

# MIDAS /Civil năng cao



**Tel: 0983.298.581**

Email: [nguyenvanvinh029@yahoo.com](mailto:nguyenvanvinh029@yahoo.com)

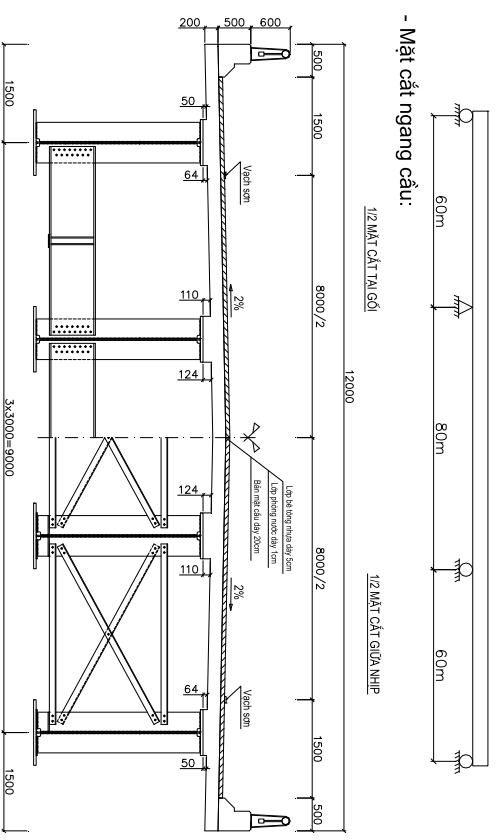
Hà Nội tháng 06 - 2012

**PHÂN TÍCH TÍNH TOÁN CẦU DẦM LIÊN HỢP LIÊN TỤC  
THEO BÀI TOÁN PHẪNG**

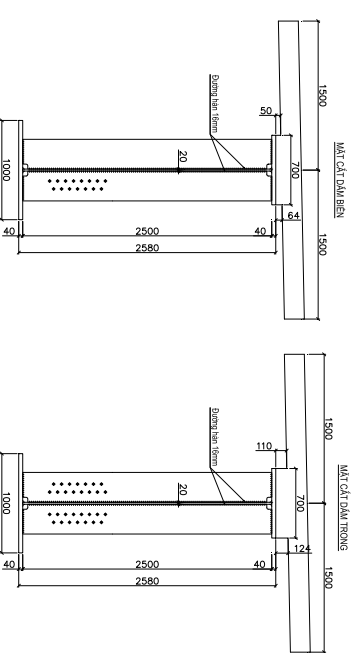
- Phân tích toán một cầu dầm liên hợp liên tục Thép - BTCT 3 nhịp.

- Phân tích tình toán một cấu dầm liên hợp liên tục Thép - BTCT 3 nhịp.
- Kích thước :  $88 \times 2 \times 1,5 \times 20,5 \text{m}$
- Sơ đồ nhịp:  $80 + 100 + 80 \text{m}$

1 1/2 MẶT CẮT GIỮA NHỊP



### MẶT CẮT DÂY BIÊN



- Tính tải: (tính tải dài đều trên 1 dầm chủ)
  - + Tính tải giai đoạn I :  $DC = 26,87 \text{ kN/m}$ .
  - + Tính tải giai đoạn II :  $DW = 5,99 \text{ kN/m}$ .

- Hoạt tải thiết kế:

| STT | Hoạt tải thiết kế | HS PBN g <sup>m</sup> | HS xung kích 1+IM |
|-----|-------------------|-----------------------|-------------------|
| 1   | HL93K             | 0,901                 | 1,25              |
| 2   | HL93M             | 0,901                 | 1,25              |
| 3   | Người             | 1,625                 | 1,0               |

15.2. YÊU CẦU.

- Khai báo vật liệu, khai báo mặt cắt.
- Mô hình kết cấu trên Midas.
- Gán vật liệu, mặt cắt và điều kiện biên cho kết cấu.
- Gán tải trọng: Gán tĩnh tải và hoạt tải.
- Chạy chương trình.
- Xem biểu đồ mômen do tải trọng:
  - + Tính tải giai đoạn I: Tĩnh tải 1.
  - + Tính tải giai đoạn II: Tĩnh tải 2.
  - + Tổ hợp tải trọng:
    - TH<sub>1</sub>: 1,25 Tĩnh tải 1 + 1,5 Tĩnh tải 2 + 1,75 HL93K + 1,75 Người.
    - TH<sub>2</sub>: 1,25 Tĩnh tải 1 + 1,5 Tĩnh tải 2 + 1,75 HL93M + 1,75 Người.
    - TH<sub>3</sub>: 1,25Tĩnh tải 1 + 1,5Tĩnh tải 2 + 1,968 HL93S + 1,57 Lan + 1,75Người

- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.
- Xem biểu đồ lực cắt.
- Xuất kết quả nội lực sang Excel.
- Xem kết quả tính chuyển vị nút, phản lực tại gối.
- Xem ứng suất tại các thố của mặt cắt đầm chủ.
- Kiểm toán khả năng chịu lực của đầm chủ theo tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

15.3. TRÌNH TỰ PHÂN TÍCH KẾT CẤU TRÊN MIDAS.

15.3.1. Khai báo vật liệu.

- Vật liệu Thép:

- + Giới hạn chảy: f<sub>y</sub> = 345 Mpa.
  - + Môđun đàn hồi: E<sub>s</sub> = 2.10<sup>5</sup>Mpa = 2.10<sup>8</sup> KN/m<sup>2</sup>.
  - + Hệ số posson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt: 1.17.10<sup>-5</sup> 1/độ.
  - + Trọng lượng riêng: γ<sub>s</sub>= 78,5 kN/m<sup>3</sup>.
- Vật liệu Bê tông bản:
- + Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày: f<sub>c</sub>' = 28 Mpa.
  - + Môđun EH: Ec = 26752Mpa = 26752000 KN/m<sup>2</sup>.
  - + Hệ số posson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt: 1.17.10<sup>-5</sup> 1/độ.
  - + Trọng lượng riêng: γ<sub>c</sub>=24kN/m<sup>3</sup>.
- Hệ số quy đổi:

+ Tỷ số môđun đàn hồi:  $\frac{E_s^s}{E_c^s} = \frac{2.10^5}{26752} = 7,47$

+ Tỷ số trọng lượng rên:  $\frac{\gamma_s^s}{\gamma_c^s} = \frac{78,5}{24} = 3,27$

15.3.2. Khai báo mặt cắt.

- Kích thước mặt cắt đầm được nhập theo mặt cắt làm việc thực tế có bản cánh rộng 3,0m.

15.3.3. Mô hình kết cấu.

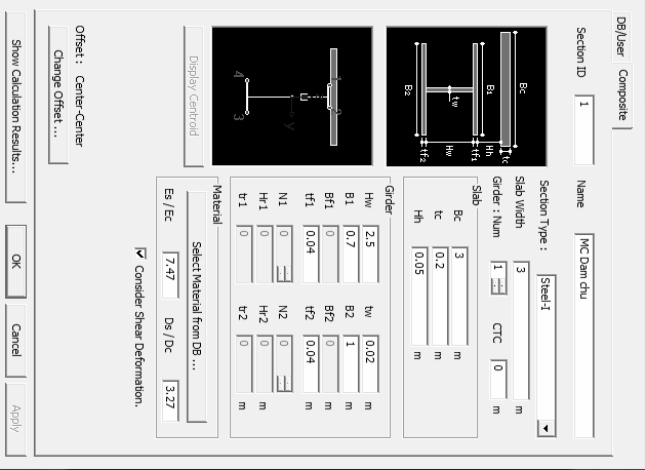
- Tạo nút đầu tiên có tọa độ là: 0,0,0.

- Chọn nút đầu tiên và kéo dài đầm chủ theo trục x:

0.3,29.7.30,2@40.30,29.7,0.3.

15.3.4. Gán điều kiện biên.

- Gán liên kết của kết cấu với đất:
  - + Khai báo gối cố định ở trên đỉnh trụ T<sub>2</sub>.
  - + Khai báo gối di động ở hai đầu đầm và tên đỉnh trụ T<sub>3</sub>.



15.3.5. Khai báo trường hợp tĩnh tải.

| STT | Tên tải trọng | Loại tải trọng | Mô tả tải trọng           |
|-----|---------------|----------------|---------------------------|
| 1   | Tĩnh tải 1    | Dead load      | Trọng lượng bản thân (DC) |
| 2   | Tĩnh tải 2    | Dead load      | Tĩnh tải chất thêm (DW)   |

15.3.6. Gán tĩnh tải giai đoạn I.

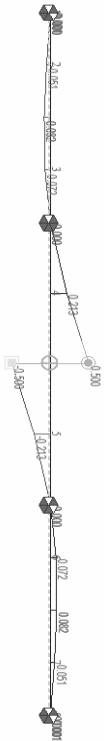
- Tĩnh tải giai đoạn I (DC): là tĩnh tải tác dụng lên KCN khi chưa hình thành kết cấu chịu lực hoàn chỉnh. Đối với kết cấu nhịp cầu đầm liên hợp thép - BTCT thì tĩnh tải giai đoạn I gồm:

- + Trọng lượng bản thân đầm chủ.
  - + Trọng lượng các hệ liên kết dọc, hệ liên kết ngang, sườn tầng cường.
  - + Trọng lượng bản bê tông mặt cầu.
- ⇒ Tĩnh tải giai đoạn I dài đều trên 1m dài 1 đầm chủ:

$DC_{tc} = \sum_{n=1}^n P_n = 26,87kN / m$



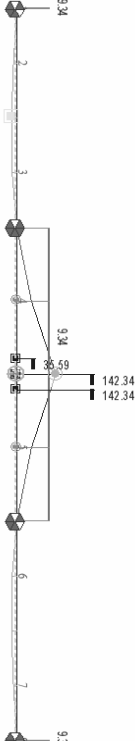
+ ĐAH lực cắt.



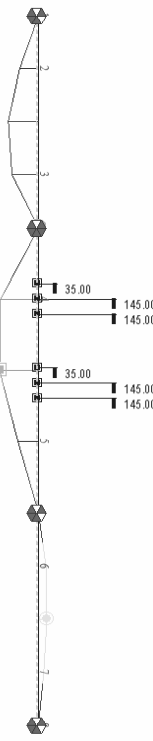
Hình: ĐAH lực cắt tại mặt cắt giữa nhịp giữa.

- Xuất ĐAH nội lực ra file text.

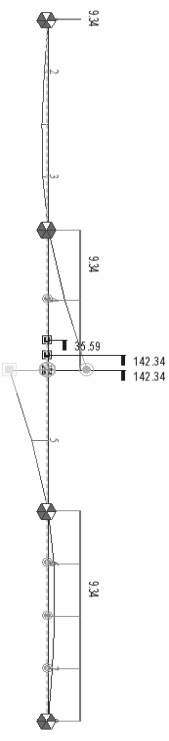
- Xem cách xếp tải bất lợi nhất trên ĐAH nội lực.



Hình: Xếp tải HL93K max lên ĐAH mômen tại mặt cắt giữa nhịp giữa



Hình: Xếp tải HL93S min lên ĐAH mômen tại mặt cắt đỉnh trụ



Hình: Xếp tải HL93K max lên ĐAH lực cắt tại mặt cắt giữa nhịp giữa.

- Tính diện tích ĐAH nội lực.

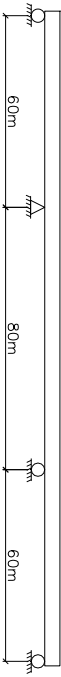
15.3.13. Kiểm toán khả năng chịu lực của dầm chủ theo tiêu chuẩn 22TCN 272-05.

## CHƯƠNG 16

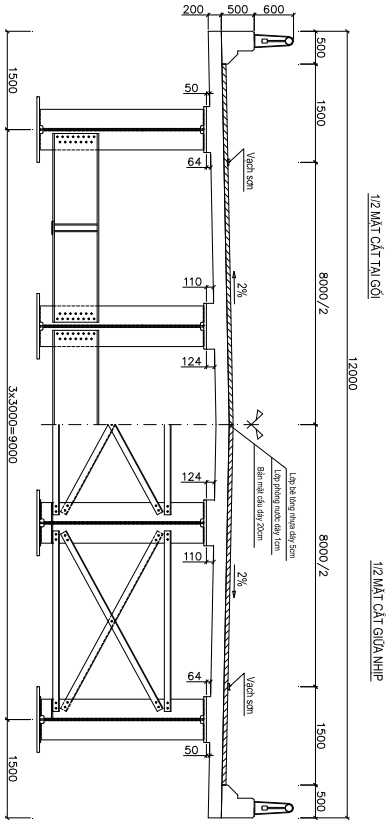
### PHÂN TÍCH TÍNH TOÁN CẦU DẦM LIÊN HỢP LIÊN TỤC THEO BÀI TOÁN KHÔNG GIẠN

#### 16.1. SỐ LIỆU THIẾT KẾ.

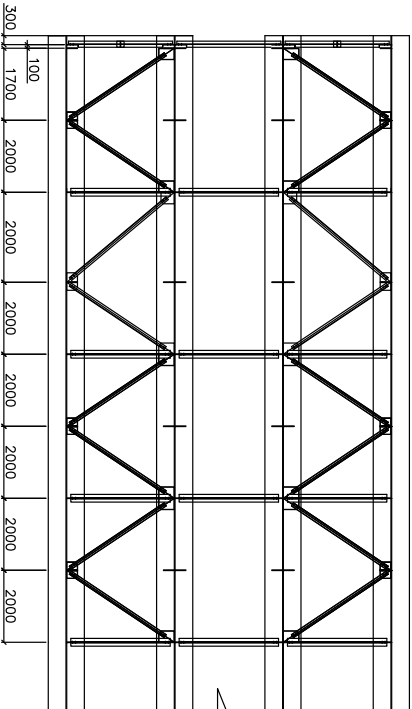
- Phân tích tính toán một cầu dầm liên hợp liên tục thép - BTCT 3 nhịp.
- Khổ cầu : 8+2x1,5+2x0,5m
- Sơ đồ nhịp: 80 + 100 + 80m



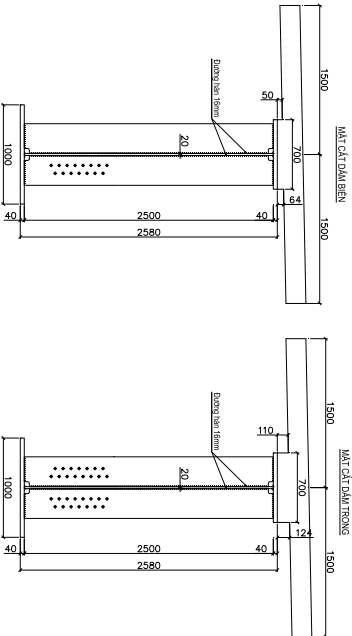
- Mặt cắt ngang cầu:



- Mặt bằng kết cấu nhịp:



- Mặt cắt ngang dầm chủ:



- Tính tải: (tính tải dài đều trên 1 dầm chủ)

- + Tính tải giai đoạn I: trọng lượng bản thân của kết cấu.
- + Tính tải giai đoạn II: DW = 5,99 kN/m.

- Hoạt tải thiết kế:

| STT | Hoạt tải thiết kế | HS xung kích 1+IM |
|-----|-------------------|-------------------|
| 1   | HL93K             | 1,25              |
| 2   | HL93M             | 1,25              |
| 3   | HL93S             | 1,25              |
| 4   | Người             | 1,0               |

### 16.2. YÊU CẦU.

- Khai bảo vật liệu, khai bảo mặt cắt.
- Mô hình kết cấu trên Midas.
- Gán vật liệu, mặt cắt và điều kiện biên cho kết cấu.
- Gán tải trọng: Gán tính tải và hoạt tải.
- Phân tích các giai đoạn thi công kết cấu nhịp.
- Khai bảo sự hình thành của mặt cắt liên hợp theo các giai đoạn thi công.
- Chạy chương trình.
- Xem biểu đồ mômen do tải trọng:
  - + TH<sub>1</sub>: 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93K + 1,75 Nguoi.
  - + TH<sub>2</sub>: 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93M + 1,75 Nguoi.
  - + TH<sub>3</sub>: 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,968 HL93S + 1,57 Lan + 1,75 Nguoi.
- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.
- Xem biểu đồ lực cắt.
- Xuất kết quả nội lực sang Excel.
- Xem kết quả tính chuyển vị nút, phản lực tại gối.
- Xem ứng suất tại các thớ của mặt cắt dầm chủ.
- Kiểm toán khả năng chịu lực của dầm chủ theo tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

16.3. CÁC BƯỚC PHÂN TÍCH KẾT CẤU TRÊN MIDAS/CIVIL.

### 16.3.1. Khai bảo vật liệu.

- Vật liệu Thép:

- + Giới hạn chảy:  $f_y = 345$  Mpa.
- + Môđun đàn hồi:  $E_s = 2.10^5$  Mpa =  $2.10^8$  kN/m<sup>2</sup>.
- + Hệ số poisson: 0,3.
- + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1.17.10^{-5}$  1/độ.
- + Trọng lượng riêng:  $\gamma_s = 78,5$  kN/m<sup>3</sup>.

- Vật liệu Bê tông bản:

- + Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f_c = 28$  Mpa.
- + Môđun DH:  $E_c = 26752$  Mpa =  $26752000$  kN/m<sup>2</sup>.
- + Hệ số poisson: 0,3.
- + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1.17.10^{-5}$  1/độ.
- + Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 24$  kN/m<sup>3</sup>.
- Hệ số quy đổi:

$$+ \text{Tỉ số môđun đàn hồi: } \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.10^5}{26752} = 7,47$$

$$+ \text{Tỉ số trọng lượng riêng: } \frac{\gamma_s}{\gamma_c} = \frac{78,5}{24} = 3,27$$

### 16.3.2. Khai bảo mặt cắt.

- Kích thước mặt cắt dầm chủ được nhập theo mặt cắt làm việc thực tế có bản cánh rộng 3,0m.
- Mặt cắt hệ liên kết ngang:
  - + Thanh ngang trên và thanh ngang dưới sử dụng thép góc kép 2L100x100x10.
  - + Thanh xiên sử dụng thép góc L100x100x10.
- Mặt cắt hệ liên kết dọc: Các thanh xiên của hệ liên kết dọc sử dụng thép góc L100x100x10.

DB/InsertComposite

Section ID1NameKHC Dầm chủ

Section Type:Sheet-1

Slab width12m

Order Num4CTC3m

SlabBc3mBt0.2mHh0.05m

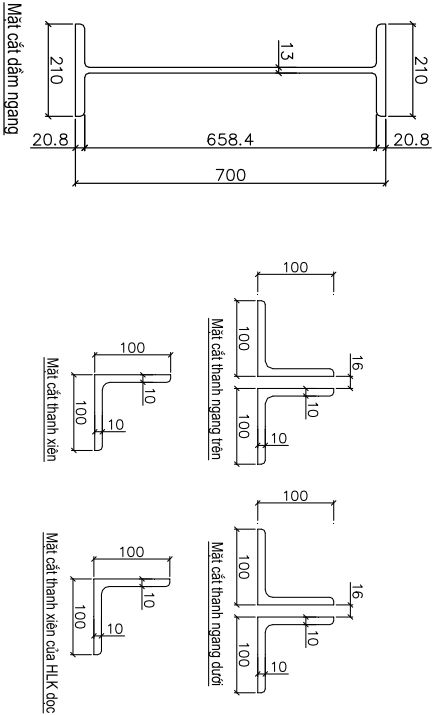
OrderHw2.5mB10.7mBt0.04mHh0.05m

MaterialSelect Material from DB...  
Bt / Ec7.47Bt / Dc3.27  
Consider Shear Deformation.

Offset: Center-Bottom  
Change Offset...

Show Calculation Results...OKCancelApply

- Mặt cắt hệ liên kết dọc và ngang:



**16.3.3. Mô hình kết cấu nhíp.**

- Tạo nút đầu tiên có toạ độ là: 0.0.0.

- Chọn nút đầu tiên và kéo dài nút thành phần tử dầm theo sơ đồ:

0.3.1.7.29@2.40@2.29@2.1.7.0.3.

- Copy phần tử dầm thành 4 dầm với khoảng cách giữa các dầm là 3.0m.

- Đặt lại tên các phần tử dầm:

+ Dầm 1: Nút 1000 to 1102 và phần tử 1000 to 1101.

+ Dầm 2: Nút 2000 to 2102 và phần tử 1000 to 2101.

+ Dầm 3: Nút 3000 to 3102 và phần tử 1000 to 3101.

+ Dầm 4: Nút 4000 to 4102 và phần tử 1000 to 4101.

- Mô hình dầm ngang tại gối.

+ Mô hình dầm ngang tại mặt cắt gối bên trái.

+ Copy dầm ngang với khoảng cách: 59.7.80.59.7

- Đặt tên dầm ngang: Phần tử 6000 to 6011.

- Mô hình hệ liên kết ngang tại các mặt cắt trung gian.

+ Mô hình hệ liên kết ngang đầu tiên cách gối 3.7m.

+ Copy hệ liên kết ngang trung gian với khoảng cách: 13@4.8.18@4.8.13@4.

- Đặt tên hệ liên kết ngang trung gian:

+ Nút: 7000to7375.

+ Phần tử: 7000to7563.

- Mô hình hệ liên kết dọc.

+ Mô hình hệ liên kết dọc tại khoảng sát gối phía đầu dầm bên trái.

+ Mô hình hệ liên kết dọc tại khoảng thứ 2.

+ Copy hệ liên kết dọc tại khoảng thứ 2 với khoảng cách: 47@4.

+ Mô hình hệ liên kết dọc tại khoảng sát gối phía đầu dầm bên phải.

+ Đổi xúng hệ liên kết dọc qua mặt phẳng xz tại y = 4.5.

- Đặt tên các thanh của hệ liên kết dọc: Phần tử: 8000 to 8199

**16.3.4. Gán vật liệu cho kết cấu.**

**16.3.5. Gán mặt cắt cho kết cấu.**

**16.3.6. Khai báo nhóm điều kiện biên.**

- BG1: Gối của dầm 1.

- BG2: Gối của dầm 2.

- BG3: Gối của dầm 3.

- BG4: Gối của dầm 4.

- LK Dam ngang: Liên kết giữa dầm ngang với dầm chủ.

- LK H.L.K ngang: Liên kết giữa hệ liên kết ngang trung gian với dầm chủ.

- LK H.L.K dọc: Liên kết giữa hệ liên kết dọc với dầm chủ.

**16.3.7. Gán điều kiện biên cho kết cấu.**

- Gán gối của dầm 1:

+ Gối cố định: Chọn nút 1032

+ Gối di động: Chọn nút 1001, 1072, 1101.

- Gán gối của dầm 2:

+ Gối cố định: Chọn nút 2032

+ Gối di động: Chọn nút 2001, 2072, 2101.

- Gán gối của dầm 3:

+ Gối cố định: Chọn nút 3032

+ Gối di động: Chọn nút 3001, 3072, 3101.

- Gán gối của dầm 4:

+ Gối cố định: Chọn nút 4032

+ Gối di động: Chọn nút 4001, 4072, 4101.

- Gán liên kết giữa dầm chủ với dầm ngang.

- Gán liên kết giữa hệ liên kết ngang với dầm chủ: Copy liên kết với khoảng cách 98@2.

13@4.8.18@4.8.13@4.

- Gán liên kết giữa hệ liên kết dọc với dầm chủ: Copy liên kết với khoảng cách 98@2.

**16.3.8. Tạo nhóm kết cấu.**

- Dầm chủ: Dam 1, Dam 2, Dam 3, Dam 4.

- Dầm ngang: Dam ngang.

- Hệ liên kết ngang trung gian: H.L.K ngang.

- Hệ liên kết dọc: H.L.K dọc.

**16.3.9. Gán các phần tử cho nhóm kết cấu.**

- Danh sách các phần tử thuộc nhóm kết cấu:

| STT | Tên Nhóm | Tên nút      | Tên phần tử  | Ghi chú |
|-----|----------|--------------|--------------|---------|
| 1   | Dam 1    | 1000 to 1102 | 1000 to 1101 |         |
| 2   | Dam 2    | 2000 to 2102 | 2000 to 2101 |         |
| 3   | Dam 3    | 3000 to 3102 | 3000 to 3101 |         |

|   |           |              |              |  |
|---|-----------|--------------|--------------|--|
| 4 | Dam 4     | 4000 to 4102 | 4000 to 4101 |  |
| 6 | Dam ngang |              | 6000 to 6011 |  |
| 7 | HLK ngang | 7000to7375   | 7000to7563   |  |
| 8 | HLK Dọc   |              | 8000 to 8199 |  |

**16.3.10. Khai báo trường hợp tính tải.**

| STT | Tên tải trọng | Loại tải trọng               | Mô tả tải trọng             |
|-----|---------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1   | Ban than      | Construction stage Load (CS) | Trọng lượng bản thân (DC)   |
| 2   | BT Ban MC     | Construction stage Load (CS) | Trọng lượng bản bê tông     |
| 3   | Tính tải 2    | Construction stage Load (CS) | Trọng lượng lớp phủ mặt cầu |

**16.3.11. Khai báo nhóm tải trọng.**

- Nhóm tải trọng bản thân: Ban than.
- Nhóm tải trọng bê tông ướt: BT Ban MC.
- Nhóm tải trọng lớp phủ mặt cầu: Tính tải 2.

**16.3.12. Gán tải trọng bản thân.**

**16.3.13. Gán tính tải 2.**

- Tính tải giai đoạn II (DW): là những tính tải tác dụng lên KCN khi đã có sự hình thành kết cấu chịu lực hoàn chỉnh. Tính tải giai đoạn II bao gồm trọng lượng lớp phủ mặt cầu, chân lan can, lan can, gờ chắn bánh, thiết bị an toàn và chiếu sáng trên cầu...
- ⇒ Tính tải giai đoạn II dài đều trên 1m dài 1 dặm chủ:

$$DW_{lc} = \sum \frac{P_i}{n.L_{mli}} = 5,99kN/m$$

**16.3.14. Gán tải trọng bản bê tông mặt cầu.**

- Trọng lượng bản bê tông dài đều trên mỗi dặm chủ là  $q_{bun} = 15,24 \text{ KN/m}$ .

**16.3.15. Khai báo hoạt tải.**

**a. Khai báo tiêu chuẩn.**

- Chọn tiêu chuẩn AASHTO LRFD tương đương với tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

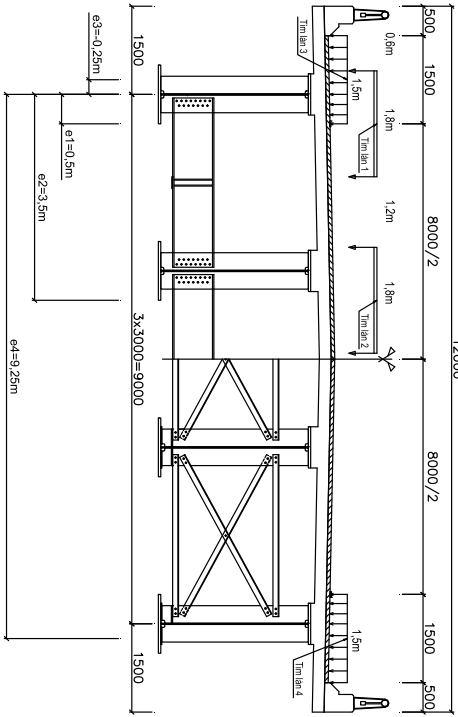
**b. Khai báo làn.**

- Khi tính toán thiết kế cần phải xét 2 trường hợp xếp tải:
  - + Xếp tải lệch tâm về phía hạ lưu: Khi xếp tải lệch tâm thì tìm của bánh xe ngoài cùng phải xếp cách mép chân lan can hoặc gờ chắn bánh tối thiểu là 0,6m.
  - + Xếp tải đúng tâm.
- Cầu được thiết kế với khổ cầu là:  $G8 + 2x1,5 + 2x0,5m$ . Do đó số làn xe thiết kế là 2 làn và số làn đi bộ thiết kế là 2 làn.
  - + Hoạt tải sẽ được xếp trên làn 1 và làn 2.
  - + Tải trọng Người sẽ xếp trên làn 3 và làn 4.
- Khi khai báo làn có thể gán cho bất kì dặm nào của kết cấu nhịp, khi gán đối với dặm nào thì phải tính độ lệch tâm đối với dặm đó.
- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải lệch tâm.
  - + Làn 1:  $e_1=0,5m$
  - + Làn 2:  $e_2 = 3,5m$

+ Làn 3:  $e_3=0,25m$ .

+ Làn 4:  $e_4 = 9,25m$

SƠ ĐỒ XẾP TẢI LỆCH TÂM



- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải đúng tâm.

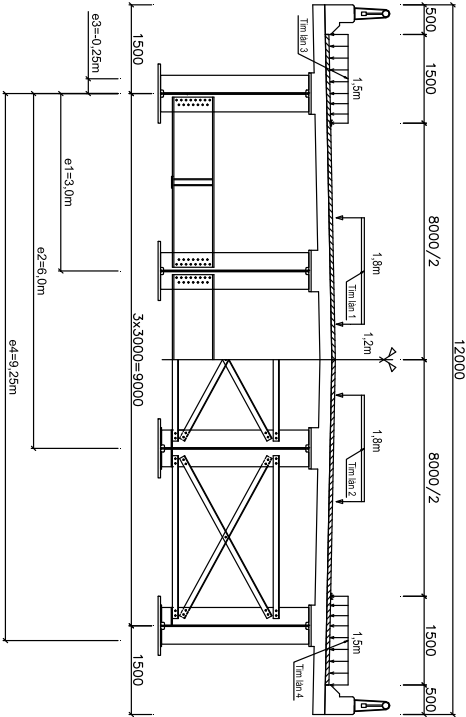
+ Làn 1:  $e_1=3,0m$ .

+ Làn 2:  $e_2 = 6,0m$

+ Làn 3:  $e_3=0,25m$ .

+ Làn 4:  $e_4 = 9,25m$

SƠ ĐỒ XẾP TẢI ĐÚNG TÂM



**c. Khai báo hoạt tải.**

- Khai báo 3 hoạt tải:
  - + HL93K = Xe 3 trục (Truck) + Làn (Lane).
  - + HL93M = Xe 2 trục (Tandem) + Làn (Lane).

- + HL93S = 2 Xe tải xếp cách nhau 15m.
- + Lan = Tải trọng Lan dài đều  $q_{lan} = 9,3 \text{ kN/m}$ .
- + Người:  $\Rightarrow$  Tải trọng Người phân bố là  $q_{ng}^o = 3kN/m^2$ .

- Hệ số xung kích đối với HL93K, HL93M và HL93S là 1,25 (25%).

- Tải trọng Lan và tải trọng Người không xét đến hệ số xung kích.

**d. Khai báo lớp hoạt tải.**

- Khai báo 5 lớp hoạt tải ứng với 5 hoạt tải:
  - + Lớp HL93K.
  - + Lớp HL93M.
  - + Lớp HL93S.
  - + Lớp Lan.
  - + Lớp Người

**e. Khai báo hoạt tải di động.**

- Khai báo 5 hoạt tải di động ứng với sơ đồ xếp tải lệch tâm.

- Khi xếp tải lệch tâm:

- + Hoạt tải HL93K và HL93M xếp trên làn 1 và làn 2.

- + Tải trọng người chỉ xếp trên làn 3.

| STT | Tên hoạt tải  | HS PBN g | Số làn xếp tải   | Làn          |
|-----|---------------|----------|------------------|--------------|
| 1   | HL93K di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 2   | HL93M di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | HL93S di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 4   | Lan di dòng   | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | Người di dòng | 1        | min = 0, max = 1 | Làn 3        |

- Khi xếp tải đúng tâm:

- + Hoạt tải HL93K và HL93M xếp trên làn 1 và làn 2.

- + Tải trọng người xếp trên làn 3 và làn 4.

| STT | Tên hoạt tải  | HS PBN g | Số làn xếp tải   | Làn          |
|-----|---------------|----------|------------------|--------------|
| 1   | HL93K di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 2   | HL93M di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | HL93S di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 4   | Lan di dòng   | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | Người di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 3, Làn 4 |

**16.3.16. Phân tích các giai đoạn thi công.**

- Quá trình thi công cầu chịu ảnh hưởng của điều kiện thời tiết và điều kiện thi công tại công trường. Ở đây giả thiết điều kiện thi công là lý tưởng, không bị ảnh hưởng của các điều kiện khách quan.

- Quá trình thi công theo trình tự sau:

- + Bước 1: Lao lắp cụm dầm thứ 1: 20 ngày.
- + Bước 2: Lao lắp cụm dầm thứ 2: 20 ngày.
- + Bước 3: Lắp hệ liên kết dọc và hệ liên kết ngang cầu: 30 ngày.
- + Bước 4: Thi công bản bê tông mặt cầu: 15 ngày.

- + Bước 5: Thi công lớp phủ mặt cầu: 5 ngày.
- + Bước 6: Khai thác: 30 năm = 10000 ngày.

- Phân tích các giai đoạn thi công trên Midas:

**Bước 1: Lao lắp cụm dầm thép thứ 1 (20 ngày).**

| STT | Phân tử |             | Điều kiện | Tải trọng |           |
|-----|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|     | Phân tử | Tuổi (ngày) |           | Tên       | Thời gian |
| 1   |         |             |           |           |           |

⇒ Bước 1 không cần khai báo vào quá trình phân tích giai đoạn thi công trong Midas vì khi đó chưa có phần tử nào được hình thành. Nếu khai báo thì Midas sẽ báo lỗi và không chạy được.

**Bước 2: Lao lắp cụm dầm thép thứ 2 (20 ngày).**

| STT | Phân tử |             | Điều kiện | Tải trọng |           |
|-----|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|     | Phân tử | Tuổi (ngày) |           | Tên       | Thời gian |
| 1   | Dam 1   | 21          | BG1       | Ban than  | First     |
| 2   | Dam 2   | 21          | BG2       |           |           |

**Bước 3: Lắp hệ liên kết dọc và ngang cầu (30 ngày).**

| STT | Phân tử |             | Điều kiện | Tải trọng |           |
|-----|---------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|     | Phân tử | Tuổi (ngày) |           | Tên       | Thời gian |
| 3   | Dam 3   | 21          | BG3       | Không đổi |           |
| 4   | Dam 4   | 21          | BG4       |           |           |

**Bước 4: Thi công bản bê tông mặt cầu (15 ngày).**

| STT | Phân tử   |             | Điều kiện    | Tải trọng |           |
|-----|-----------|-------------|--------------|-----------|-----------|
|     | Phân tử   | Tuổi (ngày) |              | Tên       | Thời gian |
| 1   | Dam ngang | 31          | LK Dam ngang | BT Ban MC | 4         |
| 2   | HLK ngang | 31          | LK HLK ngang |           |           |
| 3   | HLK dọc   | 31          | LK HLK dọc   |           |           |

**Bước 5: Thi công lớp phủ mặt cầu (5 ngày)**

| STT | Phân tử   |             | Điều kiện | Tải trọng    |           |
|-----|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|
|     | Phân tử   | Tuổi (ngày) |           | Tên          | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi | Tính tại 2   | First     |
| 3   |           |             |           | Bỏ BT Ban MC | First     |

**Bước 6: Khai thác (30 năm = 10000 ngày)**

| STT | Phân tử   |             | Điều kiện | Tải trọng |           |
|-----|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|     | Phân tử   | Tuổi (ngày) |           | Tên       | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi |           |           |



**16.3.17. Phân tích sự hình thành của mặt cắt liên hợp.**

- Bản bê tông sẽ xuất hiện khi bản bê tông đã đông cứng tức là bản bê tông đạt được 80% cường độ. Như vậy bản bê tông sẽ xuất hiện ở bước thi công lấp phủ mặt cầu.

- Phân tích các phần tử xuất hiện ở bước 2.

- Phân tích các phần tử xuất hiện ở bước 3.

**16.3.18. Tách Tĩnh tại 2 khối tổ hợp tải trọng tĩnh Dead load.**

**16.3.19. Đặt chế độ phân tích ứng suất do hoạt tải.**

**16.3.20. Thành lập tổ hợp tải trọng.**

- Thành lập 2 tổ hợp tải trọng:

+ TH<sub>1</sub>: 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93K + 1,75 Nguoi.

+ TH<sub>2</sub>: 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93M + 1,75 Nguoi.

+ TH<sub>3</sub>: 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,968 HL93S + 1,57 Lan + 1,75 Nguoi.

Trong đó:

+ Dead load = Tĩnh tại 1 + Ban bê tông mặt cầu.

+ Erection load = Tĩnh tại 2.

**16.3.21. Chạy chương trình.**

- Ấn phím F12 để loại bỏ các phần tử thừa trong kết cấu.

- Ấn phím F5 để chạy chương trình.

**16.3.22. Xem kết quả.**

- Xem biểu đồ mômen.

+ Biểu đồ mômen dầm 1 do tổ hợp 1 gây ra:



+ Biểu đồ mômen dầm 1 do tổ hợp 2 gây ra:



+ Biểu đồ mômen dầm 1 do tổ hợp 3 gây ra:



- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.

- Xem biểu đồ lực cắt.

- Xuất kết quả nội lực sang Excel.

- Xem biểu đồ chuyển vị (độ võng).

- Xem phản lực tại gối.

- Xem ứng suất trên mặt cắt dầm chủ.

- Xem Đường ảnh hưởng nội lực.

- Xuất DAH nội lực ra file text.

- Xem cách xếp tải bất lợi nhất trên DAH nội lực.

- Tính diện tích DAH nội lực.

- Tính hệ số phân bố ngang bằng Midas.

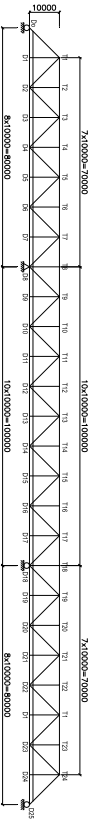
**16.3.23. Kiểm toán khả năng chịu lực của dầm chủ theo 22TCN 272 - 05.**

CHƯƠNG 17

PHÂN TÍCH TÍNH TOÁN CẦU DÀN THÉP LIÊN TỤC  
THEO BÀI TOÁN KHÔNG GIAN

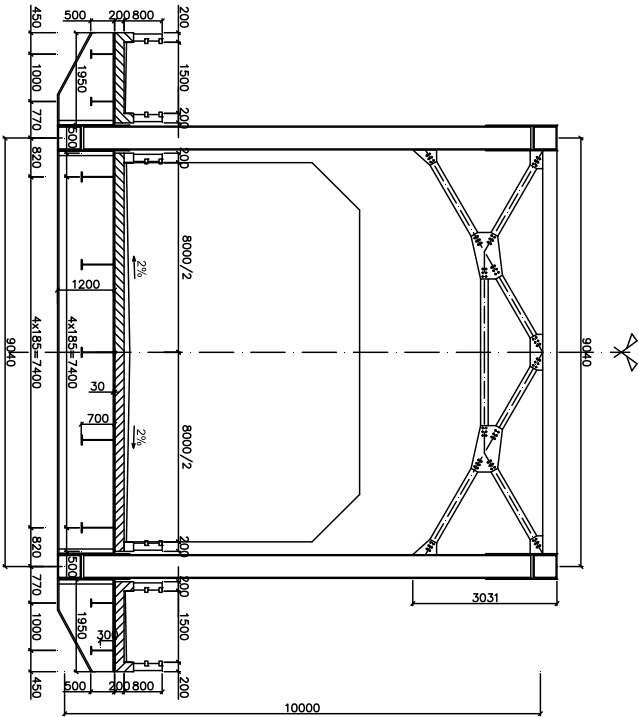
17.1. SỐ LIỆU THIẾT KẾ:

- Phân tích tính toán một mô hình cầu dàn thép 3 nhịp.
- Khổ cầu:  $G8+2x1,5m$ .
- Số đỡ nhịp:  $80 + 100 + 80m$



Hình: Sơ đồ cầu dàn thép.

- Mặt cắt ngang cầu:



- Tính tải giai đoạn II dài đều trên 1 dầm dọc:  $DW = 12,45 (kN/m)$ .
- Tính tải giai đoạn II dài đều trên 1 dầm dọc lẻ đi bộ:  $DW = 8,85 (kN/m)$ .
- Hoạt tải thiết kế:

| STT | Hoạt tải thiết kế | HS xung kích 1+IM |
|-----|-------------------|-------------------|
| 1   | HL93K             | 1,25              |
| 2   | HL93M             | 1,25              |

|   |       |      |
|---|-------|------|
| 2 | HL93S | 1,25 |
| 3 | Người | 1,0  |

17.2. YÊU CẦU TÍNH TOÁN.

- Khai báo vật liệu, khai báo mặt cắt.
- Mô hình kết cấu trên Midas.
- Gán vật liệu, mặt cắt và điều kiện biên cho kết cấu.
- Gán tải trọng: Gán tĩnh tải và hoạt tải.
- Chạy chương trình.
- Xem biểu đồ mômen do tải trọng:
  - + Tính tải giai đoạn I: Tĩnh tại 1.
  - + Tính tải giai đoạn II: Tĩnh tại 2.
- + Tổ hợp tải trọng:

$TH_1: 1,25$  Tĩnh tại 1 + 1,5 Tĩnh tại 2 + 1,75 HL93K + 1,75 Người.

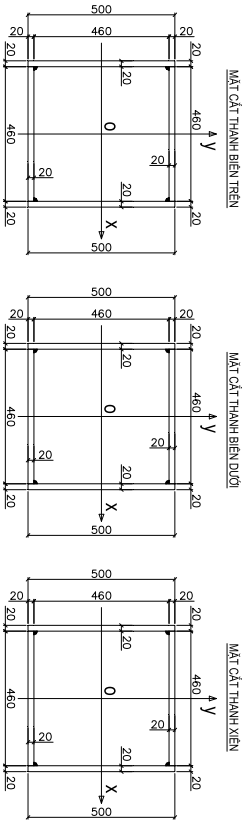
$TH_2: 1,25$  Tĩnh tại 1 + 1,5 Tĩnh tại 2 + 1,75 HL93M + 1,75 Người.

$TH_3 = 1,25$  Tĩnh tại 1 + 1,5 Tĩnh tại 2 + 1,968 HL93S + 1,57 Làn + 1,75 Người

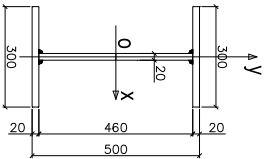
- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.
  - Xem biểu đồ lực cắt.
  - Xuất kết quả nội lực sang Excel.
  - Xem kết quả tính chuyển vị nút, phản lực tại gối.
  - Xem ứng suất tại các thớ của mặt cắt dầm chủ.
  - Kiểm toán khả năng chịu lực của các thanh dàn theo tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.
- 17.3. CÁC BƯỚC PHÂN TÍCH CẦU DÀN THÉP TRÊN MIDAS.
- 17.3.1. Khai báo vật liệu.
- Vật liệu Thép:
    - + Giới hạn chảy:  $f_y = 345Mpa$ .
    - + Modun đàn hồi:  $E_s = 2.10^5 Mpa = 2.10^8 kN/m^2$ .
    - + Hệ số poisson: 0,3.
    - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17.10^{-5}$ .
    - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_s = 78,5 kN/m^3$ .

17.3.2. Khai báo mặt cắt cho kết cấu.

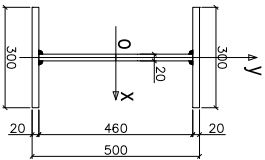
- Mặt cắt các thanh dàn:



MẶT CẮT THANH TREO

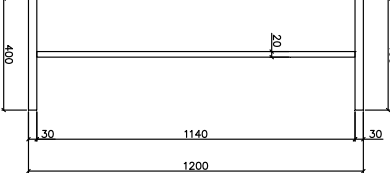


MẶT CẮT THANH ĐUNG

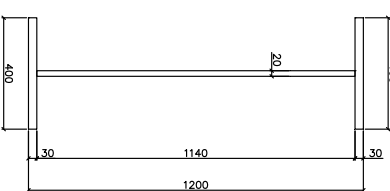


- Mặt cắt các dầm dọc và dầm ngang:

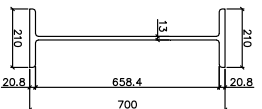
MẶT CẮT DẦM NGANG



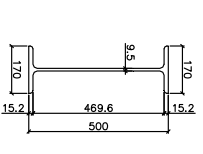
MẶT CẮT DẦM NGANG LỀ BÊN BÒ



MẶT CẮT DẦM DỌC

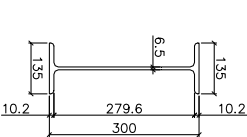


MẶT CẮT DẦM DỌC CHỖ LỀ BÊN BÒ

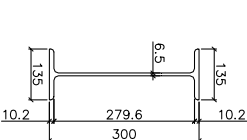


- Mặt cắt các hệ liên kết:

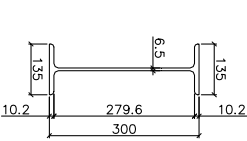
MẶT CẮT THANH NGANG TRÊN



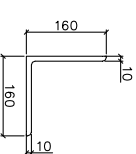
MẶT CẮT THANH LƯO ĐƯỚI



MẶT CẮT THANH LƯO TRÊN

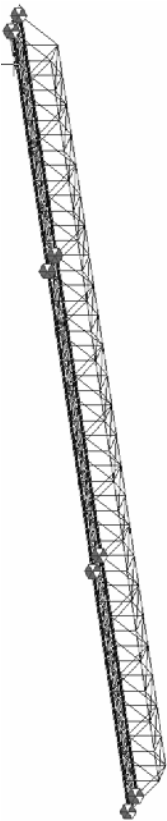


MẶT CẮT THANH LƯO TRÊN



### 17.3.3. Mô hình kết cấu.

- Mô hình phẳng.
- Mô hình không gian.



17.3.4. Gán vật liệu cho kết cấu.

17.3.5. Gán mặt cắt cho kết cấu.

17.3.6. Gán điều kiện biên cho kết cấu.

- Gán liên kết của kết cấu nhịp với đất.

- Gán liên kết giữa các thanh dầm.

17.3.7. Khai báo trường hợp tải trọng.

| STT | Tên tải trọng | Loại tải trọng | Mô tả tải trọng         |
|-----|---------------|----------------|-------------------------|
| 1   | Tĩnh tại 1    | Dead Load      | Tĩnh tại ban thân (DC)  |
| 2   | Tĩnh tại 2    | Dead Load      | Tĩnh tại chat thêm (DW) |

17.3.6. Gán trọng lượng bản thân.

17.3.7. Gán tĩnh tải giai đoạn 2.

- Tĩnh tải giai đoạn II dài đều trên 1 dầm dọc:  $DW = 12.45 \text{ (kN/m)}$ .

- Tĩnh tải giai đoạn II dài đều trên 1 dầm dọc lẻ đi bộ:  $DW = 8.85 \text{ (kN/m)}$ .

17.3.8. Khai báo và gán hoạt tải.

a. Khai báo tiêu chuẩn.

- Chọn tiêu chuẩn AASHTO LRFD tương đương với tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

b. Khai báo làn.

- Khi tính toán thiết kế cần phải xét 2 trường hợp xếp tải:

+ Xếp tải lệch tâm về phía hạ lưu: Khi xếp tải lệch tâm thì tìm của bánh xe ngoài cùng phải xếp cách mép chân làn can hoặc gối đỡ bánh tới thiểu là 0,6m.

+ Xếp tải đúng tâm.

- Cầu được thiết kế với khổ cầu là:  $G8 + 2x1,5 + 2x0,5m$ . Do đó số làn xe thiết kế là 2 làn và số lề đi bộ thiết kế là 2 lề.

+ Hoạt tải sẽ được xếp trên làn 1 và làn 2.

+ Tải trọng Người sẽ xếp trên làn 3 và làn 4.

- Khi khai báo làn có thể gán cho bất kì dầm dọc nào của hệ dầm mặt cầu, khi gán đối với dầm nào thì phải tính độ lệch tâm đối với dầm đó.

- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải lệch tâm.

+ Làn 1:  $e_1 = 2,5m$ .

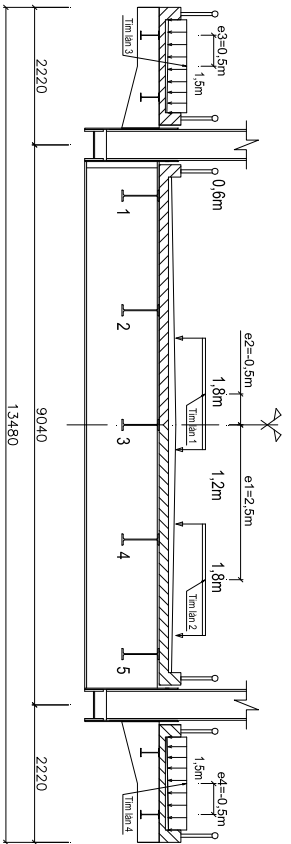
+ Làn 2:  $e_2 = -0,5m$ .

=> Làn 1 và làn 2 được gán trên phần tử dầm dọc giữa.

+ Làn 3: Độ lệch tâm:  $e = 0,5m$  => Làn 3 gán trên dầm dọc lẻ đi bộ bên phải.

+ Làn 4: Độ lệch tâm:  $e = -0,5m$  => Làn 4 gán trên dầm dọc lẻ đi bộ bên trái.

SƠ ĐỒ XẾP TẢI LỆCH TÂM



- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải đúng tâm.

+ Làn 1:  $e_1 = 1.5m$ .

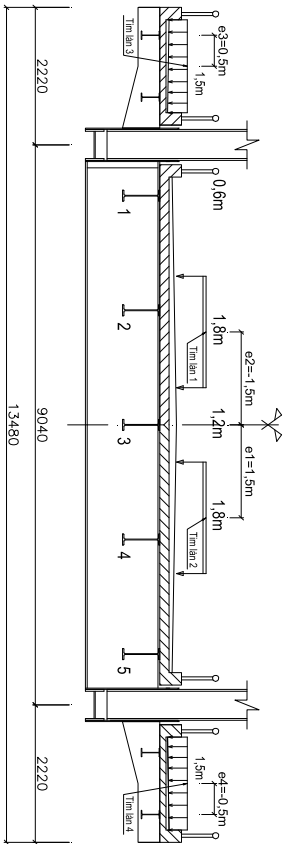
+ Làn 2:  $e_2 = -1.5m$

=> Làn 1 và làn 2 được gán trên phần tử dầm dọc giữa.

+ Làn 3: Độ lệch tâm:  $e = 0.5m$  => Làn 3 gán trên dầm dọc lẻ đi bộ bên phải.

+ Làn 4: Độ lệch tâm:  $e = -0.5m$  => Làn 4 gán trên dầm dọc lẻ đi bộ bên trái.

SƠ ĐỒ XẾP TẢI ĐÚNG TÂM



**c. Khai báo hoạt tải.**

- Khai báo 3 hoạt tải:

+ HL93K = Xe 3 trục (Truck) + Làn (Lane).

+ HL93M = Xe 2 trục (Tandem) + Làn (Lane).

+ HL93S = 2 Xe tải xếp cách nhau 15m.

+ Làn = Tải trọng Làn dài đều  $q_{lan} = 9,3 \text{ kN/m}$ .

+ Người: tải trọng Người phân bố là  $q_{ng}^0 = 3 \text{ kN/m}^2$ .

=> Tải trọng Người dài đều là  $q_{ng} = 3.1,5 = 4,5 \text{ kN/m}$ .

- Hệ số xung kích đối với HL93K, HL93M và HL93S là 1,25 (25%).

- Tải trọng Làn và tải trọng Người không xét đến hệ số xung kích.

**d. Khai báo lớp hoạt tải.**

- Khai báo 5 lớp hoạt tải ứng với 5 hoạt tải:

+ Lop HL93K.

+ Lop Lan.

+ Lop HL93M.

+ Lop Người

+ Lop HL93S.

**e. Khai báo hoạt tải di động.**

- Khai báo 5 hoạt tải di động ứng với sơ đồ xếp tải lệch tâm.

- Khi xếp tải lệch tâm:

+ Hoạt tải HL93K và HL93M xếp trên làn 1 và làn 2.

+ Tải trọng người chỉ xếp trên làn 3.

| STT | Tên hoạt tải  | HS PBN g | Số làn xếp tải   | Làn          |
|-----|---------------|----------|------------------|--------------|
| 1   | HL93K di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 2   | HL93M di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | HL93S di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 4   | Làn di động   | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | Người di động | 1        | min = 0, max = 1 | Làn 3        |

- Khi xếp tải đúng tâm:

+ Hoạt tải HL93K và HL93M xếp trên làn 1 và làn 2.

+ Tải trọng người xếp trên làn 3 và làn 4.

| STT | Tên hoạt tải  | HS PBN g | Số làn xếp tải   | Làn          |
|-----|---------------|----------|------------------|--------------|
| 1   | HL93K di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 2   | HL93M di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | HL93S di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 4   | Làn di động   | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | Người di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 3, Làn 4 |

**17.3.9. Thành lập tổ hợp tải trọng.**

- Tổ hợp tải trọng:

1.  $TH_1 = 1,25 \text{ Tĩnh tải } 1+1,5 \text{ Tĩnh tải } 2+1,75 \text{ HL93K}+1,75 \text{ Người}$ .

2.  $TH_2 = 1,25 \text{ Tĩnh tải } 1+1,5 \text{ Tĩnh tải } 2+1,75 \text{ HL93M}+1,75 \text{ Người}$ .

3.  $TH_3 = 1,25 \text{ Tĩnh tải } 1+1,5 \text{ Tĩnh tải } 2+1,98 \text{ HL93S}+1,57 \text{ Làn} + 1,75 \text{ Người}$ .

**17.3.10. Chạy chương trình.**

- Ấn phím F12 để loại bỏ các phần tử thừa trong kết cấu.

- Ấn phím F5 để chạy chương trình.

- Xem nội lực trong các thanh dầm.

- Xem biểu đồ mômen và lực trong các dầm dọc và dầm ngang.

- Vẽ đường ảnh hưởng nội lực của các thanh dầm và xếp tải bất lợi nhất lên DẠH.

- Xem kết quả chuyển vị của các nút.

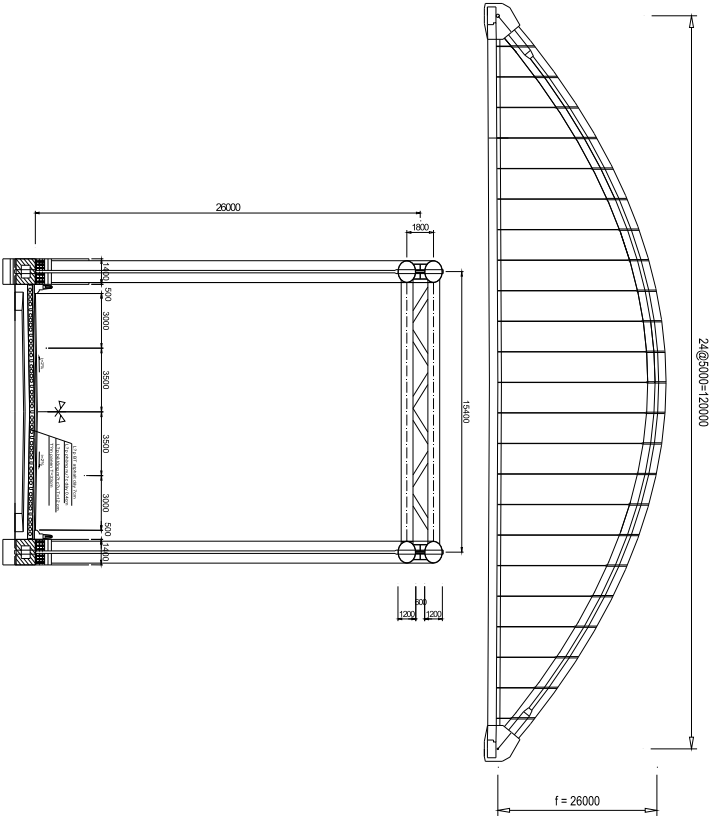
- Xem kết quả phản lực gối.

CHƯƠNG 18

PHÂN TÍCH CẦU Vòm ỔNG THÉP NHỒI BÊTÔNG  
THEO BÀI TOÁN KHÔNG GIẢN

18.1. SỐ LIỆU THIẾT KẾ:

- Phân tích tính toán một mô hình cầu vòm liên hợp ống thép nhồi bê tông.
- Khổ cầu:  $B = 2 \times 3,5 + 2 \times 3 + 2 \times 0,5\text{m}$
- Chiều dài nhịp: 120m chia thành 24 khoang, mỗi khoang có chiều dài 5m.
- Chiều cao vòm :  $f = 26\text{m}$



- Hoạt tải thiết kế:

| STT | Hoạt tải thiết kế | HS xung kích 1+M |
|-----|-------------------|------------------|
| 1   | HL93K             | 1,25             |
| 2   | HL93M             | 1,25             |
| 3   | Người             | 1,0              |

18.2. YÊU CẦU TÍNH TOÁN.

- Khai báo vật liệu, khai báo mặt cắt.
- Mô hình kết cấu trên Midas.
- Gán vật liệu, mặt cắt và điều kiện biên cho kết cấu.
- Gán tải trọng: Gán tĩnh tải và hoạt tải.
- Chạy chương trình.
- Xem biểu đồ mômen do tải trọng:

1.  $TH_1 = 1,25$  Tĩnh tải 1 + 1,5 Tĩnh tải 2 + 1,75 HL93K.
2.  $TH_2 = 1,25$  Tĩnh tải 1 + 1,5 Tĩnh tải 2 + 1,75 HL93M.
3.  $TH_3 =$  Tĩnh tải 1 + Tĩnh tải 2 + HL93K+ DUL.

- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.
- Xem biểu đồ lực cắt và biểu đồ lực dọc trục.
- Xuất kết quả nội lực sang Excel.
- Xem kết quả tính chuyển vị nút, phản lực tại gối.
- Xem ứng suất tại các thớ của mặt cắt vòm.

18.3. CÁC BƯỚC PHÂN TÍCH CẦU ĐÚC HẰNG TRÊN MIDAS/CIVIL.

18.3.1. Khai báo vật liệu.

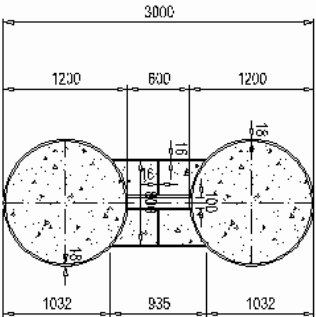
- Vật liệu Bê tông vòm chủ:
  - + Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f_c' = 45\text{Mpa}$ .
  - + Môđun đàn hồi:  $E_c = 34980\text{Mpa} = 34980000 \text{ KN/m}^2$ .
  - + Hệ số poisson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
  - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 24,5 \text{ KN/m}^3$ .
- Vật liệu Bê tông dầm dọc, dầm ngang:
  - + Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f_c' = 40\text{Mpa}$ .
  - + Môđun đàn hồi:  $E_c = 31975\text{Mpa} = 31975000 \text{ KN/m}^2$ .
  - + Hệ số poisson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
  - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 24 \text{ KN/m}^3$ .
- Vật liệu ống Thép: Sử dụng thép hợp kim thấp
  - + Cường độ giới hạn:  $f_y = 345\text{Mpa}$ .
  - + Môđun đàn hồi:  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ Mpa} = 2 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ .
  - + Hệ số poisson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
  - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_s = 78,5 \text{ KN/m}^3$ .
- Vật liệu cáp treo: Sử dụng cáp DUL chế tạo liên với hệ thống neo gồm 61 sợi song song mạ kẽm đường kính  $D = 7\text{mm}$ .
  - + Giới hạn kéo đứt:  $f_{pu} = 1860\text{Mpa} = 1,86 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .
  - + Giới hạn chảy:  $f_{py} = 1670\text{Mpa} = 1,67 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .

- + Môđun đàn hồi:  $E_{ps} = 1,97 \cdot 10^5 \text{ Mpa} = 1,97 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ .
- + Hệ số poisson: 0,3.
- + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
- + Trọng lượng riêng:  $\gamma_{ps} = 78,5 \text{ kN/m}^3$ .

**18.3.2. Khai báo mặt cắt.**

**a. Khai báo mặt cắt vòm chủ.**

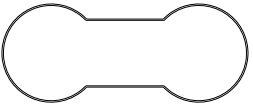
- Mặt cắt vòm chủ có dạng số 8 được tổ hợp từ 2 ống được cấu tạo chi tiết như hình vẽ.



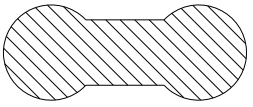
- Dạng mặt cắt tổ hợp này trong Midas không có kiểu mặt cắt mẫu, do đó ta phải vẽ mặt cắt từ AutoCad, sau đó nhập vào trong Midas và qui đổi mặt cắt vẽ cùng 1 loại vật liệu theo trình tự như sau:

**Bước 1:** Vẽ mặt cắt ống thép và mặt cắt lõi bê tông trên AutoCAD với các kích thước thiết kế như trên.

Mặt cắt ống thép



Mặt cắt lõi bê tông



**Bước 2:** Sử dụng chức năng *Import from AutoCAD DXF* để tạo mặt cắt vào trong Midas.

**Bước 3:** Quy đổi mặt cắt.

- Qui đổi mặt cắt về cùng một loại vật liệu là bê tông theo công thức sau:

+ Diện tích quy đổi:  $A_{td} = A_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot A_s$

+ Mô men quán tính:  $I_{td} = I_c + \frac{E_s}{E_c} \cdot I_s$

Trong đó:

- +  $A_o$ ,  $I_o$ : Diện tích và mômen quán tính của phần bê tông của vòm.
- +  $A_s$ ,  $I_s$ : Diện tích và mômen quán tính của phần thép của vòm.
- +  $E_s$ ,  $E_c$ : Môđun đàn hồi của thép và của bê tông vòm.
- +  $A_{td}$ ,  $I_{td}$ : Diện tích và mômen quán tính của mặt cắt vòm quy đổi.

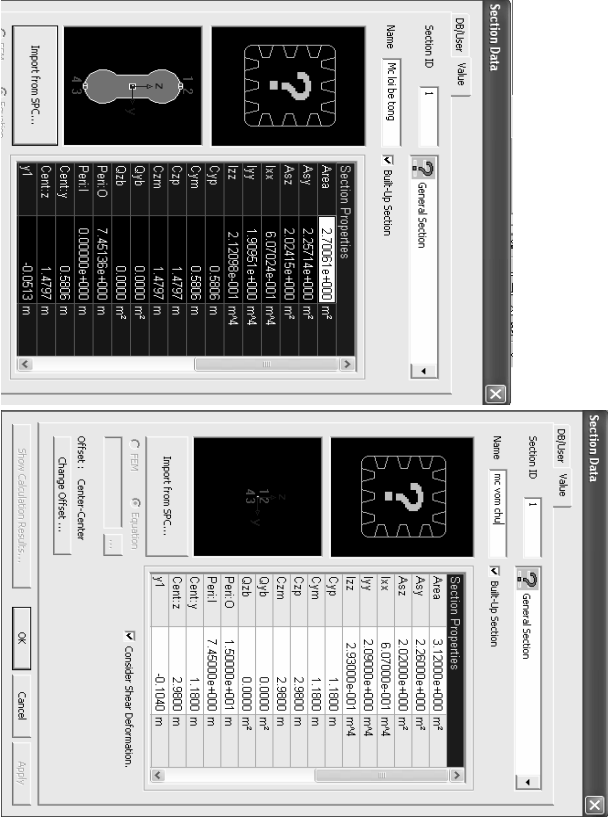
- Qui đổi mặt cắt trong chương trình *Excel* với hệ số qui đổi:  $n = \frac{E_s}{E_c} = 5,72$

**Bước 4:** Khai báo mặt cắt vòm.

- Khai báo mặt cắt vòm: Chọn của số **“Value/General Section”**. Sau đó nhập các thông số của mặt cắt qui đổi bao gồm các thông số như: Diện tích mặt cắt, diện tích chịu cắt, mômen quán tính, khoảng cách từ trọng tâm mặt cắt đến mép ngoài của mặt cắt...

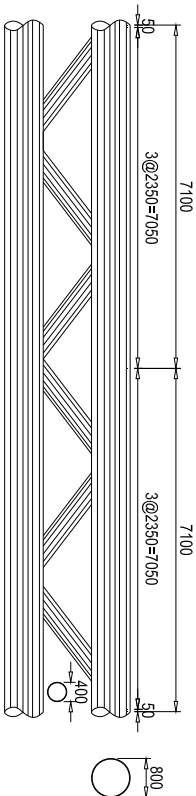
- + Xác định đặc trưng hình học của mặt cắt ống thép và mặt cắt lõi bê tông trong **“Sections Data”**

- + *Copy* các đặc trưng của mặt cắt qui đổi vào phần **Section Properties** của mặt cắt cần định nghĩa để hoàn thành khai báo mặt cắt cho sườn vòm.



b. Khai báo mặt cắt thanh giằng.

- Cấu tạo hệ giằng chịu lực đẩy ngang



- Ống thép ngang D= 800mm, chiều dày t = 12mm.

- Ống thép chéo D = 400mm, chiều dày t = 10mm.

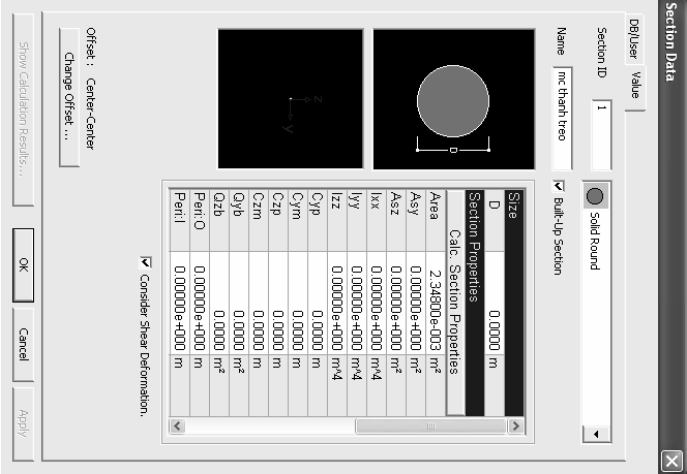
c. Khai báo mặt cắt thanh treo.

- Thanh treo được thiết kế theo dạng

bó sợi song song gồm 61 sợi có đường kính D=7mm.

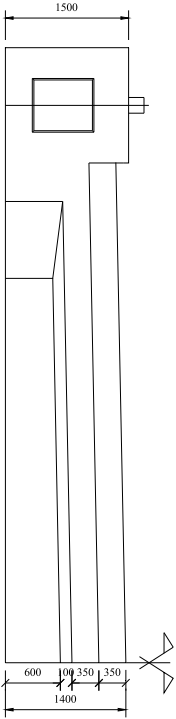
$$A_s = 2,348 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)}$$

- Khai báo mặt cắt:

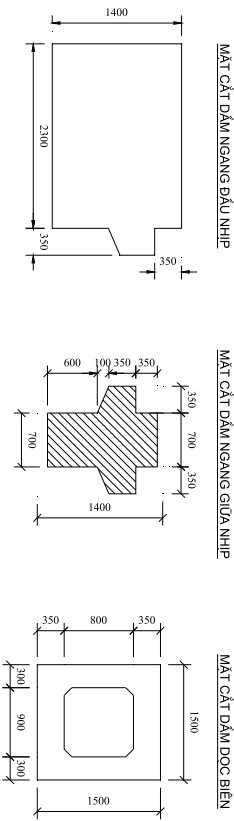


c. Khai báo mặt cắt dầm ngang, dầm dọc.

- Cấu tạo dầm ngang và dầm dọc:



1/2 MẶT DƯNG DẦM NGANG GIỮA NHỊP



MẶT CẮT DẦM NGANG ĐẦU NHỊP

MẶT CẮT DẦM NGANG GIỮA NHỊP

MẶT CẮT DẦM DỌC BIÊN

18.3.3. Mô hình kết cấu.

a. Xây dựng đường cong vòm

- Chọn đường cong trục vòm hợp lý dạng Parabol :

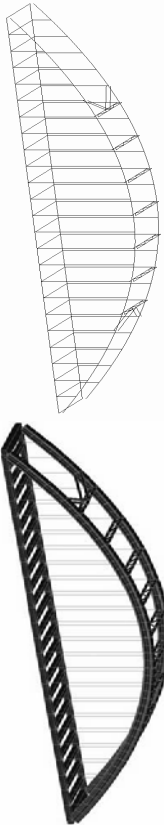
$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot (l - x) \cdot x$$

- Bảng tọa độ trục vòm :

| STT | x    | f  | L   | Y     |
|-----|------|----|-----|-------|
| 0   | 0    | 26 | 120 | 0.00  |
| 1   | 2.5  | 26 | 120 | 2.12  |
| 2   | 5    | 26 | 120 | 4.15  |
| 3   | 7.5  | 26 | 120 | 6.09  |
| 4   | 10   | 26 | 120 | 7.94  |
| 5   | 12.5 | 26 | 120 | 9.70  |
| 6   | 15   | 26 | 120 | 11.38 |
| 7   | 17.5 | 26 | 120 | 12.95 |
| 8   | 20   | 26 | 120 | 14.44 |
| 9   | 22.5 | 26 | 120 | 15.84 |
| 10  | 25   | 26 | 120 | 17.15 |
| 11  | 27.5 | 26 | 120 | 18.37 |
| 12  | 30   | 26 | 120 | 19.50 |
| 13  | 32.5 | 26 | 120 | 20.54 |
| 14  | 35   | 26 | 120 | 21.49 |

|    |      |    |     |       |
|----|------|----|-----|-------|
| 15 | 37.5 | 26 | 120 | 22.34 |
| 16 | 40   | 26 | 120 | 23.11 |
| 17 | 42.5 | 26 | 120 | 23.79 |
| 18 | 45   | 26 | 120 | 24.38 |
| 19 | 47.5 | 26 | 120 | 24.87 |
| 20 | 50   | 26 | 120 | 25.28 |
| 21 | 52.5 | 26 | 120 | 25.59 |
| 22 | 55   | 26 | 120 | 25.82 |
| 23 | 57.5 | 26 | 120 | 25.95 |
| 24 | 60   | 26 | 120 | 26.00 |

- Từ bảng tọa độ trên tiến hành xây dựng đường cong trục vòm trong Autocad.
- Chuyển đường cong trục vòm từ Autocad vào trong Midas: File/Import/Autocad dxf file.
- 18.3.4. Gắn vật liệu cho kết cấu.**
- 18.3.5. Gắn mặt cắt cho kết cấu.**
- Kết quả mô hình kết trên Midas.



**18.3.6. Khai báo và gắn điều kiện biên cho kết cấu.**

- Khai báo liên kết gối cố định và gối di động tại chân vòm.

- Khai báo liên kết ngàm giữa vòm và dầm ngang.

**18.3.7. Khai báo trường hợp tính tải.**

| STT | Tên tải trọng | Loại tải trọng | Mô tả tải trọng         |
|-----|---------------|----------------|-------------------------|
| 1   | Bản thân      | Dead load      | Tải trọng bản thân (DC) |
| 2   | Tính tải      | Dead load      | Tính tải 2 (DW)         |

**18.3.8. Gắn trọng lượng bản thân cho kết cấu.**

- Gắn trọng lượng bản thân cho kết cấu: self weight.

**18.3.9. Gắn tính tải giai đoạn II.**

- Tính tải giai đoạn II tác dụng lên dầm ngang giữa:  $DW_1 = 58,70 \text{ kN/m}$ .

- Tính tải giai đoạn II tác dụng lên dầm ngang gối:  $DW_2 = 29,35 \text{ kN/m}$ .

**18.3.10. Khai báo hoạt tải.**

**a. Khai báo tiêu chuẩn.**

- Chọn tiêu chuẩn AASHTO LRFD tương đương với tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

**b. Khai báo làn.**

- Khi tính toán thiết kế cần phải xét 2 trường hợp xếp tải:

- + Xếp tải lệch tâm về phía hạ lưu: Khi xếp tải lệch tâm thì tìm cửa bánh xe ngoài cùng phải xếp cách mép chân làn can hoặc gối chắn bánh tới thiếu là 0,6m.
- + Xếp tải đúng tâm.

- Khổ cầu:  $B = 2 \times 3,5 + 2 \times 3 + 2 \times 0,5 \text{ m}$

- Cầu được thiết kế với khổ cầu là:  $G \ 2 \times 3,5 + 2 \times 3 + 2 \times 0,5 \text{ m}$ . Do đó số làn xe thiết kế là 2 làn chính, 2 làn dừng xe khẩn cấp và không có lề đi bộ. Như vậy hoạt tải sẽ xếp trên 4 làn.

- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải đúng tâm.

- + Làn 1:  $e_1 = 2,7 \text{ m}$ .

- + Làn 2:  $e_2 = -2,7 \text{ m}$

**c. Khai báo hoạt tải.**

- Khai báo 2 hoạt tải:

- + HL93K = Xe 3 trục (Truck) + Làn ( Lane).

- + HL93M = Xe 2 trục (Tandem) + Làn ( Lane).

- Hệ số xung kích đối với HL93K, HL93M là 1,25 (25%).

**d. Khai báo lớp hoạt tải.**

- Khai báo 2 lớp hoạt tải ứng với 2 hoạt tải: Lop HL93K và Lop HL93M.

**e. Khai báo hoạt tải di động.**

- Hoạt tải HL93K, HL93M xếp trên làn 1,2,3 và làn 4.

- Tải trọng người xếp trên làn 3 và làn 4.

| STT | Tên hoạt tải  | HS PBN g | Số làn xếp tải   | Làn                        |
|-----|---------------|----------|------------------|----------------------------|
| 1   | HL93K di động | 1        | min = 0, max = 4 | Lan 1, Lan 2, Lan 3, Lan 4 |
| 2   | HL93M di động | 1        | min = 0, max = 4 | Lan 1, Lan 2, Lan 3, Lan 4 |

**18.3.11. Thành lập tổ hợp tải trọng.**

- 1.  $TH_1 = 1,25 \text{ Tính tải 1} + 1,5 \text{ Tính tải 2} + 1,75 \text{ HL93K}$ .

- 2.  $TH_2 = 1,25 \text{ Tính tải 1} + 1,5 \text{ Tính tải 2} + 1,75 \text{ HL93M}$ .

**18.3.12. Chạy chương trình.**

- Ấn phím F12 để loại bỏ các phần tử thừa trong kết cấu.

- Ấn phím F5 để chạy chương trình.

**18.3.13. Xem kết quả.**

- Xem biểu đồ mômen và lực dọc trong thân vòm.

- Xem kết quả chuyển vị của các nút.

- Xem kết quả tính phản lực gối.

- Vẽ DAH nội lực.

- Xếp tải bất lợi lên DAH nội lực.

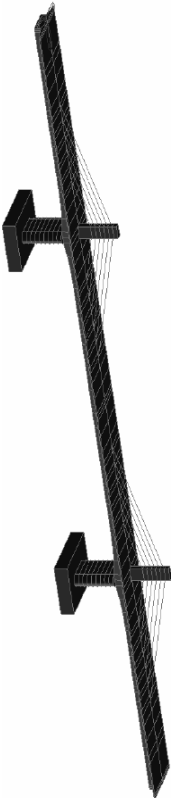


CHƯƠNG 19

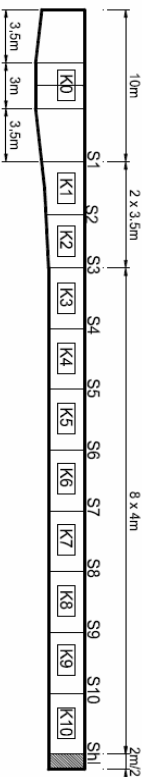
PHÂN TÍCH TÍNH TOÁN CẦU EXTRADOSSED

19.1. SỐ LIỆU THIẾT KẾ:

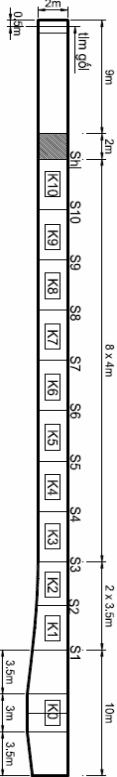
- Phân tích tính toán một mô hình cầu Extradosed 3 nhịp.
- Khổ cầu:  $G2 \times 3,5 + 2 \times 2,0 + 2 \times 0,5m$ .
- Số đỡ nhịp:  $55 + 90 + 55m$



- Phân chia đốt dầm ở nhịp giữa.



- Phân chia đốt dầm ở nhịp biên.



- Tính tải: (tính tải dải đều trên 1 dầm chủ)

+ Tính tải giai đoạn I: trọng lượng bản thân của kết cấu.

+ Tính tải giai đoạn II:  $DW = 36,23 \text{ kN/m}$ .

- Hoạt tải thiết kế:

| STT | Hoạt tải thiết kế | HS xung kích 1+M |
|-----|-------------------|------------------|
| 1   | HL93K             | 1,25             |
| 2   | HL93M             | 1,25             |
| 3   | 0,9HL93S          | 1,25             |
| 4   | Người             | 1,0              |

19.2. YẾU CẦU TÍNH TOÁN.

- Khai báo vật liệu, khai báo mặt cắt.
- Mô hình kết cấu trên Midas.
- Gán vật liệu, mặt cắt và điều kiện biên cho kết cấu.
- Gán tải trọng: Gán tính tải và hoạt tải.
- Phân tích các giai đoạn thi công kết cấu nhịp.

- Nguyễn Văn Vinh -

- Chạy chương trình.

- Xem biểu đồ mômen do tải trọng:

+  $TH_1$ : 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93K + 1,75 Người.

+  $TH_2$ : 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93M + 1,75 Người.

+  $TH_3$ : 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,968HL93S + 1,57Lan + 1,75 Người.

- Xem biểu đồ mômen theo từng bước thi công.

- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.

- Xem biểu đồ lực cắt.

- Xuất kết quả nội lực sang Excel.

- Xem kết quả tính chuyển vị nút, phản lực tại gối.

- Xem ứng suất tại các thố của mặt cắt dầm chủ.

- Tính toán và bố trí cốt thép chịu lực cho mặt cắt dầm chủ.

- Kiểm toán khả năng chịu lực của dầm chủ theo tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

- Lập bảng tọa độ các bó cáp DUL.

- Khai báo loại cáp, tọa độ cáp và gán lực căng cho các bó cáp DUL trên các dầm chủ.

- Thành lập tổ hợp tải trọng kiểm toán ứng suất:

Thung suat = Dead load + Erection load + HL93K + Người + Tendon Primary +

+ Tendon Secondary + Creep Secondary + Shrinkage Secondary.

- Kiểm toán kết quả không chế ứng suất trong các dầm chủ.

19.3. CÁC BƯỚC PHÂN TÍCH CẦU EXTRADOSSED TRÊN MIDAS/CIVIL.

19.3.1. Khai báo vật liệu.

- Vật liệu Bê tông dầm:

+ Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f'_c = 45 \text{ Mpa}$ .

+ Mô đun đàn hồi:  $E_c = 34980 \text{ Mpa} = 34980000 \text{ kN/m}^2$ .

+ Hệ số poisson: 0,3.

+ Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .

+ Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 24,5 \text{ kN/m}^3$ .

- Vật liệu Bê tông trụ tháp:

+ Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f'_c = 40 \text{ Mpa}$ .

+ Mô đun đàn hồi:  $E_c = 31975 \text{ Mpa} = 31975000 \text{ kN/m}^2$ .

+ Hệ số poisson: 0,3.

+ Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .

+ Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$ .

- Vật liệu cáp Dự ứng lực:

+ Loại cáp DUL: cáp có độ tự trùng thấp.

+ Mô đun đàn hồi:  $E_{ps} = 197000 \text{ Mpa} = 1,97 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ .

+ Hệ số poisson: 0,3.

+ Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .

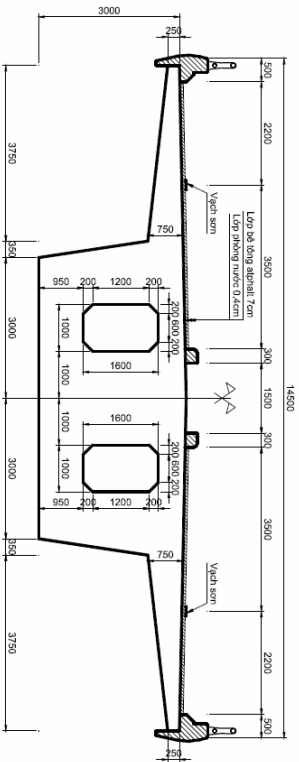
+ Trọng lượng riêng:  $\gamma_{ps} = 78,5 \text{ kN/m}^3$ .

- Nguyễn Văn Vinh -

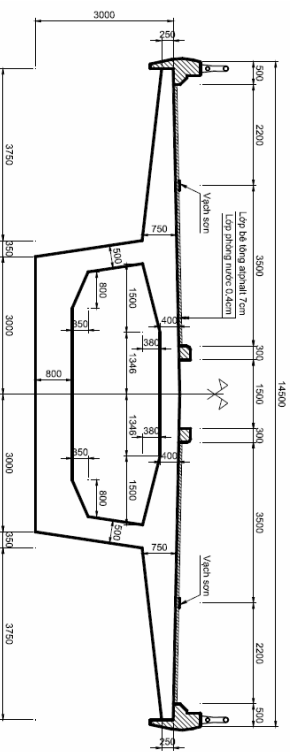
- Khai báo thuộc tính co ngót và từ biến của bê tông.
- Khai báo thuộc tính thay đổi cường độ của bê tông.
- Gắn thuộc tính cho kết cấu.

19.3.2. Khai báo mặt cắt cho kết cấu.

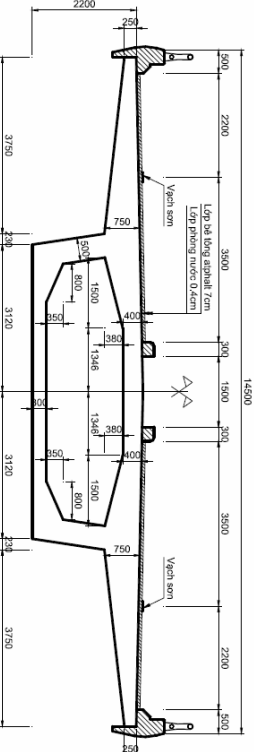
- Mặt cắt kết cấu nhịp đầu gối trụ:



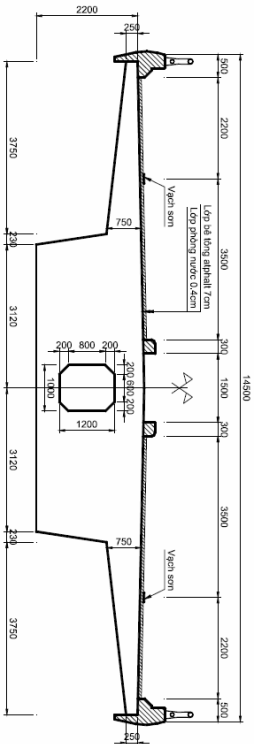
- Mặt cắt kết cấu nhịp sắt đỉnh trụ:



- Mặt cắt hợp long:



- Mặt cắt trên mô:



- Bảng nhập kích thước cho mặt cắt đỉnh trụ.

Section Data

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

Section ID | 1 |

Name | PSC Đỉnh trụ |

Joint On/Off | ☐ Joint On/Off |

Mesh Size for Stiff. Calc. | ☐ Mesh Size for Stiff. Calc. |

Section Type | ☐ 1 Cell | ☒ 2 Cell |

Outer | ☐ HO1 | 0.25 | m | B01 | 3.9 | m |

HO2 | 0.5 | m | B01-1 | 0 | m |

HO2-1 | 0 | m | B01-2 | 0.35 | m |

HO2-2 | 0 | m | B02 | 0.35 | m |

HO3 | 2.25 | m | B02-1 | 0 | m |

HO3-1 | 0 | m | B03 | 3 | m |

Inner | ☐ HI1 | 0.65 | m | BI1 | 2 | m |

HI2 | 0 | m | BI1-1 | 1.2 | m |

HI2-1 | 0.2 | m | BI1-2 | 1.8 | m |

HI2-2 | 0.2 | m | BI2-1 | 0 | m |

HI3 | 1.2 | m | BI2 | 2 | m |

HI3-1 | 0 | m | BI3-1 | 1.2 | m |

HI3-2 | 0 | m | BI3-2 | 1.8 | m |

HI4 | 0 | m | BI4 | 1 | m |

HI4-1 | 0.2 | m | BI4-1 | 0 | m |

HI4-2 | 0.2 | m | BI4-2 | 0 | m |

HI5 | 1.15 | m | BI5 | 0 | m |

Web thick. | ☐ Web thick. |

for Shear (buck) | ☐ for Shear (buck) |

11 : 0 | m | ☐ 12 : 0 | m | ☐ 13 : 0 | m | ☐ 14 : 0 | m |

for Torsion (flange) | ☐ for Torsion (flange) |

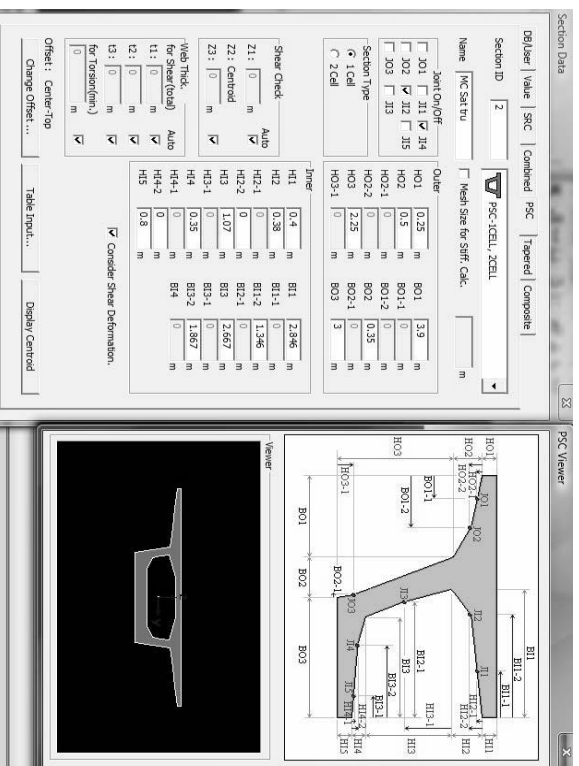
Offset : Center -Top |

Change Offset... | Table Input... | Display Centroid |

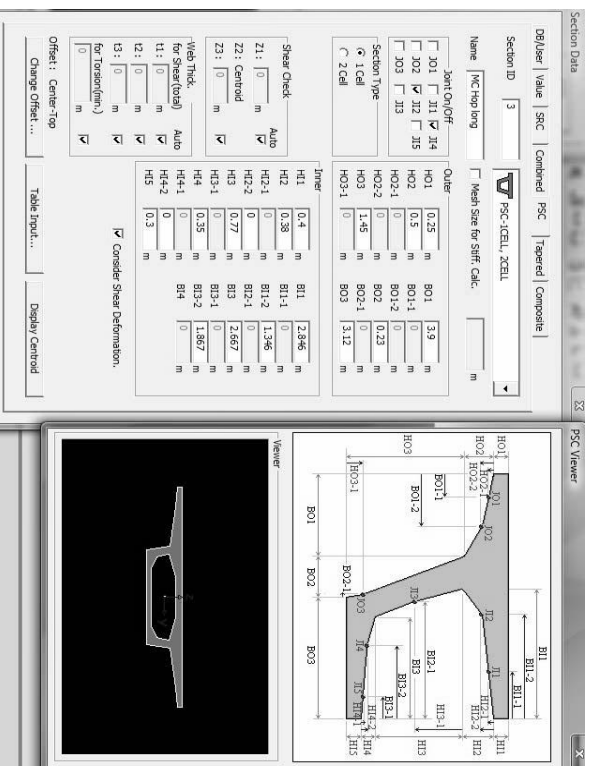
PSC Viewer

Viewer

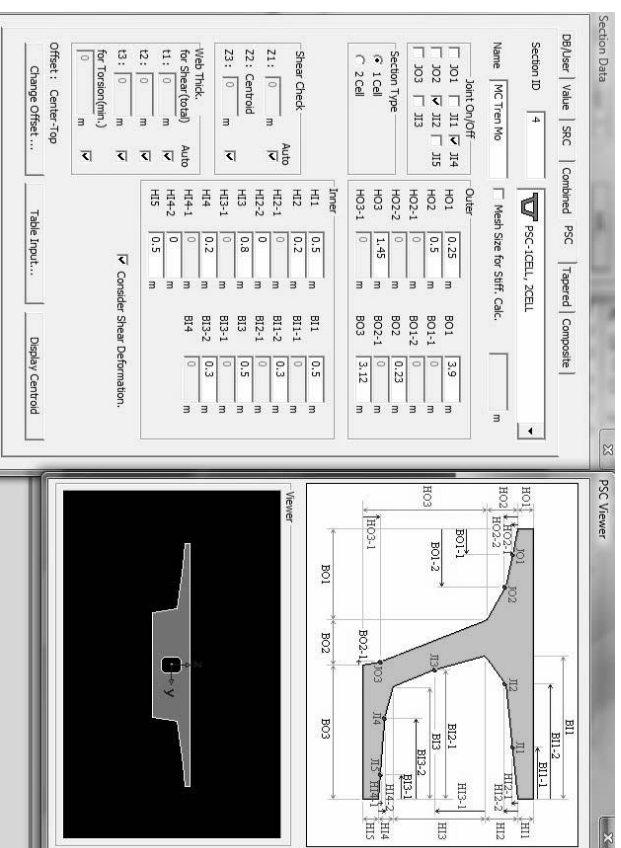
- Bảng nhập kích thước cho mắt cắt sắt đỉnh trụ.



- Bảng nhập kích thước cho mắt cắt hợp long.



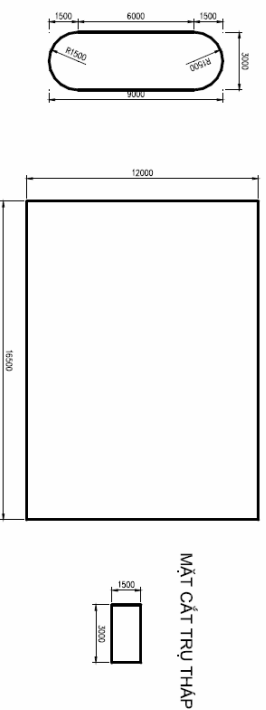
- Bảng nhập kích thước cho mắt cắt trên mõ.



- Khai báo mặt cắt cho trụ tháp.

MẶT CẮT THÂN TRỤ

MẶT BẰNG TRỤ



- Trụ tháp có kích thước như sau:

- + Bệ trụ dày 3m.
  - + Thân trụ cao 9m.
  - + Cột tháp cao 9m.
- Khai báo mặt cắt cho cấp văng:
- + Cấp văng được thiết kế theo dạng bó gồm các tạo cấp 7 sợi xoắn có đường kính danh định là 15,2mm.

+ Cáp vàng của cầu Extradosed có vai trò như cốt thép DUL ngoài, vì vậy số tạo cáp trong mỗi bó cáp được lựa chọn như cáp DUL trong đầm chủ. Theo thiết kế thi cáp vàng được chọn là bó 22 tạo 15,2mm và có diện tích  $A = 3051,4 \text{ mm}^2 = 30,51 \text{ cm}^2$ .

19.3.3. Mô hình kết cấu nhịp.

19.3.4. Gán vật liệu cho kết cấu.

19.3.5. Gán mặt cắt cho kết cấu.

19.3.6. Tạo nhóm mặt cắt thay đổi.

19.3.7. Khai báo nhóm điều kiện biên.

- BG1: Liên kết ngàm tại chân trụ  $T_1$  và  $T_2$ .

- BG2: Liên kết cứng trên đỉnh các trụ  $T_1$  và  $T_2$  trong giai đoạn thi công hằng.

- BG3: Gối di động tại 2 đầu đầm.

- BG4: Gối cố định của đoạn đầm trên đà giáo.

-  $T_1, LKCV_1 \div T_1, LKCV_6$ : Liên kết dầy vàng với đầm chủ trên đỉnh trụ  $T_1$ .

-  $T_2, LKCV_1 \div T_2, LKCV_6$ : Liên kết dầy vàng với đầm chủ trên đỉnh trụ  $T_2$ .

19.3.8. Gán điều kiện biên cho kết cấu.

19.3.9. Tạo nhóm kết cấu.

- Trụ:  $T_1, T_2$ .

- Thap:  $T_1, Thap T_2$

- Các đốt đầm trên đỉnh trụ  $T_1$ :  $T_1, K_0 \div T_1, K_{10}$ .

- Các đốt đầm trên đỉnh trụ  $T_2$ :  $T_2, K_0 \div T_1, K_{10}$ .

- Đốt trên đà giáo bên trái: DGTrai.

- Đốt trên đà giáo bên phải: DGphai.

- Đốt hợp long nhịp bên trái: HLTrai.

- Đốt hợp long nhịp bên phải: HLphai.

- Đốt hợp long nhịp giữa: HLgiua.

- Các dầy vàng trên đỉnh trụ  $T_1$ :  $T_1, CV_1 \div T_1, CV_6$

- Các dầy vàng trên đỉnh trụ  $T_2$ :  $T_2, CV_1 \div T_2, CV_6$

- Nhóm các phần tử đầm: Phantudam

19.3.10. Gán các phần tử cho nhóm kết cấu.

- Danh sách các phần tử thuộc nhóm kết cấu:

| STT | Tên Nhóm   | Tên nút    | Tên phần tử | Ghi chú |
|-----|------------|------------|-------------|---------|
| 1   | $T_1$      | 300 to 310 | 300 to 309  |         |
| 2   | $T_2$      | 400 to 410 | 400 to 409  |         |
| 3   | Thap $T_1$ | 311 to 317 | 311 to 316  |         |
| 4   | Thap $T_2$ | 411 to 417 | 411 to 416  |         |
| 5   | $T_1, K_0$ | 114 to 118 | 114 to 117  |         |
| 6   | $T_1, K_1$ | 113 119    | 113 118     |         |
| 7   | $T_1, K_2$ | 112 120    | 112 119     |         |
| 8   | $T_1, K_3$ | 111 121    | 111 120     |         |
| 9   | $T_1, K_4$ | 110 122    | 110 121     |         |
| 10  | $T_1, K_5$ | 109 123    | 109 122     |         |

|    |               |                   |                   |  |
|----|---------------|-------------------|-------------------|--|
| 11 | $T_1, K_6$    | 108 124           | 108 123           |  |
| 12 | $T_1, K_7$    | 107 125           | 107 124           |  |
| 13 | $T_1, K_8$    | 106 126           | 106 125           |  |
| 14 | $T_1, K_9$    | 105 127           | 105 126           |  |
| 15 | $T_1, K_{10}$ | 104 128           | 104 127           |  |
| 16 | $T_2, K_0$    | 214 to 218        | 214 to 217        |  |
| 17 | $T_2, K_1$    | 213 219           | 213 218           |  |
| 18 | $T_2, K_2$    | 212 220           | 212 219           |  |
| 19 | $T_2, K_3$    | 211 221           | 211 220           |  |
| 20 | $T_2, K_4$    | 210 222           | 210 221           |  |
| 21 | $T_2, K_5$    | 209 223           | 209 222           |  |
| 22 | $T_2, K_6$    | 208 224           | 208 223           |  |
| 23 | $T_2, K_7$    | 207 225           | 207 224           |  |
| 24 | $T_2, K_8$    | 206 226           | 206 225           |  |
| 25 | $T_2, K_9$    | 205 227           | 205 226           |  |
| 26 | $T_2, K_{10}$ | 204 228           | 204 227           |  |
| 27 | DGTrai        | 100 to 103        | 100 to 102        |  |
| 28 | DGPhai        | 200 to 203        | 200 to 202        |  |
| 29 | HLTrai        |                   | 103               |  |
| 30 | HLPhai        |                   | 203               |  |
| 31 | HLGiua        | 129               | 128 228           |  |
| 32 | Phantudam     | 100to129 200to229 | 100to128 200to228 |  |

- Danh sách các phần tử thuộc nhóm cáp vàng:

| STT | Tên Nhóm    | Tên nút | Tên phần tử | Ghi chú |
|-----|-------------|---------|-------------|---------|
| 1   | $T_1, CV_1$ | 505 506 | 700 701     |         |
| 2   | $T_1, CV_2$ | 504 507 | 702 703     |         |
| 3   | $T_1, CV_3$ | 503 508 | 704 704     |         |
| 4   | $T_1, CV_4$ | 502 509 | 706 707     |         |
| 5   | $T_1, CV_5$ | 501 510 | 708 709     |         |
| 6   | $T_1, CV_6$ | 500 511 | 710 711     |         |
| 7   | $T_2, CV_1$ | 605 606 | 800 801     |         |
| 8   | $T_2, CV_2$ | 604 607 | 802 803     |         |
| 9   | $T_2, CV_3$ | 603 608 | 804 804     |         |
| 10  | $T_2, CV_4$ | 602 609 | 806 807     |         |
| 11  | $T_2, CV_5$ | 601 610 | 808 809     |         |
| 12  | $T_2, CV_6$ | 600 611 | 810 811     |         |

19.3.11. Khai báo trường hợp tính tải.

| STT | Tên tải trọng | Loại tải trọng          | Mô tả tải trọng           |
|-----|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 1   | Ban than      | Construction stage Load | Trọng lượng bản thân (DC) |
| 2   | XD            | Construction stage Load | Tải trọng xe đúc          |
| 3   | BT            | Construction stage Load | Trọng lượng bê tông ướt   |
| 4   | TC            | Construction stage Load | Tải trọng thi công        |
| 5   | DUL           | Construction stage Load | Tải trọng dự ứng lực      |
| 6   | LCDV          | Construction stage Load | Lực căng cáp vàng         |
| 7   | Trình tại 2   | Construction stage Load | Trình tải chất thừa (DW)  |

12.3.12. Khai báo nhóm tải trọng xe đúc.

- Xe đúc thi công các đốt dầm: XD<sub>1</sub> ÷ XD<sub>10</sub>
- Xe đúc hợp long biên trái: XDHLtrai.
- Xe đúc hợp long biên phải: XDHLphai.
- Xe đúc hợp long giữa nhịp: XDHLgiua.

12.3.13. Gán tải trọng xe đúc.

- Loại xe đúc và trọng lượng xe đúc tùy thuộc vào trọng lượng của các đốt đúc, đặc biệt là đốt đúc lớn nhất. Ở đây sử dụng loại xe đúc có trọng lượng P = 800 kN.
- Độ lệch tâm của trọng tâm xe đúc so với điểm đặt lực: e = 2m.
- Như vậy khi gán tải trọng xe đúc sẽ phải gán một lực tập trung và một mômen M = P<sub>xe</sub>·e.
- Khi hợp long thì ta thường sử dụng 1 xe đúc, khi đó chân trước của xe sẽ gác lên cạnh hẫng phía trước do đó tải trọng xe đúc sẽ chia đều cho 2 bên cánh hẫng, nên khi gán xe đúc hợp long ta chỉ gán lực tập trung F<sub>z</sub> = -400 kN cho 2 bên cánh hẫng mà không cần gán mômen.

- Bảng gán thông số tải trọng xe đúc:

| STT | Tên Nhóm             | Nhóm 1<br>(Xe đúc ở bên trái trụ) |                     |                       | Nhóm 2<br>(Xe đúc ở bên phải trụ) |                     |                       |
|-----|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|
|     |                      | Nút                               | F <sub>z</sub> (kN) | M <sub>y</sub> (kN.m) | Nút                               | F <sub>z</sub> (kN) | M <sub>y</sub> (kN.m) |
| 1   | XD <sub>1</sub>      | 114 218                           | -800                | -1600                 | 214 118                           | -800                | 1600                  |
| 2   | XD <sub>2</sub>      | 113 219                           | -800                | -1600                 | 213 119                           | -800                | 1600                  |
| 3   | XD <sub>3</sub>      | 112 220                           | -800                | -1600                 | 212 120                           | -800                | 1600                  |
| 4   | XD <sub>4</sub>      | 111 221                           | -800                | -1600                 | 211 121                           | -800                | 1600                  |
| 5   | XD <sub>5</sub>      | 110 222                           | -800                | -1600                 | 210 122                           | -800                | 1600                  |
| 6   | XD <sub>6</sub>      | 109 223                           | -800                | -1600                 | 209 123                           | -800                | 1600                  |
| 7   | XD <sub>7</sub>      | 108 224                           | -800                | -1600                 | 208 124                           | -800                | 1600                  |
| 8   | XD <sub>8</sub>      | 107 225                           | -800                | -1600                 | 207 125                           | -800                | 1600                  |
| 9   | XD <sub>9</sub>      | 106 226                           | -800                | -1600                 | 206 126                           | -800                | 1600                  |
| 10  | XD <sub>10</sub>     | 105 227                           | -800                | -1600                 | 205 127                           | -800                | 1600                  |
| 15  | XD <sub>HLtrai</sub> | 104 103                           | -400                |                       |                                   |                     |                       |
| 16  | XD <sub>HLphai</sub> |                                   |                     |                       | 204 203                           | -400                |                       |
| 17  | XD <sub>HLgiua</sub> | 228                               | -400                |                       | 128                               | -400                |                       |

19.3.14. Khai báo nhóm tải trọng bê tông ướt.

- Trọng lượng bản thân các đốt đúc: BT<sub>1</sub> ÷ BT<sub>10</sub>
- Trọng lượng đối hợp long biên trái: BTHLtrai.
- Trọng lượng đối hợp long biên phải: BTHLphai.
- Trọng lượng đối hợp long giữa nhịp: BTHLgiua.

19.3.15. Gán tải trọng bê tông ướt.

- Bảng gán thông số tải trọng bê tông ướt:

| STT | Tên Nhóm             | Nhóm 1<br>(Bê tông ở bên trái trụ) |                     |                       | Nhóm 2<br>(Bê tông ở bên phải trụ) |                     |                       |
|-----|----------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|     |                      | Nút                                | F <sub>z</sub> (kN) | M <sub>y</sub> (kN.m) | Nút                                | F <sub>z</sub> (kN) | M <sub>y</sub> (kN.m) |
| 1   | BT <sub>1</sub>      | 114 218                            | - 1125,00           | - 1968,75             | 214 118                            | - 1125,00           | 1968,75               |
| 2   | BT <sub>2</sub>      | 113 219                            | - 998,10            | - 1746,67             | 213 119                            | - 998,10            | 1746,67               |
| 3   | BT <sub>3</sub>      | 112 220                            | - 935,50            | - 1637,12             | 212 120                            | - 935,50            | 1637,12               |
| 4   | BT <sub>4</sub>      | 111 221                            | - 1052,00           | - 2104,00             | 211 121                            | - 1052,00           | 2104,00               |
| 5   | BT <sub>5</sub>      | 110 222                            | - 1052,00           | - 2104,00             | 210 122                            | - 1052,00           | 2104,00               |
| 6   | BT <sub>6</sub>      | 109 223                            | - 1052,00           | - 2104,00             | 209 123                            | - 1052,00           | 2104,00               |
| 7   | BT <sub>7</sub>      | 108 224                            | - 1052,00           | - 2104,00             | 208 124                            | - 1052,00           | 2104,00               |
| 8   | BT <sub>8</sub>      | 107 225                            | - 1052,00           | - 2104,00             | 207 125                            | - 1052,00           | 2104,00               |
| 9   | BT <sub>9</sub>      | 106 226                            | - 1052,00           | - 2104,00             | 206 126                            | - 1052,00           | 2104,00               |
| 10  | BT <sub>10</sub>     | 105 227                            | - 1052,00           | - 2104,00             | 205 127                            | - 1052,00           | 2104,00               |
| 15  | BT <sub>HLtrai</sub> | 104 103                            | - 263,00            |                       |                                    |                     |                       |
| 16  | BT <sub>HLphai</sub> |                                    |                     |                       | 204 203                            | - 263,00            |                       |
| 17  | BT <sub>HLgiua</sub> | 228                                | - 263,00            |                       | 128                                | - 263,00            |                       |

- Trọng lượng đối hợp long sẽ chia đều cho 2 bên cánh hẫng, do đó khi gán tải trọng đối hợp long ta chỉ gán lực tập trung F<sub>z</sub> = - 263,00 kN cho 2 bên cánh hẫng mà không cần gán mômen.

19.3.16. Khai báo nhóm tải trọng thi công.

- Tải trọng thi công khi thi công các đốt đúc: TC<sub>1</sub> ÷ TC<sub>10</sub>
- Tải trọng thi công khi hợp long biên trái: TCHLtrai.
- Tải trọng thi công khi hợp long biên phải: TCHLphai.
- Tải trọng thi công khi hợp long giữa nhịp: TCHLgiua.

19.3.17. Gán tải trọng thi công.

- Tải trọng thi công được coi là tải trọng phân bố q<sub>0</sub> = 2,4 kN/m<sup>2</sup>.

=> Tải trọng thi công dài đều: q<sub>0c</sub> = q<sub>0</sub>·B<sub>cầu</sub> = 2,4·14,2 = 34,08 (kN/m).

- Bảng gán thông số tải trọng thi công:

| STT | Tên Nhóm             | Bên trái |             | Bên phải |             | q <sub>0c</sub> |
|-----|----------------------|----------|-------------|----------|-------------|-----------------|
|     |                      | Tên nút  | Tên phần tử | Tên nút  | Tên phần tử |                 |
| 1   | TC <sub>1</sub>      |          | 114 to 117  |          | 214 to 217  | - 34,08         |
| 2   | TC <sub>2</sub>      |          | 113 118     |          | 213 218     | - 34,08         |
| 3   | TC <sub>3</sub>      |          | 112 119     |          | 212 219     | - 34,08         |
| 4   | TC <sub>4</sub>      |          | 111 120     |          | 211 220     | - 34,08         |
| 5   | TC <sub>5</sub>      |          | 110 121     |          | 210 221     | - 34,08         |
| 6   | TC <sub>6</sub>      |          | 109 122     |          | 209 222     | - 34,08         |
| 7   | TC <sub>7</sub>      |          | 108 123     |          | 208 223     | - 34,08         |
| 8   | TC <sub>8</sub>      |          | 107 124     |          | 207 224     | - 34,08         |
| 9   | TC <sub>9</sub>      |          | 106 125     |          | 206 225     | - 34,08         |
| 10  | TC <sub>10</sub>     |          | 105 126     |          | 205 226     | - 34,08         |
| 15  | TC <sub>HLtrai</sub> |          | 104         |          |             | - 34,08         |

|    |                           |     |  |     |        |
|----|---------------------------|-----|--|-----|--------|
| 16 | $T_{C_{H_{\text{phải}}}}$ |     |  | 204 | -34,08 |
| 17 | $T_{C_{H_{\text{gàia}}}}$ | 227 |  | 127 | -34,08 |

19.3.18. Khai báo nhóm tải trọng Dự ứng lực.

- Cốt thép DUL chịu mômen âm:  $DULK_0 \div DULK_{10}$
- Cốt thép DUL chịu mômen dương ở nhịp bên bên trái:  $DUL_{\text{hientrai}}$
- Cốt thép DUL chịu mômen dương ở nhịp bên bên phải:  $DUL_{\text{bienvai}}$
- Cốt thép DUL chịu mômen dương ở nhịp giữa:  $DUL_{\text{giua}}$

19.3.19. Khai báo nhóm tải trọng lực căng trong cáp văng.

- Cáp văng trên trụ  $T_1$ :  $T_{1LCCV_1} \div T_{1LCCV_6}$
- Cáp văng trên trụ  $T_2$ :  $T_{2LCCV_1} \div T_{2LCCV_6}$

19.3.20. Gán lực căng trong cáp văng.

- Các bó cáp DUL được gán với ứng suất:

$$f_{\sigma} = (0,6 \div 0,7) f_{pu}$$

- => Lấy  $f_{sk} = 0,65.f_{pu} = 0,65.1860 = 1209\text{Mpa} = 1209000 \text{ kN/m}^2$ .
- Mỗi cáp văng gồm 22 tạo 15,2mm và có diện tích  $A = 3051,4 \text{ mm}^2 = 30,51 \text{ cm}^2$ .
- Lực căng trong mỗi bó cáp văng:  $F = 30.51.1209000 = 3689,14$

| STT | Tên nhóm      | Lực căng cáp (kN) | Ghi chú |
|-----|---------------|-------------------|---------|
| 1   | $T_{1LCCV_1}$ | 3689,14           |         |
| 2   | $T_{1LCCV_2}$ | 3689,14           |         |
| 3   | $T_{1LCCV_3}$ | 3689,14           |         |
| 4   | $T_{1LCCV_4}$ | 3689,14           |         |
| 5   | $T_{1LCCV_5}$ | 3689,14           |         |
| 6   | $T_{1LCCV_6}$ | 3689,14           |         |
| 7   | $T_{2LCCV_1}$ | 3689,14           |         |
| 8   | $T_{2LCCV_2}$ | 3689,14           |         |
| 9   | $T_{2LCCV_3}$ | 3689,14           |         |
| 10  | $T_{2LCCV_4}$ | 3689,14           |         |
| 11  | $T_{2LCCV_5}$ | 3689,14           |         |
| 12  | $T_{2LCCV_6}$ | 3689,14           |         |

19.3.21. Tạo nhóm tải trọng bản thân.

19.3.22. Gán trọng lượng bản thân cho kết cấu.

- Gán trọng lượng bản thân cho kết cấu: self weight.

19.3.23. Tạo nhóm tính tải giai đoạn II.

19.3.24. Gán tính tải giai đoạn II cho kết cấu.

- Tính tải giai đoạn II bao gồm trọng lượng của lớp phủ mặt cầu, chân lan can, lan can và thiết bị chiếu sáng trên cầu:

$$DW = 36,23 \text{ (kN/m)}$$

19.3.25. Khai báo hoạt tải.

a. Khai báo tiêu chuẩn.

- Chọn tiêu chuẩn AASHTO LRFD tương đương với tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

b. Khai báo làn.

- Khi tính toán thiết kế cần phải xét 2 trường hợp xếp tải:

- + Xếp tải lệch tâm về phía hạ lưu: Khi xếp tải lệch tâm thì tìm của bánh xe ngoài cùng phải xếp cách mép chân lan can hoặc gối chấn bánh tới thiểu là 0,6m.

- + Xếp tải đúng tâm.

- Cầu được thiết kế với khổ cầu là:  $G\ 2x3,5 + 2x2,0 + 2x0,5\text{m}$ . Do đó số làn xe thiết kế là 2 làn và số lề đi bộ thiết kế là 2 lề.

- + Hoạt tải sẽ được xếp trên làn 1 và làn 2.

- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải đúng tâm.

- + Làn 1:  $e_1 = 2,8 \text{ m}$ .
- + Làn 3:  $e_3 = 3,90 \text{ m}$ .

- + Làn 2:  $e_2 = -2,8 \text{ m}$ .
- + Làn 4:  $e_4 = -3,90 \text{ m}$ .

c. Khai báo hoạt tải.

- Khai báo 5 hoạt tải:

- + HL93K = Xe 3 trục (Truck) + Làn (Lane).

- + HL93M = Xe 2 trục (Tandem) + Làn (Lane).

- + HL93S = 2 Xe tải xếp cách nhau 15m.

- + Lan = Tải trọng Làn dài đều  $q_{\text{lan}} = 9,3 \text{ kN/m}$
- + Người: tải trọng Người phân bố là  $q_{\text{ng}}^0 = 4,1 \text{ kN/m}^2$

=> Tải trọng Người dài đều là  $q_{\text{ng}} = 4,1.2,0 = 8,2 \text{ kN/m}$ .

- Hệ số xung kích đối với HL93K, HL93M và HL93S là 1,25 (25%).

- Tải trọng Làn và tải trọng Người không xét đến hệ số xung kích.

d. Khai báo lớp hoạt tải.

- Khai báo 5 lớp hoạt tải ứng với 5 hoạt tải:

- + Lop HL93K.

- + Lop HL93M.

- + Lop HL93S.

e. Khai báo hoạt tải di động.

- Hoạt tải HL93K, HL93M, HL93S và Lan xếp trên làn 1 và làn 2.

- Tải trọng người xếp trên làn 3 và làn 4.

| STT | Tên hoạt tải  | HS PBN g | Số làn xếp tải   | Làn          |
|-----|---------------|----------|------------------|--------------|
| 1   | HL93K di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 2   | HL93M di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | HL93S di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 4   | Lan di dòng   | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 5   | Người di dòng | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 3, Làn 4 |

19.3.26. Phân tích các giai đoạn thi công.

- Quá trình thi công Extradosed theo công nghệ đúc hẫng cân bằng mang tính chất lặp đi lặp lại theo chu kì các bước thi công, tuy nhiên quá trình này còn chịu ảnh hưởng của điều kiện thời tiết và điều kiện thi công tại công trường.
- Thi công thân trụ: Thường kéo dài khoảng 30 ngày.
- Thi công đặt Ko trên đỉnh trụ và đúc đúc trên đà gác: thường kéo dài khoảng 12ngày.
- Thi công đúc hẫng cân bằng các đợt: thường kéo dài 7ngày theo trình tự:
  - + Ngày 1: Căng cáp DUL đợt trước và di chuyển, lắp đặt xe đúc.
  - + Ngày 2 và ngày 3: Lắp đặt cốt thép, ống ghen và ván khuôn.
  - + Ngày 4: Đổ bê tông đợt đầm.
  - + Ngày 5,6,7: Bảo dưỡng bê tông.
- Phân tích các giai đoạn thi công trên Midas

Bước 1: Thi công đợt K1 (7 ngày)

| STT | Phân tử             |             | Điều kiện biên  | Tải trọng            |           |
|-----|---------------------|-------------|-----------------|----------------------|-----------|
|     | Phân tử             | Tuổi (ngày) |                 | Tên                  | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub>      | 42          | BG <sub>1</sub> | Ban than             | First     |
| 2   | T <sub>2</sub>      | 42          | BG <sub>2</sub> | DULKo                | First     |
| 3   | Thap T <sub>1</sub> | 12          | BG <sub>3</sub> | Thêm XD <sub>1</sub> | First     |
| 4   | Thap T <sub>2</sub> | 12          | BG <sub>4</sub> | Thêm TC <sub>1</sub> | First     |
| 5   | T <sub>1</sub> Ko   | 12          |                 | Thêm BT <sub>1</sub> | 4         |
| 6   | T <sub>2</sub> Ko   | 12          |                 |                      |           |
| 7   | DGtrai              | 12          |                 |                      |           |
| 8   | DGphai              | 12          |                 |                      |           |

Bước 2: Thi công đợt K2 (7 ngày)

| STT | Phân tử                       |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-------------------------------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phân tử                       | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>1</sub> | 4           | Không đổi      | DULK <sub>1</sub>    | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>1</sub> | 4           |                | Thêm XD <sub>2</sub> | First     |
| 3   |                               |             |                | Thêm TC <sub>2</sub> | First     |
| 4   |                               |             |                | Thêm BT <sub>2</sub> | 4         |
| 5   |                               |             |                | Bỏ XD <sub>1</sub>   | First     |
| 6   |                               |             |                | Bỏ BT <sub>1</sub>   | First     |

Bước 3: Thi công đợt K3 (7 ngày)

| STT | Phân tử                       |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-------------------------------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phân tử                       | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>2</sub> | 4           | Không đổi      | DULK <sub>2</sub>    | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>2</sub> | 4           |                | Thêm XD <sub>3</sub> | First     |
| 3   |                               |             |                | Thêm TC <sub>3</sub> | First     |
| 4   |                               |             |                | Thêm BT <sub>3</sub> | 4         |
| 5   |                               |             |                | Bỏ XD <sub>2</sub>   | First     |
| 6   |                               |             |                | Bỏ BT <sub>2</sub>   | First     |

Bước 4: Thi công đợt K4 (7 ngày)

| STT | Phân tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phân tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>3</sub>  | 4           | T <sub>1</sub> LKCV <sub>1</sub> | DULK <sub>3</sub>                | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>3</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKCV <sub>1</sub> | Thêm XD <sub>2</sub>             | First     |
| 3   | T <sub>1</sub> CV <sub>1</sub> | 0           |                                  | Thêm TC <sub>2</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>2</sub> CV <sub>1</sub> | 0           |                                  | Thêm BT <sub>4</sub>             | 4         |
| 5   |                                |             |                                  | T <sub>1</sub> LCCV <sub>1</sub> | First     |
| 6   |                                |             |                                  | T <sub>2</sub> LCCV <sub>1</sub> | First     |
| 7   |                                |             |                                  | Bỏ XD <sub>3</sub>               | First     |
| 8   |                                |             |                                  | Bỏ BT <sub>3</sub>               | First     |

Bước 5: Thi công đợt K5 (7 ngày)

| STT | Phân tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phân tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>4</sub>  | 4           | T <sub>1</sub> LKCV <sub>2</sub> | DULK <sub>4</sub>                | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>4</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKCV <sub>2</sub> | Thêm XD <sub>3</sub>             | First     |
| 3   | T <sub>1</sub> CV <sub>2</sub> | 0           |                                  | Thêm TC <sub>3</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>2</sub> CV <sub>2</sub> | 0           |                                  | Thêm BT <sub>5</sub>             | 4         |
| 5   |                                |             |                                  | T <sub>1</sub> LCCV <sub>2</sub> | First     |
| 6   |                                |             |                                  | T <sub>2</sub> LCCV <sub>2</sub> | First     |
| 7   |                                |             |                                  | Bỏ XD <sub>4</sub>               | First     |
| 8   |                                |             |                                  | Bỏ BT <sub>4</sub>               | First     |

Bước 6: Thi công đợt K6 (7 ngày)

| STT | Phân tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phân tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>5</sub>  | 4           | T <sub>1</sub> LKCV <sub>3</sub> | DULK <sub>5</sub>                | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>5</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKCV <sub>3</sub> | Thêm XD <sub>5</sub>             | First     |
| 3   | T <sub>1</sub> CV <sub>3</sub> | 0           |                                  | Thêm TC <sub>6</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>2</sub> CV <sub>3</sub> | 0           |                                  | Thêm BT <sub>6</sub>             | 4         |
| 5   |                                |             |                                  | T <sub>1</sub> LCCV <sub>3</sub> | First     |
| 6   |                                |             |                                  | T <sub>2</sub> LCCV <sub>3</sub> | First     |
| 7   |                                |             |                                  | Bỏ XD <sub>5</sub>               | First     |
| 8   |                                |             |                                  | Bỏ BT <sub>5</sub>               | First     |

Bước 7: Thi công đợt K7 (7 ngày)

| STT | Phân tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phân tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>6</sub>  | 4           | T <sub>1</sub> LKCV <sub>4</sub> | DULK <sub>6</sub>                | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>6</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKCV <sub>4</sub> | Thêm XD <sub>2</sub>             | First     |
| 3   | T <sub>1</sub> CV <sub>4</sub> | 0           |                                  | Thêm TC <sub>7</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>2</sub> CV <sub>4</sub> | 0           |                                  | Thêm BT <sub>7</sub>             | 4         |
| 5   |                                |             |                                  | T <sub>1</sub> LCCV <sub>4</sub> | First     |
| 6   |                                |             |                                  | T <sub>2</sub> LCCV <sub>4</sub> | First     |

|   |  |  |                    |       |
|---|--|--|--------------------|-------|
| 7 |  |  | Bỏ XD <sub>6</sub> | First |
| 8 |  |  | Bỏ BT <sub>6</sub> | First |

Bước 8: Thi công đợt K8 (7 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện                        | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) | biên                             | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>7</sub>  | 4           | T <sub>1</sub> LKCV <sub>5</sub> | DULK7                            | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>7</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKCV <sub>5</sub> | Thêm XD8                         | First     |
| 3   | T <sub>1</sub> CV <sub>6</sub> | 0           |                                  | Thêm TC8                         | First     |
| 4   | T <sub>2</sub> CV <sub>6</sub> | 0           |                                  | Thêm BT8                         | 4         |
| 5   |                                |             |                                  | T <sub>1</sub> LCCV <sub>6</sub> | First     |
| 6   |                                |             |                                  | T <sub>2</sub> LCCV <sub>6</sub> | First     |
| 7   |                                |             |                                  | Bỏ XD7                           | First     |
| 8   |                                |             |                                  | Bỏ BT7                           | First     |

Bước 9: Thi công đợt K9 (7 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện                        | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) | biên                             | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>9</sub>  | 4           | T <sub>1</sub> LKCV <sub>6</sub> | DULK <sub>9</sub>                | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>9</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKCV <sub>6</sub> | Thêm XD <sub>9</sub>             | First     |
| 3   | T <sub>1</sub> CV <sub>6</sub> | 0           |                                  | Thêm TC <sub>9</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>2</sub> CV <sub>6</sub> | 0           |                                  | Thêm BT <sub>9</sub>             | 4         |
| 5   |                                |             |                                  | T <sub>1</sub> LCCV <sub>6</sub> | First     |
| 6   |                                |             |                                  | T <sub>2</sub> LCCV <sub>6</sub> | First     |
| 7   |                                |             |                                  | Bỏ XD <sub>8</sub>               | First     |
| 8   |                                |             |                                  | Bỏ BT <sub>8</sub>               | First     |

Bước 10: Thi công đợt K10 (7 ngày)

| STT | Phần tử                       |             | Điều kiện | Tải trọng             |           |
|-----|-------------------------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------|
|     | Phần tử                       | Tuổi (ngày) | biên      | Tên                   | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>9</sub> | 4           | Không đổi | DULK <sub>9</sub>     | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>9</sub> | 4           |           | Thêm XD <sub>10</sub> | First     |
| 3   |                               |             |           | Thêm TC <sub>10</sub> | First     |
| 4   |                               |             |           | Thêm BT <sub>10</sub> | 4         |
| 5   |                               |             |           | Bỏ XD <sub>9</sub>    | First     |
| 6   |                               |             |           | Bỏ BT <sub>9</sub>    | First     |

Bước 11: Hợp long nhịp biên (7 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện | Tải trọng          |           |
|-----|--------------------------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) | biên      | Tên                | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> K <sub>10</sub> | 4           | Không đổi | DULK <sub>10</sub> | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> K <sub>10</sub> | 4           |           | Thêm XDHLtrai      | First     |
| 3   |                                |             |           | Thêm XDHLphai      | First     |
| 4   |                                |             |           | Thêm TCHLtrai      | First     |
| 5   |                                |             |           | Thêm TCHLphai      | First     |

|   |  |  |  |                     |       |
|---|--|--|--|---------------------|-------|
| 6 |  |  |  | Thêm BTHLtrai       | 4     |
| 7 |  |  |  | Thêm BTHLphai       | 4     |
| 8 |  |  |  | Bỏ XD <sub>10</sub> | First |
| 9 |  |  |  | Bỏ BT <sub>10</sub> | First |

Bước 12: Dỡ bỏ dầm giáo cố định (1 ngày)

| STT | Phần tử |             | Điều kiện | Tải trọng   |           |
|-----|---------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|     | Phần tử | Tuổi (ngày) | biên      | Tên         | Thời gian |
| 1   | HLtrai  | 4           | Bỏ BG4    | DULbentrai  | First     |
| 2   | HLphai  | 4           |           | DULbienphai | First     |
| 3   |         |             |           | Bỏ XDHLtrai | First     |
| 4   |         |             |           | Bỏ XDHLphai | First     |
| 5   |         |             |           | Bỏ BTHLtrai | First     |
| 6   |         |             |           | Bỏ BTHLphai | First     |

Bước 13: Hợp long nhịp giữa (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện | Tải trọng     |           |
|-----|-----------|-------------|-----------|---------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) | biên      | Tên           | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi | Thêm XDHLgiữa | First     |
| 2   |           |             |           | Thêm TCHLgiữa | First     |
| 3   |           |             |           | Thêm BTHLgiữa | 4         |

Bước 14: Nối liên kết cấu nhịp (0 ngày)

| STT | Phần tử |             | Điều kiện | Tải trọng   |           |
|-----|---------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|     | Phần tử | Tuổi (ngày) | biên      | Tên         | Thời gian |
| 1   | HLgiữa  | 4           | Không đổi | DULgiữa     | First     |
| 2   |         |             |           | Bỏ XDHLgiữa | First     |
| 3   |         |             |           | Bỏ BTHLgiữa | First     |

Bước 15: Dỡ bỏ tải trọng thi công (1ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện | Tải trọng                             |           |
|-----|-----------|-------------|-----------|---------------------------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) | biên      | Tên                                   | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi | Bỏ TC <sub>1</sub> ÷ TC <sub>10</sub> | First     |
| 2   |           |             |           | Bỏ TCHLtrai                           | First     |
| 3   |           |             |           | Bỏ TCHLphai                           | First     |
| 4   |           |             |           | Bỏ TCHLgiữa                           | First     |

Bước 16: Thi công lắp phủ mặt cầu (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện | Tải trọng       |           |
|-----|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) | biên      | Tên             | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi | Thêm tính tại 2 | First     |



**Bước 17: Khai thác (30 năm = 10000 ngày)**

| STT | Phân tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|-----------|-----------|
|     | Phân tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên       | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      |           |           |

**19.3.27. Tách Tĩnh tại 2 khối tổ hợp tải trọng tính Dead load.**

**19.3.28. Đặt chế độ phân tích ứng suất trong dầm do hoạt tải.**

**19.3.29. Thành lập tổ hợp tải trọng.**

- Thành lập 4 tổ hợp tải trọng:

- + TH1 = 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93K + 1,75 Ngươi.
- + TH2 = 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93M + 1,75 Ngươi.
- + TH3 = 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,968 HL93S + 1,57 Lan + 1,75 Ngươi.
- + TH ứng suất = Dead load + Erection load + HL93K + Ngươi + Tendon Primary + Tendon Secondary + Creep Secondary + Shrinkage Secondary.

Trong đó:

- + Dead load = Tĩnh tại 1 + Mỏi nơi + Dầm ngang.
- + Erection load = Tĩnh tại 2.
- + Hệ số 1,968 = 0,9.1,25.1,75 (hệ số vượt tải của 2 xe tải cách nhau 15m).
- + Hệ số 1,57 = 0,9.1,75 (hệ số vượt tải của tải trọng làn).

**19.3.30. Chạy chương trình.**

- Ấn phím F12 để loại bỏ các phần tử thừa trong kết cấu.

- Ấn phím F5 để chạy chương trình.

**19.3.31. Xem kết quả.**

- Xem biểu đồ mômen.
- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.
- Xem biểu đồ lực cắt.
- Xuất kết quả nội lực sang Excel.
- Xem biểu đồ chuyển vị (độ võng).
- Xem phản lực tại gối.
- Xem ứng suất trên mặt cắt dầm chủ.
- Xem Đường ảnh hưởng nội lực.
- Xem cách xếp tải bất lợi nhất trên DẠH nội lực.

**19.3.32. Tính toán và bố trí cốt thép DUL.**

- Việc tính toán cốt thép DUL được thực hiện trên Excel bằng cách lập bảng tính kiểm toán và bố trí cốt thép cho mặt cắt chữ I.

**19.3.33. Xác định toạ độ các bó cốt thép DUL.**

- Bố trí cốt thép DUL trên bản vẽ hoặc lập phương trình toạ độ cáp DUL để từ đó thành lập được bảng toạ độ bố trí cốt thép DUL.

**19.3.34. Khai báo loại cáp DUL.**

- Cốt thép DUL ở thớt trên của dầm sử dụng 22 bó 22tao 15,2mm.
- Cốt thép DUL ở thớt dưới của dầm sử dụng 10 bó 9tao 15,2mm.
- Cáp DUL được bố trí theo dạng đường thẳng nối tiếp bằng các đường cong tròn.
- Đường kính ống ghen: D = 90mm = 0,09m.
- Giới hạn kéo đứt của cáp:  $f_{pu} = 1860$  Mpa.
- Giới hạn chảy của cáp:  $f_{py} = 1670$  Mpa.
- Hệ số masat với thành ống ghen: 0,3.
- Hệ số masat lắ: 0,0066.
- Độ tụt neo ở cả 2 đầu Begin và End là 5mm = 0,005m.
- Cáp DUL có đỉnh bằm.

**19.3.35. Khai báo toạ độ cáp DUL.**

- Sử dụng bảng toạ độ cáp DUL để nhập toạ độ cho từng bó cáp.

**19.3.36. Gán lực căng cho cáp DUL.**

- Các bó cáp DUL được gán với ứng suất:  $f_{sk} = (0,6 \div 0,7) f_{pu}$

=> Lấy  $f_{sk} = 0,65$ ,  $f_{pu} = 0,65.1860 = 1209\text{Mpa} = 1209000 \text{ kN/m}^2$ .

**19.3.37. Chạy lại chương trình.**

**19.3.38. Kiểm tra kết quả chống chế ứng suất trong dầm.**

- Giải trị ứng suất nén cho phép:

$$f_n \leq 0,45 f_c' = 0,45.45 = 20,25 \text{ Mpa} = 20250 \text{ kN/m}^2$$

- Giải trị ứng suất kéo cho phép:

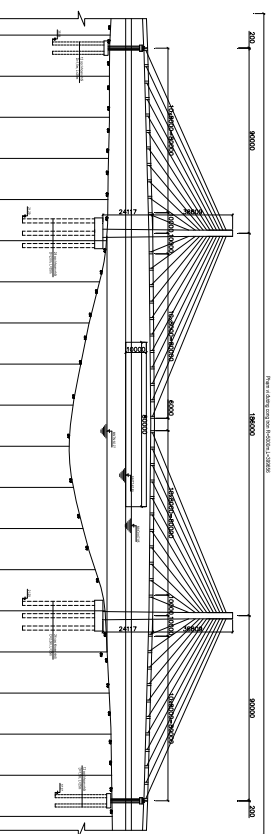
$$f_n \leq 0,5 \sqrt{f_c'} = 0,5 \sqrt{45} = 3,354 \text{ Mpa} = 3354 \text{ kN/m}^2$$

## CHƯƠNG 20

### PHÂN TÍCH TÍNH TOÁN CẦU TREO DÂY VẮNG

#### 20.1. SỐ LIỆU THIẾT KẾ:

- Phân tích tính toán một mô hình cầu dây văng 3 nhịp.
- Khổ cầu:  $G7+2x1,5m + 2x0,5m$ .
- Số đỡ nhịp:  $90 + 186 + 90m$



Bố trí chung cầu dây văng.

- Tính tải: (tính tải đều trên dầm chủ):
  - + Tính tải giai đoạn I: trọng lượng bản thân của kết cấu.
  - + Tính tải giai đoạn II:  $DW = 15,68 \text{ kN/m}$ .

- Hoạt tải thiết kế:

| STT | Hoạt tải thiết kế | HS xung kích 1+IM |
|-----|-------------------|-------------------|
| 1   | HL93K             | 1,25              |
| 2   | HL93M             | 1,25              |
| 3   | 0,9HL93S          | 1,25              |
| 3   | Người             | 1,0               |

#### 20.2. YÊU CẦU TÍNH TOÁN.

- Khai báo vật liệu, khai báo mặt cắt.
- Mô hình kết cấu trên Midas.
- Gán vật liệu, mặt cắt và điều kiện biên cho kết cấu.
- Gán tải trọng: Gán tĩnh tải và hoạt tải.
- Tính toán điều chỉnh nội lực trong cầu dây văng dưới tác dụng của tĩnh tải.
- Phân tích các giai đoạn thi công kết cấu cầu nhịp.
- Chạy chương trình.
- Xem biểu đồ mômen do tải trọng:
  - + TH1:  $1,25 \text{ Dead load} + 1,5 \text{ Erection load} + 1,75 \text{ HL93K} + 1,75 \text{ Người}$ .
  - + TH2:  $1,25 \text{ Dead load} + 1,5 \text{ Erection load} + 1,75 \text{ HL93M} + 1,75 \text{ Người}$ .
  - + TH3:  $1,25 \text{ Dead load} + 1,5 \text{ Erection load} + 1,968 \text{ HL93S} + 1,57 \text{ Lan} + 1,75 \text{ Người}$ .
- Xem biểu đồ mômen theo từng bước thi công.
- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.

- Xem biểu đồ lực cắt.
- Xuất kết quả nội lực sang Excel.
- Xem kết quả tính chuyển vị nút, phản lực tại gối.
- Xem ứng suất tại các thố của mặt cắt dầm chủ.
- Tính toán và bố trí cốt thép chịu lực cho mặt cắt dầm chủ.
- Kiểm toán khả năng chịu lực của dầm chủ theo tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.
- Lập bảng tọa độ các bó cáp DUL.
- Khai báo loại cáp, tọa độ cáp và gán lực căng cho các bó cáp DUL trên các dầm chủ.
- Thành lập tổ hợp tải trọng kiểm toán ứng suất:

TH ứng suất = Dead load + Erection load + HL93K + Người + Tendon Primary + Tendon Secondary + Creep Secondary + Shrinkage Secondary.

- Kiểm toán kết quả không chế ứng suất trong các dầm chủ.

#### 20.3. CÁC BƯỚC PHÂN TÍCH CẦU DÂY VẮNG TRÊN MIDAS.

##### 20.3.1. Khai báo vật liệu.

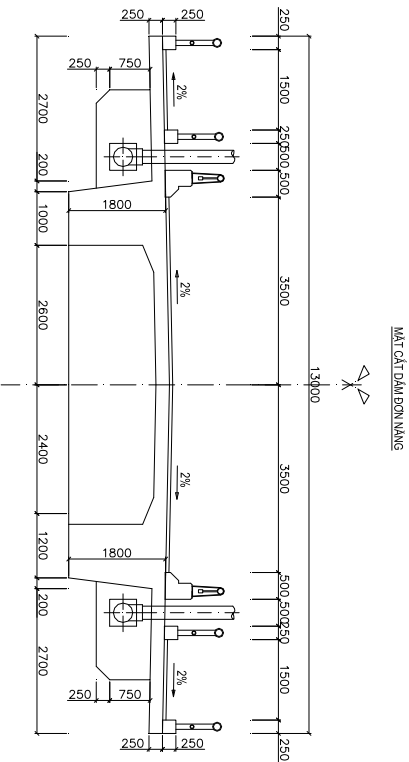
- Vật liệu Bê tông dầm chủ:
  - + Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f_c' = 45 \text{ Mpa}$ .
  - + Mô đun đàn hồi:  $E_c = 36057 \text{ Mpa} = 36057000 \text{ kN/m}^2$ .
  - + Hệ số poisson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
  - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ .
- Vật liệu Bê tông Tháp:
  - + Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ .
  - + Mô đun đàn hồi:  $E_c = 39944 \text{ Mpa} = 39944000 \text{ kN/m}^2$ .
  - + Hệ số poisson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
  - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$ .
- Vật liệu Bê tông trụ:
  - + Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày:  $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ .
  - + Mô đun đàn hồi:  $E_c = 39944 \text{ Mpa} = 39944000 \text{ kN/m}^2$ .
  - + Hệ số poisson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
  - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$ .
- Vật liệu cấp DUL:
  - + Giới hạn kéo đứt:  $f_{bu} = 1860 \text{ Mpa} = 1860000 \text{ (kN/m}^2)$ .
  - + Giới hạn chảy:  $f_{ty} = 1670 \text{ Mpa} = 1670000 \text{ (kN/m}^2)$ .
  - + Mô đun đàn hồi:  $E_{ps} = 1,97 \cdot 10^5 \text{ Mpa} = 1,97 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ .
  - + Hệ số poisson: 0,3.
  - + Hệ số giãn nở nhiệt:  $1,17 \cdot 10^{-5}$ .
  - + Trọng lượng riêng:  $\gamma_c = 78,5 \text{ kN/m}^3$ .

- Khai báo thuộc tính co ngót và từ biến của bê tông.
- Khai báo thuộc tính thay đổi cường độ của bê tông.
- Gắn thuộc tính cho bê tông.

**20.3.2. Khai báo mặt cắt.**

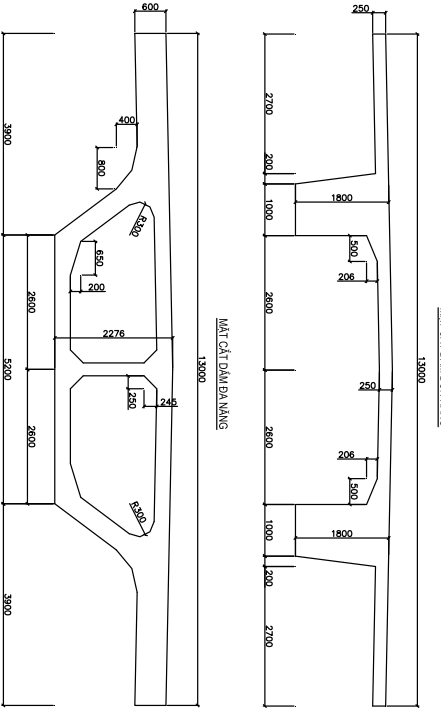
**a. Khai báo mặt cắt đầm chũ.**

- Dầm chũ là dầm đơn năng được cấu tạo chỉ tiết như hình vẽ.



- Dạng mặt cắt dầm đơn năng này trong Midas không có kiểu mặt cắt mẫu, do đó ta phải vẽ mặt cắt từ AutoCad, sau đó nhập vào trong Midas theo trình tự như sau:

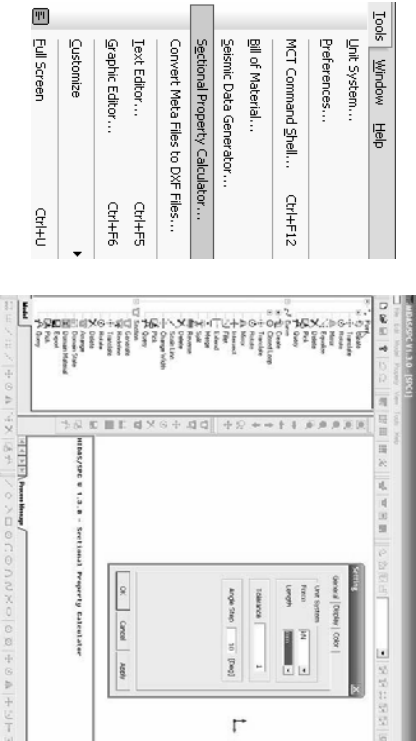
**Bước 1 :** Vẽ mặt cắt trên AutoCAD với các kích thước thiết kế như hình vẽ.



**Bước 2:** Vào menu **File/Save as/Ghi file dưới dạng file \*.dxf** (Ví dụ đặt tên file là **MC Nguyễn CDV.dxf**)

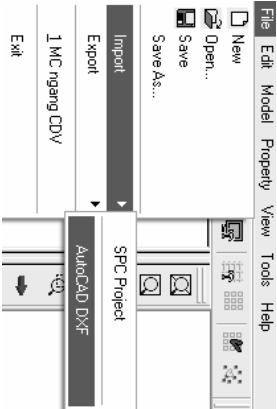


**Bước 3:** Vào **Midas/Tool/Sectional Property Calculator**.

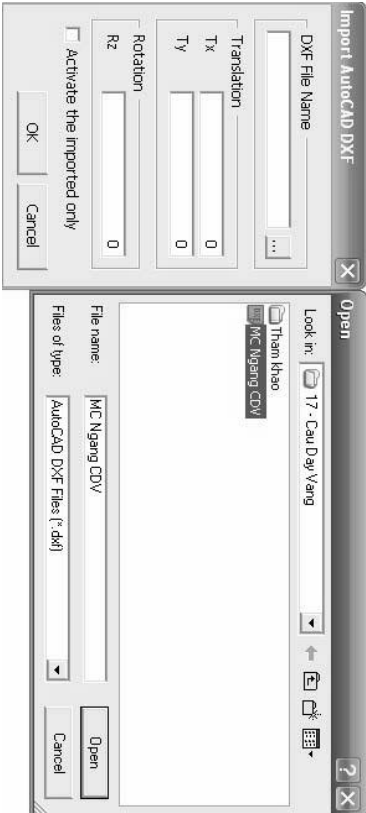


- Chọn đơn vị lực là KN và đơn vị chiều dài là mm.
- Ấn nút OK để chấp nhận đơn vị.

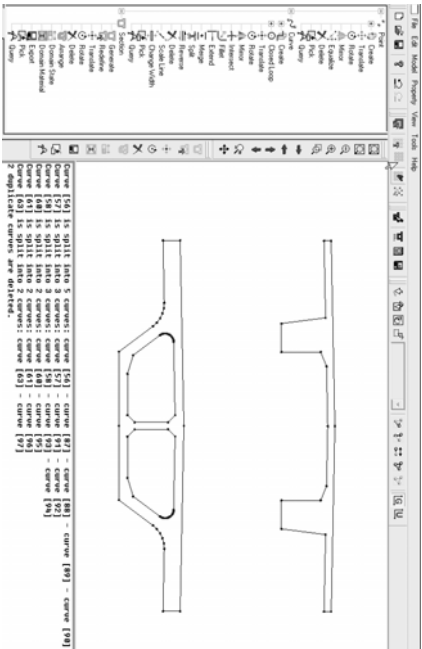
**Bước 4:** Vào menu **File/Import/AutoCAD DXF**



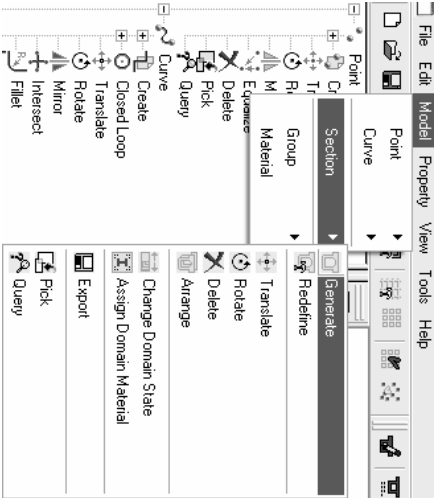
- Ấn vào nút ba chấm “...” để dẫn đến vị trí file “MC Ngang CDV.dxf”
- Chọn file và ấn nút “Open” để mở file.



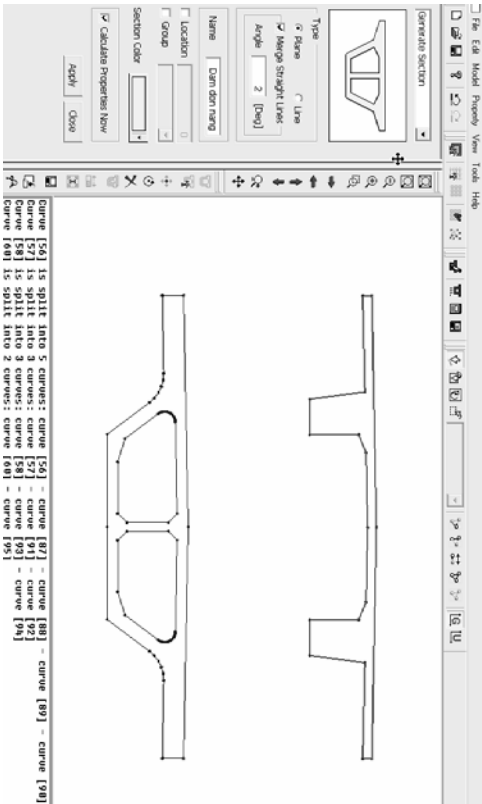
- Ấn phím “Yes” để chấp nhận các đối tượng trùng nhau nếu có.
- Như vậy mặt cắt ngang đã được nhập vào trong chương trình Midas/SPC



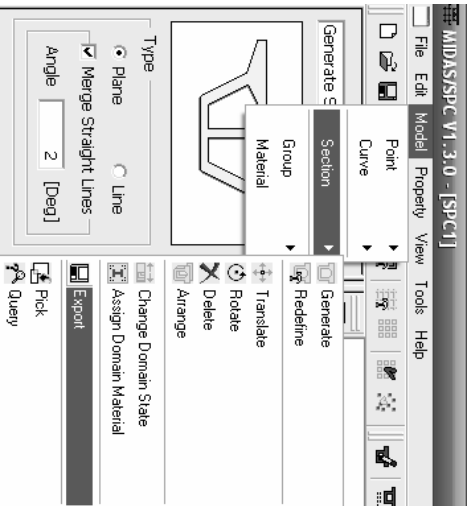
**Bước 5:** Vào menu **Model/Section/Generate**



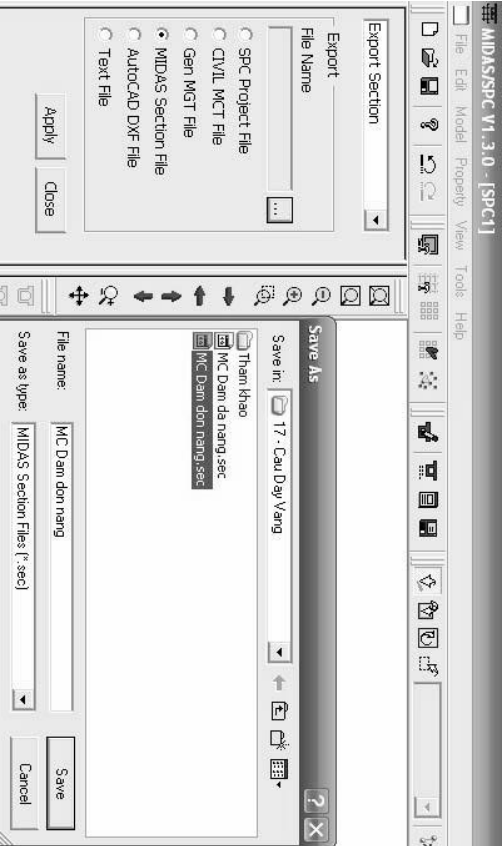
- Đặt tên mặt cắt ở ô: “Name” => “MC Dam đơn nang”
- Đánh dấu vào ô chọn: “Calculate Properties Now”.
- Dùng chuột quét toàn bộ mặt cắt dầm.
- Ấn phím “Apply” để tính toán đặc trưng hình học của mặt cắt.
- Tương tự như vậy khi tính toán đặc trưng hình học của mặt cắt dầm đa năng.



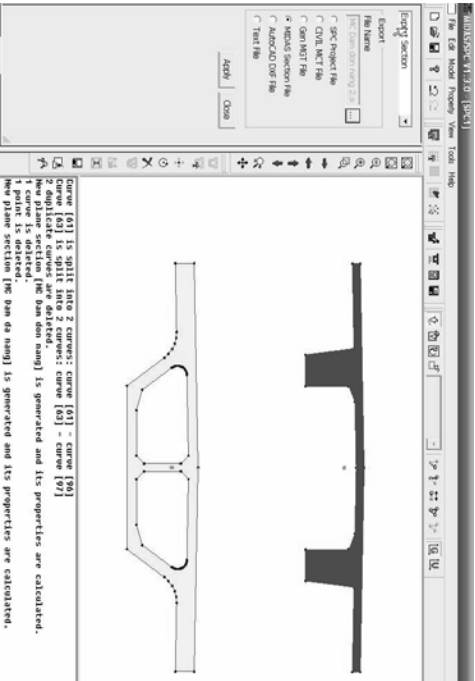
**Bước 6:** Vào menu *Model/Section/Export*



- Dành dấu vào ô: *"MIDAS section file"*.
- Ấn vào nút ba chấm "... " để đặt tên file: Ví dụ: *"MC Dam đơn nang.sec"*
- Ấn phím *"Save"* để lưu file.

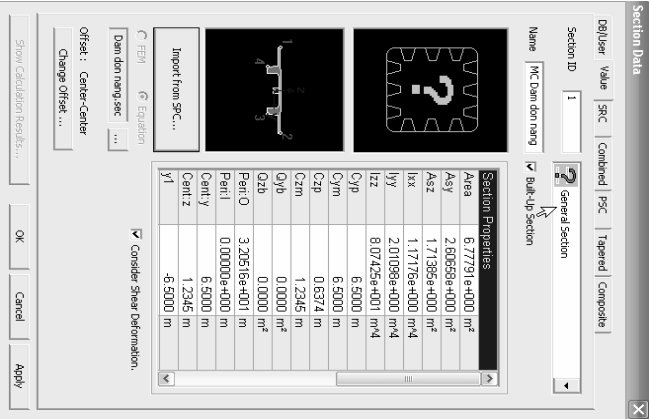


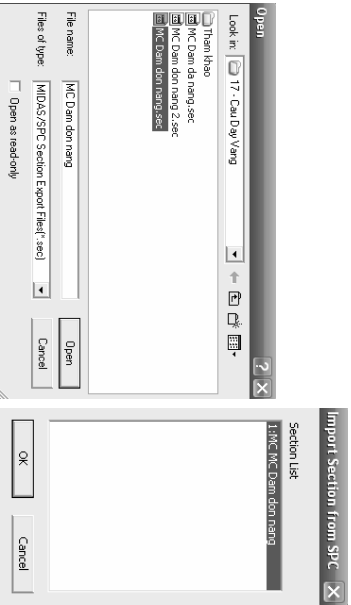
- Dùng chuột quét toàn bộ mặt cắt dần, khi đó mặt cắt dần được chọn sẽ chuyển thành màu đỏ.
- Ấn phím *"Apply"* để xuất mặt cắt sang dạng mặt cắt của Midas.
- Làm tương tự như vậy với mặt cắt dần đa năng.



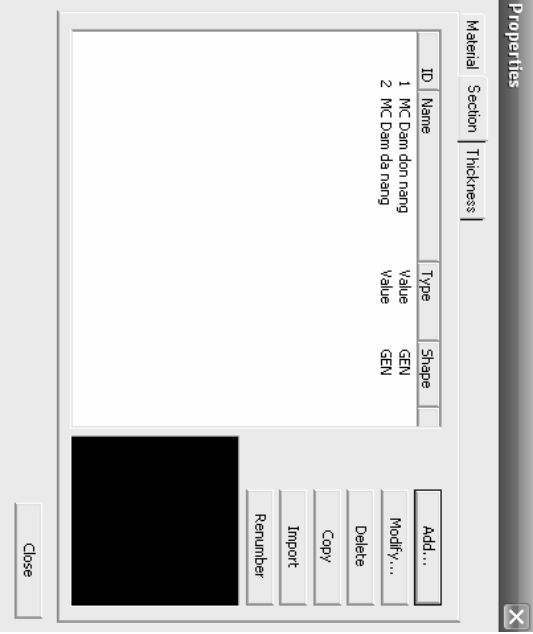
**Bước 7:** Trở lại màn hình làm việc chính của Midas.

- *Model (hoặc Nhập phải chuột)/Properties/Section.*
- Ấn phím *"Add"* để tạo một mặt cắt mới.
- Chọn của số *"Value/General Section/Import from SPC"*.
- Chọn file *"MC Dam đơn nang.sec"*.
- Ấn phím *"OK"* để chấp nhận mặt cắt.

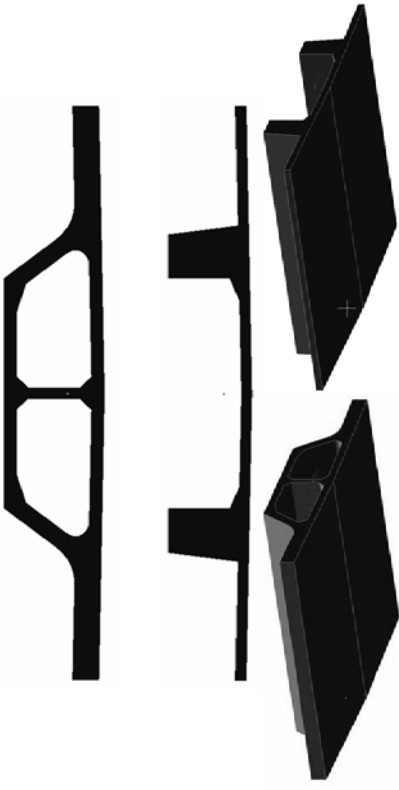




- Mặt cắt được nhập vào trong Midas với các thông số như: Diện tích mặt cắt, diện tích chịu cắt, mômen quán tính, khoảng cách từ trọng tâm mặt cắt đến mép ngoài của mặt cắt...
- Đặt tên mặt cắt vào ô **“Name”**.
- Ấn phím **“OK”** để chấp nhận.
- Làm tương tự với **“MC Dam đa năng”** ta được 2 mặt cắt dầm nhập từ AutoCAD sang Midas.



- Các mặt cắt dầm chủ sau khi khai báo.

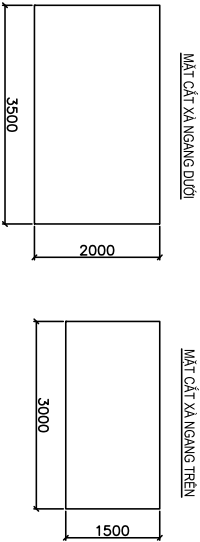
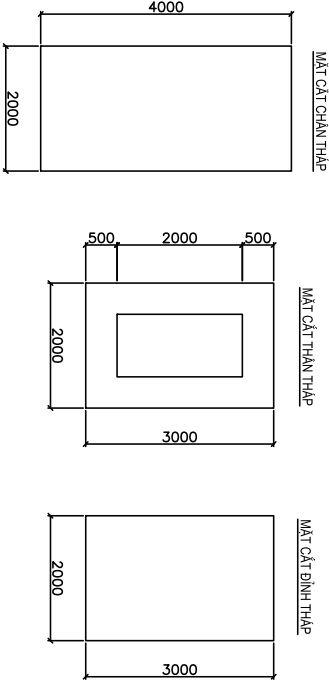


**b. Khai báo mặt cắt dầm ngang.**

- Mặt cắt dầm ngang là mặt cắt hình chữ nhật, có chiều cao là  $H=1,6m$  và chiều rộng  $b=0,3m$ .

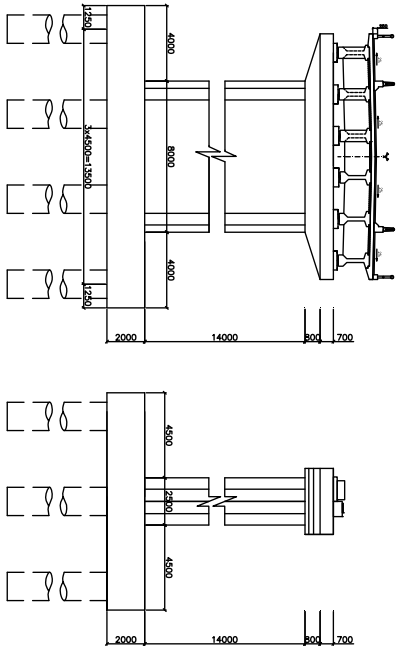
**c. Khai báo mặt cắt thấp cầu.**

- Thập cầu được cấu tạo theo dạng mặt cắt hợp đặc hoặc hợp rỗng với các kích thước thiết kế như hình vẽ.

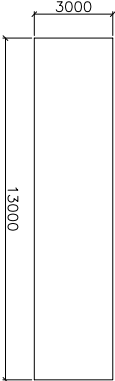


d. Khai báo mặt cắt Trụ cầu.

- Cấu tạo trụ cầu T4.

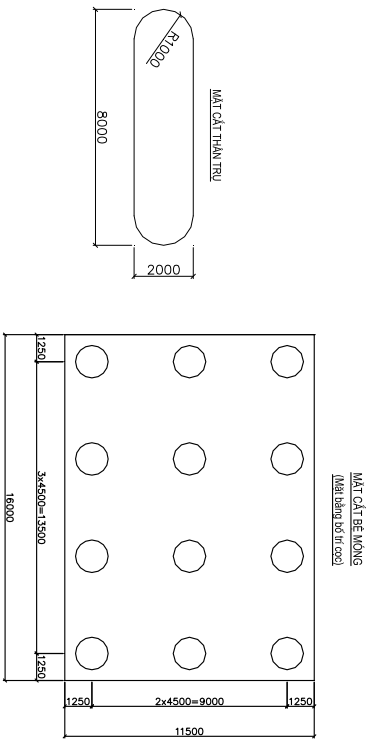


- Mặt cắt xà mũ trụ.



- Mặt cắt xà mũ thay đổi.

- Mặt cắt thân trụ và mặt cắt bệ trụ.



e. Khai báo mặt cắt cho Dây văng.

- Dây văng được thiết kế theo dạng bó gồm các tao tạo cấp 7 sợi xoắn có đường kính danh định là 15,2mm.

- Bảng số liệu thiết kế các dây văng:

| STT | Dây văng | Số tao cấp n(tao) | Đường kính (mm) | Diện tích A (m <sup>2</sup> ) | Ghi chú |
|-----|----------|-------------------|-----------------|-------------------------------|---------|
| 1   | 1        | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 2   | 2        | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 3   | 3        | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 4   | 4        | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 5   | 5        | 32                |                 | 0,00448                       |         |
| 6   | 6        | 32                |                 | 0,00448                       |         |
| 7   | 7        | 32                |                 | 0,00448                       |         |
| 8   | 8        | 37                |                 | 0,00518                       |         |
| 9   | 9        | 37                |                 | 0,00518                       |         |
| 10  | 10       | 48                |                 | 0,00672                       |         |
| 11  | 11       | 48                |                 | 0,00672                       |         |
| 12  | 1'       | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 13  | 2'       | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 14  | 3'       | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 15  | 4'       | 24                |                 | 0,00336                       |         |
| 16  | 5'       | 32                |                 | 0,00448                       |         |
| 17  | 6'       | 32                |                 | 0,00448                       |         |
| 18  | 7'       | 32                |                 | 0,00448                       |         |
| 19  | 8'       | 37                |                 | 0,00518                       |         |
| 20  | 9'       | 37                |                 | 0,00518                       |         |
| 21  | 10'      | 37                |                 | 0,00518                       |         |
| 22  | 11'      | 37                |                 | 0,00518                       |         |

- Khai báo mặt cắt dây văng:

### 20.3.3. Mô hình kết cấu nhíp.

### 20.3.4. Gán vật liệu cho kết cấu.

### 20.3.5. Gán mặt cắt cho kết cấu.

### 20.3.6. Đặt tên lại phần tử.

- Dầm chủ ở phía bên trái đặt tên nút và phần tử từ 100 trở đi.
- Dầm chủ ở phía bên phải đặt tên nút và phần tử từ 200 trở đi.
- Tháp 1 (T2) đặt tên nút và phần tử từ 300 trở đi.
- Tháp 2 (T3) đặt tên nút và phần tử từ 400 trở đi.
- Trụ 1 (T1) đặt tên nút và phần tử từ 500 trở đi.
- Trụ 2 (T4) đặt tên nút và phần tử từ 600 trở đi.
- Mặt phẳng dây 1 phía bên trái đặt tên nút và phần tử từ 700 trở đi.
- Mặt phẳng dây 1 phía bên phải đặt tên nút và phần tử từ 800 trở đi.
- Mặt phẳng dây 2 phía bên trái đặt tên nút và phần tử từ 900 trở đi.
- Mặt phẳng dây 2 phía bên phải đặt tên nút và phần tử từ 1000 trở đi.
- Các dầm ngang phía bên trái đặt tên nút và phần tử từ 1100 trở đi.
- Các dầm ngang phía bên phải đặt tên nút và phần tử từ 1200 trở đi.

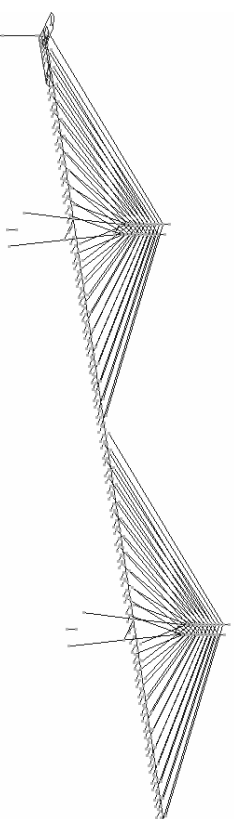
- Nguyễn Văn Vinh -

63

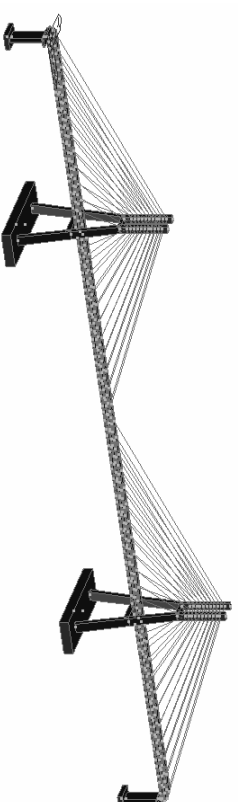
BỘ MÔN CẦU HẦM - DH GTVT

- Kết quả mô hình kết cấu nhíp:

+ Mô hình hệ thanh:



+ Mô hình hoàn chỉnh sau khi Render.



### 20.3.7. Khai báo nhóm điều kiện biên.

- BG1: Liên kết ngàm tại chân trụ tháp  $T_2$ ,  $T_3$  và liên kết cứng giữa bệ tháp với thân tháp.
- BG2: Liên kết ngàm tại chân trụ  $T_1$  và  $T_4$ .
- BG3: Liên kết cứng trên đỉnh trụ tháp  $T_2$  và  $T_3$  khi thi công hẫng.
- BG4: Gối di động ở hai đầu dầm trên đỉnh trụ. Các thông số của gối di động như sau:  
 $+ SD_x = 1.8 \cdot 10^8 \text{ kN/m}$ ;  $SD_y = 2 \cdot 10^{20} \text{ kN/m}$ ;  $SD_z = 0$   
 $+ SR_y = 0 \text{ kN/m}$ ;  $SR_x = SR_z = 2 \cdot 10^{20} \text{ kN/m}$ .
- BG5: Gối trên đỉnh trụ (gối chấu thép). Các thông số của gối di động như sau:  
 $+ \text{Gối cố định: } SD_x = 1.8 \cdot 10^8 \text{ kN/m}$ ;  $SD_y = SD_z = 2 \cdot 10^{20} \text{ kN/m}$ .  
 $SR_y = 0 \text{ kN/m}$ ;  $SR_x = SR_z = 2 \cdot 10^{20} \text{ kN/m}$ .  
 $+ \text{Gối di động: } SD_x = 1.8 \cdot 10^8 \text{ kN/m}$ ;  $SD_y = 2 \cdot 10^{20} \text{ kN/m}$ ;  $SD_z = 0$   
 $SR_y = 0 \text{ kN/m}$ ;  $SR_x = SR_z = 2 \cdot 10^{20} \text{ kN/m}$ .
- $T_2LKDV_1 \div T_2LKDV_{11}$ : Liên kết của các dây văng trên đỉnh trụ  $T_2$  với dầm chủ, từ dây văng số 1 đến dây văng số 11.
- $T_2LKDV_1 \div T_2LKDV_{11}$ : Liên kết của các dây văng trên đỉnh trụ  $T_2$  với dầm chủ, từ dây văng số 1' đến dây văng số 11'.
- $T_3LKDV_1 \div T_3LKDV_{11}$ : Liên kết của các dây văng trên đỉnh trụ  $T_3$  với dầm chủ, từ dây văng số 1 đến dây văng số 11.
- $T_3LKDV_1 \div T_3LKDV_{11}$ : Liên kết của các dây văng trên đỉnh trụ  $T_3$  với dầm chủ, từ dây văng số 1' đến dây văng số 11'.

- Nguyễn Văn Vinh -

64

BỘ MÔN CẦU HẦM - DH GTVT



- $T_2LKDN_0 \div T_2LKDN_{,0'}$ : Liên kết của dầm ngang trên đỉnh trụ  $T_2$  với dầm chủ, từ dầm ngang của đốt  $K_0$  đến dầm ngang của đốt  $K_{10}$ .
  - $T_3LKDN_0 \div T_3LKDN_{,0'}$ : Liên kết của dầm ngang trên đỉnh trụ  $T_3$  với dầm chủ, từ dầm ngang của đốt  $K_0$  đến dầm ngang của đốt  $K_{10}$ .
  - LKDNgiữa : Liên kết của dầm ngang giữa với dầm chủ.
- 20.3.8. Gán điều kiện biên cho kết cấu.**
- 20.3.9. Tính toán ĐCNL bằng Môđun Unknown load factor.**
- Khai báo trường hợp tải trọng.

| STT | Tên tải trọng    | Loại tải trọng   | Mô tả tải trọng         |
|-----|------------------|------------------|-------------------------|
| 1   | Tĩnh tại 1       | User Define Load | Tĩnh tại chất thêm (DC) |
| 2   | Tĩnh tại 2       | User Define Load | Tĩnh tại chất thêm (DW) |
| 3   | Lực căng dây 1   | User Define Load | Lực căng dây vàng 1     |
| 4   | Lực căng dây 2   | User Define Load | Lực căng dây vàng 2     |
| 5   | Lực căng dây 3   | User Define Load | Lực căng dây vàng 3     |
| 6   | Lực căng dây 4   | User Define Load | Lực căng dây vàng 4     |
| 7   | Lực căng dây 5   | User Define Load | Lực căng dây vàng 5     |
| 8   | Lực căng dây 6   | User Define Load | Lực căng dây vàng 6     |
| 9   | Lực căng dây 7   | User Define Load | Lực căng dây vàng 7     |
| 10  | Lực căng dây 8   | User Define Load | Lực căng dây vàng 8     |
| 11  | Lực căng dây 9   | User Define Load | Lực căng dây vàng 9     |
| 12  | Lực căng dây 10  | User Define Load | Lực căng dây vàng 10    |
| 13  | Lực căng dây 11  | User Define Load | Lực căng dây vàng 11    |
| 14  | Lực căng dây 1'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 1'    |
| 15  | Lực căng dây 2'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 2'    |
| 16  | Lực căng dây 3'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 3'    |
| 17  | Lực căng dây 4'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 4'    |
| 18  | Lực căng dây 5'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 5'    |
| 19  | Lực căng dây 6'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 6'    |
| 20  | Lực căng dây 7'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 7'    |
| 21  | Lực căng dây 8'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 8'    |
| 22  | Lực căng dây 9'  | User Define Load | Lực căng dây vàng 9'    |
| 23  | Lực căng dây 10' | User Define Load | Lực căng dây vàng 10'   |
| 24  | Lực căng dây 11' | User Define Load | Lực căng dây vàng 11'   |

- Gán tĩnh tải:
  - + Việc tính toán ĐCNL nhằm triệt tiêu biến dạng của kết cấu nhip dưới tác dụng của tĩnh tải và tạo ra độ võng mong muốn cho kết cấu nhip.
  - + Tĩnh tải bao gồm trọng lượng bản thân dầm và lớp phủ mặt cầu:
$$q_{linh}^b = DC_{lc} + DW_{lc} = 183,13 \text{ KN/m.}$$
- Gán lực căng đơn vị trong các dây vàng bằng 1 kN.
- Thành lập tổ hợp tải trọng để ĐCNL.
- Chạy chương trình.
- Sử dụng môđun Unknown load factor để tính toán lực căng sơ chỉnh trong các dây vàng.

- 20.3.10. Lưu file thành file khác để phân tích thi công.**
- 20.3.11. Tạo nhóm kết cấu.**

- Trụ tháp :  $T_2, T_3$ .
  - Trụ :  $T_1, T_4$
  - Các đốt dầm trên đỉnh trụ  $T_2$ :  $T_2K_0 \div T_2K_{10}$
  - Các đốt dầm trên đỉnh trụ  $T_3$ :  $T_3K_0 \div T_3K_{10}$
  - Đốt hợp long nhip giữa: HLgiữa
  - Các dầm ngang trên đỉnh trụ  $T_2$ :  $T_2DN_0 \div T_2DN_{10}$
  - Các dầm ngang trên đỉnh trụ  $T_3$ :  $T_3DN_0 \div T_3DN_{10}$
  - Các dây vàng trên đỉnh trụ  $T_2$  (bên trái trụ  $T_2$ ):  $T_2DV_1 \div T_2DV_{11}$
  - Các dây vàng trên đỉnh trụ  $T_2$  (bên phải trụ  $T_2$ ):  $T_2DV_{-1} \div T_2DV_{-11}$
  - Các dây vàng trên đỉnh trụ  $T_3$  (bên phải trụ  $T_3$ ):  $T_3DV_1 \div T_3DV_{11}$
  - Các dây vàng trên đỉnh trụ  $T_3$  (bên trái trụ  $T_3$ ):  $T_3DV_{-1} \div T_3DV_{-11}$
- 20.3.12. Gán phần tử cho nhóm kết cấu.**
- Danh sách các phần tử thuộc nhóm trụ và dầm.

| STT | Tên Nhóm    | Tên nút                 | Ghi chú    |
|-----|-------------|-------------------------|------------|
| 1   | $T_2$       | 300 to 335              | 300 to 332 |
| 2   | $T_3$       | 400 to 435              | 400 to 432 |
| 3   | $T_1$       | 500 to 508              | 500 to 503 |
| 4   | $T_4$       | 600 to 608              | 600 to 603 |
| 5   | $T_2K_0$    |                         | 130 to 135 |
| 6   | $T_2K_1$    | 127 128 129 136 137 138 |            |
| 7   | $T_2K_2$    | 124 125 126 139 140 141 |            |
| 8   | $T_2K_3$    | 121 122 123 142 143 144 |            |
| 9   | $T_2K_4$    | 118 119 120 145 146 147 |            |
| 10  | $T_2K_5$    | 115 116 117 148 149 150 |            |
| 11  | $T_2K_6$    | 112 113 114 151 152 153 |            |
| 12  | $T_2K_7$    | 109 110 111 154 155 156 |            |
| 13  | $T_2K_8$    | 106 107 108 157 158 159 |            |
| 14  | $T_2K_9$    | 103 104 105 160 161 162 |            |
| 15  | $T_2K_{10}$ | 100 101 102 163 164 165 |            |
| 16  | $T_3K_0$    | 230 to 235              |            |
| 17  | $T_3K_1$    | 227 228 229 236 237 238 |            |
| 18  | $T_3K_2$    | 224 225 226 239 240 241 |            |
| 19  | $T_3K_3$    | 221 222 223 242 243 244 |            |
| 20  | $T_3K_4$    | 218 219 220 245 246 247 |            |
| 21  | $T_3K_5$    | 215 216 217 248 249 250 |            |
| 22  | $T_3K_6$    | 212 213 214 251 252 253 |            |
| 23  | $T_3K_7$    | 209 210 211 254 255 256 |            |
| 24  | $T_3K_8$    | 206 207 208 257 258 259 |            |
| 25  | $T_3K_9$    | 203 204 205 260 261 262 |            |
| 26  | $T_3K_{10}$ | 200 201 202 263 264 265 |            |
| 27  | HLgiữa      | 166 266                 |            |

- Danh sách các phần tử thuộc nhóm dầm ngang.

| STT | Tên Nhóm                        | Tên nút | Tên phần tử         | Ghi chú |
|-----|---------------------------------|---------|---------------------|---------|
| 1   | T <sub>2</sub> DN <sub>0</sub>  |         | 11200c1124          |         |
| 2   | T <sub>2</sub> DN <sub>1</sub>  |         | 1118 1119 1125 1126 |         |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>2</sub>  |         | 1116 1117 1127 1128 |         |
| 4   | T <sub>2</sub> DN <sub>3</sub>  |         | 1114 1115 1129 1130 |         |
| 5   | T <sub>2</sub> DN <sub>4</sub>  |         | 1112 1113 1131 1132 |         |
| 6   | T <sub>2</sub> DN <sub>5</sub>  |         | 1110 1111 1133 1134 |         |
| 7   | T <sub>2</sub> DN <sub>6</sub>  |         | 1108 1109 1135 1136 |         |
| 8   | T <sub>2</sub> DN <sub>7</sub>  |         | 1106 1107 1137 1138 |         |
| 9   | T <sub>2</sub> DN <sub>8</sub>  |         | 1104 1105 1139 1140 |         |
| 10  | T <sub>2</sub> DN <sub>9</sub>  |         | 1102 1103 1141 1142 |         |
| 11  | T <sub>2</sub> DN <sub>10</sub> |         | 1100 1101 1143 1144 |         |
| 12  | DNHLqua                         |         | 1145                |         |
| 13  | T <sub>3</sub> DN <sub>0</sub>  |         | 12200c1224          |         |
| 14  | T <sub>3</sub> DN <sub>1</sub>  |         | 1218 1219 1225 1226 |         |
| 15  | T <sub>3</sub> DN <sub>2</sub>  |         | 1216 1217 1227 1228 |         |
| 16  | T <sub>3</sub> DN <sub>3</sub>  |         | 1214 1215 1229 1230 |         |
| 17  | T <sub>3</sub> DN <sub>4</sub>  |         | 1212 1213 1231 1232 |         |
| 18  | T <sub>3</sub> DN <sub>5</sub>  |         | 1210 1211 1233 1234 |         |
| 19  | T <sub>3</sub> DN <sub>6</sub>  |         | 1208 1209 1235 1236 |         |
| 20  | T <sub>3</sub> DN <sub>7</sub>  |         | 1206 1207 1237 1238 |         |
| 21  | T <sub>3</sub> DN <sub>8</sub>  |         | 1204 1205 1239 1240 |         |
| 22  | T <sub>3</sub> DN <sub>9</sub>  |         | 1202 1203 1241 1242 |         |
| 23  | T <sub>3</sub> DN <sub>10</sub> |         | 1200 1201 1243 1244 |         |

- Danh sách các phần tử thuộc nhóm dầm văng trên đỉnh trụ T<sub>2</sub>.

| STT | Tên Nhóm                        | Tên nút | Tên phần tử | Ghi chú |
|-----|---------------------------------|---------|-------------|---------|
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>1</sub>  |         | 710 910     |         |
| 2   | T <sub>2</sub> DV <sub>2</sub>  |         | 709 909     |         |
| 3   | T <sub>2</sub> DV <sub>3</sub>  |         | 708 908     |         |
| 4   | T <sub>2</sub> DV <sub>4</sub>  |         | 707 907     |         |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>5</sub>  |         | 706 906     |         |
| 6   | T <sub>2</sub> DV <sub>6</sub>  |         | 705 905     |         |
| 7   | T <sub>2</sub> DV <sub>7</sub>  |         | 704 904     |         |
| 8   | T <sub>2</sub> DV <sub>8</sub>  |         | 703 903     |         |
| 9   | T <sub>2</sub> DV <sub>9</sub>  |         | 702 902     |         |
| 10  | T <sub>2</sub> DV <sub>10</sub> |         | 701 901     |         |
| 11  | T <sub>2</sub> DV <sub>11</sub> |         | 700 900     |         |
| 12  | T <sub>2</sub> DV <sub>12</sub> |         | 711 911     |         |
| 13  | T <sub>2</sub> DV <sub>13</sub> |         | 712 912     |         |
| 14  | T <sub>2</sub> DV <sub>14</sub> |         | 713 913     |         |
| 15  | T <sub>2</sub> DV <sub>15</sub> |         | 714 914     |         |
| 16  | T <sub>2</sub> DV <sub>16</sub> |         | 715 915     |         |
| 17  | T <sub>2</sub> DV <sub>17</sub> |         | 716 916     |         |
| 18  | T <sub>2</sub> DV <sub>18</sub> |         | 717 917     |         |
| 19  | T <sub>2</sub> DV <sub>19</sub> |         | 718 918     |         |
| 20  | T <sub>2</sub> DV <sub>20</sub> |         | 719 919     |         |
| 21  | T <sub>2</sub> DV <sub>21</sub> |         | 720 920     |         |
| 22  | T <sub>2</sub> DV <sub>22</sub> |         | 721 921     |         |

- Danh sách các phần tử thuộc nhóm dầm văng trên đỉnh trụ T<sub>3</sub>.

| STT | Tên Nhóm                        | Tên nút | Tên phần tử | Ghi chú |
|-----|---------------------------------|---------|-------------|---------|
| 1   | T <sub>3</sub> DV <sub>1</sub>  |         | 810 1010    |         |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>2</sub>  |         | 809 1009    |         |
| 3   | T <sub>3</sub> DV <sub>3</sub>  |         | 808 1008    |         |
| 4   | T <sub>3</sub> DV <sub>4</sub>  |         | 807 1007    |         |
| 5   | T <sub>3</sub> DV <sub>5</sub>  |         | 806 1006    |         |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>6</sub>  |         | 805 1005    |         |
| 7   | T <sub>3</sub> DV <sub>7</sub>  |         | 804 1004    |         |
| 8   | T <sub>3</sub> DV <sub>8</sub>  |         | 803 1003    |         |
| 9   | T <sub>3</sub> DV <sub>9</sub>  |         | 802 1002    |         |
| 10  | T <sub>3</sub> DV <sub>10</sub> |         | 801 1001    |         |
| 11  | T <sub>3</sub> DV <sub>11</sub> |         | 800 1000    |         |
| 12  | T <sub>3</sub> DV <sub>12</sub> |         | 811 1011    |         |
| 13  | T <sub>3</sub> DV <sub>13</sub> |         | 812 1012    |         |
| 14  | T <sub>3</sub> DV <sub>14</sub> |         | 813 1013    |         |
| 15  | T <sub>3</sub> DV <sub>15</sub> |         | 814 1014    |         |
| 16  | T <sub>3</sub> DV <sub>16</sub> |         | 815 1015    |         |
| 17  | T <sub>3</sub> DV <sub>17</sub> |         | 816 1016    |         |
| 18  | T <sub>3</sub> DV <sub>18</sub> |         | 817 1017    |         |
| 19  | T <sub>3</sub> DV <sub>19</sub> |         | 818 1018    |         |
| 20  | T <sub>3</sub> DV <sub>20</sub> |         | 819 1019    |         |
| 21  | T <sub>3</sub> DV <sub>21</sub> |         | 820 1020    |         |
| 22  | T <sub>3</sub> DV <sub>22</sub> |         | 821 1021    |         |

20.3.13. Khai báo trường hợp tải trọng.

| STT | Tên tải trọng    | Loại tải trọng          | Mô tả tải trọng           |
|-----|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1   | Ban thân         | Construction stage Load | Trọng lượng bản thân (DC) |
| 2   | XD               | Construction stage Load | Tải trọng xe đúc          |
| 3   | BT               | Construction stage Load | Trọng lượng bê tông cốt   |
| 4   | TC               | Construction stage Load | Tải trọng thi công        |
| 5   | DUL              | Construction stage Load | Tải trọng dự ứng lực      |
| 6   | Tính tại 2       | Construction stage Load | Tính tải chất thêm (DW)   |
| 7   | Lực căng dây 1   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 1       |
| 8   | Lực căng dây 2   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 2       |
| 9   | Lực căng dây 3   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 3       |
| 10  | Lực căng dây 4   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 4       |
| 11  | Lực căng dây 5   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 5       |
| 12  | Lực căng dây 6   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 6       |
| 13  | Lực căng dây 7   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 7       |
| 14  | Lực căng dây 8   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 8       |
| 15  | Lực căng dây 9   | Construction stage Load | Lực căng dây văng 9       |
| 16  | Lực căng dây 10  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 10      |
| 17  | Lực căng dây 11  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 11      |
| 18  | Lực căng dây 1'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 1'      |
| 19  | Lực căng dây 2'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 2'      |
| 20  | Lực căng dây 3'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 3'      |
| 21  | Lực căng dây 4'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 4'      |
| 22  | Lực căng dây 5'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 5'      |
| 23  | Lực căng dây 6'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 6'      |
| 24  | Lực căng dây 7'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 7'      |
| 25  | Lực căng dây 8'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 8'      |
| 26  | Lực căng dây 9'  | Construction stage Load | Lực căng dây văng 9'      |
| 27  | Lực căng dây 10' | Construction stage Load | Lực căng dây văng 10'     |
| 28  | Lực căng dây 11' | Construction stage Load | Lực căng dây văng 11'     |

20.3.14. Khai báo nhóm tải trọng xe đúc.

- Xe đúc thi công các đốt dầm:  $XD_1 \div XD_{10}$
- Xe đúc hợp long giữa nhịp: XDHLgữa.

20.3.15. Gán tải trọng xe đúc.

- Bảng gán thông số tải trọng xe đúc:

| STT | Tên Nhóm | Nhóm 1<br>(Xe đúc ở bên trái trụ) |            |              | Nhóm 2<br>(Xe đúc ở bên phải trụ) |            |              |
|-----|----------|-----------------------------------|------------|--------------|-----------------------------------|------------|--------------|
|     |          | Nút                               | $P_z$ (kN) | $M_y$ (kN.m) | Nút                               | $P_z$ (kN) | $M_y$ (kN.m) |
| 1   | $XD_1$   | 130 236                           | -800       | -1600        | 136 230                           | -800       | 1600         |
| 2   | $XD_2$   | 127 239                           | -800       | -1600        | 139 227                           | -800       | 1600         |
| 3   | $XD_3$   | 124 242                           | -800       | -1600        | 142 224                           | -800       | 1600         |
| 4   | $XD_4$   | 121 245                           | -800       | -1600        | 145 221                           | -800       | 1600         |
| 5   | $XD_5$   | 118 248                           | -800       | -1600        | 148 218                           | -800       | 1600         |
| 6   | $XD_6$   | 115 251                           | -800       | -1600        | 151 215                           | -800       | 1600         |

|    |                             |         |      |       |         |      |      |
|----|-----------------------------|---------|------|-------|---------|------|------|
| 7  | $XD_7$                      | 112 254 | -800 | -1600 | 154 212 | -800 | 1600 |
| 8  | $XD_8$                      | 109 257 | -800 | -1600 | 157 209 | -800 | 1600 |
| 9  | $XD_9$                      | 106 260 | -800 | -1600 | 160 206 | -800 | 1600 |
| 10 | $XD_{10}$                   | 103 263 | -800 | -1600 | 163 203 | -800 | 1600 |
| 11 | $XD_{H\grave{a}l\grave{u}a$ | 266     | -400 |       | 166     | -400 |      |

20.3.16. Khai báo nhóm tải trọng bê tông cốt.

- Trọng lượng bản thân các đốt đúc:  $BT_1 \div BT_{10}$
- Trọng lượng cốt hợp long giữa nhịp: BTHLgữa.

20.3.17. Gán tải trọng bê tông cốt.

- Diện tích mặt cắt ngang dầm:  $A = 6,7779\text{ m}^2$ .
  - Chiều dài của một đốt dầm:  $L_{\text{đốt}} = 8\text{ m}$ .
  - Trọng lượng riêng của bê tông:  $\gamma_c = 25\text{ kN/m}^3$ .
- => Trọng lượng của một đốt dầm là:  $P_{\text{đốt}} = 6,7779.8.25 = 1355,58\text{ kN}$ .
- Bảng gán thông số tải trọng bê tông cốt:

| STT | Tên Nhóm                     | Nhóm 1<br>(Bê tông ở bên trái trụ) |            |              | Nhóm 2<br>(Bê tông ở bên phải trụ) |            |              |
|-----|------------------------------|------------------------------------|------------|--------------|------------------------------------|------------|--------------|
|     |                              | Nút                                | $P_z$ (kN) | $M_y$ (kN.m) | Nút                                | $P_z$ (kN) | $M_y$ (kN.m) |
| 1   | $BT_1$                       | 130 236                            | -1355,58   | -5422,32     | 136 230                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 2   | $BT_2$                       | 127 239                            | -1355,58   | -5422,32     | 139 227                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 3   | $BT_3$                       | 124 242                            | -1355,58   | -5422,32     | 142 224                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 4   | $BT_4$                       | 121 245                            | -1355,58   | -5422,32     | 145 221                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 5   | $BT_5$                       | 118 248                            | -1355,58   | -5422,32     | 148 218                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 6   | $BT_6$                       | 115 251                            | -1355,58   | -5422,32     | 151 215                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 7   | $BT_7$                       | 112 254                            | -1355,58   | -5422,32     | 154 212                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 8   | $BT_8$                       | 109 257                            | -1355,58   | -5422,32     | 157 209                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 9   | $BT_9$                       | 106 260                            | -1355,58   | -5422,32     | 160 206                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 10  | $BT_{10}$                    | 103 263                            | -1355,58   | -5422,32     | 163 203                            | -1355,58   | 5422,32      |
| 11  | $BT_{H\grave{a}l\grave{u}a}$ | 266                                | -677,79    |              | 166                                | -677,79    |              |

20.3.18. Khai báo nhóm tải trọng thi công.

- Tải trọng thi công khi thi công các đốt đúc và dầm văng:  $TC_1 \div TC_{10}$ .
- Tải trọng thi công cốt hợp long giữa nhịp: TCHLgữa.

20.3.19. Gán tải trọng thi công.

- Tải trọng thi công được coi là tải trọng phân bố  $q_0 = 2,4\text{ kN/m}^2$ .

=> Tải trọng thi công dải đều:  $q_{lc} = q_0.B_{\text{cải}} = 2,4.13 = 31,2\text{ (kN/m)}$ .

- Bảng gán thông số tải trọng thi công:

| STT | Tên Nhóm | Bên trái |                       | Bên phải |                       | $q_{lc}$<br>(kN/m) |
|-----|----------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|--------------------|
|     |          | Tên nút  | Tên phân tử           | Tên nút  | Tên phân tử           |                    |
| 1   | $TC_1$   |          | 130 to 135            |          | 230 to 235            | 31,2               |
| 2   | $TC_2$   |          | 127 to 129 136 to 138 |          | 227 to 229 236 to 238 | 31,2               |
| 3   | $TC_3$   |          | 124 to 126 133 to 141 |          | 224 to 226 233 to 241 | 31,2               |
| 4   | $TC_4$   |          | 121 to 123 142 to 144 |          | 221 to 223 242 to 244 | 31,2               |

|    |  |                   |                   |      |
|----|--|-------------------|-------------------|------|
| 5  | TC <sub>5</sub>                              | 1180x120 1450x147 | 2180x220 2450x247 | 31,2 |
| 6  | TC <sub>6</sub>                              | 1150x117 1480x150 | 2150x217 2480x250 | 31,2 |
| 7  | TC <sub>7</sub>                              | 1120x114 1510x153 | 2120x214 2510x253 | 31,2 |
| 8  | TC <sub>8</sub>                              | 1090x111 1540x156 | 2090x211 2540x256 | 31,2 |
| 9  | TC <sub>9</sub>                              | 1060x108 1570x159 | 2060x208 2570x259 | 31,2 |
| 10 | TC <sub>10</sub>                             | 1030x105 1600x162 | 2030x205 2600x262 | 31,2 |
| 11 | TCH <sub>11</sub> g <sub>g<sub>g</sub></sub> | 1630x165          | 2630x265          | 31,2 |

20.3.20. Khai báo nhóm tải trọng Dự ứng lực.

- Cốt thép DUL chịu mômen âm: DULAK<sub>0</sub> ÷ DULAK<sub>10</sub>
- Cốt thép DUL chịu mômen âm: DULPK<sub>0</sub> ÷ DULPK<sub>10</sub>
- Cốt thép DUL chịu mômen âm ở nhịp giữa: DULAg<sub>1</sub> ÷ a
- Cốt thép DUL chịu mômen dương ở nhịp giữa: DULDg<sub>1</sub> ÷ a

20.3.21. Gán tải trọng Dự ứng lực.

- Tải trọng DUL sẽ được gán sau khi DCNL và tính được nội lực trong dầm để từ đó tính ra số bố cốt thép DUL cần thiết.

20.3.22. Khai báo nhóm tải trọng lực căng trong dây văng.

- Lực căng trong dây văng: LCDV1 ÷ LCDV11.
- Lực căng trong dây văng: LCDV1' ÷ LCDV11'.

20.3.23. Gán lực căng trong dây văng.

- Giá trị lực căng trong các dây văng được lấy từ bước tính toán DCNL trong dây văng bằng môđun Unknown Load factor.

| STT | Nhíp biên   | Nhíp giữa    | Đơn vị     |
|-----|-------------|--------------|------------|
| 1   | Dây văng 1  | Dây văng 1'  | 1293,97 KN |
| 2   | Dây văng 2  | Dây văng 2'  | 1443,41 KN |
| 3   | Dây văng 3  | Dây văng 3'  | 1371,48 KN |
| 4   | Dây văng 4  | Dây văng 4'  | 1563,76 KN |
| 5   | Dây văng 5  | Dây văng 5'  | 1826,94 KN |
| 6   | Dây văng 6  | Dây văng 6'  | 1942,50 KN |
| 7   | Dây văng 7  | Dây văng 7'  | 2064,25 KN |
| 8   | Dây văng 8  | Dây văng 8'  | 2214,00 KN |
| 9   | Dây văng 9  | Dây văng 9'  | 2317,85 KN |
| 10  | Dây văng 10 | Dây văng 10' | 2299,83 KN |
| 11  | Dây văng 11 | Dây văng 11' | 2070,90 KN |

20.3.24. Khai báo nhóm tải trọng bản thân.

- Tạo nhóm tải trọng bản thân: Ban thân.

20.3.25. Gán tải trọng bản thân.

- Gán trọng lượng bản thân cho kết cấu: self weight.

20.3.26. Khai báo nhóm tải trọng tải giai đoạn 2.

- Tạo nhóm tải trọng chất thêm: Tĩnh tải 2.

20.3.27. Gán tính tải giai đoạn 2 cho kết cấu.

- Tính tải 2 gồm lớp phủ mặt cầu, lan can, gờ chắn bánh: DW = 15,68 (KN/m).

20.3.28. Khai báo hoạt tải.

a. Khai báo tiêu chuẩn.

- Chọn tiêu chuẩn AASHTO LRFD tương đương với tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05.

b. Khai báo làn.

- Khi tính toán thiết kế cần phải xét 2 trường hợp xếp tải:

- + Xếp tải lệch tâm về phía hạ lưu: Khi xếp tải lệch tâm thì tìm của bánh xe ngoài cùng phải xếp cách mép cách chân lan can hoặc gờ chắn bánh tối thiểu là 0,6m.

- + Xếp tải đúng tâm.

- Cầu được thiết kế với khổ cầu là: G7 + 2x1,5 + 2x0,5m. Do đó số làn xe thiết kế là 2 làn và số lề đi bộ thiết kế là 2 lề.

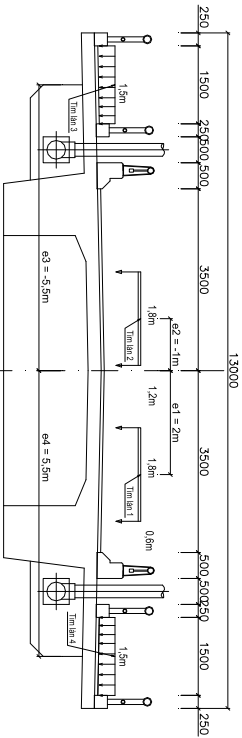
- + Hoạt tải sẽ được xếp trên làn 1 và làn 2.

- + Tải trọng Người sẽ xếp trên làn 3 và làn 4.

- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải lệch tâm.

- + Làn 1: e<sub>1</sub> = 2 m.
- + Làn 2: e<sub>2</sub> = -1 m
- + Làn 3: e<sub>3</sub> = - 5,5 m.
- + Làn 4: e<sub>4</sub> = 5,5 m

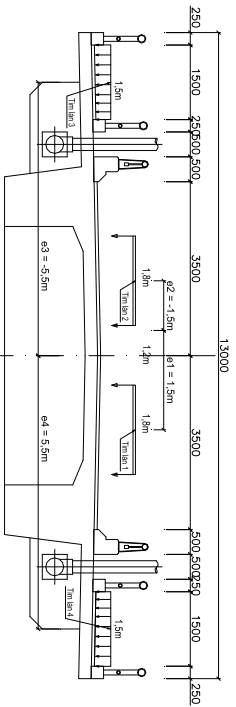
SƠ ĐỒ XẾP TẢI LỆCH TÂM



- Độ lệch tâm của các làn ứng với sơ đồ xếp tải đúng tâm.

- + Làn 1: e<sub>1</sub> = 1,5 m.
- + Làn 2: e<sub>2</sub> = -1,5 m
- + Làn 3: e<sub>3</sub> = - 5,5 m.
- + Làn 4: e<sub>4</sub> = 5,5 m

SƠ ĐỒ XẾP TẢI ĐÚNG TÂM



**c. Khai báo hoạt tải.**

- Khai báo 3 hoạt tải:
  - + HL93K = Xe 3 trục (Truck) + Làn ( Lane).
  - + HL93M = Xe 2 trục (Tandem) + Làn ( Lane).
  - + HL93S = 2 Xe tải xếp cách nhau 15m.
  - + Làn = Tải trọng Làn dài đều  $q_{lan} = 9,3 \text{ kN/m}$
  - + Người: tải trọng Người phân bố là  $q_{Ng}^o = 3\text{kN/m}^2$   
 $\Rightarrow$  Tải trọng Người dài đều là  $q_{Ng} = 3.1,5 = 4,5 \text{ kN/m}$ .
- Hệ số xung kích đối với HL93K, HL93M và HL93S là 1,25 (25%).
- Tải trọng Làn và tải trọng Người xét đến hệ số xung kích.
- d. Khai báo lớp hoạt tải.**
  - Khai báo 5 lớp hoạt tải ứng với 5 hoạt tải:
    - + Lớp HL93K.
    - + Lớp HL93S
    - + Lớp HL93M.
    - + Lớp Làn
    - + Lớp Người
- e. Khai báo hoạt tải di động.**
  - Hoạt tải HL93K, HL93M, HL93S và Làn xếp trên làn 1 và làn 2.
  - Tải trọng người xếp trên làn 3 và làn 4.

| STT | Tên hoạt tải  | HS PBN g | Số làn xếp tải   | Làn          |
|-----|---------------|----------|------------------|--------------|
| 1   | HL93K di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 2   | HL93M di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 3   | HL93S di động | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 4   | Làn di động   | 1        | min = 0, max = 2 | Làn 1, Làn 2 |
| 5   | Người đi động | 1        | min = 0, max = 1 | Làn 3        |

**20.3.29. Phân tích các giai đoạn thi công.**

- Quá trình thi công đúc hẫng mang tính chất lặp đi lặp lại theo chu kì các bước thi công, tuy nhiên quá trình này còn chịu ảnh hưởng của điều kiện thời tiết và điều kiện thi công tại công trường.
- Thi công thân trụ thấp và các trụ dẫn: Thường kéo dài khoảng 60ngày.
- Thi công đốt Ko trên đỉnh trụ: thường kéo dài khoảng 12ngày.
- Thi công đúc hẫng cân bằng các đốt: thường kéo dài 7ngày theo trình tự:
  - + Ngày 1: Căng cáp DUL đối trước và di chuyển, lắp đặt xe đúc.
  - + Ngày 2 và ngày 3: Lắp đặt cốt thép, ống ghen và ván khuôn.
  - + Ngày 4: Đổ bê tông đốt dầm.
  - + Ngày 5,6,7: Bảo dưỡng bê tông.
- Phân tích các giai đoạn thi công trên Midas

**Bước 1a: Thi công dầm văng 1 (2 ngày)**

| STT | Phân tử        |             | Điều kiện       | Tải trọng          |           |
|-----|----------------|-------------|-----------------|--------------------|-----------|
|     | Phân tử        | Tuổi (ngày) | biên            | Tên                | Thời gian |
| 1   | T <sub>1</sub> | 72          | BG <sub>1</sub> | Ban than           | First     |
| 2   | T <sub>2</sub> | 72          | BG <sub>2</sub> | DULAK <sub>o</sub> | First     |

|    |                                |    |                                  |                                  |       |
|----|--------------------------------|----|----------------------------------|----------------------------------|-------|
| 3  | T <sub>3</sub>                 | 72 | BG <sub>3</sub>                  | DULDK <sub>o</sub>               | First |
| 4  | T <sub>4</sub>                 | 72 | T <sub>2</sub> LKDN <sub>o</sub> | Thêm TC <sub>1</sub>             | First |
| 5  | T <sub>2</sub> K <sub>o</sub>  | 12 | T <sub>3</sub> LKDN <sub>o</sub> | T <sub>2</sub> LKDV <sub>1</sub> | Last  |
| 6  | T <sub>3</sub> K <sub>o</sub>  | 12 | T <sub>2</sub> LKDV <sub>1</sub> | T <sub>3</sub> LKDV <sub>1</sub> | Last  |
| 7  | T <sub>2</sub> DN <sub>o</sub> | 12 | T <sub>3</sub> LKDV <sub>1</sub> |                                  |       |
| 8  | T <sub>3</sub> DN <sub>o</sub> | 12 | T <sub>3</sub> LKDV <sub>1</sub> |                                  |       |
| 9  | T <sub>2</sub> DV <sub>1</sub> | 1  |                                  |                                  |       |
| 10 | T <sub>3</sub> DV <sub>1</sub> | 1  |                                  |                                  |       |

**Bước 1b: Thi công dầm văng 1' (2 ngày)**

| STT | Phân tử                         |             | Điều kiện                         | Tải trọng                         |           |
|-----|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|
|     | Phân tử                         | Tuổi (ngày) | biên                              | Tên                               | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>1'</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>1'</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>1'</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>1'</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>1'</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>1'</sub> | Last      |

**Bước 1c: Thi công đốt K<sub>1</sub> (7 ngày)**

| STT | Phân tử   |             | Điều kiện | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|-----------|----------------------|-----------|
|     | Phân tử   | Tuổi (ngày) | biên      | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đốt |             | Không đốt | Thêm XD <sub>1</sub> | First     |
| 2   |           |             |           | Thêm BT <sub>1</sub> | 4         |

**Bước 2a: Thi công dầm văng 2 (2 ngày)**

| STT | Phân tử                        |             | Điều kiện                        | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phân tử                        | Tuổi (ngày) | biên                             | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>1</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>1</sub> | DULAK <sub>1</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>1</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>1</sub> | DULDK <sub>1</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>1</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>2</sub> | Thêm TC <sub>2</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>1</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>2</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>2</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>2</sub> | 1           |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>2</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>2</sub> | 1           |                                  | Bỏ BT <sub>1</sub>               | First     |

**Bước 2b: Thi công dầm văng 2' (2 ngày)**

| STT | Phân tử                        |             | Điều kiện                        | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phân tử                        | Tuổi (ngày) | biên                             | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>2</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>2</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>2</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>2</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>2</sub> | Last      |

**Bước 2c: Thi công đốt K<sub>2</sub> (7 ngày)**

| STT | Phân tử   |             | Điều kiện | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|-----------|----------------------|-----------|
|     | Phân tử   | Tuổi (ngày) | biên      | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đốt |             | Không đốt | Thêm XD <sub>2</sub> | First     |
| 2   |           |             |           | Thêm BT <sub>2</sub> | 4         |
| 3   |           |             |           | Bỏ XD <sub>1</sub>   | First     |

Bước 3a: Thi công dầm văng 3 (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>3</sub> K <sub>2</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>2</sub> | DULAK <sub>2</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>2</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>2</sub> | DULDK <sub>2</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>2</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>3</sub> | Thêm TC <sub>3</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>2</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>3</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>3</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>3</sub> | 1           |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>3</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>3</sub> | 1           |                                  | Bỏ BT <sub>2</sub>               | First     |

Bước 3b: Thi công dầm văng 3' (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>3</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>3</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>3</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>3</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>3</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>3</sub> | Last      |

Bước 3c: Thi công đốt K<sub>3</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      | Thêm XD <sub>3</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>3</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>2</sub>   | First     |

Bước 4a: Thi công dầm văng 4 (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>3</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>3</sub> | DULAK <sub>3</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>3</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>3</sub> | DULDK <sub>3</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>3</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>4</sub> | Thêm TC <sub>4</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>3</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>4</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>4</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>4</sub> | 1           |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>4</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>4</sub> | 1           |                                  | Bỏ BT <sub>3</sub>               | First     |

Bước 4b: Thi công dầm văng 4' (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>4</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>4</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>4</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>4</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>4</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>4</sub> | Last      |

Bước 4c: Thi công đốt K<sub>4</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      | Thêm XD <sub>4</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>4</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>3</sub>   | First     |

Bước 5a: Thi công dầm văng 5 (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>4</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>4</sub> | DULAK <sub>4</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>4</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>4</sub> | DULDK <sub>4</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>4</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>5</sub> | Thêm TC <sub>5</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>4</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>5</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>5</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>5</sub> | 1           |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>5</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>5</sub> | 1           |                                  | Bỏ BT <sub>4</sub>               | First     |

Bước 5b: Thi công dầm văng 5' (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>5</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>5</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>5</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>5</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>5</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>5</sub> | Last      |

Bước 5c: Thi công đốt K<sub>5</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      | Thêm XD <sub>5</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>5</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>4</sub>   | First     |

Bước 6a: Thi công dầm văng 6 (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>5</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>5</sub> | DULAK <sub>5</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>5</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>5</sub> | DULDK <sub>5</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>5</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>6</sub> | Thêm TC <sub>6</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>5</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>6</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>6</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>6</sub> | 1           |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>6</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>6</sub> | 1           |                                  | Bỏ BT <sub>5</sub>               | First     |

Bước 6b: Thi công dầm văng 6' (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>6</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>6</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>6</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>6</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>6</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>6</sub> | Last      |

Bước 6c: Thi công đốt K<sub>6</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đốt |             | Không đốt      | Thêm XD <sub>6</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>6</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>5</sub>   | First     |

Bước 7a: Thi công dầm văng 7(2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>6</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>6</sub> | DULAK <sub>6</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>6</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>6</sub> | DULDK <sub>6</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>6</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>7</sub> | Thêm TC <sub>7</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>6</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>7</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>7</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>7</sub> | 1           |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>7</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>7</sub> | 1           |                                  | Bỏ BT <sub>6</sub>               | First     |

Bước 7b: Thi công dầm văng 7' (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>7</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>7</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>7</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>7</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>7</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>7</sub> | Last      |

Bước 7c: Thi công đốt K<sub>7</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đốt |             | Không đốt      | Thêm XD <sub>7</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>7</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>6</sub>   | First     |

Bước 8a: Thi công dầm văng 8 (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng            |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                  | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>7</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>7</sub> | DULAK <sub>7</sub>   | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>7</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>7</sub> | DULDK <sub>7</sub>   | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>7</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>8</sub> | Thêm TC <sub>8</sub> | First     |

|   |                                |   |                                  |                                  |       |
|---|--------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|-------|
| 4 | T <sub>3</sub> DN <sub>7</sub> | 4 | T <sub>3</sub> LKDV <sub>8</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>8</sub> | Last  |
| 5 | T <sub>2</sub> DV <sub>8</sub> | 1 |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>8</sub> | Last  |
| 6 | T <sub>3</sub> DV <sub>8</sub> | 1 |                                  | Bỏ BT <sub>7</sub>               | First |

Bước 8b: Thi công dầm văng 8' (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>8</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>8</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>8</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>8</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>8</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>8</sub> | Last      |

Bước 8c: Thi công đốt K<sub>8</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đốt |             | Không đốt      | Thêm XD <sub>8</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>8</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>7</sub>   | First     |

Bước 9a: Thi công dầm văng 9 (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>8</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>8</sub> | DULAK <sub>8</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>8</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>8</sub> | DULDK <sub>8</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>8</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>9</sub> | Thêm TC <sub>9</sub>             | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>8</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>9</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>9</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>9</sub> | 1           |                                  | T <sub>3</sub> LCDV <sub>9</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>9</sub> | 1           |                                  | Bỏ BT <sub>8</sub>               | First     |

Bước 9b: Thi công dầm văng 9' (2 ngày)

| STT | Phần tử                        |             | Điều kiện biên                   | Tải trọng                        |           |
|-----|--------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                        | Tuổi (ngày) |                                  | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>9</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>9</sub> | T <sub>2</sub> LCDV <sub>9</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>9</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>9</sub> | T <sub>3</sub> LCDV <sub>9</sub> | Last      |

Bước 9c: Thi công đốt K<sub>9</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng            |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                  | Thời gian |
| 1   | Không đốt |             | Không đốt      | Thêm XD <sub>9</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>9</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>8</sub>   | First     |

Bước 10a: Thi công dây văng 10 (2 ngày)

| STT | Phần tử                         |             | Điều kiện biên                    | Tải trọng                        |           |
|-----|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                         | Tuổi (ngày) |                                   | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>3</sub> K <sub>9</sub>   | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>9</sub>  | DULAK <sub>9</sub>               | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>9</sub>   | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>9</sub>  | DULDK <sub>9</sub>               | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>9</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>10</sub> | Thêm TC <sub>10</sub>            | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>9</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>10</sub> | T <sub>2</sub> CDV <sub>10</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>10</sub> | 1           |                                   | T <sub>3</sub> CDV <sub>10</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>10</sub> | 1           |                                   | Bỏ BT <sub>9</sub>               | First     |

Bước 10b: Thi công dây văng 10' (2 ngày)

| STT | Phần tử                          |             | Điều kiện biên                     | Tải trọng                         |           |
|-----|----------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                          | Tuổi (ngày) |                                    | Tên                               | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>10'</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>10'</sub> | T <sub>2</sub> CDV <sub>10'</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>10'</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>10'</sub> | T <sub>3</sub> CDV <sub>10'</sub> | Last      |

Bước 10c: Thi công đốt K<sub>10</sub> (7 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng             |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|-----------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                   | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      | Thêm XD <sub>10</sub> | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BT <sub>10</sub> | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>9</sub>    | First     |

Bước 11a: Thi công dây văng 11 (2 ngày)

| STT | Phần tử                         |             | Điều kiện biên                    | Tải trọng                        |           |
|-----|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                         | Tuổi (ngày) |                                   | Tên                              | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> K <sub>10</sub>  | 4           | T <sub>2</sub> LKDN <sub>10</sub> | DULAK <sub>10</sub>              | First     |
| 2   | T <sub>3</sub> K <sub>10</sub>  | 4           | T <sub>3</sub> LKDN <sub>10</sub> | DULDK <sub>10</sub>              | First     |
| 3   | T <sub>2</sub> DN <sub>10</sub> | 4           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>11</sub> | Thêm TC <sub>11</sub>            | First     |
| 4   | T <sub>3</sub> DN <sub>10</sub> | 4           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>11</sub> | T <sub>2</sub> CDV <sub>11</sub> | Last      |
| 5   | T <sub>2</sub> DV <sub>11</sub> | 1           |                                   | T <sub>3</sub> CDV <sub>11</sub> | Last      |
| 6   | T <sub>3</sub> DV <sub>11</sub> | 1           |                                   | Bỏ BT <sub>10</sub>              | First     |

Bước 11b: Thi công dây văng 11' (2 ngày)

| STT | Phần tử                          |             | Điều kiện biên                     | Tải trọng                         |           |
|-----|----------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
|     | Phần tử                          | Tuổi (ngày) |                                    | Tên                               | Thời gian |
| 1   | T <sub>2</sub> DV <sub>11'</sub> | 1           | T <sub>2</sub> LKDV <sub>11'</sub> | T <sub>2</sub> CDV <sub>11'</sub> | Last      |
| 2   | T <sub>3</sub> DV <sub>11'</sub> | 1           | T <sub>3</sub> LKDV <sub>11'</sub> | T <sub>3</sub> CDV <sub>11'</sub> | Last      |

Bước 12: Hạ đầu dầm xuống gối đỉnh trụ T<sub>1</sub> và T<sub>4</sub> (1 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|-----------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên       | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Thêm BG4       | Không đổi |           |

Bước 13: Hạ KCN xuống gối trên đỉnh trụ thấp T<sub>2</sub> và T<sub>3</sub> (1 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|-----------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên       | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Thêm BG5       | Không đổi |           |
| 2   |           |             | Bỏ BG3         |           |           |

Bước 14: Hợp long nhịp giữa (7 ngày).

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng           |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|---------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                 | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      | Thêm XDLgiữa        | First     |
| 2   |           |             |                | Thêm BTHLgiữa       | 4         |
| 3   |           |             |                | Bỏ XD <sub>10</sub> | First     |

Bước 15: Nối liên kết cầu nhịp (0 ngày)

| STT | Phần tử |             | Điều kiện biên | Tải trọng   |           |
|-----|---------|-------------|----------------|-------------|-----------|
|     | Phần tử | Tuổi (ngày) |                | Tên         | Thời gian |
| 1   | HLgiữa  | 4           | Không đổi      | DULAgiữa    | First     |
| 2   |         |             |                | DULDgiữa    | First     |
| 3   |         |             |                | Bỏ XDLgiữa  | First     |
| 4   |         |             |                | Bỏ BTHLgiữa | First     |

Bước 16: Dỡ bỏ tải trọng thi công (1 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng                             |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|---------------------------------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên                                   | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      | Bỏ TC <sub>1</sub> ÷ TC <sub>11</sub> | First     |

Bước 17: Thi công lắp phủ mặt cầu và khai thác (30 năm = 10000 ngày)

| STT | Phần tử   |             | Điều kiện biên | Tải trọng       |           |
|-----|-----------|-------------|----------------|-----------------|-----------|
|     | Phần tử   | Tuổi (ngày) |                | Tên             | Thời gian |
| 1   | Không đổi |             | Không đổi      | Thêm tính tại 2 | First     |



**20.3.30. Tách tải tại 2 ra khỏi tổ hợp tải trọng tĩnh Dead Load.****20.3.31. Đặt chế độ phân tích ứng suất trong dầm do hoạt tải.****20.3.32. Thành lập tổ hợp tải trọng.**

- Thành lập 4 tổ hợp tải trọng:

- + TH1 = 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93K + 1,75 Ngươi.
- + TH2 = 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,75 HL93M + 1,75 Ngươi.
- + TH3 = 1,25 Dead load + 1,5 Erection load + 1,968 HL93S + 1,57 Lan + 1,75 Ngươi.
- + TH ứng suất = Dead load + Erection load + HL93K + Ngươi + Tendon Primary + Tendon Secondary + Creep Secondary + Shrinkage Secondary.

Trong đó:

- + Dead load = Tĩnh tại 1 + Mọi nơi + Dam ngang.
- + Erection load = Tĩnh tại 2.
- + Hệ số 1,968 = 0,9.1,25.1,75 (hệ số vượt tải của 2 xe tải cách nhau 15m).
- + Hệ số 1,57 = 0,9.1,75 (hệ số vượt tải của tải trọng làn).

**20.3.33. Chạy chương trình.**

- Ấn phím F12 để loại bỏ các phần tử thừa trong kết cấu.
- Ấn phím F5 để chạy chương trình.

**20.3.34. Xem kết quả.**

- Xem biểu đồ mômen.
- Xuất biểu đồ nội lực sang Word và Excel.
- Xem biểu đồ lực cắt.
- Xuất kết quả nội lực sang Excel.
- Xem biểu đồ chuyển vị (độ võng).
- Xem phản lực tại gối.
- Xem ứng suất trên mặt cắt dầm chủ.
- Xem Đường ảnh hưởng nội lực.
- Xuất DAH nội lực ra file text.
- Xem cách xếp tải bất lợi nhất trên DAH nội lực.
- Tính diện tích DAH nội lực.

**20.3.35. Tính toán và bố trí cốt thép DUL.**

- Việc tính toán cốt thép DUL được thực hiện trên Excel bằng cách lập bảng tính kiểm toán và bố trí cốt thép cho mặt cắt chữ I.

**20.3.36. Xác định toạ độ các bó cốt thép DUL.**

- Bố trí cốt thép DUL trên bản vẽ hoặc lập phương trình toạ độ cấp DUL để từ đó thành lập được bảng toạ độ bố trí cốt thép DUL.

**20.3.37. Khai báo loại cấp DUL.****20.3.38. Khai báo toạ độ cấp DUL.**

- Sử dụng bảng toạ độ cấp DUL để nhập toạ độ cho từng bó cấp.

**20.3.39. Gán lực căng cho cấp DUL.**

- Các bó cấp DUL được gán với ứng suất:

$$f_{\sigma} = (0,6 \div 0,7) f_{pu}$$

$$\Rightarrow \text{Lấy } f_{\sigma k} = 0,7.f_{pu} = 0,7.1860 = 1302 \text{MPa} = 1302000 \text{KN/m}^2.$$

**20.3.40. Chạy lại chương trình.****20.3.41. Kiểm tra kết quả không chế ứng suất trong dầm.**

- Giá trị ứng suất nên cho phép:

$$f_n \leq 0,45 f_c' = 0,45.45 = 20,25 \text{MPa} = 20250 \text{KN/m}^2$$

- Giá trị ứng suất kéo cho phép:

$$f_n \leq 0,5 \sqrt{f_c'} = 0,5 \sqrt{45} = 3,354 \text{MPa} = 3354 \text{KN/m}^2$$