lập số lượng tầng trong mỗi vòng tính toán. Mặc dù trình tự thi công thực tế là từng tầng một, và việc phân tích với bước lặp 1 tầng sẽ đưa ra kết quả chính xác, giảm tối đa nội lực chên lún trong dầm, tuy nhiên sẽ dẫn tới thời gian phân tích rất lâu đối với các công trình cao tầng. Người dung 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 , vị trí tâm khối lượng và tâm cứng

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**.



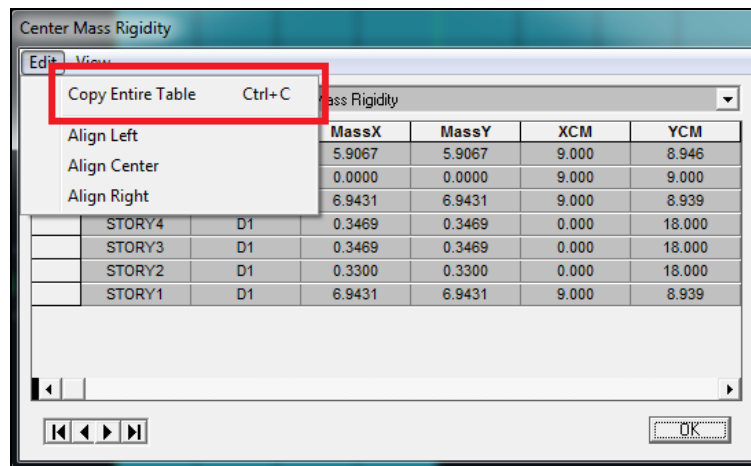
Hình 4.3.1. Chọn xem bảng dữ liệu khối lượng tầng

Giá trị khối lượng được thể hiện ở các cột **MassX** và **MassY**; vị trí tâm khối lượng được thể hiện ở các cột **XCM** và **YCM**; vị trí tâm cứng được thể hiện ở các cột **XCR** và **YCR**

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCCM	YCCM	XCR	YCR
STORY15	D1	303.4930	303.4930	36.529	5.246	36.529	5.246	29.911	8.051
STORY14	D1	607.4119	607.4119	24.556	5.154	28.545	5.185	27.048	7.657
STORY13	D1	724.3443	724.3443	24.061	5.153	26.559	5.171	27.099	7.762
STORY12	D1	737.0770	737.0770	24.903	5.145	26.044	5.163	27.173	7.915
STORY11	D1	779.0555	779.0555	25.961	5.146	26.024	5.159	27.351	8.050
STORY10	D1	782.3841	782.3841	25.963	5.145	26.011	5.156	27.563	8.180
STORY9	D1	785.9931	785.9931	25.965	5.143	26.004	5.154	27.790	8.319
STORY8	D1	785.9931	785.9931	25.965	5.143	25.998	5.152	28.035	8.467
STORY7	D1	785.9931	785.9931	25.965	5.143	25.994	5.151	28.293	8.625
STORY6	D1	785.9931	785.9931	25.965	5.143	25.991	5.150	28.554	8.795
STORY5	D1	789.3218	789.3218	25.967	5.142	25.989	5.150	28.793	8.977
STORY4	D1	792.9308	792.9308	25.970	5.140	25.987	5.149	28.956	9.184
STORY3	D1	792.9308	792.9308	25.970	5.140	25.985	5.148	28.987	9.394
STORY2	D1	803.1031	803.1031	25.958	5.136	25.983	5.147	28.685	9.568
STORY1	D1	615.5885	615.5885	22.613	5.156	25.793	5.148	27.201	9.490

Hình 4.3.2. Khối lượng tầng, vị trí tâm khối lượng và tâm cứng

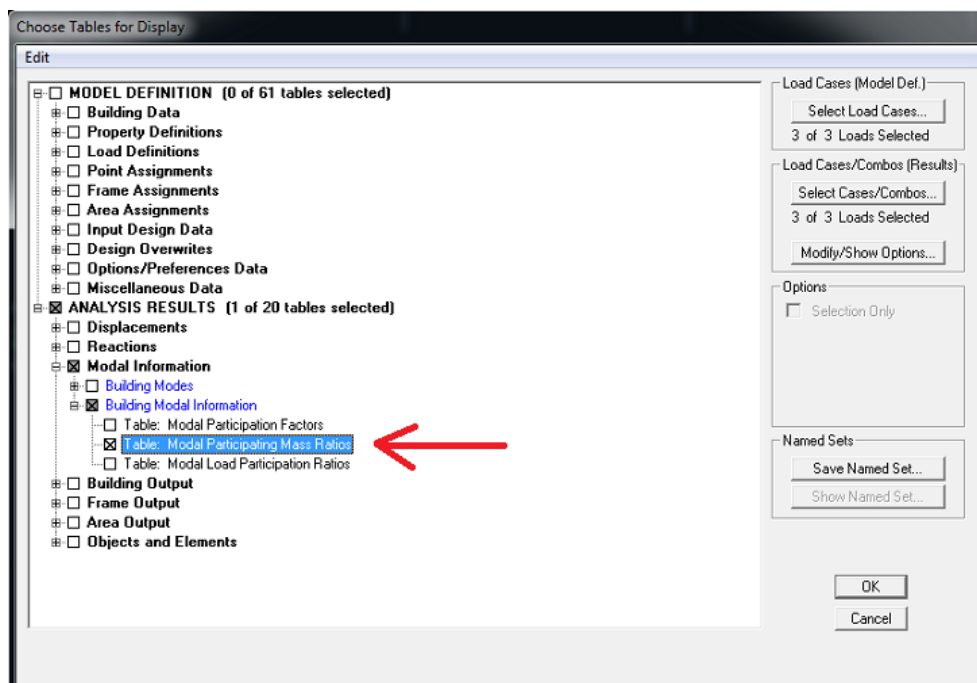
Trong cửa sổ hiển thị dữ liệu, có thể copy để dán vào các bảng Excel bằng cách click vào menu **Edit > Copy Entire Table** hoặc sử dụng tổ hợp phím Ctrl+C (xem hình 4.3.3)



Hình 4.3.3. 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

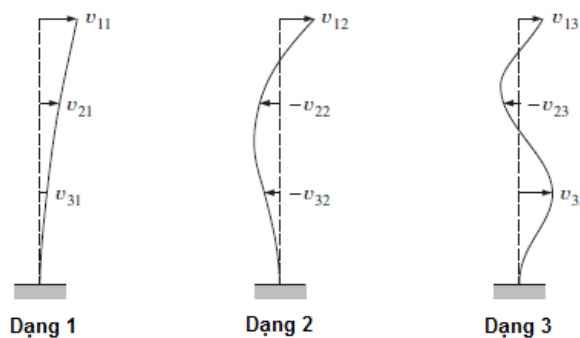
dụ trong hình 4.4.2, $UX = 30.1\%$, $UY = 0.0046\%$, cho thấy dạng dao động đang xét có phương chính là phương X.

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

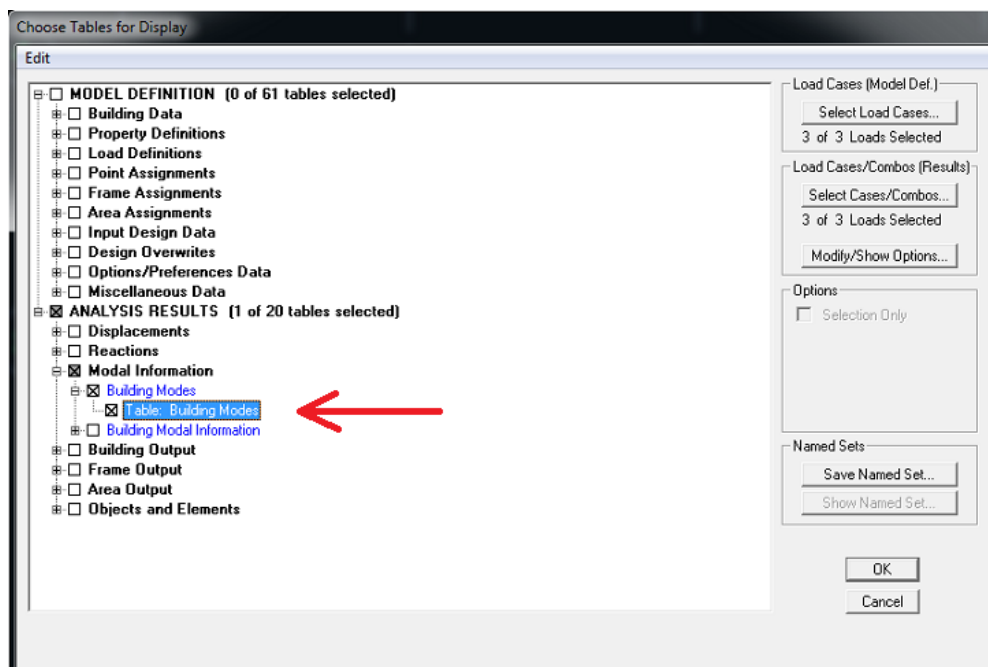
4.5. Dạng của dao động

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

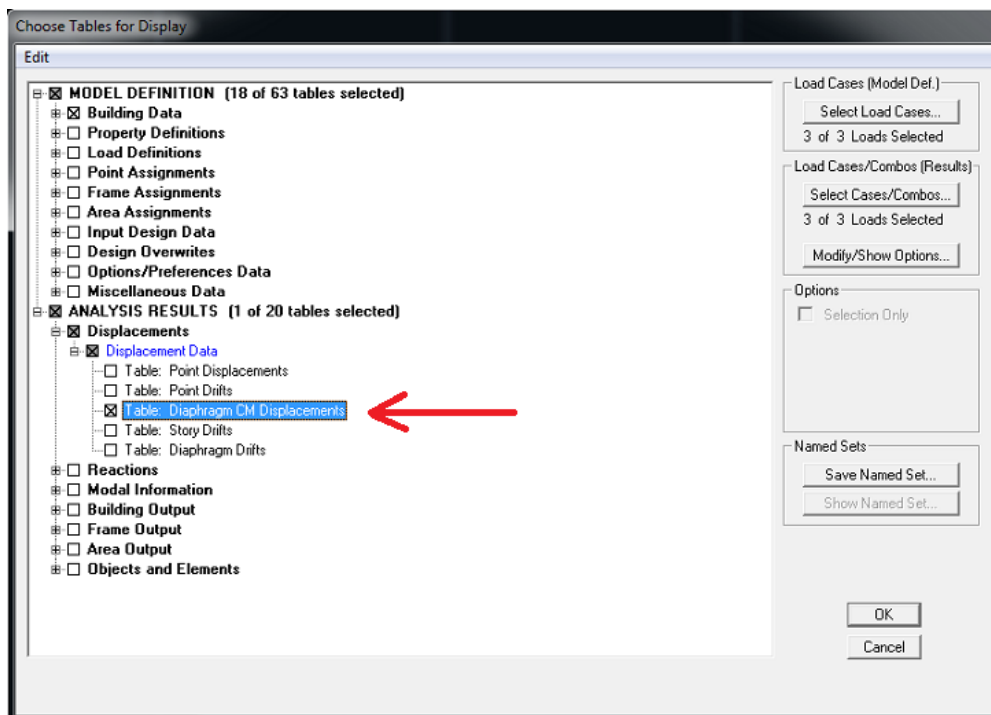
Chú ý rằng dịch chuyển tỉ đối không có đơn vị, nên khi xử lý trong excel, có thể chia dịch chuyển tỉ đối của các tầng cho giá trị của tầng trên cùng để chuẩn hóa giá trị (xem hình 4.5.4)

* Bảng giá trị tải trọng gió theo phương X ứng với dạng dao động thứ 1:									
STT	Tầng	M_j (t)	ζ_j	W_{Fj} (T)	y_{ji}	$y_{ji}W_{Fj}$	$y_{ji}^2M_j$	W_{pjiX} (T)	
89									
90	1	STORY7	14.9	0.456	0.0	1.0000	0.00	0.0	2.0
91	2	STORY6	16.5	0.463	0.0	0.8645	0.00	0.0	2.0
92	3	STORY5	16.5	0.472	0.0	0.7155	0.00	0.0	2.0
93	4	STORY4	16.5	0.480	0.0	0.5581	0.00	0.0	1.9
94	5	STORY3	16.5	0.492	0.0	0.3989	0.00	0.0	1.9
95	6	STORY2	16.5	0.511	0.0	0.2464	0.00	0.0	1.8
96	7	STORY1	16.5	0.517	0.0	0.1117	0.00	0.0	1.6
180	SUM						0.00	0.0	13.1
181									

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).

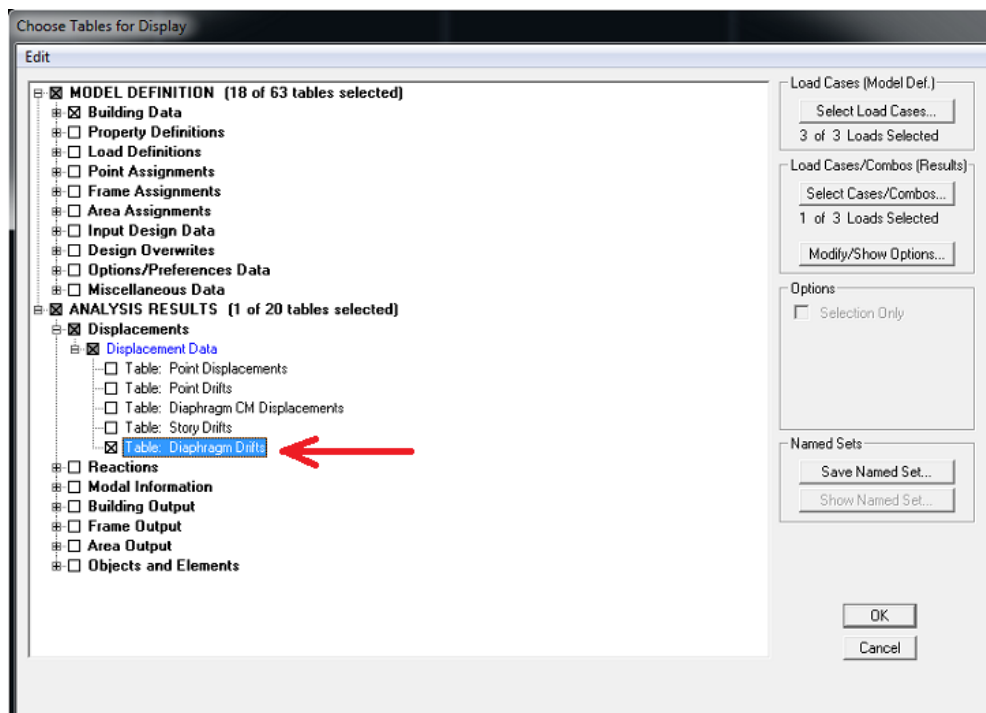
Giá trị chuyển vị ngang tại các tầng trên cùng được sử dụng để kiểm tra điều kiện hạn chế về chuyển vị đỉnh của công trình.

	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).

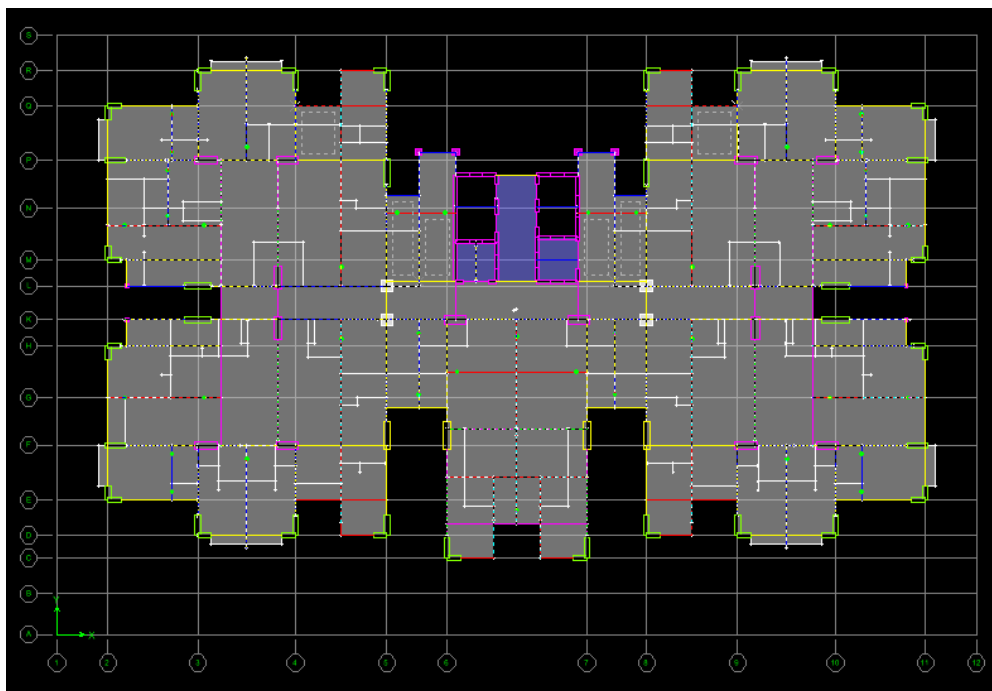
Giá trị chuyển vị lệch tầng được sử dụng để kiểm tra điều kiện hạn chế về chuyển vị lệch tầng của công trình.

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

4.8. Nguyên nhân dẫn đến kết quả chu kỳ dao động của công trình quá lớn

Trong một số trường hợp, bạn sẽ bắt gặp chu kỳ dao động của công trình là rất lớn, có những giá trị lên đến 25000s, đây là một sự vô lý mà ai cũng có thể khẳng định, nhưng nguyên nhân dẫn đến sự việc này thì không phải dễ dàng xác định.



Lần đầu tiên tôi bắt gặp trường hợp này là khi nhận được email từ một bạn đọc, đã nhờ tôi tìm hiểu giúp nguyên nhân. Tôi đã thử kiểm tra các điều kiện đầu vào, như: khai báo mô đun

đàn hồi, khai báo nguồn khối lượng (Mass Source), khai báo tiết diện cấu kiện, khai báo liên kết; nhưng đều không phát hiện thấy điều bất thường. Tôi đã không thể giúp gì bạn ấy.

Lần thứ hai, tôi lại nhận được một mô hình khác, chu kỳ dao động 50000s. Lần này thì không thể bỏ qua.

Khi đã không thể xác định nguyên nhân từ việc khai báo các thông số, tôi chợt nảy ra một ý, đó là quan sát xem cái gì đang dao động trong Mode đầu tiên!. Và tôi đã có câu trả lời. Khi tách riêng một 1 tầng ra để quan sát (sử dụng menu: **View > Set Building View Limits**), và quan sát dạng dao động đầu tiên (sử dụng menu **Display > Show Mode Shape**, sau đó click **Start Animation**). Tôi đã phát hiện ra đối tượng đang dao động chính là các dầm ảo (Null Line) - vốn được sử dụng phổ biến để gán tải trọng tường. Vì một nguyên nhân nào đó, có thể do có độ lệch giữa các đầu dầm ảo với các đối tượng khác, hoặc các dầm ảo được khai báo trùng hoặc chồng lên với các đối tượng Frame khác, Etabs đã không thể liên kết dầm này với các đối tượng còn lại và sinh ra các dao động cục bộ. Sau khi điều chỉnh hoặc xóa bỏ các đối tượng này, chu kỳ dao động của công trình đã trở lại bình thường.

Có 3 kinh nghiệm có thể đúc rút từ vấn đề này:

- Hãy vẽ các dầm ảo thật chính xác, đa số các trường hợp Import sơ đồ dầm ảo từ bản vẽ CAD vào thường có độ lệch với mô hình, rất dễ gây ra lỗi
- Bạn có thể tìm được nguyên nhân gây nên dao động bất thường bằng cách quan sát đối tượng đang dao động
- Bạn không thể ngờ được Etabs có thể thực hiện những điều phi lý, ví dụ xem dầm ảo là một đối tượng có thể dao động.

PHẦN V. THIẾT KẾ CỐT THÉP

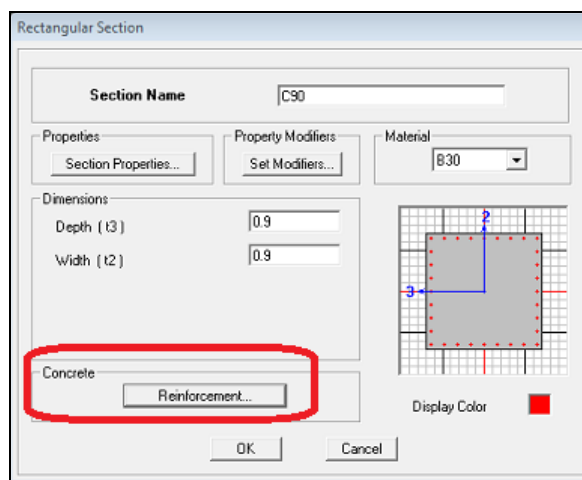
5.1. Tính toán và kiểm tra

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.

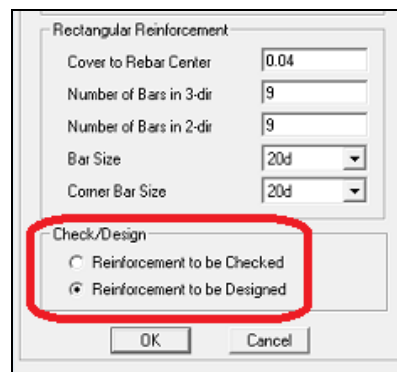
Nếu người dùng chọn quy trình kiểm tra (check), Etabs sẽ thực hiện kiểm tra khả năng chịu lực của cấu kiện dựa trên nội lực phân tích được, thông số về vật liệu, và bố trí cốt thép mà người dùng đã khai báo.

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 *Rectangle Section*, click **Reinforcement**



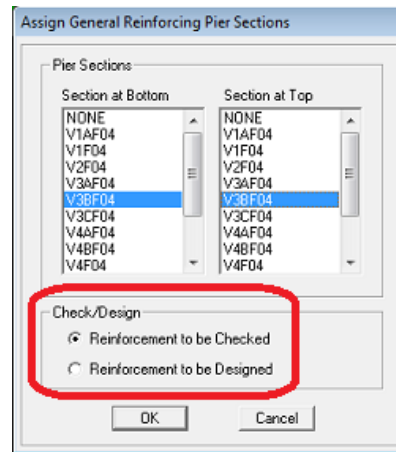
Hình 5.1.1. Thiết lập cốt thép cho cột

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.

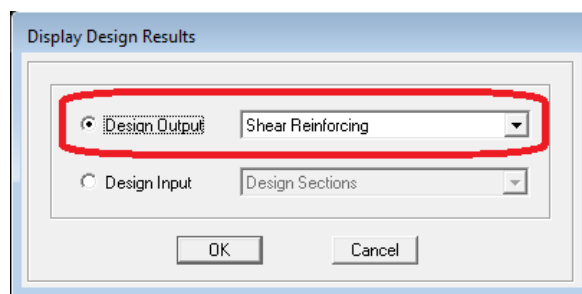
Quy trình tính toán diện tích cốt thép cột đi theo các bước cơ bản như sau:

- 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

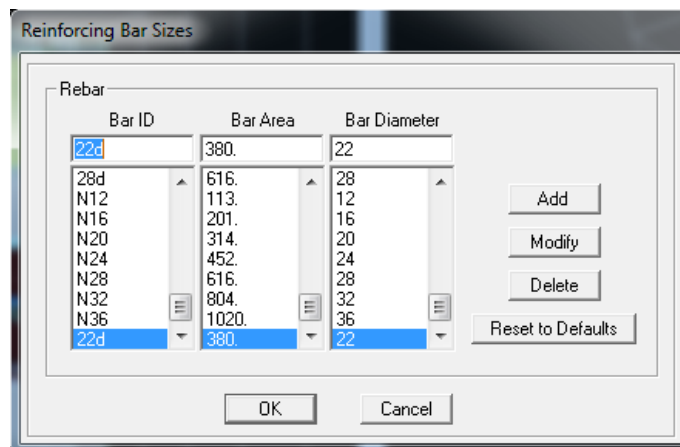
Giá trị cốt thép chịu cắt được lấy bằng A_{sv}/S_v , trong đó A_{sv} là diện tích cốt đai và S_v là khoảng cách giữa các cốt đai.

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?

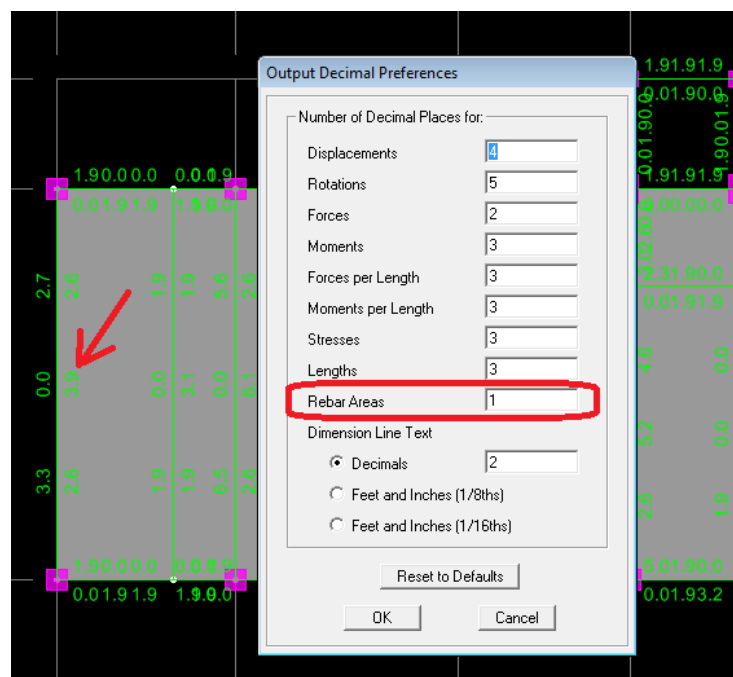
Ký hiệu O/S là viết tắt của cụm từ Over Strength, thông báo rằng cấu kiện không đảm bảo khả năng chịu lực, xảy ra khi hàm lượng cốt thép tính toán vượt quá hàm lượng tối đa cho phép. Trong trường hợp này, đòi hỏi phải có giải pháp khắc phục, có thể là:

- 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.

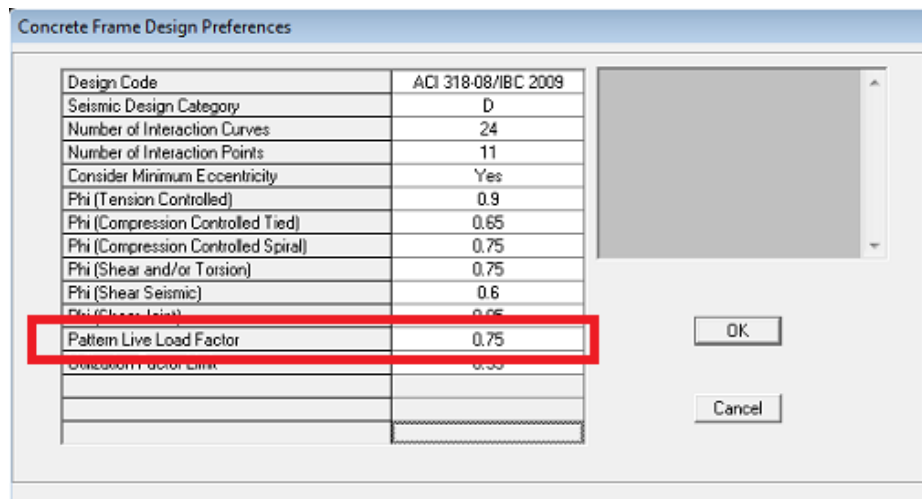


Hình 5.6. Làm tròn kết quả tính toán cốt thép

5.7. Ý nghĩa của hệ số Pattern Live Load Factor

Để kể đến tác động bất lợi của sự xuất hiện không đồng thời của hoạt tải, Etabs bổ sung hệ số **Pattern Live Load Factor** (PLLF) cho phép người dùng tác động đến việc phân phối lại mô men đối với hoạt tải theo hệ số giả thiết.

Người dùng thay đổi hệ số này bằng cách click menu: **Options > Preferences > Concrete Frame Design** (đối với kết cấu bê tông cốt thép)



Giá trị mặc định trong Etabs là 0.75; hệ số này chỉ ảnh hưởng đến nội lực trong quá trình tự động thiết kế cốt thép chứ không ảnh hưởng đến nội lực của kết quả phân tích kết cấu, do đó nhiều người sẽ thắc mắc tại sao hai giá trị mô men này lại khác nhau trong Etabs.

Khái niệm này thực ra rất gần gũi với sinh viên Việt Nam thông qua tên gọi: chất hoạt tải lệch tầng lệch nhịp, đó là để kể đến tác dụng bất lợi của phần nội lực sinh ra trên một nhịp khi hoạt tải xuất hiện trên nhịp liền kề. Tuy nhiên việc áp dụng trong phần mềm không đơn giản như tính toán trong thực tế, do đó Etabs dùng một hệ số gần đúng chính là PLLF.

Nếu hệ số PLLF = 0, Etabs sẽ thiết kế cốt thép mà không kể đến ảnh hưởng của khả năng chất tải lệch tầng lệch nhịp.

Nếu hệ số PLLF \neq 0, mô men dương trong dầm sẽ được tính toán bằng (mô men do tĩnh tải) + PLLF * (mô men do hoạt tải với giả thiết dầm có 2 đầu liên kết khớp); có thể ví dụ bằng công thức dưới đây (đối với trường hợp có hoạt tải phân bố đều):

$$M_{pos \text{ MAX}} = f_1 \cdot M_{DL} + \frac{f_2 \cdot Pllf \cdot (LL \cdot l^2)}{8}$$

Trong đó:

- f_1 và f_2 : các hệ số tổ hợp của tĩnh tải và hoạt tải
- Pllf: hệ số Pattern Live Load Factor
- l : chiều dài dầm
- LL: giá trị hoạt tải
- M_{DL} : mô men dương trong nhịp dầm dưới tác dụng của tĩnh tải, trong sơ đồ kết cấu thực tế
- $M_{pos \text{ MAX}}$: mô men dương lớn nhất trong nhịp dầm, được sử dụng để thiết kế

PHẦN VI: CÁC NỘI DUNG KHÁC

6.1. Tâm cứng, tâm khối lượng, tâm hình học

Tâm cứng, tâm khối lượng, và tâm hình học là các đặc trưng xác định trên mặt bằng của kết cấu. Tâm cứng, tâm khối lượng và tâm hình học được xác định theo cách khác nhau và có vai trò khác nhau trong quá trình phân tích kết cấu.

6.1.1. Tâm cứng

Tâm cứng (CR - Center of Rigidity) là vị trí trên mặt bằng mà nếu đặt một lực ngang vào đó thì mặt bằng chỉ chịu chuyển vị tịnh tiến, không có chuyển vị xoay.

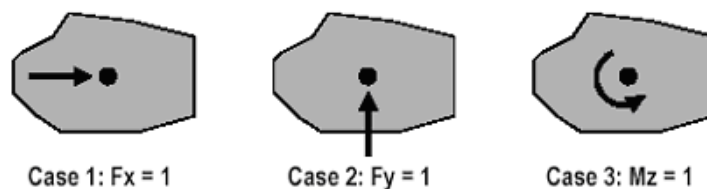
Tâm cứng được xác định dựa trên đặc trưng hình học của kết cấu (mô men quán tính I) và đặc trưng của vật liệu (mô đun đàn hồi E). Đối với hệ kết cấu có các cấu kiện thẳng đứng biến dạng đồng điệu, vị trí của tâm cứng được xác định như sau:

$$X = \sum(X_i * E * I_{xi}) / \sum(E * I_{xi})$$

$$Y = \sum(Y_i * E * I_{yi}) / \sum(E * I_{yi})$$

Công thức trên xác định dựa trên tính chất phân phối tải trọng ngang tỉ lệ thuận với độ cứng đối với các cấu kiện biến dạng đồng điệu.

Trên thực tế, hệ kết cấu thường tương đối phức tạp và có sự kết hợp của các cấu kiện thẳng đứng có biến dạng không đồng điệu với nhau. Trong những trường hợp đó, cần xác định vị trí tâm cứng thông qua định nghĩa của nó. Hình 6.1.1 thể hiện phương pháp xác định vị trí tâm cứng trong phần mềm Etabs



Hình 6.1.1. Nguyên lý xác định vị trí tâm cứng

Có thể tóm tắt phương pháp này như sau:

- Tại điểm A bất kỳ, đặt một lực đơn vị $F_x = 1$ theo phương X, xác định được góc xoay của sàn R_{zx}

- Vẫn tại điểm A, đặt một lực đơn vị $F_y = 1$ theo phương Y, xác định được góc xoay của sàn R_{zy}
- Đặt một mô men xoắn đơn vị $M_z = 1$ quanh trục Z, xác định được góc xoay của sàn R_{zz}
- Tọa độ (X, Y) của tâm cứng được xác định như sau: $X = -R_{zy}/R_{zz}$ và $Y = R_{zx}/R_{zz}$

Khi một lực đặt lên sàn không đi qua tâm cứng, nó sẽ gây ra một mô men xoắn với cánh tay đòn của lực được tính đến vị trí của tâm cứng.

6.1.2. Tâm khối lượng

Tâm khối lượng (CM - Center of Mass) của sàn chính là trọng tâm vật lý xét trên mặt bằng của sàn. Tọa độ xác định bằng các công thức đơn giản như sau:

$$X = \sum(X_i * m_i) / \sum(m_i) \text{ và } Y = \sum(Y_i * m_i) / \sum(m_i).$$

Vị trí của tâm khối lượng chính là điểm đặt của các lực liên quan đến tác động quán tính như: tải trọng động đất, thành phần động của tải trọng gió

6.1.3. Tâm hình học

Tâm hình học được xác định thông qua khoảng cách trung bình từ một điểm tới các biên của công trình theo phương đang xét.

Tâm hình học có thể được lấy làm vị trí tác dụng của các tải trọng tác dụng trên bề mặt như thành phần tĩnh của tải trọng gió

6.1.4. Ý nghĩa của việc xác định tâm cứng, tâm khối lượng và tâm hình học

Vị trí của tâm khối lượng và tâm hình học và các vị trí tác dụng của các lực liên quan như tải trọng gió (thành phần tĩnh, thành phần động) và tải trọng động đất.

Vị trí của tâm cứng, tâm khối lượng và tâm hình học của một mặt bằng kết cấu thường không trùng nhau, do đó dưới tác dụng của các tải trọng gió và động đất, công trình thường phải chịu thêm mô men xoắn do độ lệch của tải trọng so với tâm cứng.

Một số tiêu chuẩn thiết kế yêu cầu hạn chế độ lệch giữa tâm cứng, tâm khối lượng và tâm hình học ở mức cho phép.

6.2. Khối lượng tham gia dao động và Khối lượng hữu hiệu

6.2.1. Khối lượng tham gia dao động - Modal Participating Mass Ratio (MPMR)

Theo tài liệu Analysis Reference của CSI, Modal Participating Mass Ratio được xác định như sau:

$$MPMR = \frac{(\sum_{j=1}^n m_j * \Phi_{j,i})^2}{(\sum_{j=1}^n m_j)}$$

Giá trị này có thể tìm thấy trong bảng *Modal Participating Mass Ratio* được xuất bởi Etabs (menu **Display > Show Table**)

6.2.2. Khối lượng hữu hiệu - Effective Modal Mass (EMM)

Khối lượng hữu hiệu của dạng dao động được xác định theo công thức:

$$M_{td,i} = \frac{(\sum_{j=1}^n m_j * \Phi_{j,i})^2}{\sum_{j=1}^n m_j * \Phi_{j,i}^2}$$

Biểu thị dưới dạng phần trăm tổng khối lượng công trình như sau:

$$\%(M_{td,i}) = \frac{(\sum_{j=1}^n m_j * \Phi_{j,i})^2}{(\sum_{j=1}^n m_j * \Phi_{j,i}^2) * (\sum_{j=1}^n m_j)}$$

Giá trị này được sử dụng khi tính toán tải trọng động đất, và xét số lượng các dạng dao động được sử dụng để tính toán.

6.2.3. So sánh

Khối lượng tham gia dao động (MPMR) được sử dụng để đánh giá mức độ quan trọng của một dạng dao động và phương của dạng dao động đó.

Khối lượng hữu hiệu (EMM) hay Phần trăm khối lượng hữu hiệu %(EMM) được sử dụng để tính toán tải trọng động đất tác dụng lên hệ kết cấu nhiều bậc tự do (MDOF) trên cơ sở tính toán tác dụng của tải trọng động đất lên hệ có một bậc tự do (SDOF) có cùng khối lượng và chu kỳ dao động.

Về mặt toán học, chúng ta có thể dễ dàng nhận ra rằng MPMR và %(EMM) được xác định khác nhau một lượng $(\sum m \cdot \Phi^2)$ được gọi là khối lượng của dạng dao động.

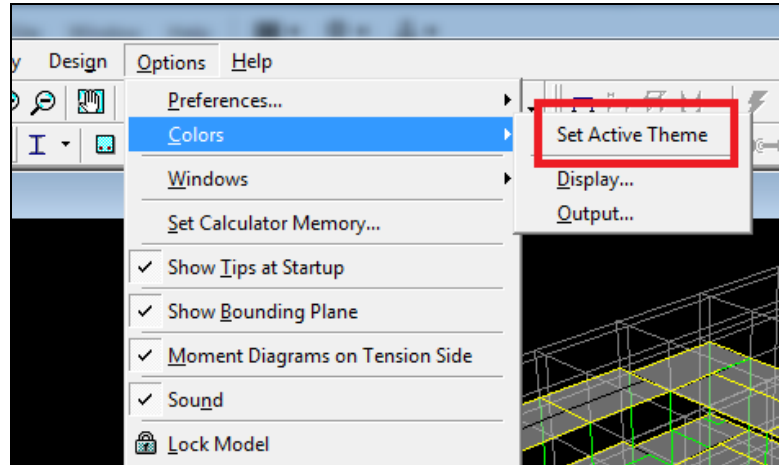
Trong trường hợp đặc biệt, với bài toán phẳng, do $(\sum m \cdot \Phi^2) = 1$; khi đó $MPMR = \%(EMM)$

Trong bài toán không gian, khối lượng của dạng dao động bao gồm khối lượng dao động theo các hướng X, Y và dao động xoắn quanh trục Z; tổng của các phương = 1; và giá trị của từng phương bé hơn 1; do đó với bài toán không gian thì theo từng phương ta có $MPMR < \%(EMM)$

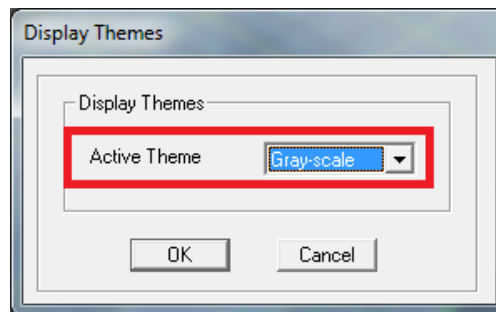
6.3. Chuyển chế độ hiển thị sang Style đen trắng

Khi muốn trích xuất hình ảnh để chèn vào các bảng tính, người dùng có thể chuyển chế độ hiển thị của Etabs sang nền màu trắng, và mô hình màu xám để có được hình ảnh dễ nhìn hơn.

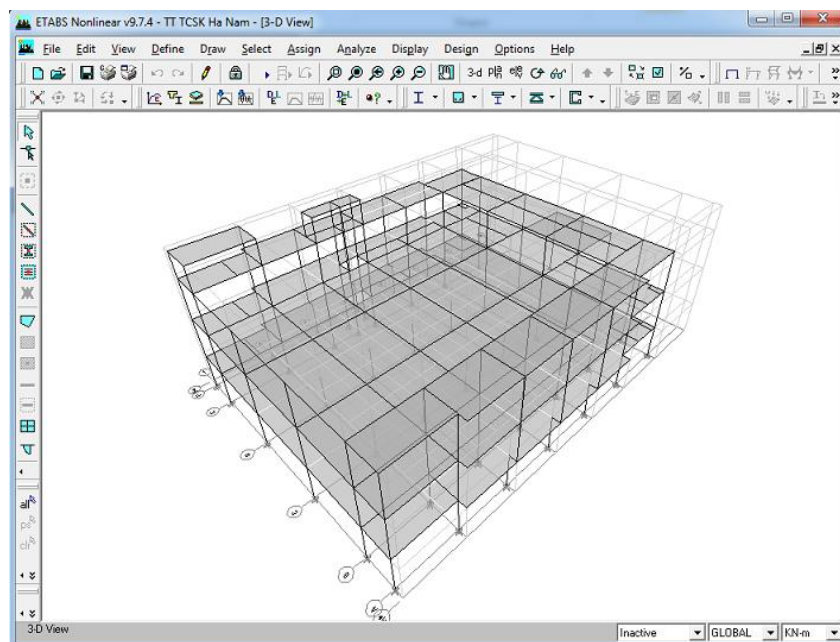
Để thực hiện điều này, click menu **Options > Color > Set Active Theme**



Trong cửa sổ *Display Theme*, chọn **Gray-Scale**



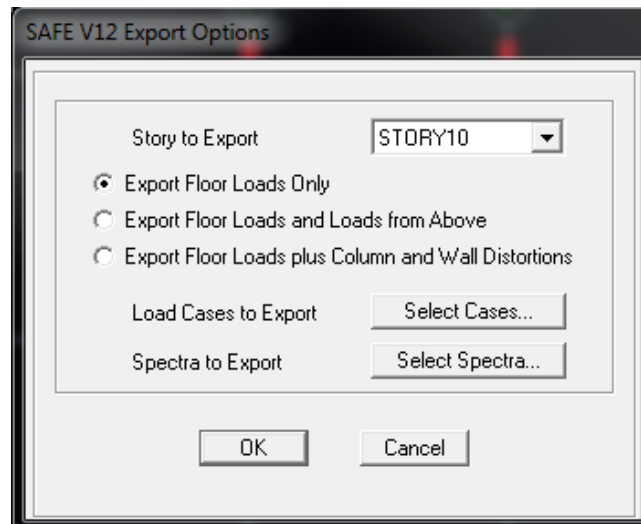
Phía dưới là hình ảnh cửa sổ làm việc của Etabs sau khi đã đổi style



Trong trường hợp muốn đổi lại nền mặc định, người dùng tiến hành lần lượt các bước trên và đặt lại chế độ **Classical** trong cửa sổ *Display Theme*

6.4. Xuất dữ liệu sang SAFE

Để xuất dữ liệu sang SAFE, người dùng click menu **File > Export > Save Story as SAFE V12 .f2k Text File**, cửa sổ *SAFE V12 Export Options* xuất hiện cho phép người dùng thực hiện một số lựa chọn phù hợp với mục đích xuất dữ liệu



Trong cửa sổ trên:

- Mục **Story to Export** cho phép người dùng chọn sàn (tầng) cần xuất, nếu người dùng muốn tính móng thì xuất tầng BASE
- Lựa chọn **Export Floor Loads Only** sử dụng trong trường hợp tính toán sàn, lúc này sơ đồ sàn và tải trọng trên sàn (hoặc dầm) sẽ được xuất sang SAFE
- Lựa chọn **Export Floor Loads and Loads from Above** sử dụng cho trường hợp tính toán móng, lúc này sơ đồ ở tầng BASE và quan trọng là tải trọng chân cột sẽ được xuất sang SAFE
- Lựa chọn **Export Floor Loads plus Column and Wall Distortions** sử dụng cho trường hợp người dùng muốn tính toán sàn khi kể đến tác dụng của tải trọng ngang. Column and Wall Distortions là góc xoay của cột và vách dưới các trường hợp tải trọng, được khai báo dưới dạng các chuyển vị cưỡng bức trong sơ đồ SAFE.
- Mục **Load Cases to Export** và **Spectra to Export** cho phép người dùng chọn các trường hợp tải trọng sẽ xuất ra

KetcauSoft - Phát triển phần mềm thiết kế kết cấu Việt Nam

PHẦN MỀM TÍNH TOÁN

WDL - Phần mềm tính toán tải trọng Gió
EQL - Phần mềm tính toán tải trọng Động đất
PBC - Phần mềm tính toán sức chịu tải của Cọc
PFD - Phần mềm thiết kế móng cọc
PBC 2015 - Phần mềm tính toán sức chịu tải của Cọc
PFD 2015 - Phần mềm thiết kế móng cọc
RCBc - Phần mềm tính toán và thiết kế cốt thép Dầm
KCS KTV - Phần mềm kiểm tra khả năng chịu lực của Vách
RCC - Phần mềm tính toán diện tích cốt thép cột
RCS - Phần mềm tính toán diện tích cốt thép Sàn
KCS IFD - Phần mềm thiết kế móng đơn
KCS STF - Phần mềm thiết kế khung thép tiến chế

PHẦN MỀM HỖ TRỢ TRIỂN KHAI BẢN VẼ KẾT CẤU

KCS SFD - Phần mềm vẽ và thống kê cốt thép móng băng
PFDe - Phần mềm triển khai chi tiết Đài cọc
RCCd - Phần mềm vẽ và thống kê cốt thép Cột
RCS - Phần mềm vẽ và thống kê cốt thép Sàn
RCB - Phần mềm vẽ và thống kê cốt thép Dầm
KCS LAT - Phần mềm vẽ và thống kê Lanh tô
PT Section - Phần mềm vẽ mặt cắt sàn Ứng suất trước

CÁC PHẦN MỀM KHÁC

CTK - Phần mềm thống kê cốt thép
KCS STK - Phần mềm thống kê thép hình
KCS Plotter - Phần mềm in tự động trong AutoCAD
KCS Gmail Notifier - Phần mềm tự động kiểm tra Gmail
KCS QuickC - Phần mềm tính toán nhanh cấu kiện BTCT

ỨNG DỤNG CHO REVIT

KCS Tools for Revit - Công cụ hỗ trợ của KetcauSoft cho Revit

© Bản quyền thuộc về KetcauSoft Group, <http://www.ketcausoft.com>

Công ty TNHH Kết Cấu WEFLY.

Địa chỉ: Phòng P10D Tầng 10 - Chung cư ngõ 141 Trương Định - Hà Nội.

Liên hệ: 0915.236.184

