

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI
KHOA CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT KẾ CẦU ĐƯỜNG



HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG

MIDAS/Civil

TẬP 1: KỸ NĂNG CƠ BẢN

Ths. Lê Đức Hiền

ver. 20090927

Mọi ý kiến đóng góp xây dựng xin gửi về:

Email: HIENLD@gmail.com

P. 306A6 ĐH GTVT – Đống Đa Hà Nội

Trân trọng cảm ơn!

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: MÔI TRƯỜNG HỖ TRỢ MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU MIDAS/Civil 1

1.1. Giao diện MIDAS/Civil	1
1.1.1. Menu cây (Tree view)	2
1.1.2. Menu ngữ cảnh (Context view)	2
1.1.3. Cửa sổ mô hình (Model window)	2
1.1.4. Cửa sổ bảng (Table window)	2
1.1.5. Giao diện dòng lệnh (Command window)	2
1.1.6. Thanh trạng thái (Status bar)	2
1.1.7. Thanh công cụ	3
1.2. Thiết lập môi trường làm việc	3
1.3. Các phương pháp và quy định nhập dữ liệu	4
1.3.1. Các phương pháp nhập số liệu	4
1.3.2. Các lệnh nhập số liệu	5
1.3.3. Biểu diễn mô hình	6
1.3.4. Hỗ trợ quan sát	6
1.3.5. Lựa chọn đối tượng	7
1.3.6. Kích hoạt và bỏ kích hoạt đối tượng	8

CHƯƠNG 2: MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU BẰNG MIDAS/Civil..... 9

2.1. Mô hình hóa hình học	9
2.1.1. Xác định kiểu kết cấu	9
2.1.2. Hệ thống đơn vị	9
2.1.3. Lựa chọn hệ tọa độ	10
2.1.4. Lưới định vị	13
2.1.5. Làm việc với nút	15
2.1.6. Làm việc với phần tử	18
2.1.7. Nhập mô hình hình học kết cấu từ AutoCAD	21
2.2. Mô hình hóa vật liệu	23
2.2.1. Vật liệu tiêu chuẩn	23
2.2.2. Vật liệu do người dùng định nghĩa	24
2.2.3. Nhập vật liệu từ các dự án khác	24
2.2.4. Vật liệu có tính năng thay đổi theo thời gian	25
2.2.5. Gán vật liệu cho phần tử	27
2.3. Mô hình hóa mặt cắt	27
2.3.1. Định nghĩa và khai báo mặt cắt	27
2.3.2. Gán mặt cắt cho phần tử	37
2.3.3. Khai báo mặt cắt thay đổi cho nhóm phần tử	38
2.3.4. Dữ liệu chiều dày	40
2.3.5. Nhập mặt cắt từ dự án khác	40
2.3.6. Xây dựng và tính toán mặt cắt tự định nghĩa bằng SPC	41
2.3.7. Hệ số tỷ lệ độ cứng mặt cắt	42
2.3.8. Nhập cốt thép thường cho mặt cắt dạng PSC	43
2.4. Mô hình hóa điều kiện biên	45
2.4.1. Gối	46
2.4.2. Liên kết	47
2.4.3. Các dạng điều kiện biên khác	49
2.4.4. Gán điều kiện biên với các trường hợp tải trọng	51
2.5. Mô hình hóa tải trọng	52

2.5.1. Các tải trọng tĩnh.....	52
2.5.2. Tải trọng di động.....	63
2.5.3. Tải trọng động.....	65
2.6. Mô hình hóa quá trình thi công.....	65
2.6.1. Làm việc với nhóm (Group)	65
2.6.2. Chuẩn bị số liệu	66
2.6.3. Khai báo các giai đoạn thi công	66
2.7. Kiểm tra sơ bộ mô hình kết cấu	69
2.7.1. Phương pháp quan sát	69
2.7.2. Phương pháp sử dụng bảng số liệu	69
2.7.3. Phương pháp kiểm tra tự động.....	69
2.8. Các công cụ hỗ trợ mô hình hóa trong MIDAS/Civil	70
2.8.1. Structure wizard	70
2.8.2. MCT Command Shell	73
2.8.3. Bill of material	73
2.8.4. Sectional Property Calculator	73
2.8.5. Text Editor	76
2.8.6. Convert Meta Files to DXF Files	76

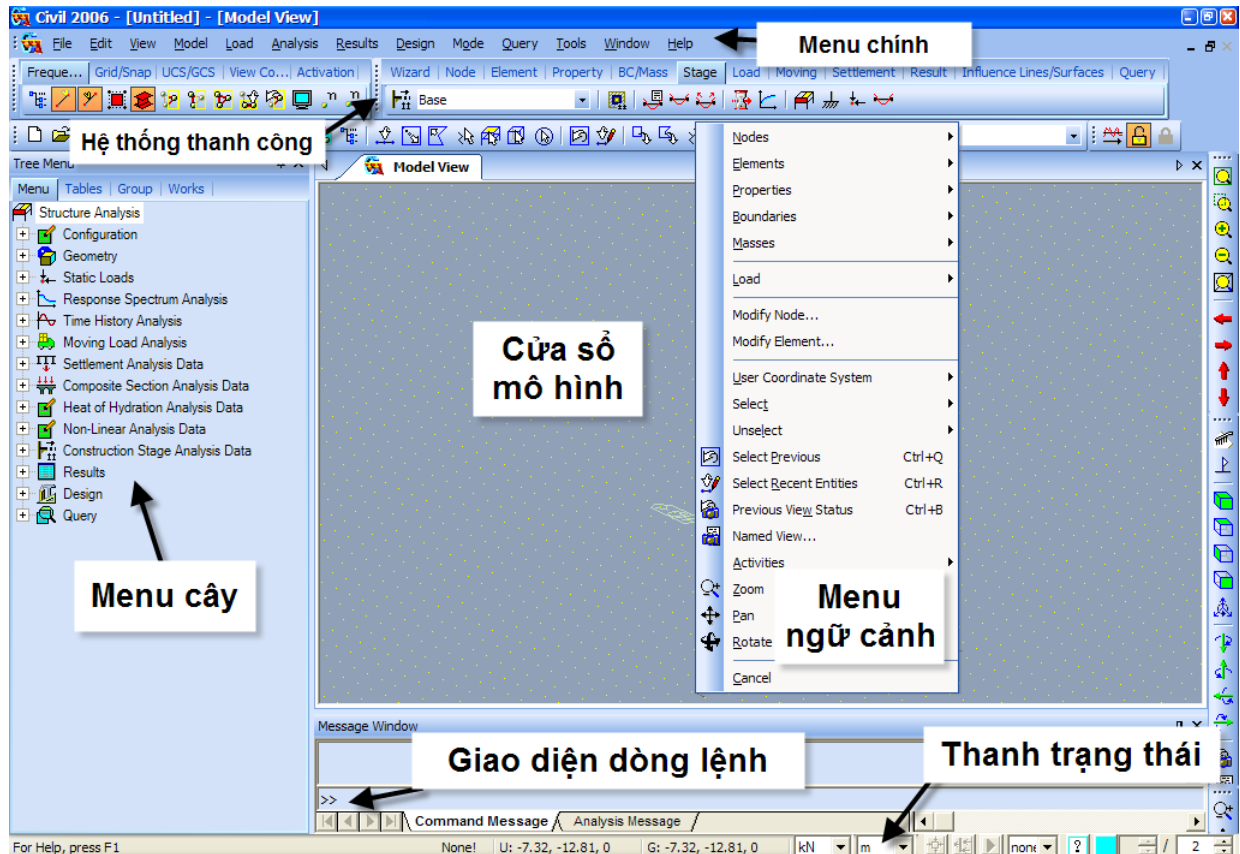
CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH KẾT CẤU..... 78

3.1. Phân tích.....	78
3.2. Xử lý kết quả phân tích	81
3.2.1. Chuyển đổi giai đoạn phân tích.....	81
3.2.2. Tổ hợp kết quả và lấy các giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất.....	81
3.2.3. Các loại kết quả phân tích	82
3.3. Các kiểu biểu diễn kết quả	82
3.3.1. Contour	82
3.3.2. Deform	82
3.3.3. Values	83
3.3.4. Legend.....	83
3.3.5. Animate.....	83
3.4. Xuất kết quả đầu ra	84
3.4.1. Kết quả dạng file văn bản	84
3.4.2. Kết quả dạng bảng.....	84
3.4.3. Dạng file đồ họa.....	84
3.4.4. Kết quả dạng bản in	84

CHƯƠNG 4: TÀI LIỆU THAM KHẢO..... 85

CHƯƠNG 1: MÔI TRƯỜNG HỖ TRỢ MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU MIDAS/Civil

1.1. Giao diện MIDAS/Civil



Hình 0-1: Giao diện Civil 2006

Các hệ thống Menu trong MIDAS/Civil như sau:

- File** Bao gồm các chức năng về file, in ấn và các chức năng liên quan.
- Edit** Các chức năng Undo và Redo cũng như các chức năng khác liên quan
- View** Phương pháp biểu diễn trực quan và các hàm hỗ trợ, các chức năng lựa chọn, các chức năng kích hoạt và bỏ kích hoạt,...
- Model** Nhập dữ liệu mô hình và tự động phát sinh lưới, nút, phần tử, các thông số mặt cắt, các điều kiện biên, khối lượng,...
- Analysis** Nhập vào tất cả các dữ liệu điều khiển cần thiết cho quá trình phân tích và các chức năng thực thi phân tích.
- Results** Vào các tổ hợp tải trọng, đưa ra kết quả phân tích (phản lực, chuyển vị, các thành phần lực, ứng suất, dạng dao động, dạng mặt ôn đỉnh,...), kiểm tra và các chức năng phân tích kết quả,...
- Design** Tự động thiết kế kết cấu thép, thép liên hợp bê tông, bê tông cốt thép, kiểm tra theo tiêu chuẩn.
- Mode** Các chức năng chuyển đổi giữa hai chế độ tiền xử lý và hậu xử lý.

Query	Các chức năng kiểm tra trạng thái của nút, phần tử và dữ liệu liên quan
Tools	Thiết lập hệ thống đơn vị và các thông số giao diện, thi hành lệnh qua file text (MCT), tính toán thống kê vật liệu, phát sinh số liệu động đất, Tính toán đặc trưng mặt cắt,..
Window	Các chức năng điều khiển đối với tất cả các cửa sổ trong cửa sổ chính và các chức năng sắp xếp
Help	Các chức năng giúp đỡ và truy cập tới trang chủ MIDAS IT

1.1.1. Menu cây (Tree view)

Gồm toàn bộ thủ tục mô hình hóa từ dữ liệu đầu vào cho phân tích, thiết kế và chuẩn bị tính toán được tổ chức có hệ thống. Tree menu có các thành phần :

- ✦ **Menu Tree:** Tổ chức thành dạng cây với các biểu tượng của tất cả các menu hệ thống.
- ✦ **Table Tree:** quản lý tất cả các dữ liệu của kết cấu ở dạng bảng.
- ✦ **Group Tree:** Liệt kê tất cả các nhóm và cho phép thêm bớt, chỉnh sửa nhóm, gán đối tượng cho nhóm.
- ✦ **Works Tree:** Cho phép người dùng nhìn thấy trạng thái của dữ liệu mô hình hiện thời và có thể hiệu chỉnh chúng bằng các thủ tục đơn giản như kéo và thả.

1.1.2. Menu ngữ cảnh (Context view)

Để thực hiện việc dịch chuyển ít nhất của chuột, một cách đơn giản là kích phải chuột. MIDAS/Civil tự động lựa chọn một hệ thống menu phù hợp với các chức năng liên quan hoặc các chức năng hay được dùng phản ánh tình huống đang làm việc của người sử dụng.

1.1.3. Cửa sổ mô hình (Model window)

Cửa sổ mô hình trình bày mô hình, biểu diễn các kết quả phân tích và thiết kế thông qua giao diện đồ họa tương tác.

Cửa sổ mô hình có thể biểu diễn một số cửa sổ đồng thời trên màn hình. Bởi vì mỗi cửa sổ trình diễn một cách độc lập, những hệ thống tọa độ người dùng khác nhau có thể được gán cho các cửa sổ riêng rẽ cho một mô hình. Thêm nữa, mỗi cửa sổ chia sẻ cùng cơ sở dữ liệu nên nội dung được biểu diễn trong một cửa sổ sẽ thay đổi theo các cửa sổ khác một cách đồng thời.

Cửa sổ mô hình có thể biểu diễn các hình dạng mô hình phổ biến cũng như các hình dạng được phát sinh bằng cách tính năng luôn cập nhật như các đường khuất, tự loại bỏ các mặt khuất, đổ bóng, chiếu sáng, tô màu,..

1.1.4. Cửa sổ bảng (Table window)

Các cửa sổ dạng bảng hiển thị tất cả toàn bộ dữ liệu, các kết quả phân tích và thiết kế trong dạng bảng kéo dài. Cho phép hiệu chỉnh số liệu, bổ sung số liệu, biên tập, sắp xếp dữ liệu theo các tiêu chuẩn khác nhau hoặc tìm kiếm. Có thể chuyển đổi bảng sang dạng bảng của Excel.

1.1.5. Giao diện dòng lệnh (Command window)

Cửa sổ thông điệp hiển thị tất cả các thông tin cần thiết cho mô hình hóa, các thông tin cảnh báo và lỗi. Cho phép gọi các chức năng qua giao diện dòng lệnh (phiên bản 7.0 trở lên).

1.1.6. Thanh trạng thái (Status bar)

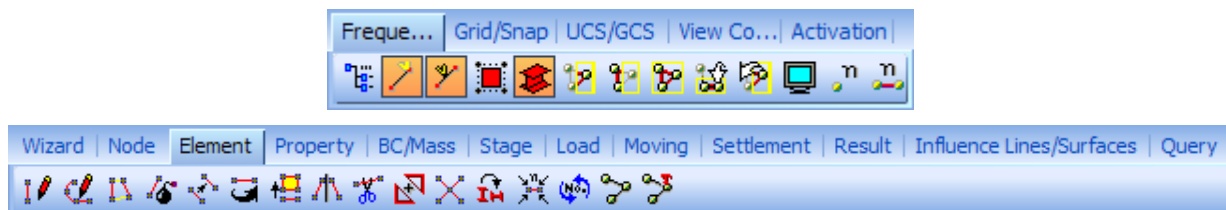
Thanh trạng thái biểu diễn các vấn đề liên quan đến tất cả các loại hệ thống tọa độ, chuyển đổi hệ thống đơn vị, lựa chọn việc lọc, truy vấn nhanh, điều khiển bắt phần tử,.. làm tăng hiệu quả làm việc.



Hình 0-2: Thanh trạng thái

1.1.7. Thanh công cụ

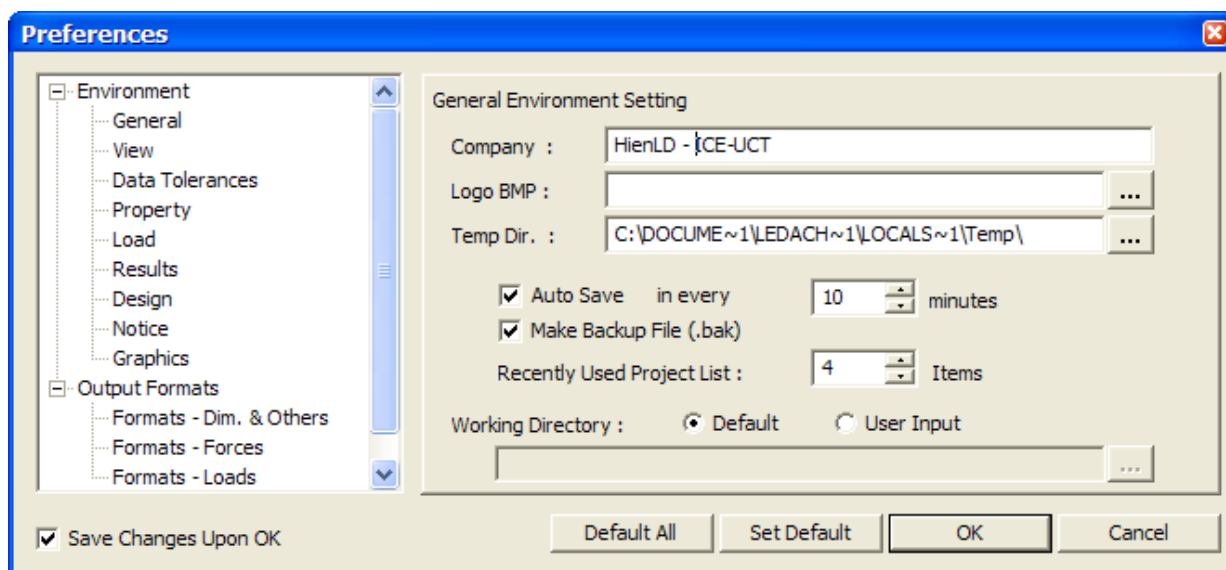
Menu biểu tượng giúp cho người sử dụng dễ dàng kích hoạt các chức năng hay được sử dụng trong MIDAS/Civil. Mỗi biểu tượng được nhóm lại với các mục đích tương tự nhau.



Hình 0-3: Thanh công cụ

1.2. Thiết lập môi trường làm việc

Người dùng nên định nghĩa môi trường làm việc trước khi bắt đầu một dự án mới. Giao diện cài đặt môi trường làm việc được gọi thông qua menu *Tools>Preferences*.



Hình 0-4: Thiết lập thông số hệ thống

Environment General (Môi trường chung) Thiết lập tên, biểu tượng công ty, và các mặc định việc ghi file,...

View (Hiển thị) Đặt mặc định cho cửa sổ và các kích thước của nó.

Data Tolerance (Dung sai hay sai số số liệu) Gán các giới hạn của tổ hợp nút và giới hạn trên của các giá trị số để phân biệt với số không.

Property (thuộc tính) Chọn cơ sở dữ liệu mặc định cho vật liệu và mặt cắt

Load (Tải trọng) Thiết lập cơ sở dữ liệu đối với các tải trọng sàn.

Results (Kết quả) Thiết lập cách thể hiện kết quả.

Design (Thiết kế) Gán các tiêu chuẩn thiết kế thích hợp cho các kiểu thông số vật liệu khác nhau.

Output formats (Định dạng kết quả): Thiết lập định dạng hiển thị kết quả.

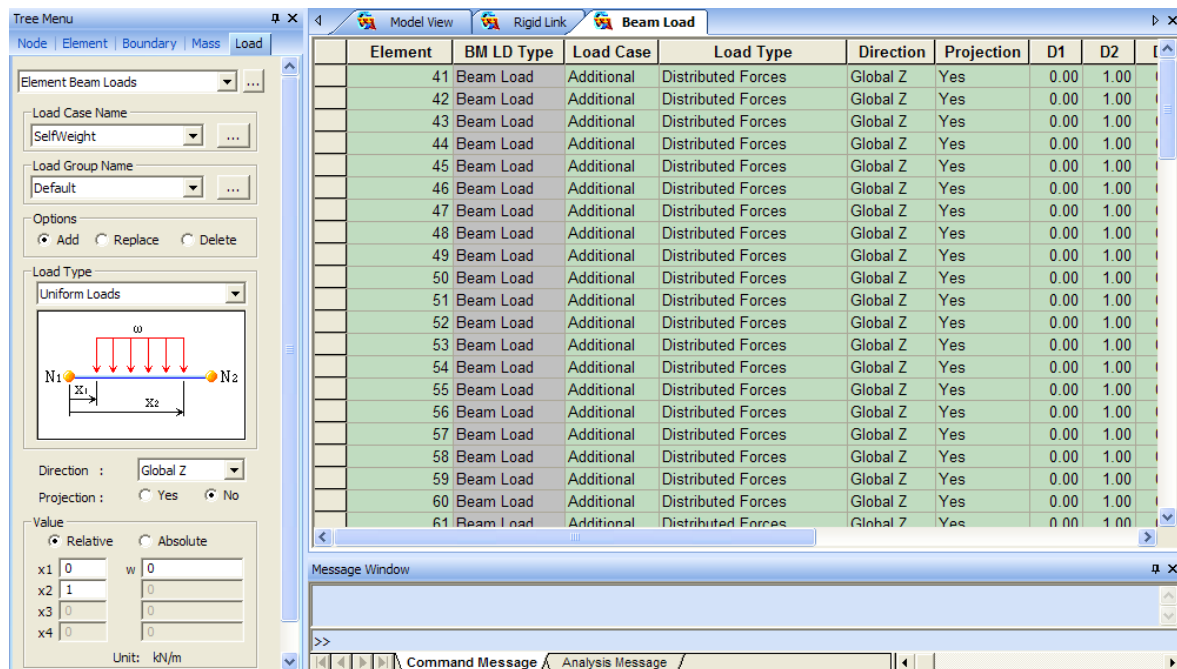
1.3. Các phương pháp và quy định nhập dữ liệu

1.3.1. Các phương pháp nhập số liệu

Toàn bộ dữ liệu được nhập vào thông qua các cách sau:

- ◆ Hộp thoại.
- ◆ Cửa sổ dạng bảng.
- ◆ File dữ liệu MCT
- ◆ Cửa sổ mô hình.

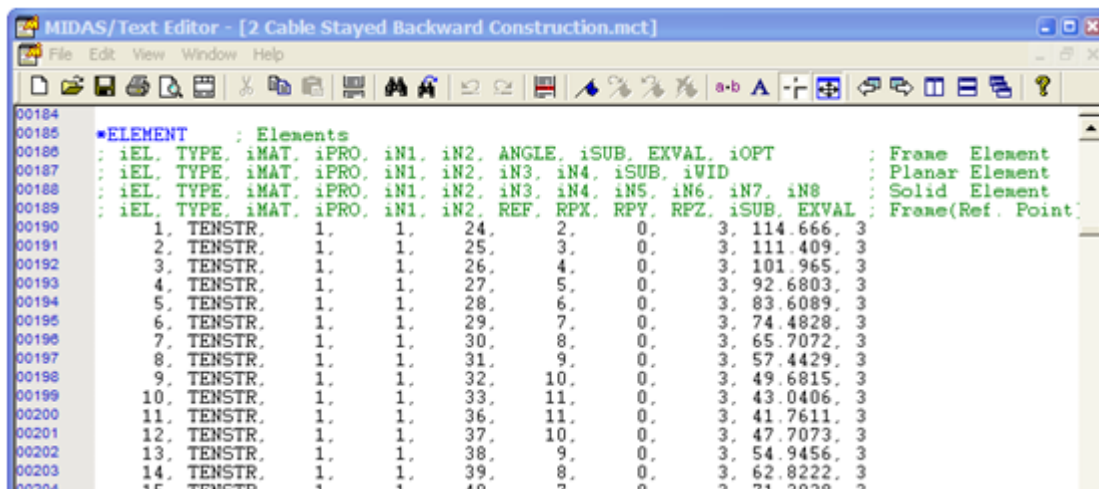
Dùng hộp hội thoại, dữ liệu có thể được nhập vào từ chuột lần bàn phím. Bàn phím được sử dụng chủ yếu cho các kiểu cửa sổ bảng, chuột được sử dụng chủ yếu trong cửa sổ mô hình.



Hình 0-5: Nhập số liệu

Cửa sổ bảng cho phép người dùng tạo thêm các dữ liệu hoặc hiệu chỉnh bất kỳ.

Định dạng MCT là một tính năng mô hình hóa cho phép người dùng mô hình kết cấu thông qua các lệnh dạng văn bản.



Hình 0-6: Cấu trúc file dữ liệu MCT

1.3.2. Các lệnh nhập số liệu

Để thuận tiện, MIDAS/Civil cung cấp các lựa chọn nhập dữ liệu sau đây:

- ✦ Ở một số dữ liệu kiểu số được nhập vào một cách liên tục trong một trường dữ liệu, những dữ liệu này có thể được phân biệt bằng một dấu “,” (phẩy) hoặc một dấu “ ” (cách, ký tự trắng). Ví dụ ‘333, 102, 101’ hoặc “333 102 101”
- ✦ Dữ liệu về vị trí, các thuộc tính và mặt cắt phần tử và những dữ liệu thích hợp khác có thể được nhập vào thông qua các phép gán đơn giản trong cửa sổ mô hình.
- ✦ Chiều dài hoặc sự gia tăng theo hướng có thể được chỉ định bằng việc sử dụng chuột lựa chọn vị trí ban đầu và các điều cuối phù hợp trong cửa sổ mô hình hơn là việc gõ những dữ liệu này trực tiếp từ bàn phím.
- ✦ Ở những chỗ mà chiều dài bằng nhau được lặp lại, dữ liệu có thể được đơn giản hóa bằng cách gõ “số lần lặp @ chiều dài” thay vì lặp đi lặp lại cùng một số.
Ví dụ: 20, 25, 22.3, 22.3, 22.3, 22.3, 22.3, 88 tương đương với 20, 25, 5@22.3,88

Bàn phím có thể được dùng để nhập các dữ liệu được chọn một cách trực tiếp. Việc đánh số hiệu nút hoặc số hiệu phần tử liên quan có thể là một cấp số cộng hoặc cấp số tăng. Khi đó, dữ liệu có thể được đơn giản bằng cách viết “số hiệu đầu tiên to (hoặc t) số hiệu cuối cùng” hoặc số hiệu đầu tiên to (t) số hiệu cuối cùng by bước tăng”

Ví dụ 21, 22, ... , 54, 55, 56 tương đương “21 to 56”, “21 t 56”

Ví dụ 35, 40, 45, 50, 55, 60 tương đương “35 to 60 by 5”, “35 t 60 by 5”

Số và các biểu thức toán học có thể được dùng trong dạng tổ hợp.

Các ký hiệu toán học và ngoặc đơn được áp dụng trong tính toán kỹ thuật có thể được sử dụng.

Ví dụ: $\pi \times 202$ tương đương với PHI * 20^2

Ví dụ: $35 + 3 \times (\sin 30^\circ + 2\sqrt{\cos^2 30^\circ + \sin^2 30^\circ})$

Tương đương với “35 + 3 * (sin(30) + 2 * SQRT(cos(30)^2+sin(30)^2))”

Ký hiệu	Nội dung	Ghi chú
(	Mở ngoặc đơn	—
)	Đóng ngoặc đơn	—
^	Lũy thừa của n (^2→bình phương, ^3→lập phương)	Ví dụ.: $2^3 = 2 \wedge 3$
+	Cộng	—
—	Trừ	—
*	Nhân	—
/	Chia	—
PI	π	3.141592653589793
SQRT	$\sqrt{\quad}$	Ví dụ.: $\sqrt{2} = \text{SQRT}(2)$
SIN	Sin	Đơn vị: Độ
COS	Cos	Đơn vị: Độ
TAN	Tang	Đơn vị: Độ
ASIN	Arcsin	Vd.: $\sin^{-1}(0.3)=\text{ASIN}(0.3)$
ACOS	Arccos	Vd.: $\cos^{-1}(0.3)=\text{ACOS}(0.3)$
ATAN	Arctang	Vd.: $\tan^{-1}(0.3)=\text{ATAN}(0.3)$
EXP	Hàm số mũ	Vd.: $e^{0.3}=\text{EXP}(0.3)$

SINH	Sin hypebol	Vd.: sinh(1)=SINH(1)
COSH	Cos hypebol	Vd.: cosh(1)=COSH(1)
COTAN	Cos/Sin	Vd.: cotan(1)=COTAN(1)
LN	Logarit tự nhiên	–
LOG	Logarit cơ số 10	–

Ghi chú về cách dùng:

- ✦ Các toán tử chấp nhận cả chữ hoa lẫn chữ thường
- ✦ Vì các toán tử giống như trong tính toán kỹ thuật, nên cấu trúc của các phép toán theo qui tắc của các toán học thông thường.

1.3.3. Biểu diễn mô hình

Các chức năng biểu diễn hình dạng mô hình của MIDAS/Civil như Wire Frame, Hidden, Shrink, Perspective and Render View biểu diễn mô hình với nhiều kiểu hình dạng và quan sát khác nhau. Những chức năng này giúp người sử dụng kiểm soát được trạng thái nhập liệu của mô hình và thao tác với mô hình như mong muốn.



Hình 0-7: Các thiết lập hiển thị

Các chức năng biểu diễn hình dạng mô hình của MIDAS/Civil gồm có:

- Shrink: hiển thị các phần tử được mô hình hóa với các kích thước bị thu ngắn. Tính năng này cho phép kiểm tra sự kết nối giữa các phần tử và nút.
- Perspective: hiển thị quan sát ba chiều của mô hình.
- Hidden: hiển thị hình dạng mô hình phản ánh các hình dạng mặt cắt của các phần tử và chiều dày của chúng như khi chúng xuất hiện ngoài thực tế.
- Render View: hiển thị hình dạng mô hình phản ánh các hình dạng mặt cắt của các phần tử và chiều dày của chúng với hiệu ứng bóng đổ như thực tế.
- Rendering Option: điều chỉnh các hiệu ứng về ánh sáng và bóng đổ cho tính năng Render View.
- Display: hiển thị trong cửa sổ làm việc các số hiệu nút và phần tử, các ký hiệu vật liệu và mặt cắt, các trạng thái đầu vào của tải trọng,...
- Display Option: điều khiển tất cả thông số đồ họa được hiển thị trong cửa sổ làm việc như bảng màu của các tính chất, kích thước biểu diễn,...

1.3.4. Hỗ trợ quan sát

Tất cả các tính năng quan sát của MIDAS/Civil hỗ trợ cho người dùng có được các quan sát ba chiều của mô hình và các kết quả phân tích. Những tính năng điều khiển quan sát này như sau:

Điểm quan sát

- Iso View: biểu diễn mô hình trong không gian ba chiều.
- Top View: biểu diễn mô hình như khi được nhìn theo chiều +Z.
- Left View: biểu diễn mô hình như khi được nhìn theo chiều -X
- Right View: biểu diễn mô hình như khi được nhìn theo chiều +X
- Front View: biểu diễn mô hình như khi được nhìn theo chiều -Y.

 Angle View: biểu diễn mô hình như khi được nhìn từ một điểm được chỉ định trước.

Quay

-  Rotate Left: quay mô hình sang bên trái (theo chiều kim đồng hồ quanh trục Z).
-  Rotate Right: quay mô hình sang bên phải (ngược chiều kim đồng hồ quanh trục Z).
-  Rotate Up: quay mô hình lên trên từ mặt phẳng nằm ngang.
-  Rotate Down: quay mô hình xuống dưới từ mặt phẳng nằm ngang.

Phóng to/thu nhỏ

-  Zoom Fit: đưa mô hình vừa khít với kích thước màn hình theo các tỉ lệ tăng/giảm.
-  Zoom Window: ấn định kích thước mong muốn của cửa sổ bằng cách kéo một góc cửa sổ bằng chuột.
-  Zoom In: tăng cửa sổ hiện tại một cách từ từ.
-  Zoom Out: giảm cửa sổ hiện tại một cách từ từ.

Dịch chuyển

-  Pan Left: dịch chuyển cửa sổ mô hình sang bên trái.
-  Pan Right: dịch chuyển cửa sổ mô hình sang bên phải.
-  Pan Up: dịch chuyển cửa sổ mô hình lên phía trên.
-  Pan Down: dịch chuyển cửa sổ mô hình xuống phía dưới.

1.3.5. Lựa chọn đối tượng

Các tính năng lựa chọn rất quan trọng và rất cần thiết đối với tất cả các công tác phát sinh mô hình kết cấu. Trong MIDAS/Civil việc lựa chọn đối tượng tương tự như trong AutoCAD, gồm có những tính năng này như sau:

	Select Single	Chọn từng đối tượng
	Select Window	Chọn bằng cửa sổ chữ nhật
	Select Polygon	Chọn bằng đa giác
	Select Intersect	Chọn các điểm giao
	Select Identity-Nodes	Chọn theo số hiệu nút
	Select Identity-Elements	Chọn theo số hiệu phần tử
	Select Previous	Chọn lại đối tượng đã được chọn trước đó
	Select Recent Entities	Chọn các đối tượng mới tạo
	Select Plane	Chọn theo mặt phẳng
	Select Volume	Chọn theo khối không gian
	Select All	Chọn tất cả

Ngược lại với thao tác lựa chọn ta có các thao tác ngược lại là loại bỏ đối tượng khỏi tập hợp đang chọn như: **Unselect Window**, **Unselect all**  

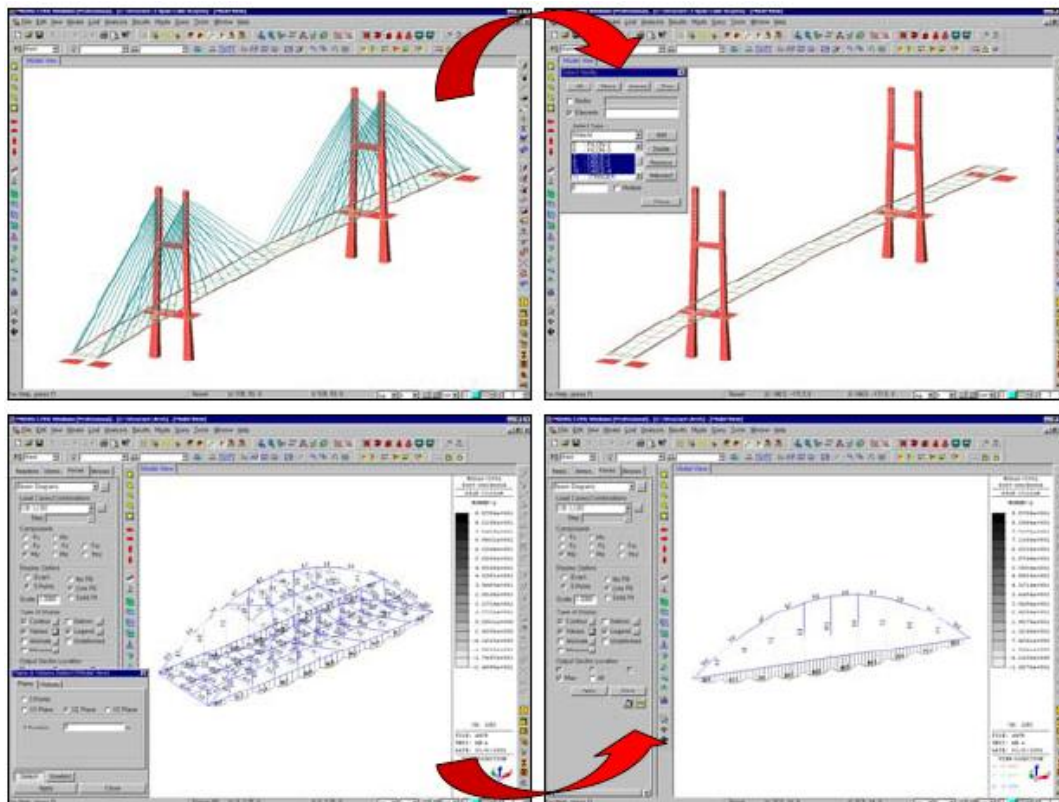
1.3.6. Kích hoạt và bỏ kích hoạt đối tượng

Tính năng Active/Inactive được sử dụng để hiển thị hoặc ẩn các bộ phận nhất định của kết cấu.

Active biểu diễn một trạng thái mà các công tác mô hình hóa có thể được thực hiện. Các công tác mô hình hóa như chọn, thêm và hiệu chỉnh không cho phép đối với các phần không kích hoạt.

Inactivated Object trong mục Draw ở phần View>Display Option cho phép bỏ kích hoạt các phần sẽ xuất hiện hoặc không xuất hiện trên màn hình.

Tính năng này có thể được sử dụng một cách hiệu quả đối với các kết cấu phức tạp hoặc các công tác hậu xử lý.



Hình 0-8: Kích hoạt/bỏ kích hoạt đối tượng

Ví dụ, bằng cách kích hoạt phần bản của một kết cấu cầu trên màn hình, công tác mô hình trở nên dễ quản lý hơn. Tính năng này làm đơn giản các công tác như thêm hoặc hiệu chỉnh các nút và phần tử, xem xét các kết quả phân tích bằng cách kích hoạt một cách có lựa chọn các kiểu phần tử, mặt cắt hoặc kiểu thuộc tính nhất định. Việc phân tích các giá trị thành phần lực lớn nhất và nhỏ nhất sẽ trở nên dễ dàng hơn.

Tính năng Active/Inactive được sử dụng kết hợp với các tính năng lựa chọn. Sau khi chọn các phần đối tượng mong muốn, kích hoạt hoặc bỏ kích hoạt các sự lựa chọn tương ứng bằng các tính năng được tóm tắt dưới đây.



Active: hiển thị chỉ phần được chọn trong khi các phần khác bị ẩn.



Inactive: ẩn chỉ các phần được chọn trong khi các phần khác được hiển thị.



Inverse Active: chuyển ngược lại trạng thái ẩn/hiện của các đối tượng.



Active All: kích hoạt tất cả các đối tượng.



Active Identity: kích hoạt các đối tượng được chọn trên mặt phẳng xy của UCS.



Active Previous: trở lại trạng thái kích hoạt hoặc bỏ kích hoạt trước đó.

CHƯƠNG 2: MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU BẰNG MIDAS/Civil

Mô hình hóa kết cấu thuộc giai đoạn tiền xử lý. Tập trung vào các công tác định nghĩa **vật liệu, mặt cắt, phần tử, điều kiện biên và tải trọng**. Kết quả phân tích sẽ phụ thuộc hoàn toàn vào mô hình kết cấu được xây dựng. Do vậy, càng làm chính xác trong giai đoạn mô hình hóa càng phản ánh ứng xử của kết cấu đang được phân tích. MIDAS/Civil hỗ trợ nhiều công cụ phục vụ công tác mô hình hóa. Gồm các nhóm chức năng cơ bản sau:

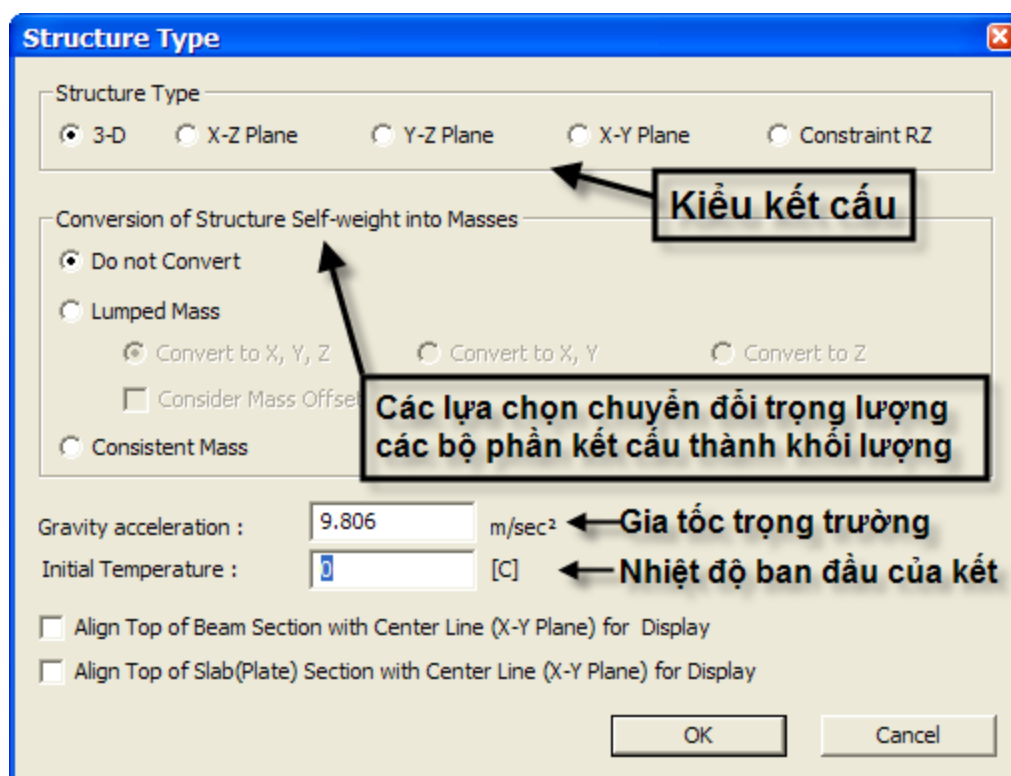
- ◆ Mô hình hóa hình học
- ◆ Mô hình hóa vật liệu
- ◆ Mô hình hóa mặt cắt
- ◆ Mô hình hóa điều kiện biên
- ◆ Mô hình hóa tải trọng
- ◆ Mô hình hóa quá trình thi công
- ◆ Kiểm tra công tác mô hình

2.1. Mô hình hóa hình học

2.1.1. Xác định kiểu kết cấu

Trước khi mô hình cần xác định kiểu kết cấu là 2D hay 3D, thiết lập các thông số cơ bản...

Chọn menu *Model > Structure Type...*

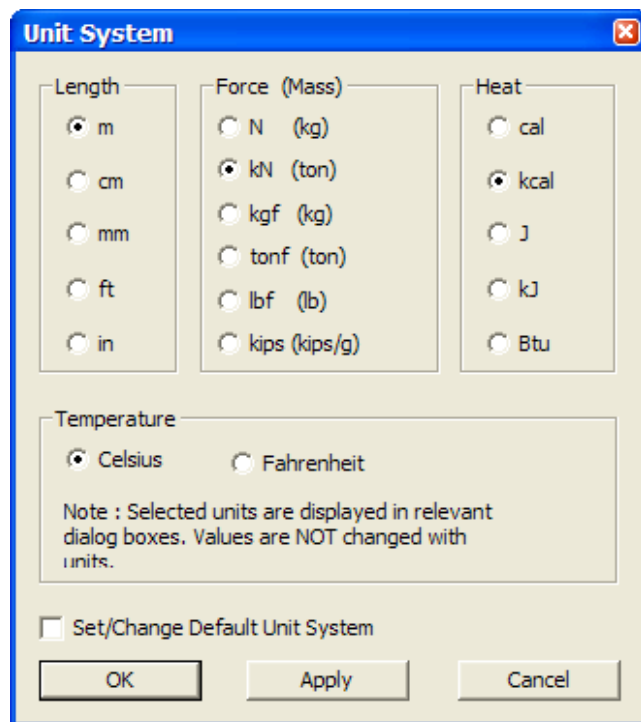


Hình 0-1: Thiết lập kiểu kết cấu

2.1.2. Hệ thống đơn vị

MIDAS/Civil cho phép nhập dữ liệu theo nhiều hệ đơn vị khác nhau. Trong một dự án người dùng có thể sử dụng nhiều loại đơn vị để mô hình hóa thông qua chức năng tự động chuyển đổi đơn vị.

Ví dụ ta có thể nhập đơn vị đo dài dạng “m” cho kết cấu dầm và dạng “mm” cho mặt cắt. Sử dụng menu *Tools > Unit System* hoặc hệ thống đơn vị ở thanh trạng thái để xác lập và chuyển đổi các loại đơn vị.



Hình 0-2: Hệ thống đơn vị

2.1.3. Lựa chọn hệ tọa độ

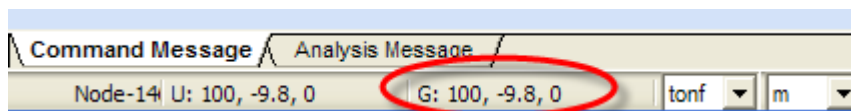
Để phục vụ quá trình mô hình hoá kết cấu, Midas Civil cung cấp 4 loại hệ trục tọa độ cơ bản sau đây:

- ◆ Hệ trục tọa độ tổng thể : GCS
- ◆ Hệ trục tọa độ phân tử (EGS)
- ◆ Hệ trục tọa độ nút (NGS)
- ◆ Hệ trục tọa độ tự định nghĩa (UCS)

2.1.3.1. Hệ tọa độ tổng thể (GCS :Global coordinate system)

GCS là một hệ trục tọa độ Đề Các vuông góc bao gồm 3 trục X,Y,Z đôi một vuông góc với nhau, có chiều tuân theo quy tắc bàn tay phải. Các trục ký hiệu bằng 3 chữ in hoa : X,Y,Z. Điểm gốc được mặc định có tọa độ (0,0,0).

Trong màn hình chính của Midas/Civil, trục Z của GCS mặc định trùng với trục thẳng đứng của màn hình. Mỗi điểm trên màn hình MIDAS/Civil đều tương ứng với một tọa độ nhất định trong hệ tọa độ tổng thể, các giá trị (X,Y,Z) này được hiển thị ở thanh Status Bar.



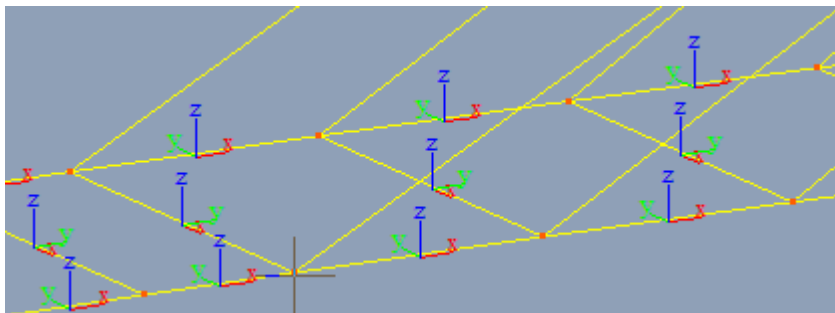
Hình 0-3: Tọa độ GCS

GCS được dùng để mô hình hoá kết cấu (vị trí nút, vị trí và chiều của phần tử), tải trọng (điểm đặt và chiều của tải trọng...).

GCS cũng được dùng làm mốc để định nghĩa, xác định các hệ toạ độ khác (UCS, ECS, NCS).

2.1.3.2. Hệ toạ độ phần tử (ECS :Element Coordinate System)

Hệ trục toạ độ phần tử (ECS) cũng có dạng 3 trục đôi một vuông góc (hệ toạ độ Đề Cắc). Chiều dương của các trục được xác định theo quy tắc tam diện thuận (quy tắc bàn tay phải). Các trục của hệ toạ độ này được kí hiệu bởi các chữ cái thường: (x,y,z).



Hình 0-4: Hệ toạ độ phần tử

Hệ toạ độ phần tử được xác định như sau:

Gốc của ECS lấy ở điểm giữa phần tử.

- ◆ **Trục x** : dọc theo phần tử, có chiều trùng với chiều của phần tử.
- ◆ **Trục z** : vuông góc với x, có chiều tạo với Z của GCS một góc nhọn, thường là trục “yếu” của mặt cắt (mômen quán tính của mặt cắt quay trục z thường nhỏ hơn mômen quán tính quanh trục y)
- ◆ **Trục y** : xác định từ x, z theo quy tắc tam diện thuận.

ECS được dùng để nhập dữ liệu, hiển thị các kết quả, dữ liệu liên quan đến phần tử như nội lực trong phần tử, ứng suất...

2.1.3.3. Hệ toạ độ nút (NCS :Node Coordinate System)

Trong đồ giải bài toán kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn (lấy chuyển vị nút làm ẩn), ta chỉ cần sử dụng hệ toạ độ địa phương đặt tại phần tử và hệ toạ độ tổng thể của kết cấu để tính toán. Như vậy, việc xuất hiện hệ toạ độ nút (NCS) thực chất là để thuận tiện cho việc mô hình hoá điều kiện biên, tải trọng và chuyển vị đặt tại nút.

- ◆ Gối cứng (Supports)
- ◆ Gối đàn hồi (Spring supports)
- ◆ Chuyển vị gối (Displacements of support)

NCS cũng là một hệ toạ độ Đề Cắc vuông góc, kí hiệu (x,y,z). Gốc đặt tại nút.

NCS được dùng để mô hình các điều kiện biên và chuyển vị gối.

2.1.3.4. Hệ toạ độ tự định nghĩa (UCS : User coordinate system)

Để thuận tiện cho việc mô hình hoá kết cấu ở những vị trí đặc biệt hoặc phần kết cấu có dạng đặc biệt (ví dụ mô hình các phần tử thuộc cùng một mặt phẳng trong kết cấu tổng thể là kết cấu không gian), ta có thể tự định nghĩa lấy hệ toạ độ cho phù hợp rồi từ đó mô hình kết cấu, tải trọng. UCS được thiết lập từ là mốc là GCS, UCS cũng là một hệ toạ độ Đề Cắc vuông góc.

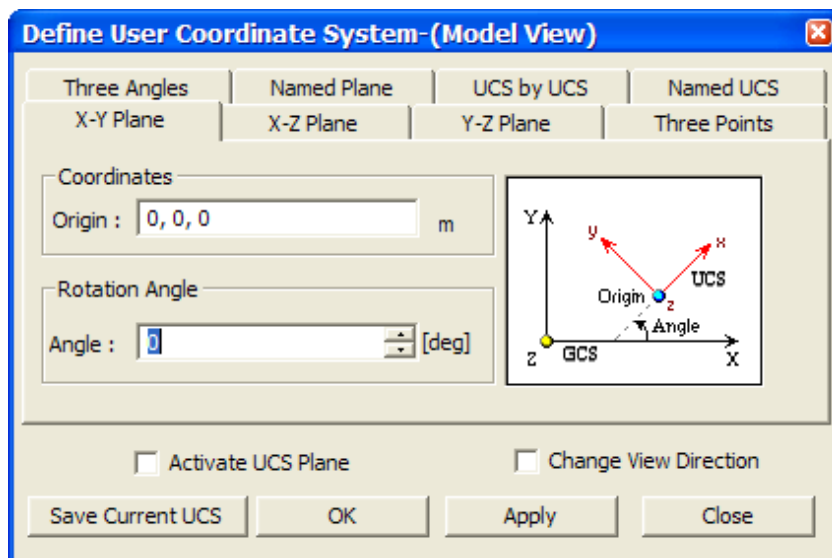
Khi định nghĩa UCS, nói chung các yếu tố cần khai báo là :

- ◆ Toạ độ gốc của UCS (Origin)

♦ Phương, chiều của các trục.

Trình tự khai báo hệ tọa độ tự định nghĩa:

Chọn menu Model > User Coordinate System > X-Y plane



Hình 0-5: Định nghĩa hệ tọa độ người dùng X-Y

Ý nghĩa các thẻ chính (tab):

1. **X-Y plane** : Hệ tọa độ phẳng (x,y) trong mặt phẳng X-Y của GCS.

Coordinate – Origin: gốc của UCS trên hệ tọa độ tổng thể.

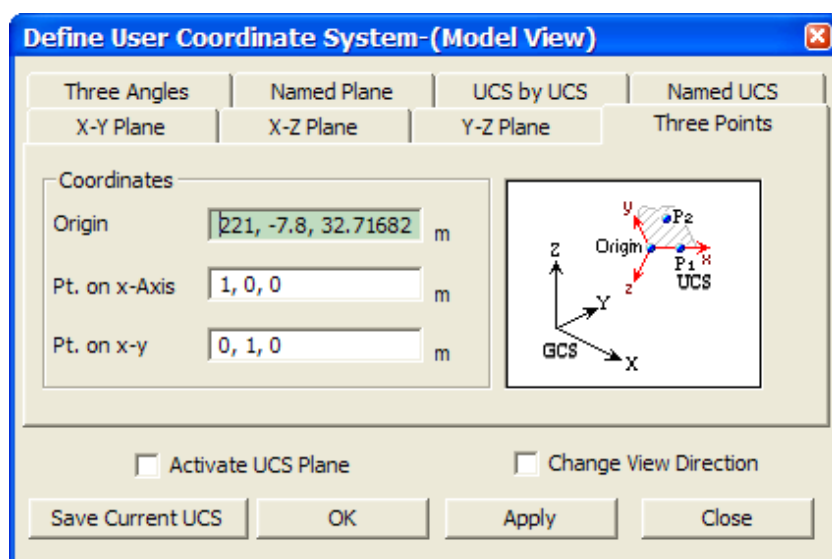
Rotation Angle – Angle: góc nghiêng (có dấu) tạo bởi chiều dương của trục x trong X-Y plane UCS với chiều dương của trục X của hệ tọa độ tổng thể.

2. **X-Z plane** : Hệ tọa độ phẳng (x,z) trong mặt phẳng X-Z của GCS.

3. **Y-Z plane** : Hệ tọa độ phẳng (y,z) trong mặt phẳng Y-Z của GCS.

Cách gọi và nhập dữ liệu hoàn toàn giống với X-Y plane UCS.

4. **Three - point UCS** : Hệ tọa độ không gian (x,y,z) được định nghĩa bởi ba điểm.

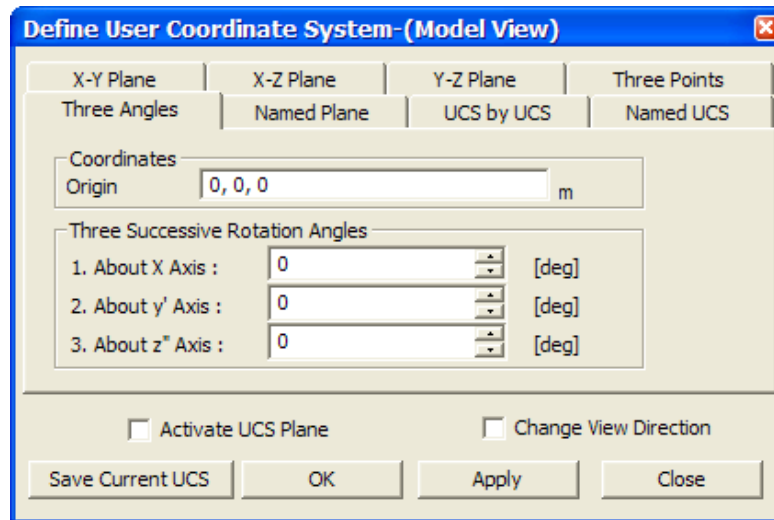


Hình 0-6: Định nghĩa hệ tọa độ người dùng Three Points

Hệ tọa độ này được định nghĩa từ ba thông số là:

- ✦ Vị trí gốc tọa độ trong hệ tọa độ tổng thể.
- ✦ Tọa độ của một điểm thuộc trục x của hệ tọa độ này trên hệ tọa độ tổng thể
- ✦ Tọa độ của một điểm thuộc mặt phẳng x-y của hệ tọa độ này trên hệ tọa độ tổng thể.

5. Three - angle (Ba góc)



Hình 0-7: Định nghĩa hệ tọa độ người dùng Three Angles

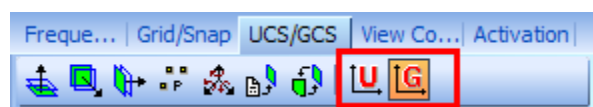
Dạng Three - angle UCS là một hệ tọa độ Đề các 3 chiều trong không gian (x,y,z), được dựng lên từ hệ tọa độ tổng thể thông qua các phép biến hình lần lượt như sau :

- ✦ Tịnh tiến gốc của GCS về vị trí mới (sẽ là vị trí gốc của UCS sau này)
- ✦ Quay hệ tọa độ đã tịnh tiến quanh trục song song với X một góc định trước.
- ✦ Quay tiếp hệ tọa độ thu được quay trục song song với Y một góc định trước.
- ✦ Quay tiếp hệ tọa độ thu được quay trục song song với Z một góc định trước.

Activate UCS Plane: Kích hoạt hệ tọa độ UCS.

Change View Direction: Thay đổi hướng nhìn.

Chú ý : Ta có thể định nghĩa nhiều UCS để tiện mô hình hoá, nhưng trong quá trình mô hình hoá phải luôn nhớ đang mô hình trong hệ tọa độ nào. Tốt nhất là mô hình theo hệ tọa độ tổng thể GCS. Để chuyển đổi qua lại hai dạng hệ trục tọa độ sử dụng thanh công cụ:



Hình 0-8: Thay đổi hệ tọa độ GCS - UCS

2.1.4. Lưới định vị

MIDAS/Civil cung cấp hai dạng lưới để hỗ trợ quá trình mô hình kết cấu theo cách vẽ trực tiếp trên màn hình: Hệ thống lưới dạng điểm và hệ thống lưới dạng đường thẳng. Chức năng này tương đối giống với chức năng Grids trong Auto Cad, tiện cho việc mô hình các bài toán đơn giản.

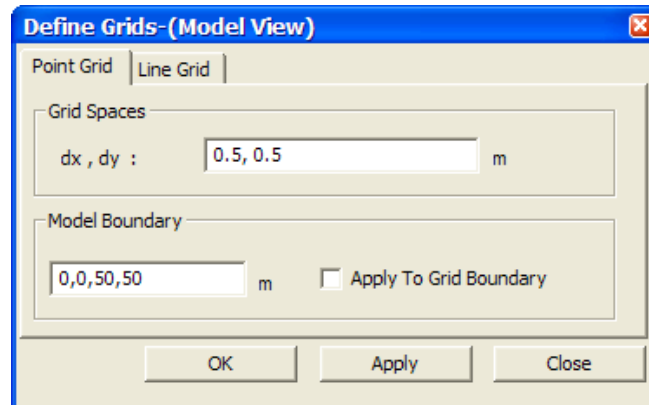
2.1.4.1. Hệ thống lưới điểm

Hệ thống lưới dạng điểm có thể áp dụng trong hệ tọa độ tổng thể cũng như trong hệ trục tọa độ tự định nghĩa. Hệ thống lưới này được xây dựng từ 3 tham số là:

- ✦ Khoảng cách giữa các điểm thuộc lưới theo phương X (x).

- ✦ Khoảng cách giữa các điểm thuộc lưới theo phương Y (y).
- ✦ Đường biên của lưới. (có dạng hình chữ nhật trong hệ tọa độ 2 chiều X-Y)

Để thiết lập lưới điểm chọn menu: *Model > Grids > Define Point Grid*.

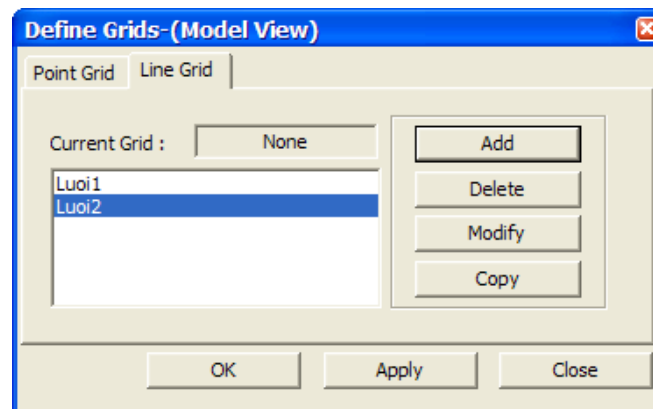


Hình 0-9: Định nghĩa lưới điểm

Grid Spaces (dx,dy: khoảng cách giữa các điểm thuộc hệ thống lưới theo phương x và y.
Model Boundary: khai báo biên của hệ thống lưới theo thứ tự (x1,y1,x2,y2) với (x1,y1) là tọa độ điểm đầu của biên hình chữ nhật, (x2,y2) là điểm cuối của biên hình chữ nhật.

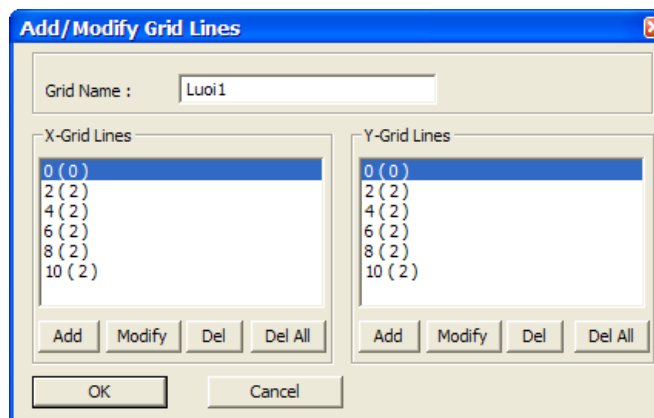
2.1.4.2. Hệ thống lưới đường thẳng

Để khai báo lưới dạng đường thẳng, ta cũng có thể làm theo hai cách chọn *Model > Grid > Define Line Grid*



Hình 0-10: Định nghĩa lưới đường thẳng

Khi khai báo Line Grid, phải tiến hành khai báo từng nhóm đường theo phương x và phương y.



Hình 0-11: Thêm lưới đường thẳng

Line Grid cho phép khoảng cách giữa các đường trong lưới được linh động hơn Point Grid, tuy nhiên, khai báo cũng tốn công hơn.

2.1.5. Làm việc với nút

MIDAS/Civil cung cấp các công cụ khởi tạo, chỉnh sửa và xóa các nút trong mô hình. Các lệnh này có thể truy cập từ thanh công cụ, menu *Model > Nodes* hoặc từ Tree View.



Create Nodes

Tạo các nút mới và các nút thêm bằng cách nhấp kép các nút mới tại các khoảng cách cho trước một cách đồng thời.



Delete Nodes Xóa nút



Translate Nodes

Copy hoặc dịch chuyển các nút cho trước với các khoảng cách đều nhau hoặc không đều nhau.



Rotate Nodes

Copy hoặc dịch chuyển các nút cho trước bằng cách xoay quanh một trục cho trước.



Project Nodes

Copy hoặc dịch chuyển các nút cho trước bằng việc chiếu theo một đường hoặc một mặt nào đó (mặt phẳng, mặt bậc ba, mặt cầu, mặt elip,...)



Mirror Nodes

Copy hoặc dịch chuyển các nút cho trước theo cách lấy đối xứng với một mặt nào đó.



Divide Nodes

Tạo các nút mới bằng cách chia một đoạn thẳng giữa hai nút với các khoảng cách bằng nhau hoặc không bằng nhau.



Merge Nodes

Trộn các nút gần nhau thành một nút.



Scale Nodes

Giảm hoặc tăng khoảng cách giữa hai nút cho trước bằng cách chỉ định một tỉ số.



Compact Node Numbers

Điều chỉnh các số hiệu nút bị mất do bị xóa, và sắp xếp các nút theo một trật tự liên tiếp



Renumber Node ID

Đánh số lại các số hiệu nút đã có theo từng phần hay tất cả.

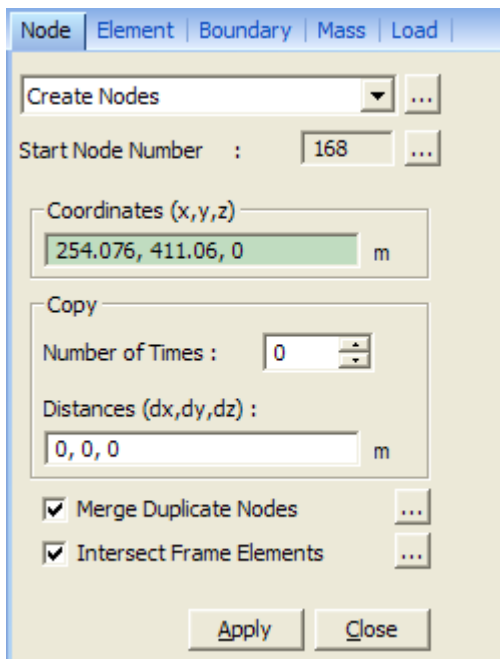


Start Number

Chỉ tiết một số thao tác với nút.

2.1.5.1. Tạo nút - Create Nodes

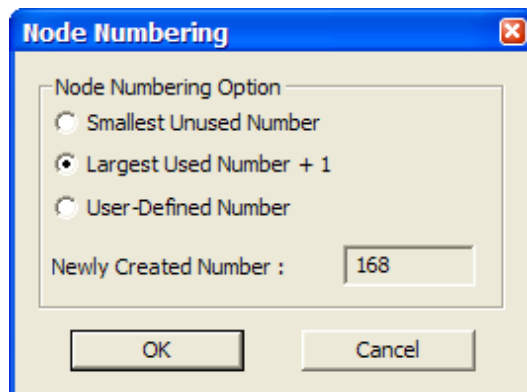
Để tạo nút sử dụng phương thức *Model > Nodes > Create Nodes*.

**Hình 0-12: Tạo nút**

Có thể đặt vị trí nút bằng 3 cách:

- Click chuột trực tiếp lên vị trí cần đặt nút trên màn hình.
- Gõ toạ độ của nút cần đặt ô Coordinates (x,y,z) rồi chọn Apply.
- Nhấn vào icon nằm bên phải dòng Create Node để nhập vị trí nút qua bảng nút (Node Table).

- Start Node Number: Số thứ tự của nút được tạo, mặc định sẽ tăng thêm 1. Để thay đổi mặc định này, chọn icon bên phải dòng Start Node Number.

**Hình 0-13: Thiết lập số hiệu nút**

Smallest Unused Number: Dùng số thứ tự bé nhất chưa dùng

Largest Used Number +1: Dùng số thứ tự lớn nhất đã dùng cộng thêm 1

User- Defined Number : Tự đặt số nút.

- Copy: Đồng thời tạo nhiều nút cách nhau những khoảng định trước.
- Times of Copy : số lần copy nút
- Distances (dx, dy, dz) : Khoảng cách giữa các nút tạo thành theo phương x,y,z.
- Merge Duplicate Nodes: Tự động đồng nhất các nút cạnh nhau trong một khoảng đủ bé nào đó thành một nút.
- Intersect Frame Elements: Tự động phân chia các đường thẳng nếu nút đặt trên nó.

2.1.5.2. Chọn nút - Select Nodes

Trước khi điều chỉnh một hay nhiều nút nào đó, ta phải tiến hành chọn nút. Có 2 cách làm sau:

Cách 1 : Sử dụng các công cụ lựa chọn, chọn trực tiếp các phần tử trên không gian mô hình.

Cách 2 : Chọn nút thông qua số thứ tự của nút. Nhập trực tiếp hoặc chọn số thứ tự các nút vào ô ComboBox của thanh công cụ Selection. Như ở hình trên, nút số 1 và các nút từ 1 đến 3 được lựa chọn.

**Hình 0-14: Chọn nút**

2.1.5.3. Xóa nút - Delete node

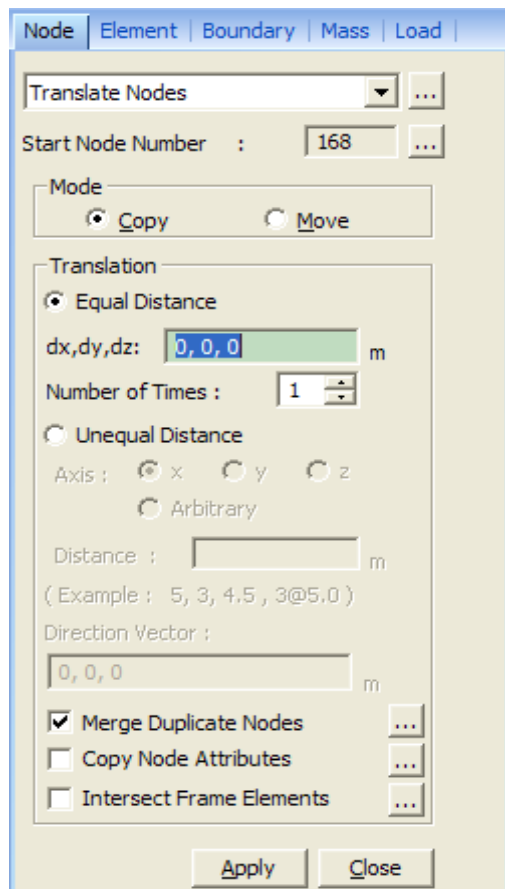
Nhấn phím Delete để xóa những nút đã chọn.

2.1.5.4. Dịch chuyển nút - Translate node

Cho phép dịch chuyển hoặc copy một nút đã có tới một vị trí mới.

Model -> Nodes -> Translate

Bảng Translate Nodes hiện ra ở bên trái màn hình như sau :



Hình 0-15: Translate nút

Các tùy chọn **Start Node Number**, **Merge Duplicate Nodes**, **Intersect Frame Element** có chức năng và cách nhập thông tin giống của Create Nodes.

Copy Node Attributes: Tùy chọn sao chép thuộc tính của node.

Tùy chọn **Mode** cung cấp 2 lựa chọn là:

- ✦ Copy: Tạo nút mới không xóa nút hiện hành
- ✦ Move: Di chuyển nút hiện hành đến vị trí mới.

Tùy chọn **Translation** đòi hỏi nhập vào khoảng cách từ vị trí nút hiện hành đến vị trí nút mới, có thể lựa chọn:

- ✦ Equal Distance: Tạo các nút với khoảng cách giữa các nút bằng nhau.
- ✦ Unequal Distance: Khoảng cách giữa các nút khác nhau.

2.1.5.5. Đánh số lại nút - Renumbering

Đánh lại số thứ tự của nút theo khoảng cách đến điểm gốc theo các phương x, y, z (Cartesian Coordinate) hoặc theo khoảng cách tuyệt đối từ nút đến gốc tọa độ (Cylindrical Coordinate).

2.1.5.6. Quản lý hệ thống nút bằng bảng nút - Nodes table

Các thông số về hệ thống nút được thể hiện trực quan trên màn hình chính, bên cạnh đó cũng được thể hiện qua một bảng ghi số thứ tự, tọa độ của các nút.

Model -> Nodes -> Nodes Table

Bảng hệ thống nút có dạng:

Node	X(m)	Y(m)	Z(m)
148	320.000000	9.800000	0.000000
149	100.000000	-7.800000	24.018764
150	100.000000	7.800000	24.018764
151	320.000000	-7.800000	24.018764
152	320.000000	7.800000	24.018764
153	100.000000	-7.800000	24.288764

Hình 0-16: Bảng nút

Bảng hiển thị 4 thông số: Tên nút tọa độ của nút theo 3 phương X, Y, Z. Trong đó, tọa độ của nút theo 3 phương cho phép chỉnh sửa trực tiếp.

2.1.6. Làm việc với phần tử

Sử dụng *Model>Elements* hoặc thanh công cụ phần tử để phát sinh các phần tử. Nên mô hình hóa vật liệu và mặt cắt trước khi mô hình hóa phần tử.



Create Elements

Tạo các phần tử mới



Create Line Elements on Curve

Tạo các phần tử dọc theo đường tròn, cung tròn, elíp hoặc parabol,...



Delete Elements

Xóa các phần tử



Translate Elements

Tạo mới hoặc dịch chuyển các phần tử đã có với các khoảng cách đều hoặc không đều nhau.



Rotate Elements

Tạo mới hoặc dịch chuyển các phần tử đã có bằng cách quay quanh một trục cho trước



Extrude Elements

Tạo phần tử bằng cách dịch chuyển các nút, các phần tử thẳng và các phần tử phẳng. (Tạo các phần tử thẳng, các phần tử tấm và các phần tử khối).



Mirror Elements

Tạo mới hoặc dịch chuyển các phần tử đã có theo cách lấy đối xứng với một mặt phẳng nhất định.



Divide Elements

Chia các phần tử đã có thành các phần tử con đều hoặc không đều nhau.



Merge Elements

Ghép các phần tử có cùng tính chất (vật liệu, mặt cắt, kiểu phần tử,...) thành một phần tử.



Intersect Elements

Chia một cách tự động các phần tử thẳng cho trước cắt nhau bởi các điểm giao.



Change Element Parameters

Thay đổi tính chất của phần tử.



Compact Element Numbers

Điều chỉnh các số hiệu phần tử bị mất khi xóa, và sắp xếp các số hiệu này theo thứ tự tăng dần.



Renumber Element ID

Đánh số lại các phần tử từng phần hay toàn bộ.



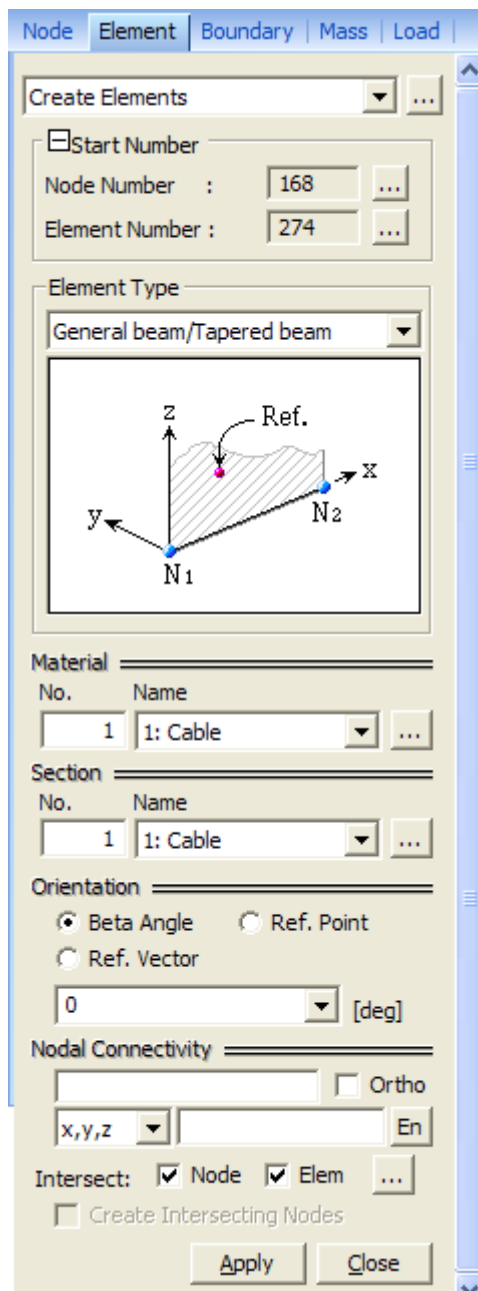
Start Number

Gán số hiệu đầu tiên cho các phần tử mới sẽ được tạo lập.

Chi tiết một số thao tác với phần tử.

2.1.6.1. Tạo phần tử - Create Elements

Tạo phần tử mới, *Model > Elements > Create Elements*



Hình 0-17: Tạo phần tử

Node Number, Element Number: Xác lập số (tên) của phần tử.

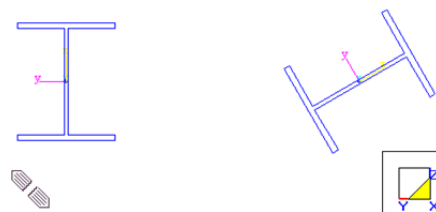
Element Type: Kiểu phần tử, chọn kiểu phần tử phù hợp với mô hình kết cấu.

Material: Chọn vật liệu cho phần tử được tạo.

Section: Chọn loại mặt cắt cho phần tử được tạo.

Orientation: Xác định chiều các trục z, y của ECS. Được xác định theo các cách sau:

- ◆ **Beta Angle:** Góc tạo bởi chiều dương của trục z trong ECS với chiều dương của trục Z' đi qua nút thứ nhất và song song với trục Z trong GCS. Ví dụ $\beta=0^\circ$ và $\beta=60^\circ$.

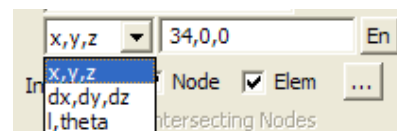


- ◆ **Ref. Point:** Nhập vào tọa độ của điểm tham chiếu, MIDAS/Civil sẽ tự động tính góc β .

- ◆ **Ref. Vector:** Nhập vào 1 vector, MIDAS/Civil sẽ tự động tính góc β theo vector này.

Nodal Connectivity: Tạo phần tử bằng cách nối các nút, có 2 cách.

- ◆ Dùng chuột chọn 2 nút để tạo phần tử.



- ◆ Dùng chuột chọn 1 nút, nút còn lại xác định theo 3 cách.

Intersect: Tự động tạo phần tử và nút tại các điểm giao cắt.

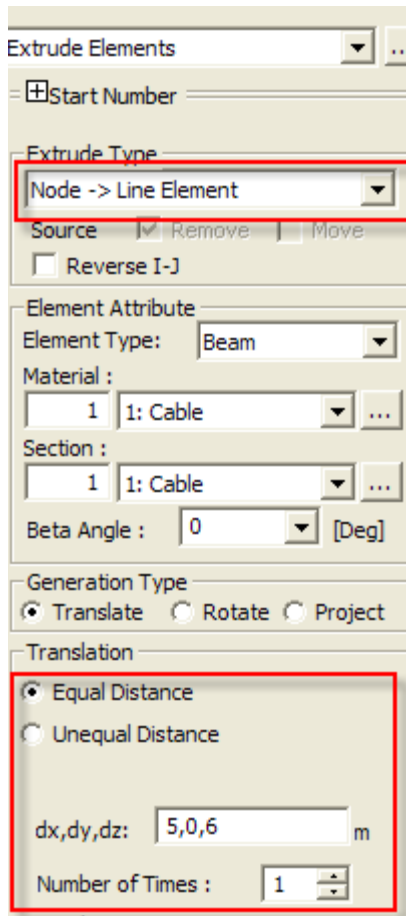
2.1.6.2. Extrude Elements

Tạo phần tử bằng cách dịch chuyển. Có 3 kiểu:

- ◆ Tạo một phần tử thẳng dọc theo đường được tạo bởi sự dịch chuyển của một nút.
- ◆ Tạo một phần tử phẳng dọc theo đường được tạo bởi sự dịch chuyển của một phần tử thẳng.
- ◆ Tạo một phần tử khối dọc theo đường được tạo bởi sự dịch chuyển của một phần tử phẳng.

Phương pháp tạo phần tử có thể là Translate (tịnh tiến), Rotate (quay) và Project (chiếu). Tương ứng với các phương pháp này là các giá trị tham số cần thiết như khoảng cách tịnh tiến theo các phương hay góc quay hoặc mặt phẳng chiếu...

Ví dụ tạo phần tử thẳng theo phương pháp tịnh tiến (Translate):



Hình 0-18: Extrude phần tử

Có 2 cách tịnh tiến:

◆ Equal Distance

Theo cách này phần tử sẽ được tạo bởi 2 nút:

+ Nút 1 là các nút được chọn trên mô hình, có thể chọn nhiều nút.

+ Nút 2 được xác định qua dx, dy, dz là khoảng cách của nút 2 so với nút 1 theo 3 phương.

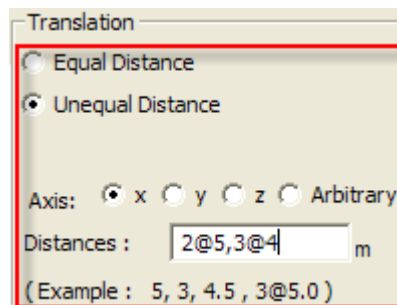
◆ Unequal Distance

Phần tử được tạo bởi 2 nút.

+ Nút 1 là các nút được chọn trên mô hình.

+ Nút 2 được xác định dựa vào khoảng cách giữa nút 2 và nút 1 theo các phương X, Y, Z hoặc một vector tùy ý (Arbitrary).

Theo cách này có thể tạo nhiều phần tử có độ dài khác nhau theo một trục nào đó.



Ví dụ trên sẽ tạo 5 phần tử dầm, bắt đầu từ điểm chọn trên mô hình. Có 2 phần tử dài 5m, 3 phần tử dài 4m.

2.1.6.3. Quản lý hệ thống phần tử bằng bảng phần tử - Elements table

Tất cả các phần tử trong dự án được thể hiện trong bảng phần tử. Bảng cho phép quản lý, chỉnh sửa số liệu về phần tử.

Model > Elements > Elements Table

Cấu trúc của bảng phần tử:

Element	Type	Sub Type	Material	Property	B-Angle ([deg])	Node1	Node2	Node3	Node4	Node5	Node6	Node7	Node8	Kind	Hook/Gap (m)	Tension (tonf)	Lu (m)
110	BEAM		3	3	-90.00	75	71	0	0	0	0	0	0	Lu	0.0000	0.0000	0.0000
111	TENS-TRUS	Cab	1	1	0.00	76	77	0	0	0	0	0	0	Lu	0.0000	0.0000	114.6661
112	TENS-TRUS	Cab	1	1	0.00	78	79	0	0	0	0	0	0	Lu	0.0000	0.0000	111.4093
113	TENS-TRUS	Cab	1	1	0.00	80	81	0	0	0	0	0	0	Lu	0.0000	0.0000	101.9649
114	TENS-TRUS	Cab	1	1	0.00	82	83	0	0	0	0	0	0	Lu	0.0000	0.0000	92.6803
115	TENS-TRUS	Cab	1	1	0.00	84	85	0	0	0	0	0	0	Lu	0.0000	0.0000	83.6089
116	TENS-TRUS	Cab	1	1	0.00	86	87	0	0	0	0	0	0	Lu	0.0000	0.0000	74.4828

Hình 0-19: Bảng phần tử

Bảng phần tử lưu giữ các thông số về:

- ◆ Element: Số hiệu phần tử
- ◆ Type và Sub Type: Dạng phần tử
- ◆ Material : Vật liệu của phần tử
- ◆ Property: Mặt cắt.
- ◆ Angle: Góc định hướng mặt cắt
- ◆ Node1, Node2, ...Node8: Các nút xác định vị trí phần tử
- ◆ Kind: Tùy chọn kiểu nhập lực căng cho phần tử Cable: Lu, Pretension, Horizontal
- ◆ Hook/Gap: Độ dẫn dài, độ co ngắn trước khi chịu lực.
- ◆ Tension: Lực căng
- ◆ Lu: Độ dài tự nhiên (không bị căng kéo) của phần tử cable khi lực căng cấp được nhập trong phạm vi của Lu/L.

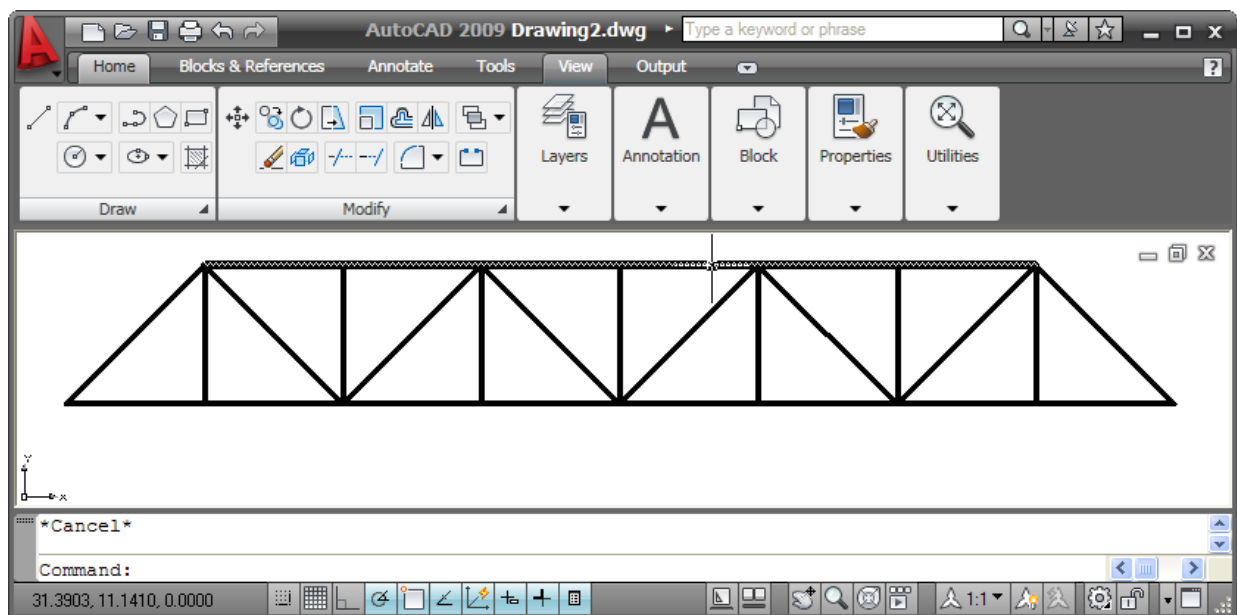
Bằng cách quản lý phần tử qua bảng, ta có thể kiểm soát được các thuộc tính của phần tử.

2.1.7. Nhập mô hình hình học kết cấu từ AutoCAD

Sử dụng AutoCAD vẽ sơ đồ hình học của kết cấu. Lưu ý, thông thường bản vẽ trong AutoCAD là dạng 2D theo hệ tọa độ phẳng X-Y.

MIDAS/Civil hỗ trợ nhập mô hình cả 2 dạng 2D/3D từ định dạng file dữ liệu *.DXF của AutoCAD. Các bước làm như sau.

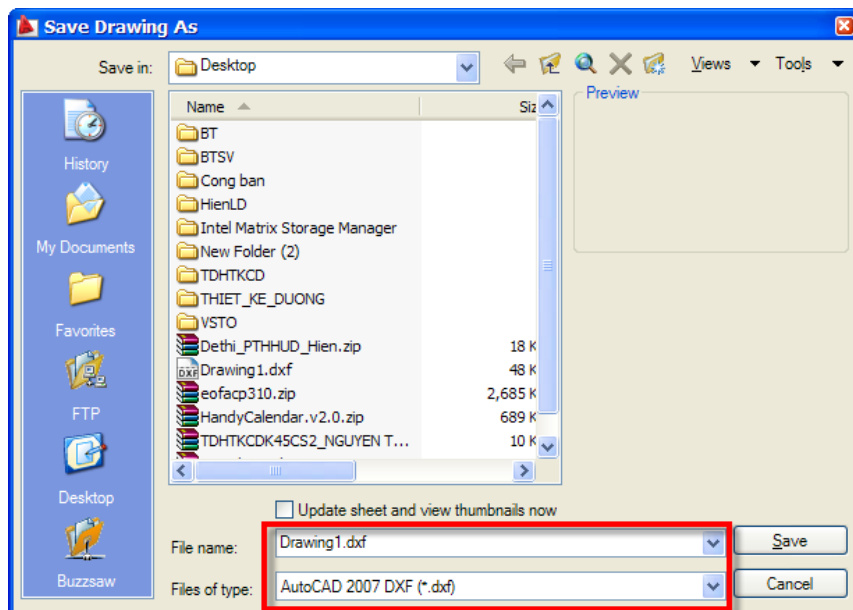
Tạo bản vẽ mô hình trong AutoCAD. Trong ví dụ này là bản vẽ 2D theo hệ tọa độ X-Y.



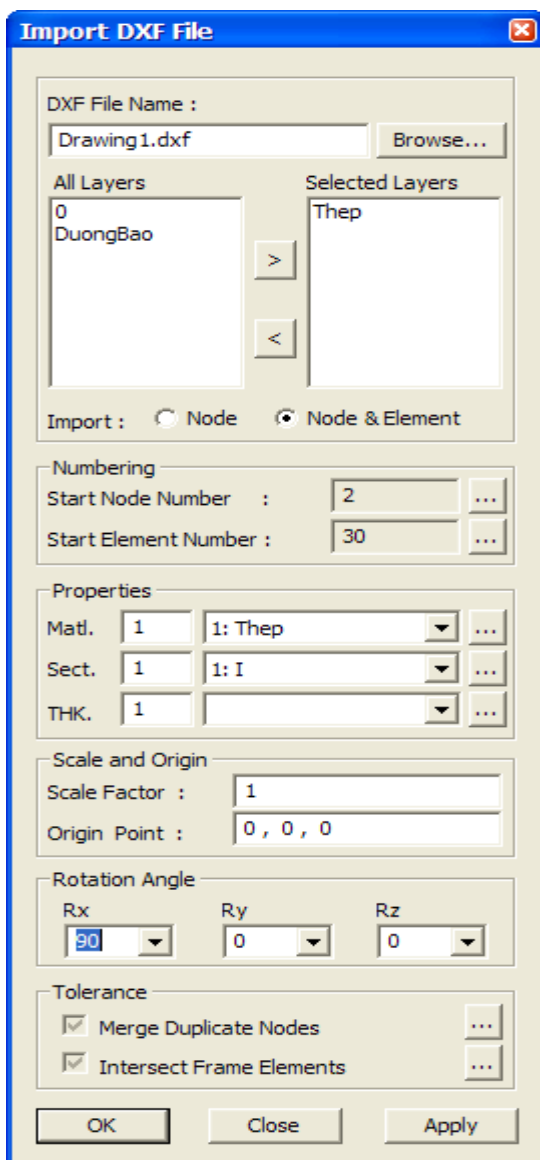
Hình 0-20: Tạo bản vẽ mô hình trong AutoCAD

Lưu file theo định dạng *.DXF của AutoCAD

Gọi tính năng nhập dữ liệu từ DXF của MIDAS/Civil: menu *File > Import > AutoCAD DXF File...*



Hình 0-21: Nhập file dữ liệu DXF



Hình 0-22: Thiết lập nhập dữ liệu DXF

DXF File Name: Đường dẫn của file dxf

Selected Layers: Chọn lớp bản vẽ chứa mô hình.

Import: Chỉ nhập nút hay cả nút và phần tử.

Numbering: Các lựa chọn đánh số nút và phần tử.

Properties: Thuộc tính của phần tử.

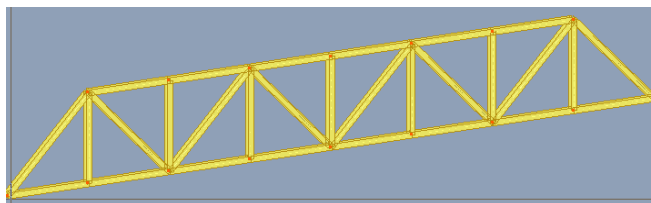
Scale and Origin: Xác định tỉ lệ phóng và điểm chèn mô hình theo hệ tọa độ GCS.

Rotation Angle: Lựa chọn xoay mô hình. Sử dụng cho trường hợp các hệ tọa độ bị sai lệch nhau.

Trong ví dụ này, mô hình được vẽ trong lớp Thép. Mặt phẳng 2D X-Y.

Với MIDAS/Civil, mô hình ở dạng 3D và đứng trong mặt phẳng X-Z vậy ta cần phải xoay mô hình quanh trục X 1 góc 90°.

Sau khi thiết lập đầy đủ các thông số ta được mô hình trong MIDAS/Civil ở góc nhìn Iso như sau:



2.2. Mô hình hóa vật liệu

MIDAS/Civil cung cấp nhiều cách nhập vật liệu cho dự án:

- ✦ Chọn vật liệu từ cơ sở dữ liệu với các tiêu chuẩn điển hình.
- ✦ Nhập vật liệu theo các thuộc tính của vật liệu.
- ✦ Nhập vật liệu từ một dự án khác (file dự án *.mcb).

2.2.1. Vật liệu tiêu chuẩn

MIDAS/Civil hỗ trợ việc nhập vật liệu có sẵn theo các tiêu chuẩn sau:

Thép (Steel)

- ✦ ASTM (American Society for Testing Materials)
- ✦ CSA (Canadian Standards Association)
- ✦ BS (British Standards)
- ✦ DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.)
- ✦ EN (European Code)
- ✦ JIS (Japanese Industrial Standards)
- ✦ GB (Guojia Biao Zhun, China)
- ✦ JGJ (Jian Zhn Gong ye Jian Zhn Biao Zhun, China)
- ✦ JTJ (Jiao Tongbu Jian She Bia Zhun, China)
- ✦ KS (Korea Standard), KS-Civil

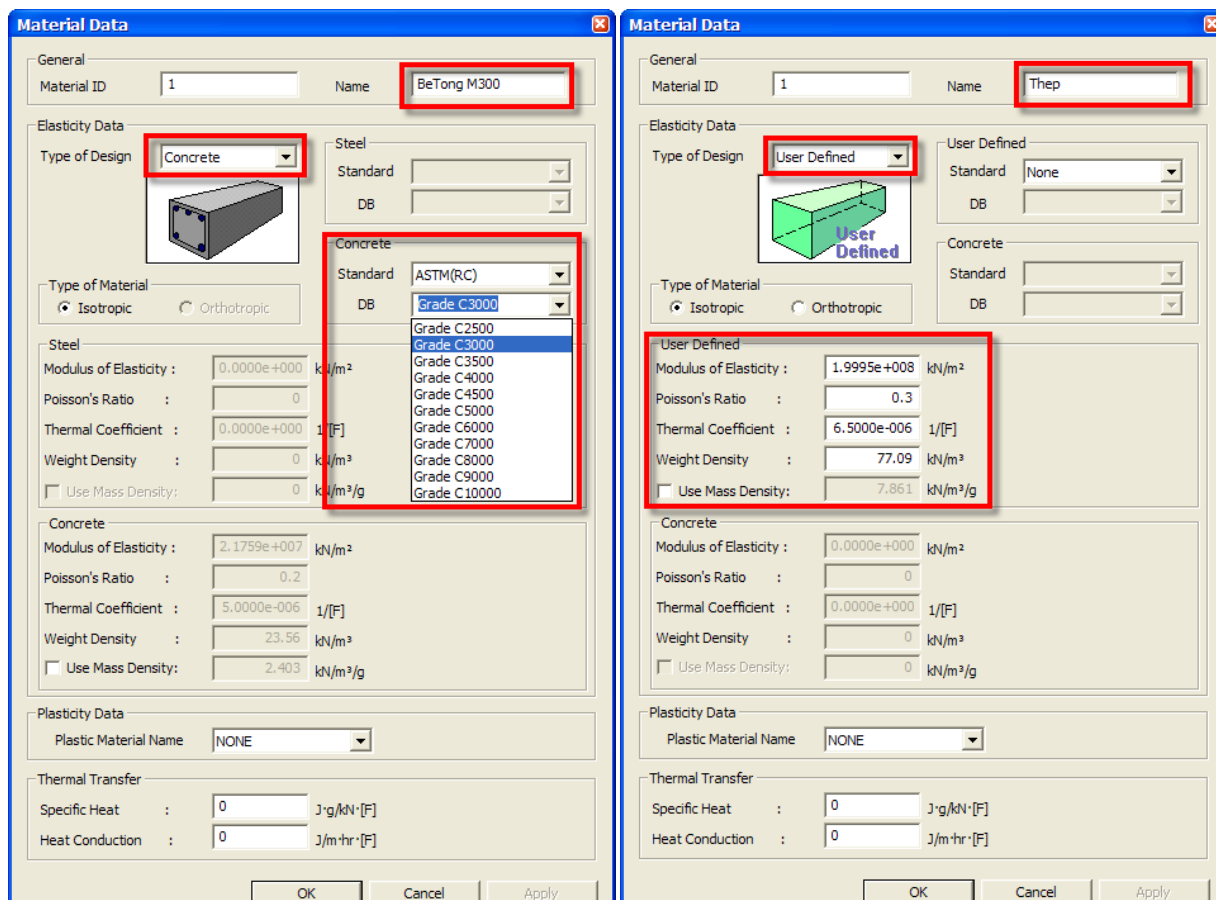
Bê tông (Concrete)

- ✦ ASTM (American Society for Testing Materials)
- ✦ CSA (Canadian Standards Association)
- ✦ BS (British Standards)
- ✦ EN (European Code)
- ✦ JIS (Japanese Industrial Standards)
- ✦ GB (Guojia Biao Zhun, China)
- ✦ GB-Civil (Guojia Biao Zhun, China)
- ✦ KS (Korea Standard)
- ✦ KS-Civil

Cốt thép (Reinforcing steel)

- ✦ ASTM (American Society for Testing Materials)
- ✦ CSA (Canadian Standards Association)
- ✦ BS (British Standards)
- ✦ EN (European Code)
- ✦ JIS (Japanese Industrial Standards)
- ✦ GB (Guojia Biao Zhun, China)
- ✦ GB-Civil (Guojia Biao Zhun, China)
- ✦ KS (Korea Standard), KS-Civil

Để khai báo vật liệu, chọn menu *Model > Properties > Material > Add*, sau đó nhập các thông số cần thiết. Trường hợp này nhập: Tên vật liệu, Loại vật liệu, Tiêu chuẩn và chọn trong cơ sở dữ liệu.



Hình 0-23: Thêm vật liệu

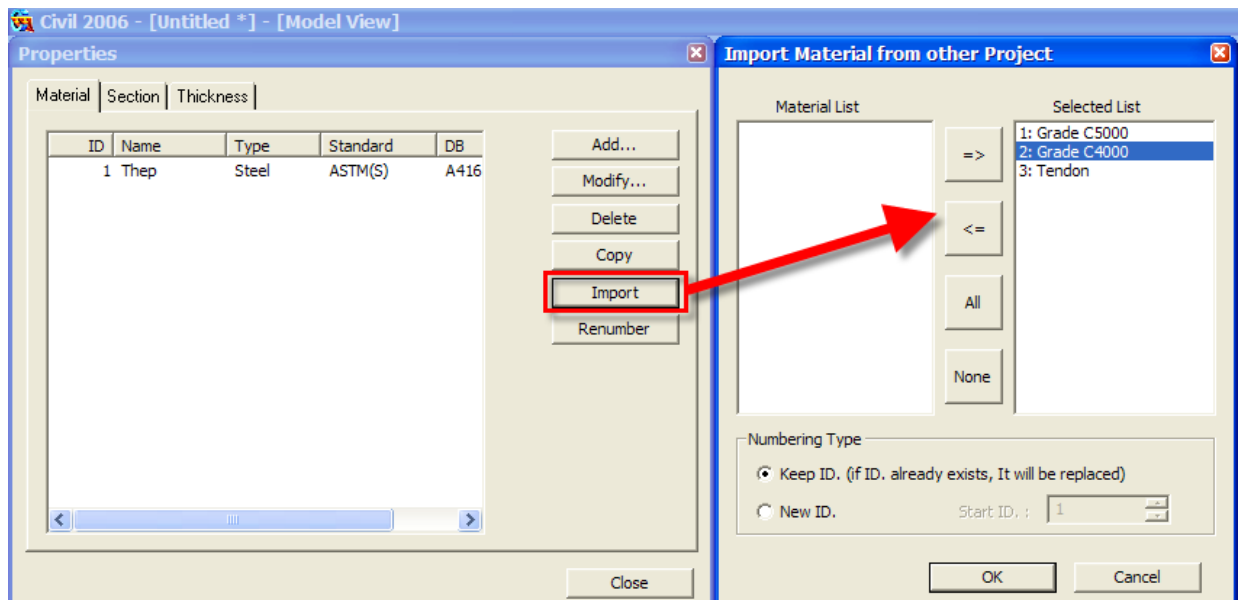
2.2.2. Vật liệu do người dùng định nghĩa

Quá trình nhập dữ liệu cho vật liệu do người dùng tự định nghĩa cũng được thực hiện như đối với vật liệu tiêu chuẩn. Tuy nhiên, thay cho việc chọn tiêu chuẩn vật liệu, người dùng chọn None với ý nghĩa không theo tiêu chuẩn và nhập các đặc trưng cơ lý của vật liệu vào các trường tương ứng. Các chỉ tiêu gồm:

- ◆ Modulus of Elasticity – Mô đun đàn hồi (kN/m²)
- ◆ Poisson's Ratio – Hệ số Poat xông
- ◆ Thermal Coefficient - Hệ số giãn nở nhiệt (1/[T])
- ◆ Weight Density - Trọng lượng bản thân

2.2.3. Nhập vật liệu từ các dự án khác

Vật liệu dùng trong dự án có thể được nhập từ một dự án khác. Thay vì chọn Add chọn Import. Chọn nguồn và chọn các mặt cắt muốn thêm vào dự án.



Hình 0-24: Nhập vật liệu từ dự án khác

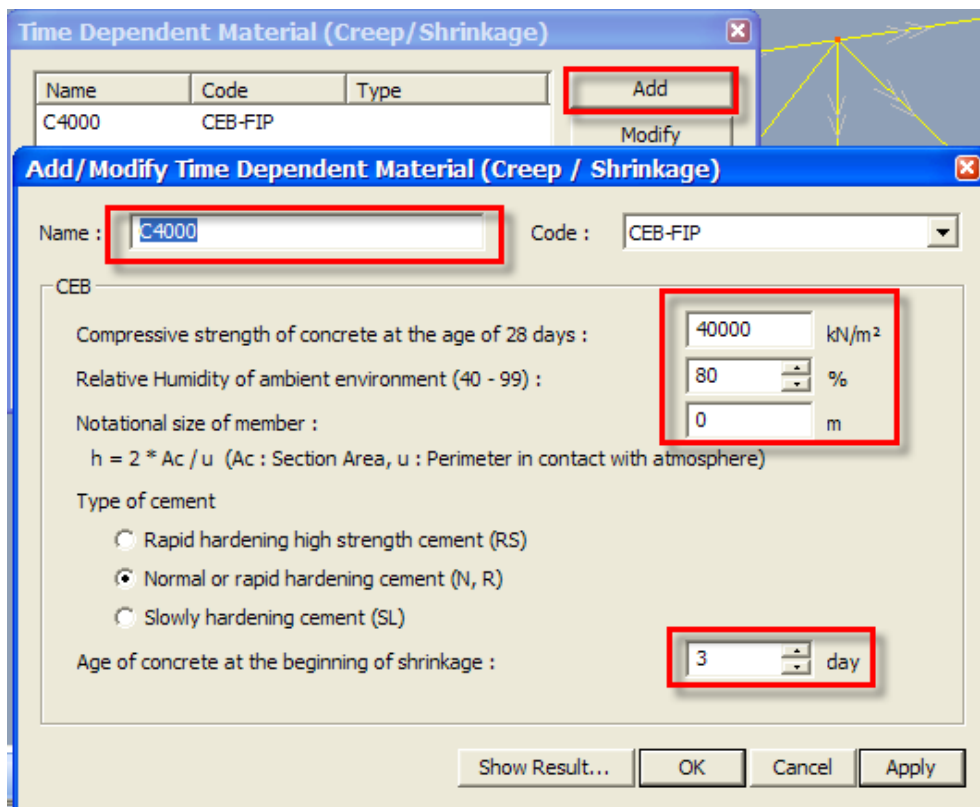
2.2.4. Vật liệu có tính năng thay đổi theo thời gian

Để mô tả sự thay đổi cường độ và biến dạng theo thời gian như co ngót và từ biến của bê tông trong MIDAS/Civil, người dùng cần thực hiện các công việc sau:

- ✦ Định nghĩa các hàm đặc trưng mô tả sự biến thiên cường độ và co ngót từ biến theo thời gian. Các hàm này có thể được lấy theo tiêu chuẩn hay do người dùng tự định nghĩa.
- ✦ Gán các hàm nói trên cho các vật liệu cần tính đến sự biến thiên tính năng theo thời gian.

2.2.4.1. Khai báo thuộc tính co ngót/từ biến

Chọn menu *Model > Properties > Time Dependent Material (Creep/Shrinkage)*.



Hình 0-25: Khai báo tính năng co ngót từ biến

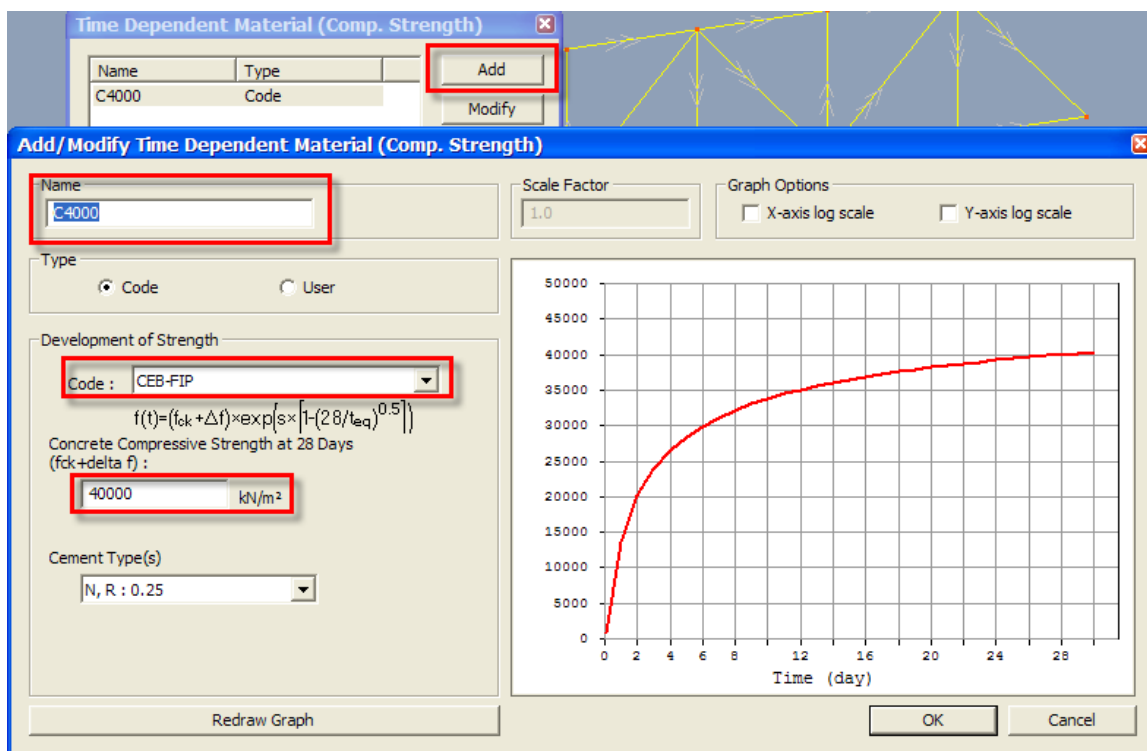
Name: Tên vật liệu

Code: Tiêu chuẩn thiết kế. Trong ví dụ này theo tiêu chuẩn CEB-FIB.

- ◆ Compression strength of concrete at the age of 28 days: Cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi 28 ngày (kN/cm^2)
- ◆ Relative Humidity of ambient environment (40 -99): Độ ẩm tương đối của không khí
- ◆ Notational size of member: Kích thước danh định của cầu kiện $h=2*Ac/u$: (m)
- ◆ Type of cement: Loại xi măng
 - Rigid hardening high strength cement: Xi măng cường độ cao đông cứng nhanh.
 - Normal or rapid hardening cement: Xi măng thường hoặc xi măng đông cứng nhanh
 - Slow hardening cement: Xi măng đông cứng chậm
- ◆ Age of concrete at the beginning of shrinkage: Tuổi của bê tông ở ngày bắt đầu xét đến co ngót.

2.2.4.2. Khai báo thuộc tính biến thiên cường độ

Tương tự phần trên khai báo trong menu *Model > Properties > Time Dependent Material (Comp. Strength)*.



Hình 0-26: Khai báo tính năng biến thiên cường độ

Development of strength: Sự phát triển cường độ

Chọn tiêu chuẩn CEB-FIP

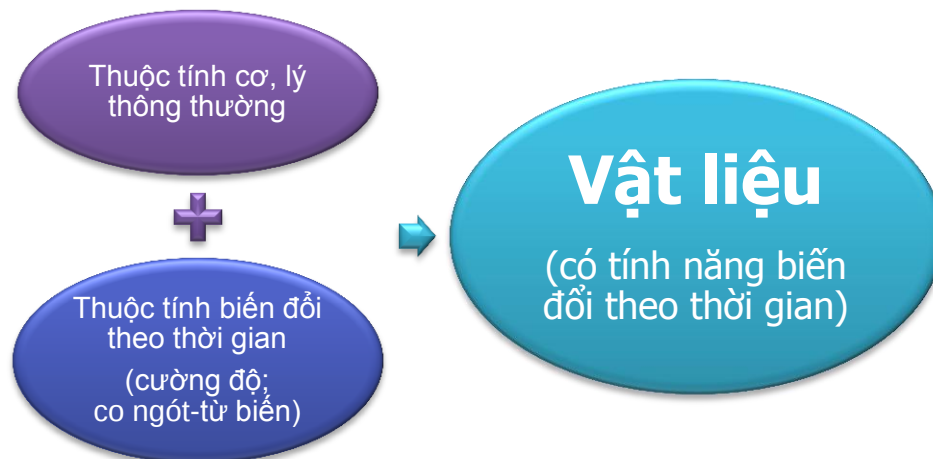
Concrete Compression strength at 28 days: Cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi 28 ngày.

Cement Type(s): Loại xi măng

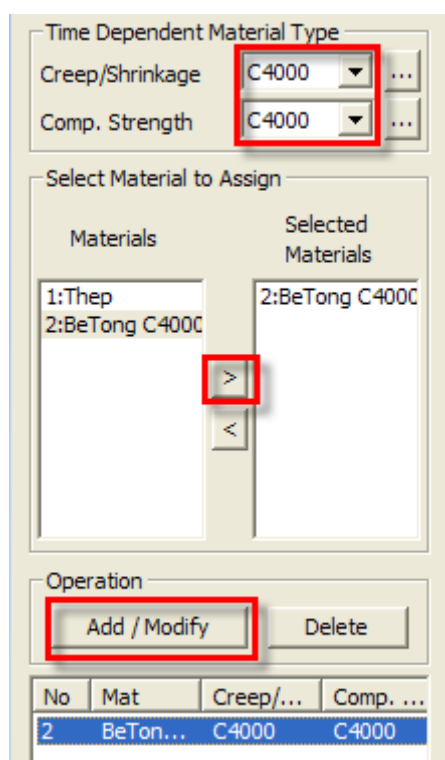
Click nút Redraw Graph để vẽ biểu đồ cường độ chịu nén của bê tông.

2.2.4.3. Gán các thuộc tính thay đổi theo thời gian cho vật liệu

Vật liệu trong mô hình kết cấu sẽ được chương trình xét đến các tính năng biến thiên theo thời gian khi chúng được gán các thuộc tính kể trên. Như vậy, để một vật liệu được coi là có tính năng biến đổi theo thời gian thì ngoài các đặc trưng cơ lý thông thường như cường độ, mô-đun đàn hồi, nó cần có thêm các khai báo về đặc trưng biến đổi theo thời gian.



Hình 0-27: Vật liệu có tính năng biến thiên theo thời gian



Hình 0-28: Gán tính năng cho vật liệu

Quá trình gán thuộc tính thay đổi theo thời gian cho vật liệu được thực hiện qua menu *Model > Properties > Time Dependent Material Link*.

Time Dependent Material Type: Các thuộc tính biến đổi theo thời gian của vật liệu đã được định nghĩa.

Select Material to Assign: Chọn loại vật liệu muốn gán các thuộc tính trên.

Chọn Add/Modify để gán.

2.2.5. Gán vật liệu cho phần tử

Vật liệu của phần tử là một thuộc tính của phần tử, để gán thuộc tính này cho phần tử thường dùng một số cách sau:

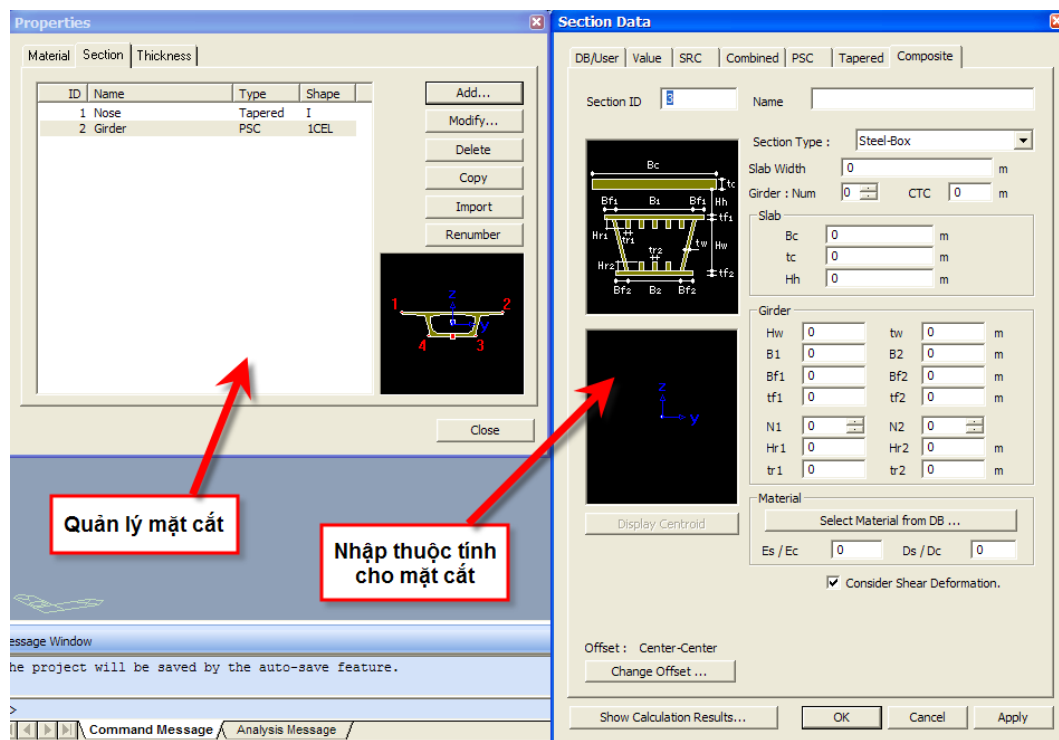
- ◆ Thay đổi giá trị trên bảng phần tử.
- ◆ Kéo và thả: Được sử dụng phổ biến, chọn phần tử cần gán vật liệu sau đó kéo loại vật liệu muốn gán từ Tree view sang không gian mô hình rồi thả chuột. Phần tử sẽ được gán.

2.3. Mô hình hóa mặt cắt

2.3.1. Định nghĩa và khai báo mặt cắt

Tương tự như vật liệu, mặt cắt cho các phần tử dạng thanh có thể được chọn dựa trên các tiêu chuẩn, do người dùng tự định nghĩa hay nhập từ các dự án khác.

Mặt cắt cho các phần tử trong mô hình kết cấu được định nghĩa, quản lý trong menu *Model > Properties > Section...*

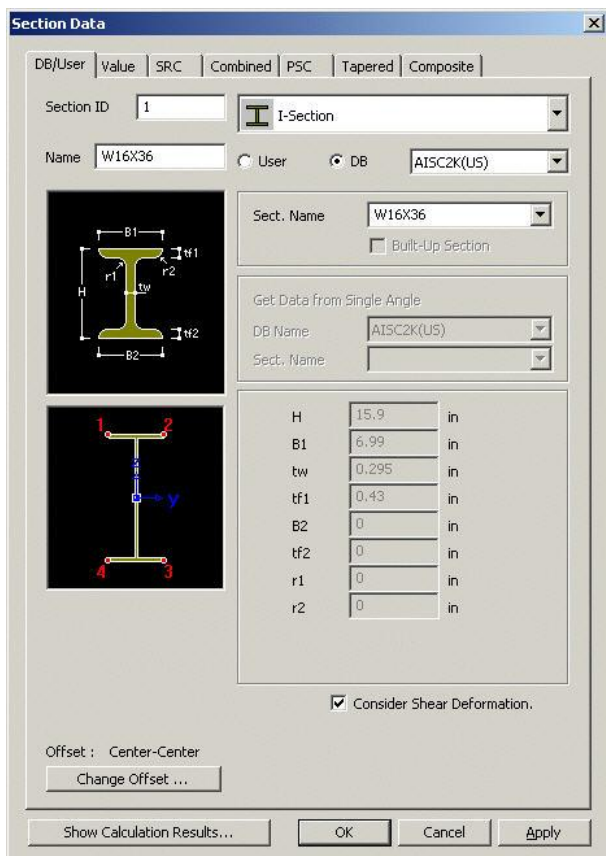


Hình 0-29: Thêm mặt cắt

Đa số các mặt cắt ngoài thực tế đều có thể mô hình trong MIDAS/Civil, việc mô hình thông qua các nhóm sau:

2.3.1.1. DB/User

Loại mặt cắt tự định nghĩa hoặc lựa chọn theo các tiêu chuẩn.



Section ID: số hiệu của mặt cắt

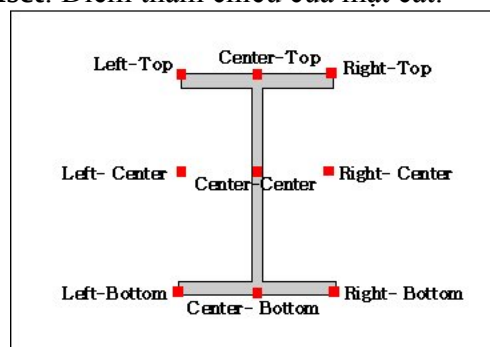
Name: Tên mặt cắt

Chọn hình dáng điển hình của mặt cắt.

Lựa chọn giữa mặt cắt tự định nghĩa (User) hay mặt cắt định hình theo các tiêu chuẩn (DB):

- ◆ Nếu mặt cắt chọn theo định hình thì phải lựa chọn tiêu chuẩn tương ứng.
- ◆ Nếu mặt cắt tự định nghĩa thì nhập các kích thước mặt cắt theo hình minh họa.

Offset: Điểm tham chiếu của mặt cắt.



Hình 0-31: Điểm offset

Show Calculation Result: Xem kết quả tính các đặc trưng hình học.

Hình 0-30: Mặt cắt dạng DB/User**2.3.1.2. Value**

Nhập mặt cắt theo kích thước và các giá trị đặc trưng hình học.

Section Data

DB/User Value SRC Combined PSC Tapered Composite

Section ID: 1 I-Section

Name: G1 ☒ Built-Up Section

Offset: Center-Center
 [Change Offset ...](#)

[Show Calculation Results...](#) [OK](#) [Cancel](#) [Apply](#)

Size	
H	400.00 mm
B1	200.00 mm
tw	8.00 mm
tf1	13.00 mm
B2	0.00 mm
tf2	0.00 mm
r1	0.00 mm
r2	0.00 mm

Section Properties	
Calc. Section Properties	
Area	8192 mm²
Asy	4333.33333333 mm²
Asz	3200 mm²
Ixx	3.5898e+005 mm⁴
Iyy	2.2965e+008 mm⁴
Izz	1.7349e+007 mm⁴
Cyp	100 mm

☒ Consider Shear Deformation.

Hình 0-32: Mặt cắt Value

Mặt cắt được nhập theo kích thước và các đặc trưng hình học. Khi hình dáng hình học của mặt cắt quá phức tạp, vượt quá khả năng thể hiện của chương trình, người dùng cần nhập chúng theo các giá trị của đặc trưng hình học.

Khi kích thước mặt cắt thật quá lớn hoặc quá nhỏ, ảnh hưởng đến việc thể hiện nó trên mô hình, người dùng cũng có thể nhập các kích thước khác để thể hiện được hài hòa hơn.

Trong những trường hợp này, các kích thước hình học chỉ đóng vai trò thể hiện mà không có ý nghĩa trong việc phân tích kết cấu của chương trình.

2.3.1.3. SRC (Steel – Reinforced Concrete)

Mặt cắt dạng tổ hợp giữa bê tông và các cấu kiện thép hình.

Section Data

DB/User | Value | SRC | Combined | PSC | Tapered | Composite

Section ID: 1 Shape: Rect-Box-Open

Name: B 250x250x8

Concrete Data

HC: 600 mm

BC: 600 mm

Steel Data

User ☒ DB ☐ KS

Steel Name: B 250x250x8

Built-Up Section

H: 250 mm

B: 250 mm

tw: 8 mm

tf1: 8 mm

C: 0 mm

tf2: 0 mm

Material

Select Material from DB...

Es/Ec: 9,10111336953554

Ds/Dc: 3,14

Ps: 0,3 Pc: 0,167

Combined Ratio of Conc.: 1

Replace: ☒ Steel ☐ Concrete

Offset: Center-Center

Change Offset ...

Consider Shear Deformation. ☒

Show Calculation Results... OK Cancel Apply

Để định nghĩa lại mặt cắt này người dùng chọn kiểu mặt cắt, nhập kích thước và chọn vật liệu cho thép và bê tông từ các tiêu chuẩn.

Concrete Data: Dữ liệu bê tông.

Steel Data: Dữ liệu mặt cắt thép

Material: Số liệu về vật liệu, nhập theo quy trình hoặc nhập trực tiếp giá trị.

Es/Ec: Tỉ số giữa mô đun đàn hồi của thép và mô đun đàn hồi của bê tông.

Ds/Dc: Tỉ số giữa khối lượng riêng của thép và khối lượng riêng của bê tông.

Ps, Pc: hệ số Poát-xông cho thép, bê tông.

Hình 0-33: Mặt cắt tổ hợp

2.3.1.4. Combined

Dạng mặt cắt ghép giữa các thép hình.

Chọn các dạng ghép.

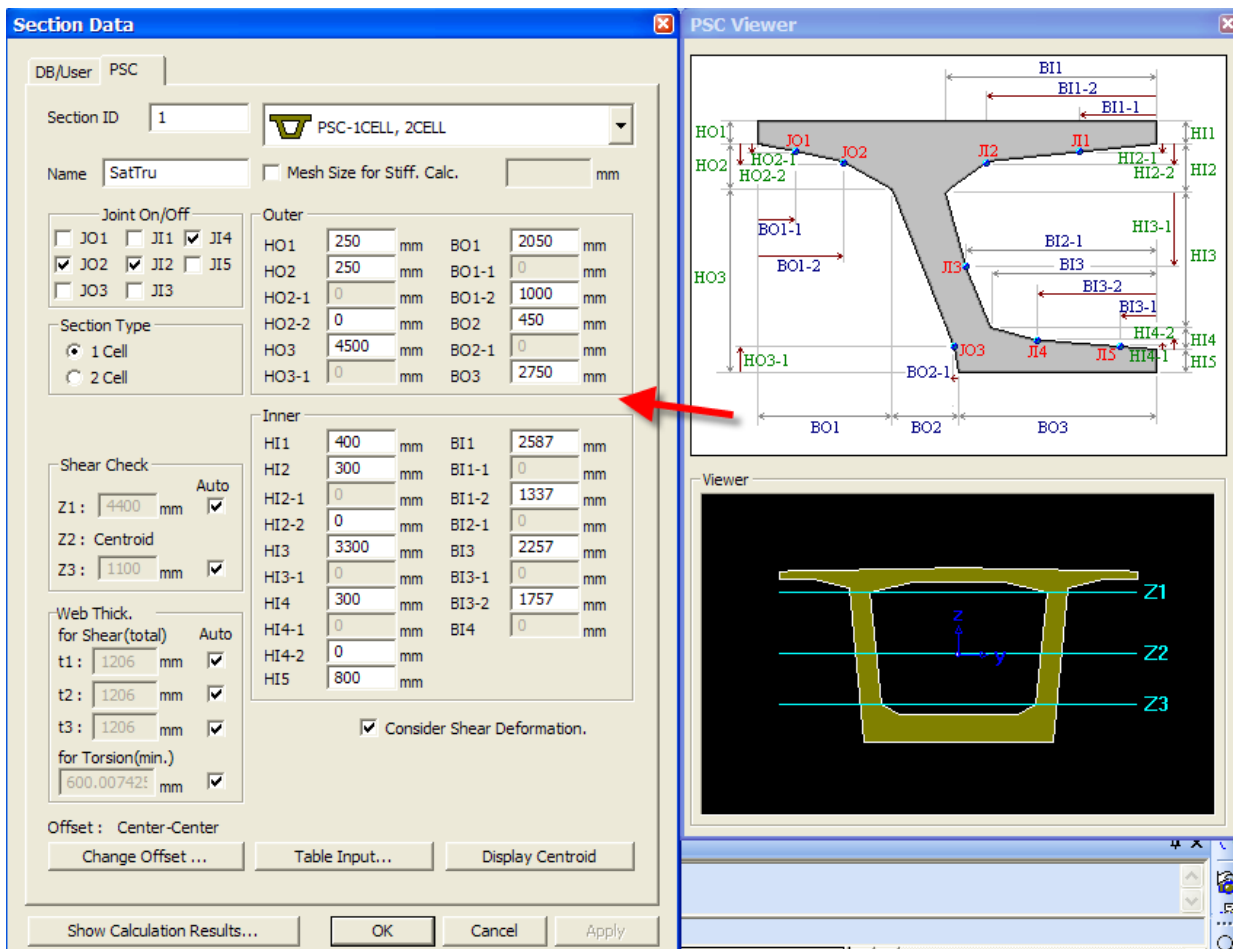


Chọn thông số thép hình từ tiêu chuẩn hoặc nhập theo người dùng tự định nghĩa.

Hình 0-34: Mặt cắt ghép

2.3.1.5. PSC (Prestressed Concrete)

Dạng mặt cắt cho các cầu kiện dầm bê tông cốt thép dự ứng lực. MIDAS/Civil cung cấp rất nhiều chuẩn mặt cắt cho các dạng dầm điển hình như hình hộp có một hoặc nhiều ngăn, chữ I, T,...



Hình 0-35: Mặt cắt bê tông cốt thép

Sau khi chọn dạng mặt cắt, tiến hành nhập các thuộc tính cho mặt cắt.

Mesh Size for Stiff. Calc: Kích thước lưới cho việc tính toán độ cứng của mặt cắt.

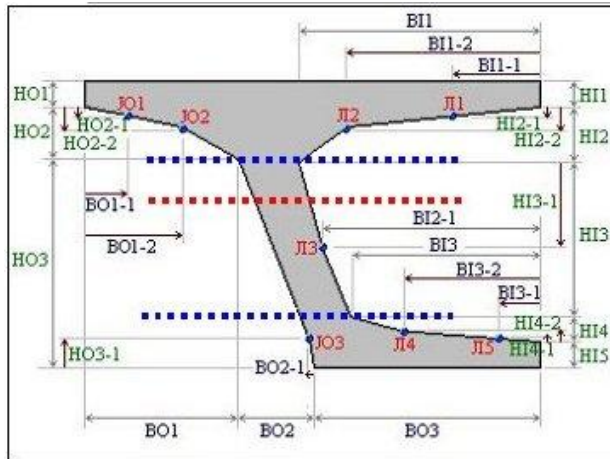
Joint On/ Off: Dựa vào hình minh họa, đánh dấu các điểm không chế cần thiết phục vụ quá trình mô tả mặt cắt. JO1, JO2... Các điểm không chế bao ngoài, JI1, JI2... Các điểm không chế bao trong. Theo hình minh họa nhập các kích thước vào mục Outer và Inner.

Shear Check: Kiểm tra ứng suất cắt tại vị trí Z1, Z2 và Z3. Z1 và Z3 có thể nhập trực tiếp hoặc tự động tính toán. Nếu chọn Auto, chương trình sẽ kiểm tra lực cắt tại vị trí đỉnh và đáy của dầm.

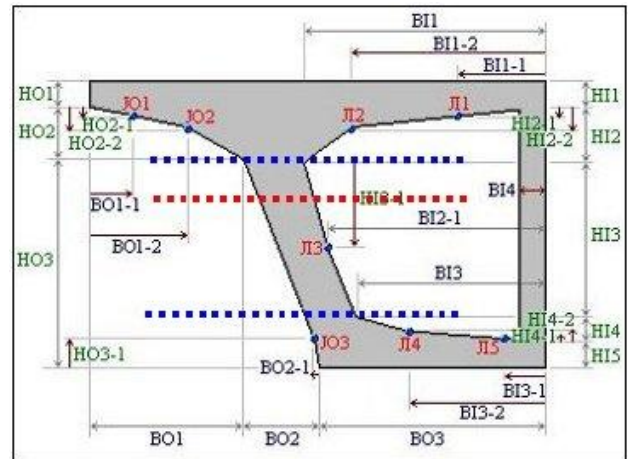
- ◆ Z1: Khoảng cách từ trọng tâm tới mép dưới của bản cánh dầm.
- ◆ Z3: Khoảng cách từ trọng tâm tới mép trên của bản đáy dầm.

Web thick: Bề dày bản bụng.

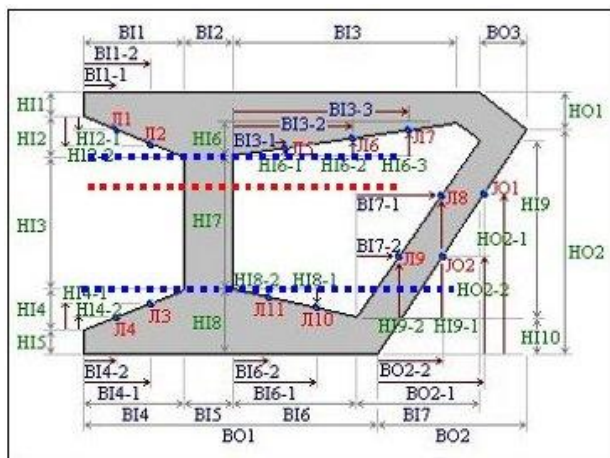
PSC - 1CELL



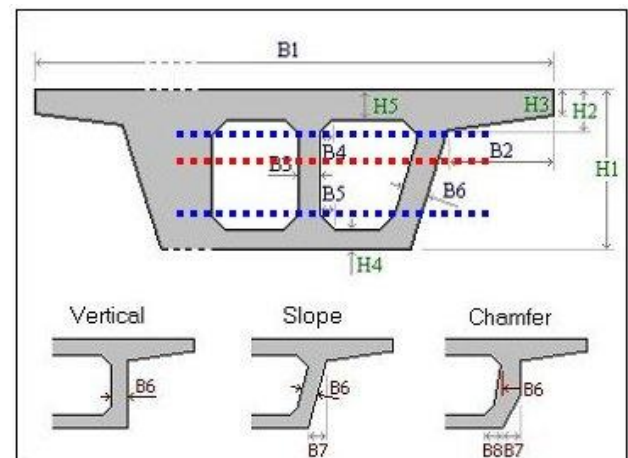
PSC - 2CELL



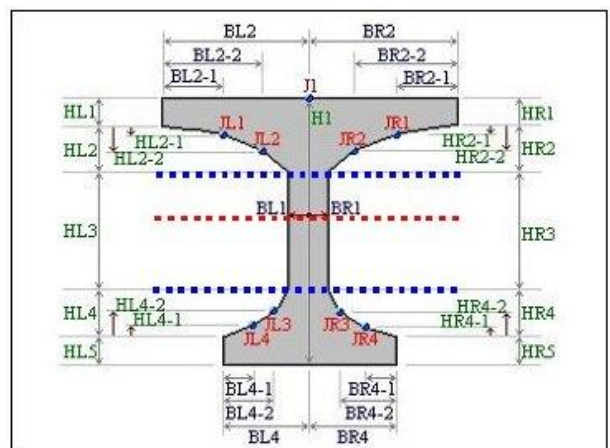
PSC - 3CELL



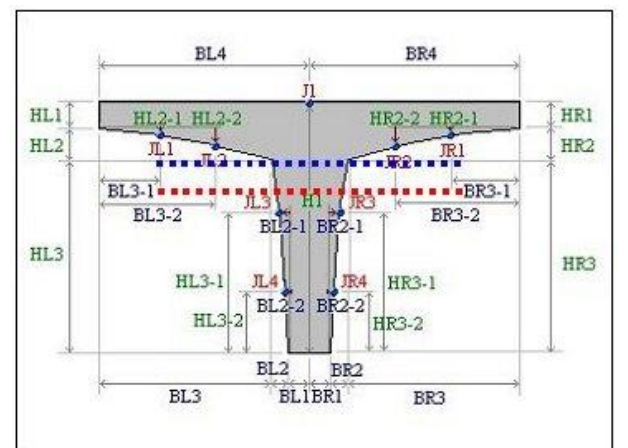
PSC - nCELL



PSC - I

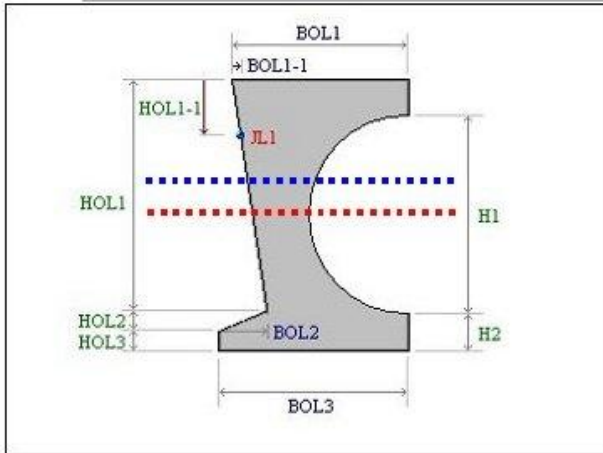


PSC - TEE

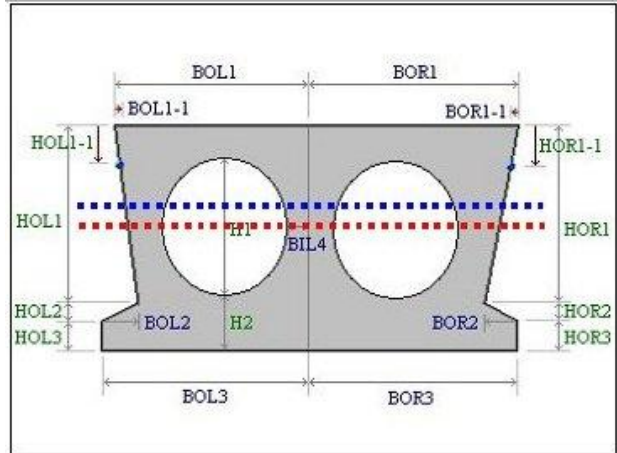


PSC - PLAT

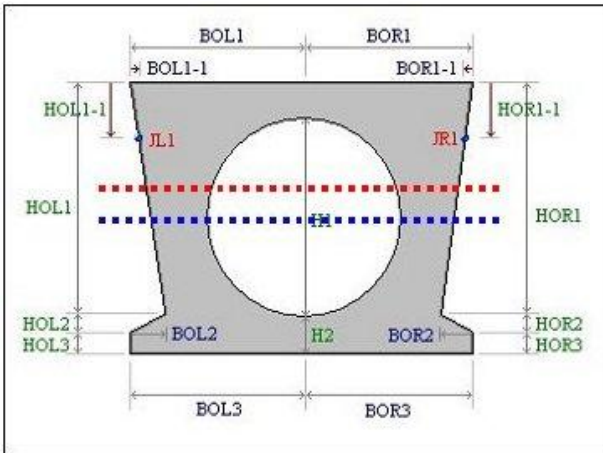
Section Type : Half



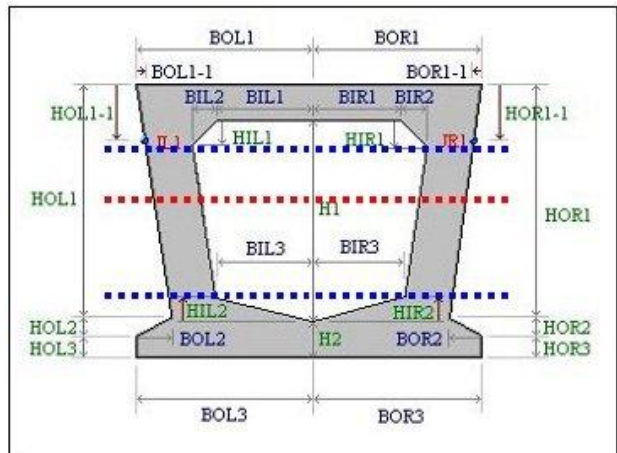
Section Type : 2CELL



Section Type : 1CELL(Type = Circle)

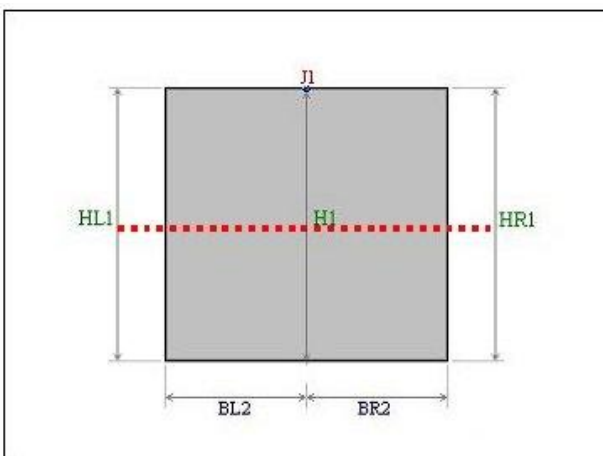


Section Type : 1CELL(Type = Polygon)

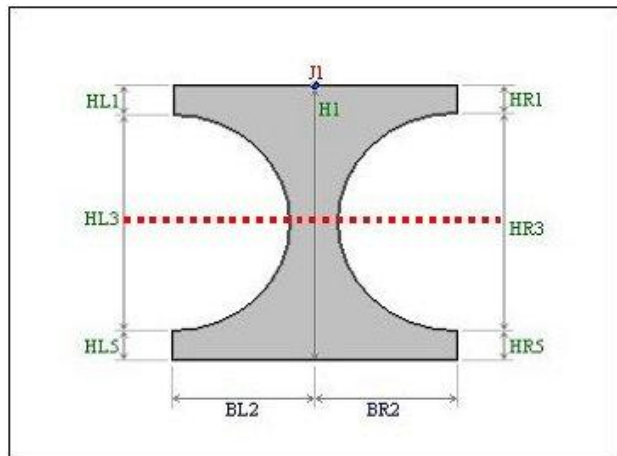


PSC - MID

Cell Type : None

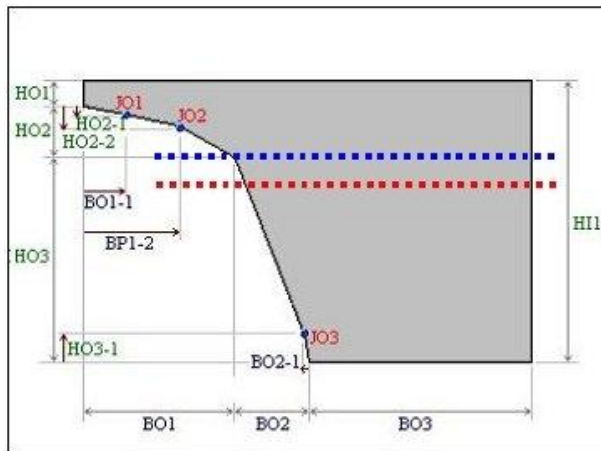


Cell Type : Circle

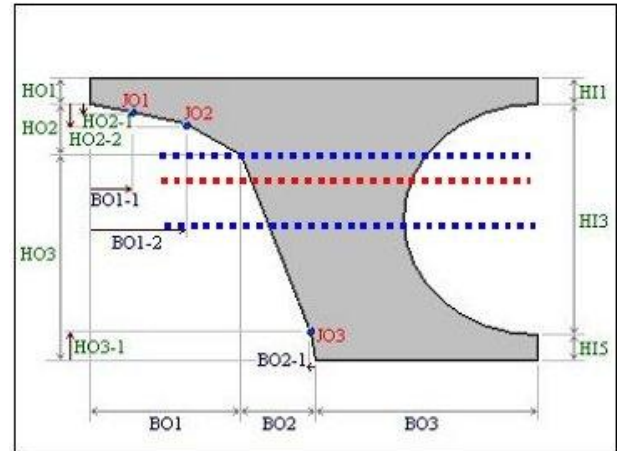


PSC - HALF

Cell Type : None

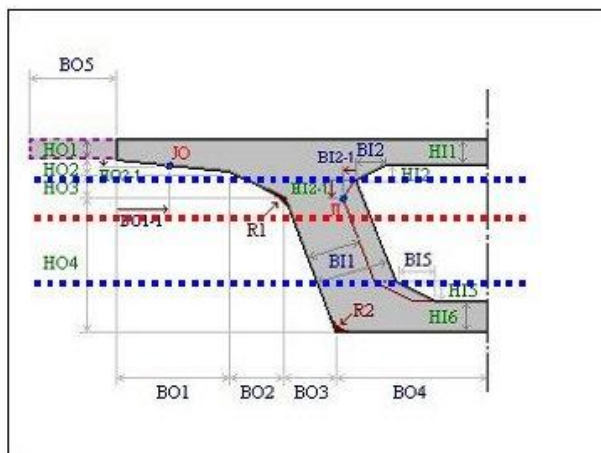


Cell Type : Circle

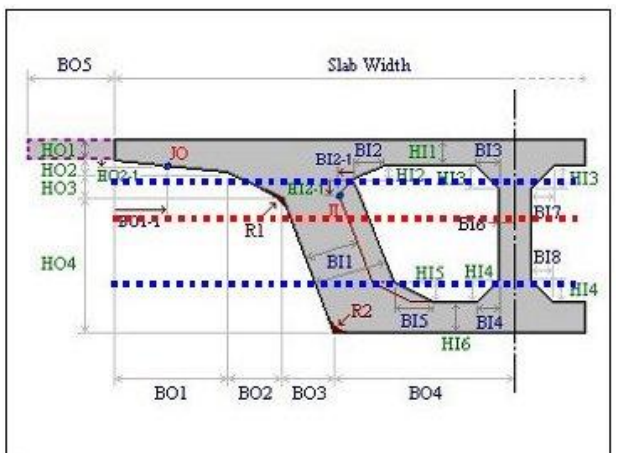


PSC - nCELL2

Cell Type : Polygon(Cell Num=1)



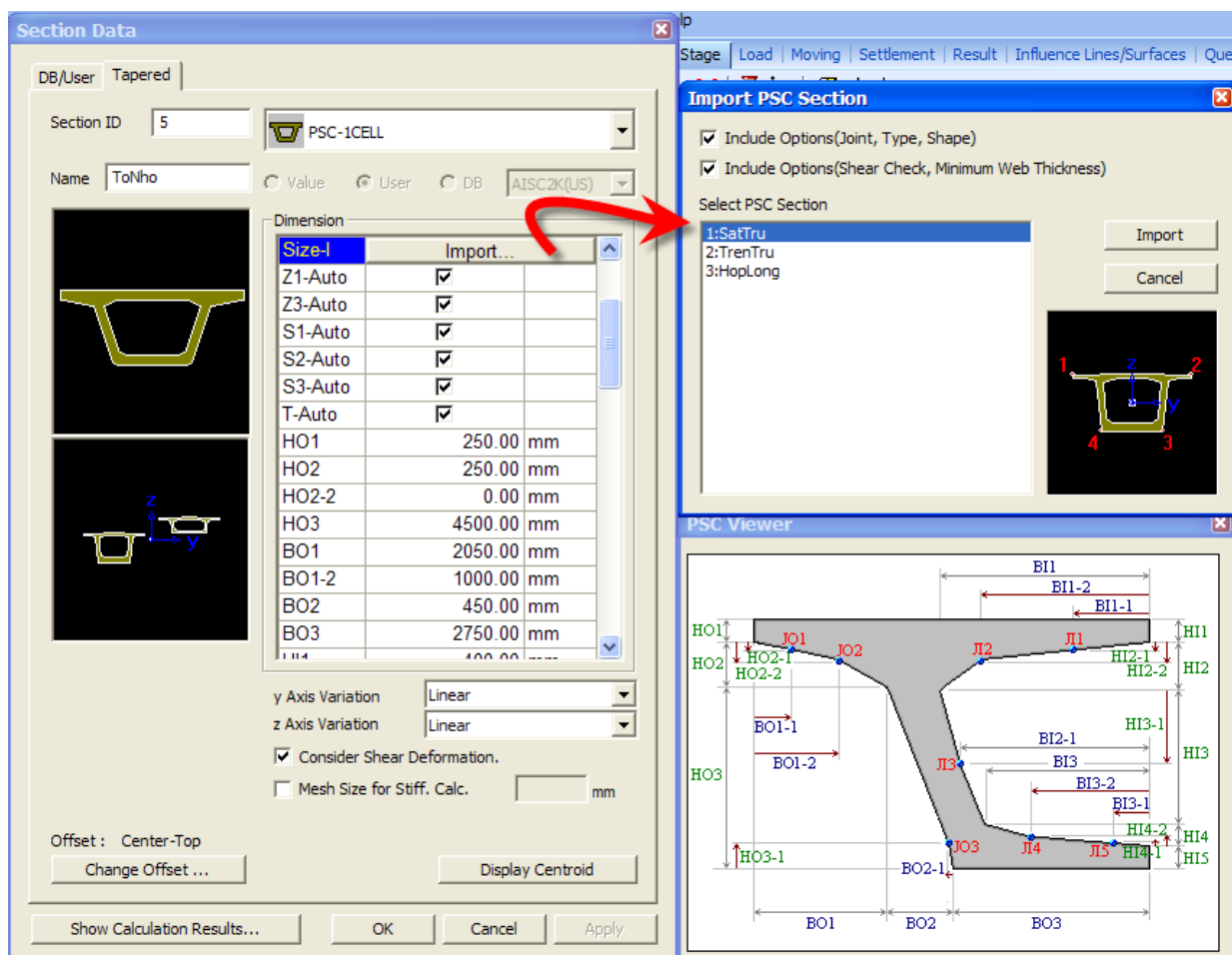
Cell Type : Polygon(Cell Num>1)



Hình 0-36: Các dạng mặt cắt bê tông cốt thép

2.3.1.6. Tapered

Mặt cắt thay đổi dọc theo phần tử.



Hình 0-37: Khai báo mặt cắt thay đổi

Chọn dạng mặt cắt: I, T, O, mặt cắt hộp... Các dạng mặt cắt trong Tapered bao gồm đầy đủ các dạng mặt cắt đã đề cập trong User/DB, PSC.

Nhập kích thước mặt cắt tại 2 đầu i, j của phần tử theo các cách sau:

- ✦ Nhập trực tiếp
- ✦ Tra tiêu chuẩn nếu là thép hình.
- ✦ Nhập từ một mặt cắt đã được định nghĩa (nếu là dạng PSC)

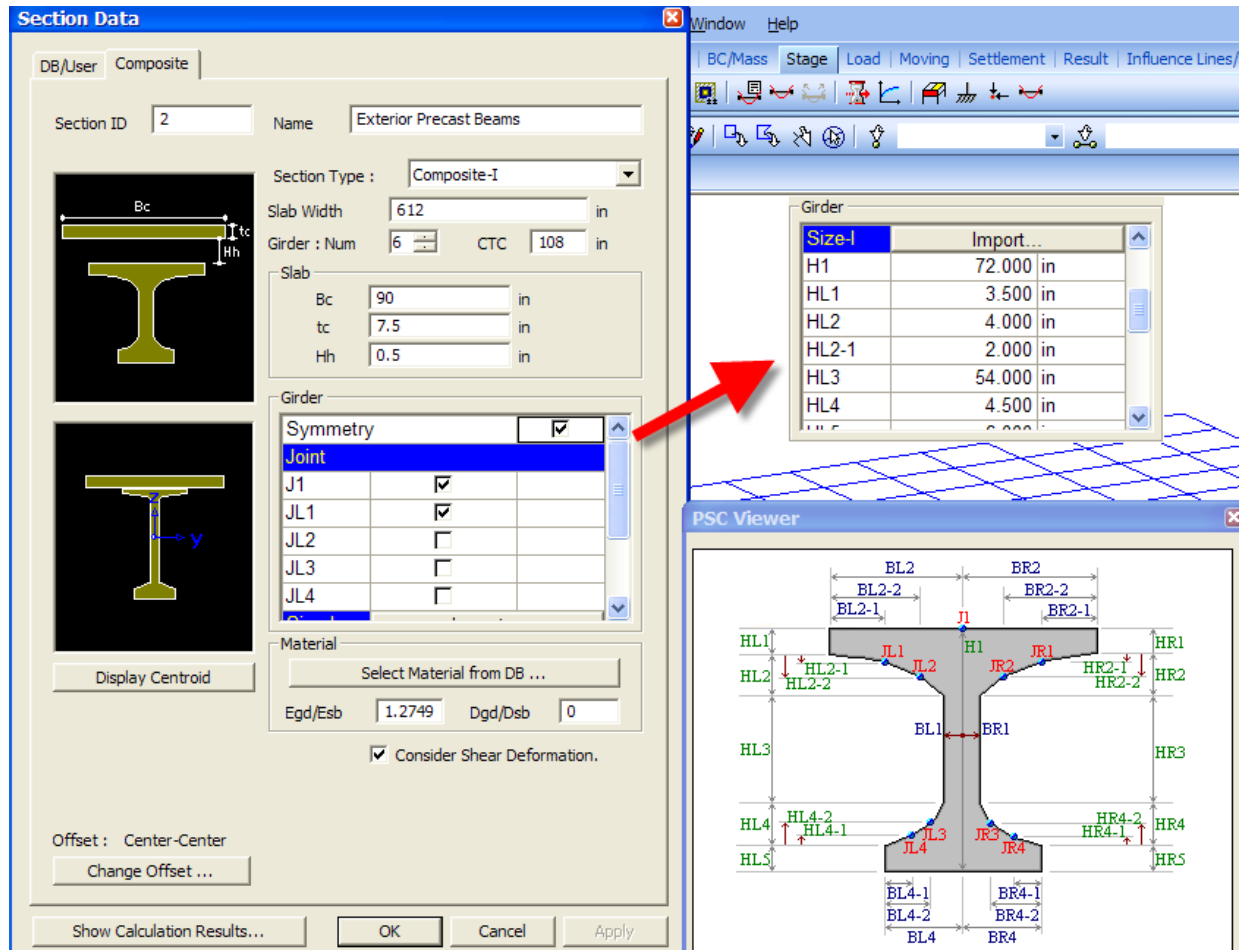
Dạng thay đổi mặt cắt theo trục y và trục z:

- ✦ Linear: dạng đường thẳng
- ✦ Parabolic: dạng đường cong bậc hai
- ✦ Cubic: dạng đường cong bậc ba.

2.3.1.7. Composite

Mặt cắt liên hợp. Midas/Civil hỗ trợ các kiểu mặt cắt liên hợp là:

- ◆ Steel Box
- ◆ Steel I
- ◆ Composite I
- ◆ Composite T
- ◆ User



Hình 0-38: Khai báo mặt cắt liên hợp

Việc nhập các thông số cũng tương tự như đối với các mặt cắt trên.

Hình bên là ví dụ các thông số nhập cho trường hợp thường gặp là dầm thép liên hợp bản bê tông cốt thép.

Slab width: Bề rộng bản mặt

Girder: Num: Số lượng dầm dọc, CTC: Khoảng cách giữa 2 dầm dọc.

Slab: Kích thước bản bê tông trên dầm I.

Girder: Các thông số cho dầm I, nhập theo hình minh họa.

Material: Nhập hệ số quy đổi vật liệu.

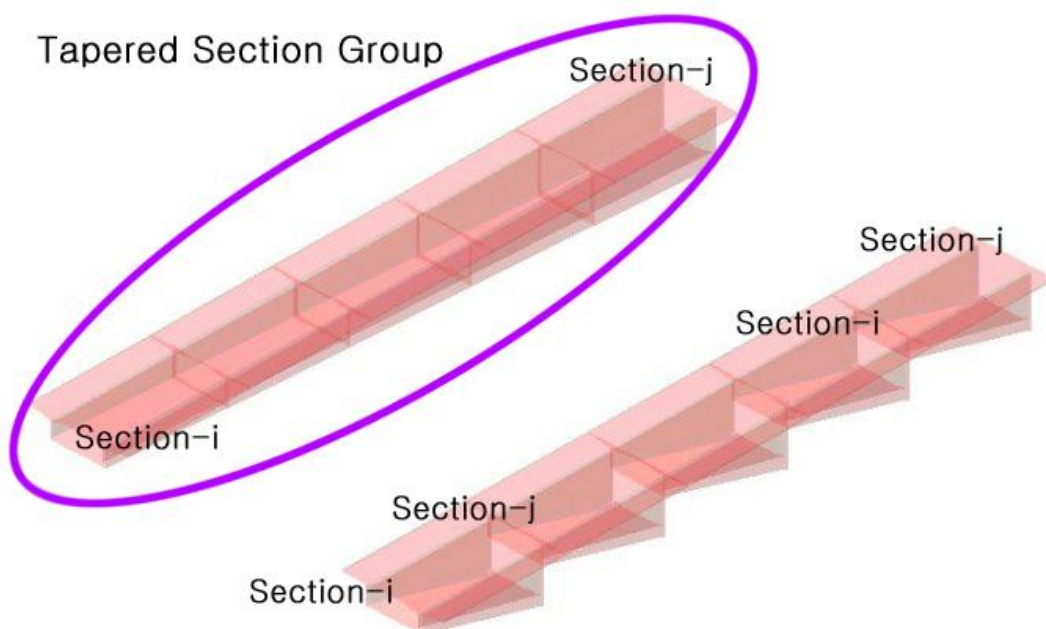
2.3.2. Gán mặt cắt cho phần tử

Việc gán mặt cắt cho các phần tử cũng được thực hiện hoàn toàn như việc gán vật liệu.

Xem 2.2.5 Gán vật liệu cho phần tử trang 27.

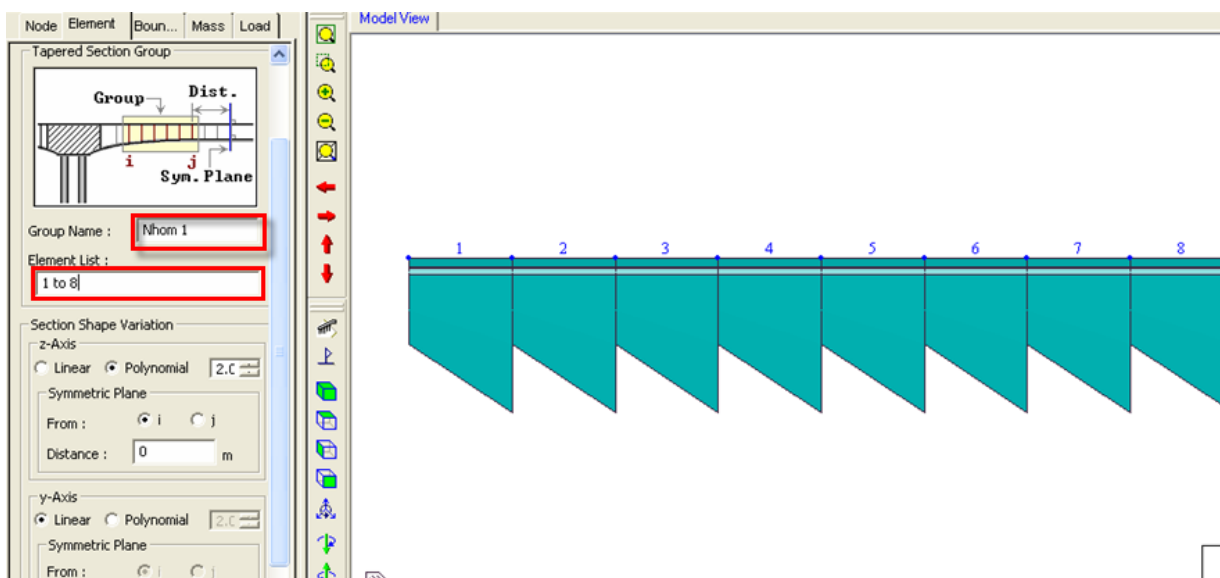
2.3.3. Khai báo mặt cắt thay đổi cho nhóm phần tử

Chức năng cho phép định nghĩa sự thay đổi mặt cắt liên tục trên một nhóm phần tử. Chức năng này khác với dạng mặt cắt **Tapered** trong phần 2.3.1 Định nghĩa và khai báo mặt cắt trang 27 ở chỗ, chức năng Tapered chỉ cho phép thay đổi mặt cắt trong phạm vi một phần tử. Do vậy, sử dụng **Tapered Section Group** sẽ cho phép mô hình sự thay đổi mặt cắt cho một nhóm phần tử nhanh hơn việc sử dụng mặt cắt **Tapered** cho từng phần tử.



Hình 0-39: Mặt cắt thay đổi theo nhóm phần tử

Sau khi khai báo mặt cắt thay đổi và gán cho các phần tử. Gọi chức năng Tapered Section Group: menu *Model -> Properties -> Tapered Section Group*



Hình 0-40: Tạo nhóm phần tử có mặt cắt thay đổi

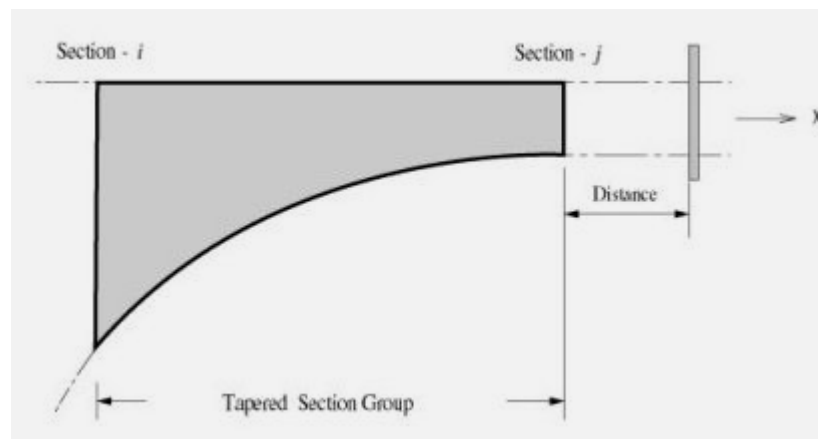
Section Group: Tên nhóm phần tử mặt cắt thay đổi.

Element List: Số hiệu các phần tử trong nhóm muốn gán mặt cắt thay đổi. Có thể nhập trực tiếp hoặc dùng chuột để lựa chọn trên mô hình.

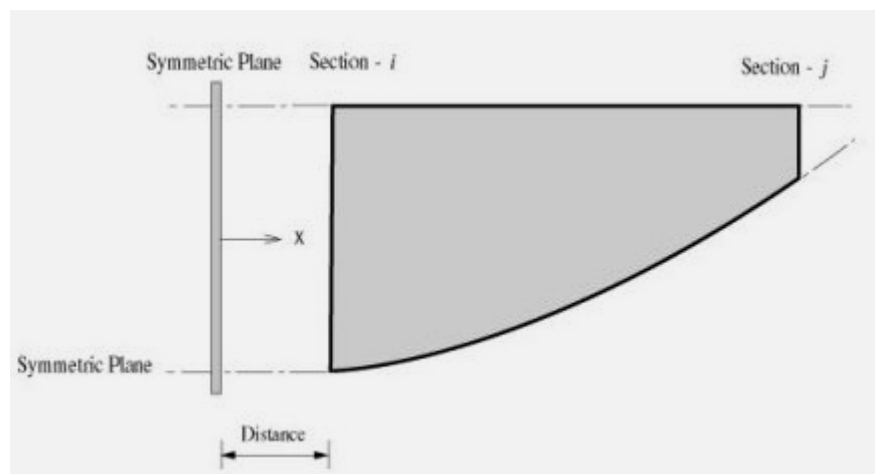
Section Shape Variation: Dạng mặt cắt thay đổi theo trục z và trục y.

- ◆ Linear: Thay đổi theo đường bậc nhất
- ◆ Polynomial: Thay đổi theo đa thức bậc cao, chọn số mũ trong ô bên cạnh.
- ◆ Symmetric Plane: Mặt phẳng đối xứng,
 - From: Chọn i, j tùy vào vị trí trục đối xứng của đường cong ở đầu i hay đầu j phần tử. Với ví dụ này, do trục đối xứng của đường cong parabol nằm ở đầu i của phần tử số 1 nên ta chọn i ở mục From.
 - Distance: Khoảng cách từ đầu i của phần tử đến vị trí tâm của đường cong

Mặt đối xứng ở đầu j

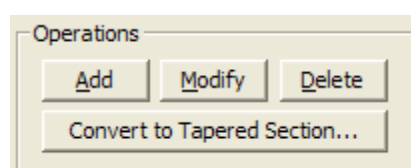


Mặt đối xứng ở đầu i



Hình 0-41: Xác định mặt phẳng đối xứng

Chọn **Add** để thêm nhóm vào danh sách. Chọn **Modify** để thay đổi các thông số của nhóm, hoặc **Delete** để xóa nhóm.



Hình 0-42: Các tính năng quản lý nhóm mặt cắt thay đổi

Convert Tapered Section...

Chức năng này tự động tính toán dữ liệu tạo mới mặt cắt thay đổi và gán cho từng phần tử trong nhóm. Các mặt cắt được tạo tương ứng với số phần tử được gán trong nhóm.

Ví dụ, nhóm có 10 phần tử, chức năng này sẽ tạo thêm 10 mặt cắt thay đổi tương ứng với 10 phần tử, đảm bảo sự thay đổi liên tục của các mặt cắt trong nhóm.

2.3.4. Dữ liệu chiều dày

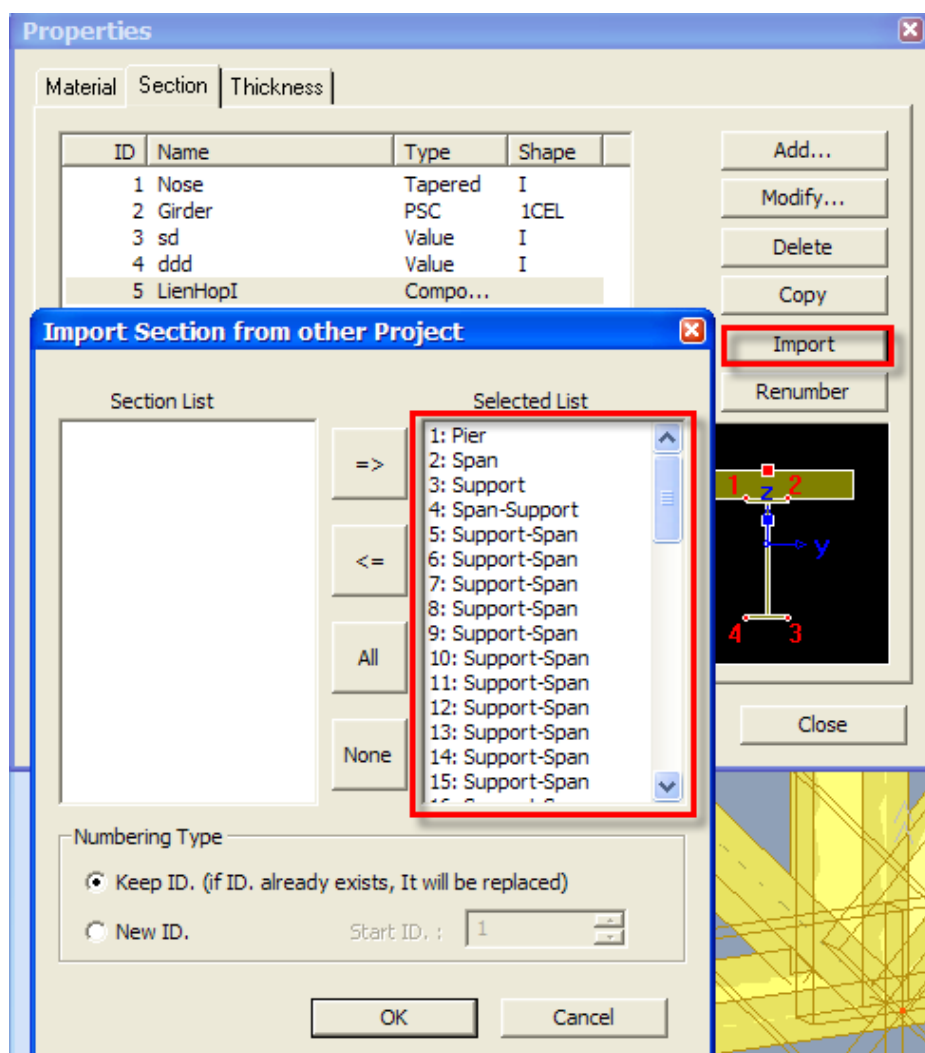
Dữ liệu mặt cắt được khai báo ở trên chỉ áp dụng được cho các phần tử dạng thanh. Khi phân tích các phần tử tấm, chương trình cần các dữ liệu về chiều dày. Dữ liệu về chiều dày của các phần tử tấm trong MIDAS/Civil được xem xét theo hai cách sau:

- ✦ Đưa vào cùng một chiều dày để tính toán độ cứng cho cả hai chiều trong và ngoài mặt phẳng.
- ✦ Đưa vào các chiều dày khác nhau để tính toán độ cứng cho cả hai chiều trong và ngoài mặt phẳng.

Đối với các phần tử ứng suất phẳng, chỉ có ứng xử trong mặt phẳng được đưa vào tính toán nên chỉ cần số liệu chiều dày trong mặt phẳng.

2.3.5. Nhập mặt cắt từ dự án khác

Mặt cắt dùng trong dự án có thể được nhập từ một dự án khác. Thay vì chọn Add chọn Import. Chọn nguồn và chọn các mặt cắt muốn thêm vào dự án.



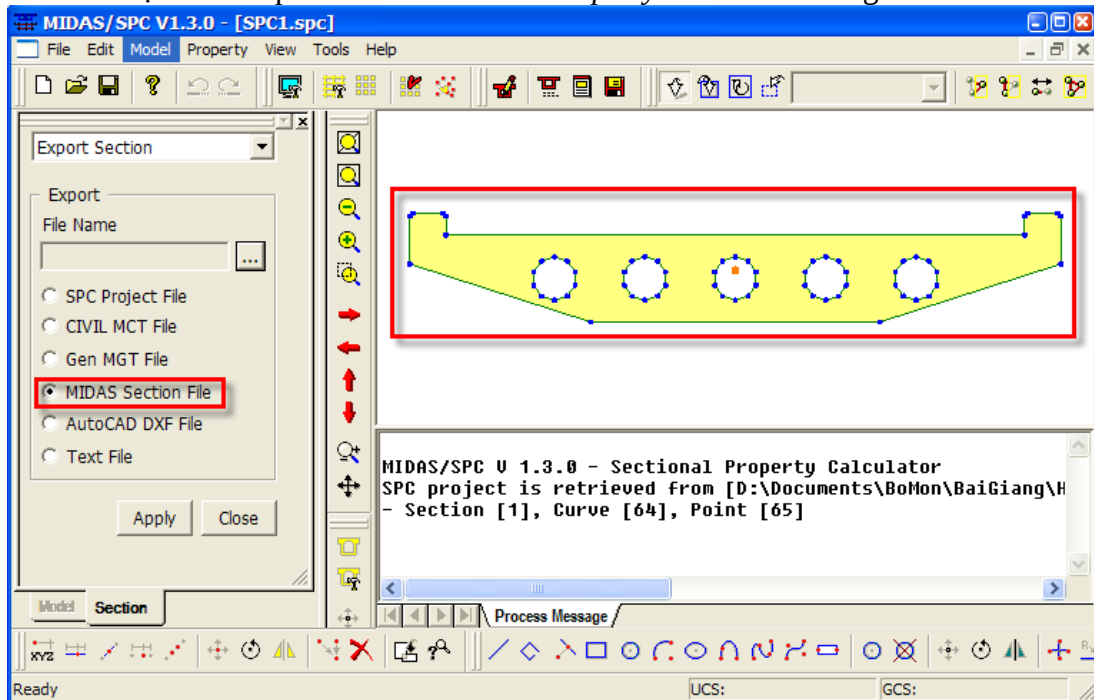
Hình 0-43: Nhập mặt cắt từ dự án khác

2.3.6. Xây dựng và tính toán mặt cắt tự định nghĩa bằng SPC

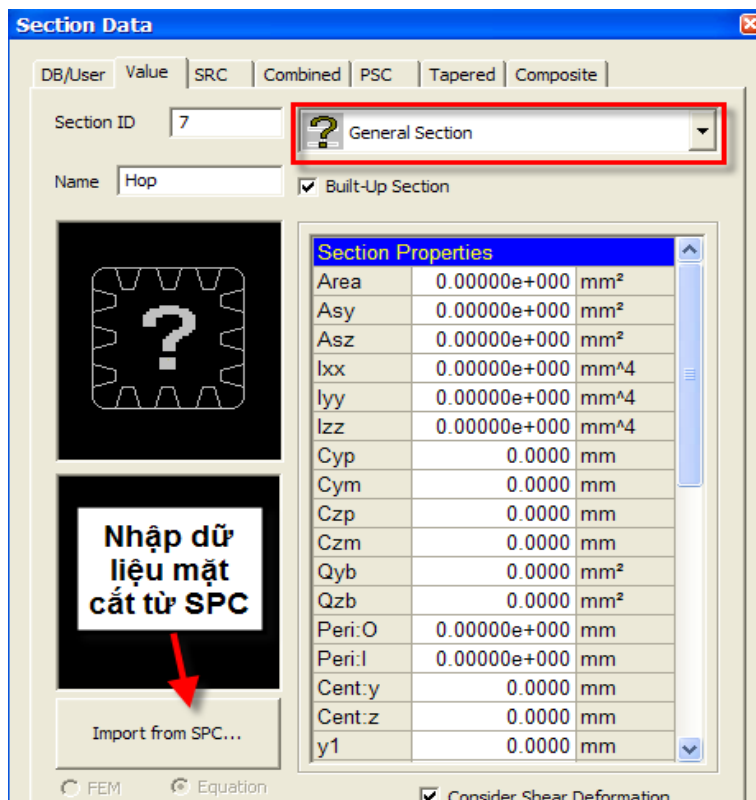
Trong trường hợp mặt cắt cần mô hình không được MIDAS/Civil hỗ trợ, MIDAS/Civil cung cấp một chương trình có khả năng tính toán đặc trưng hình học của mặt cắt bất kỳ. Dựa vào công cụ này, người dùng có thể tự xây dựng các mặt cắt.

Các hình dạng mặt cắt có thể được vẽ, hoặc nhập từ file DXF của AutoCAD. Gọi chương trình SPC từ menu *Tool>Sectional Property Calculator*.

Cách mô hình cụ thể xem phần 2.8.4 *Sectional Property Calculator* trang 73.



Hình 0-44: SPC hỗ trợ mô hình mặt cắt bất kỳ

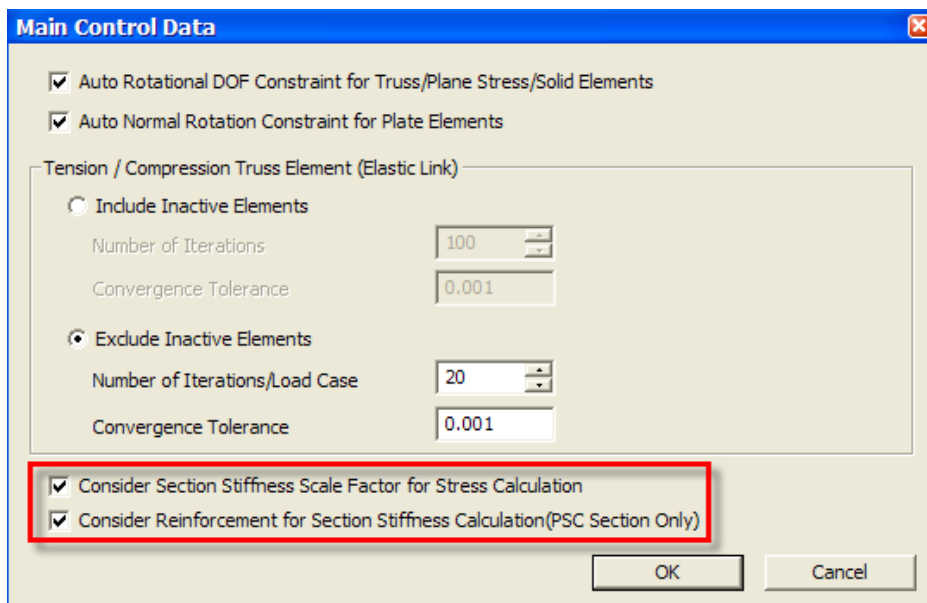


Sau khi mô hình và tính toán, SPC cho phép xuất dữ liệu mặt cắt theo nhiều dạng, từ đó tiến hành nhập mặt cắt vào trong dự án ở chương trình chính.

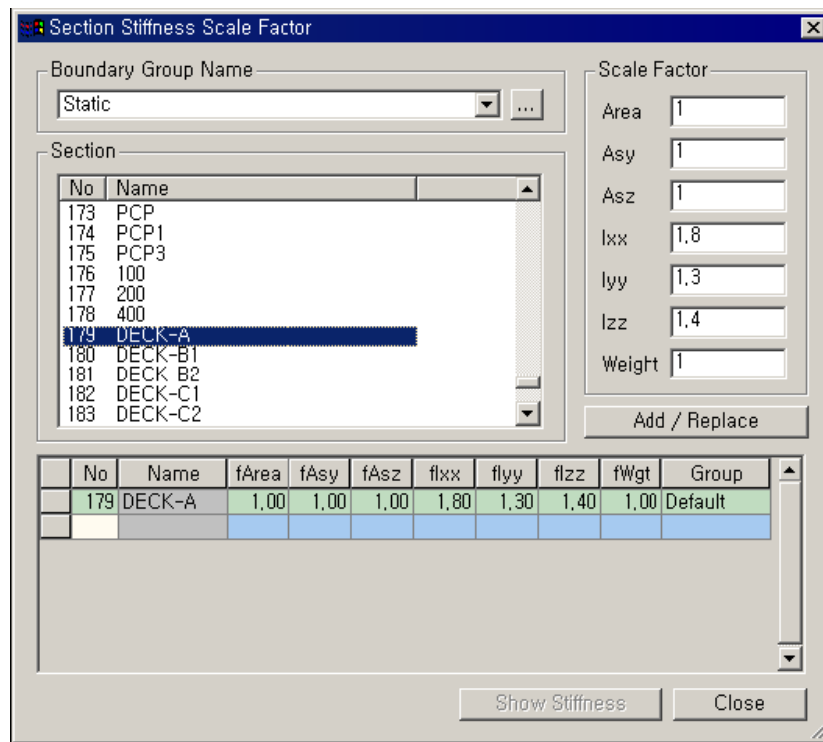
Mặt cắt nhập từ SPC được nhập trong thẻ Value, dạng mặt cắt là General Section.

Hình 0-45: Nhập mặt cắt bất kỳ từ SPC**2.3.7. Hệ số tỷ lệ độ cứng mặt cắt**

Trong một số trường hợp tải trọng và trạng thái thi công, một số mặt cắt có thể xuất hiện các vết nứt và do đó bị giảm yếu về độ cứng. Khi mô hình hóa kết cấu trong MIDAS/Civil, người dùng có thể yêu cầu chương trình xem xét đến các yếu tố này bằng cách đưa hệ số tỷ lệ độ cứng cho các mặt cắt theo các nhóm điều kiện biên. Các hệ số tỷ lệ độ cứng sẽ được xem xét cả khi tính toán (nội lực)/(độ võng) và ứng suất nếu người dùng thiết lập các yêu cầu phân tích cần thiết. Để yêu cầu chương trình xem xét đến hệ số tỷ lệ độ cứng khi tính toán ứng suất, người dùng chọn: “Consider Section Stiffness Scale Factor for Stress Calculation” khi thực hiện các thiết lập phân tích (*Analysis > Main Control Data*).

**Hình 0-46: Khai báo phân tích**

Để gán các hệ số tỷ lệ độ cứng mặt cắt cho các nhóm điều kiện biên người dùng gọi menu *Model > Properties > Section Stiffness Scale Factor...* và nhập số liệu thông qua giao diện.



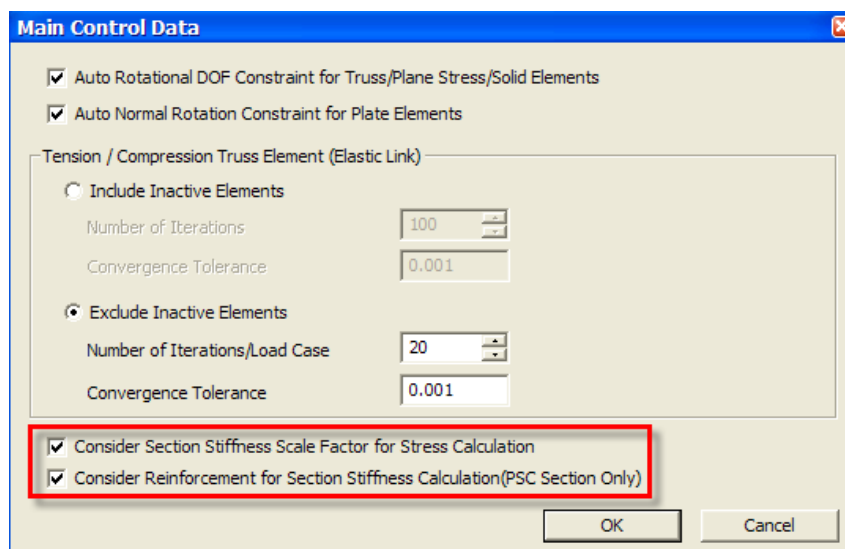
Hình 0-47: Hệ số tỉ lệ độ cứng mặt cắt

2.3.8. Nhập cốt thép thường cho mặt cắt dạng PSC

Các mặt cắt dầm bê tông ứng suất trước (kiểu PSC) có thể được mô hình đầy đủ cốt thép thường. MIDAS/Civil hỗ trợ mô hình 2 loại cốt thép thường là cốt thép chủ theo phương dọc và cốt thép chịu cắt do lực cắt và xoắn.

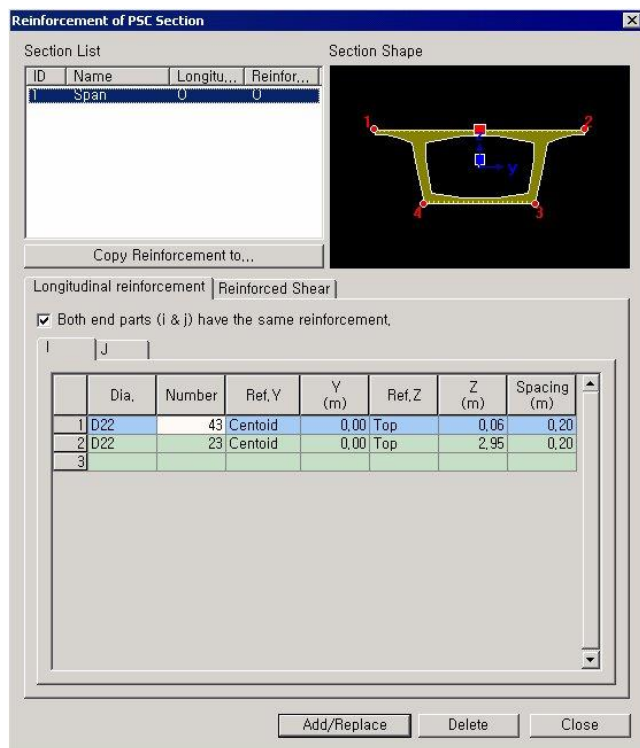
Việc đưa cốt thép thường vào mặt cắt cho phép tính toán độ cứng và xem xét các hiệu ứng ràng buộc của cốt thép thường chống lại quá trình từ biến và co ngót.

Đề yêu cầu chương trình xem xét đến cốt thép thường trong mặt cắt, người dùng chọn: “Consider Reinforcement for Section Stiffness Calculation” khi thực hiện các thiết lập phân tích (*Analysis > Main Control Data*).



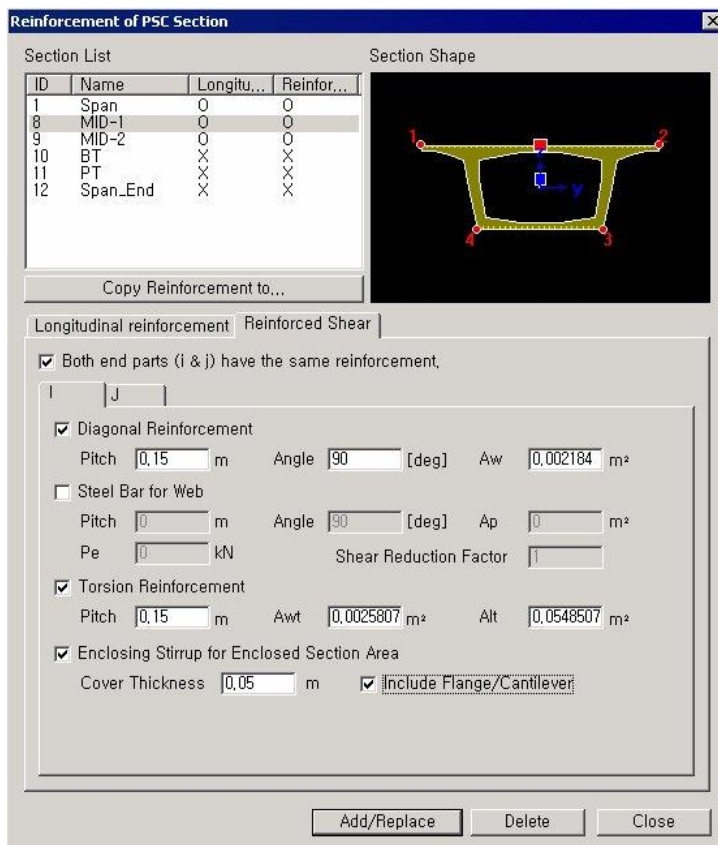
Hình 0-48: Khai báo phân tích

Khai báo cốt thép chủ theo phương dọc



Hình 0-49: Khai báo cốt thép dọc

Khai báo cốt thép chịu cắt



Dia.: Chọn đường kính cốt thép.

Number: Số thanh thép

Ref.Y: Điểm tham chiếu theo trục Y.

Y: Khoảng cách từ Ref.Y đến trọng tâm của cốt thép gia cố theo phương ngang.

Ref.Z: Điểm tham chiếu theo trục Z.

Z: Khoảng cách đứng từ Ref.Z đến thép gia cố.

Khi Ref.Z có giá trị Top, chiều “+” hướng xuống dưới.

Khi Ref.Z có giá trị Bottom, chiều “+” hướng lên trên.

Spacing: Khoảng cách theo phương ngang giữa các thanh thép gia cố

Both end parts (i & j) have the same reinforcement: gia cố 2 đầu i, j giống nhau.

Diagonal Reinforcement: Cốt thép chéo

Pitch: Khoảng cách.

Angle: Góc nghiêng, dấu như hình bên.

Aw: Tổng diện tích cốt thép

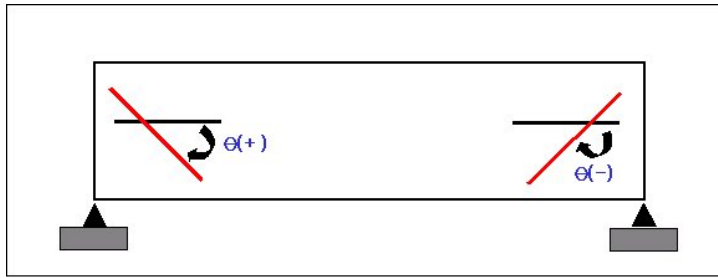
Steel Bar for Web: Cốt thép bản bụng.

Pitch: Khoảng cách

Angle: Góc nghiêng

Ap: Tổng diện tích cốt thép

Pe: Ứng suất trước



Hình 0-50: Khai báo cốt thép chịu cắt

Torsion Reinforcement: Cốt thép chống xoắn.

Pitch: Khoảng cách

Awt: Tổng diện tích cốt thép ngang

Alt: Tổng diện tích cốt thép dọc.

2.4. Mô hình hóa điều kiện biên

MIDAS/Civil cung cấp các công cụ để mô hình hóa các điều kiện biên khác nhau, phù hợp với thực tế phân tích kết cấu cầu. Để thực hiện mô hình hóa liên kết và điều kiện biên, người dùng gọi menu *Model > Boundaries...* và chọn kiểu liên kết hay điều kiện biên tương ứng. Hầu hết các liên kết và điều kiện biên đều áp dụng cho nút. Do đó, khi khai báo liên kết hoặc điều kiện biên, người dùng phải chọn nút để gán chúng. Các liên kết hoặc điều kiện biên, sau khi được định nghĩa và gán cho một số nút có thể gán mở rộng cho các nút khác nhau theo các phương pháp chung như kéo thả, sửa đổi trên bảng...

Các liên kết và điều kiện biên trong MIDAS/Civil có thể được nhóm thành các dạng gói và liên kết. Gói là dạng liên kết đặc biệt nối kết cấu với môi trường, ví dụ như nền đất. Liên kết được dùng để ám chỉ các đối tượng kết nối hai hay nhiều nút trong kết cấu với nhau.

 Supports	Gối cứng
 Define General Spring Type	Định nghĩa kiểu gối đàn hồi tổng quát
 Surface Spring Support	Gối đàn hồi cho mặt
 Nonlinear Link Properties	Các thông số liên kết phi tuyến
 Beam End Release	Giải phóng liên kết đầu dầm
 Plate End Release	Giải phóng liên kết đầu tấm
 Panel Zone Effect	Hiệu ứng vùng liên kết
 Effective Width Scale Factor	Hệ số tỉ lệ chiều rộng có hiệu
 Point Spring Supports	Gối đàn hồi điểm
 General Spring Supports	Gối đàn hồi tổng quát

	Elastic Link	Liên kết đàn hồi
	General Link	Liên kết phi tuyến
	Beam End Offset	Đoạn cứng đầu dầm
	Rigid Link	Liên kết cứng
	Node Local Axis	Trục tọa độ địa phương nút

2.4.1. Gối



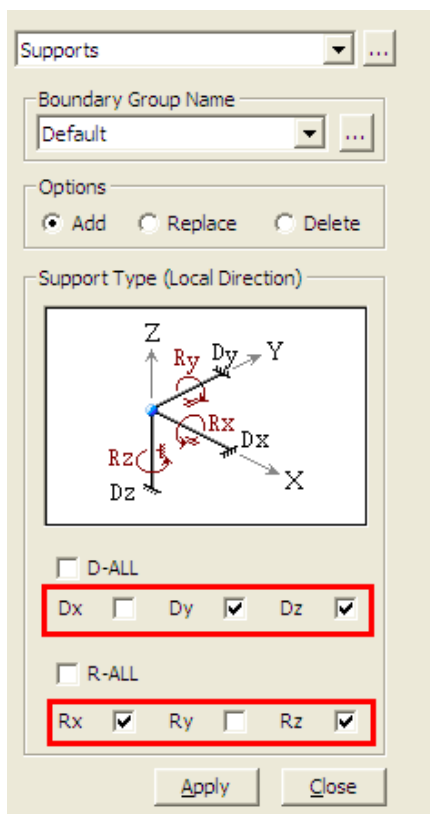
General Spring Supports là dạng gối đàn hồi tổng quát, có độ cứng theo từng bậc tự do. Thông số đàn hồi của gối được định nghĩa trong General Spring Type



Surface Spring Support là gối đàn hồi mặt, áp dụng cho trường hợp kết cấu có các mặt tiếp xúc với đất nền như hầm hay móng băng, móng bè...



Supports để mô hình hóa các gối cứng thông thường. Ở đây, người dùng có thể quy định các bậc tự do bị giới hạn chế tương ứng với mô hình tính toán. Liên kết gối cứng được gán cho nút.



Hình 0-51: Mô hình gối cứng

Gối cứng được gán cho các nút, yêu cầu phải chọn các nút trước khi mô hình.

Boundary Group Name: Tên nhóm điều kiện biên, mặc định là Default

Options: Các dạng lựa chọn khi khai báo gối:

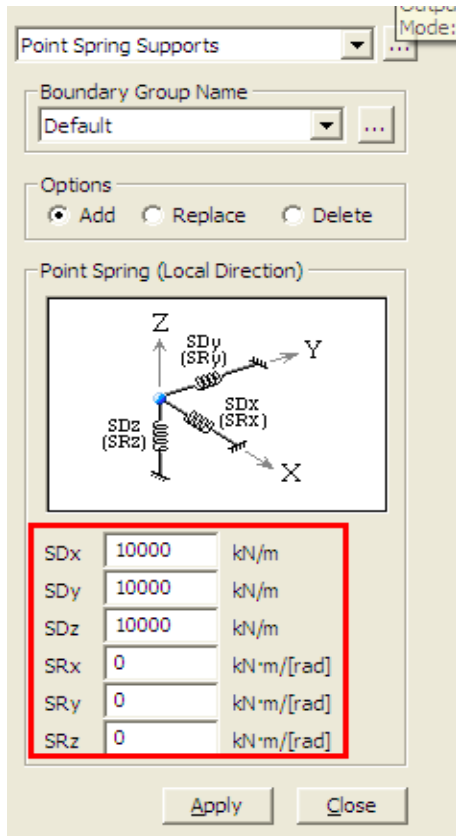
- ◆ Add: Bổ sung các hạn chế bậc tự do cho gối
- ◆ Replace: Thay thế các khai báo trước bằng khai báo hiện thời
- ◆ Delete: Xóa các khai báo đang có.

Support Type (Local Direction): Kiểu gối (hạn chế bậc tự do theo **hệ tọa độ địa phương**).

- ◆ D-All: Hạn chế tất cả các bậc tự do chuyển vị đường
- ◆ Dx, Dy, Dz: Hạn chế bậc tự do chuyển vị đường theo trục x, y, z.
- ◆ R-All: Hạn chế tất cả các bậc tự do quay.
- ◆ Rx, Ry, Rz: Hạn chế bậc tự do quay quanh trục x, y, z.



Point Spring Supports là gối đàn hồi điểm (nút). Ở đây, người dùng có thể định nghĩa độ cứng theo các bậc tự do của nút. Loại này thường được áp dụng để mô hình hóa các gối cao su hay điểm kê của đà giáo trong quá trình thi công.



Hình 0-52: Mô hình gối đàn hồi

Gối đàn hồi điểm nút được gán cho các nút, yêu cầu phải chọn các nút trước khi mô hình.

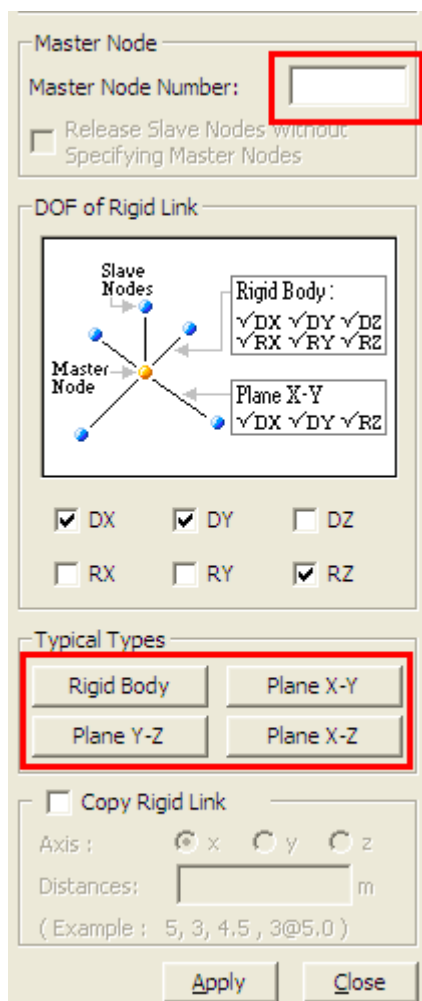
Point Spring (Local Direction): Độ cứng đàn hồi (theo các bậc tự do trong hệ tọa độ địa phương):

- ◆ SDx, SDy, SDz: Độ cứng đàn hồi theo phương trục x, y, z.
- ◆ SRx, SRy, SRz: Độ cứng đàn hồi chống quay quanh trục x, y, z.

2.4.2. Liên kết



Rigid Link là dạng liên kết để mô hình hóa các ràng buộc cứng giữa một nút chuẩn (master) và nhiều nút phụ khác (slave).



Hình 0-53: Ràng buộc cứng

Master Node Number: Số hiệu nút chính. Có hai cách nhập: từ bàn phím hoặc dùng chuột lựa chọn trên mô hình (yêu cầu trước đó phải click chuột vào ô cần nhập).

DOF of Rigid Link: Gán bậc tự do cho Rigid.

- ◆ DX, DY, DZ: bậc tự do về chuyển vị theo phương trục X, Y, Z của hệ tọa độ GCS.
- ◆ RX, RY, RZ: Bậc tự do về chuyển vị quanh trục X, Y, Z của hệ tọa độ GCS.

Typical Types: một số dạng thường dùng, đơn giản hoá các bước nhập điều kiện trên.

- ◆ Rigid Body: không chế dịch chuyển tương đối của nút chính và nút phụ giống như chúng được nối với nhau bằng một vật thể cứng dạng khối.
- ◆ Plane X-Y, Y-Z, X-Z: liên kết thành tám cứng trong mặt phẳng X-Y, Y-Z, X-Z của GCS.

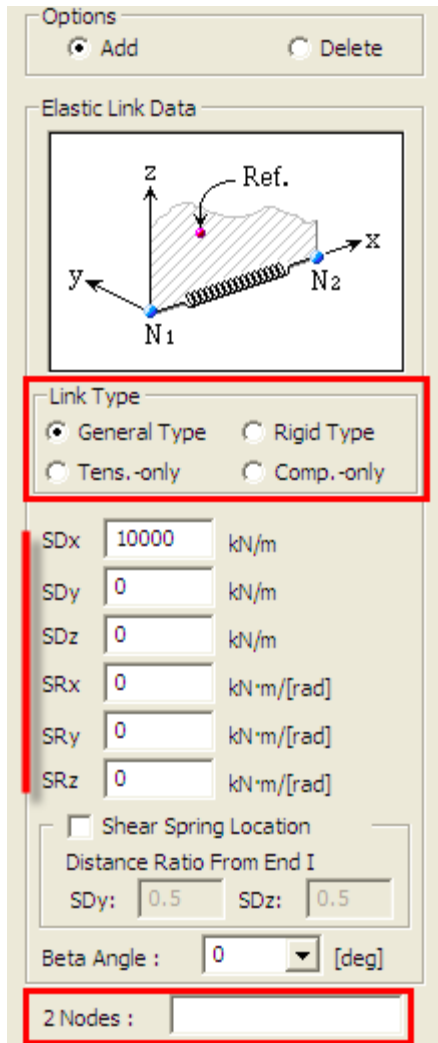
Copy Rigid Link: copy các điều kiện liên kết cứng đã được định nghĩa.

- ◆ Axis: Trục tọa độ
- ◆ Distance: Khoảng cách giữa các Rigid link.

Lưu ý:

- ◆ Các nút phụ (Slave) được chọn trên mô hình.
- ◆ Muốn sử dụng Copy Rigid Link, yêu cầu phải tồn tại các nút tại vị trí cần copy.

Elastic Link là liên kết đàn hồi nối hai điểm trong mô hình với nhau. Một cách tổng quát, người dùng xác định độ cứng theo các bậc tự do trong Elastic Link. Dạng liên kết này cũng được sử dụng để mô hình hóa liên kết cứng, liên kết khớp, liên kết chỉ chịu kéo hay chỉ chịu nén.



Hình 0-54: Liên kết đàn hồi

Options: Các dạng lựa chọn khi khai báo liên kết:

- ◆ Add: Bổ sung thêm liên kết
- ◆ Delete: Xóa các khai báo liên kết đang có.

Link Type: Kiểu liên kết

- ◆ General Type: Dạng tổng quát
- ◆ Rigid Type: Dạng liên kết cứng
- ◆ Tens.-only: Liên kết dạng thanh chỉ chịu kéo.
- ◆ Comp.-only: Liên kết dạng thanh chỉ chịu nén.

SDx, SDy, SDz: Độ cứng đàn hồi theo phương trục x, y, z.

SRx, SRy, SRz: Độ cứng đàn hồi chống quay quanh trục x, y, z.

Beta Angle: Góc β của phần tử.

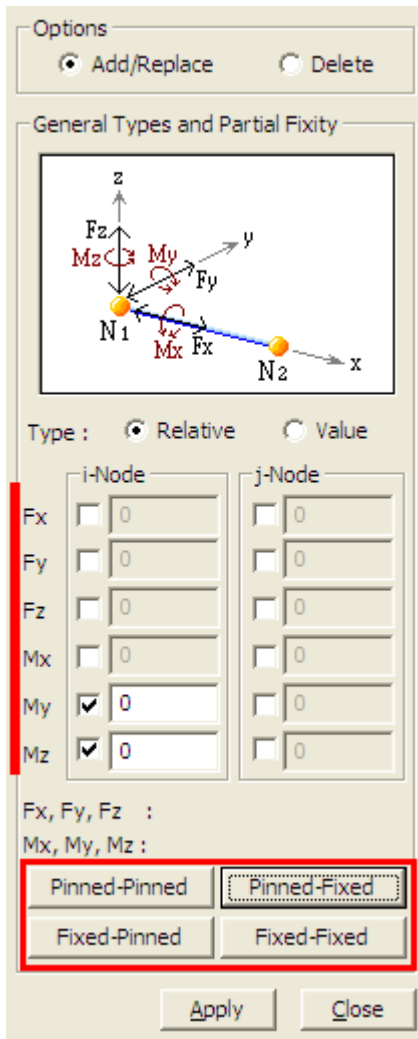
2 Nodes: Chọn 2 nút để gắn liên kết đàn hồi

General Link là liên kết tổng quát, có thể dùng để mô hình hóa cả liên kết phi tuyến. Để khai báo các liên kết này, người dùng cần định nghĩa các thuộc tính phi tuyến.

2.4.3. Các dạng điều kiện biên khác

Beam End Release, Plate End Release là dạng giải phóng liên kết theo các bậc tự do nhất định ở đầu các phần tử dầm hoặc tấm.

Ví dụ xác định các thông số giải phóng liên kết đầu phần tử dầm:



Hình 0-55: Giải phóng liên kết đầu phần tử

Điều kiện biên này yêu cầu phải khai báo cho phần tử dầm. Vậy lưu ý phải chọn phần tử dầm trước, và nhận định rõ sẽ mô hình ở đầu i hay j.

Options: Các dạng lựa chọn khi khai báo:

- ◆ Add/Replace: Bổ sung, thay thế các khai báo trước bằng khai báo hiện thời.
- ◆ Delete: Xóa các khai báo đang có.

General Types and Partial Fixity: Chọn loại liên kết hoặc nhập giá trị độ cứng từng thành phần cho từng bậc tự do ở cả 2 đầu phần tử theo hệ tọa độ địa phương.

Type: Kiểu nhập dữ liệu, có 2 kiểu:

- ◆ Relative: Nhập theo hệ số độ cứng.
- ◆ Ví dụ, 0 và 1 mô tả điều kiện biên giải phóng hoàn toàn và điều kiện biên cứng hoàn toàn.
- ◆ Nhập 0.3 cho M_y (mô men uốn) của nút i mô tả sẽ chỉ 30% của M_y có tác dụng.
- ◆ Value: Nhập hệ số cố định bậc tự do ở đầu phần tử theo giá trị độ cứng.

Căn cứ vào đặc điểm của từng phần tử mà check vào các lựa chọn F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z ... và nhập dữ liệu.

F_x , F_y , F_z : giải phóng thành phần lực dọc trục theo trục x, lực cắt theo trục y, z của hệ tọa độ ECS.

M_x : giải phóng thành phần mômen xoắn quanh với trục x của hệ tọa độ ECS

M_y , M_z : giải phóng thành phần mômen uốn quanh với trục y, z của hệ tọa độ ECS

Để đơn giản cho người sử dụng, thay vì lựa chọn theo các thành phần độ cứng trên, chương trình hỗ trợ 4 lựa chọn nhanh:

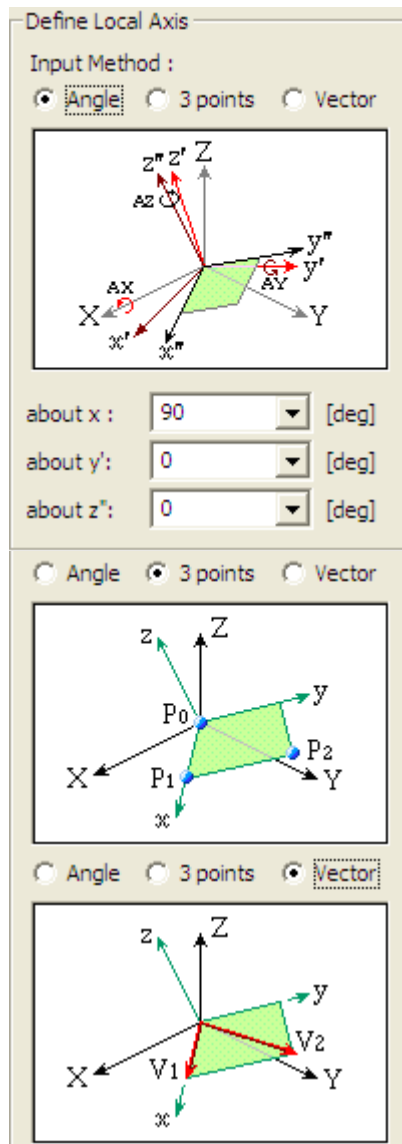
- ◆ Pinned - Pinned: giải phóng thành phần độ cứng chống uốn theo cả hai trục y và z ở cả hai đầu của phần tử lựa chọn.
- ◆ Pinned - Fixed: giải phóng thành phần độ cứng chống uốn theo cả hai trục y và z ở đầu i (nút N1) của phần tử được lựa chọn.
- ◆ Fixed - Pinned: giải phóng thành phần độ cứng chống uốn theo cả hai trục y và z ở đầu j (nút N2) của phần tử được lựa chọn.
- ◆ Fixed - Fixed: xoá mọi lựa chọn đã lập trước đó, đưa phần tử trở lại điều kiện liên kết cứng ban đầu.



Node Local Axis định nghĩa tọa độ địa phương của nút.

Tọa độ địa phương của nút có thể sử dụng kết hợp với các chức năng mô hình hóa sau:

- ◆ Supports: Gối cứng
- ◆ Point Spring Supports: Gối đàn hồi điểm nút
- ◆ General Spring Supports: Gối đàn hồi tổng quát
- ◆ Surface Spring Supports: Gối đàn hồi cho bề mặt
- ◆ Specified Displacement of Supports: chuyển vị cưỡng bức tại gối.



Hình 0-56: Định nghĩa tọa độ địa phương của nút

Input Method: Có 3 phương thức định nghĩa

Angle:

Định nghĩa trên cơ sở 3 góc xoay quanh trục x, y', z'' .

- ♦ about x: Góc quay quanh trục X của GCS.
- ♦ about y: Góc quay quanh trục y' – trục đã được quy quanh X
- ♦ about z: Góc quay quanh z'' – trục đã được quay quanh trục X và trục y' .

3 points:

Định nghĩa trên cơ sở 3 điểm:

- ♦ P0: tọa độ gốc của hệ tọa độ nút.
- ♦ P1: tọa độ một điểm bất kì trên trục x của hệ tọa độ nút.
- ♦ P2: tọa độ của một điểm bằng cách dịch chuyển từ điểm P1 và song song với trục y của hệ tọa độ nút.

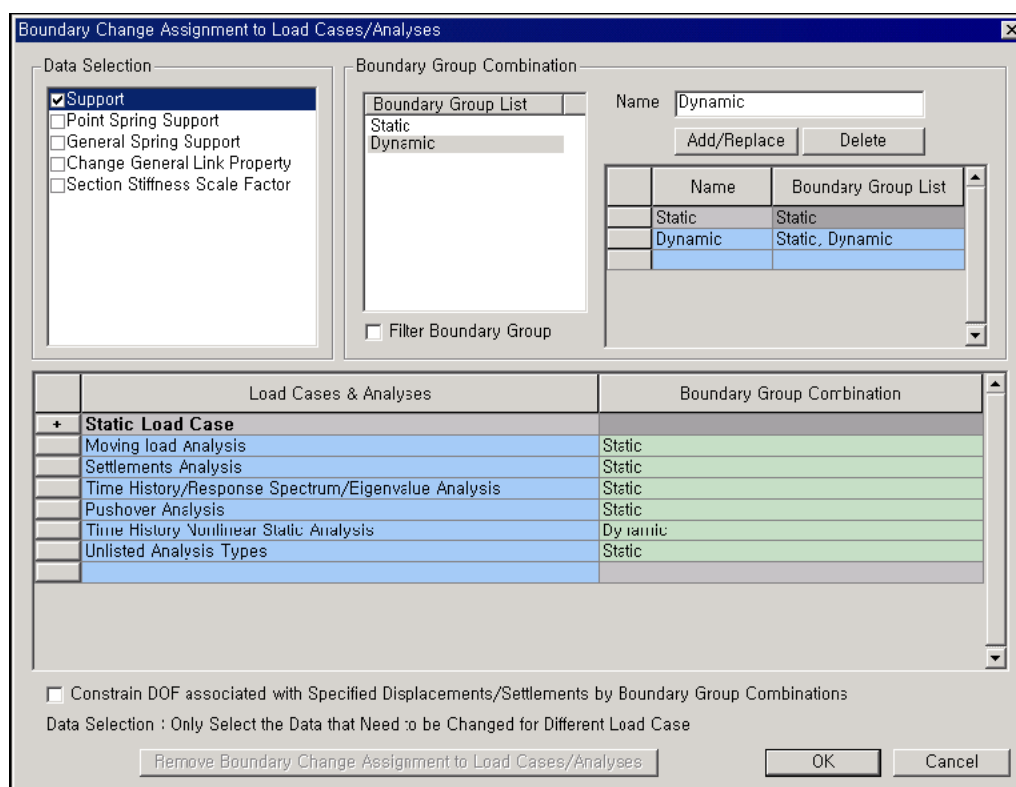
Vector:

Định nghĩa dựa trên 2 vector

- ♦ V1: vector theo phương trục x, bắt đầu từ điểm gốc của hệ tọa độ nút.
- ♦ V2: vector bắt đầu từ điểm gốc của hệ tọa độ nút tới điểm P2 xác định theo phương pháp “3 Points” ở trên.

2.4.4. Gán điều kiện biên với các trường hợp tải trọng

Các trường hợp tải trọng khác nhau có thể ứng với các điều kiện biên riêng trong một mô hình kết cấu. Thậm chí trong trường hợp phân tích tĩnh và động liên quan đến các điều kiện biên khác nhau, thì hai kiểu phân tích này có thể được thực hiện trong cùng một mô hình mà không phải tạo hai file mô hình riêng. Để thực hiện điều này, vào mục *Analysis>Boundary Change Assignment to Load Case/Analysis*.



Hình 0-57: Gán điều kiện biên với các trường hợp tải trọng

2.5. Mô hình hóa tải trọng

Các tải trọng thực tế được MIDAS/Civil mô hình hóa thành các kiểu cơ bản sau:

- ✦ Tải trọng tĩnh được sử dụng để thực hiện các phân tích tĩnh đối với các điều kiện đặt tải không đổi.
- ✦ Tải trọng di động được sử dụng cho các phân tích kết cấu có liên quan đến tải trọng đoàn xe tác động tĩnh nhưng có vị trí tác dụng thay đổi. Tải trọng di động thường được phân tích với việc sử dụng đường ảnh hưởng hoặc mặt ảnh hưởng.
- ✦ Tải trọng động là tải trọng có tác dụng gây lực quán tính trong kết cấu. Các phương pháp phân tích tải trọng động là phổ phản ứng hay lịch sử thời gian.

2.5.1. Các tải trọng tĩnh

Tải trọng tĩnh được khai báo trong MIDAS/Civil theo các bước sau:

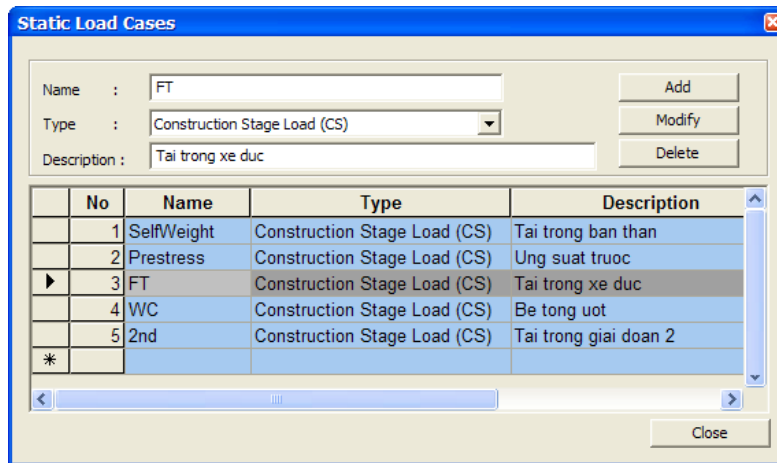
- ✦ Định nghĩa trường hợp tải trọng tĩnh (*Load > Static Load Cases*)
- ✦ Khai báo các tải trọng tĩnh và gán chúng cho từng trường hợp tải trọng. Việc gán này là bắt buộc: một tải trọng tĩnh ít nhất phải thuộc về một trường hợp tải trọng tĩnh nào đó.

Một phân tích tĩnh được thực hiện đối với mỗi trường hợp tải trọng tĩnh. Sử dụng chức năng *Results > Combinations* để tổ hợp các kết quả phân tích trong giai đoạn hậu xử lý.

Cũng có thể thực hiện phân tích kết cấu sau khi chuyển đổi các điều kiện tổ hợp tải trọng được nhập trong mục *Load > Create Load Cases Using Load Combination* thành các trường hợp tải trọng riêng rẽ.

2.5.1.1. Định nghĩa trường hợp tải trọng tĩnh

Để định nghĩa các trường hợp tải trọng, người dùng gọi menu *Load > Static Load Cases...* hoặc nhấn F9 sau đó nhập tên, kiểu và mô tả cho các trường hợp tải trọng như trên hình:



Hình 0-58: Các trường hợp tải trọng tĩnh

Name: Tên của trường hợp tải trọng, có thể được đặt tùy ý.

Type: Kiểu của trường hợp tải trọng, có thể được chọn là “User Defined Load” hoặc các kiểu khác do chương trình định nghĩa sẵn theo các tiêu chuẩn phổ biến.

Nếu kiểu tải trọng được chọn theo tiêu chuẩn, chúng sẽ có mặt trong các tổ hợp kết quả được xây dựng tự động theo tiêu chuẩn.

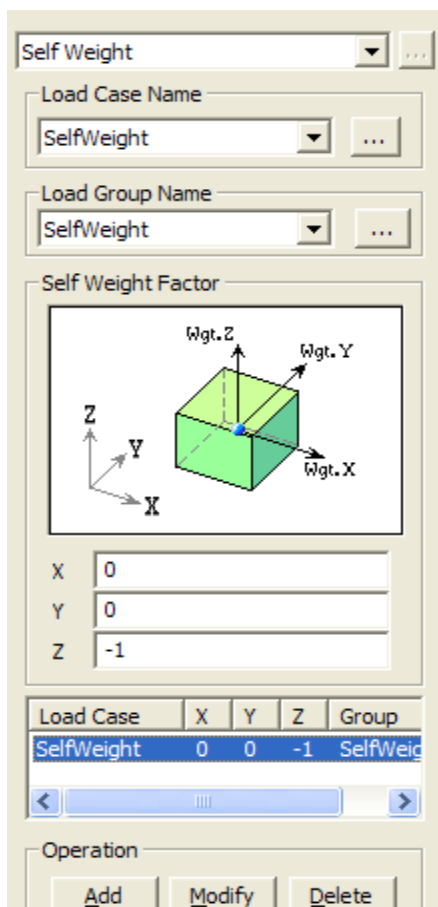
2.5.1.2. Khai báo tải trọng tĩnh

Các dạng tải trọng tĩnh được MIDAS/Civil hỗ trợ là:

2.5.1.2.1 Tải trọng do lực khô



Self Weight: trọng lượng bản thân



Hình 0-59: Tải trọng bản thân

MIDAS/Civil tự động tính toán trọng lượng bản thân của kết cấu căn cứ và trọng lượng riêng của vật liệu và kích thước hình học của các phần tử. Cần phải khai báo, nếu không chương trình sẽ không mặc định tính toán.

Để khai báo người dùng gọi menu *Load > Self weight...* Dữ liệu cho trọng lượng bản thân được nhập như được mô tả trên hình bên. Hệ số trọng lượng bản thân phản ánh ảnh hưởng của trọng lượng bản thân theo từng phương của hệ tọa độ tổng. Mặc định, khi phương Z của hệ này được chọn theo phương thẳng đứng từ dưới lên thì hệ số trọng lượng bản thân là theo phương trục Z là -1, theo phương các trục khác là 0.

Load Case Name: Loại tải trọng.

Load Group Name: Nhóm tải trọng.

Self Weight Factor: Hệ số trọng lượng bản thân theo các phương.

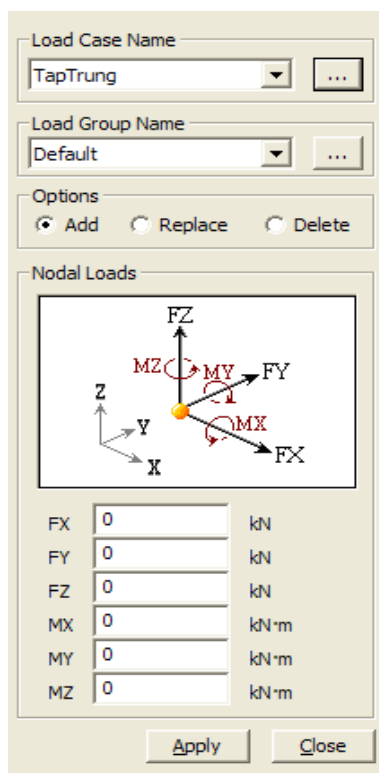


Nodal Body Forces: lực khối tập trung tại nút do khối lượng gây ra.

Khai báo tương tự trọng lượng bản thân.

2.5.1.2.2 Tải trọng nút

 **Nodal Loads:** Tải trọng tập trung tại nút



Hình 0-60: Tải trọng nút

Áp dụng cho lực và mô-men tập trung. Khi khai báo nhập dữ liệu cho các thành phần lực và mô-men theo các phương và gán cho các nút mong muốn.

Khai báo trong menu *Load > Nodal Loads*

Chọn nút muốn gán tải trọng.

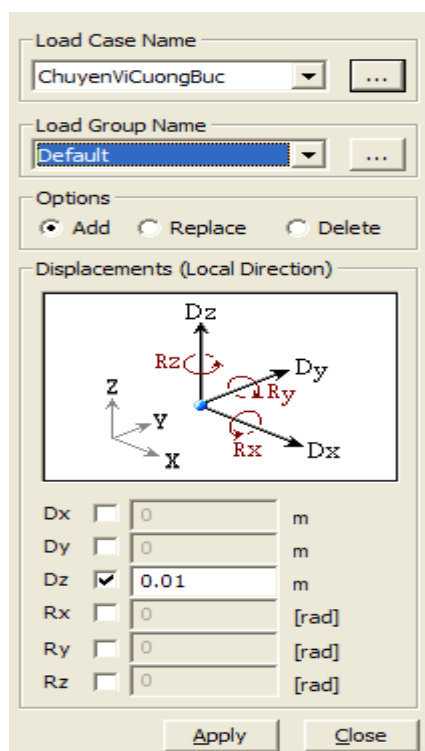
Load Case Name: Trường hợp tải trọng

Load Group Name: Nhóm tải trọng

Options: Tùy chọn thêm, thay thế hoặc xóa.

Nhập tải trọng tập trung tại nút theo các giá trị lực FX, FY, FZ và mô-men MX, MY, MZ theo hệ tọa độ GCS.

 **Specified Displacements of Supports:** chuyển vị cưỡng bức của gối



Hình 0-61: Chuyển vị cưỡng bức tại gối

Dùng để mô hình hóa các chuyển vị gối trong kết cấu. Khi khai báo, người dùng nhập các giá trị chuyển vị thẳng và góc quay theo các phương của hệ tọa độ tổng thể (GCS).

Khai báo trong menu *Load > Specified Displacements of Supports*

Chọn nút muốn gán chuyển vị.

Load Case Name: Trường hợp tải trọng

Load Group Name: Nhóm tải trọng

Options: Tùy chọn thêm, thay thế hoặc xóa.

Nhập chuyển vị cưỡng bức theo các phương Dx, Dy, Dz và góc xoay cưỡng bức Rx, Ry, Rz theo hệ tọa độ NCS.

2.5.1.2.3 Tải trọng dầm



Element Beam Loads: Tải trọng dầm

Dùng để mô hình hóa các tải trọng tập trung hay phân bố tác dụng trên các phần tử dầm. Vị trí tác dụng của tải trọng được xác định trong hệ tọa độ phần tử (ECS). Phương tác dụng xác định theo GCS và ECS.

Hình 0-62: Tải trọng dầm

Khai báo trong menu *Load > Element Beam Loads*. Chọn phần tử muốn gán tải trọng.

Load Type: Kiểu lực gồm:

- ✦ Lực tập trung, lực phân bố đều, phân bố không đều.
- ✦ Mô-men tập trung, Mô-men phân bố đều, phân bố không đều.

Direction: Hướng tải trọng gồm:

- ✦ Các phương x, y, z của ECS
- ✦ Phương X, Y, Z của GCS.

Projection:

- ✦ Yes: Chỉ thành phần tải trọng đứng tác dụng lên dầm.
- ✦ No: Tải trọng tác dụng trên toàn bộ chiều dài dầm.

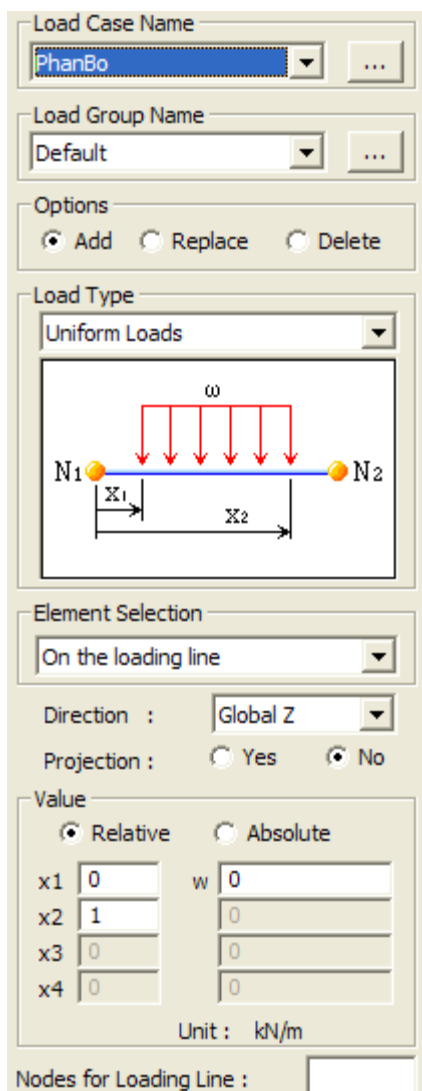
Value: Giá trị của tải trọng

- ✦ Relative: Chiều dài dầm tương đối (Coi toàn bộ dầm là 1 đơn vị)
- ✦ Absolute: Nhập tải trọng theo chiều dài thật của dầm.



Line Beam Loads: tải trọng tác dụng lên các dầm thẳng

Dùng để mô hình hóa cả tải trọng tác dụng lên các đoạn dầm liên tục và nằm trên cùng một đoạn thẳng. Vị trí tác dụng của lực được xác định theo cả khoảng gồm nhiều phần tử do người dùng lựa chọn.



Hình 0-63: Tải trọng tác dụng lên dầm thẳng

Khai báo trong menu *Load > Line Beam Loads*.

Load Type: Kiểu lực gồm:

- ◆ Lực tập trung, lực phân bố đều, phân bố không đều, lực phân bố theo phương trình bậc hai.
- ◆ Mô-men tập trung, Mô-men phân bố đều, phân bố không đều.

Element Selection: Chọn phần tử theo đường lực hoặc theo các phần tử được chọn.

Direction: Hướng tải trọng gồm:

- ◆ Các phương x, y, z của ECS
- ◆ Phương X, Y, Z của GCS.

Projection:

- ◆ Yes: Chỉ thành phần tải trọng đứng tác dụng lên dầm.
- ◆ No: Tải trọng tác dụng trên toàn bộ chiều dài dầm.

Value: Giá trị của tải trọng

- ◆ Relative: Chiều dài dầm tương đối (Coi toàn bộ dầm là 1 đơn vị)
- ◆ Absolute: Nhập tải trọng theo chiều dài thật của dầm.

Nodes for Loading Line: 2 nút xác định đường lực.

Typical Beam Loads: Các tải trọng dầm điển hình

Cung cấp các dạng phổ biến của các tải trọng dầm được tạo ra từ các tải trọng sàn như phân bố đều, hình tam giác, hình thang...

2.5.1.2.4 Tải trọng bề mặt

Pressure Loads: Tải trọng áp lực

Mô hình hóa các tải trọng áp lực tác dụng theo chiều cạnh hoặc mặt của các phần tử tấm và khối.

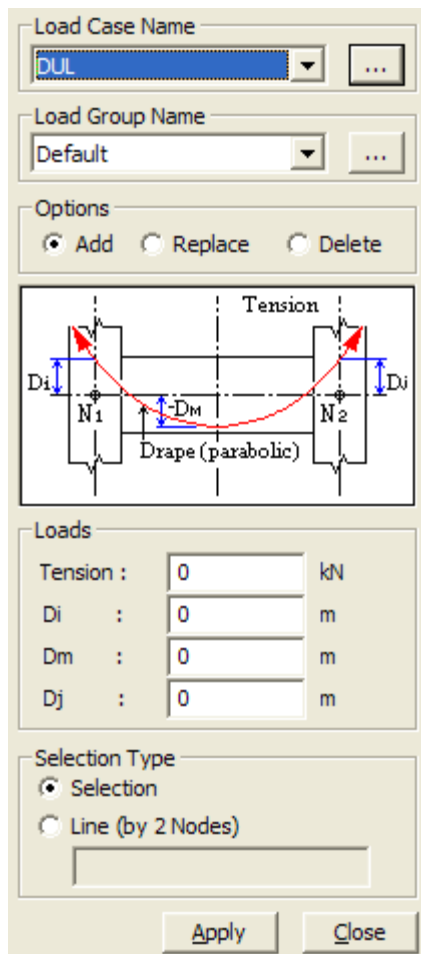
Hydrostatic Pressure Loads: Tải trọng áp lực thủy tĩnh

Áp dụng cho các tải trọng tác dụng theo kiểu thủy tĩnh (cường độ tăng tuyến tính theo chiều sâu). Các tải trọng dạng này tác dụng lên cạnh hoặc bề mặt của các phần tử phẳng hoặc khối.

2.5.1.2.5 Tải trọng dự ứng lực

Prestress Beam Loads: Dự ứng lực cho dầm

Dùng mô hình hóa các tải trọng ứng suất trước trong các phần tử dầm. Các dữ liệu cần thiết là dự ứng lực và độ lệch tâm của lực này tại các vị trí đầu, giữa và cuối phần tử.



Hình 0-64: Dự ứng lực cho dầm

Khai báo trong menu *Load > Prestress Beam Loads*

Tension: Lực căng

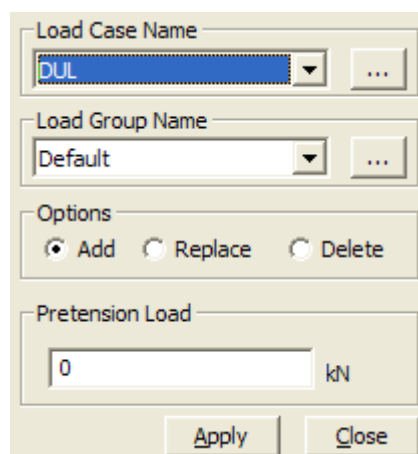
Di, Dm, Dj: Xác định vị trí của cáp trong dầm.

Selection Type: Kiểu lựa chọn phần tử dầm

Theo các phần tử được chọn hoặc theo đường thẳng xác định bởi 2 nút.

Pretension Loads: Tải trọng căng trước

Định nghĩa các tải trọng căng trước trong phần tử dầm, cáp và phần tử chỉ chịu kéo hoặc nén. Dữ liệu cần thiết ở đây chỉ là lực kéo trong phần tử.



Hình 0-65: Tải trọng căng trước



Tendon Prestress Loads: Tải trọng dự ứng lực của cáp (kết cấu bê tông DƯL)

Mô tả các tải trọng gây ra do ứng suất trước của cáp. Loại tải trọng này thường được áp dụng cho các kết cấu bê tông dự ứng lực. Trước khi khai báo tải trọng này, người dùng định nghĩa các thuộc tính của cáp dự ứng lực (tendon property) và hình dáng cáp trong các phần tử (tendon profile).

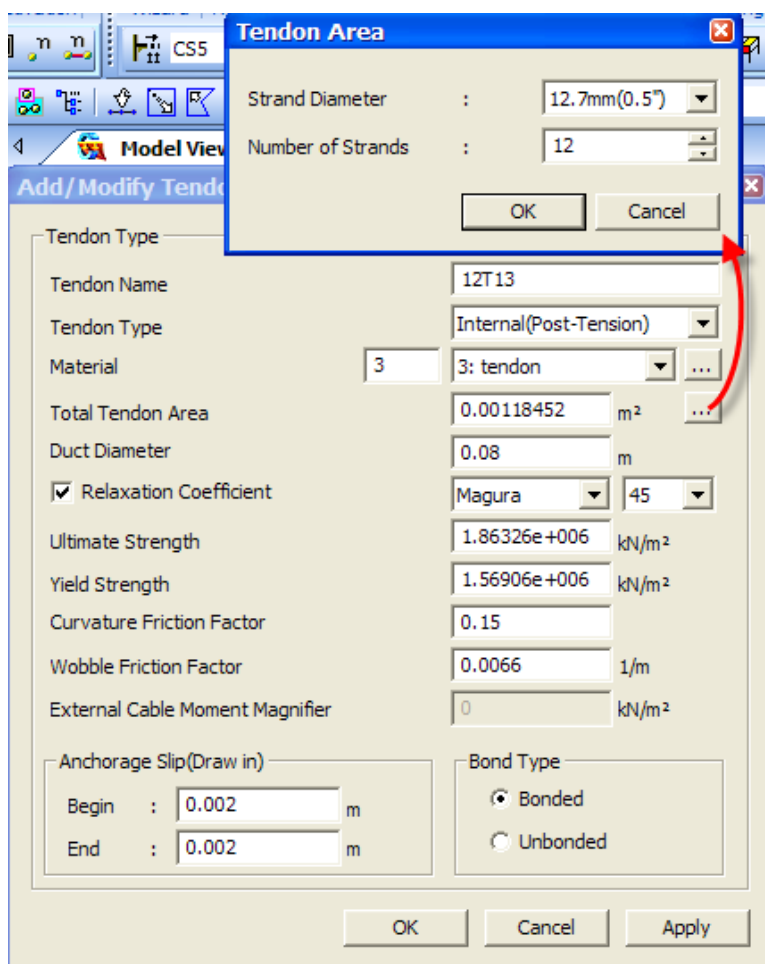
Cách nhập tải trọng dự ứng lực của cáp trong kết cấu bê tông DƯL.

Việc khai báo tải trọng dự ứng lực bao gồm:

- ◆ Khai báo các thuộc tính cáp
- ◆ Nhập dữ liệu về hình học của cáp
- ◆ Nhập tải trọng DƯL cho các cáp

Khai báo các thuộc tính của cáp DƯL (Tendon Property)

Sử dụng menu *Load > Prestress Loads > Tendon Property* để quản lý các thuộc tính cáp DƯL. Chọn Add để thêm thuộc tính.



Hình 0-66: Thuộc tính cáp DƯL

Tendon Name: Tên thuộc tính cáp

Tendon Type: Kiểu cáp DƯL: Căng trước, căng sau, DƯL ngoài.

Material: Vật liệu chế tạo cáp.

Total Tendon Area: Diện tích cáp DƯL, nhập theo loại đường kính và số tạo.

Duct Diameter: Đường kính ống gen của cáp.

Relaxation Coefficient: Hệ số xét đến chùng cốt thép.

Ultimate Strength: Cường độ bền của cáp.

Yield Strength: Cường độ chảy của cáp.

Curvature Friction Factor: Hệ số ma sát cong.

Wobble Friction Factor: Hệ số ma sát dài

Anchorage Slip: Độ tụt neo

Bond Type: Tình trạng dính bám

Nhập dữ liệu hình học cho các bó cáp và gán cho các phần tử (Tendon Profile)

Sử dụng menu *Load > Prestress Loads > Tendon Profile* để quản lý các dữ liệu hình học cáp DƯL

Cần xác định trước số lượng bó cáp DƯL sẽ được sử dụng, tạo thành bảng tọa độ của từng sợi cáp để chuẩn bị cho công việc nhập dữ liệu hình học cho cáp. Do cáp DƯL được xác định theo

chiều dài, vị trí từng điểm trên cáp theo tọa độ Y, Z nên bảng tọa độ cáp thường lập theo mẫu sau (Mặt phẳng XZ tương ứng với mặt đứng và XY tương ứng với mặt nằm ngang):

Cable	1		2		3		4		...	
X(m)	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	X	Z
0										
...										
Lcáp										

Chọn Add để thêm các bó cáp DƯL.

Hình 0-67: Dữ liệu hình học cáp DƯL

Tendon Name: Tên bó cáp

Group: Nhóm cáp

Tendon Property: Thuộc tính cáp

Assigned Elements: Phần tử được gán

Input Type: Kiểu nhập dữ liệu 2D, 3D

Curve Type: dạng đường cong

- ◆ Spline: đường cong bậc cao
- ◆ Round: cong tròn có tiếp tuyến là các đường cáp thẳng

Straight Length of Tendon: Độ dài phần thẳng của cáp ở 2 đầu.

Typical Tendon: Cáp DƯL điển hình

Transfer Length: Chiều dài chuyển đổi ứng suất vùng neo.

Profile: Nhập các tọa độ hoặc copy từ bảng Excel.

- ◆ Straight, Curve, Element: Lựa chọn trực tham chiếu: Thẳng, cong, theo phần tử
- ◆ x, y, z: tọa độ cáp DƯL trong TCS
- ◆ fix: đánh dấu để xác định tiếp tuyến của đoạn cong
- ◆ Ry: nếu “fix” được đánh dấu, nhập góc của tiếp tuyến với trục x trong mặt phẳng x-z TCS.
- ◆ Rz: nếu “fix” được đánh dấu, nhập góc của tiếp tuyến với trục x trong mặt phẳng x-y TCS.

Point of Sym: Tâm đối xứng (mô hình các cáp đối xứng qua mặt phẳng x-z)

Profile Insertion Point: Điểm chèn cáp

x Axis Direction: Phương trục x TCS

x Axis Rot. Angle: Góc quay trục x.

Projection: Hình chiếu theo phương y-TCS lên mặt phẳng sau khi quay.

Grad. Rot. Angle: Quay quanh trục X hoặc Y của GCS.

2.5.1.2.6 Tải trọng nhiệt độ



System Temperature: Tải trọng nhiệt độ toàn kết cấu

Được dùng để phân tích ảnh hưởng của sự tăng hay giảm nhiệt độ của toàn kết cấu. Nhiệt độ ban đầu của kết cấu được xác định trong phần 2.1.1 Xác định kiểu kết cấu trang 9. Ở đây, người dùng cần nhập nhiệt độ tính toán cuối cùng cho từng trường hợp tải trọng.



Nodal Temperatures: Tải trọng do thay đổi nhiệt độ nút

Được dùng để phân tích ảnh hưởng của sự tăng hay giảm nhiệt độ ở từng nút. Nhiệt độ ban đầu là nhiệt độ của toàn kết cấu. Nhiệt độ cuối cùng được gán cho từng nút.



Element Temperatures: Tải trọng do thay đổi nhiệt độ phần tử

Được dùng để phân tích ảnh hưởng của sự tăng hay giảm nhiệt độ ở từng phần tử. Các dữ liệu cần thiết cũng được xác định tương tự trên.



Temperature Gradient: Tải trọng do chênh lệch nhiệt độ

Loại tải trọng này được dùng để phân tích ảnh hưởng của sự chênh lệch nhiệt độ ở từng phía của mặt cắt dầm hoặc phần tử phẳng. Sự chênh lệch nhiệt độ có thể được xác định theo cả hai phương của mặt cắt.



Beam Section Temperatures: Tải trọng do chênh lệch nhiệt độ trên mặt cắt dầm

Được sử dụng để phân tích ảnh hưởng của sự chênh lệch nhiệt độ trên từng phần của mặt cắt dầm.

Khai báo trong menu *Load > Temperature Loads > Beam Section Temperatures*

Selection Type: Kiểu dầm tổng quát hay dầm hộp.

Initial: Nhiệt độ ban đầu của kết cấu

Material: Vật liệu.

- ◆ H: Bề dày thớ trên.
- ◆ T1: Nhiệt độ thớ trên
- ◆ T2: Nhiệt độ thớ dưới

Hình 0-68: Tải trọng do chênh lệch nhiệt độ trên mặt cắt dầm

2.5.1.2.7 Tải trọng đặc biệt dùng cho quá trình thi công

 **Time Loads for Construction Stage:** Tải trọng thời gian dùng trong thi công

Đây là một phương pháp mô hình hóa ảnh hưởng của thời gian đến sự thay đổi tính năng vật liệu. Tải trọng này, do đó, được định nghĩa bằng số ngày phản ánh thời gian xây dựng đã qua đến một thời điểm thi công nhất định.

 **Creep Coefficient for Construction Stage:** Hệ số từ biến dùng cho các giai đoạn thi công

Đây cũng không phải là tải trọng hiểu theo nghĩa thông thường mà là cách gán các hệ số từ biến cho một số phần tử nhất định tại một giai đoạn thi công.

 **Initial Force for Geometric Stiffness:** Lực khởi tạo để tính độ cứng hình học

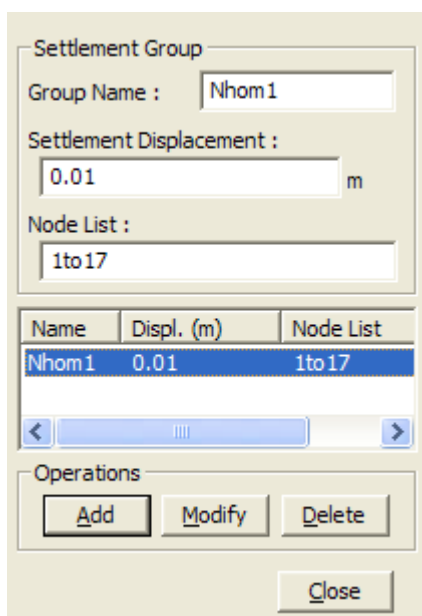
Là lực dùng để tính độ cứng hình học của các phần tử khi phân tích bài toán biến dạng lớn. Người dùng có thể yêu cầu MIDAS/Civil sử dụng nội lực tính được ở một trường hợp tĩnh tải nào đó làm lực khởi tạo này thông qua sử dụng chức năng Initial Forces Control Data.

2.5.1.3. Khai báo tải trọng chuyển vị gối

Khi phân tích kết cấu cầu, các chuyển vị gối có thể cần phải được xem xét đồng thời để tìm ra các kết quả nội lực lớn nhất và nhỏ nhất. Nếu áp dụng phương pháp chuyển vị cưỡng bức của nút thì việc tính toán sẽ đòi hỏi rất nhiều công sức. MIDAS/Civil cung cấp một số công cụ giúp làm đơn giản hóa công việc này thông qua việc định nghĩa các nhóm chuyển vị gối và Trường hợp tải trọng do chuyển vị gối.

 **Settlement Group:** Nhóm chuyển vị gối

Được dùng để khai báo các chuyển vị gối riêng rẽ tại các nút.



Name	Displ. (m)	Node List
Nhóm1	0.01	1to17

Khai báo trong menu *Load > Settlement Analysis Data > Settlement Group*

Group Name: Tên nhóm

Settlement Displacement: Độ lớn chuyển vị lún.

Node List: Các nút chuyển vị.

Hình 0-69: Thiết lập nhóm chuyển vị gối

 **Settlement Load Cases:** Trường hợp tải trọng chuyển vị gối

Khai báo các trường hợp tải trọng ứng với chuyển vị gối lún đã được định nghĩa trong các nhóm chuyển vị gối nêu trên. Trong các trường hợp tải trọng, người dùng có thể gán hệ số cho từng nhóm chuyển vị gối cũng như số lượng tối thiểu và tối đa các nhóm được tính toán một cách độc lập.

Hình 0-70: Trường hợp tải trọng chuyển vị gối

Khai báo trong menu *Load > Settlement Analysis Data > Settlement Load Cases*

Load Case Name: Tên trường hợp tải trọng

Select Settlement Group: Chọn nhóm gối lún.

Smin, Smax: Số nhóm tối thiểu và tối đa lún trong trường hợp tải trọng.

Scale Factor: Hệ số tỉ lệ.

Description: Mô tả.

Chọn Add để thêm trường hợp tải trọng. Modify để chỉnh sửa và Delete để xóa.

2.5.1.4. Khai báo tải trọng thủy nhiệt

Tải trọng thủy nhiệt là một dạng tải trọng đặc biệt xuất hiện do sự sinh nhiệt của bê tông trong quá trình đông cứng. Phân tích tải trọng thủy nhiệt là một quá trình phức tạp có liên quan đến lượng nhiệt phát sinh trong bê tông, nhiệt độ môi trường bên ngoài, sự dẫn nhiệt của bê tông, cường độ bê tông,...

Để khai báo tải trọng thủy nhiệt, người dùng cần thực hiện các định nghĩa và khai báo sau:

Ambient Temperature Functions: là các hàm mô tả sự biến thiên nhiệt độ của môi trường xung quanh theo thời gian.

Convection Coefficient Functions: là các hàm mô tả sự biến thiên hệ số đối lưu nhiệt theo thời gian.

Element Convection Boundary: định nghĩa miền biên (bề mặt) của quá trình đối lưu nhiệt.

Prescribed Temperature: gán nhiệt độ cố định (không phụ thuộc thời gian) cho một nhóm điều kiện biên, ví dụ như nhiệt độ của đất nền.

Heat Source Functions: Khai báo các hàm mô tả nguồn nhiệt biểu diễn quá trình sinh nhiệt do thủy hóa bê tông.

Assign Heat Source: gán nguồn nhiệt cho mỗi phần tử.

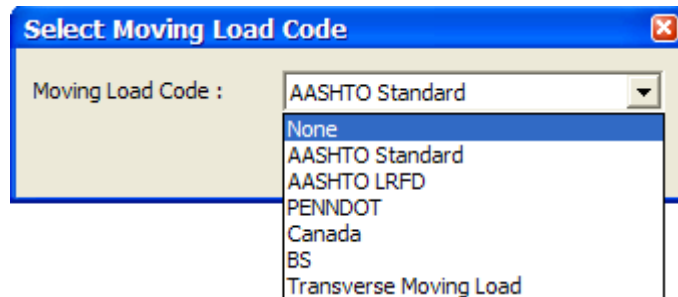
Pipe Cooling: khai báo dữ liệu của các ống làm nguội.

Define Construction Stage for Hydration: định nghĩa các giai đoạn thi công trong việc phân tích thủy nhiệt. Theo các giai đoạn thi công, người dùng có thể gán các nhóm phần tử, nhóm điều kiện biên...

2.5.2. Tải trọng di động

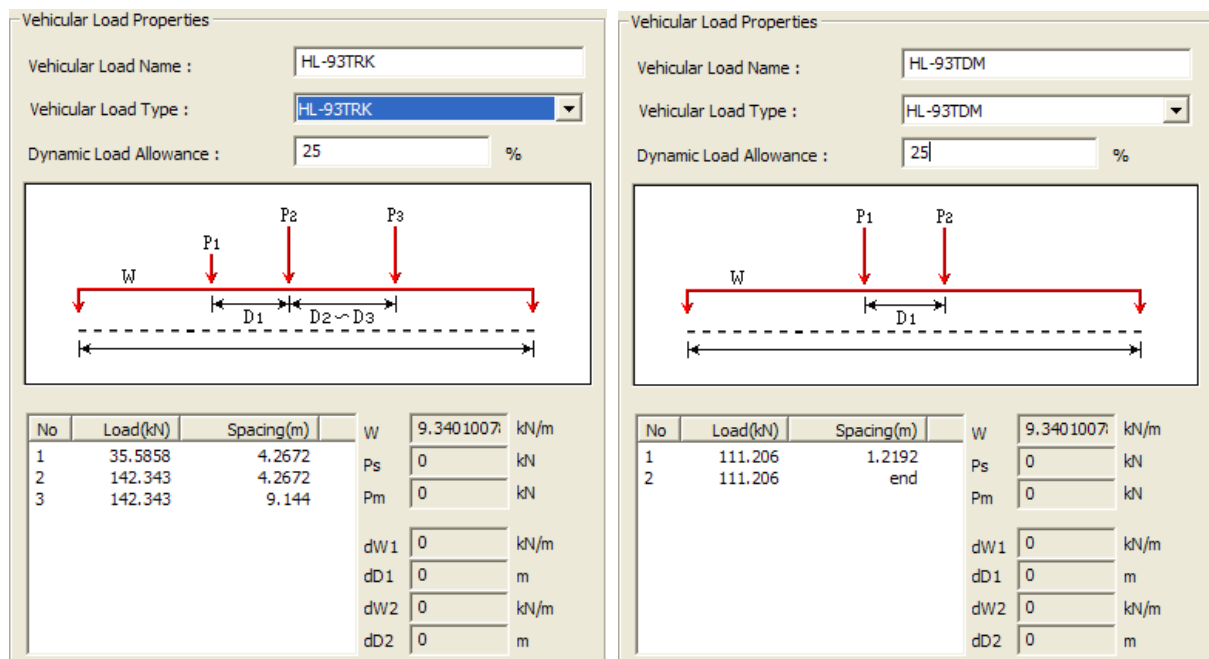
Khai báo tải trọng di động trong MIDAS/Civil được thực hiện theo các bước sau:

- Chọn tiêu chuẩn sẽ được áp dụng cho phân tích tải trọng di động. Các tiêu chuẩn được MIDAS/Civil hỗ trợ hiện thời là AASHTO Standard, AASHTO LRDF,... Chọn tiêu chuẩn từ menu *Load > Moving Load Code...*



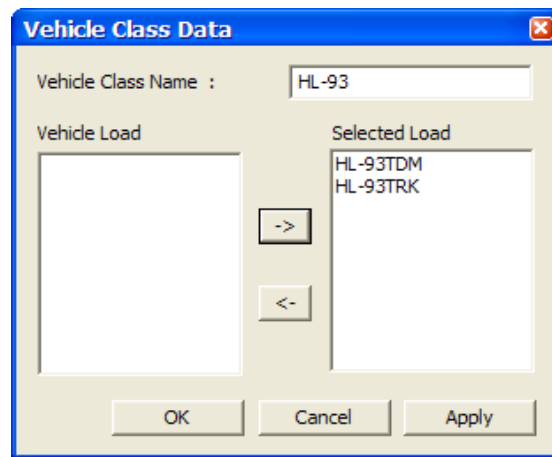
Hình 0-71: Chọn tiêu chuẩn kỹ thuật

- Định nghĩa các làn xe chạy hoặc mặt xe chạy trong mô hình để phản ánh đường di chuyển của phương tiện, số làn xe và bề rộng làn. Các làn xe được gán cho các phần tử dầm và mặt xe chạy được gán cho các phần tử tấm. Khai báo là xe trong menu *Load > Moving Load Analysis Data > Traffic Line Lanes* và *Traffic Surface Lanes*.
- Định nghĩa tải trọng xe tác dụng trên các làn xe hoặc các mặt làn xe chạy bằng cách sử dụng menu *Load > Moving Load Analysis Data > Vehicles*. Tải trọng di động có thể được lấy từ cơ sở dữ liệu của các tiêu chuẩn như AASHTO Standard, AASHTO LRDF,... Ngoài ra, người dùng cũng có thể tự định nghĩa các đoàn xe của mình. Theo cách này, các tải trọng như H10, H13, H30... theo 22TCN79 cũng có thể được phân tích trong MIDAS/Civil.



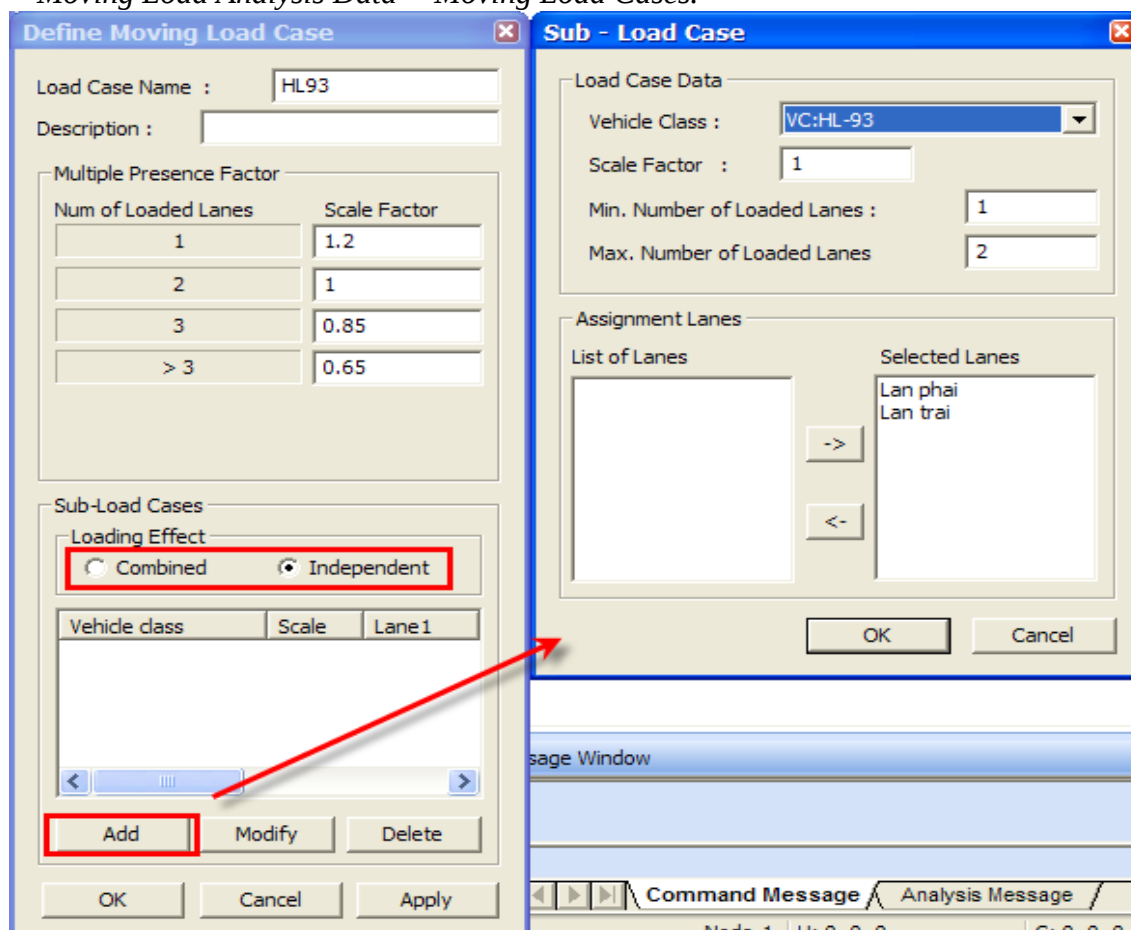
Hình 0-72: Nhập loại xe tiêu chuẩn

- Sử dụng menu *Load > Moving Load Analysis Data > Vehicle Classes* để nhóm một số tải trọng di động có tác dụng đồng thời thành các lớp xe.



Hình 0-73: Tạo lớp xe

- ✦ Gán các phần tử dầm ở gần các gối giữa của các dầm liên tục để xác định mô men âm lớn nhất cho chúng, nếu tính theo *AASHTO Standard*. Việc gán này được thực hiện từ menu *Load > Moving Load Analysis Data > Lane Support-Negative Moment at Interior Piers...* Tương tự, để xác định phản lực gối lớn nhất của các gối giữa theo các tiêu chuẩn *AASHTO Standard* và *AASHTO LRFD*, người dùng gán các gối này qua menu *Load > Moving Load Analysis Data > Lane Support-Reactions at Interior Piers...*
- ✦ Định nghĩa các trường hợp tải trọng di động sau khi đã định nghĩa các làn xe hoặc mặt xe chạy và các lớp xe. Mỗi trường hợp tải trọng di động có chứa một hoặc một số trường hợp con (sub-load case), ở đó, người dùng xác định làn xe được chất tải với các lớp xe đã được định nghĩa. Các trường hợp tải trọng di động được định nghĩa từ menu *Load > Moving Load Analysis Data > Moving Load Cases*.



Hình 0-74: Khai báo trường hợp tải trọng hoạt tải

Các tải trọng xe tiêu chuẩn có trong cơ sở dữ liệu của MIDAS/Civil bao gồm:

Tiêu chuẩn	Tải trọng xe thiết kế tiêu chuẩn
AASHTO Standard	H15-44, HS15-44, H15-44L, HS15-44L H20-44, HS20-44, H20-44L, HS20-44L, AML
AASHTO LRFD	HL93-TRK, HL93-TDM, HS20-FTG
Caltrans Standard	P5, P7, P9, P11, P13
KS Standard Load (Specification for Roadway Bridges)	DB-24, DB-18, DB-13.5, DL-24, DL-18, DL-13.5
KS Standard Train Loads	L-25, L-22, L-18, L-15, S-25, S-22, S-18, S-15, EL-25, EL-22, EL-18 & HL

2.5.3. Tải trọng động

Tải trọng động sẽ được trình bày trong tập 2: Kỹ năng nâng cao.

2.6. Mô hình hóa quá trình thi công

Khi thiết kế các cầu trong giai đoạn thi công, về nguyên tắc phải mô hình hoá nhiều sơ đồ hình học với các tải trọng và điều kiện biên tương ứng. Công việc này lặp đi lặp lại nhiều lần, rất mất thời gian và không tránh khỏi những sai sót trong quá trình mô hình.

MIDAS/Civil cho phép xác định các giai đoạn thi công và các thành phần nhằm phản ánh đúng trình tự thi công công trình. Quá trình thi công một công trình được chia thành một hay nhiều giai đoạn thi công. Các giai đoạn này có thể giống hệt các giai đoạn thi công thực tế. MIDAS/Civil đưa ra 3 loại giai đoạn:

- ◆ Base Stage: Giai đoạn ban đầu.
- ◆ Construction Stage: Giai đoạn thi công
- ◆ Post-Construction Stage: Giai đoạn thi công sau, công trình được đưa vào sử dụng.

Base Stage: là giai đoạn dùng thực hiện các phân tích chung khi chưa định nghĩa các giai đoạn thi công. Việc định nghĩa các giai đoạn thi công cần được thực hiện trong Base Stage.

Construction Stage: là giai đoạn thực hiện phân tích quá trình thi công. Các giai đoạn thi công được phân tích dựa theo sự kích hoạt hay bỏ kích hoạt các nhóm tương ứng từng giai đoạn.

Post- Construction Stage: là giai đoạn cuối cùng của quá trình thi công. Đây là giai đoạn tiến hành các phân tích đặc biệt như hoạt tải, phổ phản ứng...

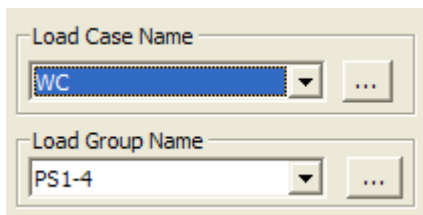
Dưới đây là trình tự mô hình hóa qua trình thi công trong MIDAS/Civil.

2.6.1. Làm việc với nhóm (Group)

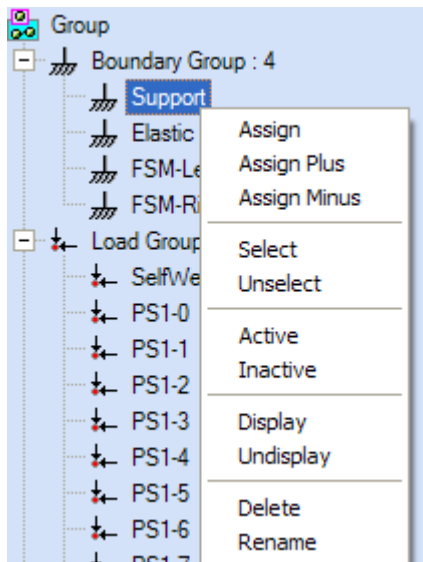
Khái niệm nhóm (group) được MIDAS/Civil áp dụng cho các bộ phận kết cấu, điều kiện biên, tải trọng và cáp dự ứng lực. Nhóm chỉ mang ý nghĩa tổ chức mà không mang ý nghĩa vật lý. Nhóm được sử dụng rất hiệu quả khi mô hình hóa kết cấu trong giai đoạn thi công, lựa chọn các bộ phận của mô hình cũng như trình bày kết quả.

- ◆ Nhóm kết cấu (Structure Group): Tập hợp các phần tử và nút.
- ◆ Nhóm điều kiện biên (Boundary Group) chứa các gối, liên kết cũng như các giải phóng bậc tự do khác.
- ◆ Nhóm tải trọng (Load Group): chứa các tải trọng.
- ◆ Nhóm cáp dự ứng lực (Tendon Group): chứa cáp dự ứng lực.

Mặc định các thông số đối tượng được khởi tạo sẽ được gán cho một nhóm nhất định (default).



Hình 0-75: Chọn nhóm cho tải trọng

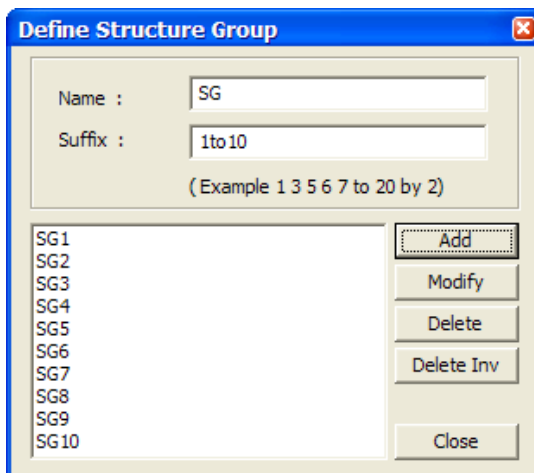


Hình 0-76: Các nhóm

Cách khai báo nhóm:

Chọn menu *Model > Group > Define Structure Group* (các nhóm khác tương tự).

Nhập tên nhóm vào mục Name với hậu tố đi kèm và chọn Add để tạo các nhóm. Ví dụ: SG; 1to10 sẽ tạo 10 nhóm có tên SG1, SG2...SG10.



Hình 0-77: Khai báo nhóm

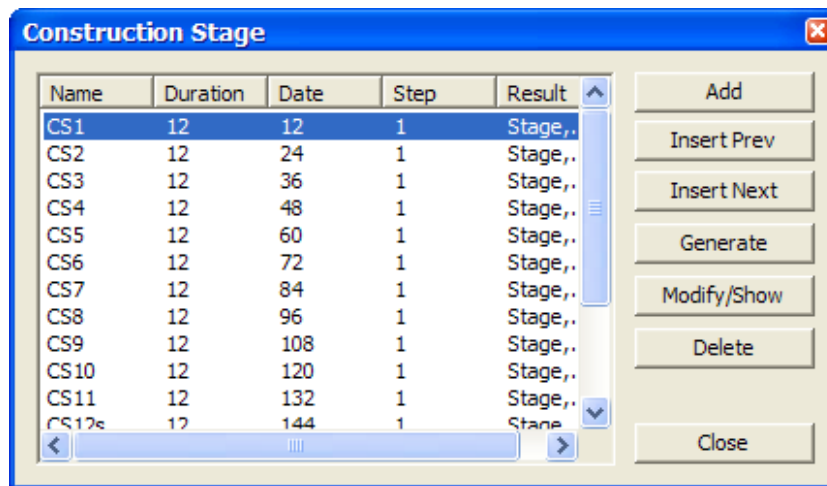
Gán hoặc bỏ gán phần tử hoặc nút cho nhóm. Các đối tượng kết cấu có thể được gán cho nhóm bằng cách kéo thả với tab Group (giống gán vật liệu, mặt cắt) hoặc được gán khi nhập các tải trọng đó.

2.6.2. Chuẩn bị số liệu

- ✦ Phân chia các giai đoạn thi công, tốt nhất là theo đúng các bước thi công thực tế.
- ✦ Chuẩn bị các số liệu cần thiết cho các giai đoạn thi công.
- ✦ Thời gian thi công của giai đoạn, các bước nhỏ trong giai đoạn đó và thời gian tương ứng.
- ✦ Những nhóm kết cấu sẽ được thêm vào và tuổi tương ứng của chúng, những nhóm được gỡ bỏ.
- ✦ Các nhóm điều kiện biên cần được kích hoạt hoặc bỏ kích hoạt.
- ✦ Các nhóm tải trọng sẽ được kích hoạt hay bỏ kích hoạt và thời điểm tương ứng.

2.6.3. Khai báo các giai đoạn thi công

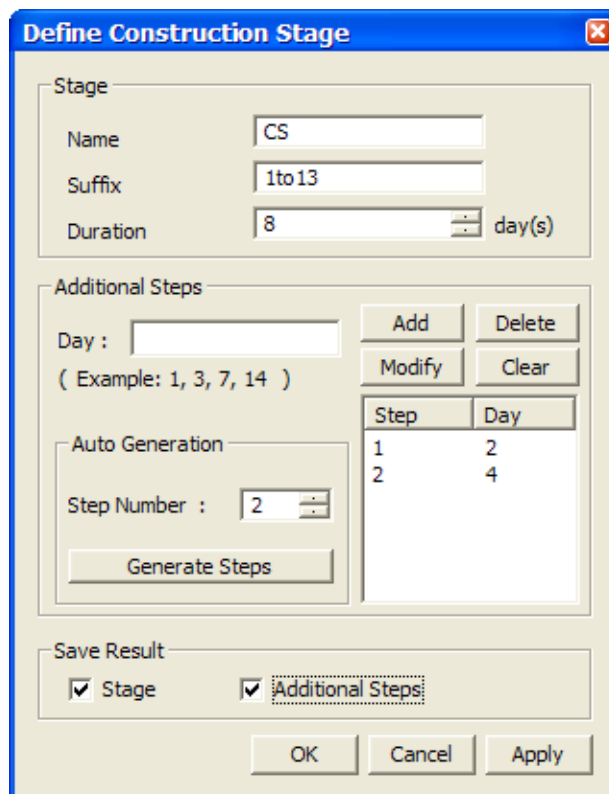
MIDAS/Civil có chức năng phát sinh nhanh các giai đoạn thi hoặc trực tiếp định nghĩa từng giai đoạn. Để khai báo, gọi menu *Load > Construction Stage Analysis Data > Define Construction Stage*.



Hình 0-78: Quản lý các giai đoạn thi công

Add	Thêm một giai đoạn thi công vào sau giai đoạn cuối cùng trong danh sách đang có.
Insert Prev	Thêm một giai đoạn thi công vào trước một giai đoạn được chọn trong danh sách
Insert Next	Thêm một giai đoạn vào sau một giai đoạn được chọn.
Generate	Tự động phát sinh các giai đoạn thi công.
Delete	Xóa một giai đoạn được chọn.

Phát sinh nhanh các giai đoạn thi công: Trong trường hợp quá trình thi công trải qua nhiều giai đoạn có cấu trúc tương tự nhau thì nên sử dụng tính năng phát sinh nhanh. Việc phát sinh được thực hiện qua hộp thoại *Define Construction Stage*.



Hình 0-79: Tự động phát sinh các giai đoạn

Stage: Giai đoạn thi công, chứa tên (Name), hậu tố (Suffix) và thời gian thi công (Duration).

Additional Steps: Các bước phụ trong từng giai đoạn thi công. Các bước phụ cũng có thể được khởi tạo tự động bằng Auto Generation theo số bước.

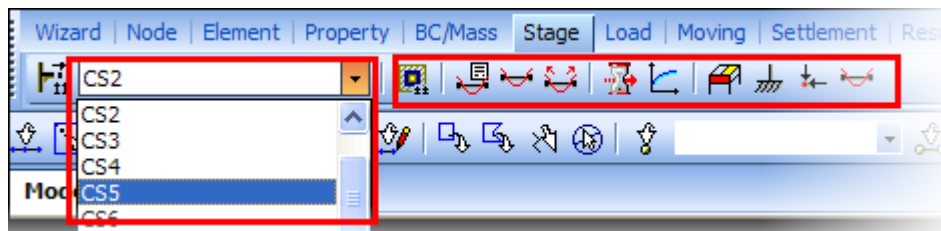
Save Results: Lưu trữ kết quả phân tích: theo từng giai đoạn thi công (stage) và theo từng bước phụ (Additional Steps).

Nhập dữ liệu hoặc chỉnh sửa dữ liệu cho một giai đoạn thi công trên giao diện *Compose Construction Stage*.

Hình 0-80: Nhập dữ liệu giai đoạn thi công

Stage	Giai đoạn thi công. Nút Current Stage Information... sẽ gọi một giao diện cung cấp các thông tin chi tiết của giai đoạn hiện thời.
Additional Steps	Các bước phụ trong từng giai đoạn thi công.
Element	Các nhóm kết cấu. Các nhóm tham gia mới vào một quá trình được đưa vào phần Activation, các nhóm không tiếp tục tham gia được đưa vào phần Deactivation. Khi một nhóm bị bỏ kích hoạt, nội lực trong chúng có thể được phân bố lại toàn bộ hay một phần sang cho các bộ phận đang tham gia vào quá trình thi công.
Boundary	Các nhóm điều kiện biên. Cũng tương tự trên, các nhóm điều kiện biên có thể được kích hoạt hay bỏ kích hoạt tại một giai đoạn thi công. Các gối có thể tham gia vào mô hình theo sơ đồ biến dạng khi thi công (deformed) hay sơ đồ thiết kế gốc (original).
Load	Các nhóm tải trọng. Các nhóm này cũng được kích hoạt hay bỏ kích hoạt tại một giai đoạn thi công. Có thể khai báo thêm các bước phụ để xác định ngày mà tải trọng được kích hoạt hay dỡ bỏ.

Sau khi khai báo các giai đoạn thi công, dùng Tab Stage trên thanh công cụ để chọn và hiển thị các tính năng phục vụ quá trình mô hình hóa.



Hình 0-81: Các chức năng phục vụ mô hình hóa giai đoạn thi công

2.7. Kiểm tra sơ bộ mô hình kết cấu

Sau khi xây dựng được mô hình kết cấu. Việc kiểm tra sơ bộ kết cấu nhằm đánh giá sự đúng đắn của mô hình kết cấu trong quá trình khai báo và sửa chữa những lỗi mô hình hóa đó. Sự đúng đắn về mô hình kết cấu theo nghĩa phản ánh ứng xử thực tế của kết cấu phụ thuộc vào khả năng mô hình về mặt cơ học của người sử dụng, không được xem xét ở phần này.

Một số phương pháp kiểm tra kết quả tạo mô hình như sau:

2.7.1. Phương pháp quan sát

Phương pháp này có thể áp dụng để kiểm tra hầu hết các số liệu trong mô hình về hình học, mặt cắt, vật liệu, liên kết, tải trọng,...

MIDAS/Civil hỗ trợ các công cụ quan sát rất hữu hiệu cho công tác này. Các tính năng hay được sử dụng là:

- Nhóm các tính năng quan sát hai chiều và ba chiều: *Viewpoint*, *Shrink Elements*, *Perspective View*, *Remove Hidden Lines*. Những tính năng này thường áp dụng để kiểm tra sự sắp xếp hình học trong mô hình.
- Nhóm các tính năng quan sát sử dụng các biểu tượng kết hợp hiển thị giá trị. Để hiển thị số liệu mô hình, có thể chọn tính năng *View>Display* và bật các đối tượng muốn quan sát và kiểm tra. Các đối tượng này là các thông tin về các nút, phần tử, vật liệu, mặt cắt liên kết, tải trọng,... Cũng có thể bật và tắt chế độ hiển thị này bằng cách chọn từ phần *Works* của menu dạng cây. Muốn kiểm tra đối tượng nào chỉ việc đưa chuột đến mô tả đối tượng đó, kích chuột phải và chọn tương ứng mục chọn từ menu động *Display* và *Undisplay*.

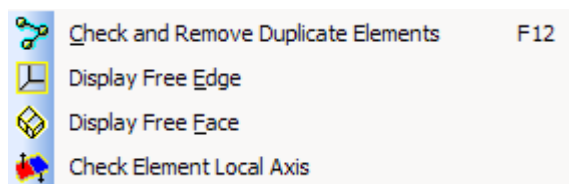
2.7.2. Phương pháp sử dụng bảng số liệu

Người dùng có thể xem mọi thông tin của các đối tượng trong mô hình bằng cách sử dụng các bảng số liệu. Để thực hiện việc truy vấn dữ liệu, có thể theo các phương pháp sau:

- Từ phần *Works* của menu dạng cây, kích chuột phải vào đối tượng muốn kiểm tra và chọn *Table*. Một bảng các số liệu tương ứng với đối tượng được chọn sẽ được hiển thị. Người dùng có thể kết hợp các tính năng sắp xếp, tìm kiếm của bảng để kiểm tra cũng như sửa đổi nếu cần thiết.
- Một số các đối tượng hay được quan tâm có thể được truy vấn bằng cách dùng các tính năng trong mục *Query*. Để sử dụng, các đối tượng có thể phải được chọn trước.

2.7.3. Phương pháp kiểm tra tự động

MIDAS/Civil cung cấp một số tính năng tự động duyệt các đối tượng và hiển thị hoặc tự động hiệu chỉnh theo yêu cầu của người sử dụng. Những tính năng được bố trí trong mục *Model > Check Structure Data*.



Hình 0-82: Các chức năng kiểm tra

- **Check & Remove Duplicate Elements:** tính năng này kiểm tra và loại bỏ các phần tử chồng lên nhau nếu có nhiều hơn một phần tử tồn tại ở cùng vị trí trong quá trình vào dữ liệu. Các phần tử chồng lên nhau bị nhận biết và loại bỏ. Những phần tử mới được tạo (phần tử có số liệu lớn) sẽ bị loại bỏ đầu tiên.
- **Display Free Edge:** tính năng này cho phép hiển thị các cạnh bất thường về sự liên tục của các phần tử phẳng hoặc khối. Sử dụng tính năng này có thể kiểm tra các sai sót trong mô hình hóa với các phần tử phẳng.
- **Display Free Face:** tính năng này cho phép hiển thị các mặt bất thường về sự liên tục của các phần tử khối. Việc sử dụng tính năng này có thể kiểm tra các sai sót trong mô hình hóa các phần tử khối.
- **Check Element Local Axis:** tính năng này cho phép kiểm tra trục tọa độ địa phương của phần tử. Phụ thuộc vào hướng quan sát, hai mặt vuông góc với trục z của phần tử tám được hiển thị theo hai màu khác nhau. Điều này cho phép chúng ta nhận biết được các trục tọa độ địa phương của các phần tử tám và đảm bảo mà không cần kiểm tra các trục này một cách độc lập.

Trong quá trình thực hiện phân tích kết cấu, hai cửa sổ thông điệp *Command Message* và *Analysis Message* có thể giúp người sử dụng biết được các lỗi mô hình hóa dạng này.

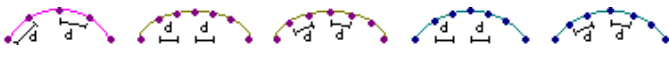
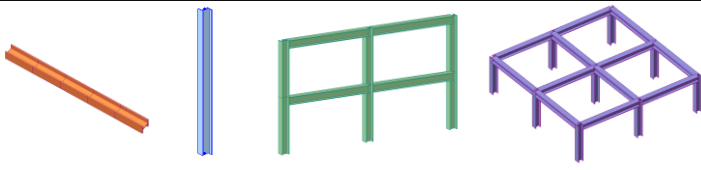
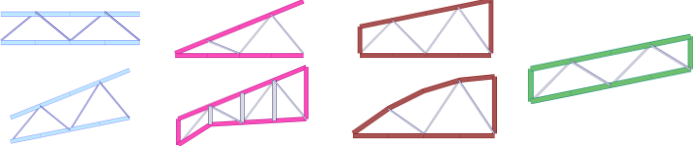
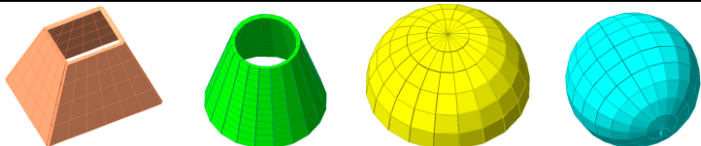
2.8. Các công cụ hỗ trợ mô hình hóa trong MIDAS/Civil

2.8.1. Structure wizard

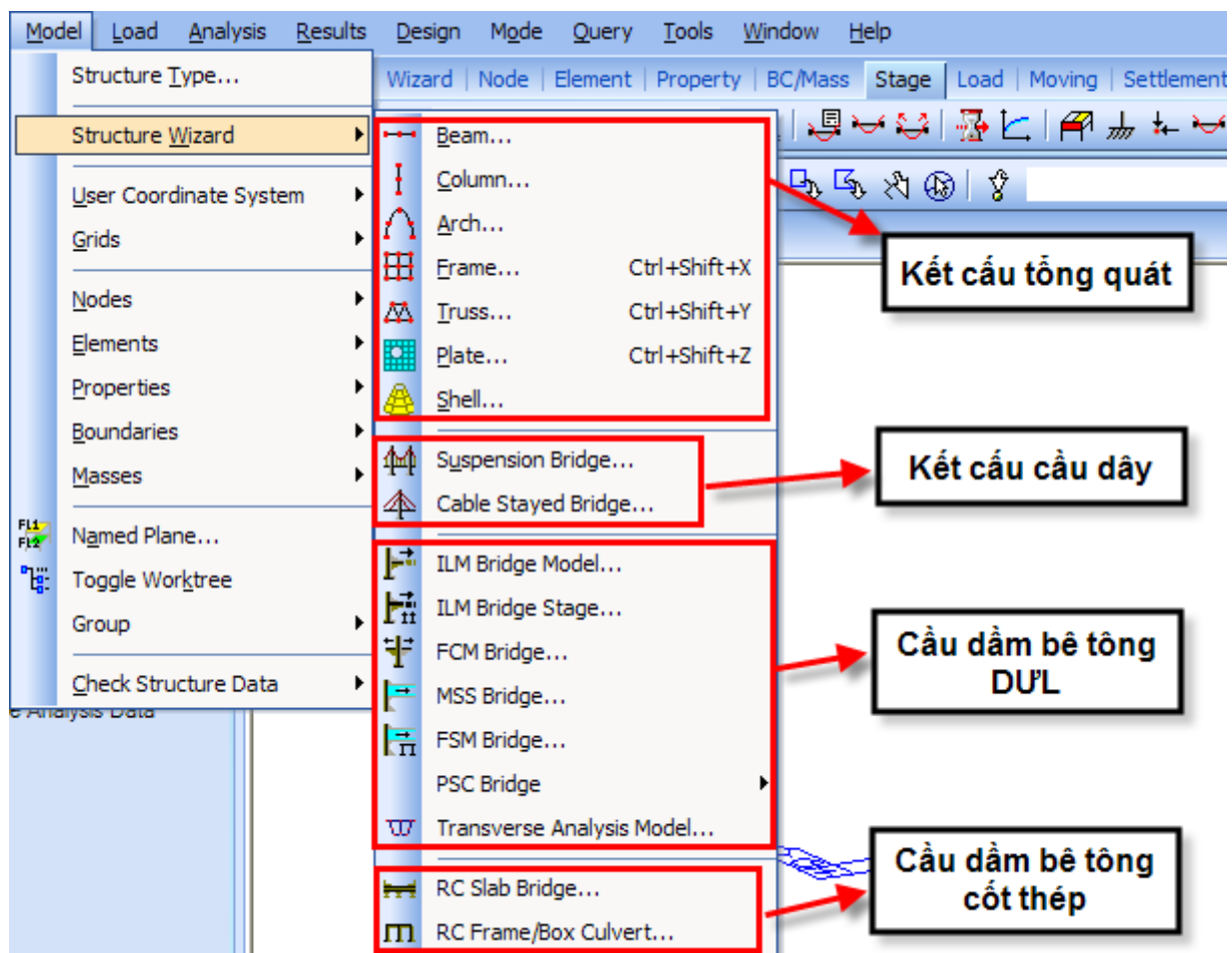
Structure wizard là tính năng tự động phát sinh dữ liệu mô hình kết cấu thông qua các hướng dẫn nhập số liệu hết sức đơn giản.

Ngoài việc hỗ trợ mô hình các kết cấu tổng quát như: Dầm, Cột, Vòm, Khung, Giàn, Tám... MIDAS/Civil còn tạo sẵn các biểu mẫu nhập dữ liệu cho các kết cấu phức tạp như cầu dúc hẫng, cầu dây văng, cầu dây võng...

Để gọi các chức năng này, vào menu *Model > Structure wizard*, chọn loại kết cấu cần mô hình và nhập dữ liệu.

Vòm		
Khung		
Giàn		
Tấm		
Vỏ		

Hình 0-83: Các kết cấu tổng quát



Hình 0-84: Các wizard hỗ trợ mô hình

Cable Stayed Bridge Wizard

Node Coordinates & Heights

Type: ☒ Symmetric Bridge ☐ Asymmetric Bridge

	X(m)	Z(m)
A	0	25
B	100	90
C	0	0
D	0	0

H1(m): 90 H2(m): 0

Depth of Deck (H3): 0

Material: Cable 1, Deck 2, Tower 3

Select Cable Element Type: ☒ Truss ☐ Tension Only(Cable)

Distance from Deck to Tower

	Dist(m)	Dist(m)	
G1	0	G3	0
G2	0	G4	0

Shape of Deck

	Left Slope(%)	Arc Length(m)	Right Slope(%)
	0	0	0

Cable Distances & Heights

	Distance(m)	Height(m)
Left	3, 8@10, 14	1.2, 3@1.5, 3@2, 2@2.3, 45
Center	14, 9@10, 12, 9@10, 14	
Right		

Diagram: A schematic of a cable-stayed bridge with two towers (B and C) and a deck (A and D). The diagram shows the cable stays, the deck, and the towers. The heights H1 and H2 are indicated, along with the distances from the deck to the towers (G1, G2, G3, G4). The diagram also shows the cable distances and heights for the left, center, and right sections.

View option: ☒ Bitmap ☐ Drawing

Update & Draw

OK Close

Hình 0-85: Wizard hỗ trợ mô hình cầu dây văng

FCM Bridge Wizard

Bridge Model Data Type: ☒ Type1 ☐ Type2

Model Section Tendon

Diagram: A schematic of a bridge model showing the deck, piers, and tendons. The diagram includes labels for the bridge segments (FSM, K1, Zone1, P.T., B, Zone2, K2) and the pier (C). The diagram also shows the dimensions of the bridge segments and the pier.

Material (Girder): 1 Pier Section: 1

Material (Pier): 1 Stage Duration: 0 day(s)

Number of Piers: 4 Method: Cast-in

Radius: 0 m ☒ Convex ☐ Concave

Pier Table

	P.T.	B
	10.058 m	7.9248 m

Key Segment

	K1	K2
	2.1336 m	2.1336 m

Pier

	H	C
	6.096 m	6.096 m

FSM

	FSM(L)	FSM(R)
	0.97536, 3.9	0.97536, 3.9

Zone1: 2.01168, 3.048, : Zone2: 2.01168, 3.048, : Advanced...

Pier Table Placing... Member Age...

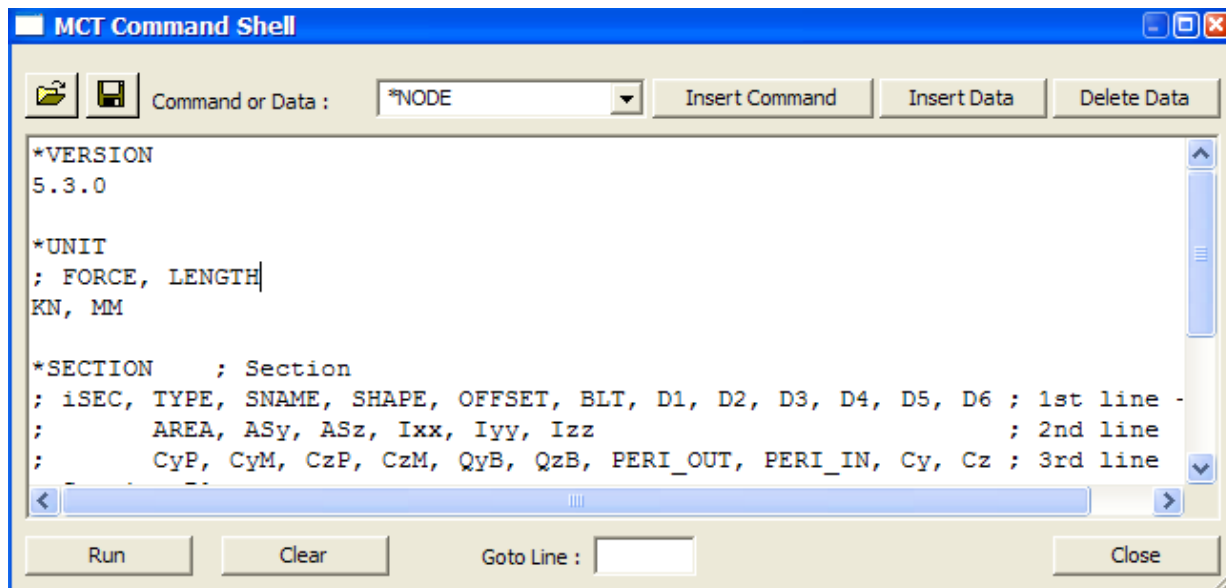
Open... Save As... OK Cancel

Hình 0-86: Wizard hỗ trợ mô hình cầu đúc hẫng

2.8.2. MCT Command Shell

Chức năng này cho phép thực thi định dạng MCT (Midas Civil Text) của MIDAS để mô hình hóa.

Người dùng có thể nhập trực tiếp dữ liệu có định dạng rồi thực thi hoặc nhập dữ liệu từ các file MCT. Ví dụ, có thể mô hình hóa vật liệu, mặt cắt, hệ tọa độ nút,... qua MCT Command Shell.



Hình 0-87: Nhập dữ liệu qua giao diện văn bản

2.8.3. Bill of material

Tổng hợp và đưa ra thống kê của các vật liệu dùng trong mô hình phân tích kết cấu, được phân chia theo kiểu phần tử, kiểu vật liệu và hình dạng mặt cắt của tất cả các phần tử (đường, mặt và khối)

Các chức năng chủ yếu

- Đưa ra trọng lượng của vật liệu theo tên, số hiệu mặt cắt.
- Tự động tính chiều dài phần tử, diện tích, trọng lượng và thể tích của các thành phần vật liệu.
- Đưa ra bảng tổng hợp trọng lượng cho toàn bộ mô hình theo từng hình dạng phần tử của từng loại vật liệu.

Định dạng dữ liệu ra của B.O.M

Beam - Truss Element BOM type1: Sắp xếp theo **số hiệu mặt cắt, tên mặt cắt, tên vật liệu.**

Beam - Truss Element BOM type2: Sắp xếp theo **tên mặt cắt và tên vật liệu**

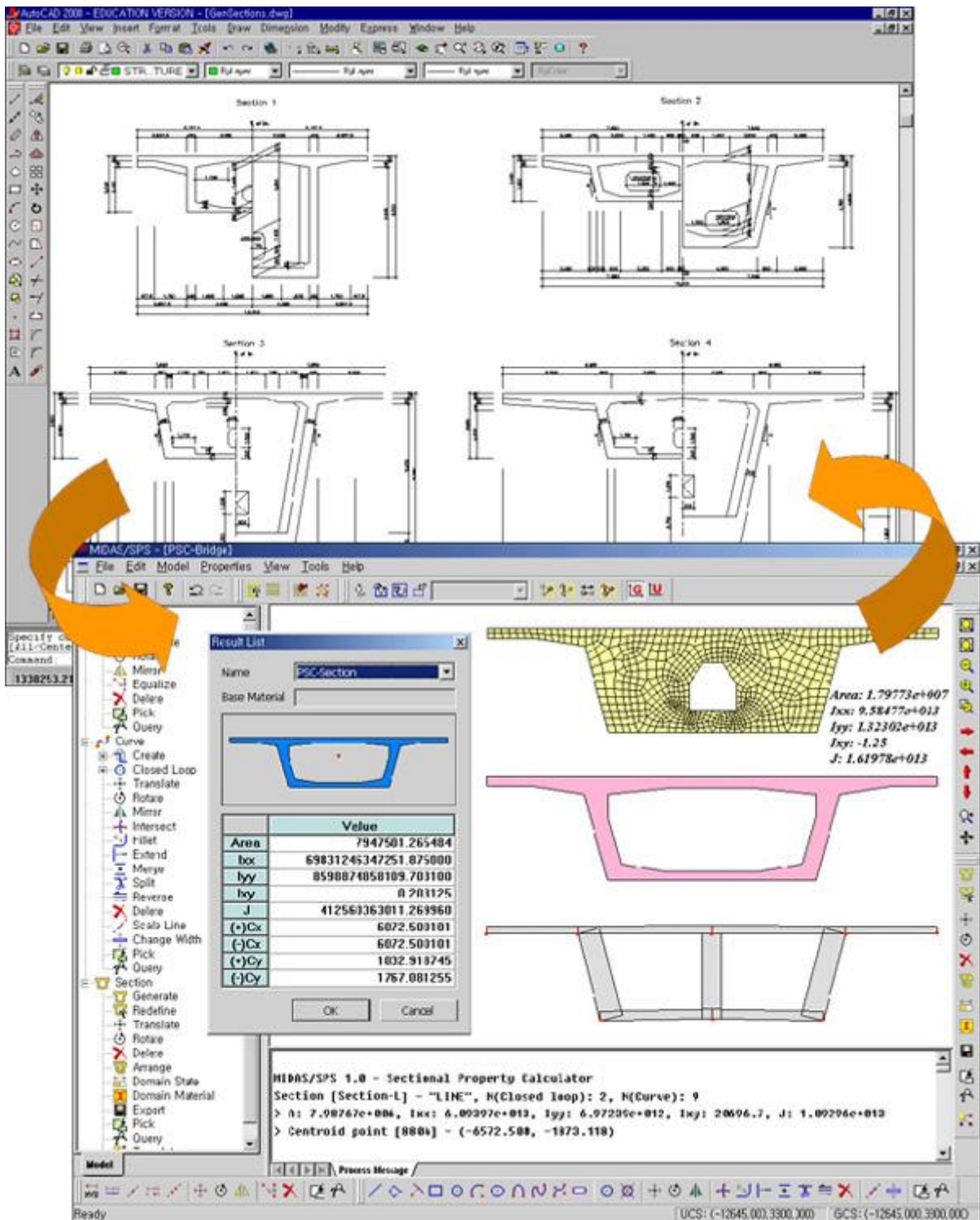
Beam - Truss Element BOM type3: Sắp xếp theo **tên mặt cắt.**

BOM by Material: Tổng kết kết quả tính toán cho từng tên vật liệu.

2.8.4. Sectional Property Calculator

Sectional Property Calculator là chức năng để tính toán đặc trưng hình học của các mặt cắt hình dạng phức tạp một cách nhanh chóng và hiệu quả. Kết quả tính toán có thể được nhập trực tiếp vào mô hình kết cấu bởi chức năng *Section Import*. Theo đó, SPC xuất mặt cắt thành file có định dạng SPC và MIDAS/Civil có thể đọc được định dạng này.

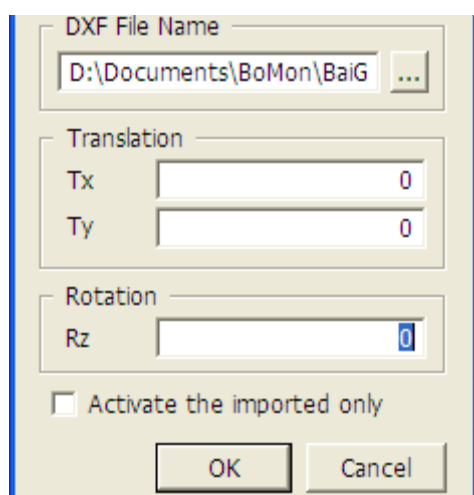
Chức năng nhập dữ liệu của SPC cho phép đọc dữ liệu từ file DXF của AutoCAD để mô hình các mặt cắt.



Hình 0-88: Nhập các mặt cắt phức tạp từ DXF của AutoCAD

Các bước mô hình hóa mặt cắt sử dụng SPC.

1. Chọn đơn vị, các thiết lập cho mặt cắt mới.
2. Vẽ sơ họa hình dạng mặt cắt. Sử dụng các công cụ vẽ của SPC hoặc nhập từ DXF của AutoCAD, thông thường sử dụng cách thứ 2: *File > Import > AutoCAD DXF*.



Hình 0-89: Hộp thoại nhập file DXF

DXF File Name: Đường dẫn file DXF chứa bản vẽ mặt cắt.

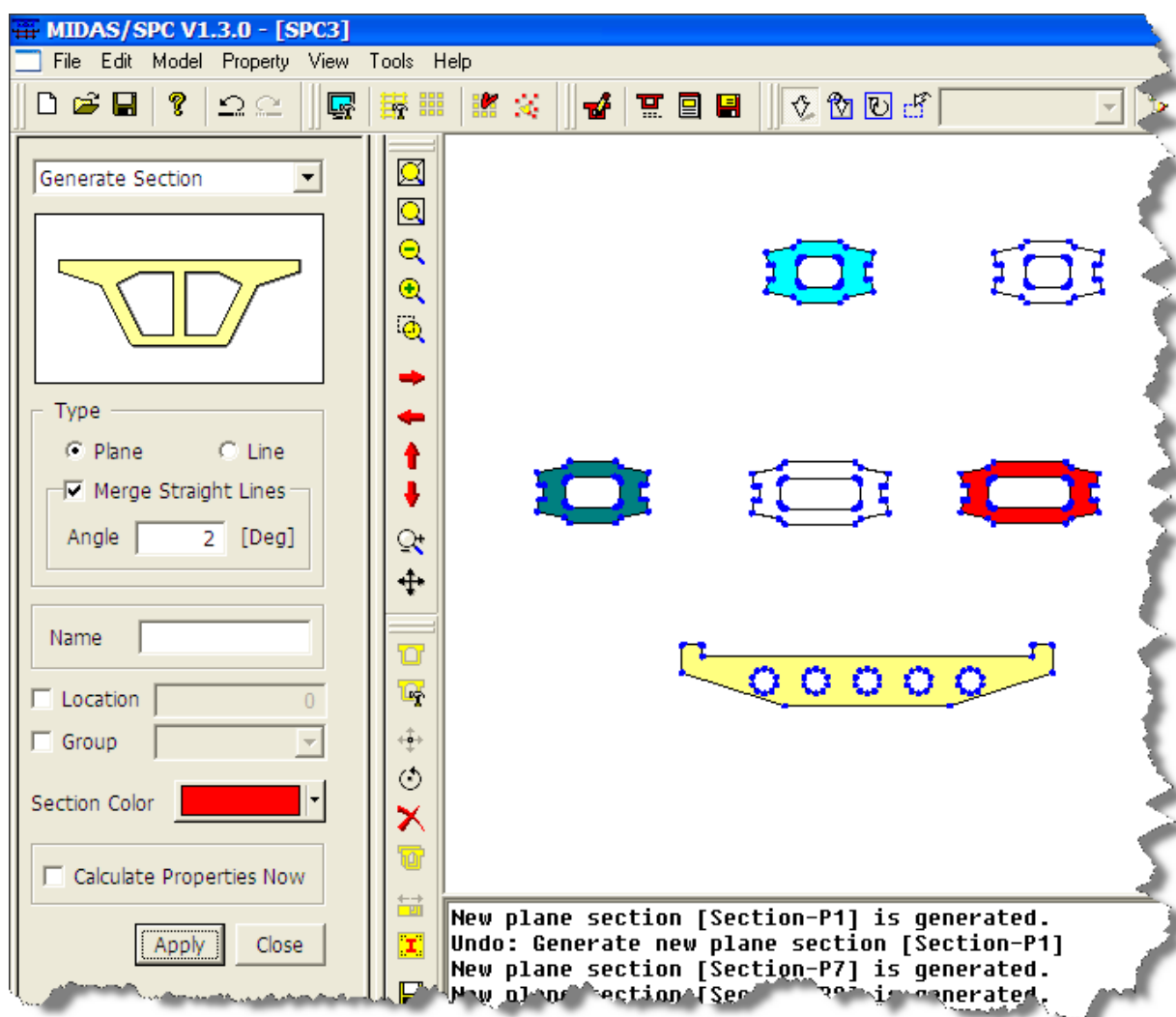
Translation: Xác lập dịch chuyển mặt cắt theo phương x và y.

Rotation: Xác định góc quay của mặt cắt quanh trục z.

Activate the imported only: Chỉ kích hoạt phần mặt cắt được nhập.

3. Phát sinh mặt cắt: *Model > Section > Generate Section*.

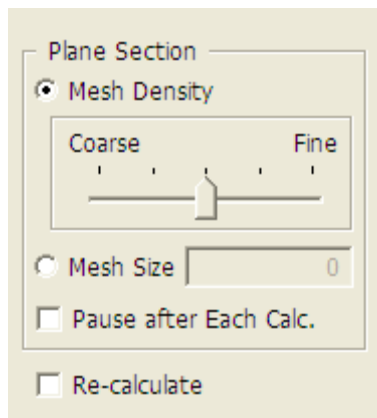
Chọn mặt cắt, nhập các thông số và tiến hành phát sinh từng mặt cắt.



Hình 0-90: Phát sinh các mặt cắt

4. Tính toán các đặc trưng hình học của mặt cắt: *Property > Calculate Property*.

Chọn mặt cắt, thông số tính toán.



Mesh Density: Mật độ chia lưới phần tử hữu hạn.

Mesh Size: Kích thước lưới

Pause after Each Calc.: Tạm dừng để xem hình dạng lưới sau mỗi lần tính toán.

Re-calculate: Tính lại.

Hình 0-91: Tính đặc trưng hình học

5. Lưu theo định dạng MIDAS Section File (*.sec): *Model > Section > Export*.

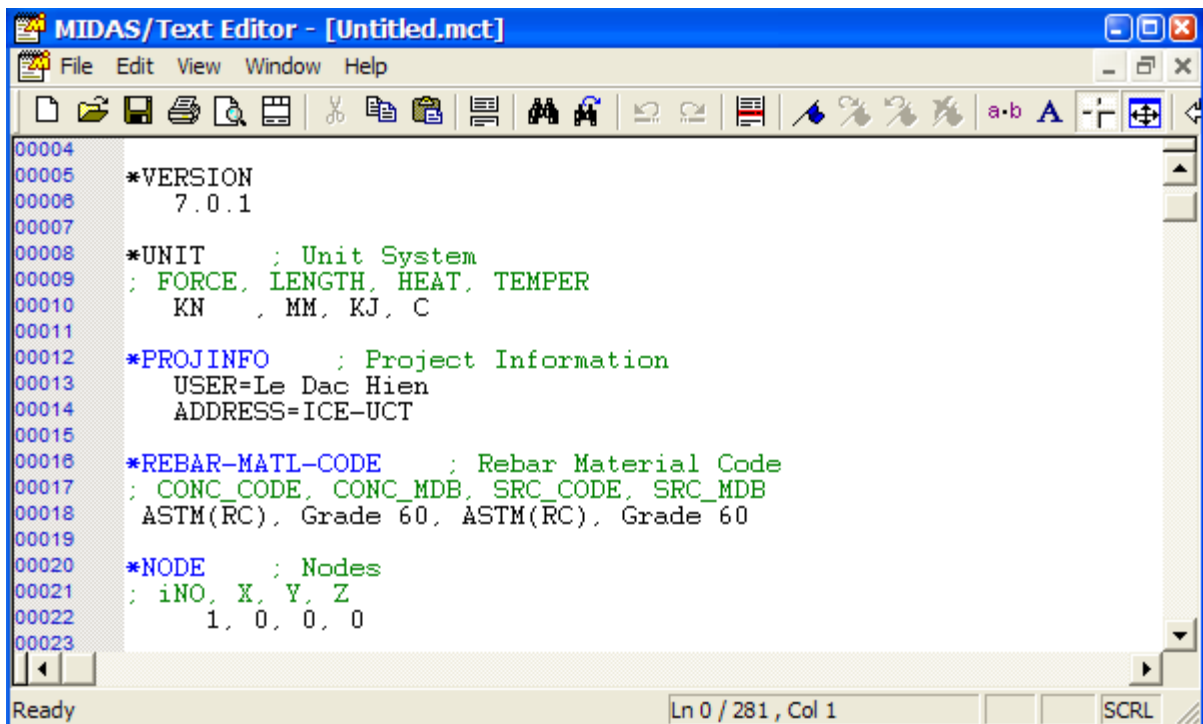
Xác lập đường dẫn và kiểu file là MIDAS Section File.

6. Nhập mặt cắt vào dự án trong MIDAS.

Tạo mặt cắt dạng Value, chọn kiểu General Section và nhập file *.sec vào. Lưu ý, một file *.sec có thể lưu nhiều mặt cắt.

2.8.5. Text Editor

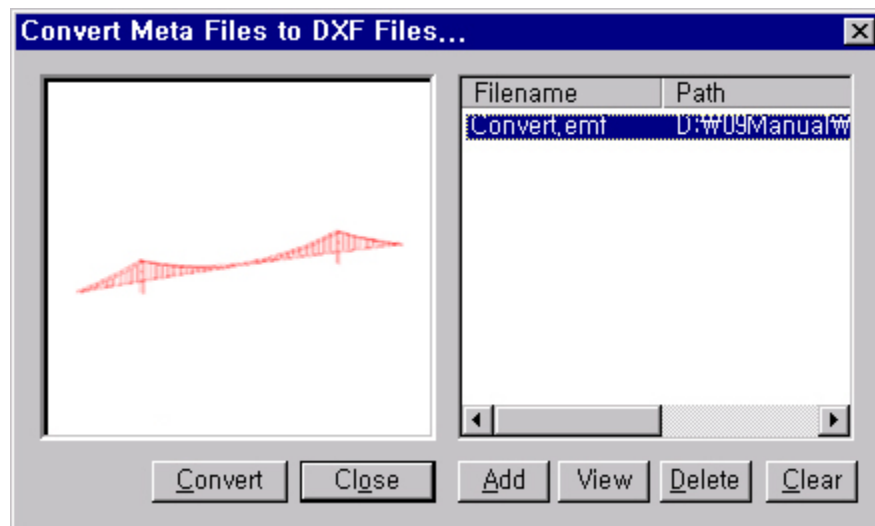
MIDAS Text Editor là chương trình soạn thảo văn bản tổng quát, hỗ trợ việc soạn thảo và in ấn các file dữ liệu theo định dạng MCT hoặc các file Text thông thường.



Hình 0-92: MIDAS Text Editor

2.8.6. Convert Meta Files to DXF Files

Chuyển đổi định dạng Windows Meta File (EMF) thành dạng file DXF của AutoCAD.



Hình 0-93: Chuyển EMF => DXF

Add: Thêm file EMF vào danh sách chuyển đổi.

View: Xem thử

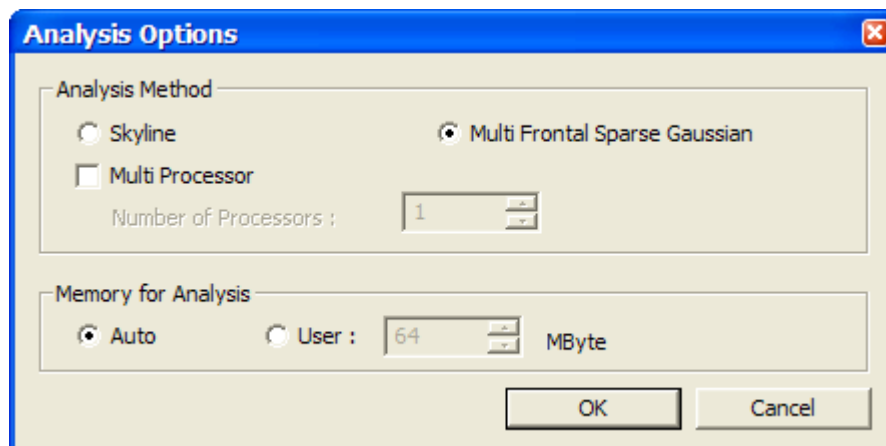
Convert: Chuyển đổi.

CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH KẾT CẤU

3.1. Phân tích

3.1.1.1. Lựa chọn phương pháp phân tích

MIDAS/Civil cung cấp hai phương pháp phân tích kết cấu: Phương pháp Skyline và phương pháp đa mặt trận. Các phương pháp này được lựa chọn trong menu Analysis > Analysis Options. Mặc định là phương pháp giải đa mặt trận.



Hình 0-1: Tùy chọn phân tích

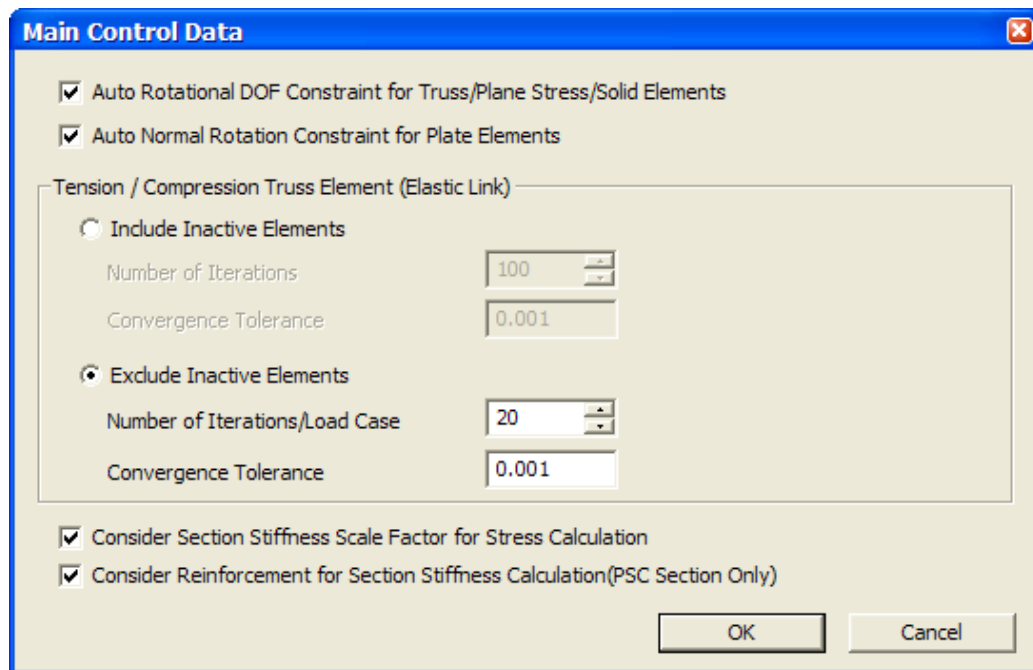
MIDAS/Civil hỗ trợ máy tính đa vi xử lý, được điều chỉnh trong phần Multi Processor.

3.1.1.2. Các khả năng phân tích chính của MIDAS/Civil

- ◆ Phân tích tĩnh
- ◆ Phân tích động
- ◆ Phân tích động điều kiện biên phi tuyến
- ◆ Phân tích tải trọng di động
- ◆ Phân tích truyền nhiệt (dẫn nhiệt, đối lưu, bức xạ)
- ◆ Phân tích thủy nhiệt
- ◆ Phân tích giai đoạn thi công
- ◆ Phân tích dầm
- ◆ Các tính năng phân tích khác

3.1.1.3. Các cài đặt thông số phân tích chung

Các thông số phân tích chung được cài đặt trong menu Analysis > Main Control Data...



Hình 0-2: Cài đặt các thông số chính

Auto Rotational DOF Constraint for Truss/Plane Stress/Solid Elements: Nếu lựa chọn, chương trình sẽ tự động bổ sung các hạn chế bậc tự do quay cho các phần tử dàn, phần tử ứng suất phẳng và phần tử khối.

Auto Normal Rotation Constraint for Plate Elements: nếu được lựa chọn, chương trình sẽ tự động bổ sung các hạn chế quay trong vuông góc với các phần tử tấm.

Include/Exclude Inactive Elements: tính năng xem xét hay bỏ qua độ cứng của các phần tử không được kích hoạt trong quá trình lặp.

Consider Section Stiffness Scale Factor for Stress Calculation: Xem xét đến hệ số độ cứng của mặt cắt khi tính toán ứng suất.

Consider Reinforcement for Section Stiffness Calculation (PSC Section Only): Xem xét ảnh hưởng của cốt thép thường đến độ cứng của mặt cắt.

3.1.1.4. Phân tích tĩnh tuyến tính

Nếu không có các yêu cầu khác, việc phân tích kết cấu mặc định của MIDAS/Civil là phân tích tĩnh tuyến tính. Thực hiện phân tích thông qua việc gọi menu *Analysis > Perform Analysis* hoặc nhấn F5.

3.1.1.5. Phân tích ổn định kết cấu

Phân tích ổn định kết cấu (buckling analysis) cũng thuộc dạng phân tích tĩnh. Mục tiêu của phân tích này là tìm lực tới hạn và các dạng mất ổn định tương ứng của kết cấu. Do việc phân tích dựa trên ma trận độ cứng hình học ban đầu, nên người dùng cần định nghĩa trước các trường hợp tải trọng làm cơ sở cho việc phân tích này. Quá trình phân tích ổn định kết cấu trên MIDAS/Civil được thực hiện như sau:

- ✦ Khai báo tải trọng trong trường hợp phân tích tĩnh tuyến tính.
 - ✦ Chỉ định các tham số phân tích trong menu *Analysis > Buckling Analysis Control*.
 - ✦ Tiến hành phân tích và đánh giá kết quả như trong trường hợp phân tích tĩnh tuyến tính.
- Để thể hiện các dạng mất ổn định của kết cấu cùng hệ số lực tới hạn tương ứng, người dùng gọi Menu *Result > Buckling Mode Shapes*.

3.1.1.6. Phân tích thủy nhiệt

Phân tích thủy nhiệt thường được gắn liền với các quá trình thi công bê tông. Quá trình phân tích thủy nhiệt với MIDAS/Civil được thực hiện theo các bước sau:

- ✦ Nhập các đặc tính vật liệu phụ thuộc thời gian (Phần 2.2.4 trang 25)
- ✦ Nhập dữ liệu cần thiết cho phân tích thủy nhiệt (Phần 2.5.1.4 trang 62)
- ✦ Nhập các hệ số tích phân (intergration factor), nhiệt độ ban đầu (initial temperature), các vị trí cần xuất kết quả ứng suất và yêu cầu xem xét từ biến và co ngót trong điều khiển Hydration Heat Analysis Control
- ✦ Thực hiện phân tích như các phân tích thông thường khác.
- ✦ Phân tích và đánh giá kết quả.

3.1.1.7. Phân tích giai đoạn thi công

Việc phân tích kết cấu trong giai đoạn thi công đòi hỏi phải tính đến sự thay đổi sơ đồ kết cấu, tính năng vật liệu theo từng bước thi công. Việc mô hình hóa quá trình thi công đã được trình bày trong phần 2.6 trang 65. Để tiến hành phân tích kết cấu trong giai đoạn thi công người dùng thực hiện các bước sau:

Gán các tham số điều khiển khi phân tích kết cấu trong giai đoạn thi công trong menu *Analysis > Construction Stage Analysis Control*.

Hình 0-3: Thiết lập các thông số phân tích giai đoạn thi công

Final Stage: Đặt giai đoạn cuối cùng của quá trình phân tích.

Analysis Option: Thông số phân tích có xem xét đến tính phi tuyến và sự thay đổi tính năng vật liệu theo thời gian hay không?

Creep & Shrinkage: Xem xét đến các yếu tố co ngót và từ biến riêng rẽ hay đồng thời.

Tendon Tension Loss Effect: Xét đến sự mất mát dự ứng lực do co ngót từ biến.

Consider Rebar Confinement Effect: Xem xét đến hiệu ứng của cốt thép thường.

Variation of Comp. Strength: Xét đến sự thay đổi cường độ bê tông theo thời gian.

Tendon Tension Loss Effect: Xem xét sự mất mát dự ứng lực do co ngót đàn hồi.

Load Cases to be Distinguished from Dead Load for C.S Output: Các trường hợp tải mà kết quả tính toán của chúng sẽ được tách khỏi tĩnh tải trong phân tích. Hiện thời, MIDAS/Civil phân biệt 2 loại tải trọng khi thi công: Tĩnh tải và tải trọng thi công. Các trường hợp tải được phân biệt ở đây sẽ có kết quả gộp chung vào kết quả của tải trọng thi công.

Chọn menu *Analysis > Perform Analysis* để thực hiện phân tích.

3.2. Xử lý kết quả phân tích

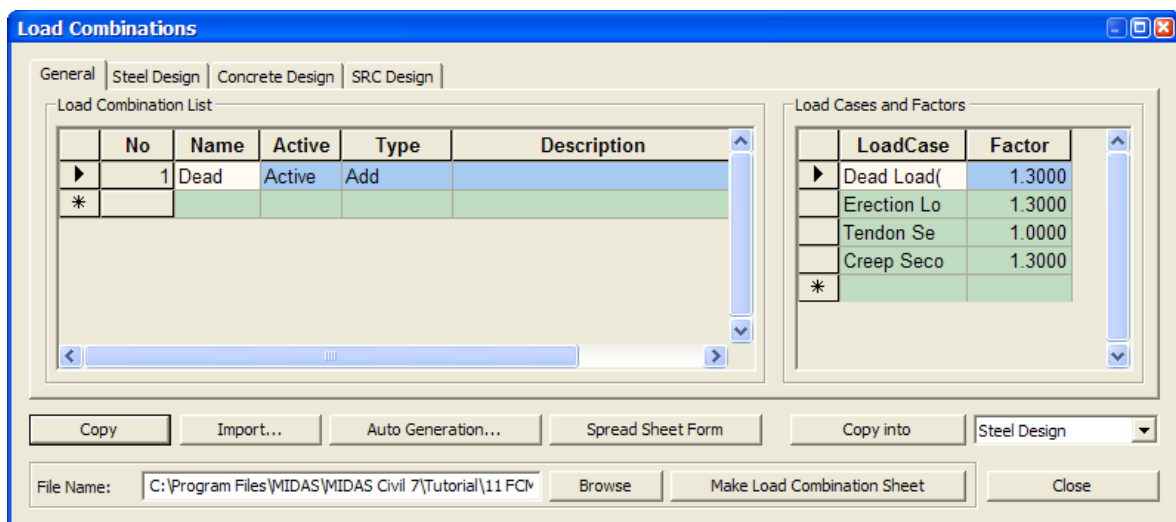
3.2.1. Chuyển đổi giai đoạn phân tích

MIDAS/Civil tổ chức môi trường xử lý của chương trình thành giai đoạn tiền xử lý và giai đoạn hậu xử lý để người dùng khai thác tiện lợi và hiệu quả.

Nếu quá trình phân tích được thực hiện thành công và không phát sinh lỗi, giai đoạn tiền xử lý sẽ được chuyển đổi một cách tự động sang giai đoạn hậu xử lý. Người dùng có thể tự chuyển đổi trạng thái nhờ menu Mode hoặc thanh công cụ.

3.2.2. Tổ hợp kết quả và lấy các giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất

MIDAS/Civil có thể tổ hợp tất cả các kết quả thu được từ các phân tích tĩnh, tải trọng di động, phổ phản ứng, lịch sử thời gian, thủy nhiệt, phi tuyến và giai đoạn thi công bằng chức năng *Results > Combinations*.



Hình 0-4: Khai báo tổ hợp tải trọng

Các tải trọng có thể được tổ hợp theo các phương pháp sau:

Add: tổ hợp tuyến tính (cộng) các kết quả phân tích.

Envelope (giá trị bao): các giá trị lớn nhất, nhỏ nhất và lớn nhất tuyệt đối từ các kết quả của mỗi phân tích.

ABS: tổ hợp tuyến tính của tổng các giá trị tuyệt đối của phân tích phổ phản ứng và các kết quả phân tích khác.

$$R_{\max} = |R_1| + |R_2| + \dots + |R_n|$$

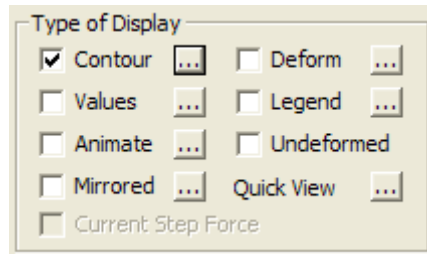
SRSS: tổ hợp tuyến tính của tổ hợp SRSS (Square Root of the Sum of the Squares) về kết quả phân tích phổ phản ứng và các kết quả phân tích khác.

$$R_{\max} = \left[R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_n^2 \right]^{1/2}$$

3.2.3. Các loại kết quả phân tích

3.3. Các kiểu biểu diễn kết quả

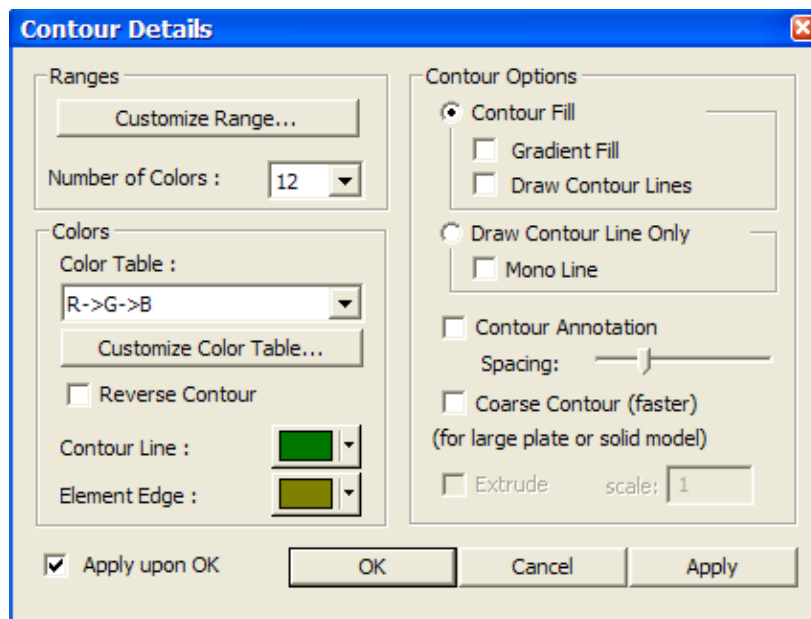
Khi xem kết quả, MIDAS/Civil cung cấp nhiều cách thể hiện kết quả cho người dùng lựa chọn.



Hình 0-5: Lựa chọn các kiểu biểu diễn kết quả

3.3.1. Contour

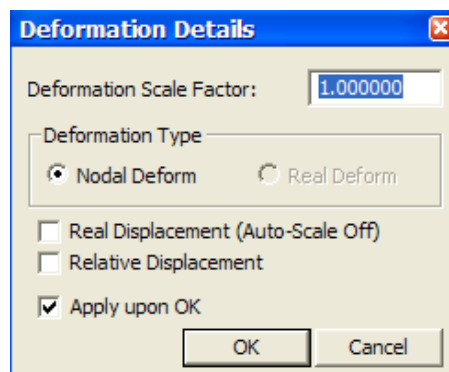
Là cách biểu diễn các kết quả phân tích và thiết kế theo dạng biểu đồ đồng mức.



Hình 0-6: Các thông số hiển thị Contour

3.3.2. Deform

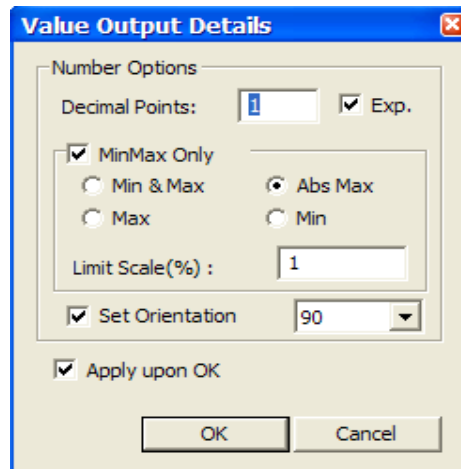
Là cách hiển thị biểu đồ chuyển vị của các bộ phận kết cấu.



Hình 0-7: Thiết lập hiển thị chuyển vị

3.3.3. Values

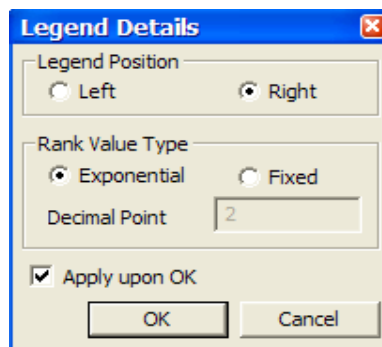
Cho phép hiển thị các giá trị của chuyển vị, các lực và ứng suất thành phần tại vị trí cho trước.



Hình 0-8: Thiết lập hiển thị giá trị

3.3.4. Legend

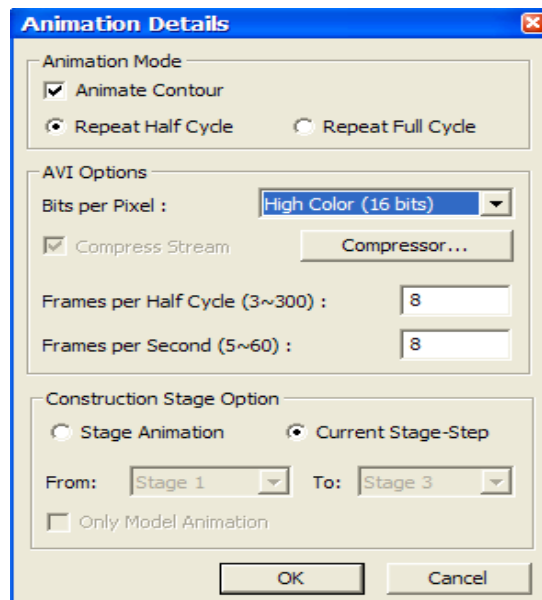
Là cách thể hiện kết quả trên biểu đồ dưới dạng ghi chú. Người dùng có thể tùy biến vị trí và màu sắc cho phần ghi chú cho các đối tượng được xem xét.



Hình 0-9: Thiết lập hiển thị ghi chú

3.3.5. Animate

Là cách mô phỏng quá trình biến dạng của mô hình theo kiểu hoạt hình.



Hình 0-10: Thiết lập cho việc tạo hoạt hình

3.4. Xuất kết quả đầu ra

3.4.1. Kết quả dạng file văn bản

Chức năng *Results > Text Output* cung cấp các kết quả phân tích và thiết kế kết cấu theo dạng file văn bản. Các tính năng chính liên quan đến kết quả dạng văn bản trong MIDAS/Civil là:

- ✦ Tạo kết quả dưới dạng Load Sets cho từng nhóm tổ hợp tải trọng.
- ✦ Tạo kết quả về lực và ứng suất cho các phần tử có thuộc tính vật liệu, thuộc tính mặt cắt, số hiệu phần tử... được chỉ định.
- ✦ Tạo kết quả với các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất cho mỗi thuộc tính mặt cắt
- ✦ Tạo các chuyển vị nút và phản lực
- ✦ Tạo kết quả dạng đường bao hoặc tổng hợp cho mỗi kiểu phần tử
- ✦ Tạo kết quả trong hệ tọa độ phần tử và hệ tọa độ tổng quát.

3.4.2. Kết quả dạng bảng

MIDAS/Civil cung cấp rất nhiều loại bảng kết quả, trong menu *Results > Result Tables*. Các bảng này cho phép người dùng thao tác copy sang bảng tính Excel hết sức đơn giản.

3.4.3. Dạng file đồ họa

MIDAS/Civil cho phép lưu các đối tượng trong không gian mô hình thành các file đồ họa bằng việc sử dụng chức năng *File > Graphic Files*

3.4.4. Kết quả dạng bản in

MIDAS/Civil cung cấp một tập hợp các lựa chọn định dạng về kết quả in ấn tiện lợi cho người dùng. Kết quả được in theo định dạng vector hoặc ảnh. Khi cửa sổ mô hình trong chế độ tiền xử lý hoặc hậu xử lý được in, kết quả được tạo ra theo định dạng vector. Nếu màn hình gồm có một hình ảnh 3 chiều, kết quả được in theo dạng ảnh. Do các đặc tính của kết quả ảnh, chất lượng kết quả in được xác định bằng độ phân giải và số lượng màu được sử dụng trong cửa sổ.

CHƯƠNG 4: TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ♦ Mô Hình Hóa Và Phân Tích Kết Cấu Cầu Với MIDAS/Civil– NXB Xây dựng – 2006
- ♦ MIDAS/Civil online Manual – MIDASoft, Inc
- ♦ Getting Started – MIDASoft, Inc
- ♦ Nghiên cứu ứng dụng chương trình MIDAS/Civil trong phân tích kết cấu và cầu – Đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên – Nhóm sinh viên TĐHTKCD K42 -2005