

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
KHOA XÂY DỰNG

---o0o---

ĐỒ ÁN MÔN HỌC  
THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP



**HCMUTE**



Giáo viên hướng dẫn : TS. ĐỖ TIỀN THỌ  
Sinh viên thực hiện : PHẠM NGUYỄN QUỐC THẮNG  
Mã số sinh viên : 21127036

TP. Hồ Chí Minh, 08 tháng 08 năm 2024

**I. ĐỀ BÀI:** Mã đề \_5B1C1. Chiều dài nhịp: **L = 27 (m)**

2. Kích thước mặt cắt ngang:

- Bề rộng phần xe chạy: **B = 11 (m)**- Bề rộng lề bộ hành (không tính kích thước lan can): **K = 0 (m)**

- Lan can 1 bên rộng 0.25m (mặt cắt ngang có lề bộ hành)

- Gờ chắn xe 1 bên rộng 0.5m (mặt cắt ngang không có lề bộ hành)

3. Vật liệu:

- Bê tông bê tông:  $f_c' = 55$  (Mpa)

- Cáp bê tông: 250

- Cường độ chảy thép đầm chủ:  $F_y = 300$  (Mpa)- Cường độ bền thép đầm chủ:  $F_u = 400$  (Mpa)

4. Loại đầm chính:

- Khoảng cách đầm chủ: 1.8 – 2 (m)

- Hoạt tải: HL93 (Xe 2 trục và xe 3 trục)

- Tải trọng người 3000 (N/m<sup>2</sup>)

- Xung kích IM = 33% (THCD và THSD)

**II. YÊU CẦU:**

1. Thiết kế đầm chủ, liên kết ngang hay đầm ngang (không cần tính lan can hay gờ chắn, lề bộ hành, bản mặt cầu đã thực hiện trong cầu BTCT)

2. Tiêu chuẩn thiết kế: TCVN11823-2017\_Phần 06, lưu ý IM = 33% thay thế 25% TCN 272-05 (Bảng 10 – trang 28 TCVN 11823 – 2017\_Phần 03), kích thước truyền tải vệt bánh xe 510mm × 250mm (ngang × dọc cầu)

3. Thuyết minh và bản vẽ trên giấy A3 đóng quyển trên theo phương ngang, in 1 mặt 2 mặt đều được

4. Thuyết minh A3 nằm ngang bố trí thành 2 cột. Nội dung tính toán từng bước rõ ràng, chi trình bày dạng bảng khi các bước tính lặp lại. Sinh viên không được sửa số, nếu tính không đạt phải tính lại. Trước ngày bảo vệ, giáo viên sẽ kiểm tra số liệu tính toán bằng phần mềm. Nếu phát hiện sửa số sẽ bị cấm bảo vệ.

5. Bản vẽ trên giấy A3, song ngữ. Các bản vẽ bắt buộc:

- Bố trí chung cầu

- Bố trí chung hệ thống mạng đầm

- Bố trí cầu tạo đầm chủ (bao gồm cả mói nối, neo)

- Bố trí cầu tạo liên kết ngang (giản hay đầm ngang)

6. Phải vẽ đúng kích thước và tỉ lệ, các hình chiếu mặt cắt rõ ràng

**III. NỘI DUNG CƠ BẢN CỦA THUYẾT MINH:**

1. Xác định sơ bộ các thông số kỹ thuật: khoảng cách đầm, bề dày bản mặt cầu, kích thước các bộ phận đầm thép

2. Tính đặc trưng hình học: chưa liên hợp, liên hợp dài hạn, liên hợp ngắn hạn

3. Tính hệ số phân bố ngang

4. Tính nội lực do hoạt tải

5. Tính nội lực do tĩnh tải

6. Tỷ lệ hợp tải trọng

7. Kiểm tra đầm chủ theo:

- TTGH cường độ (tham khảo Phần 66[1] sách thầy Trung):

+) Xác định  $M_y, M_p \Rightarrow M_n = f(M_y; M_p) = \phi M_r \geq M_u^{\text{TTGH CD}}$ +)  $V_r = \phi V_n \geq V_u^{\text{TTGH CD}}$ 

- TTGH sử dụng:

+) Kiểm tra ứng suất đầm thép tại biên trên và biên dưới không vượt quá  $0.95 R_b$ .  $R_b F_y$  (tham khảo Phần 72[1] sách thầy Trung)+) Kiểm tra ứng suất biên trên và biên dưới đầm thép lúc thi công không vượt quá  $(R_b R_h) F_{cr}$  (tham khảo Phần 163[1] sách thầy Trung)

+) Kiểm tra độ võng tiêu chuẩn và độ võng ngược (tham khảo Phần 73[1] sách thầy Trung)

- TTGH mỏi: (tham khảo Phần 75[1] sách thầy Trung)

+) Kiểm tra mỏi do hoạt tải gây ra: Tính biên độ ứng suất, số chu kỳ quy định

+) Kiểm tra mỏi do cong vênh gây ra.

8. Thiết kế sườn tăng cường tại gối và sườn tăng cường trung gian (vai trò của từng loại) (tham khảo Phần 78[1] sách thầy Trung)

9. Thiết kế neo liên kết đầm bảo liên hợp đầm thép- Bản BTCT (tham khảo Phần 82[1] sách thầy Trung):

- Theo TTGH CD (trượt giữa bê tông và đầm thép)

- Theo TTGH MỎI (theo biên độ thay đổi lực cắt)

10. Thiết kế mối nối bằng bu lông. (bu lông nào nguy hiểm nhất ở mối nối sườn, mối nối bắn  
biên) (tham khảo Phần 85[1] sách thầy Trung)
11. Tính toán liên kết ngang hay dầm ngang. (tham khảo Phần 90[1] sách thầy Trung)

## MỤC LỤC

<b>CHƯƠNG I. THIẾT KẾ SO' BỘ</b>	3
1.1. Vật liệu .....	3
1.2. Các kích thước hình học .....	3
<b>CHƯƠNG II. THIẾT KẾ LAN CAN</b>	4
2.1. Số liệu thiết kế.....	4
2.2. Thiết kế phần thanh lan can.....	4
2.2.1. Thiết kế thanh lan can.....	4
2.2.2. Xác định khả năng chịu lực của tường lan can.....	4
2.2.3. Tải trọng tác dụng lên thanh lan can.....	5
2.2.4. Nội lực thanh lan can .....	5
2.2.5. Kiểm tra khả năng chịu lực của thanh lan can.....	5
2.2.6. Cột lan can.....	6
2.3. Tính toán phần bê tông đỡ lan can.....	6
2.3.1. Xác định $M_wH$ .....	6
2.3.2. Tính sức kháng uốn của tường đối với trục ngang $M_c$ : .....	7
<b>CHƯƠNG III: THIẾT KẾ BẢN MẶT CẦU</b>	9
3.1. Tính toán lực cắt tại các mối nối: .....	9
3.2. Kiểm tra sức kháng cắt của bản mặt cầu.....	16
<b>CHƯƠNG IV. NỘI LỰC DÀM CHỦ</b>	18
4.1. Hệ số phân bố ngang theo phương pháp tra bảng .....	18
4.1.2. Hệ số phân bố lực cắt cho dầm trong .....	18
4.1.3. Hệ số phân bố mômen dầm biên: .....	18
4.1.5. Hệ số phân bố lực cắt cho dầm ngoài .....	19
4.2. Tính toán nội lực do hoạt tải .....	19
4.2.1. Lực cắt và moment tại vị trí gối .....	19
4.5.2. Lực cắt và moment tại vị trí L/8.....	19
4.5.3. Lực cắt và moment tại vị trí L/4.....	20
4.5.4. Lực cắt và moment tại vị trí 3L/8.....	21
4.5.5. Lực cắt và moment tại vị trí L/2.....	22
4.5.6. Nội lực do hoạt tải người gây ra cho dầm biên .....	23
4.6. Nội lực do tĩnh tải.....	23
4.6.1.Tĩnh tải giai đoạn 1.....	23
4.6.2.Tĩnh tải giai đoạn 2.....	23
4.6.3.Xác định nội lực tại các mặt cắt đặc trưng	23

4.6.4.Tổ hợp tải trọng.....	26
4.6.5. Tổ hợp nội lực theo các trạng thái giới hạn.....	26
<b>CHƯƠNG V. THIẾT KẾ DÀM CHỦ</b>	27
5.1. Bố trí cáp cho dầm chủ.....	27
5.2.Tính diện tích cốt thép.....	27
5.2.1.Thép dự ứng lực .....	27
5.2.2.Chọn sơ bộ số lượng tao cáp .....	27
5.2.3.Bố trí cáp .....	28
5.3. Tính toán đặc trưng hình học .....	28
5.3.1. Đặc trưng hình học tại mặt cắt L/4 và 3L/8: .....	28
5.3.2. Bảng xác định ĐTHH tại vị trí L/8: .....	29
5.3.4. Bảng xác định ĐTHH tại vị trí gối: .....	29
5.3.5. Giá trị nội lực sử dụng để tính toán .....	29
5.3.6. Giá trị nội lực tĩnh tải cho dầm trong .....	29
5.3.7. Giá trị nội lực hoạt tải cho dầm trong: .....	29
5.3.8. Nội lực tổ hợp của dầm trong .....	30
5.4. Tính toán mất mát ứng suất: .....	30
5.4.1. Mất mát ứng suất do co ngắn đòn hồi: .....	30
5.4.2. Mất mát ứng suất theo thời gian .....	31
5.4.3. Tổng mất mát ứng suất.....	32
<b>CHƯƠNG VI. KIỂM TOÁN DÀM CHỦ</b>	33
6.1. Kiểm tra khả năng chịu uốn của dầm trong giai đoạn truyền lực: .....	33
6.2. Kiểm tra dầm theo TTGH sử dụng .....	34
6.2.1. Kiểm tra ứng suất nén lúc sử dụng: Thó trên dầm, thó trên bản: .....	34
6.2.2. Kiểm tra ứng suất kéo lúc sử dụng: Thó dưới dầm.....	35
6.2.3. Kiểm tra độ võng, độ võng dầm (5.7.3.6.2) .....	36
6.3. Độ võng do tất cả tĩnh tải .....	37
6.3.1. Độ võng do hoạt tải .....	37
6.4. Kiểm tra dầm theo trạng thái giới hạn cường độ .....	37
6.4.1. Kiểm tra sức kháng uốn (Điều 5.7.3.2).....	37
6.4.2. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa.....	38
6.4.3. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu.....	38
6.4.4. Kiểm tra sức kháng cắt của dầm (Điều 5.8.2.1-2) .....	39
6.4.5. Kiểm toán tại mặt cắt gối .....	39
6.4.6. Kiểm toán tại mặt cắt giữa nhịp .....	40
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	42

**THIẾT KẾ CÀU BÊ TÔNG CỐT THÉP  
DỰ ÚNG LỰC (5B1C)**

(Tiêu chuẩn 11823-2017)

**CHƯƠNG I. THIẾT KẾ SƠ BỘ**

Thiết kế đầm cầu BTCT DUL nhíp đơn giản

Chiều dài nhíp (L): 27 m

Khổ cầu G= B+2K+2L<sub>c</sub> =11+2\*0+2\*0.5= 12 m

Tải trọng : HL - 93

Tải trọng người : 3000 N/m<sup>2</sup>

Loại đầm: Đầm bắn – Căng trước

### 1.1. Vật liệu

#### 1.1.1. Thép

Thép được dùng để thiết kế là loại thép AASHTO M270M, cấp 250, (ASTM A709M, cấp 250).

Các chỉ tiêu vật lý chủ yếu như sau :

Đường kính 1 tao cáp (D):

Cường độ tính toán khi chịu uốn (Ru): 12.7 mm

Mô đun đàn hồi của thép (E<sub>th</sub>): 250 Mpa

Cường độ tính toán của cốt thép làm neo: 200.000 Mpa

Cường độ tính toán của cốt thép làm neo: 250 Mpa

#### 1.1.2. Bê tông

Cường độ nén của bêtông ở tuổi 28 ngày: f<sub>c'</sub> = 55 Mpa

Cường độ chịu kéo khi uốn : f<sub>r</sub> = 0.63 √f<sub>c'</sub> = 4.67 Mpa

Tỷ trọng bê tông W<sub>c</sub> = 2240 + 2.9 × f'<sub>c</sub> = 2400 kg/m<sup>3</sup>

(Bảng 6 – phần 3 TCVN 11825-05:2017)

Mô đun đàn hồi (E<sub>c</sub>); E<sub>c</sub> = 0.0017 × K<sub>1</sub> × W<sub>c</sub><sup>2</sup> × f'<sub>c</sub><sup>0.33</sup> = 36744.39 Mpa  
(4.2.4. TCVN 11823 05 2017)

### 1.2. Các kích thước hình học

#### 1.2.1. Chiều dài tính toán kết cấu nhíp

Chiều dài nhíp:

L<sub>nh</sub> = 27 m.

Khoảng cách từ đầu đầm tới tim gối:

a = 0.3 m.

Chiều dài tính toán nhíp:

L<sub>tt</sub> = L<sub>nh</sub> - 2a = 26.4 m.

#### 1.2.2. Cốt thép DUL

Cường độ phá hoại f<sub>pu</sub>=1860 Mpa ( 11823-5:2017)/26 Bảng 1

Giới hạn chảy f<sub>py</sub>=0.9 × f<sub>pu</sub>=1674 Mpa ( 11823-5:2017)/26 Bảng 1

Modun đàn hồi E<sub>p</sub>=197000 Mpa . ( 11823-5:2017)/ 4.4.2

#### 1.2.3. Mặt cắt ngang

- Kích thước đầm :

Đối với **đầm hộp** chiều cao tối thiểu  
0,030L≥165mm => 810mm ≥ 165mm (TCVN 11823 - 2 : 2017 Bảng 2)

- Chọn H= 1160 mm ( bao gồm cả bản mặt cầu )

Chiều cao đầm chủ (H) : Chọn H = 1 m

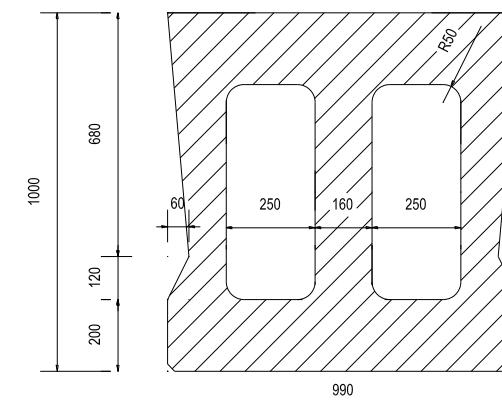
- Bản mặt cầu :

- Xác định kích thước đầm:

Kích thước (mm)			
a	200	D <sub>y</sub>	700
b	870	B <sub>s</sub>	990
h	1000	B <sub>t</sub>	990
S	707874 mm <sup>2</sup>	Số lõi	2
d	20	f	472
e	950	D <sub>x</sub>	50

### MẶT CẮT ĐẦM CHỦ

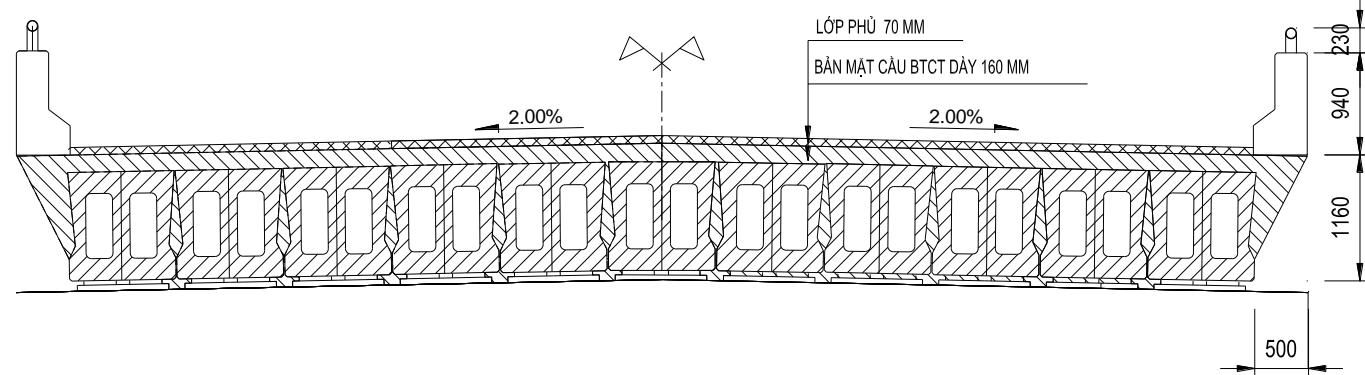
SCALE 1:40



Hình 1.1. Chi tiết đầm chủ

### MẶT CẮT NGANG CÀU

SCALE 1:80



Hình 1.2. Chi tiết mặt cắt ngang cầu

## CHƯƠNG II. THIẾT KẾ LAN CAN

### 2.1. Số liệu thiết kế

- Bê tông:  $\gamma_c = 25 \times 10^6 \text{ N/mm}^3$ ; giới hạn chảy của thép:  $f_y = 300 \text{ (MPa)}$ .
- Cường độ bê tông của lan can:  $f'_c = 30 \text{ MPa}$ .
- Module đàn hồi của bê tông:  $E_c = 26875 \text{ MPa}$ .
- Module đàn hồi của thép:  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ .

Chọn cáp lan can thiết kế: cáp 4 (TL-4). (11823-13:2017\_Bảng 2)

- Lực ngang:  $F_t = 240 \text{ (kN)}$ . Chiều dài tác dụng lực:  $L_t = 1070 \text{ mm}$ .
- Lực dọc:  $F_L = 80 \text{ (kN)}$ . Chiều dài tác dụng lực:  $L_L = 1070 \text{ mm}$ .

+ Lực đứng, hướng xuống:  $F_v = 80 \text{ (kN)}$ . Chiều dài tác dụng lực:  $L_v = 5500 \text{ mm}$ .

+ Điểm đặt lực:  $H_e = 810 \text{ mm}$ .

+ Chiều cao nhỏ nhất của lan can:  $H = 880 \text{ mm}$ .

- Trong các cầu thông thường lực  $F_v$  và  $F_L$  không gây nguy hiểm cho lan can nên chỉ xét lực  $F_t$ .

- Chọn chiều cao lan can: 1170 mm.

Bảng 2.2: Các tham số thiết kế cho lan can đường ô tô cáp TL4

Các tham số thiết kế	Trị số quy định
$F_t$ ngang (kN)	240
$F_L$ dọc (kN)	80
$F_v$ thẳng đứng (kN), hướng xuống	80
$L_t$ và $L_L$ (mm)	1070
$L_v$ (mm)	5500
$H_e$ (min) (mm)	810
Chiều cao nhỏ nhất của lan can	810

Trong các cầu thông thường lực  $F_v$  và  $F_L$  không gây nguy hiểm cho lan can nên chỉ xét tải trọng  $F_t$ .

Sử dụng lan can dạng tường kết hợp cột và thanh, các thông số thiết kế lan can như sau:

- Khoảng cách giữa 2 cột là  $L = 1650 \text{ mm}$ ;
- Thép thanh và cột sử dụng loại M270 cấp 250 và được bố trí như hình 2.3;
- Thép cho tường lan can: AII (CB300-V) có  $f_y = 300 \text{ MPa}$ ;
- Bê tông tường lan can cấp 28;
- Tỷ trọng bê tông cốt thép:  $\gamma_s = 78,5 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^3$ .

### 2.2. Thiết kế phần thanh lan can.

#### 2.2.1. Thiết kế thanh lan can.

- Chọn chiều cao lan can là  $H = 1170 \text{ (mm)}$ .

+ Chiều dày bản thép giữ thanh lan can:  $\delta = 10 \text{ (mm)}$

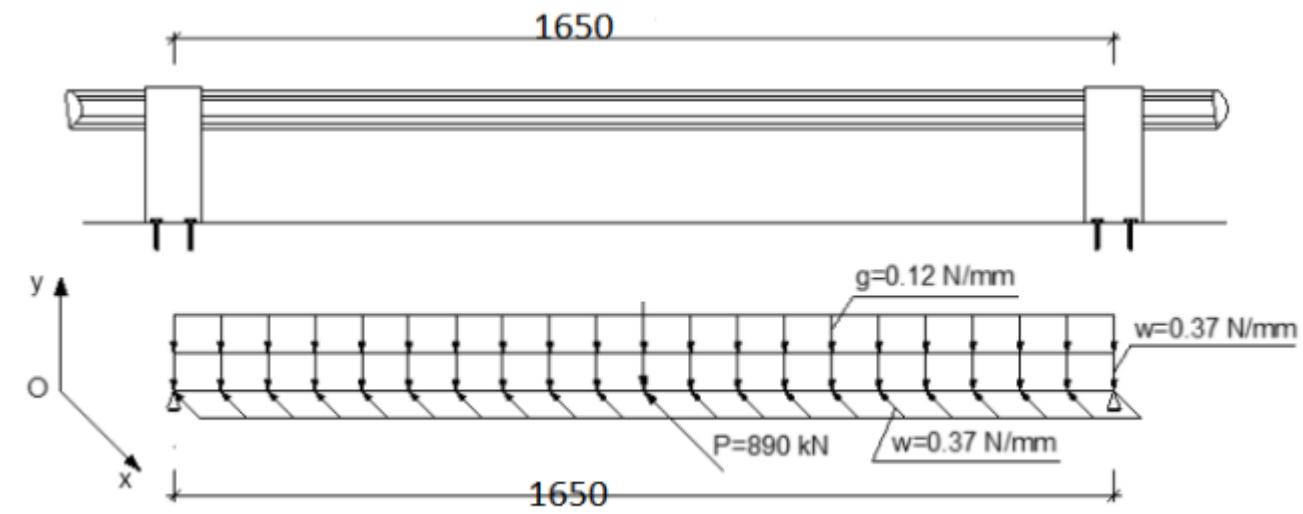
- Chọn thanh lan can ống thép có:

+ Đường kính trong  $D = 100 \text{ (mm)}$

+ Đường kính ngoài:  $d = 90 \text{ (mm)}$

- Khoảng cách cột:  $L = 1650 \text{ (mm)}$

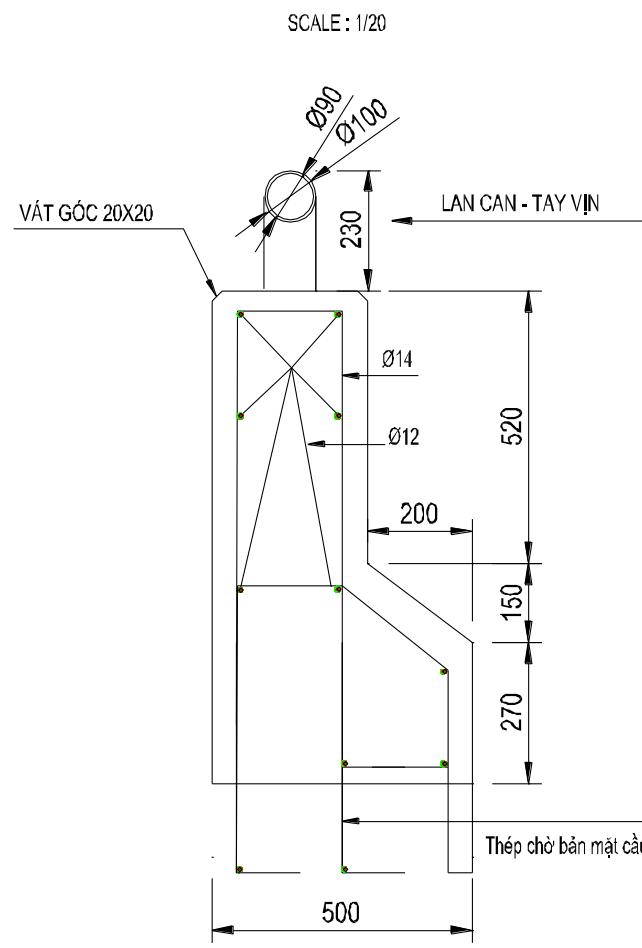
#### 2.2.2. Xác định khả năng chịu lực của tường lan can



Hình 2.2 Sơ đồ tải trọng tác dụng lên lan can

Sức kháng của tường đối với trực thẳng đứng  $M_w * h$

Chia tường lan can thành 3 đoạn để tính toán

ARRANGEMENT OF REINFORCEMENT RAILING**2.2.3. Tải trọng tác dụng lên thanh lan can**

- Theo phương thẳng đứng (Y):

*3.3.1.1. Tải trọng tác dụng:*

Tính tải: Trọng lượng thanh lan can.

$$\begin{cases} w = 0,37 \text{ (N/mm)} \\ P = 890 \text{ (N)} \end{cases}$$

Trong đó:

w: Là tải phân bố đều, tác dụng lên cả hai phương đứng và phương nằm ngang;

P: Là tải trọng tập trung tác dụng đặt tại vị trí bất lợi nhất.

• Tính tải: Trọng lượng tính toán của bản thân lan can

$$g = \gamma \frac{D^2 - d^2}{4} \pi = 7.85 \times 10^{-5} \times 3.14 \times \frac{100^2 - 90^2}{4} = 0.117 \text{ N/mm}$$

• Hoạt tải:

+ Tải phân bố:  $w = 0.37 \text{ N/mm}$

+ Tải tập trung  $P = 890 \text{ N}$  được đặt theo phương hợp lực của g và w

+ Moment do tĩnh tải tại mặt cắt giữa nhịp:

$$M_g^y = \frac{g \times L^2}{8} = \frac{0.117 \times 1650^2}{8} = 39817 \text{ N.mm}$$

+ Moment do hoạt tải tại mặt cắt giữa nhịp:

$$+ \text{Tải phân bố: } M_w^y = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{0.37 \times 1650^2}{8} = 125916 \text{ N.mm}$$

$$+ \text{Tải tập trung: } M_p^y = \frac{P \times L}{4} = \frac{890 \times 1650}{4} = 367125 \text{ N.mm}$$

- Theo phương x:

+ Moment do hoạt tải tại mặt cắt giữa nhịp:

$$+ \text{Tải phân bố: } M_w^x = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{0.37 \times 1650^2}{8} = 125916 \text{ N.mm}$$

$$+ \text{Tải tập trung: } M_p^x = \frac{P \times L}{4} = \frac{890 \times 2500}{4} = 556250 \text{ N.mm}$$

- Tổ hợp nội lực tác dụng lên thanh lan can:

$$M = \eta \sqrt{[\gamma_{DC} M_g^y + \gamma_{LL} (M_w^y + M_p^y)]^2 + (\gamma_{LL} M_w^x + \gamma_{UL} M_p^x)^2}$$

Trong đó:

$\eta$ : là hệ số điều chỉnh tải trọng

$$\eta = \eta_D \cdot \eta_I \cdot \eta_R$$

Với:  $\eta_I = 1$ :

$\eta_D = 0.95$ : hệ số dẻo cho các thiết kế thông thường và theo đúng yêu cầu

$\eta_R = 1$ : hệ số dư thừa (mức thông thường)

$$\Rightarrow \eta = 0.95 \times 1 \times 1 = 0.95$$

$\gamma_{DC} = 1.25$ : hệ số tải trọng cho tĩnh tải

$\gamma_{LL} = 1.75$ : hệ số tải trọng cho hoạt tải

M

$$= 0.95 \sqrt{(1.25 \times 39817 + 1.75(125916 + 367125))^2 + (1.75 \times 125916 + 1.75 \times 367125)^2} \\ = 1193105.9 \text{ N.mm}$$

**2.2.5. Kiểm tra khả năng chịu lực của thanh lan can**

$$\phi \cdot M_n \geq M$$

- Trong đó:

$\phi$ : là hệ số sức kháng;  $\phi = 1$

M: là momnet lớn nhất do tĩnh tải và hoạt tải

$M_n$ : Sức kháng của tiết diện

$$M_n = f_y \times S$$

S: là momnet kháng uốn của tiết diện

$$S = \frac{\pi}{32} \times (100^3 - 90^3) = 27100 \text{ mm}^3$$

$$\Rightarrow M_n = 280 \times 27100 = 7588000 \text{ (N.mm)}$$

$$\phi M_n = 1 \times 7588000 = 7588000 > M_u = 1531121.9 \text{ (N.mm)}$$

$$\Leftrightarrow M_n = 280 \times 27100 = 7588000 \text{ (N.mm)}$$

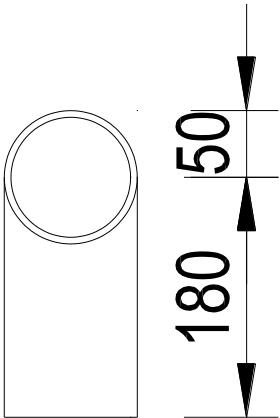
**2.2.4. Nội lực thanh lan can**

- Theo phương y:

$$\varphi M_n = 1 \times 7588000 = 7588000 > M = 2065617.5 \text{ N.mm}$$

Vậy thanh lan can đủ khả năng chịu lực.

### 2.2.6. Cột lan can



Hình 4: Sơ đồ tính thanh lan can

- Ta tiến hành tính toán cột lan can ở giữa với sơ đồ tính được thể hiện như ở trong hình
- Trong quá trình tính toán: Để đơn giản hóa a chỉ kiểm tra khả năng chịu lực xô ngang vào cột và kiểm tra độ mảnh, bỏ qua lực thẳng đứng và trọng lượng bản thân.

- Kiểm tra khả năng chịu lực cột lan can:

- + Kích thước:

$$h = 230 \text{ mm}; h_1 = 180 \text{ mm}; h_2 = 50 \text{ mm}$$

- + Lực tác dụng: (chỉ có hoạt tải)

- + Lực phân bố:  $w = 0.37 \text{ N/mm}$  ở 2 thanh lan can ở hai bên cột truyền vào một lực tập trung:

$$P_w = w \times L = 0.37 \times 1650 = 610.5 \text{ N}$$

- + Lực tập trung:  $P = 890 \text{ N}$

- + Suy ra lực tập trung vào cột là:

$$P = P_w + P = 610.5 + 890 = 1500.5 \text{ N}$$

- Momen tại mặt cắt chân cột lan can theo phương ngang cầu:

$$M = P \times (180 + 50) = 1500.5 \times (180 + 50) = 345115 \text{ N.mm}$$

- Mặt cắt đảm bảo khả năng chịu lực khi:

$$M \leq \varphi M_n$$

- Sức kháng của tiết diện chân cột lan can:

$$\varphi M_n = f_y \times S$$

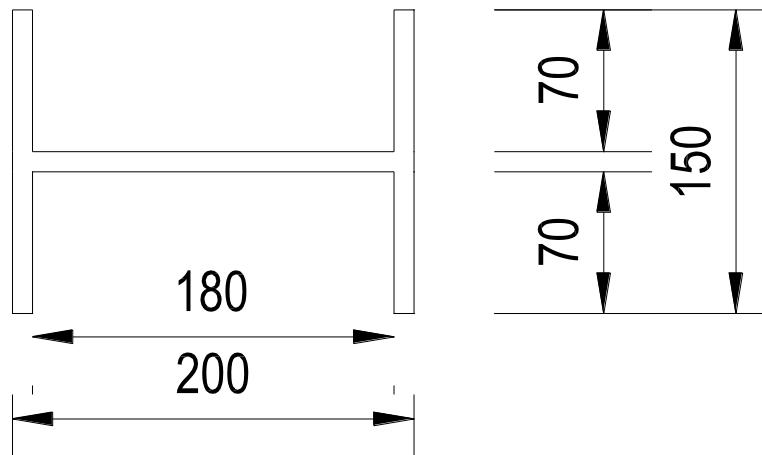
- Momen kháng uốn của tiết diện chân cột:

$$S = \frac{I}{Y} = \frac{2 \times \left[ \frac{150 \times 10^3}{12} + (90 + 5)^2 \times 150 \times 10 \right] + \frac{10 \times 18^3}{12}}{100} = 135548.6 (\text{mm}^3)$$

$$\Rightarrow \varphi M_n = 280 \times 135548.6 = 37953608 \text{ N.mm}$$

$$\text{Vậy } \varphi M_n = 1 \times 37953608 = 37953608 > M = 345115 \text{ N.mm}$$

Mặt cắt đảm bảo khả năng chịu lực.



Hình 5: Mặt cắt chân cột

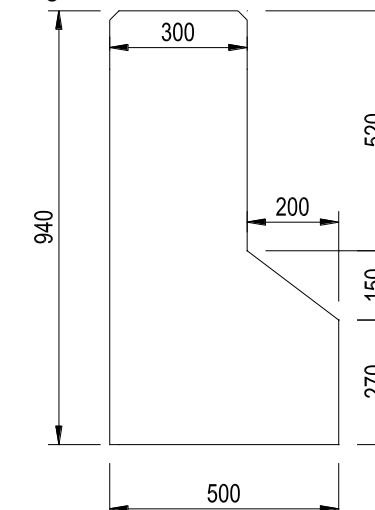
### 2.3. Tính toán phần bê tông đỡ lan can

- Ta tiến hành kiểm tra khả năng chịu lực của bó vỉa dạng tường như sau:

- + Sơ đồ tính toán của lan can dạng tường là sơ đồ dẻo.

- + Chọn cấp lan can là cấp TL-4 dùng cho cầu có xe tải.

- + Không bố trí đàm đinh  $\Rightarrow M_b = 0$



Hình 6: Lan can bê tông

#### Lực tác dụng vào lan can

Phương lực tác dụng	Lực tác dụng (KN)	Chiều dài lực tác dụng (mm)
Phương án ngang	$F_t = 240$	$L_t = 1070$
Phương thẳng đứng	$F_v = 80$	$L_v = 5500$
Phương dọc cầu	$F_L = 80$	$L_L = 1070$

#### 2.3.1. Xác định $M_w H$

- $M_w H$ : Là sức kháng mômen trên toàn chiều cao tường đối với trực đứng.

- Chiều cao lan can  $H = 940 \text{ mm}$ .

- Diện tích mặt cắt ngang lan can  $A_{lc} = 350900 \text{ mm}^2$

Sức kháng danh định chịu tải trọng ngang  $R_w$

$$R_w = \frac{2}{2L_c - L_t} \times \left( 8M_b + 8M_w H + M_c \times \frac{L_c^2}{H} \right)$$

Trong đó:

+  $R_w$ : Tổng sức kháng ngang của lan can.

+  $M_b$ : Sức kháng uốn của dầm đinh (nếu có) ( $M_b = 0$ ).

+  $M_w$ : Sức kháng uốn của tường (sức kháng uốn của thép ngang trên 1 đơn vị chiều dài).

+  $M_c$ : Sức kháng uốn của tường hẳng (sức kháng uốn thép đứng trên 1 đơn vị chiều dài).

Chia lan can thành 3 đoạn có chiều dài tường thay đổi như sau:

+ Đoạn 1: chiều cao là 520 mm.

+ Đoạn 2: chiều cao là 150 mm.

+ Đoạn 3: chiều cao là 270 mm.

#### - Đoạn 1: $h = 520$ mm.

Bề rộng đoạn 1: 300 mm.

- Cốt thép gồm 2 thanh đường kính 12mm cho mỗi phía,

$$A_s = 113.1 \times 2 = 226.3 \text{ mm}^2$$

$d_s = 300 - 50 = 250$  mm. Tính toán sức kháng như tiết diện hình chữ nhật.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c \times b} = \frac{226.3 \times 420}{0.85 \times 30 \times 300} = 12.42 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{0.831} = \frac{12.42}{0.831} = 14.95 \text{ mm}$$

Hệ số sức kháng:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left( \frac{d_s}{c} - 1 \right) = 3 > 0.9$$

Chọn  $\phi = 0.9$  để tính toán:

$$\Rightarrow \emptyset M_{n1} = \emptyset A_s \times f_y \times \left( d_s - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 226.3 \times 420 \times \left( 250 - \frac{12.42}{2} \right) = 2.09 \times 10^7 \text{ (N.mm)}$$

- **Đoạn 2:** do độ nghiêng bên phải lớn nên sức kháng moment âm và dương sẽ được tính riêng biệt, sau đó lấy trung bình.

#### Phần dương (căng thép bên trái):

$b = 150$  mm.

- Cốt thép chịu kéo gồm 1 thanh bên trái, đường kính 12mm với  $A_s = 113.1 \text{ mm}^2$ .

$$d_s = (300 + 500)/2 = 400 \text{ mm.}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c \times b} = \frac{113.1 \times 420}{0.85 \times 30 \times 150} = 12.42 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{0.831} = \frac{12.42}{0.831} = 14.9 \text{ mm}$$

Hệ số sức kháng:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left( \frac{d_s}{c} - 1 \right) = 4.52 > 0.9$$

Chọn  $\phi = 0.9$  để tính toán:

$$\emptyset M_{n2t} = \emptyset A_s \times f_y \times \left( d_s - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 113.1 \times 420 \times \left( 400 - \frac{12.42}{2} \right) = 1.68 \times 10^7 \text{ (N.mm)}$$

#### Phần âm (căng thép bên phải):

$b = 150$  mm.

- Cốt thép chịu kéo gồm 1 thanh bên phải, đường kính 12mm với  $A_s = 113.1 \text{ mm}^2$ .

$$d_s = 300 - 50 = 250 \text{ mm.}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{113.1 \times 420}{0.85 \times 30 \times 150} = 12.4 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{0.831} = \frac{12.4}{0.831} = 14.9 \text{ mm}$$

Hệ số sức kháng:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left( \frac{d_s}{c} - 1 \right) = 3.02 > 0.9$$

Chọn  $\phi = 0.9$  để tính toán:

$$\Rightarrow \emptyset M_{n2p} = \emptyset A_s \times f_y \times \left( d_s - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 113.1 \times 420 \times \left( 250 - \frac{12.4}{2} \right) = 1.04 \times 10^7 \text{ (N.mm)}$$

Sức kháng trung bình của đoạn 2 là:

$$\emptyset M_{n2} = \frac{(1.04 + 1.68) \times 10^7}{2} = 1.36 \times 10^7 \text{ N.mm}$$

#### - Đoạn 3:

Chiều rộng đoạn 3:  $b = 270$  mm.

- Cốt thép gồm 1 thanh, đường kính 12mm với  $A_s = 113.1 \text{ mm}^2$ .

$$d_s = 500 - 50 = 450 \text{ mm.}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{113.1 \times 420}{0.85 \times 30 \times 270} = 6.89 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{0.831} = \frac{6.89}{0.831} = 8.29 \text{ mm}$$

Hệ số sức kháng:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left( \frac{d_s}{c} - 1 \right) = 8.64 > 0.9$$

Chọn  $\phi = 0.9$  để tính toán:

$$\Rightarrow \emptyset M_{n3} = \emptyset A_s \times f_y \times \left( d_s - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 113.1 \times 420 \times \left( 450 - \frac{6.89}{2} \right) = 1.90 \times 10^7 \text{ (N.mm)}$$

Vậy sức kháng tổng cộng của tường đối với trực thăng đứng là:

$$M_w H = 5.35 \times 10^7 \text{ N.mm}$$

#### 2.3.2. Tính sức kháng uốn của tường đối với trực ngang $M_c$ :

Cốt thép chịu kéo là các thanh thép đứng có đường kính D14 ứng diện tích  $153.9 \text{ mm}^2$  và bô trí khoảng cách 100mm. Khi đó, diện tích thép chịu kéo trên 1 đơn vị chiều dài  $A_s = 153.9/100 = 1.539 \text{ mm}^2/\text{mm}$ .

Tất cả các đoạn sẽ tính với chiều rộng đơn vị,  $b = 1\text{mm}$ .

**- Cột thép chọn:**

$$A_s = 153.9/100 = 1.539 \text{ mm}^2.$$

$$d_s = 300 - 50 + 14/2 + 12/2 = 263 \text{ mm.}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1.539 \times 420}{0.85 \times 30 \times 1} = 25.35 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25.35}{0.836} = 30.32 \text{ mm}$$

Hệ số sức kháng:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left( \frac{d_s}{c} - 1 \right) = 1.80 > 0.9$$

Chọn  $\phi = 0.9$  để tính toán:

$$\phi M_{c1} = \phi A_s \times f_y \times \left( d_s - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 1.539 \times 420 \times \left( 263 - \frac{25.35}{2} \right) = 1.45 \times 10^5 (\text{N.mm})$$

**- Đoạn 2 và 3:** chỉ xét thanh thép chịu kéo (xét lực va từ bên phải mặt nghiêng) có neo xuống bắn mặt cầu:

Diện tích thép trên bề rộng đơn vị

$$A_s = 153.9/100 = 1.539 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$d_s = 200 + 100 + 14/2 + 12/2 = 313 \text{ mm.}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1.539 \times 420}{0.85 \times 30 \times 1} = 25.35 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25.35}{0.836} = 30.32 \text{ mm}$$

Hệ số sức kháng:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left( \frac{313}{30.32} - 1 \right) = 2.05 > 0.9$$

Chọn  $\phi = 0.9$  để tính toán:

$$\Rightarrow \phi M_{c2+3} = \phi A_s \times f_y \times \left( d_s - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 1.539 \times 420 \times \left( 313 - \frac{25.35}{2} \right) \\ = 1.75 \times 10^5 (\text{N.mm})$$

- Trị số trung bình của sức kháng moment đối với trục ngang là:

$$M_c = \frac{M_{c1} h_1 + M_{c2+3} h_{2+3}}{h_1 + h_{2+3}} = \frac{(1.45 \times 10^5) \times 520 + (1.75 \times 10^5) \times 420}{520 + 420} = 15.84 \times 10^4 \text{ N.mm}$$

**- Chiều dài tường xuất hiện cơ cấu chậy:**

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w H)}{M_c}} = \frac{1070}{2} + \sqrt{\left(\frac{1070}{2}\right)^2 + \frac{8 \times 900(0 + 4.07 \times 10^7)}{9.7 \times 10^4}} \\ = 2353.6 \text{ mm}$$

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w H)}{M_c}} = \frac{1070}{2} + \sqrt{\left(\frac{1070}{2}\right)^2 + \frac{8 \times 940 \times (0 + 5.35 \times 10^7)}{15.84 \times 10^4}} \\ = 2216.1 \text{ mm}$$

**- Sức kháng danh định chịu tải trọng ngang của lan can:**

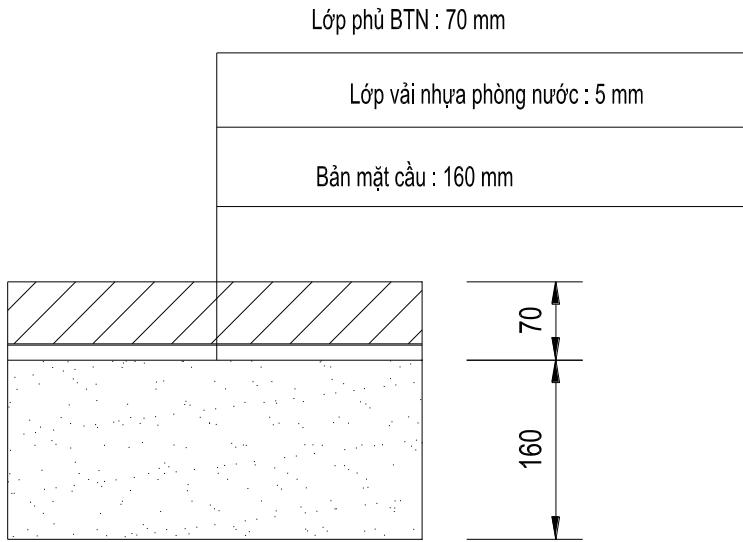
$$R_w = \frac{2}{2L_c - L_t} \times \left( 8M_b + 8M_w H + M_c \frac{L_c^2}{H} \right) \\ = \frac{2}{2 \times 2353.6 - 1070} \times \left( 8 \times 0 + 8 \times 4.07 \times 10^7 + 9.7 \times 10^4 \frac{2353.6^2}{900} \right) \\ = 507328.6 \text{ N} = 507.33 \text{ kN}$$

$$R_w = \frac{2L_c}{2L_c - L_t} \times \left( 8M_b + \frac{8M_w H}{L_c} + M_c \frac{L_c}{H} \right) \\ = \frac{2 \times 2216.1}{2 \times 2216.1 - 1070} \times \left( 8 \times 0 + \frac{8 \times 5.35 \times 10^7}{2216.1} + 15.84 \times 10^4 \frac{2216.1}{940} \right) \\ = 746875.5 \text{ N} = 746.88 \text{ kN}$$

Vậy  $R_w = 746.88 \text{ (kN)} > F_t = 240 \text{ (kN)} \rightarrow$  Lan can đảm bảo khả năng chịu lực.

### CHƯƠNG III: THIẾT KẾ BẢN MẶT CÀU

- Chiều dày bản mặt cầu:  $h_f = 160$  mm.
- Chọn lớp phủ mặt cầu gồm các lớp sau:
  - + Chống thấm Racond7 dày 5 mm.
  - + Lớp bêtông asphalt tương lai dày 70 mm.



**Hình 3.1:** Cấu tạo bản mặt cầu

- Độ dốc ngang cầu: 2 % được tạo bằng thay đổi độ cao đá kê ở tại mỗi gối.

#### 3.1. Tính toán lực cắt tại các mối nối:

Vì trong cầu bắc lắp ghép, mỗi tấm bắc là một bộ phận riêng, liên kết với nhau bằng một mối nối chịu cắt, vì vậy sự phân bố hoạt tải lên các tấm bắc có thể xác định khi biết lực tác dụng lên khớp. Như vậy hệ siêu tĩnh nhiều bậc có thể thay bằng hệ cơ bản tĩnh định gồm các tấm bắc tự do chịu các ẩn số là lực cắt trong các khớp  $X_i$ .

Giả thiết lực cắt trong khớp là dương khi hướng xuống ở mép phải và hướng lên ở mép trái bắc.

Từ nguyên lý cân bằng độ võng khi chịu tải, độ võng của các khớp dưới tác dụng của  $X_i$  bằng độ võng do tải trọng, ta có thể thiết lập hệ phương trình cân bằng để xác định các ẩn số  $X_i$

Có thể lập phương trình chính tắc theo phương pháp lực do một số vị trí tải trọng điển hình  $P=1$  nhằm thiết lập các đường ảnh hưởng lực cắt của khớp, từ đó có thể xác định lực cắt trong khớp do tải trọng ở vị trí bất kỳ trên kết cầu nhịp. Tải trọng lên tấm bắc bất kỳ xác định theo:

$$N_n = \sum_n P - \sum X_{n-1} + \sum X_n$$

Trong đó:

$$\sum_n P - \text{tổng các tải trọng tác dụng lên tấm bắc đang xét}$$

$$\sum X_{n-1} - \text{tổng các lực tại khớp của khớp bên trái do toàn bộ tải trọng trên kết cầu nhịp}$$

$$\sum X_n - \text{tổng các lực tại khớp của khớp bên phải do toàn bộ tải trọng trên kết cầu nhịp}$$

Với giải thiết như vậy, tải trọng lên khớp tương đối lớn (thiên về an toàn) vì thực tế khớp không hoàn toàn lý tưởng và có thể có momen ngầm nên nội lực thực tế có thể nhỏ hơn.

Để thiết lập các đường ảnh hưởng của lực cắt lên khớp chỉ cần xác định lực của khớp do  $P = 1$  đặt tại các mép tầm bắc trên một nửa chiều rộng cầu, ảnh hưởng của các lực này trên nửa còn lại xác định trên nguyên tắc đối xứng. Trên cơ sở của hệ cơ bản như trên, phương trình chính tắc có dạng

$$\begin{aligned}\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1P} &= 0 \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{23}X_3 + \Delta_{2P} &= 0 \\ \delta_{32}X_2 + \delta_{33}X_3 + \delta_{34}X_4 + \Delta_{3P} &= 0 \\ \delta_{43}X_3 + \delta_{44}X_4 + \delta_{45}X_5 + \Delta_{4P} &= 0 \\ \delta_{54}X_4 + \delta_{55}X_5 + \delta_{56}X_6 + \Delta_{5P} &= 0 \\ \delta_{65}X_5 + \delta_{66}X_6 + \delta_{67}X_7 + \Delta_{6P} &= 0 \\ \delta_{76}X_6 + \delta_{77}X_7 + \delta_{78}X_8 + \Delta_{7P} &= 0 \\ \delta_{87}X_7 + \delta_{88}X_8 + \delta_{89}X_9 + \Delta_{8P} &= 0 \\ \delta_{98}X_8 + \delta_{99}X_9 + \Delta_{9P} &= 0\end{aligned}$$

Mỗi phương trình trong hệ không quá ba ẩn số vì một các hệ số  $\delta_{ik}$  bằng 0.

Độ mềm của bắc khi chịu tải trọng tức là độ võng, thể hiện độ đàn hồi của bắc tại giữa nhịp.

Khi có lực  $P = 1$  đặt tại giữa nhịp tại trục tầm bắc, độ võng của tầm bắc là:  $\xi = \frac{L^3}{48EI}$

Khi đặt lực  $P = 1$  lên mép bắc sẽ xuất hiện biến dạng phụ của mép do momen xoắn  $\eta = \pm \frac{\varphi b}{2}$ , trong đó  $b$  và  $\varphi$  là chiều rộng và góc xoắn của tầm bắc.

Góc xoắn ở giữa nhịp bắc, kẽ đơn giản trên 2 cạnh xác định theo công thức:

$$\varphi = \frac{M_k}{2} \cdot \frac{1}{GI_k} \cdot \frac{L}{2}$$

Trong đó:

$$M_k = 1 \cdot \frac{b}{2} : \text{momen xoắn}$$

$G$ : moden chống trượt của vật liệu bắc

$I_k = \beta ba^3$ : momen quán tính xoắn của tiết diện, đối với hình chữ nhật ; trong đó  $a$  – chiều dày bắc,  $b$  – chiều rộng bắc,  $\beta$  – hệ số, phụ thuộc vào các cạnh bắc  $b/a$ .

$L$  : chiều dài nhịp bắc

Thay các trị số của  $\varphi$  và  $M_k$  vào biểu thức ta có:

$$\eta = \pm \frac{b^2 L}{16G I_k}$$

Ở đây ta thiết kế một cầu bänder lăp ghép có mối nối khớp chịu cắt, nhịp tính toán của cầu là  $L = 17.4$  m, chiều rộng cầu là 10.5 m, chia làm 10 tấm lăp ghép, mỗi tấm rộng 990mm, chiều cao tấm 550 mm.

Từ đó ta được:

$$I_k = \beta b a^3 = 0.237 \times 0.99 \times 0.55^3 = 0.039 m^4$$

Với  $\frac{b}{a} = \frac{990}{550} = 1.8 \rightarrow \beta = 0.237$  (bảng 6.1 giáo trình cầu BTCT Lê Đình Tâm)

$$I = \frac{ba^3}{12} = \frac{0.99 \times 0.55^3}{12} = 0.0137 m^4$$

Modun đàn hồi bê tông bänder đúc sẵn là:

$$E = 0.043 \times \gamma_c^{1.5} \times \sqrt{f_c} = 0.043 \times 2500^{1.5} \times \sqrt{50} = 38007 \text{ (MPa)}$$

Modun đàn hồi trượt của bê tông bänder đúc sẵn là:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{38007}{2(1+0.2)} = 15836 \text{ (MPa)}$$

Thay số vào tính được:

$$\xi = \frac{L^3}{48EI} = \frac{17.4^3}{48 \times 38007000 \times 0.0137} = 21.1 \times 10^{-5} m$$

$$\eta = \pm \frac{b^2 L}{16G I_k} = \frac{0.99^2 \times 17.4}{16 \times 15836000 \times 0.039} = 1.73 \times 10^{-6} m$$

Khi đó độ vông ở các mép bänder:

$$\alpha = \xi + \eta = 21.1 \times 10^{-5} + 1.73 \times 10^{-6} = 2.127 \times 10^{-4} m$$

$$\gamma = \xi - \eta = 21.1 \times 10^{-5} - 1.73 \times 10^{-6} = 2.093 \times 10^{-4} m$$

Xác định lực tác dụng lên khớp khi  $P = 1$  đặt tại các vị trí khác nhau trên bänder:

**Vị trí 1:** Lực  $P = 1$  đặt mép ngoài tấm thứ nhất

Các hệ số của phương trình chính tắc là :

$$\delta_{11} = \delta_{22} = \delta_{33} = \delta_{44} = \delta_{55} = \delta_{66} = \delta_{77} = \delta_{88} = \delta_{99} = 2(\xi + \eta) = 2\alpha$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \delta_{23} = \delta_{32} = \delta_{34} = \delta_{43} = \delta_{45} = \delta_{54} = \delta_{56} = \delta_{65} = \delta_{76} = \delta_{78} = \delta_{87} = \delta_{89} = \delta_{98} = -(\xi - \eta) = -\gamma$$

Các hệ số  $\delta_{ik}$  còn lại mang giá trị 0

b/a	1	2	3	4	6	8	10	$\infty$
$\alpha$	0,203	0,246	0,267	0,282	0,299	0,307	0,313	0,333
$\beta$	0,141	0,299	0,263	0,281	0,299	0,307	0,313	0,333
$\gamma$	1,0	0,795	0,753	0,745	0,743	0,742	0,742	0,742

Bảng 6.1

Chuyển vị theo phương  $X_1$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{1P} = P(\xi - \eta) = \gamma$$

Hệ phương trình chính tắc có dạng:

$$\begin{aligned} 2\alpha X_1 - \gamma X_2 + \gamma &= 0 \\ -\gamma X_1 + 2\alpha X_2 - \gamma X_3 &= 0 \\ -\gamma X_2 + 2\alpha X_3 - \gamma X_4 &= 0 \\ -\gamma X_3 + 2\alpha X_4 - \gamma X_5 &= 0 \\ -\gamma X_4 + 2\alpha X_5 - \gamma X_6 &= 0 \\ -\gamma X_5 + 2\alpha X_6 - \gamma X_7 &= 0 \\ -\gamma X_6 + 2\alpha X_7 - \gamma X_8 &= 0 \\ -\gamma X_7 + 2\alpha X_8 - \gamma X_9 &= 0 \\ -\gamma X_8 + 2\alpha X_9 &= 0 \end{aligned}$$

Thay số vào hệ phương trình ta giải được:

$$\begin{aligned} X_1 &= -0.766 \\ X_2 &= -0.585 \\ X_3 &= -0.445 \\ X_4 &= -0.336 \\ X_5 &= -0.251 \\ X_6 &= -0.182 \\ X_7 &= -0.127 \\ X_8 &= -0.080 \\ X_9 &= -0.039 \end{aligned}$$

**Vị trí 2:** Lực  $P = 1$  đặt mép trái khớp I

Chuyển vị theo phương  $X_1$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{1P} = P(\xi + \eta) = \alpha$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

$$\begin{aligned} X_1 &= -0.793 \\ X_2 &= -0.606 \\ X_3 &= -0.461 \\ X_4 &= -0.348 \\ X_5 &= -0.259 \\ X_6 &= -0.189 \\ X_7 &= -0.332 \\ X_8 &= -0.083 \\ X_9 &= -0.04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_1 &= 0.16 \\ X_2 &= -0.668 \\ X_3 &= -0.508 \\ X_4 &= -0.384 \\ X_5 &= -0.286 \\ X_6 &= -0.208 \\ X_7 &= -0.145 \\ X_8 &= -0.091 \\ X_9 &= -0.044 \end{aligned}$$

**Vị trí 3:** Lực P = 1 đặt mép phải khớp I.

Chuyển vị theo phương X<sub>1</sub> do P gây ra

$$\Delta_{1P} = -P(\xi + \eta) = -\alpha$$

Chuyển vị theo phương X<sub>2</sub> do P gây ra

$$\Delta_{2P} = P(\xi - \eta) = \gamma$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

$$\begin{aligned} X_1 &= 0.207 \\ X_2 &= -0.606 \\ X_3 &= -0.461 \\ X_4 &= -0.348 \\ X_5 &= -0.259 \\ X_6 &= -0.189 \\ X_7 &= -0.332 \\ X_8 &= -0.083 \\ X_9 &= -0.04 \end{aligned}$$

**Vị trí 4:** Lực P = 1 đặt mép trái khớp II.

Chuyển vị theo phương X<sub>1</sub> do P gây ra

$$\Delta_{1P} = -P(\xi - \eta) = -\gamma$$

Chuyển vị theo phương X<sub>2</sub> do P gây ra

$$\Delta_{2P} = P(\xi - \eta) = \alpha$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

**Vị trí 5:** Lực P = 1 đặt mép phải khớp II.

Chuyển vị theo phương X<sub>1</sub> do P gây ra

$$\Delta_{1P} = 0$$

Chuyển vị theo phương X<sub>2</sub> do P gây ra

$$\Delta_{2P} = -P(\xi + \eta) = -\alpha$$

Chuyển vị theo phương X<sub>3</sub> do P gây ra

$$\Delta_{3P} = P(\xi - \eta) = \gamma$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

$$\begin{aligned} X_1 &= 0.16 \\ X_2 &= 0.332 \\ X_3 &= -0.508 \\ X_4 &= -0.384 \\ X_5 &= -0.286 \\ X_6 &= -0.208 \\ X_7 &= -0.145 \\ X_8 &= -0.091 \\ X_9 &= -0.044 \end{aligned}$$

**Vị trí 6:** Lực P = 1 đặt mép trái khớp III.

Chuyển vị theo phương X<sub>1</sub> do P gây ra

$$\Delta_{1P} = 0$$

Chuyển vị theo phương X<sub>2</sub> do P gây ra

$$\Delta_{2P} = -P(\xi - \eta) = -\gamma$$

Chuyển vị theo phương X<sub>3</sub> do P gây ra

$$\Delta_{3P} = P(\xi + \eta) = \alpha$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

$$X_1 = 0.125$$

$$X_2 = 0.258$$

$$X_3 = -0.591$$

$$X_4 = -0.446$$

$$X_5 = -0.333$$

$$X_6 = -0.242$$

$$X_7 = -0.168$$

$$X_8 = -0.106$$

$$X_9 = -0.62$$

$$X_1 = 0.125$$

$$X_2 = 0.258$$

$$X_3 = 0.409$$

$$X_4 = -0.446$$

$$X_5 = -0.333$$

$$X_6 = -0.242$$

$$X_7 = -0.168$$

$$X_8 = -0.106$$

$$X_9 = -0.62$$

**Vị trí 8:** Lực P = 1 đặt mép trái khớp IV.

Chuyển vị theo phương X<sub>1</sub> do P gây ra

$$\Delta_{1P} = 0$$

Chuyển vị theo phương X<sub>2</sub> do P gây ra

$$\Delta_{2P} = 0$$

Chuyển vị theo phương X<sub>3</sub> do P gây ra

$$\Delta_{3P} = -P(\xi - \eta) = -\gamma$$

Chuyển vị theo phương X<sub>4</sub> do P gây ra

$$\Delta_{4P} = P(\xi + \eta) = \alpha$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

**Vị trí 7:** Lực P = 1 đặt mép phải khớp III.

Chuyển vị theo phương X<sub>1</sub> do P gây ra

$$\Delta_{1P} = 0$$

Chuyển vị theo phương X<sub>2</sub> do P gây ra

$$\Delta_{2P} = 0$$

Chuyển vị theo phương X<sub>3</sub> do P gây ra

$$\Delta_{3P} = -P(\xi + \eta) = -\alpha$$

Chuyển vị theo phương X<sub>4</sub> do P gây ra

$$\Delta_{4P} = P(\xi - \eta) = \gamma$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

$$X_1 = 0.097$$

$$X_2 = 0.202$$

$$X_3 = 0.32$$

$$X_4 = -0.54$$

$$X_5 = -0.402$$

$$X_6 = -0.293$$

$$X_7 = -0.203$$

$$X_8 = -0.128$$

$$X_9 = -0.062$$

**Vị trí 9:** Lực P = 1 đặt mép phải khớp IV.

Chuyển vị theo phương  $X_1$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{1P} = 0$$

Chuyển vị theo phương  $X_2$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{2P} = 0$$

Chuyển vị theo phương  $X_3$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{3P} = 0$$

Chuyển vị theo phương  $X_4$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{4P} = -P(\xi + \eta) = -\alpha$$

Chuyển vị theo phương  $X_5$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{5P} = P(\xi - \eta) = \gamma$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

$$X_1 = 0.097$$

$$X_2 = 0.202$$

$$X_3 = 0.32$$

$$X_4 = 0.46$$

$$X_5 = -0.402$$

$$X_6 = -0.293$$

$$X_7 = -0.203$$

$$X_8 = -0.128$$

$$X_9 = -0.062$$

Chuyển vị theo phương  $X_5$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{5P} = P(\xi + \eta) = \alpha$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

$$X_1 = 0.077$$

$$X_2 = 0.159$$

$$X_3 = 0.253$$

$$X_4 = 0.364$$

$$X_5 = -0.5$$

$$X_6 = -364$$

$$X_7 = -0.253$$

$$X_8 = -0.159$$

$$X_9 = -0.077$$

**Vị trí 10:** Lực  $P = 1$  đặt mép trái khớp V.

Chuyển vị theo phương  $X_1$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{1P} = 0$$

Chuyển vị theo phương  $X_2$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{2P} = 0$$

Chuyển vị theo phương  $X_3$  do  $P$  gây ra

$$\Delta_{3P} = 0$$

Chuyển vị theo phương  $X_4$  do  $P$  gây ra

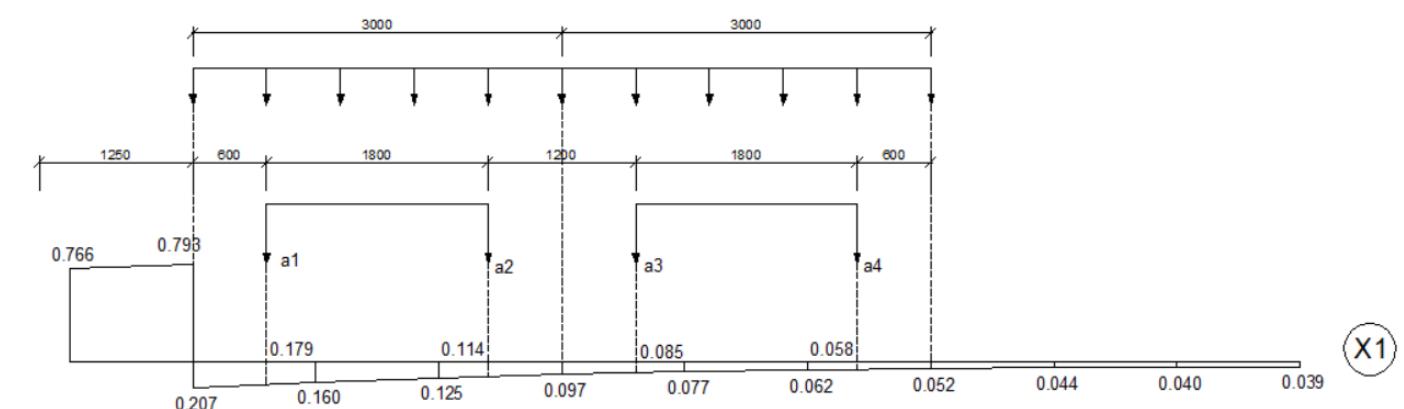
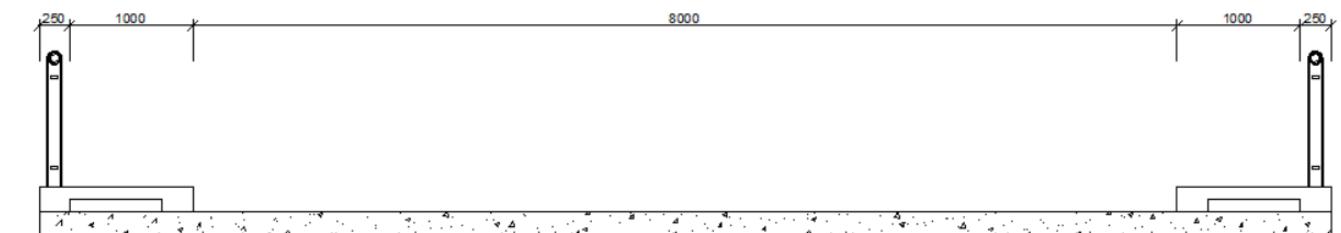
$$\Delta_{4P} = -P(\xi - \eta) = -\gamma$$

Phương trình chính tắc được viết lại và nghiệm của nó tính được:

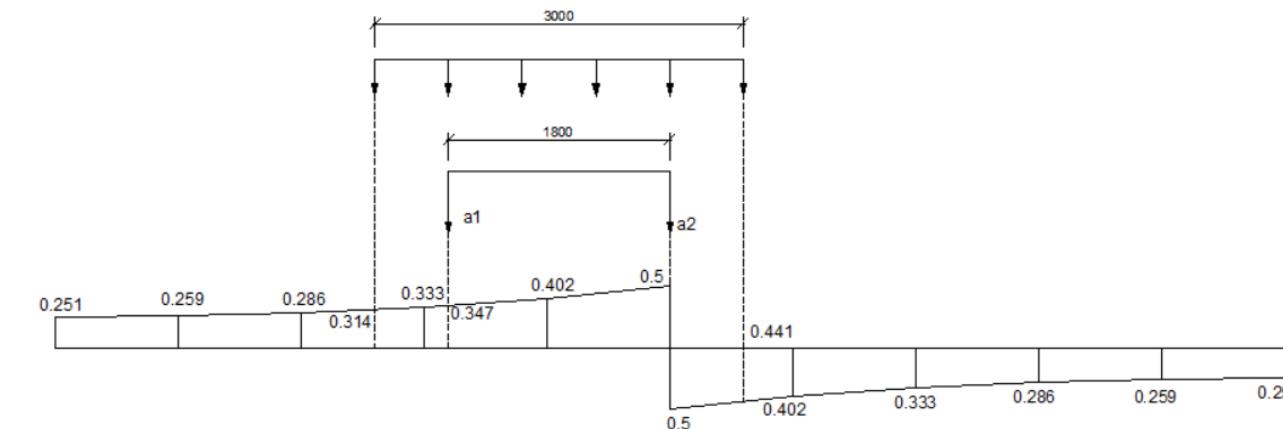
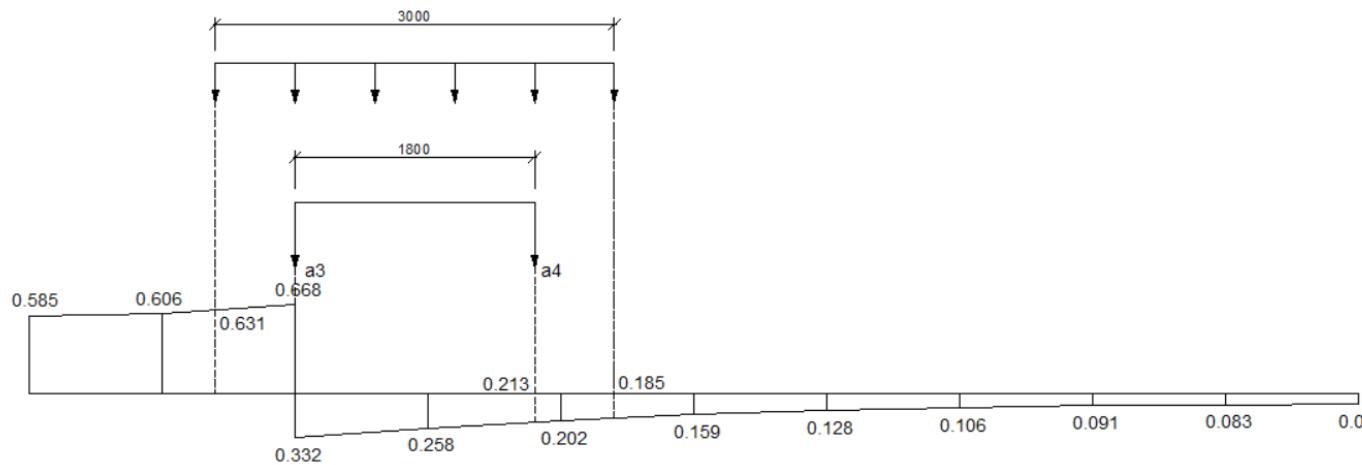
Xét trường hợp xếp hoạt tải lệch tâm

Vì các đường ảnh hưởng  $X_{11}, X_{10}, X_9, X_8, X_7$  lần lượt đối xứng với  $X_6, X_5, X_4, X_3, X_2, X_1$  nên chỉ cần xếp hoạt tải tại 6 vị trí khớp đầu hoặc 6 vị trí khớp cuối.

➤ **Xác định lực cắt do hoạt tải:**

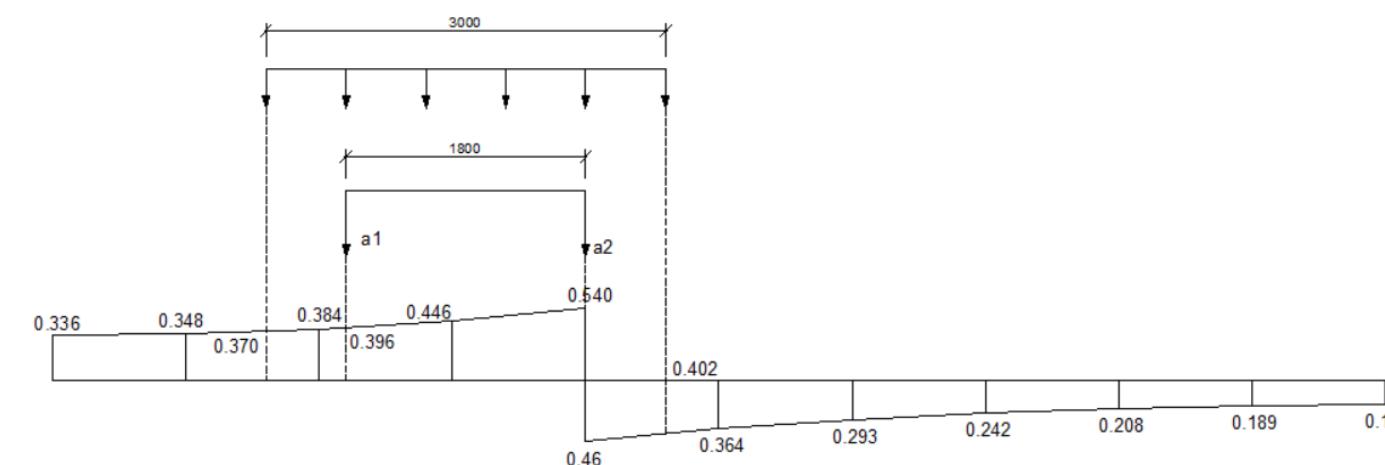
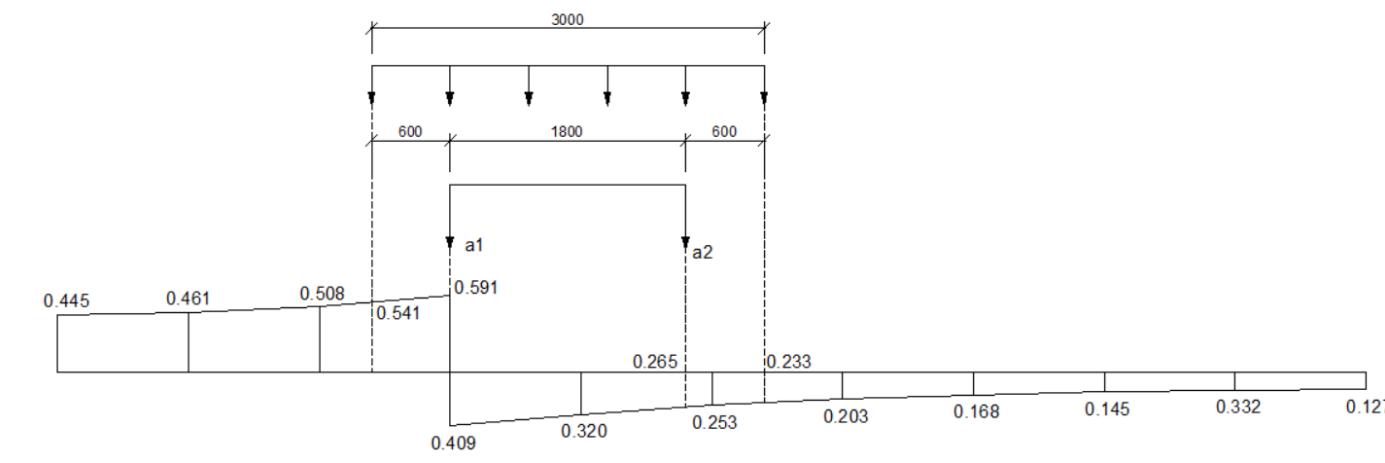


(X1)



**Bảng giá trị tung độ trực xe 3 trực tác dụng lên khớp:**

Vị trí trực	Giá trị tung độ				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
a <sub>1</sub>	0.179	-	0.409	-0.396	-0.347
a <sub>2</sub>	0.114	-	0.265	-0.54	-0.5
a <sub>3</sub>	0.085	0.668	-	-	-
a <sub>4</sub>	0.058	0.213	-	-	-



- Xác định tải trọng lèn và lực cắt xe 3 trực tác dụng lên vị trí X<sub>1</sub>:**

$$V_{3T}^{X_1} = \frac{145000}{2} \times 1.75 \times 1.33 \times (0.179 + 0.114 + 0.085 + 0.058) = 73572(N) = 73.57(kN)$$

$$V_{\text{lane}}^{X_1} = q\omega = \frac{9300}{3000} \times 1.75 \times \frac{1}{2} \times [1000 \times (0.207 + 0.16x2 + 0.125x2 + 0.097x2 + 0.077x2 + 0.062x2 + 0.052)] \\ = 4798(N)$$

- Xác định tải trọng lèn và lực cắt xe 3 trực tác dụng lên vị trí X<sub>2</sub>:**

$$V_{3T}^{X_2} = \frac{145000}{2} \times 1.75 \times 1.33 \times (0.668 + 0.213) = 148663.24(N) = 148.66(kN)$$

$$V_{\text{lane}}^{X_2} = q\omega = \frac{9300}{3000} \times 1.75 \times \frac{1}{2} \times [600 \times (-0.631 - 0.668) + 1000 \times (0.332 + 2 \times 0.258 + 0.202) + 400 \times (0.202 + 0.185)] \\ = 1153.9(N)$$

- Xác định tải trọng lèn và lực cắt xe 3 trực tác dụng lên vị trí X<sub>3</sub>:**

$$V_{3T}^{X3} = \frac{145000}{2} \times 1.75 \times 1.33 \times (0.409 + 0.265) = 113733.29(N) = 113.73(kN)$$

$$V_{lane}^{X3} = q\omega = \frac{9300}{3000} \times 1.75 \times \frac{1}{2} \times [600 \times (-0.541 - 0.591) + 1000 \times (0.409 + 2 \times 0.32 + 0.253) + 400 \times (0.253 + 0.233)] \\ = 1742.4(N)$$

- Xác định tải trọng lèn và lực cắt xe 3 trục tác dụng lên vị trí X4:**

$$V_{3T}^{X4} = \frac{145000}{2} \times 1.75 \times 1.33 \times (-0.396 - 0.54) = -157944(N) = -157.94(kN)$$

$$V_{lane}^{X4} = q\omega = \frac{9300}{3000} \times 1.75 \times \frac{1}{2} \times [600 \times (0.46 + 0.402) + 1000 \times (-0.54 - 2 \times 0.446 - 0.384) + 400 \times (-0.384 - 0.37)] \\ = -4775(N)$$

- Xác định tải trọng lèn và lực cắt xe 3 trục tác dụng lên vị trí X5:**

$$V_{3T}^{X5} = \frac{145000}{2} \times 1.75 \times 1.33 \times (-0.347 - 0.5) = -142925.6(N) = -142.9(kN)$$

$$V_{lane}^{X5} = q\omega = \frac{9300}{3000} \times 1.75 \times \frac{1}{2} \times [600 \times (0.5 + 0.441) + 1000 \times (-0.5 - 2 \times 0.402 - 0.333) + 400 \times (-0.333 - 0.314)] \\ = -3610.88(N)$$

➤ **Xác định lực cắt do tĩnh tải:**

- Trọng lượng của hệ lan can:

  - + Phần thép:

$$DC_t = 78.5' \left[ \frac{p' (0.1 - 0.09)^2}{4} + 2' (0.06' 0.026 - 0.054' 0.02) + 5' (0.03' 0.012 - 0.028' 0.01)' 0.714 \right] = 0.104 (kN/m)$$

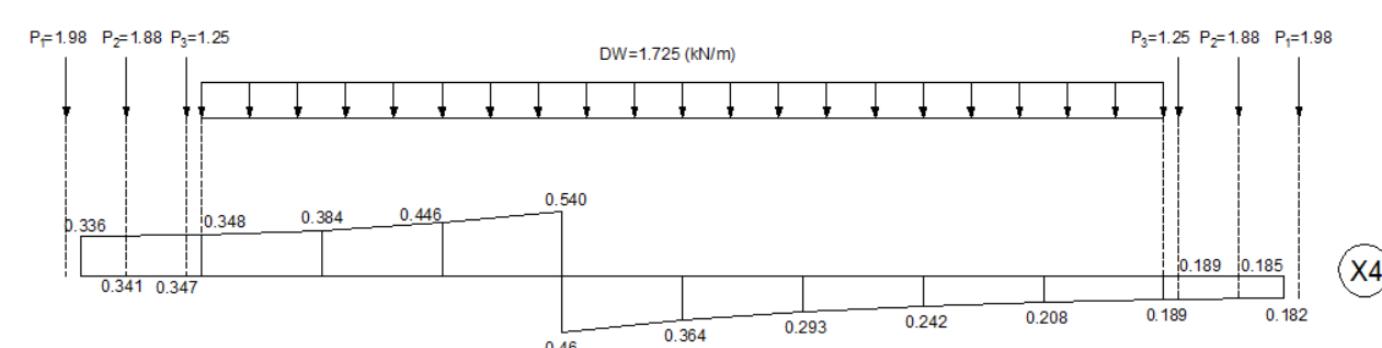
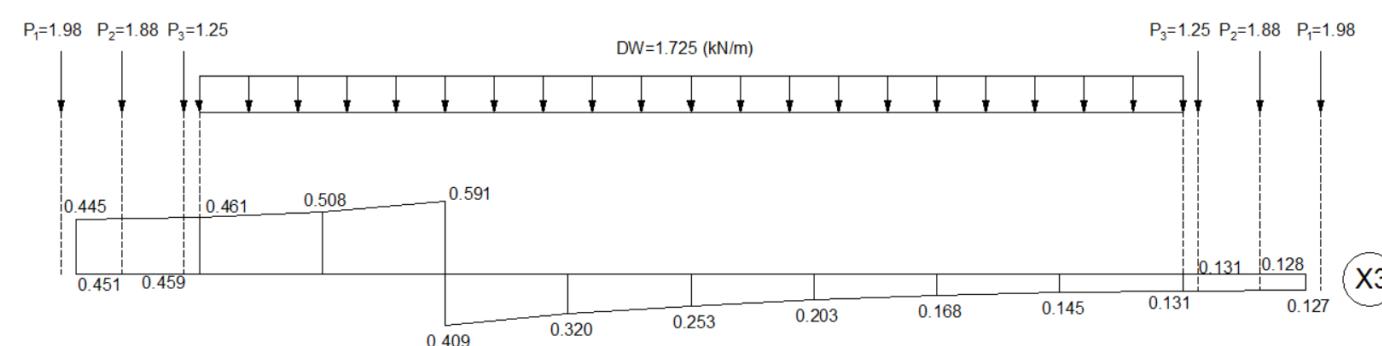
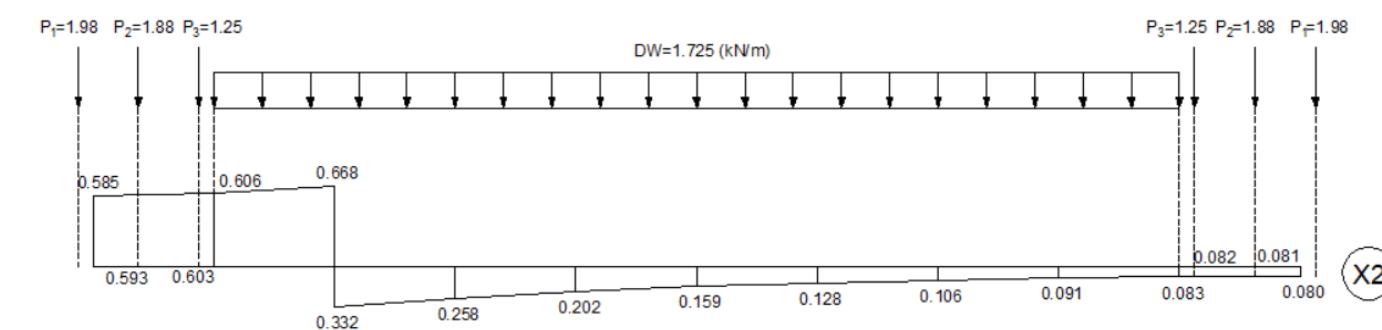
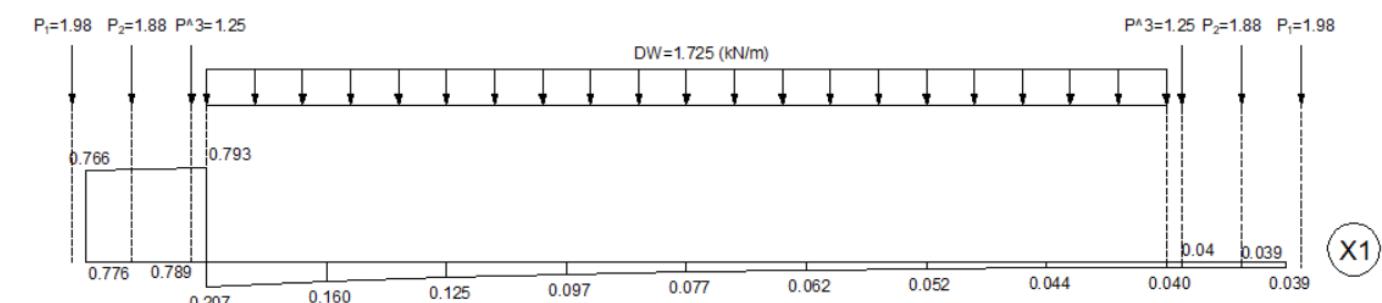
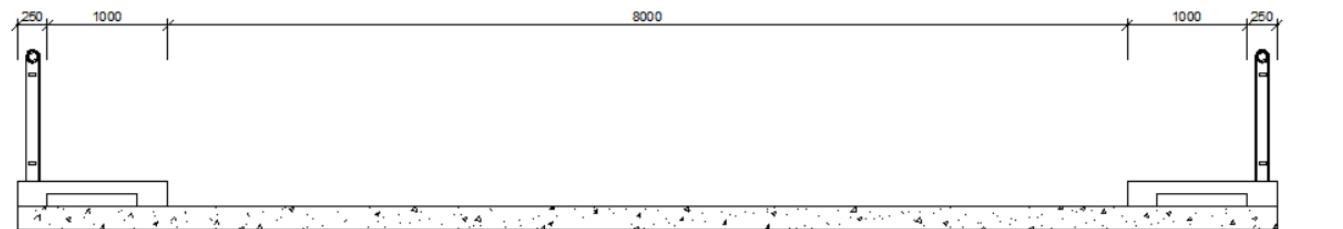
  - + Trọng lượng lan can:

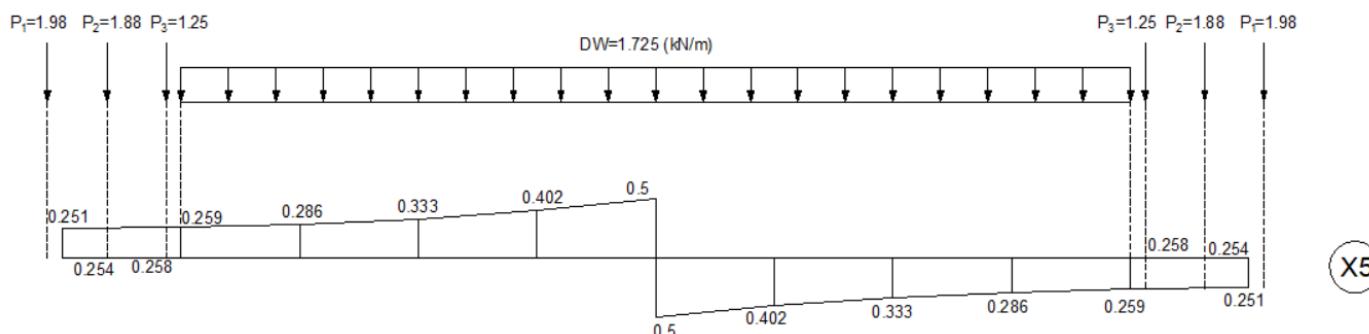
$$P_{LC}^1 = 25' (0.3' 0.25) + 0.104 = 1.979(kN/m)$$

$$P_{LC}^2 = 25' (0.75' 0.1) = 1.875(kN/m)$$

$$P_{LC}^3 = 25' (0.25' 0.2) = 1.25(kN/m)$$

  - + Trọng lượng lớp phủ:  $DW = h_{LP}' g_c = 0.075' 23 = 1.725(kN/m)$





- Xác định lực cắt do tĩnh tải tại vị trí X<sub>1</sub>:**

$$V_{LC}^{X_1} = 1.98x(-0.766 + 0.039) + 1.88x(-0.776 + 0.039) + 1.25x(-0.789 + 0.04) = -3.311(\text{kN}) = -3311(\text{N})$$

$$\begin{aligned} V_{DW}^{X_1} &= 1.725 \times 0.5 \times 1x(0.207 + 2 \times 0.16 + 2 \times 0.125 + 2 \times 0.097 + 2 \times 0.077 + 2 \times 0.062 + 2 \times 0.052 + 2 \times 0.044 + 0.04) \\ &= 1.277(\text{kN}) = 1277(\text{N}) \end{aligned}$$

- Xác định lực cắt do tĩnh tải tại vị trí X<sub>2</sub>:**

$$V_{LC}^{X_2} = 1.98x(-0.585 + 0.08) + 1.88x(-0.593 + 0.081) + 1.25x(-0.603 + 0.082) = -2.614(\text{kN}) = -2614(\text{N})$$

$$\begin{aligned} V_{DW}^{X_2} &= 1.725 \times 0.5 \times 1x[(-0.606 - 0.668) + (0.332 + 2 \times 0.258 + 2 \times 0.202 + 2 \times 0.159 \\ &\quad + 2 \times 0.128 + 2 \times 0.106 + 2 \times 0.091 + 0.083)] = 0.888(\text{kN}) = 888(\text{N}) \end{aligned}$$

- Xác định lực cắt do tĩnh tải tại vị trí X<sub>3</sub>:**

$$V_{LC}^{X_3} = 1.98x(-0.445 + 0.127) + 1.88x(-0.451 + 0.128) + 1.25x(-0.459 + 0.131) = -1.647(\text{kN}) = -1647(\text{N})$$

$$\begin{aligned} V_{DW}^{X_3} &= 1.725 \times 0.5 \times 1x[(-0.461 - 2 \times 0.508 - 0.591) + (0.409 + 2 \times 0.32 + 2 \times 0.253 + 2 \times 0.203 + \\ &\quad 2 \times 0.168 + 2 \times 0.145 + 0.131)] = 0.561(\text{kN}) = 561(\text{N}) \end{aligned}$$

- Xác định lực cắt do tĩnh tải tại vị trí X<sub>4</sub>:**

$$V_{LC}^{X_4} = 1.98x(-0.336 + 0.182) + 1.88x(-0.341 + 0.185) + 1.25x(-0.347 + 0.189) = -0.796(\text{kN}) = -796(\text{N})$$

$$\begin{aligned} V_{DW}^{X_4} &= 1.725 \times 0.5 \times 1x[(-0.348 - 2 \times 0.384 - 2 \times 0.446 - 0.54) + (0.46 + 2 \times 0.364 + 2 \times 0.293 \\ &\quad + 2 \times 0.242 + 2 \times 0.208 + 0.189)] = 0.272(\text{kN}) = 272(\text{N}) \end{aligned}$$

- Xác định lực cắt do tĩnh tải tại vị trí X<sub>5</sub>:**

Vì đường ảnh hưởng lực cắt X<sub>5</sub> đối xứng và tải trọng cũng đối xứng nên:

$$V_{LC}^{X_5} = 0(\text{N})$$

$$V_{DW}^{X_5} = 0(\text{N})$$

⇒ Sau khi tính toán, ta có bảng tổng hợp lực cắt tại các khớp như sau:

$$V_u = V_{3T} + V_{lane} + V_{LC} + V_{DW}$$

Loại tải trọng	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>

Xe 3 trục V <sub>3T</sub> <sup>X<sub>i</sub></sup> (N)	73572	148663	113733	-157944	-142925.6
Tải lùn V <sub>lane</sub> <sup>X<sub>i</sub></sup> (N)	4798	1153.9	1742.4	-4775	-3610.9
Lan can V <sub>LC</sub> <sup>X<sub>i</sub></sup> (N)	-3311	-2614	-1647	-796	0
Lớp phủ V <sub>DW</sub> <sup>X<sub>i</sub></sup> (N)	1277	888	561	272	0
V <sub>u</sub> = $\sum V$ (N)	76336	148090.9	114389.4	-163243	-146536.5

→ Lực cắt lớn nhất trong bản mặt cầu tại vị trí khớp thứ 4 có  $V_r = |-163243|(\text{N}) = 163.243(\text{kN})$

### 3.2. Kiểm tra sức kháng cắt của bản mặt cầu.

Điều kiện:  $\phi V_n \geq V_r$

Trong đó:  $+ \phi = 0.9$ : Hệ số sức kháng

$+ V_n$ : Sức kháng cắt danh định (N)

$+ V_r = 163243()$ : Sức kháng cắt tính toán

$+ \text{Bản mặt cầu có: } + f_c' = 50 (\text{MPa})$   
 $+ h = 120 (\text{mm})$

$+ \text{Thép trong BMC: } + f_y = 280 (\text{MPa}):$

➢ **Xác định sức kháng cắt danh định:**

$$V_n = V_c + V_s + V_p \quad (5.8.3.3-1)$$

Trong đó:

$V_c = 0.083\beta\sqrt{f'_c}b_v d_v$ : khả năng chịu cắt của bê tông

$V_s = \frac{A_v f_y d_v (\cot g\theta + \cot g\alpha) \sin \alpha}{s}$ : khả năng chịu cắt của thép đai

- Chọn thép dọc  $\phi 12$ :

+  $d_v$ : chiều cao chịu cắt hữu hiệu tính bằng khoảng cách giữa trọng tâm của cốt thép chịu kéo và cốt thép chịu nén của bản. Chọn chiều dày lớp bảo vệ  $a = 30$  (mm)

$d_e = 120 - 30 = 90$  (mm): mép thô chịu nén đến tâm cốt thép chịu kéo.

$$\rightarrow d_v = \max \begin{cases} 120 - 30 - 30 = 60\text{mm} \\ 0.72h = 0.72 \times 120 = 86.4\text{mm} \rightarrow d_v = 86.4\text{mm} \\ 0.9d_e = 0.9 \times 90 = 81\text{mm} \end{cases}$$

+  $b_v$ : bề rộng bê tông chịu cắt, trong trường hợp này khác với dày nên phải quan niệm như

sau:

Bản làm việc 1 phuong theo phuong ngang cầu

Tải trọng lùn phân bố đều theo phuong dọc cầu

Tải trọng bánh xe gây ra lực tác dụng trên một diện tích có bề rộng là 510 mm, bề dài (theo phuong xe chạy) là 250mm.

$$\Rightarrow b_v = L + 2h = 250 + 2 \times 120 = 490\text{mm}$$

+ Chiều cao bản  $h = 120\text{mm} < 450\text{mm}$   $\beta = 2.0; \theta = 45^\circ \rightarrow (5.8.3.4.1)$

+  $\alpha = 90^\circ$ : góc nghiêng của cốt thép ngang so với trục dọc

+  $V_p = 0$ : thành phần dự ứng lực hữu hiệu

+  $s$ : cự ly cốt thép ngang (mm)

$$V_u = 163243(\text{N}) < 0.1f_c b_v d_v = 0.1 \times 50 \times 490 \times 86.4 = 211680(\text{N})(5.8.2.7 - 1)$$

$$\Rightarrow s \leq 0.8d_v = 69.14\text{mm} \leq 600\text{mm}$$

Chọn  $s = 50\text{ mm}$

+  $A_v$ : diện tích cốt thép ngang tối thiểu trong phạm vi  $s$  ( $\text{mm}^2$ )

$$A_v = 0.083 \sqrt{f_c} \frac{b_v s}{f_y} = 0.083 \times \sqrt{50} \times \frac{650 \times 50}{280} = 68.12\text{mm}^2$$

$$\rightarrow \text{Chọn thép đai 2 nhánh } \varnothing 14 \text{ có } A_v = 2 \times \frac{\pi \times 14^2}{4} = 308\text{mm}^2$$

Thay vào công thức tính được:

$$V_c = 0.083 \times 2 \times \sqrt{50} \times 490 \times 86.4 = 49693(\text{N})$$

$$V_s = \frac{308 \times 280 \times 86.4 \times \cot(45)}{50} = 149022(\text{N})$$

$$\rightarrow V_n = V_c + V_s + V_p = 49693 + 149022 = 198175(\text{kN})$$

**Kiểm tra điều kiện, ta có:**  $\phi V_n = 0.9 \times 198175 = 178357(\text{N}) > 163243(\text{N})$

$\rightarrow$  *Bản mặt cầu đủ khả năng chịu cắt.*

## CHƯƠNG IV. NỘI LỰC DÀM CHỦ

### 4.1. Hệ số phân bố ngang theo phương pháp tra bảng

Các thông số :  $b = 1000 \text{ mm}$  ( k/c giữa các đàm chủ)

$$L_{tt} = 26400 \text{ mm}$$

$$t_s = 160 \text{ mm}$$

Xác định tham số độ cứng dọc :  $K_g = n(I + Ae_g^2)$  ( Bảng 6 tt)

#### 4.1.1. Hệ số phân bố mômen đàm trong

+ Phân loại kết cấu : tra bảng 4, tiêu chuẩn 11823-2017 - phần 4, kết cấu thuộc loại (f).

+ Khi có một làn chịu tải :

$$mg_M^{T1} = 0.06 + \left( \frac{S}{4300} \right)^{0.4} \times \left( \frac{S}{L} \right)^{0.3} \times \left( \frac{K_g}{L \times t_s^3} \right)^{0.1}$$

$$= 0.06 + \left( \frac{1000}{4300} \right)^{0.4} \times \left( \frac{1000}{26400} \right)^{0.3} \times (1)^{0.1}$$

$$= 0.269$$

+ Khi có nhiều làn chịu tải :

$$mg_{momem}^{MI} = 0.075 + \left( \frac{S}{2900} \right)^{0.6} \times \left( \frac{S}{L} \right)^{0.2} \times \left( \frac{K_g}{L \times t_s^3} \right)^{0.1}$$

$$mg_{momem}^{MI} = 0.075 + \left( \frac{1000}{2900} \right)^{0.6} \times \left( \frac{1000}{26400} \right)^{0.2} \times (1)^{0.1}$$

$$mg_{momem}^{MI} = 0.349$$

#### 4.1.2. Hệ số phân bố lực cắt cho đàm trong

+ Khi có một làn xe chịu tải :

$$mg_{cat}^{SI} = 0.36 + \frac{S}{7600} = 0.36 + \frac{1000}{7600} = 0.49$$

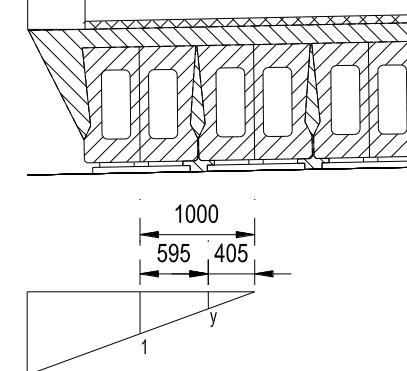
+ Khi có nhiều làn xe chịu tải :

$$mg_{cat}^{MI} = 0.2 + \frac{S}{3600} - \left( \frac{S}{10700} \right)^2 = 0.2 + \frac{1000}{3600} - \left( \frac{1000}{10700} \right)^2$$

$$mg_{cat}^{MI} = 0.47$$

#### 4.1.3. Hệ số phân bố mômen đàm biên:

+ Khi có một làn xe chịu tải : sử dụng phương pháp đòn bẩy, đường ảnh hưởng của phản lực do đàm biên tác động lên bản mặt cầu và các trường hợp xếp xe nguy hiểm như trong hình.

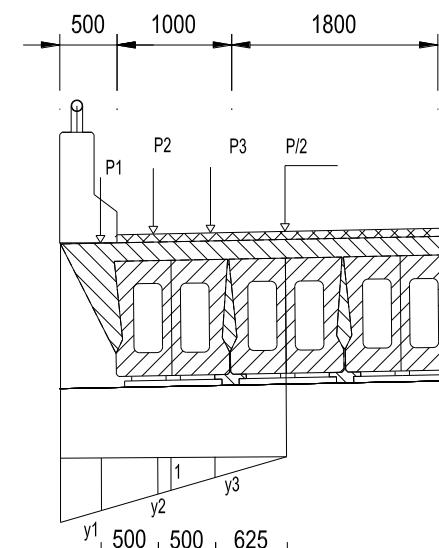


Hệ số phân bố ngang đối với xe 3 trục (và xe 2 trục)

$$\text{Ta có: } \frac{1}{1000} = \frac{y}{405} \Rightarrow y = 0.405$$

$$\Rightarrow mg_{momem}^{SE} = 1.2 \times (0.5 \times 0.405) = 0.243$$

**Đối với đàm thứ hai phía trong**



$$\Rightarrow mg_{momem}^{SE} = 1.2 \times (0.5 \times 1) = 0.6$$

+ Khi có hai làn xe chất tải :  $d_c = 1000 - 500 = 500 \text{ mm}$

$$\text{Do đó ta lấy } e = 0.77 + \frac{500}{2800} = 0.948 \text{ chọn } e = 1$$

$$mg_{momem}^{ME} = e \times mg_M^{MI} = 1 \times 0.4 = 0.4$$

#### 4.1.4. Hệ số phân phối lực cắt cho đàm trong

+ Khi có một làn xe chất tải :

$$mg_{cat}^{SI} = 0.36 + \frac{S}{7600} = 0.36 + \frac{1000}{7600} = 0.49$$

+ Khi có nhiều làn xe chất tải :

$$mg_{cat}^{MI} = 0.2 + \frac{S}{3600} - \left(\frac{S}{10700}\right)^2 = 0.2 + \frac{1000}{3600} - \left(\frac{1000}{10700}\right)^2$$

$$mg_{cat}^{MI} = 0.47$$

#### 4.1.5. Hệ số phân bố lực cắt cho đầm ngoài

+ Khi có một làn xe chất tải : sử dụng phương pháp đòn bẩy

$$mg_{cat}^{ME} = 0.6$$

+ Khi có hai làn xe chất tải :

$$mg_{cat}^{ME} = e \times mg_{cat}^{MI} \quad \text{với } e = 0.6 + \frac{d_c}{3000} = 0.6 + \frac{500}{3000} = 0.77 \text{ chọn } e = 1$$

$$mg_{cat}^{ME} = 0.1 \times 0.47 = 0.47$$

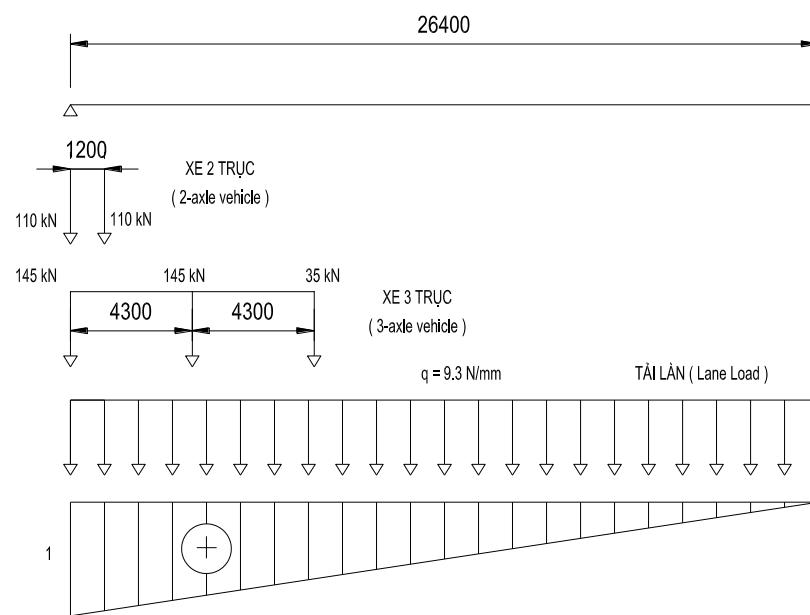
Bảng tổng hợp hệ số phân bố ngang

Hệ số phân bố ngang của		g
Đầm trong	Moment	0.349
	Lực cắt	0.49
Đầm ngoài	Moment	0.6
	Lực cắt	0.47

#### 4.2. Tính toán nội lực do hoạt tải

Ta sẽ tính lực cắt và moment cho đầm tại các vị trí: gối, L/8, L/4, 3L/8 và L/2.

##### 4.2.1. Lực cắt và moment tại vị trí gối



• Do tải trọng làn:

$$Q_g^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times 1 \times 26400 = 122760(N) = 122.76(kN)$$

$$M_g^L = 0$$

• Do xe tải 2 trục (Xe Tadem):

$$Q_g^{2T} = 110 \times 1 + 110 \times \frac{26400 - 1200}{26400} \times 1 = 215(kN)$$

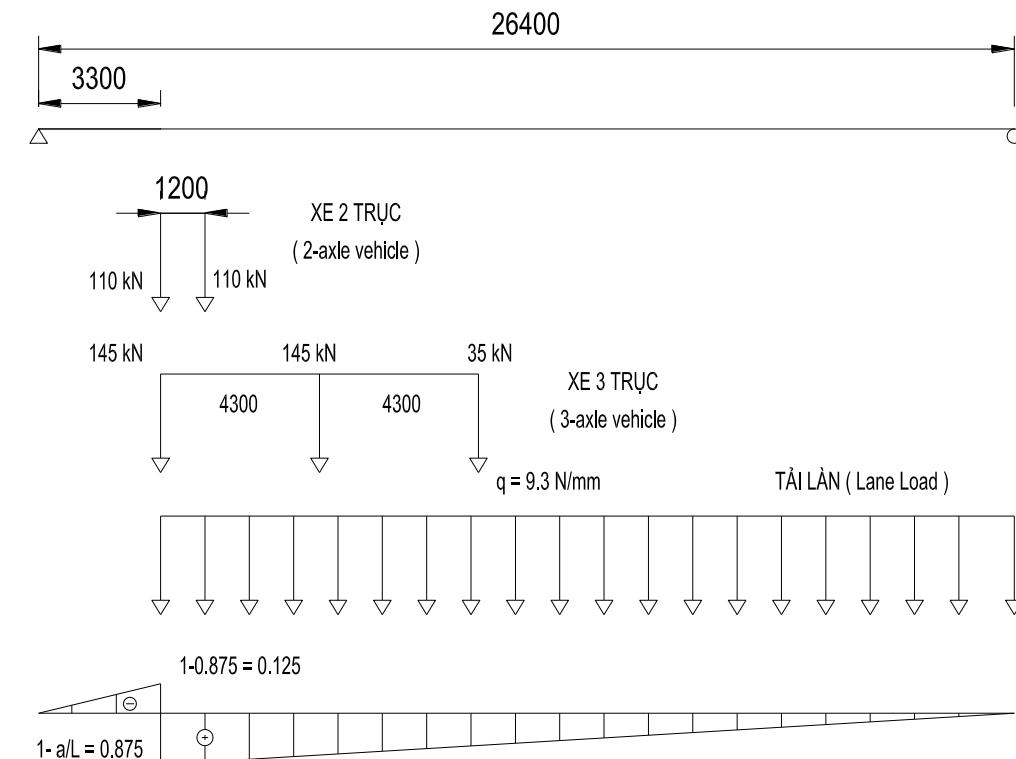
$$M_g^{2T} = 0$$

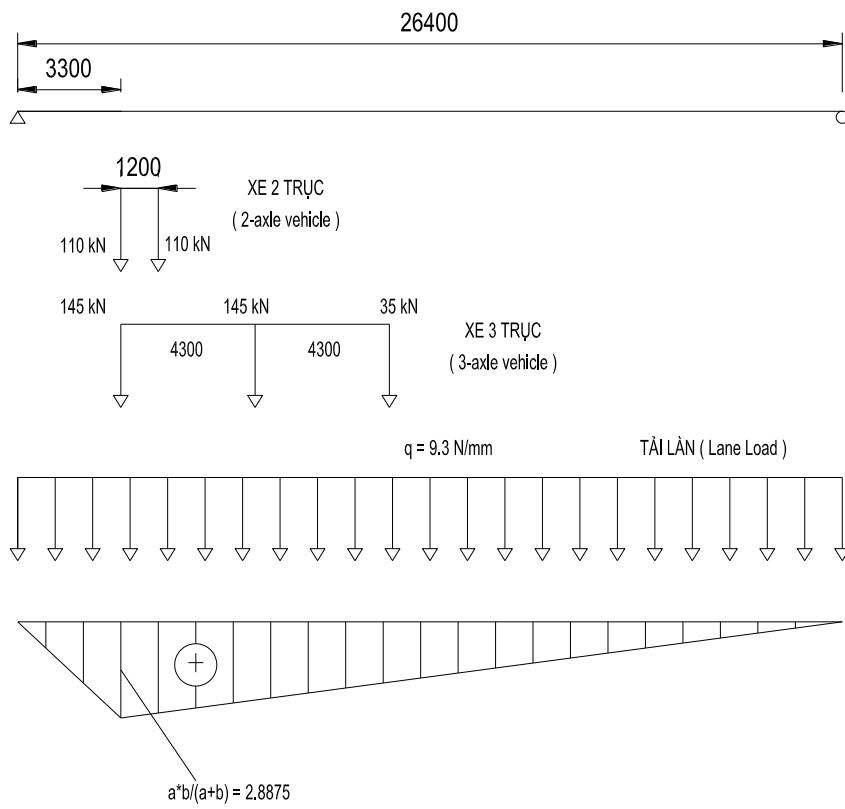
• Do xe tải 3 trục (Xe Truck):

$$Q_g^{3T} = 145 \times 1 + 145 \times \frac{26400 - 4300}{26400} \times 1 + 35 \times \frac{26400 - 2 \times 4300}{26400} \times 1 = 289.98(kN)$$

$$M_g^{3T} = 0$$

##### 4.5.2. Lực cắt và moment tại vị trí L/8





LỰC CẮT VÀ MOMENT TẠI VỊ TRÍ L/8

- Do tải trọng lùn:

$$Q_{L/8}^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times \frac{7}{8} \times 23100 = 93988.13(N) = 93.99(kN)$$

$$M_{L/8}^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times 26400 \times 2.8875 = 354469.5(N) = 354.47(kN)$$

- Do xe tải 2 trục (Xe Tadem):

$$Q_{L/8}^{2T} = 110 \times \frac{7}{8} + 110 \times \frac{23100 - 1200}{23100} \times \frac{7}{8} = 187.5(kN)$$

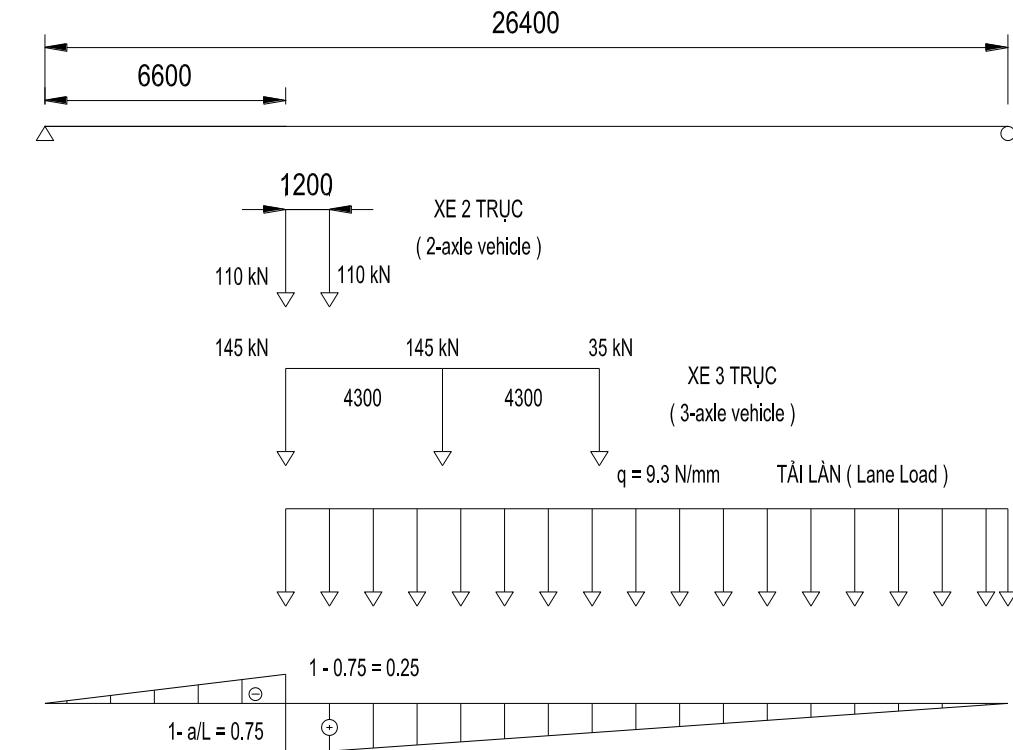
$$M_{L/8}^{2T} = 110 \times 2.8875 + 110 \times \frac{23100 - 1200}{23100} \times 2.8875 = 618.75(kN)$$

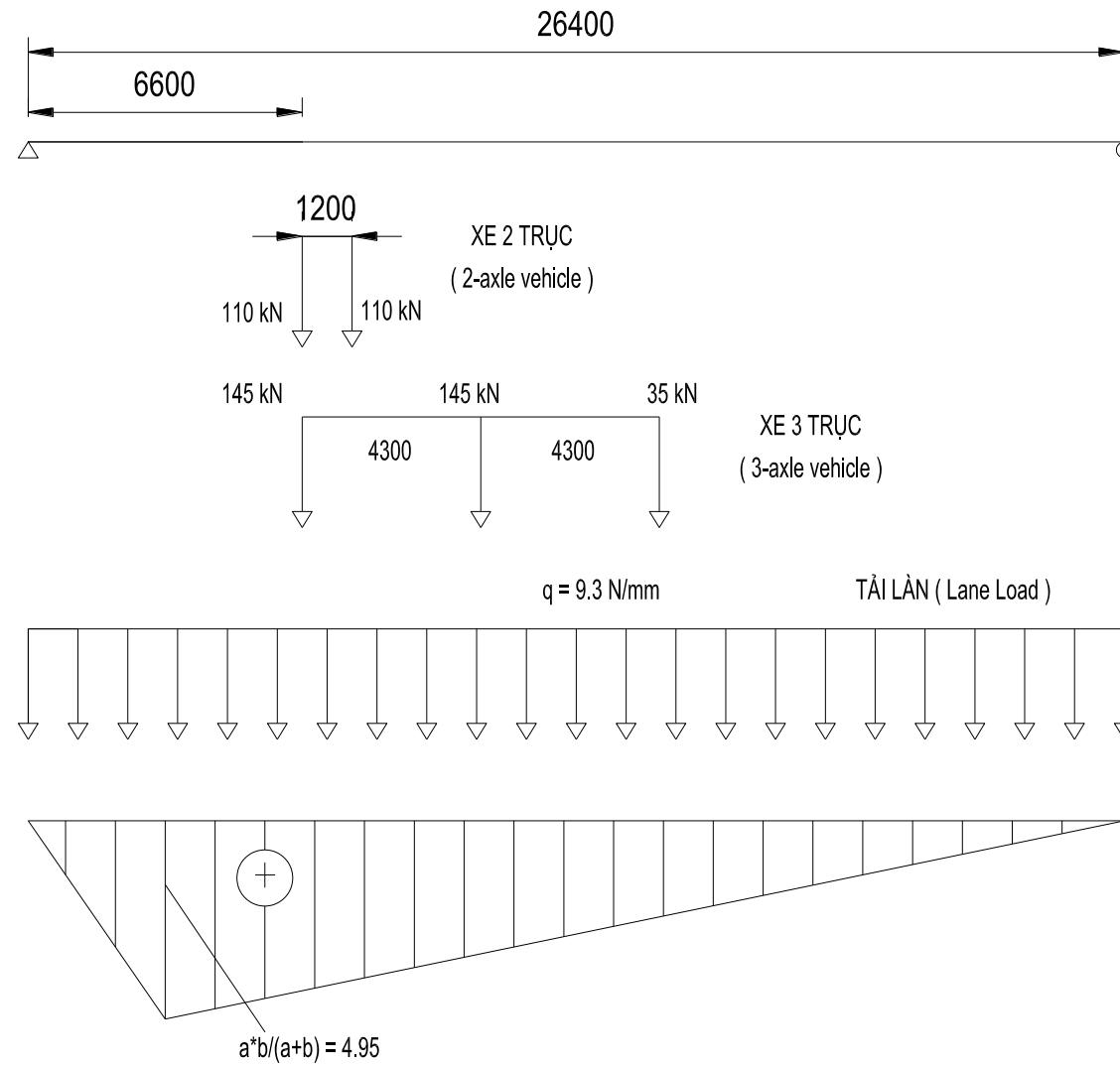
- Do xe tải 3 trục (Xe Truck):

$$Q_{L/8}^{3T} = 145 \times \frac{7}{8} + 145 \times \frac{23100 - 4300}{23100} \times \frac{7}{8} + 35 \times \frac{23100 - 8600}{23100} \times \frac{7}{8} = 249.36(kN)$$

$$M_{L/8}^{3T} = 145 \times 2.8875 + 145 \times \frac{23100 - 4300}{23100} \times 2.8875 + 35 \times \frac{23100 - 8600}{23100} \times 2.8875 = 822.88(kN)$$

#### 4.5.3. Lực cắt và moment tại vị trí L/4

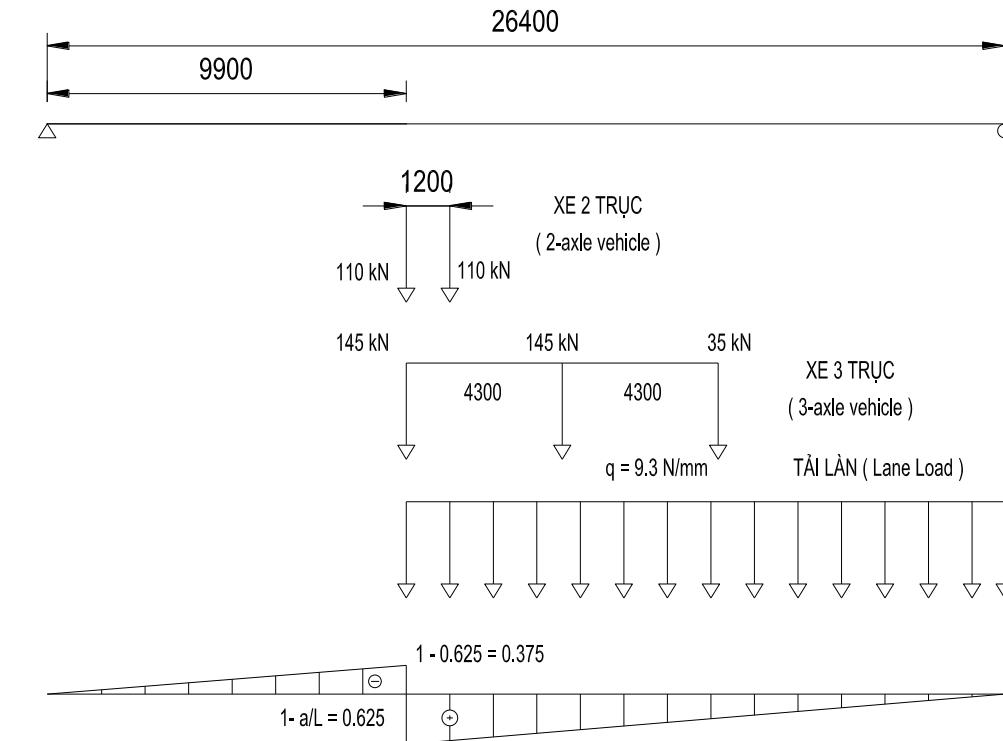




$$Q_{L/4}^{3T} = 145 \times \frac{3}{4} + 145 \times \frac{19800 - 4300}{19800} \times \frac{3}{4} + 35 \times \frac{19800 - 8600}{19800} \times \frac{3}{4} = 208.73(\text{kN})$$

$$M_{L/4}^{3T} = 145 \times 4.95 + 145 \times \frac{19800 - 4300}{19800} \times 4.95 + 35 \times \frac{19800 - 8600}{19800} \times 4.95 = 1377.63(\text{kN})$$

#### 4.5.4. Lực cắt và moment tại vị trí 3L/8



#### LỰC CẮT VÀ MOMENT TẠI VỊ TRÍ L/4

- Do tải trọng làn:

$$Q_{L/4}^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times 19800 = 69053(\text{N}) = 69.1(\text{kN})$$

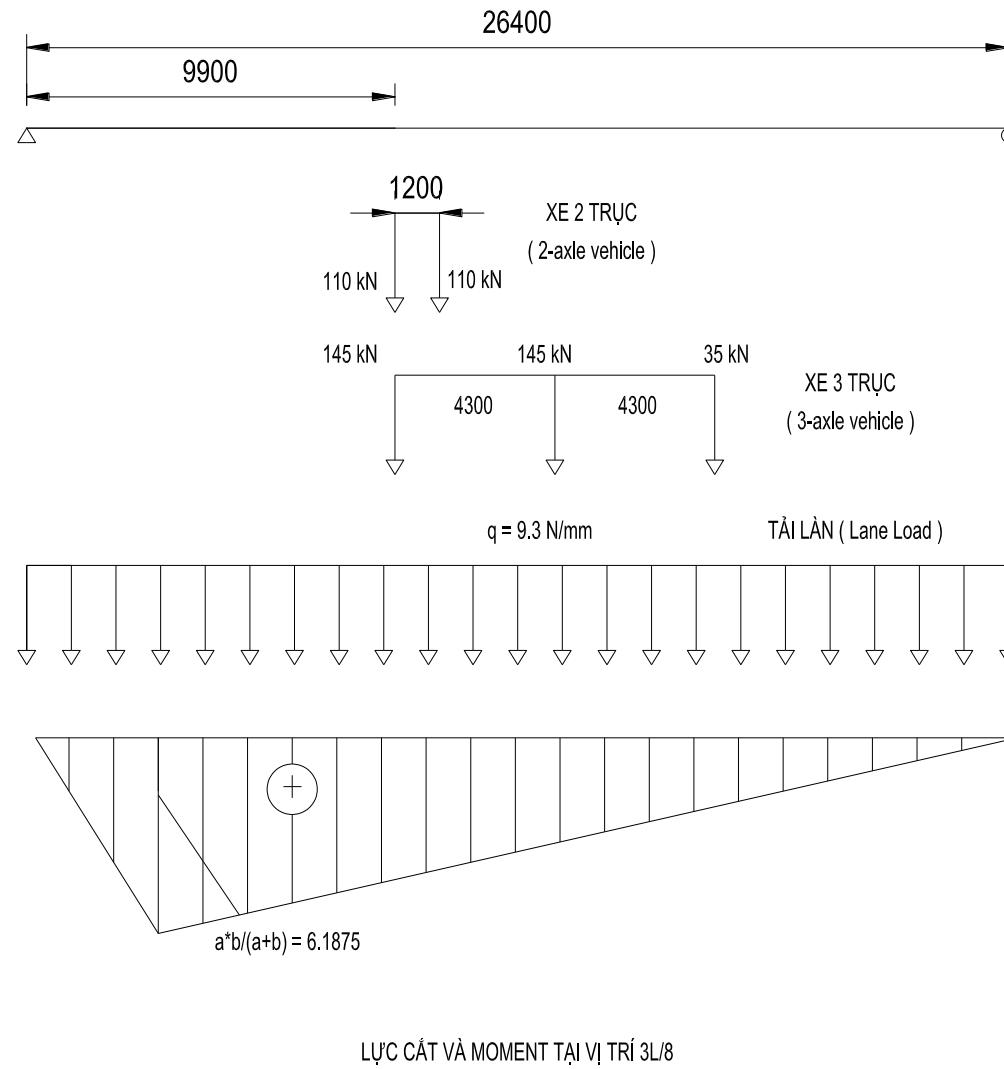
$$M_{L/4}^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times 26400 \times 4.95 = 607662(\text{N}) = 607.66(\text{kN})$$

- Do xe tải 2 trục (Xe Tadem):

$$Q_{L/4}^{2T} = 110 \times \frac{3}{4} + 110 \times \frac{19800 - 1200}{19800} \times \frac{3}{4} = 160(\text{kN})$$

$$M_{L/4}^{2T} = 110 \times 4.95 + 110 \times \frac{19800 - 1200}{19800} \times 4.95 = 1056(\text{kN})$$

- Do xe tải 3 trục (Xe Truck):



LỰC CẮT VÀ MOMENT TẠI VỊ TRÍ 3L/8

- Do tải trọng làn:

$$Q_{3L/8}^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times \frac{5}{8} \times 16500 = 47953.13(\text{N}) = 47.95(\text{kN})$$

$$M_{3L/8}^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times 26400 \times 6.1875 = 759577.5(\text{N}) = 759.58(\text{kN})$$

- Do xe tải 2 trục (Xe Tadem):

$$Q_{3L/8}^{2T} = 110 \times \frac{5}{8} + 110 \times \frac{16500 - 1200}{16500} \times \frac{5}{8} = 132.5(\text{kN})$$

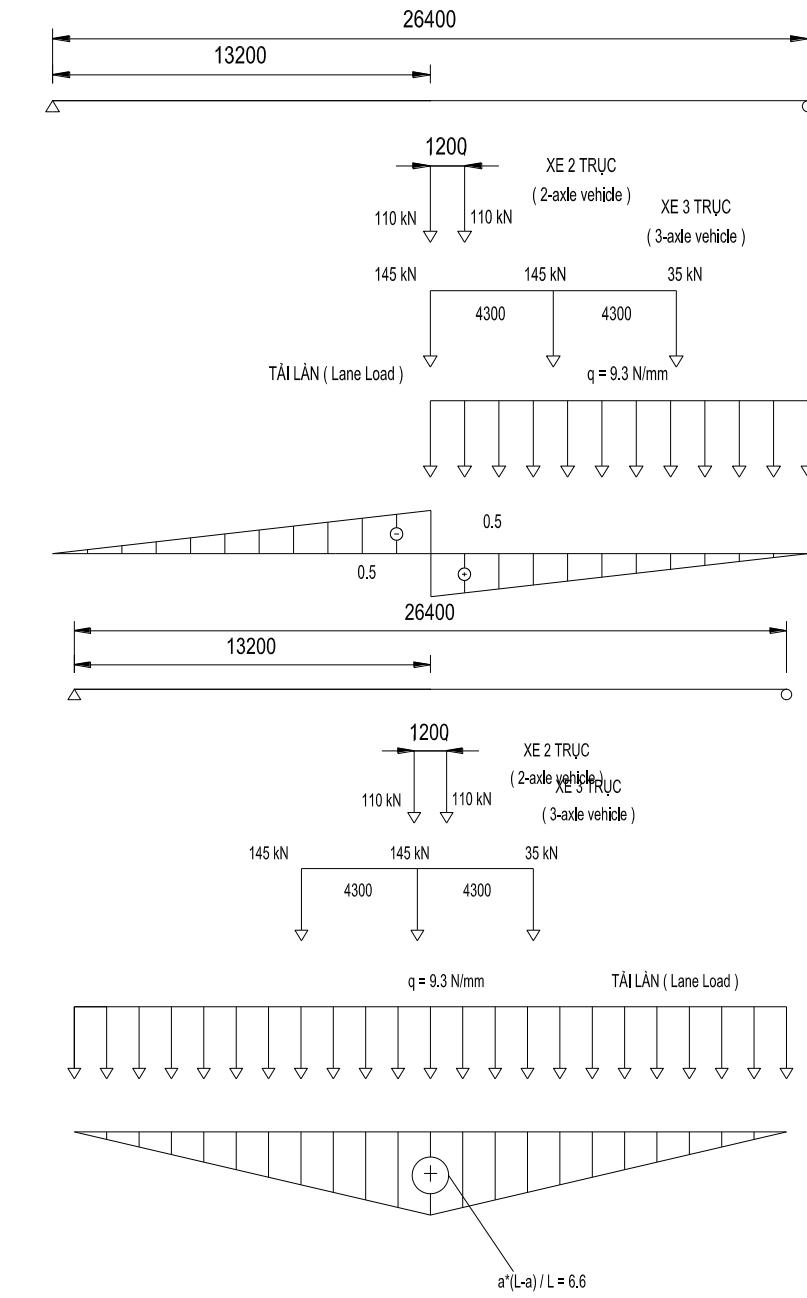
$$M_{3L/8}^{2T} = 110 \times 6.1875 + 110 \times \frac{16500 - 1200}{16500} \times 6.1875 = 1311.75(\text{kN})$$

- Do xe tải 3 trục (Xe Truck):

$$Q_{3L/8}^{3T} = 145 \times \frac{5}{8} + 145 \times \frac{16500 - 4300}{16500} \times \frac{5}{8} + 35 \times \frac{16500 - 8600}{16500} \times \frac{5}{8} = 168.11(\text{kN})$$

$$M_{3L/8}^{3T} = 145 \times 6.1875 + 145 \times \frac{16500 - 4300}{16500} \times 6.1875 + 35 \times \frac{16500 - 8600}{16500} \times 6.1875 = 1664.25(\text{kN})$$

#### 4.5.5. Lực cắt và moment tại vị trí L/2



- Do tải trọng làn:

$$Q_{L/2}^L = 9.3 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 13200 = 30690(\text{N}) = 30.69(\text{kN})$$

$$M_{L/2}^L = 2 \times 9.3 \times \frac{1}{2} \times 13200 \times 6.6 = 810216(\text{N}) = 810.22(\text{kN})$$

- Do xe tải 2 trục (Xe Tadem):

$$Q_{L/2}^{2T} = 110 \times \frac{1}{2} + 110 \times \frac{13200 - 1200}{13200} \times \frac{1}{2} = 105(\text{kN})$$

$$M_{L/2}^{2T} = 110 \times 6.6 + 110 \times \frac{13200 - 1200}{13200} \times 6.6 = 1386(\text{kN})$$

- Do xe tải 3 trục (Xe Truck):

$$Q_{L/2}^{3T} = 145 \times \frac{1}{2} + 145 \times \frac{13200 - 4300}{13200} \times \frac{1}{2} + 35 \times \frac{13200 - 8600}{13200} \times \frac{1}{2} = 127.48(kN)$$

$$M_{L/2}^{3T} = 145 \times 6.6 + 145 \times \frac{13200 - 4300}{13200} \times 6.6 + 35 \times \frac{13200 - 8600}{13200} \times 6.6 = 1758(kN)$$

### BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC CÁC VỊ TRÍ TRÊN DÀM CỦA HOẠT TẢI HL93

Tải trọng	Nội lực	0	L/8	L/4	3L/8	L/2
Tải lòn	Q	122.76	93.99	69.1	47.95	30.69
	M	0	354.47	607.66	759.58	810.22
Xe 3 trực (Xe Truck)	Q	215	187.5	160	132.5	105
	M	0	618.75	1056	1311.75	1386
Xe 2 trực (Xe Tadem)	Q	289.98	249.36	208.73	168.11	127.48
	M	0	822.88	1377.63	1664.25	1758

#### 4.5.6. Nội lực do hoạt tải người gây ra cho dầm biên

- Đối với dầm ngoài:  $mg_{pN} = 1$ .
- Đối với dầm trong:  $mg_{pT} = 0$ .
- Hoạt tải người đi bộ là  $P=3N/mm$
- Ta được bảng nội lực do hoạt tải người gây ra có hệ số phân bố ngang như sau:

Tải trọng	Nội lực	0	L/8	L/4	3L/8	L/2
Người	Q	26.1	19.9828	14.6813	10.195	6.525
	M	0	49.59	85.1513	106.49	113.54

#### 4.6. Nội lực do tĩnh tải

##### 4.6.1. Tính tải giai đoạn 1

###### + ) Trọng lượng bản thân dầm:

Diện tích dầm:

$$F = 642004.1153 - (2' 299595.8847) = 42812.35(mm^2) = 0.428(m^2)$$

Vậy tải trọng do trọng lượng bản thân tác dụng là:

$$DC_1 = F' g = 0.428' 25 = 10.7(kN / m)$$

###### + ) Trọng lượng bản mặt cầu:

$$DC_2 = \frac{h_f' B_m' g_c}{n_d} = \frac{0.16' 12' 25}{11} = 4.36(kN / m)$$

Trong đó:

- +  $h_f'$ : chiều dày của bản mặt cầu.
- +  $B_m'$ : chiều rộng bản mặt cầu.
- +  $n_d$ : số lượng dầm chủ.

##### 4.6.2. Tính tải giai đoạn 2

###### + ) Trọng lượng lớp phủ:

$$DC_3 = \frac{h_{lp} \times B_{lp} \times \gamma_c}{n_d} = \frac{0.07 \times 11 \times 23}{11} = 1.61(kN/m)$$

+  $h_{lp}$ : chiều dày lớp phủ.

+  $B_{lp}$ : bề rộng lớp phủ.

###### + ) Trọng lượng của lan can:

+ Phần bê tông:

$$DC_{gc} = A_{gc} \times \gamma_{bt} = 0.3509 \times 25 = 8.77(kN/m)$$

$$DC_{lct} = A_{lct} \times \gamma_{thep} = \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \times 78.5 = \frac{\pi \times (0.1^2 - 0.09^2)}{4} \times 78.5 = 0.12(kN/m)$$

Vậy trọng lượng của lan can là:

$$DC_4 = \frac{(8.77+0.12) \times 2}{9} = 1.98(kN/m).$$

#### Bảng tổng hợp lực tĩnh tải gây ra.

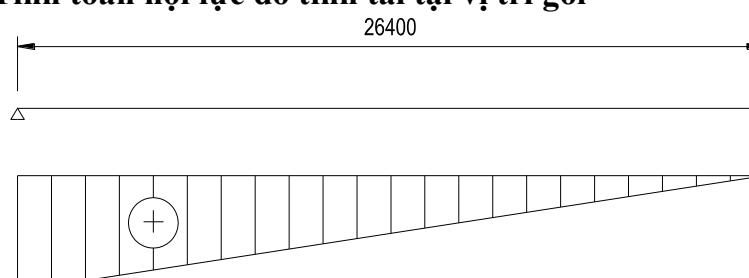
Tính tải	Giá trị
Trọng lượng bản thân dầm chủ	$DC_1 = 10.7(kN/m)$
Trọng lượng bản mặt cầu	$DC_2 = 4.36kN/m$
Trọng lượng lớp phủ	$DC_3 = 1.61(kN/m)$
Trọng lượng của lan can	$DC_4 = 1.98(kN/m)$

#### 4.6.3. Xác định nội lực tại các mặt cắt đặc trưng

Các mặt cắt đặc trưng:

- Mặt cắt tại gối: lực cắt lớn nhất.
- Mặt cắt tại vị trí L/8.
- Mặt cắt tại vị trí L/4: cả moment và lực cắt đều lớn.
- Mặt cắt tại vị trí L/2: moment lớn nhất.

###### Tính toán nội lực do tĩnh tải tại vị trí gối



Đường ảnh hưởng của lực cắt tại L=0

###### - Do trọng lượng bản thân

$$M_{DC1} = 0(kN)$$

$$Q_{DC1} = q \times \omega_{Q1} = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 1 \times 26.4 \right) = 141.24(kN)$$

###### - Do bản mặt cầu

$$M_{DC2} = 0(kN)$$

$$Q_{DC2} = q \times \omega_Q = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 1 \times 26.4 \right) = 57.55(kN)$$

**- Do lớp phủ**

$$M_{DW} = q \times \omega_M = 0(kN)$$

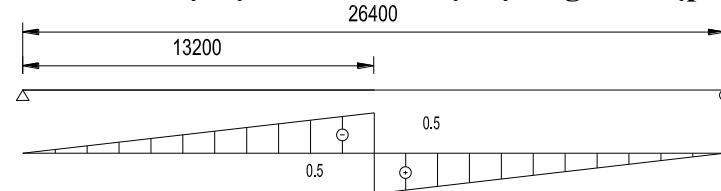
$$Q_{DW} = q \times \omega_Q = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 1 \times 26.4 \right) = 21.25(kN)$$

**- Do lan can**

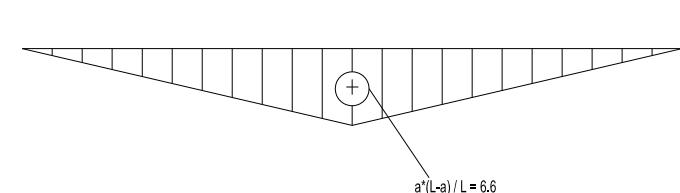
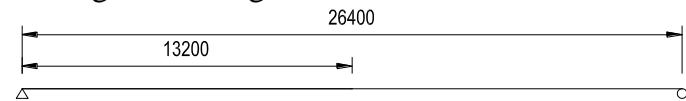
$$M_{DC4} = q \times \omega_M = 0(kN)$$

$$Q_{DC4} = q \times \omega_Q = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 1 \times 26.4 \right) = 26.14(kN)$$

**Tính toán nội lực do tĩnh tải tại vị trí giữa nhịp L/2**



Đường ảnh hưởng của lực cắt tại vị trí L/2



Đường ảnh hưởng của Moment tại vị trí L/2

**- Do trọng lượng bản thân**

$$M_{DC1} = q \times \omega_M = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.6 \times 26.4 \right) = 932.2(kN.m)$$

$$Q_{DC1} = 0(kN)$$

**- Do bản mặt cầu**

$$M_{DC2} = q \times \omega_M = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.6 \times 26.4 \right) = 379.84(kN.m)$$

$$Q_{DC2} = q \times \omega_Q = 0(kN)$$

**- Do lớp phủ**

$$M_{DW} = q \times \omega_M = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.6 \times 26.4 \right) = 140.26(kN.m)$$

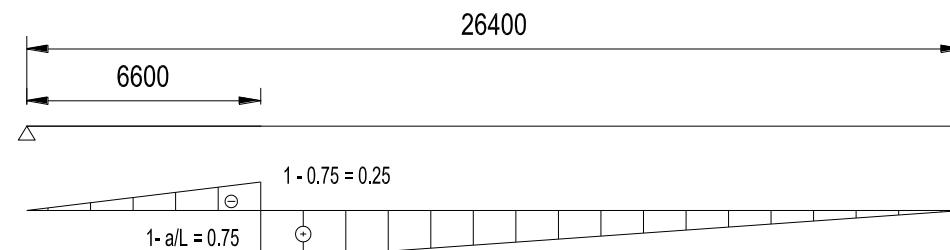
$$Q_{DW} = q \times \omega_Q = 0(kN)$$

**- Do lan can**

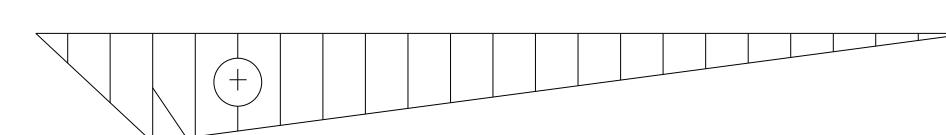
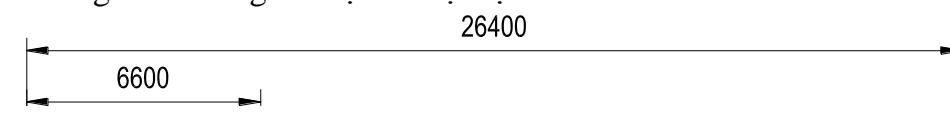
$$M_{DC4} = q \times \omega_M = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.6 \times 26.4 \right) = 172.5(kN.m)$$

$$Q_{DC3} = q \times \omega_Q = 0(kN)$$

**Tính toán nội lực do tĩnh tải gây ra tại vị trí L/4**



Đường ảnh hưởng của lực cắt tại vị trí L/4



Đường ảnh hưởng của Moment tại vị trí L/4

**- Do trọng lượng bản thân**

$$M_{DC1} = q \times \omega_M = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 4.95 \times 26.4 \right) = 699.14(kN.m)$$

$$Q_{DC1} = q \times \omega_Q = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.25 \times 19.8 - \frac{1}{2} \times 0.75 \times 6.6 \right) = 0(kN)$$

**- Do bản mặt cầu**

$$M_{DC2} = q \times \omega_M = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 4.95 \times 26.4 \right) = 284.88(kN.m)$$

$$Q_{DC2} = q \times \omega_Q = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.25 \times 19.8 - \frac{1}{2} \times 0.75 \times 6.6 \right) = 0(kN)$$

**- Do lớp phủ**

$$M_{DW} = q \times \omega_M = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 4.95 \times 26.4 \right) = 105.2(kN.m)$$

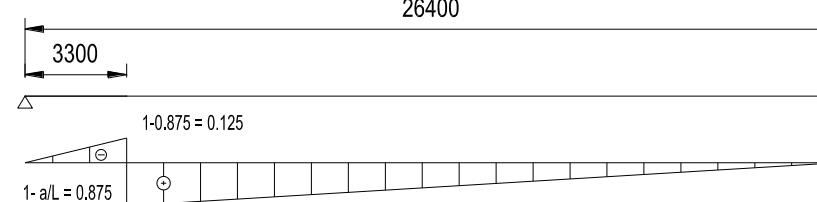
$$Q_{DW} = q \times \omega_Q = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.25 \times 19.8 - \frac{1}{2} \times 0.75 \times 6.6 \right) = 0(kN)$$

**- Do lan can**

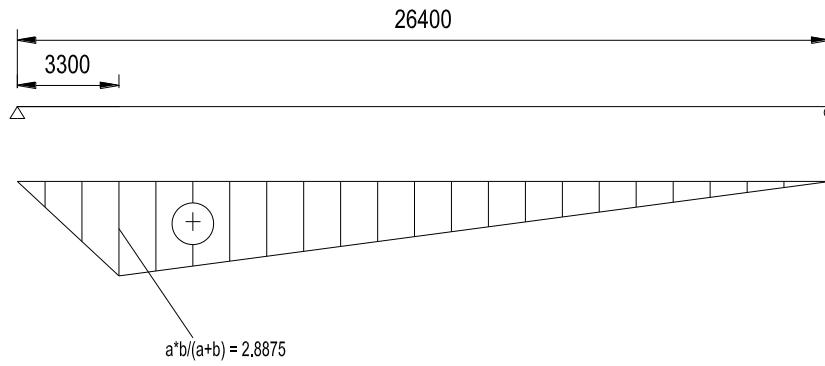
$$M_{DC4} = q \times \omega_M = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 4.95 \times 26.4 \right) = 129.37(kN.m)$$

$$Q_{DC4} = q \times \omega_Q = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.25 \times 19.8 - \frac{1}{2} \times 0.75 \times 6.6 \right) = 0(kN)$$

**Tính toán nội lực do tĩnh tải gây ra tại vị trí L/8**



Đường ảnh hưởng của lực cắt tại vị trí L/8



Đường ảnh hưởng của Moment tại vị trí L/8

- Do trọng lượng bản thân:

$$M_{DC1} = q \times \omega_M = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 2.8875 \times 26.4 \right) = 407.83(kN.m)$$

$$Q_{DC1} = q \times \omega_Q = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.125 \times 23.1 - \frac{1}{2} \times 0.875 \times 3.3 \right) = 0(kN)$$

- Do bản mặt cầu:

$$M_{DC2} = q \times \omega_M = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 2.8875 \times 26.4 \right) = 166.18(kN.m)$$

$$Q_{DC2} = q \times \omega_Q = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.125 \times 23.1 - \frac{1}{2} \times 0.875 \times 3.3 \right) = 0(kN)$$

- Do lớp phủ:

$$M_{DW} = q \times \omega_M = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 2.8875 \times 26.4 \right) = 61.37(kN.m)$$

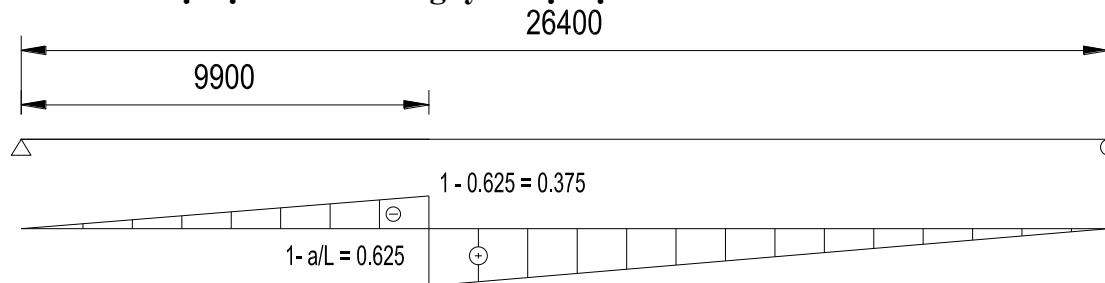
$$Q_{DW} = q \times \omega_Q = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.125 \times 23.1 - \frac{1}{2} \times 0.875 \times 3.3 \right) = 0(kN)$$

- Do lan can:

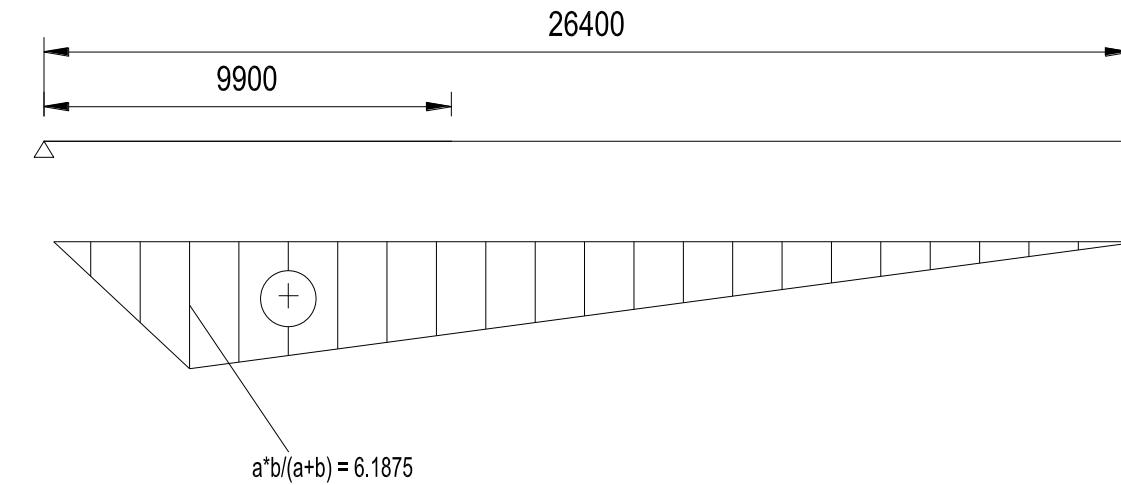
$$M_{DC4} = q \times \omega_M = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 2.8875 \times 26.4 \right) = 75.47(kN.m)$$

$$Q_{DC4} = q \times \omega_Q = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.125 \times 23.1 - \frac{1}{2} \times 0.875 \times 3.3 \right) = 0(kN)$$

Tính toán nội lực do tĩnh tải gây ra tại vị trí 3L/8



Đường ảnh hưởng của lực cắt tại vị trí 3L/8



Đường ảnh hưởng của Moment tại vị trí 3L/8

- Do trọng lượng bản thân:

$$M_{DC1} = q \times \omega_M = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.1875 \times 26.4 \right) = 873.92(kN.m)$$

$$Q_{DC1} = q \times \omega_Q = 10.7 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.375 \times 16.5 - \frac{1}{2} \times 0.625 \times 9.9 \right) = 0(kN)$$

- Do bản mặt cầu:

$$M_{DC2} = q \times \omega_M = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.1875 \times 26.4 \right) = 356.1(kN.m)$$

$$Q_{DC2} = q \times \omega_Q = 4.36 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.375 \times 16.5 - \frac{1}{2} \times 0.625 \times 9.9 \right) = 0(kN)$$

- Do lớp phủ:

$$M_{DW} = q \times \omega_M = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.1875 \times 26.4 \right) = 131.5(kN.m)$$

$$Q_{DW} = q \times \omega_Q = 1.61 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.375 \times 16.5 - \frac{1}{2} \times 0.625 \times 9.9 \right) = 0(kN)$$

- Do lan can:

$$M_{DC4} = q \times \omega_M = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 6.1875 \times 26.4 \right) = 161.72(kN.m)$$

$$Q_{DC4} = q \times \omega_Q = 1.98 \times \left( \frac{1}{2} \times 0.375 \times 15 - \frac{1}{2} \times 0.625 \times 9 \right) = 0(kN)$$

Tải trọng	Nội lực	0	L/8	L/4	3L/8	L/2
Do trọng lượng bản thân dầm	$Q_{DC1}$ (kN)	141.24	0	0	0	0
	$M_{DC1}$ (kN.m)	0	407.83	699.14	873.92	932.2
Do lan can	$Q_{DC4}$ (kN)	57.55	0	0	0	0
	$M_{DC4}$ (kN.m)	0	75.47	129.37	161.72	172.5
Do lớp phủ	$Q_{DW}$ (kN)	21.25	0	0	0	0

	$M_{DW}$ (kN.m)	0	61.37	105.2	131.5	140.26
Do bản mặt cầu	$Q_{DC2}$ (kN)	26.14	0	0	0	0
	$M_{DC2}$ (kN.m)	0	166.18	284.88	356.1	379.84

#### 4.6.4. Tổ hợp tải trọng

#### 4.6.5. Tổ hợp nội lực theo các trạng thái giới hạn

BẢNG HỆ SỐ TẢI TRỌNG

HỆ SỐ TẢI TRỌNG		
Loại tải trọng	Trạng thái giới hạn cường độ I	Trạng thái giới hạn sử dụng
Tĩnh tải (DC)	1.25	1
Lớp phủ (DW)	1.5	1
Người đi bộ (PL)	1.75	1
Hoạt tải (LL)	1.75	1
HỆ SỐ XUNG KÍCH (1+IM)		
LL	1.33	1.33

+ Tổ hợp nội lực theo trạng thái giới hạn cường độ:

$$M_u = \eta \times [1.25 \times M_{DC} + 1.5 \times M_{DW} + 1.75 \times M_{PL} + 1.75 \times g_M \times M_{lan} + 1.75 \times g_M \times (1+IM) \times M_{xetai}]$$

+ Tổ hợp nội lực theo trạng thái giới hạn sử dụng:

$$M_s = [M_{DC} + M_{DW} + M_{PL} + mg_M \times M_{lan} + g_M \times (1+IM) \times M_{xetai}]$$

Trong đó:

- +  $\eta$  : hệ số điều chỉnh tải trọng
- + IM = 33% : hệ số xung kích
- +  $\gamma_{3truc}$  : Hệ số tải trọng hoạt tải xe 3 trục
- +  $\gamma_{LL}$  : Hệ số tải trọng hoạt tải người
- + mg : Hệ số phân bố ngang

#### Hệ số $\eta$ của các trạng thái giới hạn

THGH	$\eta$
CĐ1	1.05
SD	1

Bảng tổng hợp moment của đầm biên ở trạng thái giới hạn:

Đơn vị: kN.m

Mặt cắt	L=0	L/8	L/4	3L/8	L/2
TTGHCĐI	0	3159.4	3451.5	6527.7	6920.8
TTGHSD	0	2073.9	2432.7	4305.6	4568.6

Bảng tổng hợp lực cắt của đầm biên ở trạng thái giới hạn:

Đơn vị: kN.

Mặt cắt	L=0	L/8	L/4	3L/8	L/2
TTGHCĐI	924.7	555.2	456.9	361.6	269.5
TTGHSD	621.4	317.2	261.1	206.6	154

Bảng tổng hợp moment của đầm trong ở trạng thái giới hạn:

Đơn vị: kN.m

Mặt cắt	L=0	L/8	L/4	3L/8	L/2
TTGHCĐI	0	2161.5	3658.4	4490.8	4765.7
TTGHSD	0	1503.7	2550.9	3141.7	3337.1

Bảng tổng hợp lực cắt của đầm trong ở trạng thái giới hạn:

Đơn vị: kN.

Mặt cắt	L=0	L/8	L/4	3L/8	L/2
TTGHCĐI	952.7	578.8	476.3	377	281
TTGHSD	637.4	330.7	272.2	215.4	160.6

## CHƯƠNG V. THIẾT KẾ DÀM CHỦ

### 5.1. Bố trí cáp cho dầm chủ

Úng suất cho phép trong bê tông ở trạng thái giới hạn sử dụng sau khi xảy ra các mất mát ứng suất, các cầu kiện dự ứng lực toàn phần

#### 5.1.1. Giới hạn ứng suất kéo (Bảng 9\_11823-05-2017)

Với tải trọng sử dụng bao gồm cả tải trọng xe, ứng suất kéo trong các bộ phận có tao thép dự ứng lực dính bám hoặc không dính bám sẽ được khảo sát đánh giá theo tổ hợp tải trọng sử dụng III ứng suất kéo trong vùng nén trước không xuất hiện vết nứt.

$$+ f_r = 0.5\sqrt{f_c} \text{ (Mpa)} \text{ với các cầu kiện dự ứng lực dính bám.}$$

$$+ f_r = 0.25\sqrt{f_c} \text{ (Mpa)} \text{ với các cầu kiện trong điều kiện ăn mòn nghiêm trọng.}$$

#### 5.1.2. Giới hạn ứng suất nén (Bảng 8\_11823-05-2017)

Ứng suất nén được khảo sát đánh giá với tổ hợp tải trọng sử dụng I.

$$+ f_c = 0.45\sqrt{f_c} \text{ (Mpa) dưới tác dụng tải trọng thường xuyên.}$$

$$+ f_c = 0.6\sqrt{f_c} \text{ (Mpa) dưới tác dụng tải trọng thường xuyên và nhất thời trong vận chuyển cầu lắp.}$$

#### 5.1.3. Ứng suất giới hạn tao thép dự ứng lực (Bảng 6\_11823-05-2017)

Chọn sử dụng loại tao thép có độ tự chùng thấp với các đặc trưng sau:

$$+ \text{Cường độ phá hoại } f_{pu} = 1860 \text{ Mpa (Bảng 6_11823-05-2017)}$$

$$+ \text{Giới hạn chảy } f_y = 0.9f_{pu} = 1674 \text{ Mpa}$$

$$+ \text{Ứng suất trong DUL khi kích } f_{pj} = 0.75f_{pu} = 1395 \text{ (MPa)}$$

$$+ \text{Trạng thái giới hạn sử dụng } f_{pe} = 0.8f_{py} = 1339 \text{ Mpa}$$

### 5.2. Tính diện tích cốt thép

#### 5.2.1. Thép dự ứng lực

- Ta chọn cáp là cáp có độ tự trùng thấp loại đường kính 12.7 mm

- Ứng suất kéo đứt của cáp:  $f_{pu} = 1860 \text{ Mpa}$

- Diện tích 1 tao cáp  $A_{ltao} = 98.7 \text{ mm}^2 = 0.98 \text{ cm}^2$  (Tra bảng)

■ Standard Parameters of Prestressing Reinforcement Table 4-1

Type	13mm (0.5")		15mm (0.6")		18mm	
	$\phi 12.9$ (1860MPa)	$\phi 12.7$ (1860MPa)	$\phi 15.7$ (1860MPa)	$\phi 15.2$ (1860MPa)	$\phi 18.0$ (1860MPa)	$\phi 17.8$ (1860MPa)
Nom. Diameter (mm)	12.9	12.7	15.7	15.2	18.0	17.8
Nom. Area (mm <sup>2</sup> )	100	98.7	150	140	223	189
Nom. Density (kg/m)	0.785	0.775	1.18	1.10	1751	1484
Yield Strength (MPa)	1580 <sup>①</sup>	1670 <sup>②</sup>	1500 <sup>①</sup>	1670 <sup>②</sup>	1500 <sup>①</sup>	1670 <sup>②</sup>
Tensile Strength (MPa)	1860	1860	1770	1860	1770	1860
Min. Break Load (kN)	186.0	183.7	265.0	260.7	379	351
Elastic Modulus (Gpa)	195					
Slack Ratio (after loading for 1000h, under the condition of 20°C and 0.7Pn) <sup>③</sup>		≥ 2.5				

- Modun đàn hồi của cáp  $E_p = 197000 \text{ Mpa}$  (4.4.2\_11823-05-2017)

- Cường độ chảy dẻo của cáp DUL:  $f_{py} = 0.9f_{pu} = 1674 \text{ Mpa}$

#### Bê tông

- Cường độ chịu nén của bê tông đủ 28 ngày:  $f'_c = 55 \text{ Mpa}$

- Khối lượng riêng của bê tông:  $\gamma_c = 2500 \text{ kg/m}^3$

- Modun đàn hồi của bê tông:  $E_c = 0.0017 \times K_1 \times W_c^2 \times f_c^{0.33} = 36744.39 \text{ Mpa}$

- Modun đàn hồi của bê tông theo thời gian:

+ Cường độ của bê tông sau 5 ngày:

$$f'_{ci} = \frac{t}{\alpha + \beta \times t} \times f'_c = \frac{5}{4 + 0.85 \times 5} \times 55 = 33.34 \text{ (Mpa)}$$

+ Với:  $t = 5 \text{ ngày}$ : thời gian tính từ lúc đúc dầm đến lúc cắt cáp (truyền lực)

$\alpha = 4, \beta = 0.85$ : các hệ số đối với điều kiện bảo dưỡng ẩm

$$\rightarrow E_{ci} = 0.043\gamma_c^{1.5} \sqrt{f'_{ci}} = 0.043 \times 2500^{1.5} \times \sqrt{30.3} = 33198 \text{ Mpa}$$

#### 5.2.2. Chọn sơ bộ số lượng tao cáp

- Giá trị nội lực lớn nhất ở TTGH cường độ đối với dầm biên là:  $M_u = 6920.8 \text{ Km}$

- Diện tích cáp sơ bộ đặt vào dầm:

$$A_{ps} = \frac{M_u}{0.85 \times h \times f_{pu}} = \frac{6920.8 \times 10^6}{0.85 \times 1000 \times 1860} = 4377.48 \text{ mm}^2$$

- Theo kinh nghiệm chọn diện tích gấp từ 1.05 – 1.2 lần diện tích sơ bộ tính toán

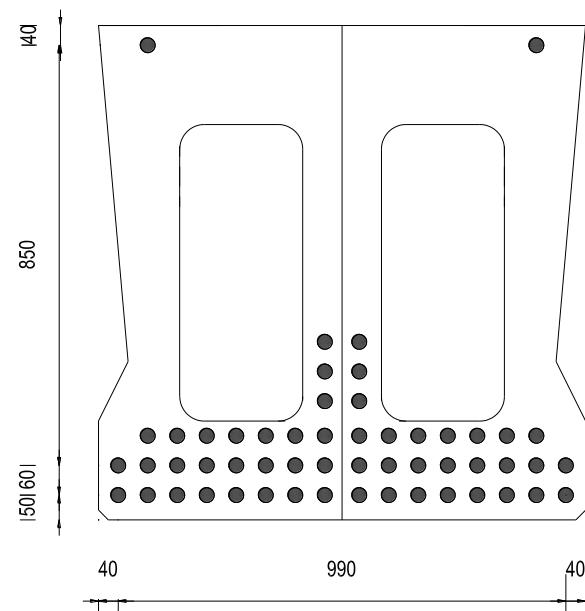
Vậy diện tích cáp cần phải đặt là  $A_{ps} = 1.2 \times 4377.48 = 5252.98 \text{ mm}^2$

$$\rightarrow \text{Số tao cần thiết kế: } n = \frac{A_{ps}}{A_{ltao}} = \frac{5252.98}{98.7} = 53.22 \text{ (tao)}$$

→ Chọn  $n = 54$  tao cáp để thiết kế

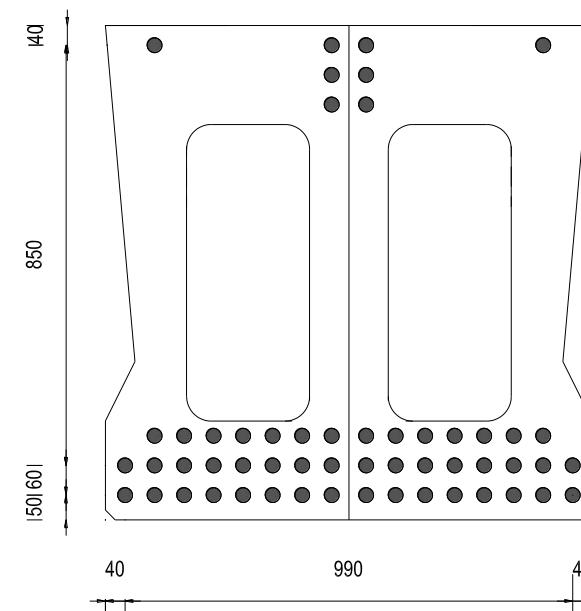
- Diện tích cáp thực sự đặt trong dầm lúc này:  $A_{ps} = n \times A_{ltao} = 54 \times 98.7 = 5329.8 \text{ mm}^2$

### 5.2.3. Bố trí cáp

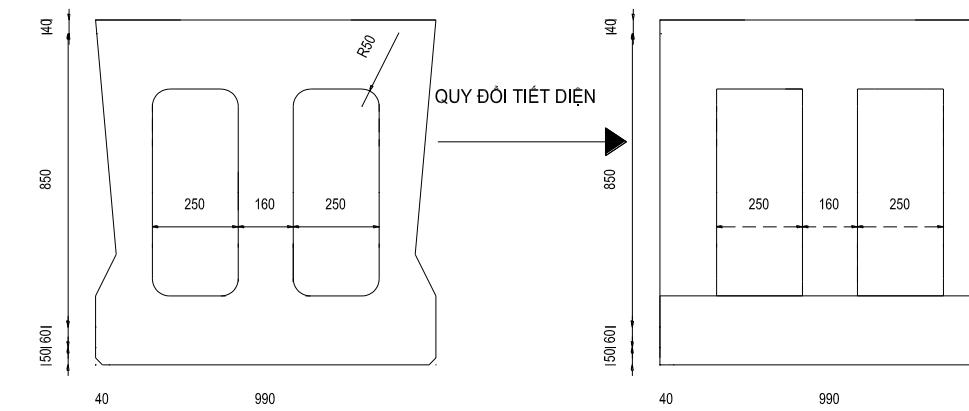


BỐ TRÍ CÁP DƯL MẶT CẮT L/2

Hình 5.1. Chi tiết bố trí cáp



BỐ TRÍ CÁP DƯL MẶT CẮT GỐI



Bảng kết quả xác định ĐTH mặt cắt giữa đầm L/2:

Đặc trưng hình học	Mặt cắt chưa liên hợp	Mặt cắt liên hợp	Đơn vị
Diện tích	A	707874	mm <sup>2</sup>
Momen quán tính	I	21153000000	mm <sup>4</sup>
Trọng tâm đến thó dưới	y <sub>b</sub>	482	mm
Trọng tâm đến thó trên đầm	y <sub>t</sub>	518	mm
Trọng tâm đến thó trên bản	y <sub>td</sub>	-	mm
Momen tĩnh với thó dưới	S <sub>b</sub>	49889150	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên đầm	S <sub>t</sub>	49654929	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên bản	S <sub>td</sub>	-	mm <sup>3</sup>

### 5.3.1. Đặc trưng hình học tại mặt cắt L/4 và 3L/8:

Vì 2 mặt cắt này giống mặt cắt giữa nhịp nên ta có bảng kết quả xác định ĐTHH như sau:

Bảng kết quả xác định ĐTHH mặt cắt giữa đầm

Đặc trưng hình học	Mặt cắt chưa liên hợp	Mặt cắt liên hợp	Đơn vị
Diện tích	A	707874	mm <sup>2</sup>
Momen quán tính	I	21153000000	mm <sup>4</sup>
Trọng tâm đến thó dưới	y <sub>b</sub>	482	mm
Trọng tâm đến thó trên đầm	y <sub>t</sub>	518	mm
Trọng tâm đến thó trên bản	y <sub>td</sub>	-	mm
Momen tĩnh với thó dưới	S <sub>b</sub>	49889150	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên đầm	S <sub>t</sub>	49654929	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên bản	S <sub>td</sub>	-	mm <sup>3</sup>

### 5.3. Tính toán đặc trưng hình học

**Giai đoạn I: chưa liên hợp bản mặt cầu.****Giai đoạn II: đã liên hợp bản mặt cầu:**Hệ số quy đổi của cáp về bê tông:  $n_1 = 5.21 - 1 = 4.21$ Hệ số quy đổi bản mặt cầu về đầm:  $n_2 = \frac{E_{c,bmc}}{E_{c,dam}} = \frac{32642.16}{37788.25} = 0.86$ 

Chia nhỏ đầm thành từng phần để tính toán, tính toán theo các bước sau:

+  $A_i$ : Diện tích mặt cắt+  $y_i$ : khoảng cách trọng tâm mặt cắt đến đáy đầm+  $I_{0i} = \frac{b_i h_i^3}{12}$ : momen quán tính đối với trục nằm ngang của bản thân mặt cắt.+  $y_d = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$ : vị trí TTH đầm đến biên dưới đầm $\rightarrow y_t = 1300 - y_d$ : vị trí TTH đầm đến biên trên đầm+  $I = \sum A_i (y_i - y_d)^2 + \sum I_{0i}$ : moment quán tính đầm đối với TTH đầm.+  $S_b = I / y_d$ : moment tĩnh thó dưới đầm+  $S_t = I / y_t$ : moment tĩnh thó trên đầm

+ Để dễ tính toán, ta quy đổi mặt cắt ngang đầm về các dạng hình chữ nhật như sau:

**5.3.2. Bảng xác định ĐTHH tại vị trí L/8:**

Đặc trưng hình học		Mặt cắt chưa liên hợp	Mặt cắt liên hợp	Đơn vị
Diện tích	A	707874	827874	mm <sup>2</sup>
Momen quán tính	I	21153000000	31105000000	mm <sup>4</sup>
Trọng tâm đến thó dưới	y <sub>b</sub>	484	572	mm
Trọng tâm đến thó trên đàm	y <sub>t</sub>	516	601	mm
Trọng tâm đến thó trên bản	y <sub>td</sub>	-	555	mm
Momen tĩnh với thó dưới	S <sub>b</sub>	49654929	64399586	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên đàm	S <sub>t</sub>	49889150	84754768	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên bản	S <sub>td</sub>	-	63870636	mm <sup>3</sup>

**5.3.4. Bảng xác định ĐTHH tại vị trí gối:**

Đặc trưng hình học		Mặt cắt chưa liên hợp	Mặt cắt liên hợp	Đơn vị
Diện tích	A	707874	827874	mm <sup>2</sup>
Momen quán tính	I	21153000000	31105000000	mm <sup>4</sup>
Trọng tâm đến thó dưới	y <sub>b</sub>	486	573	mm
Trọng tâm đến thó trên đàm	y <sub>t</sub>	518	600	mm
Trọng tâm đến thó trên bản	y <sub>td</sub>	-	563	mm
Momen tĩnh với thó dưới	S <sub>b</sub>	49422897	64124020	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên đàm	S <sub>t</sub>	50125592	85219178	mm <sup>3</sup>
Momen tĩnh với thó trên bản	S <sub>td</sub>	-	64134020	mm <sup>3</sup>

→ Ta có bảng tổng hợp ĐTHH tại các mặt cắt đàm theo từng giai đoạn như sau:

**Giai đoạn I: chưa liên hợp BMC**

		0	L/8	L/4	3L/8	L/2
A <sub>g</sub>	mm <sup>2</sup>	707874	707874	707874	707874	707874
I <sub>g</sub>	mm <sup>4</sup>	21153000000	21153000000	21153000000	21153000000	21153000000
y <sub>bg</sub>	mm	484	484	482	482	482
y <sub>tg</sub>	mm	516	516	518	518	518
y <sub>tdg</sub>	mm	-	-	-	-	-
S <sub>bg</sub>	mm <sup>3</sup>	49422897	49654929	49889150	49889150	49889150
S <sub>tg</sub>	mm <sup>3</sup>	50125592	49889150	49654929	49654929	49654929
S <sub>tdg</sub>	mm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-

  
**Giai đoạn II: đã liên hợp BMC**

A <sub>c</sub>	mm <sup>2</sup>	827874	827874	827874	827874	827874
I <sub>c</sub>	mm <sup>4</sup>	31105000000	31105000000	31105000000	31105000000	31105000000
y <sub>bc</sub>	mm	405	395	387	387	387
y <sub>tc</sub>	mm	345	355	363	363	363
y <sub>tdc</sub>	mm	545	555	563	563	563
S <sub>bc</sub>	mm <sup>3</sup>	64124020	64399586	64667360	64667360	64667360
S <sub>tc</sub>	mm <sup>3</sup>	85219178	84754768	84295393	84295393	84295393
S <sub>tdc</sub>	mm <sup>3</sup>	64134020	63870636	63609407	63609407	63609407

**5.3.5. Giá trị nội lực sử dụng để tính toán**

Vì giá trị nội lực đàm trong nguy hiểm hơn nên ta sử dụng nội lực đàm trong để kiểm toán.

**5.3.6. Giá trị nội lực tĩnh tải cho đàm trong****TỔ HỢP NỘI LỰC DO TĨNH TẢI**

Tổ hợp nội lực tĩnh tải giai đoạn I							
			Gói	L/8	L/4	3L/8	L/2
Đàm trong	TTGHCD	M <sub>DC1</sub> (kNm)	0	825.1	1413.7	1764.4	1885
		V <sub>DC1</sub> (kN)	618.03	432.6	309.01	15.45	0
	TTGHSD	M <sub>DC1</sub> (kNm)	0	694.8	1190.5	1485.8	1587.38
		V <sub>DC1</sub> (kNm)	520.45	364.31	260.22	13.01	0

**Tổ hợp nội lực tĩnh tải giai đoạn II**

Tổ hợp nội lực tĩnh tải giai đoạn II							
			Gói	L/8	L/4	3L/8	L/2
Đàm trong	TTGHCD	M <sub>LC+DW</sub> (kNm)	0	75.2	128.8	160.8	171.8
		V <sub>LC+DW</sub> (kN)	56.33	39.43	28.16	14.08	0
	TTGHSD	M <sub>LC+DW</sub> (kNm)	0	52.77	90.4	112.85	120.56
		V <sub>LC+DW</sub> (kNm)	39.528	27.67	19.76	9.88	0

**Tổ hợp nội lực tĩnh tải 2 giai đoạn**

Tổ hợp nội lực tĩnh tải 2 giai đoạn							
			Gói	L/8	L/4	3L/8	L/2
Đàm trong	TTGHCD	M(kNm)	0	900.3	1542.5	1925.5	2056.8
		V(kN)	674.36	472.03	337.17	29.53	0
	TTGHSD	M(kNm)	0	747.57	1280.9	1598.65	1707.9
		V(kNm)	559.98	392	280	22.9	0

**5.3.7. Giá trị nội lực hoạt tải cho đàm trong:****BẢNG GIÁ TRỊ NỘI LỰC HOẠT TẢI SỬ DỤNG ĐỂ KIỂM TOÁN**

TTGH	M <sub>LL+IM</sub> (kNm)	0	3159.4	3451.5	6527.7	6920.8
------	--------------------------	---	--------	--------	--------	--------

CUỜNG ĐỘ	V <sub>LL+IM</sub> (kN)	924.7	555.2	456.9	361.6	269.5
TTGH SỬ DỤNG	M <sub>LL+IM</sub> (kNm)	0	2073.9	2432.7	4305.6	4568.6
	V <sub>LL+IM</sub> (kN)	621.4	317.2	261.1	206.6	154

### 5.3.8. Nội lực tố hợp của dầm trong

BẢNG GIÁ TRỊ TỔ HỢP NỘI LỰC DÀM TRONG

TTGH CUỜNG ĐỘ	M (kNm)	0	2161.5	3658.4	4490.8	4765.7
TTGH SỬ DỤNG	V (kN)	952.7	578.8	476.3	377	281
	M (kNm)	0	1503.7	2550.9	3141.7	3337.1
TTGH SỬ DỤNG	V (kN)	637.4	330.7	272.2	215.4	160.6

### 5.4. Tính toán mất mát ứng suất:

- + Sau khi bê tông cốt thép được ép trước bằng các bó thép, có nhiều yếu tố phát sinh làm giảm hiệu quả của lực kéo trước. Một vài mất mát xuất hiện hầu như tức thời, trong khi nhiều loại khác phát triển theo giờ gian và phải mất nhiều năm mới kết thúc.
- + Tổng ứng suất mất mát  $\Delta f_{pT}$  là tích luỹ các các mất mát xuất hiện tại các giai đoạn tải trọng khác nhau suốt tuổi thọ công trình. Tổng mất mát ứng suất phụ thuộc vào phương pháp cảng cốt thép.
- + Đối với kết cấu cảng trước, xem như mất mát ứng suất trên mọi mặt cắt dầm là đều bằng nhau. Để tổng quát ta chỉ cần tính tại mặt cắt giữa nhịp.
- + Tổng ứng suất mất mát  $\Delta f_{pT}$  trong dầm cảng trước

$$\Delta f_{pT} = \Delta f_{pES} + \Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR} + \Delta f_{pR1} + \Delta f_{pR2}$$

Trong đó:

- $\Delta f_{pT}$  : tổng mất mát ứng suất (MPa)
- $\Delta f_{pES}$  : mất mát do co ngắn đòn hồi (MPa)
- $\Delta f_{pSR}$  : mất mát do co ngót của bê tông (MPa)
- $\Delta f_{pCR}$  : mất mát do từ biến của bê tông (MPa)
- $\Delta f_{pR1}, \Delta f_{pR2}$  : mất mát do tự chùng nhão của cốt thép DUL (Mpa)

#### 5.4.1. Mất mát ứng suất do co ngắn đòn hồi:

Mất mát do co ngắn đòn hồi trong các cấu kiện kéo trước phải lấy bằng :

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cgp} \quad (5.9.5.2.3a-1)$$

trong đó :

$f_{cgp}$  = tổng ứng suất bê tông ở trọng tâm của các bó thép ứng suất do lực dự ứng lực khi truyền và tự trọng của bộ phận ở các mặt cắt mô men max (MPa)

$E_p$  = módun đòn hồi của thép dự ứng lực(MPa)

$E_{ci}$  = módun đòn hồi của bê tông lúc truyền lực (MPa)

Ta có: + Khoảng cách từ trọng tâm nhóm cáp đến thớ trên của dầm:

$$d_{ps} = 647 \text{ mm}$$

+  $f'_{ci}$  : Cường độ bê tông khi truyền ứng suất

$$f'_{ci} = 0.85 f_c = 0.85 \times 55 = 46.75 \text{ MPa}$$

+  $E_{ci}$  : modun đòn hồi của bê tông khi truyền lực căng

$$E_{ci} = 0.0047 \times \gamma_c^2 \times f_c^{0.33} = 0.0017 \times 2500^2 \times 46.759^{0.33} = 37788.2 \text{ MPa}$$

+  $E_p = 197000 \text{ MPa}$  : modun đòn hồi của thép dự ứng lực

+  $f_{cgp}$  : tổng ứng suất tại trọng tâm bó cốt thép do lực căng trước và trọng lượng bản thân dầm ở tiết diện có momen lớn nhất

$$f_{cgp} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{(P_e)e}{I_g} + \frac{M_g e}{I_g} = -\frac{f_{pi} A_{ps}}{A_g} - \frac{f_{pi} A_{ps} e^2}{I_g} + \frac{M_g e}{I_g}$$

Đối với dầm DUL căng trước:

$$f_{pi} = f_{pj} - \Delta f_{pES} - \Delta f_{pR1}$$

Trong đó:

$$f_{pj} = 0.7 f_{pu} = 1302 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci} f_{cgp}}$$

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{40} \left( \frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0.55 \right) f_{pi}$$

Thời gian từ lúc căng cáp đến lúc cắt cáp là  $t = 5$  ngày

❖ Tiến hành lắp lần thứ nhất.

+ Giả sử :  $\Delta f_{pES} = 0; \Delta f_{pR1} = 0$

+ Ứng suất cáp truyền vào dầm là:  $f_{pi} = f_{pj} = 0.75 f_{pu} = 1395 \text{ MPa}$

+ Giới hạn chảy:  $f_{py} = 0.9 f_{pu} = 1674 \text{ MPa}$

+ Lực căng cáp:  $P_i = A_{ps} f_{pi} = 3553.2 \times 1395 = 4819028 \text{ N}$

+ Momen do trọng lượng bảm thân đầm:

$$M_g = 0.95\gamma_{DC}M_{DC1} = 1257966250 \text{ Nmm}$$

+ Diện tích gai đoạn I:  $A_g = 707874 \text{ mm}^2$

+ Momen quán tính gai đoạn I:  $I_g = 2.115 \times 10^{10} \text{ mm}^4$

+ Khoảng cách từ trọng tâm tiết diện đến trọng tâm nhóm cáp DUL:

$$e = d_{ps} - y_t = 647 - 296 = 351 \text{ mm}$$

+ Chùng cáp trong gai đoạn truyền lực (Điều 5.9.5.4.4b):

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{40} \left( \frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0.55 \right) f_{pi} = \frac{\log(24 \times 5)}{40} \left( \frac{1395}{1674} - 0.55 \right) \times 1395 = 20.54 \text{ MPa}$$

$$f_{cgp} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e^2}{I_g} + \frac{M_g e}{I_g} = -\frac{4819028}{707874} - \frac{4819028 \times 351^2}{2.115 \times 10^{10}} + \frac{1257966250 \times 351}{2.115 \times 10^{10}}$$

$$= -14 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cpg} = \frac{197000}{35041} \times |-14| = 78.71 \text{ MPa}$$

→ **Tính lại:**

$$f_{pi} = f_{pj} - \Delta f_{pES} - \Delta f_{pR1} = 1395 - 78.71 - 20.54 = 1295.75 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{40} \left( \frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0.55 \right) f_{pi} = \frac{\log(24 \times 5)}{40} \left( \frac{1295.75}{1674} - 0.55 \right) \times 1295.75 = 15.09 \text{ MPa}$$

$$f_{cgp} = -\frac{f_{pi} A_{ps}}{A_g} - \frac{f_{pi} A_{ps} e^2}{I_g} + \frac{M_g e}{I_g} = -\frac{1295.75 \times 3454.5}{707874} - \frac{1295.75 \times 3454.5 \times 351^2}{2.115 \times 10^{10}} + \frac{1257966250 \times 351}{2.115 \times 10^{10}}$$

$$= -11.52 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cpg} = 5.62 \times |-11.52| = 64.74 \text{ MPa}$$

❖ **Tiến hành lắp lần thứ hai:**

$$f_{pi} = f_{pj} - \Delta f_{pES} - \Delta f_{pR1} = 1395 - 64.74 - 15.09 = 1315.17 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{40} \left( \frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0.55 \right) f_{pi} = \frac{\log(24 \times 5)}{40} \left( \frac{1315.17}{1674} - 0.55 \right) \times 1315.17 = 16.11 \text{ MPa}$$

$$f_{cgp} = -\frac{f_{pi} A_{ps}}{A_g} - \frac{f_{pi} A_{ps} e^2}{I_g} + \frac{M_g e}{I_g} = -\frac{1315.17 \times 3454.5}{707874} - \frac{1315.17 \times 3454.5 \times 351^2}{2.115 \times 10^{10}} + \frac{1257966250 \times 351}{2.115 \times 10^{10}}$$

$$= -12 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cpg} = 5.62 \times |-12| = 67.44 \text{ MPa}$$

❖ **Tiến hành lắp lần thứ ba:**

$$f_{pi} = f_{pj} - \Delta f_{pES} - \Delta f_{pR1} = 1395 - 67.44 - 16.11 = 1311.45 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{40} \left( \frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0.55 \right) f_{pi} = \frac{\log(24 \times 5)}{40} \left( \frac{1311.45}{1674} - 0.55 \right) \times 1311.45 = 15.91 \text{ MPa}$$

$$f_{cgp} = -\frac{f_{pi} A_{ps}}{A_g} - \frac{f_{pi} A_{ps} e^2}{I_g} + \frac{M_g e}{I_g} = -\frac{1311.45 \times 3454.5}{707874} - \frac{1311.45 \times 3454.5 \times 351^2}{2.115 \times 10^{10}} + \frac{1257966250 \times 351}{2.115 \times 10^{10}}$$

$$= -11.91 \text{ MPa}$$

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cpg} = 5.62 \times |-11.91| = 66.93 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \text{Tính lại: } f_{pi} = f_{pj} - \Delta f_{pES} - \Delta f_{pR1} = 1395 - 66.93 - 15.91 = 1312.16 \text{ MPa} \approx 1311.45 \text{ MPa}$$

→ **Vòng lặp hội tụ.**

⇒ **Vậy ta được lực căng cáp là:**

$$P_i = A_{ps} f_{pi} = 3454.5 \times 1312.16 = 4532856.72 \text{ N}$$

$$f_{cgp} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e^2}{I_g} + \frac{M_g e}{I_g} = -\frac{4532856.72}{707874} - \frac{4532856.72 \times 351^2}{2.115 \times 10^{10}} + \frac{1257966250 \times 351}{2.115 \times 10^{10}}$$

$$= -11.97 \text{ MPa}$$

➤ **Mát mát do co ngót đàn hồi:**

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cpg} = 5.62 \times |-11.97| = 67.27 \text{ MPa}$$

➤ **Mát mát do chùng cáp trong gai đoạn truyền lực:**

$$\Delta f_{pR1} = \frac{\log(24t)}{40} \left( \frac{f_{pi}}{f_{py}} - 0.55 \right) f_{pi} = \frac{\log(24 \times 5)}{40} \left( \frac{1312.16}{1674} - 0.55 \right) \times 1312.16 = 15.96 \text{ MPa}$$

#### 5.4.2. Mát mát ứng suất theo thời gian

➤ **Mát mát do co ngót** Vì có kiện là đầm căng trước nên:

$$\Delta f_{pSR} = 117 - 1.03H$$

Trong đó: H : độ ẩm tương đối của môi trường, lấy H = 70%

$$\rightarrow \Delta f_{pSR} = 117 - 1.03H = 117 - 1.03 \times 70 = 44.9 \text{ MPa}$$

➤ **Mát mát do từ biến**

$$\Delta F_{pCR} = 12f_{cgp} - 7\Delta f_{cdp} \geq 0$$

Trong đó:  $+ f_{cgp} = -11.97 \text{ MPa}$

+  $\Delta f_{cdp}$ : thay đổi ứng suất của bê tông tại trọng tâm thép dự ứng lực do tải trọng thường xuyên.

+ Momen do bắn mặt cầu (TTGHCĐ – giai đoạn I):  $DC_{BMC} = 3.03(\text{kN/m})$

$$M_{BMC} = 0.95 \times 1.25 \times [3.03 \times 0.5 \times 5.6 \times 22.4] = 225.6744 \text{kNm} = 225674400 \text{Nmm}$$

+ Momen do lốp phủ và lan can

$$M_{DW+LC} = 0.95 \times (\gamma_{DW} M_{DW} + \gamma_{LC} M_{LC}) = 93030000 \text{Nmm}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \Delta f_{cdp} &= \frac{M_{BMC}}{I_g} (d_{ps} - y_{tg}) + \frac{M_{DW+LC}}{I_c} (d_{ps} - y_{tc}) \\ &= \frac{225674400}{2.115 \times 10^{10}} (777 - 426) + \frac{93030000}{3.11 \times 10^{10}} (777 - 369) = 4.96 \text{Mpa} \end{aligned}$$

→ Thay số vào tính được:  $\Delta f_{pCR} = 12f_{cgp} - 7\Delta f_{cdp} = 12 \times |-11.52| - 7 \times 4.96 = 103.52 \text{Mpa}$

#### ➤ Mất mát do chùng nhão trong giai đoạn truyền lực căng

$$\begin{aligned} \Delta f_{pR2} &= 138 - 0.4\Delta f_{pES} - 0.2(\Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR}) \\ &= 138 - 0.4 \times 67.27 - 0.2 \times (44.9 + 103.52) = 81.41 \text{Mpa} \end{aligned}$$

#### 5.4.3. Tổng mất mát ứng suất

$$\begin{aligned} \Delta f_{pT} &= \Delta f_{pES} + \Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR} + \Delta f_{pR1} + \Delta f_{pR2} \\ &= 67.27 + 44.9 + 103.52 + 15.96 + 81.41 = 313.06 \text{Mpa} \end{aligned}$$

BẢNG TỔNG HỢP MẤT MÁT ỨNG SUẤT

	<b>0</b>	<b>L/8</b>	<b>L/4</b>	<b>3L/8</b>	<b>L/2</b>
$\Delta f_{pES} (\text{MPa})$	69.01	67.94	66.93	67.44	67.16
$\Delta f_{pSR} (\text{MPa})$	44.99	44.99	44.99	44.99	44.99
$\Delta f_{pCR} (\text{MPa})$	103.51	105.45	104.94	104.54	103.98
$\Delta f_{pR1} (\text{MPa})$	15.11	15.78	14.95	15.02	15.96
$\Delta f_{pR2} (\text{MPa})$	81.41	82.67	81.64	82.05	81.96
$\Delta f_{pT} (\text{MPa})$	314.03	316.83	313.45	314.04	314.05
$0.75f_{pu} (\text{MPa})$	1395	1395	1395	1395	1395

BẢNG TỔNG HỢP PHẦN TRĂM MẤT MÁT ỨNG SUẤT

	<b>0</b>	<b>L/8</b>	<b>L/4</b>	<b>3L/8</b>	<b>L/2</b>
$\Delta f_{pES} (\%)$	4.95	4.87	4.80	4.83	4.81

$\Delta f_{pSR} (\%)$	3.23	3.23	3.23	3.23	3.23
$\Delta f_{pCR} (\%)$	7.42	7.56	7.52	7.49	7.45
$\Delta f_{pR1} (\%)$	1.08	1.13	1.07	1.08	1.14
$\Delta f_{pR2} (\%)$	5.84	5.93	5.85	5.88	5.88
$\Delta f_{pT} (\%)$	22.51	22.71	22.47	22.51	22.51

## CHƯƠNG VI. KIỂM TOÁN DÀM CHỦ

### 6.1. Kiểm tra khả năng chịu uốn của đàm trong giai đoạn truyền lực:

**Nhận xét:** Các giá trị ứng suất ở các thớ tại các mặt cắt phải đảm bảo thoả mãn các ứng suất kéo và nén cho phép thì lúc đó đàm mới đảm bảo khả năng chịu lực.

Ứng suất nén cho phép:  $0.6f_{ci} = 0.6 \times 42.5 = 25.5 \text{ MPa}$  (Bảng 5.9.4.2.1-1)

Ứng suất kéo cho phép:  $0.25\sqrt{f_{ci}} = 0.25 \times \sqrt{42.5} = 1.63 \text{ MPa}$  (Bảng 5.9.4.2.1-2)

Vì cách tính toán đối với các mặt cắt là tương tự nhau nên ở đây ta chỉ tính cho mặt cắt giữa nhịp V – V và mặt cắt gối I – I

#### Kiểm toán tại mặt cắt giữa nhịp:

Cường độ truyền vào cáp trong giai đoạn truyền lực:

$$f_{pi} = 1312.16 \text{ MPa}$$

Lực truyền vào cáp:

$$P_i = A_{ps} f_{pi} = 3454.5 \times 1312.16 = 4532856.72 \text{ N}$$

Moment do tĩnh tải giai đoạn I tại giữa nhịp:

$$M_g = 0.95\gamma_{DC}M_{DCI} = 1257966250 \text{ Nmm}$$

+ Ứng suất thớ trên:

$$\begin{aligned} f_t &= -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i \cdot e}{I_g} y_{tg} - \frac{M_g}{I_g} y_{tg} \\ &= -\frac{4532856.72}{707874} + \frac{4532856.72 \times 351}{2.115 \times 10^{10}} \times 426 - \frac{1257966250}{2.115 \times 10^{10}} \times 351 \\ &= -15.72 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$f_t$  mang dấu (-) có nghĩa là thớ trên của đàm chịu nén vì vậy phải so sánh với ứng suất nén cho phép. Ta thấy  $|f_t| = 15.72 \text{ MPa} < 25.5 \text{ MPa}$ , vì vậy thoả mãn điều kiện chịu nén trong giai đoạn truyền lực của thớ trên đàm.

+ Ứng suất thớ dưới:

$$\begin{aligned} f_b &= -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i \cdot e}{I_g} y_{bg} + \frac{M_g}{I_g} y_{bg} \\ &= -\frac{4532856.72}{707874} - \frac{4532856.72 \times 351}{2.115 \times 10^{10}} \times 424 + \frac{1257966250}{2.115 \times 10^{10}} \times 424 \\ &= -15.62 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$f_b$  mang dấu (-) có nghĩa là thớ dưới của đàm chịu nén vì vậy phải so sánh với ứng suất nén cho phép. Ta thấy  $|f_b| = 15.62 \text{ MPa} < 25.5 \text{ MPa}$ , vì vậy thoả mãn điều kiện chịu nén trong giai đoạn truyền lực của thớ dưới đàm.

#### Kiểm toán tại mặt cắt gối:

Moment do tĩnh tải giai đoạn I tại gối:

$$M_g = \gamma_{DC}M_{DCI} = 0 \text{ Nmm}$$

Cường độ truyền vào cáp trong giai đoạn truyền lực:

$$f_{pi} = 1311.16 \text{ MPa}$$

Lực truyền vào cáp:

$$P_i = A_{ps} f_{pi}$$

$$= 4532856.72 \text{ N}$$

+ Ứng suất thớ trên:

$$\begin{aligned} f_t &= -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i \cdot e}{I_g} y_{tg} - 0 \\ &= -\frac{4532856.72}{707874} + \frac{4532856.72 \times (595 - 426)}{2.115 \times 10^{10}} \times 426 - 0 \\ &= -9.03 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$f_t$  mang dấu (-) có nghĩa là thớ trên của đàm chịu nén vì vậy phải so sánh với ứng suất nén cho phép. Ta thấy  $|f_t| = 9.03 \text{ MPa} < 25.5 \text{ MPa}$ , vì vậy thoả mãn điều kiện chịu nén trong giai đoạn truyền lực của thớ trên đàm.

+ Ứng suất thớ dưới:

$$\begin{aligned} f_b &= -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i \cdot e}{I_g} y_{bg} \\ &= -\frac{4532856.72}{707874} - \frac{4532856.72 \times (595 - 424)}{2.115 \times 10^{10}} \times 424 + 0 \\ &= -21.94 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$f_b$  mang dấu (-) có nghĩa là thớ dưới của đàm chịu nén vì vậy phải so sánh với ứng suất nén cho phép. Ta thấy  $|f_b| = 21.94 \text{ MPa} < 25.5 \text{ MPa}$ , vì vậy thoả mãn điều kiện chịu nén trong giai đoạn truyền lực của thớ dưới đàm.

Tương tự với các vị trí còn lại, ta có bảng kiểm toán như sau:

Chú ý: Nếu ứng suất âm ta so sánh với giới hạn ứng suất nén và ngược lại.

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>g</sub> (Nmm)</b>	0	550358750	943468750	1179341875	1257966250
<b>A<sub>g</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>	707874	707874	707874	707874	707874
<b>I<sub>g</sub> (mm<sup>4</sup>)</b>	21153000000	21153000000	21153000000	21153000000	21153000000
<b>f<sub>i</sub> (MPa)</b>	1311.16	1311.16	1311.16	1311.16	1311.16
<b>α<sub>1</sub></b>	0	0	0	0	0
<b>P<sub>i</sub> (MPa)</b>	4532856.72	4532856.72	4532856.72	4532856.72	4532856.72
<b>d<sub>ps</sub> (mm)</b>	503	503	503	503	503
<b>y<sub>tg</sub> (mm)</b>	422	424	426	426	426
<b>y<sub>bg</sub> (mm)</b>	428	426	424	424	424
<b>e (mm)</b>	81	79	77	77	77
<b>f<sub>t</sub> (MPa)</b>	-9.03	-10.34	-15.72	-18.56	-20.89
<b>f<sub>b</sub> (MPa)</b>	-21.94	-19.07	-15.62	-13.09	-10.45
<b>GH kéo (MPa)</b>	<b>1.63</b>	<b>1.63</b>	<b>1.63</b>	<b>1.63</b>	<b>1.63</b>

<b>GH nén (Mpa)</b>	<b>25.5</b>	<b>25.5</b>	<b>25.5</b>	<b>25.5</b>	<b>25.5</b>
<b>Kiểm tra</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>

**6.2. Kiểm tra đầm theo TTGH sử dụng**

**Nhận xét:** Các giá trị ứng suất ở các thớ tại các mặt cắt phải đảm bảo thỏa mãn các ứng suất kéo và nén cho phép thì lúc đó đầm mới đảm bảo khả năng chịu lực.

**6.2.1. Kiểm tra ứng suất nén lúc sử dụng: Thớ trên đầm, thớ trên bản:**

Ứng suất trong 1 sợi cáp khi sử dụng:  $f_{pj} = 0.8f_{pu} = 0.8 \times 1860 = 1488$

**A.1 Kiểm tra ứng suất nén theo tổ hợp 1: Do DUL + Tĩnh tải.**

Bảng tổ hợp tải trọng sử dụng kiểm toán (Sử dụng nội lực đầm trong):

KHS: không hệ số

Đơn vị: Nmm

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>DC1</sub> - KHS</b>	0	233240000	400490000	500850000	533990000
<b>M<sub>LC+DW</sub> - KHS</b>	0	28510000	48960000	61230000	65280000

Ứng suất nén cho phép:

+ Của đầm:  $0.45f_c' = 0.45 \times 50 = 22.5 \text{ MPa}$  (Bảng 5.9.4.2.1-1)

+ Của bản mặt cầu:  $0.45f_c' = 0.45 \times 30 = 13.5 \text{ MPa}$

Cường độ truyền vào cáp (sau khi đã trừ hết mất mát ứng suất):

$$f_{pf} = f_{pj} - \Delta f_{pt} = 1488 - 131.06 = 1356.94 \text{ MPa}$$

**Ví dụ kiểm toán đầm tại mặt cắt L/2:**

Lực truyền vào cáp:

$$P_i = A_{ps} \cdot f_{pf}$$

$$= 3454.5 \times 1356.94 = 4687549.23 \text{ N}$$

Ứng suất thớ trên đầm:

$$f_{t-dl} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i \cdot e}{S_{tg}} - \frac{M_{DC1}}{S_{tg}} - \frac{M_{LC} + M_{DW}}{S_{tc}}$$

$$= -\frac{4687549.23}{707874} + \frac{4687549.23 \times 77}{49654929} - \frac{533990000}{49654929} - \frac{65280000}{84295383}$$

$$= -10.88 \text{ MPa} < 0.45f_c' = 22.5 \text{ (MPa)}$$

→ **Đạt.**

Ứng suất thớ trên bản:

$n_b = 0.816$ : hệ số quy đổi của bản mặt cầu về đầm

$$f_{t-bl} = -\frac{M_{LC} + M_{DW}}{S_{tdc}} n_b$$

$$= -\frac{65280000}{63609407} \times 0.816$$

$$= -0.84 \text{ MPa} < 0.45f_c' = 13.5 \text{ (MPa)}$$

→ **Đạt.**

Tương tự đối với các vị trí còn lại, ta có bảng kiểm toán sau:

**BẢNG KIỂM TOÁN ỦNG SUẤT THÓ TRÊN ĐẦM**

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>DC1</sub> - KHS</b>	0	233240000	400490000	500850000	533990000
<b>M<sub>LC+DW</sub> - KHS</b>	0	28510000	48960000	61230000	65280000
<b>P<sub>i</sub> (MPa)</b>	4687549.23	4687549.23	4687549.23	4687549.23	4687549.23
<b>A<sub>g</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>	707874	707874	707874	707874	707874
<b>S<sub>tg</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	50125592	49889150	49654929	49654929	49654929
<b>S<sub>tc</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	85219178	84754768	84295393	84295393	84295393
<b>e (mm)</b>	81	79	77	77	77
<b>F<sub>t-dl</sub> (MPa)</b>	0.95	-4.21	-8.00	-10.17	-10.88
<b>0.45f<sub>c</sub>'(MPa)</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>
<b>Kiểm tra</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>

**BẢNG KIỂM TRA ỦNG SUẤT THÓ TRÊN BẢN MẶT CẦU**

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>LC+DW</sub> - KHS</b>	0	28510000	48960000	61230000	65280000
<b>S<sub>tdc</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	64134020	63870636	63609407	63609407	63609407
<b>n<sub>b</sub></b>	0.816	0.816	0.816	0.816	0.816
<b>F<sub>t-bl</sub> (MPa)</b>	0	-0.36	-0.63	-0.79	-0.84
<b>0.45f<sub>c</sub>'(MPa)</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>
<b>Kiểm tra</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>

**A.2 Kiểm tra ứng suất nén theo tổ hợp 2: Do hoạt tải + ½(DUL + Tĩnh tải).**

Bảng tổ hợp tải trọng sử dụng kiểm toán (Sử dụng nội lực đầm biên):

KHS: không hệ số

Đơn vị: Nmm

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>LL</sub> - KHS</b>	0	819510000	1363380000	1628290000	1537700000
<b>½ M<sub>DC1</sub> - KHS</b>	0	116620000	200245000	250425000	266995000
<b>½ M<sub>LC+DW</sub> - KHS</b>	0	14255000	24480000	30615000	32640000

Ứng suất nén cho phép:

+ Của đầm:  $0.45f_c' = 0.45 \times 50 = 22.5 \text{ MPa}$  (Bảng 5.9.4.2.1-1)

+ Của bản mặt cầu:  $0.45f_c' = 0.45 \times 30 = 13.5 \text{ MPa}$

Cường độ truyền vào cáp (sau khi đã trừ hết mất mát ứng suất):

$$f_{pf} = f_{pj} - \Delta f_{pt} = 1488 - 131.06 = 1356.94 \text{ MPa}$$

**Ví dụ kiểm toán đầm tại mặt cắt giữa nhịp:**

Lực truyền vào cáp:

$$P_i = A_{ps} \cdot f_{pf}$$

$$= 3454.5 \times 1356.94 = 4687549.23 \text{ N}$$

Ứng suất thớ trên đầm:

$$f_{t-dl} = 0.5f_{t-dl} - \frac{M_{LL}}{S_{tc}} = 0.5 \times (-10.88) - \frac{1537700000}{84295393}$$

$$= -23.68 \text{ MPa} < 0.45f_c' = 22.5 \text{ (MPa)}$$

→ Đạt.

Úng suất thó trên bản:

$$f_{t-b2} = 0.5f_{t-bl} - \frac{M_{LL}}{S_{tdc}}n_b = 0.5 \times (-0.61) - \frac{1537700000}{87859459} \times 0.816 \\ = -14.59 \text{ MPa} < 0.45f_c' = 13.5 \text{ (MPa)}$$

→ Đạt.

Tương tự đối với các vị trí còn lại, ta có bảng kiểm toán sau:

BẢNG KIỂM TOÁN ỦNG SUẤT THÓ TRÊN DÀM

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>LL</sub> - KHS</b>	0	819510000	1363380000	1628290000	1537700000
<b>S<sub>tc</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	85219178	84754768	84295393	84295393	84295393
<b>F<sub>t-d1</sub> (MPa)</b>	0.95	-4.21	-8.00	-10.17	-10.88
<b>F<sub>t-d2</sub> (MPa)</b>	0.48	-10.00	-17.20	-20.85	-20.33
<b>0.45f<sub>c'</sub>(MPa)</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>
Kiểm tra	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

BẢNG KIỂM TRA ỦNG SUẤT THÓ TRÊN BẢN MẶT CẦU

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>LL</sub> - KHS</b>	0	819510000	1363380000	1628290000	1537700000
<b>S<sub>tdc</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	64134020	63870636	63609407	63609407	63609407
<b>n<sub>b</sub></b>	0.816	0.816	0.816	0.816	0.816
<b>F<sub>t-bl</sub> (MPa)</b>	0	-0.36	-0.63	-0.79	-0.84
<b>F<sub>t-b2</sub> (MPa)</b>	0	-10.65	-17.80	-21.28	-20.15
<b>0.45f<sub>c'</sub>(MPa)</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>	<b>13.5</b>
Kiểm tra	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

A.3 Kiểm tra ứng suất nén theo tổ hợp 3: Do hoạt tải + DUL + Tĩnh tải.

Bảng tổ hợp tải trọng sử dụng kiểm toán (Sử dụng nội lực đầm biên):

KHS: không hệ số

Đơn vị: Nmm

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>LL</sub> - KHS</b>	0	819510000	1363380000	1628290000	1.538E+09
<b>M<sub>DC1</sub> - KHS</b>	0	233240000	400490000	500850000	533990000
<b>M<sub>LC+DW</sub> - KHS</b>	0	28510000	48960000	61230000	65280000

Ứng suất nén cho phép:

$$+ Cửa đầm: 0.6f_c' = 0.6 \times 50 = 30 \text{ MPa} \quad (\text{Bảng 5.9.4.2.1-1})$$

$$+ Cửa bản mặt cầu: 0.6f_c' = 0.6 \times 30 = 18 \text{ MPa}$$

Cường độ truyền vào cáp (sau khi đã trừ hết mất mát ứng suất):

$$f_{pf} = f_{pj} - \Delta f_{pT} = 1488 - 131.06 = 1356.94 \text{ MPa}$$

Ví dụ kiểm toán đầm tại mặt cắt giữa nhịp:

Lực truyền vào cáp:

$$P_i = A_{ps} \cdot f_{pf}$$

$$= 3454.5 \times 1356.94 = 4687550 \text{ N}$$

Ứng suất thó trên đầm:

$$f_{t-d} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i \cdot e}{S_{tg}} - \frac{M_{DC1}}{S_{tg}} - \frac{M_{LC} + M_{DW}}{S_{tc}} - \frac{M_{LL+PL}}{S_{tc}}$$

$$= -\frac{4687550}{707874} + \frac{4687550 \times 77}{49654929} - \frac{533990000}{49654929} - \frac{65280000}{84295393} - \frac{1537700000}{84295393}$$

$$= -29.12 \text{ MPa} < 0.6f_c' = 30 \text{ (MPa)}$$

→ Đạt.

Úng suất thó trên bản:

$$f_{t-b} = \left( -\frac{M_{LC} + M_{DW}}{S_{tdc}} - \frac{M_{LL+PL}}{S_{tdc}} \right) n_b$$

$$= \left( -\frac{65280000}{63609407} - \frac{1537700000}{63609407} \right) \times 0.816$$

$$= -20.56 \text{ MPa} < 0.6f_c' = 18 \text{ (MPa)}$$

Tương tự đối với các vị trí còn lại, ta có bảng kiểm toán sau:

BẢNG KIỂM TOÁN ỦNG SUẤT THÓ TRÊN DÀM

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>LL</sub> - KHS</b>	0	819510000	1363380000	1628290000	1.538E+09
<b>M<sub>DC1</sub> - KHS</b>	0	233240000	400490000	500850000	533990000
<b>M<sub>LC+DW</sub> - KHS</b>	0	28510000	48960000	61230000	65280000
<b>P<sub>i</sub> (MPa)</b>	4687550	4687550	4687550	4687550	4687550
<b>A<sub>g</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>	707874	707874	707874	707874	707874
<b>S<sub>tg</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	50125592	49889150	49654929	49654929	49654929
<b>S<sub>tc</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	85219178	84754768	84295393	84295393	84295393
<b>e (mm)</b>	81	79	77	77	77
<b>F<sub>t-d3</sub> (MPa)</b>	0.95	-13.88	-24.17	-29.48	-29.12
<b>0.6f<sub>c'</sub>(MPa)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Kiểm tra	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

BẢNG KIỂM TRA ỦNG SUẤT THÓ TRÊN BẢN MẶT CẦU

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
<b>M<sub>LL</sub> - KHS</b>	0	819510000	1363380000	1628290000	1.538E+09
<b>M<sub>DC1</sub> - KHS</b>	0	233240000	400490000	500850000	533990000
<b>M<sub>LC+DW</sub> - KHS</b>	0	28510000	48960000	61230000	65280000
<b>S<sub>tdc</sub> (mm<sup>3</sup>)</b>	64134020	63870636	63609407	63609407	63609407
<b>n<sub>b</sub></b>	0.816	0.816	0.816	0.816	0.816
<b>F<sub>t-b3</sub> (MPa)</b>	0	-10.83	-18.12	-21.67	-20.57
<b>0.6f<sub>c'</sub>(MPa)</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
Kiểm tra	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

### 6.2.2. Kiểm tra ứng suất kéo lúc sử dụng: Thó dưới đầm

Tổ hợp nội lực sử dụng để kiểm toán: Do DUL + tĩnh tải + hoạt tải.

Bảng tổ hợp tải trọng sử dụng kiểm toán (Sử dụng nội lực đầm biên):

KHS: không hệ số

Đơn vị: Nmm

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
M <sub>LL</sub> - KHS	0	819510000	1363380000	1628290000	1.538E+09
M <sub>DC1</sub> - KHS	0	233240000	400490000	500850000	533990000
M <sub>LC+DW</sub> - KHS	0	28510000	48960000	61230000	65280000

Ứng suất kéo cho phép:  $0.5\sqrt{f_c} = 0.5 \times \sqrt{50} = 3.53 \text{ MPa} > 1.38 \text{ (MPa)}$  → Lấy 1.38 (MPa) (Bảng 5.9.4.2.2-1)

Ứng suất nén cho phép:  $0.6f_c' = 0.6 \times 50 = 30 \text{ MPa}$  (Bảng 5.9.4.2.1-1)

Cường độ truyền vào cáp (sau khi đã trừ hết mất mát ứng suất):

$$f_{pf} = f_{pj} - \Delta f_{pT} = 1488 - 131.06 = 1356.94 \text{ MPa}$$

#### Ví dụ kiểm toán đầm tại mặt cắt giữa nhịp:

Lực truyền vào cáp:

$$P_i = A_{ps} f_{pf}$$

$$= 3454.4 \times 1356.94 = 4687550 \text{ N}$$

Ứng suất thó dưới đầm:

$$\begin{aligned} f_b &= -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e}{S_{bg}} + \frac{M_{DC1}}{S_{bg}} + \frac{M_{LC} + M_{DW}}{S_{bc}} + \frac{M_{LL+PL}}{S_{bc}} \\ &= -\frac{4687550}{707874} - \frac{4687550 \times 77}{49654929} + \frac{533990000}{49654929} + \frac{65280000}{64667360} + \frac{1537700000}{64667360} \\ &= 0.59 \text{ MPa} < 0.5\sqrt{f_c} = 3.54 \text{ (MPa)} \end{aligned}$$

→ Đạt.

Tương tự đối với các vị trí còn lại, ta có bảng kiểm toán sau:

Chú ý nếu ứng suất ra giá trị dương tức là đầm bị kéo, ta phải so sánh với ứng suất kéo và ngược lại.

#### BẢNG KIỂM TOÁN ỦNG SUẤT THÓ DƯỚI ĐẦM

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
M <sub>LL</sub> - KHS	0	819510000	1363380000	1628290000	1.538E+09
M <sub>DC1</sub> - KHS	0	233240000	400490000	500850000	533990000
M <sub>LC+DW</sub> - KHS	0	28510000	48960000	61230000	65280000
P <sub>i</sub> (MPa)	4687550	4687550	4687550	4687550	4687550
A <sub>g</sub> (mm <sup>2</sup> )	419166	419166	419166	419166	419166
S <sub>bg</sub> (mm <sup>3</sup> )	49724058	49724058	52332947	52332947	52332947
S <sub>bc</sub> (mm <sup>3</sup> )	79347982	80684113	82273019	82273019	82273019
e (mm)	81	79	77	77	77
F <sub>b</sub> (MPa)	-18.82	-14.83	-4.28	1.01	0.59
0.6f <sub>c'</sub> (MPa)	30	30	30	30	30
0.5\sqrt{f_c'} (MPa)	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
Kiểm tra	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

#### 6.2.3. Kiểm tra độ võng, độ võng đầm (5.7.3.6.2)

- Việc tính toán độ võng và độ võng dựa trên cơ sở modun đàn hồi và tuổi của bê tông.
- Độ võng tức thời sẽ được tính cho tất cả các tác động của tĩnh tải và lực dự ứng lực.

+ Đối với tĩnh tải giai đoạn I.

$$f_{ci}' = 0.85f_c' = 0.85 \times 50 = 42.5 \text{ MPa}$$

$$E_c = 0.043\gamma^{1.5} \sqrt{f_{ci}'} = 0.043 \times 2500^{1.5} \times \sqrt{42.5} = 35041 \text{ MPa}$$

+ Tính tải giai đoạn 2 và hoạt tải:

$$E_c = 0.043\gamma^{1.5} \sqrt{f_c} = 0.043 \times 2500^{1.5} \times \sqrt{50} = 38007 \text{ MPa} \text{ sau 28 ngày}$$

$$f_c' = 50 \text{ MPa}$$

Từ biến từ 4 tới  $\infty$  ngày:

$$E_c = 38007 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{38007}{35041} = 1.085$$

Trong thực tế, tính toán độ võng do tĩnh tải giai đoạn 2 và hoạt tải thì độ cứng EI sẽ tăng lên 10%.

#### 9.2.3.1. Độ võng do dự ứng lực.

+ Dự ứng lực tại thời điểm truyền lực:

$$P_t = n_{tao} A_{ps} (0.75f_{pu} - \Delta f_{pES} - \Delta f_{pRI}) = 35 \times 98.7 \times (0.75 \times 1860 - 67.16 - 15.96) = 4531889 \text{ N}$$

+ Dự ứng lực sau tất cả các mất mát:

$$P_e = n_{tao} A_{ps} (0.8f_{pu} - \Delta f_{pT}) = 32 \times 98.7 \times (0.8 \times 1860 - 314.05) = 4055410 \text{ N}$$

+ Hệ số có hiệu:

$$\eta = \frac{P_e}{P_t} = \frac{4055410}{4531889} = 0.89$$

+ Khoảng cách từ trọng tâm cáp dự ứng lực đến trọng tâm đầm e = 77 mm

+ Độ võng do dự ứng lực:

$$\delta_t = \frac{-P_t \cdot e \cdot L^2}{8E_c I_g} = \frac{-4531889 \times 128 \times 22400^2}{8 \times 38007 \times 2.11 \times 10^{10}} = -53.2 \text{ mm (võng lên)}$$

$$\delta_e = \eta \cdot \delta_t = 0.89 \times (-53.2) = -47.38 \text{ mm (võng lên)}$$

#### 9.2.3.2. Độ võng do tĩnh tải.

##### Độ võng do trọng lượng đầm và đầm ngang:

$$\delta_{dam} = \frac{5q_1 l^4}{384EI_g} = \frac{5 \times 16.89 \times 22400^4}{384 \times 35041 \times 2.11 \times 10^{10}} = 30.92 \text{ mm}$$

##### Độ võng do bảm mặt cầu:

$$\delta_{bmc} = \frac{5q_1 l^4}{384EI_g} = \frac{5 \times 3.15 \times 22400^4}{384 \times 35041 \times 2.11 \times 10^{10}} = 13.96 \text{ mm}$$

##### Độ võng do lớp phủ:

$$\delta_{dw} = \frac{5q_1 l^4}{384EI_c} = \frac{5 \times 1.725 \times 22400^4}{384 \times 38007 \times 3.11 \times 10^{10}} = 4.78 \text{ mm}$$

##### Độ võng do lan can:

$$\delta_{lc} = \frac{5q_1 l^4}{384EI_c} = \frac{5 \times 5.104 \times 22400^4}{384 \times 38007 \times 3.11 \times 10^{10}} = 8.32 \text{ mm}$$

#### 9.2.3.3 Độ võng khi căng kéo:

Độ võng tính toán do dự ứng lực và trọng lượng bảm thân đầm:

$$\sum \delta = 30.92 - 47.38 = -16.46 \text{ mm}$$

### 6.3. Độ võng do tất cả tĩnh tải

$$\sum \delta = 30.92 + 13.96 + 4.78 + 8.32 - 47.38 = 10.6 \text{ mm}$$

#### 6.3.1. Độ võng do hoạt tải

**Điều kiện độ võng khi có hoạt tải sử dụng:**  $\Delta_h \leq [\Delta] = \frac{L_u}{800} = \frac{22400}{800} = 28(\text{mm})$

**Trong đó:** Độ võng hoạt tải lấy trị số lớn hơn của:

+ Độ võng của xe tải thiết kế.

+ 25% độ võng xe tải thiết kế cộng với độ võng tải trọng lanes.

+ Số làn xe thiết kế:  $m = 8.5 / 3.5 = 2.43 \rightarrow$  Chọn 2 làn.

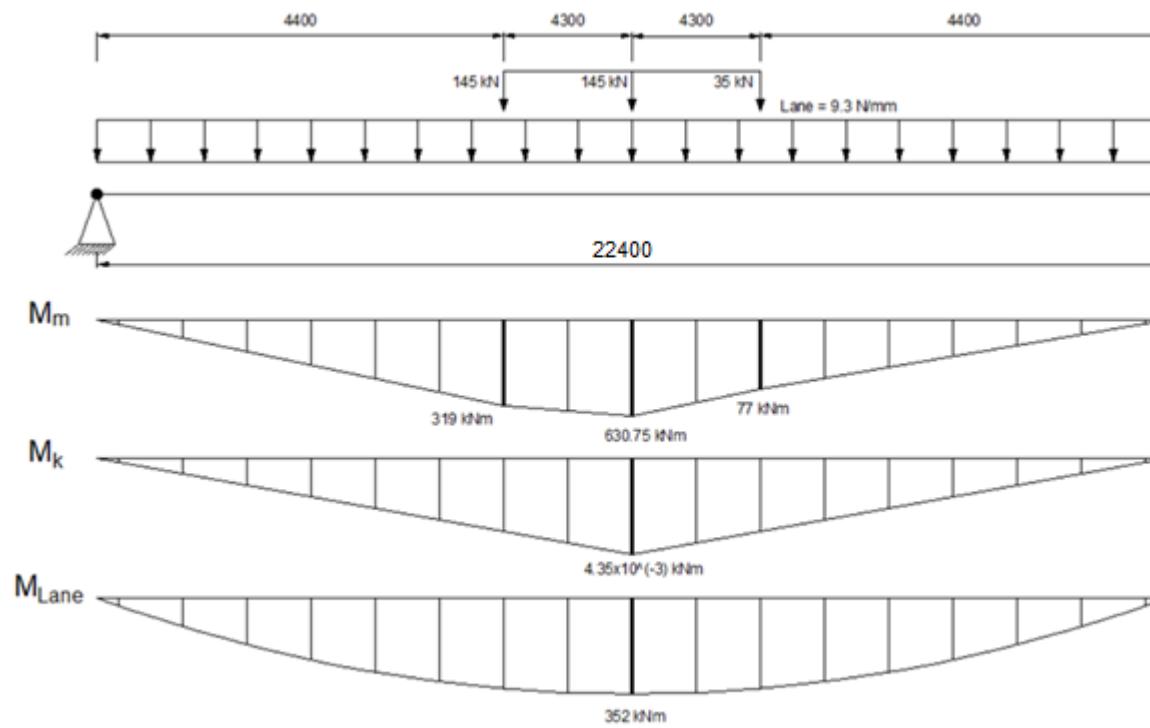
+ Để kiểm tra độ võng dầm chủ, ta xếp tải lên tất cả các làn

+ Khi tính toán độ võng, hệ số phân phối mômen có thể lấy bằng số làn chia cho số dầm :

$g = 2/10 = 0.2$ . Do đó khi tính toán độ võng, các giá trị mômen gây ra do hoạt tải cần được nhân với hệ số  $mg = 1.0 \times 0.2 = 0.2$ .

$$+ \text{Công thức tính độ võng: } \Delta = \frac{1}{EI} M_m M_k$$

Các giá trị moment do xe 3 trục và tải trọng đơn vị gây ra như hình 6.6.



**Hình 5.6.**Moment do xe 3 trục và tải trọng đơn vị

+ Độ võng do xe 3 trục gây ra:

$$\begin{aligned} \Delta_{3T} &= \frac{1}{38007 \times 2.85 \times 10^{10}} \times 0.2 \times 10^{15} \times [(0.5 \times 319 \times 4.4 \times \frac{2}{3} \times \frac{4.4}{8.7} \times 4.35 \times 10^{-3}) \\ &\quad + (319 \times 4.3 \times \frac{6.55}{8.7} \times 4.35 \times 10^{-3}) + (0.5 \times (630.75 - 319) \times 4.3 \times 3.63 \times 10^{-3}) \\ &\quad + (0.5 \times (630.75 - 77) \times 4.3 \times 3.63 \times 10^{-3} + (77 \times 4.3 \times \frac{6.55}{8.7} \times 4.35 \times 10^{-3})] \end{aligned}$$

$$= 2.46(\text{mm})$$

+ Độ võng do tải làn gây ra:

$$\delta_{\text{lane}} = \frac{5q_1^4}{384EI_c} = \frac{5 \times 0.2 \times 9.3 \times 22400^4}{384 \times 38007 \times 3.11 \times 10^{10}} = 5.15 \text{ mm}$$

+ Độ võng do 25% xe 3 trục và tải làn gây ra:  $\Delta_{0.25 \times 3T + \text{Lane}} = 0.25 \times 2.46 + 5.15 = 5.765(\text{mm})$

→ Kiểm tra điều kiện ta thấy:  $\Delta_{\max} = \max(\Delta_{3T}; \Delta_{0.25 \times 3T + \text{Lane}}) = 5.765 < [\Delta] = 30.5(\text{mm})$

→ **Đạt điều kiện độ võng.**

#### 6.4. Kiểm tra dầm theo trạng thái giới hạn cường độ

##### 6.4.1. Kiểm tra sức kháng uốn (Điều 5.7.3.2)

**Điều kiện kiểm toán:**  $M_u \geq \phi M_n$

**Trong đó:**  $+ M_u$  : moment do ngoại lực tác động ở TTGH cường độ.

$+ \phi = 0.9$  : hệ số sức kháng uốn (Điều 5.5.4.2)

$+ M_n$  : sức kháng uốn danh định của bản thân tiết diện. Được xác định theo các điều khoản tương ứng trong Điều 5.7.3 22TCN 272-05.

**Ví dụ kiểm toán tại mặt cắt giữa nhịp.**

**Xác định sức kháng uốn danh định  $M_n$ :**

Giới hạn chảy cáp DUL:  $f_{py} = 0.9f_{pu} = 1674 \text{ MPa}$

Cường độ kéo đứt của cáp DUL:  $f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$

$$\text{Hệ số } k : k = 2 \left( 1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}} \right) = 2 \times \left( 1.04 - \frac{1674}{1860} \right) = 0.28 \quad (\text{A 5.7.3.1.1-2})$$

Hệ số quy đổi vùng nén: vì  $28 \text{ MPa} < f_c = 50 \text{ MPa} < 56 \text{ MPa}$

$$\rightarrow \beta_1 = 0.85 - \frac{0.05}{7} \times (50 - 28) = 0.69$$

**Xác định trục trung hòa dầm:**

**Giả sử trục trung hòa qua sườn:**

Ta có phương trình cân bằng tĩnh học:

$$A_{ps} f_{pu} + A_s f_y - A_s' f_y' = 0.85 f_c \beta_1 (c - h_f) b_w + 0.85 f_c \beta_1 h_f b + \frac{k A_{ps} f_{pu} c}{d_{ps}}$$

$$\rightarrow c = \frac{A_{ps} f_{pu} - 0.85 f_c \beta_1 h_f (b - b_w)}{0.85 f_c \beta_1 b_w + k \frac{A_{ps} f_{pu}}{d_{ps}}} = \frac{4480 \times 1860 - 0.85 \times 50 \times 0.69 \times 120 \times (1000 - 980)}{0.85 \times 50 \times 0.69 \times 980 + 0.28 \times \frac{4480 \times 1860}{419}}$$

$$= 241(\text{mm}) > 120(\text{mm})$$

→ Trục trung hòa đi qua bản bụng.

Trong đó:  $A_{ps}$  : diện tích mặt cắt cốt thép DUL.  $A_{ps} = 3454.5\text{mm}^2$   
 $f_{pu}$  : cường độ kéo đứt của thép DUL.  $f_{pu} = 1860\text{Mpa}$   
 $A_s$  : diện tích cốt thép thường chịu kéo.  $A_s = 0$   
 $A'_s$  : diện tích cốt thép thường chịu nén.  $A'_s = 0$   
 $f_y, f'_y$  : giới hạn chảy của cốt thép thường chịu kéo và nén  
 $f_c$  : cường độ bê tông 28 ngày tuổi,  $f_c = 50\text{Mpa}$   
 $\beta_1$  : hệ số quy đổi vùng nén.  $\beta_1 = 0.69$   
 $b$ : chiều rộng bản cánh,  $b = 1000 \text{ mm}$   
 $b_w$  : chiều rộng bản bụng.  $b_w = 980 \text{ mm}$   
 $k = 0.28$

#### Xác định sức kháng uốn danh định $M_n$ :

+ Khoảng cách TTH đến mép vùng nén:  $c = 241 (\text{mm})$

+ Chiều cao vùng nén:  $a = \beta_1 c = 0.69 \times 241 = 166(\text{mm})$

+ Ứng suất trung bình trong tao cáp ứng suất trước (A 5.7.3.1.1-1):

$$f_{ps} = f_{pu} \left( 1 - k \frac{c}{d_{ps}} \right) = 1860 \times \left( 1 - 0.28 \times \frac{241}{419} \right) = 1560\text{Mpa} < f_{pu} = 1860(\text{MPa})$$

→ Đảm bảo ứng suất trong cáp.

#### → Sức kháng uốn danh định của dầm:

$$M_n = A_{ps} f_{ps} \left( d_{ps} - \frac{a}{2} \right) = 4480 \times 1560 \times \left( 419 - \frac{166}{2} \right) = 2548236800(\text{Nmm}) = 2548(\text{kNm})$$

→ Kiểm tra điều kiện ta có:  $M_u = 2264(\text{kNm}) < \phi M_n = 1 \times 2548 = 2548(\text{kNm})$

→ Dầm đảm bảo khả năng chịu uốn.

→ Các bước tính tương tự, ta có bảng kiểm toán tại mặt cắt như sau.

#### BẢNG KIỂM TOÁN SỨC KHÁNG UỐN

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
$A_{ps} (\text{mm}^2)$	4480	4480	4480	4480	4480
$F_u (\text{MPa})$	1860	1860	1860	1860	1860
$A_{ps} f_{pu} - 0.85 f_c \beta_1 h_f (b - b_w)$	8262420	8262420	8262420	8262420	8262420
$0.85 f_c \beta_1 b (\text{MPa})$	28738.5	28738.5	28738.5	28738.5	28738.5
$k$	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
$D_{ps} (\text{mm})$	336	381	419	419	419
$c (\text{mm})$	231.55	237.00	240.84	240.84	240.84
$a (\text{mm})$	159.77	163.53	166.18	166.18	166.18
$f_{ps} (\text{MPa})$	1501.09	1536.04	1560.65	1560.65	1560.65
$0.9M_n (\text{kNm})$	1722.34	2059.17	2348.59	2348.59	2348.59
$M_u (\text{kNm})$	0.00	1137.11	1908.73	2310.30	2264.85
Kiểm tra	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

#### 6.4.2. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa.

Kiểm toán tại mặt cắt giữa nhịp:

Ta có:  $\frac{c}{d_{ps}} = \frac{241}{419} = 0.4 < 0.42$  (Điều 5.7.3.3.1-1)

→ Đảm bảo điều kiện hàm lượng cốt thép tối đa.

Kiểm toán tại các mặt cắt còn lại:

#### BẢNG KIỂM TOÁN HÀM LUỢNG CỐT THÉP TỐI ĐA

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
$c/d_{ps}$	0.42	0.41	0.4	0.4	0.4
Kiểm tra	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

#### 6.4.3. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu.

Kiểm toán tại mặt cắt giữa nhịp:

Điều kiện kiểm toán:  $M_r \geq \min(1.2M_{cr}; 1.33M_u)$

Trong đó:  $+ M_r$  : sức kháng uốn tĩnh toán của dầm.

$$M_r = \phi M_n = 2348.59(\text{kNm})$$

$+ M_u$ : moment uốn ở TTGH cường độ.

$$M_u = 2264.85(\text{kNm})$$

$+ M_{cr}$ : moment nứt, moment gây ứng suất kéo khi uốn ở THSD

#### Xác định moment gây nứt $M_{cr}$ :

+ Cường độ chịu kéo khi uốn (Điều 5.4.2.6):

$$f_r = 0.63 \sqrt{f_c} = 0.63 \times \sqrt{50} = 4.45\text{Mpa}$$

+ Moment do tĩnh tải giai đoạn I:

$$M_{DC1} = 634.12 (\text{kNm}) = 634120000 (\text{Nmm})$$

+ Moment do tĩnh tải giai đoạn II:

$$M_{LC+DW} = 93.03 (\text{kNm}) = 93030000 (\text{Nmm})$$

→ Để thử dưới dầm bị nứt bởi moment gây nứt thì cần phải xác định một moment phụ thêm:

$$M = \left( f_r + \frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e}{S_{bg}} - \frac{M_{DC1}}{S_{bg}} - \frac{M_{LC+DW}}{S_{bc}} \right) S_{bc}$$

$$= \left( 4.45 + \frac{5005459}{419166} + \frac{5005459 \times 128}{52332947} - \frac{634120000}{52332947} - \frac{93030000}{82273019} \right) \times 82273019$$

$$= 1265888382\text{Nmm} = 1266(\text{kNm})$$

$$\rightarrow M_{cr} = M_{DC1} + M_{LC+DW} + M = 634.12 + 93.03 + 1266 = 1993.15(\text{kNm})$$

$$\rightarrow \min(1.2M_{cr}; 1.33M_u) = (1.2 \times 1993.15; 1.33 \times 2264.85) = 2392(\text{kNm})$$

Kiểm tra điều kiện ta có:  $M_r = 2349(\text{kNm}) > 1M_{cr} = 1993.15(\text{kNm})$

→ Đảm bảo điều kiện hàm lượng cốt thép tối thiểu.

Kiểm toán với các mặt cắt còn lại:

#### BẢNG KIỂM TRA HÀM LUỢNG CỐT THÉP TỐI THIỂU

	Gối	L/8	L/4	3L/8	L/2
$M_{DC1} - KHS$	0	276970000	475590000	594760000	634120000
$M_{LC+DW} - KHS$	0	40630000	69770000	87250000	93030000
$P_i (\text{MPa})$	4687550	4687550	4687550	4687550	4687550

$A_{ps}$ (mm <sup>2</sup> )	3454.5	3454.5	3454.5	3454.5	3454.5
$S_{bg}$ (mm <sup>3</sup> )	49724058	49724058	52332947	52332947	52332947
$S_{bc}$ (mm <sup>3</sup> )	79347982	80684113	82273019	82273019	82273019
$e$ (mm)	81	79	77	77	77
$f_r$ (MPa)	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45
$M$	1691.39	1595.14	1538.37	1333.55	1265.89
Min(1.2M <sub>cr</sub> ; 1.33M <sub>u</sub> )	2029.67	2295.29	2538.62	3072.7	3012.25
<b>0.9M<sub>n</sub> (kNm)</b>	<b>1722.34</b>	<b>2059.17</b>	<b>2348.59</b>	<b>2348.59</b>	<b>2348.59</b>
<b>Kiểm tra</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>	<b>Đạt</b>

#### 6.4.4. Kiểm tra sức kháng cắt của đàm (Điều 5.8.2.1-2)

#### 6.4.5. Kiểm toán tại mặt cắt gối

**Điều kiện kiểm toán:**  $V_r = \phi V_n \geq V_u$  (A5.8.2.1 - 2 )

Trong đó:  $\phi = 0.9$  : hệ số sức kháng cắt (Điều 5.5.4.2)

+  $V_u = 608.55$  (kN): lực cắt lên đàm ở THCD.

+  $V_n$  : sức kháng cắt danh định của đàm (A5.8.3.3)

#### Xác định sức kháng cắt danh định của đàm:

Sức kháng cắt danh định của đàm phải lấy giá trị nhỏ hơn của:

$$V_n = V_c + V_s + V_p \quad (\text{A5.8.3.3})$$

$$V_c = 0.083\beta\sqrt{f_c}b_v d_v$$

$$\text{Trong đó: } V_s = \frac{A_v f_y (\cot g\theta + \cot g\alpha) \sin \alpha}{s}$$

Trong đó: +  $b_v$ : chiều rộng bản bụng hưu hiệu được lấy bằng bản bụng nhỏ nhất trong chiều cao  $d_v$  được xác định theo điều 5.8.2.7.

+  $d_v$ : chiều cao chịu cắt hưu hiệu được xác định theo điều 5.8.2.7

+  $S$ : cự ly cốt thép đai

+  $\beta$  : hệ số chỉ khả năng của bê tông bị nứt chéo truyền lực được quy định theo điều 5.8.3.4

+  $\theta$  : góc nghiêng của ứng suất nén chéo được xác định trong điều 5.8.3.4 (độ).

+  $\alpha$  : góc nghiêng của cốt thép ngang đối với trục dọc

+  $A_v$  : diện tích cốt thép chịu cắt trong cự ly s.

+  $V_p$  : thành phần dự ứng lực hưu hiệu trên hướng lực cắt tác dụng, là dương nếu ngược chiều lực cắt.

#### Bước 1: Xác định chiều cao hưu hiệu $d_v$

Ta có:  $V_u = 608550$  N  $M_u = 0$  Nmm

Khoảng cách từ trọng tâm vùng nén đến trọng tâm vùng kéo

$$d_v = \max \begin{cases} 0.9d_{ps} = 0.9 \times 336 = 302.4\text{mm} \\ d_{ps} - \frac{a}{2} = 336 - \frac{159.77}{2} = 256.115 \rightarrow d_v = 396\text{mm} \\ 0.72h = 0.72 \times 850 = 612\text{mm} \end{cases}$$

#### Bước 2: Tính ứng suất cắt danh định và kiểm tra tỉ số ứng suất cắt

$$f_{pf} = f_{pj} - \Delta f_{pT} = 0.8 \times 1860 - 314.05 = 1174\text{Mpa}$$

$$P_f = A_{ps} f_{pf}$$

$$= 1174 \times 140 = 164360$$

+ Lực cắt do cáp DUL dây ra:

$$V_p = \sum A_{ps} f_{pf} = 1174 \times 140 = 164360(\text{N})$$

$$\varphi_v = 0.9$$

+ Bề rộng bản bụng  $b_w$ :

$$b_w = 980(\text{mm})$$

+ Ứng suất cắt danh định:

$$v = \frac{V_u - \varphi_v V_p}{\varphi_v d_v b_w} = \frac{608550 - 0.9 \times 164360}{0.9 \times 612 \times 980} = 0.86\text{Mpa}$$

+ Kiểm tra tỉ số ứng suất cắt.

$$\frac{v}{f_c} = \frac{1.57}{50} = 0.031 < 0.25 \rightarrow \text{Đạt. Không cần tăng tiết diện.}$$

#### Bước 3: Tính biến dạng dọc $\epsilon_x$

Giả sử  $\theta = 40^\circ$ ,  $\cot g\theta = 1.192$

Tính  $\epsilon_x$  (5.8.3.4.2-2 22TCN 272-05)

$$\epsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0.5N_u + 0.5(V_u - V_p)\cot\theta - A_{ps}f_{po}}{A_s E_s + A_{ps} E_{ps}}$$

Trong đó:  $M_u = 0$  Nmm

$N_u = 0$ : lực dọc tính toán

$V_u = 608550$  N

$V_p = 1643$  (N): lực cắt do cáp gây ra

$A_s, A_{ps}$  : diện tích thép dọc và diện tích cáp DUL

$E_s, E_{ps}$  : modul đàn hồi thép dọc và modul đàn hồi cáp DUL

$d_v = 396$  (mm).

$f_{po}$  : ứng suất trong thép dự ứng lực khi ứng suất bê tông xung quanh nó bằng 0. Tính bằng công thức sau:

$$f_{po} = f_{pf} + \left| f_{pc} \right| \frac{E_{ps}}{E_c}$$

$$f_{pc} = -\frac{P_f}{A_c} - \frac{P_f e^2}{I_c} = -\frac{4962982}{539166} - \frac{4962982 \times 49^2}{2.7 \times 10^{10}} = -9.65 \text{ MPa}$$

$$f_{pf} = 1108.33 \text{ MPa}$$

$$E_{ps} = 197000 \text{ MPa}$$

$$E_c = 36057 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow f_{po} = 1108.33 + 9.65 \times \frac{197000}{36057} = 1161 \text{ MPa}$$

Thay số ta được:

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{0}{396} + 0.5 \times 0 + 0.5 \times (608550 - 65916) \times 1.192 - 4480 \times 1161}{4480 \times 197000} = -5.52 \times 10^{-3}$$

Nhân  $\varepsilon_x$  với một lượng  $F_s$  tính theo công thức sau:

$$F_s = \frac{A_s E_s + A_{ps} E_{ps}}{A_s E_s + A_{ps} E_{ps} + A_c E_c} = \frac{4480 \times 197000}{4480 \times 197000 + 539166 \times 36056} = 0.043$$

$$\varepsilon_x = \varepsilon_x F_s = -5.52 \times 10^{-3} \times 0.043 = -0.23 \times 10^{-3}$$

#### Bước 4: Xác định $\theta$ và $\beta$ .

Ta có  $\frac{V}{f_c} = 0.031$  và  $\varepsilon_x = -0.2 \times 10^{-3}$ , dựa vào hình 5.8.3.4.2 – 1 ta tra được:

$$\theta = 27^\circ, \cot \theta = 1.96$$

$$\beta = 6.78$$

Lặp lần 1:

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{0}{936} + 0.5 \times 0 + 0.5 \times (608550 - 65916) \times 1.96 - 4480 \times 1161}{4480 \times 197000} = -5.3 \times 10^{-3}$$

$$\rightarrow \varepsilon_x = \varepsilon_x F_s = -5.3 \times 10^{-3} \times 0.043 = -0.23 \times 10^{-3}$$

$\rightarrow$  Vậy dùng  $\theta = 27^\circ, \beta = 6.78$

#### Bước 5: Xác định lực cắt tác dụng lên cốt thép đai.

$$V_s = \frac{V_u}{\varphi_v} - V_p - 0.083\beta\sqrt{f_c}b_w d_v$$

$$= \frac{608550}{0.9} - 65916 - 0.083 \times 6.78 \times \sqrt{50} \times 980 \times 396 = -933987 \text{ N} < 0$$

$\rightarrow$  Chọn cốt thép đai theo cấu tạo: chọn cốt đai 2 nhánh  $\phi 12$  có  $A_s = 226 \text{ mm}^2$ ,  $f_y = 280 \text{ MPa}$ .

#### Bước 6: Xác định bước cốt thép đai

+ Vì bô trí cốt đai theo cấu tạo nên chọn bước cốt đai:  $s = 200 \text{ (mm)}$ .

+ Kiểm tra điều kiện bước cốt thép đai lớn nhất theo công thức A5.8.2.7:

- Nếu  $V_u < 0.1 f'_c b_v d_v$  thì :

$$s \leq 0.8 d_v \leq 600 \text{ mm}$$

- Nếu  $V_u \geq 0.1 f'_c b_v d_v$  thì :

$$s \leq 0.4 d_v \leq 300 \text{ mm}$$

Ta có:  $V_u = 608550 \text{ (N)} < 0.1 f'_c b_v d_v = 0.1 \times 50 \times 980 \times 396 = 1940400 \text{ (N)}$

$\rightarrow S = 200 \text{ (mm)} < 0.8 d_v = 316.8 \text{ (mm)} < 600 \text{ (mm)} \rightarrow$  Thỏa mãn điều kiện bước cốt đai lớn nhất.

+ Tính toán lại khả năng chịu cắt của cốt thép đai:

$$V_s = \frac{A_v f_y}{S} d_v \cot g(\theta) = \frac{226 \times 280}{200} \times 396 \times 1.96 = 245577 \text{ (N)}$$

$\rightarrow$  Sức kháng cắt danh định của đàm:

$$V_n = V_c + V_s + V_p = 0.083\beta\sqrt{f_c}b_w d_v + 245577 + 65916 \\ = 0.083 \times 6.78 \times \sqrt{50} \times 980 \times 396 + 245577 + 65916 \\ = 1855730 \text{ (N)} = 1856 \text{ (kN)}$$

$$V_n = 0.25 f'_c b_v d_v + V_p = 0.25 \times 50 \times 980 \times 396 + 65916 = 4916916 \text{ (N)} = 4917 \text{ (kN)}$$

$\rightarrow$  Chọn  $V_n = 1856 \text{ (kN)}$ .

$\rightarrow$  Kiểm tra điều kiện ta có:  $V_u = 698.55 \text{ (kN)} < 0.9 V_n = 1670.4 \text{ (kN)} \rightarrow$  Đạt.

#### Bước 7: Kiểm tra khả năng chịu lực của cốt thép dọc. (5.8.3.6.3)

$$\text{Điều kiện: } A_{ps} f_{ps} + A_s f_s \geq \frac{M_u}{\varphi d_v} + \left( \frac{V_u}{\varphi_v} - V_p - 0.5 V_s \right) \cot \theta$$

Ta có:

$F_{ps} = 1501 \text{ (MPa)}$ : xác định ở phần 6.5.1, tính  $M_n$

$$A_{ps} f_{ps} + A_s f_s = (6 \times \cos(4.06) + 26) \times 140 \times 1501 = 6985511 \text{ N}$$

$$\frac{M_u}{\varphi d_v} + \left( \frac{V_u}{\varphi_v} - V_p - 0.5 V_s \right) \cot \theta = \frac{0}{0.9 \times 396} + \left( \frac{608550}{0.9} - 65916 - 0.5 \times 245577 \right) \times 1.96 = 955426 \text{ N}$$

$$\text{Kiểm tra điều kiện ta thấy: } A_{ps} f_{ps} + A_s f_s \geq \frac{M_u}{\varphi d_v} + \left( \frac{V_u}{\varphi_v} - V_p - 0.5 V_s \right) \cot \theta \rightarrow \text{Đạt.}$$

#### 6.4.6. Kiểm toán tại mặt cắt giữa nhịp.

##### Bước 1: Xác định chiều cao hưu hiệu $d_v$

Ta có:  $V_u = 165280 \text{ N}$   $M_u = 2264850000 \text{ Nmm}$

Khoảng cách từ trọng tâm vùng nén đến trọng tâm vùng kéo

$$d_v = \max \begin{cases} 0.9 d_{ps} = 0.9 \times 419 = 377.1 \text{ mm} \\ d_{ps} - \frac{a}{2} = 419 - \frac{166}{2} = 336 \text{ mm} \rightarrow d_v = 396 \text{ mm} \\ 0.72 h = 0.72 \times 850 = 612 \text{ mm} \end{cases}$$

##### Bước 2: Tính ứng suất cắt danh định và kiểm tra tỉ số ứng suất cắt

$$f_{pf} = f_{pj} - \Delta f_{pT} = 1488 - 370.71 = 1117.29 \text{ MPa}$$

$$P_f = A_{ps} \cdot f_{pf} = f_{pf} A_{ltao} (n_1 \cos \alpha_1 + n_2 \cos \alpha_2 + n_3) \\ = 1117.29 \times 140 \times (6 \cos(0) + 26) = 5005459 \text{ N}$$

+ Lực cắt do cáp DUL dây ra:

$$V_p = \sum A_{ps} f_{pf} \sin \alpha = 1117.29 \times 140 \times (6 \sin(0) + 26 \sin(0)) = 0 \text{ (kN)}$$

$$\varphi_v = 0.9$$

+ Bề rộng bản bung  $b_w$ :

$$b_w = 980 \text{ (mm)}$$

+ Úng suất cắt danh định:

$$v = \frac{V_u - \varphi_v V_p}{\varphi_v d_v b_w} = \frac{165280 - 0}{0.9 \times 396 \times 980} = 0.47 \text{ MPa}$$

+ Kiểm tra tỉ số ứng suất cắt.

$$\frac{v}{f_c} = \frac{0.47}{50} = 0.0094 < 0.25 \rightarrow \text{Đạt. Không cần tăng tiết diện.}$$

### Bước 3: Tính biến dạng dọc $\epsilon_x$

$$\text{Giả sử } \theta = 40^\circ, \cot \theta = 1.192$$

Tính  $\epsilon_x$  (5.8.3.4.2-2 22TCN 272-05)

$$\epsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0.5N_u + 0.5(V_u - V_p)\cot \theta - A_{ps}f_{po}}{A_s E_s + A_{ps} E_{ps}}$$

Trong đó:  $M_u = 2264850000 \text{ Nmm}$

$N_u = 0$ : lực dọc tính toán

$$V_u = 165280 \text{ N}$$

$V_p = 0$  : lực cắt do cáp gây ra

$A_s, A_{ps}$  : diện tích thép dọc và diện tích cáp DUL

$E_s, E_{ps}$  : modul đàn hồi thép dọc và modul đàn hồi cáp DUL

$$d_v = 396 \text{ (mm).}$$

$f_{po}$  : ứng suất trong thép dự ứng lực khi ứng suất bê tông xung quanh

nó bằng 0. Tính bằng công thức sau:

$$f_{po} = f_{pf} + |f_{pc}| \frac{E_{ps}}{E_c}$$

$$f_{pc} = -\frac{P_f}{A_c} - \frac{P_f e^2}{I_c} = -\frac{5005459}{419166} - \frac{5005459 \times 128^2}{1.36 \times 10^{10}} = -17.97 \text{ MPa}$$

$$f_{pf} = 1117.29 \text{ MPa}$$

$$E_{ps} = 197000 \text{ MPa}$$

$$E_c = 38007 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow f_{po} = 1117.29 + 17.97 \times \frac{197000}{38007} = 1210.43 \text{ MPa}$$

Thay số ta được:

$$\epsilon_x = \frac{\frac{2264850000}{396} + 0.5 \times 0 + 0.5 \times (165280 - 0) \times 1.192 - 4480 \times 1210.43}{4480 \times 197000} = 4.47 \times 10^{-4}$$

### Bước 4: Xác định $\theta$ và $\beta$ .

$$\text{Ta có } \frac{V}{f_c} = 0.0094 \text{ và } \epsilon_x = 4.47 \times 10^{-4}, \text{ dựa vào hình 5.8.3.4.2 - 1 ta tra được:}$$

$$\theta = 27^\circ, \cot \theta = 1.96$$

$$\beta = 4.88$$

### Lắp lần 1:

$$\epsilon_x = \frac{\frac{2264850000}{396} + 0.5 \times 0 + 0.5 \times (165280 - 0) \times 1.96 - 4480 \times 1210.43}{4480 \times 197000} = 5.2 \times 10^{-4}$$

$$\rightarrow \text{Tra bảng ta được } \theta = 27^\circ, \cot \theta = 1.96 \\ \beta = 4.88$$

$$\rightarrow \text{Vậy dùng } \theta = 27^\circ, \beta = 4.88$$

### Bước 5: Xác định lực cắt tác dụng lên cốt thép đai.

$$V_s = \frac{V_u}{\varphi_v} - V_p - 0.083\beta \sqrt{f_c} b_w d_v \\ = \frac{165280}{0.9} - 0 - 0.083 \times 4.88 \times \sqrt{50} \times 980 \times 396 = -927842 \text{ N} < 0$$

$\rightarrow$  Chọn cốt thép đai theo cấu tạo: chọn cốt đai 2 nhánh  $\phi 12$  có  $A_s = 226 \text{ (mm}^2)$ ,  $f_y = 280 \text{ (MPa)}$ .

### Bước 6. Xác định bước cốt thép đai

+ Vì bố trí cốt đai theo cấu tạo nên chọn bước cốt đai:  $s = 200 \text{ (mm)}$ .

+ Kiểm tra điều kiện bước cốt thép đai lớn nhất theo công thức A5.8.2.7:

- Nếu  $V_u < 0.1 f'_c b_v d_v$  thì :

$$s \leq 0.8 d_v \leq 600 \text{ mm}$$

- Nếu  $V_u \geq 0.1 f'_c b_v d_v$  thì :

$$s \leq 0.4 d_v \leq 300 \text{ mm}$$

Ta có:  $V_u = 165280 \text{ (N)} < 0.1 f'_c b_v d_v = 0.1 \times 50 \times 980 \times 396 = 1940400 \text{ (N)}$

$\rightarrow s = 200 \text{ (mm)} < 0.8 d_v = 316.8 \text{ (mm)} < 600 \text{ (mm)} \rightarrow$  Thỏa mãn điều kiện bước cốt đai lớn nhất.

+ Tính toán lại khả năng chịu cắt của cốt thép đai:

$$V_s = \frac{A_v f_y}{S} d_v \cot g(\theta) = \frac{226 \times 280}{200} \times 396 \times 1.96 = 245577 \text{ (N)}$$

$\rightarrow$  Sức kháng cắt danh định của đàm:

$$V_n = V_c + V_s + V_p = 0.083\beta \sqrt{f_c} b_w d_v + 245577 + 0$$

$$= 0.083 \times 4.88 \times \sqrt{50} \times 980 \times 396 + 245577 + 0$$

$$= 1357063 \text{ (N)} = 1357 \text{ (kN)}$$

$$V_n = 0.25 f'_c b_v d_v + V_p = 0.25 \times 50 \times 980 \times 396 + 0 = 4851000 \text{ (N)} = 4851 \text{ (kN)}$$

→ Chọn  $V_n = 1357$  (kN).

→ Kiểm tra điều kiện ta có:  $V_u = 165.28$  (kN) <  $0.9V_n = 1221.3$ (kN) → Đạt.

#### Bước 7: Kiểm tra khả năng chịu lực của cốt thép dọc. (5.8.3.6.3)

$$\text{Điều kiện: } A_{ps}f_{ps} + A_s f_s \geq \frac{M_u}{\varphi d_v} + \left( \frac{V_u}{\varphi v} - V_p - 0.5V_s \right) \cot \theta$$

Ta có:

$F_{ps} = 1560$  (MPa): xác định ở phần 6.5.1, tính  $M_n$

$$A_{ps}f_{ps} + A_s f_s = (6 \times \cos(4.06) + 26) \times 140 \times 1560 = 6985511\text{N}$$

$$\frac{M_u}{\varphi d_v} + \left( \frac{V_u}{\varphi v} - V_p - 0.5V_s \right) \cot \theta = \frac{2264850000}{0.9 \times 396} + \left( \frac{165280}{0.9} - 0 - 0.5 \times 245577 \right) \times 1.96 = 6474075\text{N}$$

$$\text{Kiểm tra điều kiện ta thấy: } A_{ps}f_{ps} + A_s f_s \geq \frac{M_u}{\varphi d_v} + \left( \frac{V_u}{\varphi v} - V_p - 0.5V_s \right) \cot \theta \rightarrow \text{Đạt.}$$

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Các ví dụ tính toán cầu dầm chữ I, T, Super T – GSTS Nguyễn Viết Trung

[https://drive.google.com/file/d/1R2pnw4aSaFTA6dh0SxfxYu7-HHA\\_5usR/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1R2pnw4aSaFTA6dh0SxfxYu7-HHA_5usR/view?usp=sharing)

<https://drive.google.com/file/d/19KSfPJFfQHwbsTRyfVI5Brs765KE4Bnj/view?usp=sharing>

2. Cầu BTCT- TS Mai Lựu (bản đầy đủ phải photo, tham khảo tìm hiểu bản chất)

[https://drive.google.com/file/d/11vo\\_D-Bfw8iAiPWJeHVMGdeT1JBPIY7z/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/11vo_D-Bfw8iAiPWJeHVMGdeT1JBPIY7z/view?usp=sharing)

3. 22TCN272-05

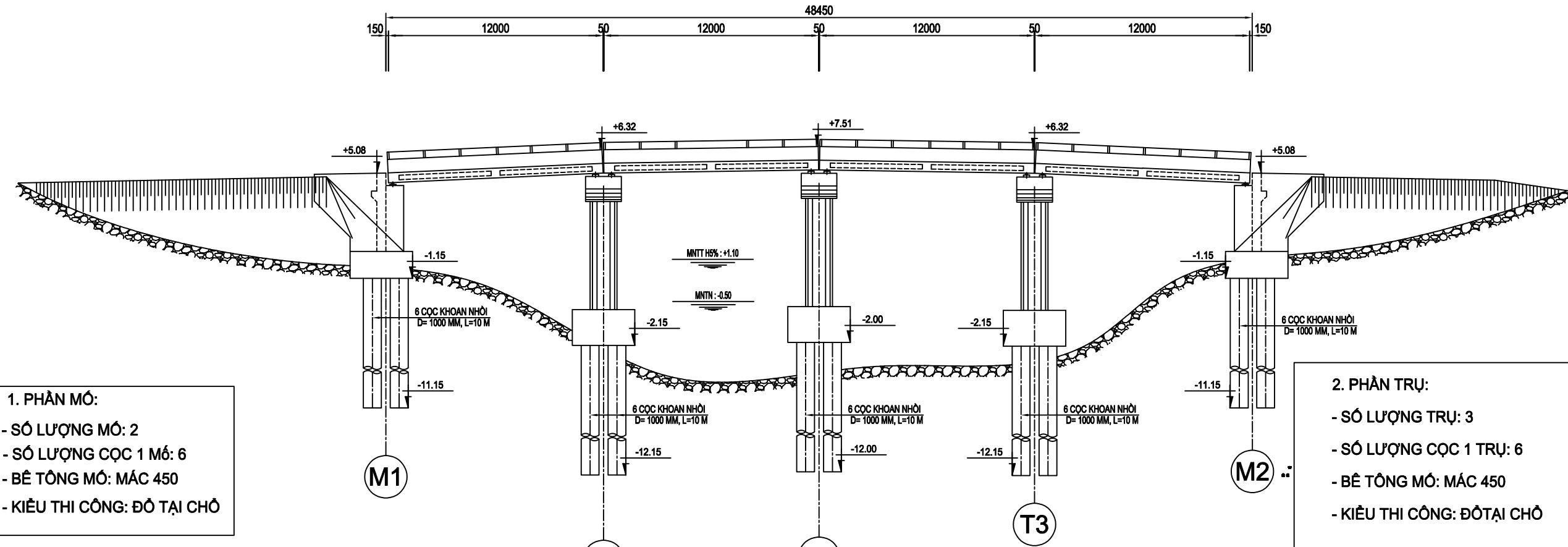
[https://drive.google.com/open?id=13LVzRPf0MLwgJpqX\\_raOscY5MIMwFkgd](https://drive.google.com/open?id=13LVzRPf0MLwgJpqX_raOscY5MIMwFkgd)

4. TCVN 11823:2017

<https://drive.google.com/open?id=17etJ82PIgYEKvNe0WGERu786x8uL5sdz>

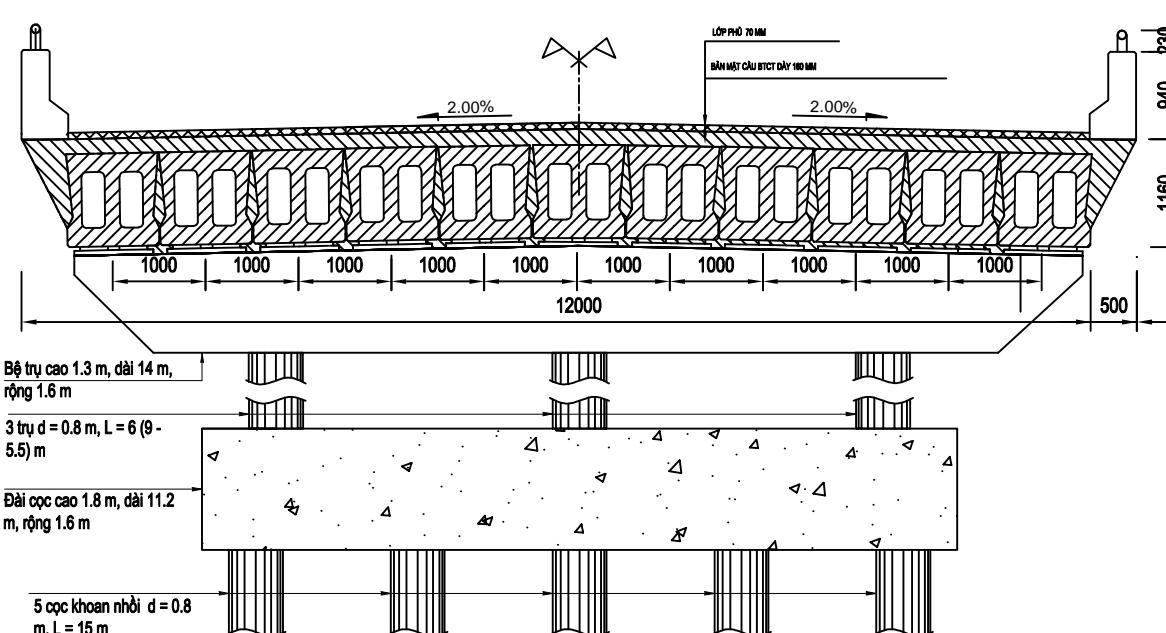
GENERAL VIEW BRIDGE

SCALE 1:250



MẶT CẮT NGANG CẦU

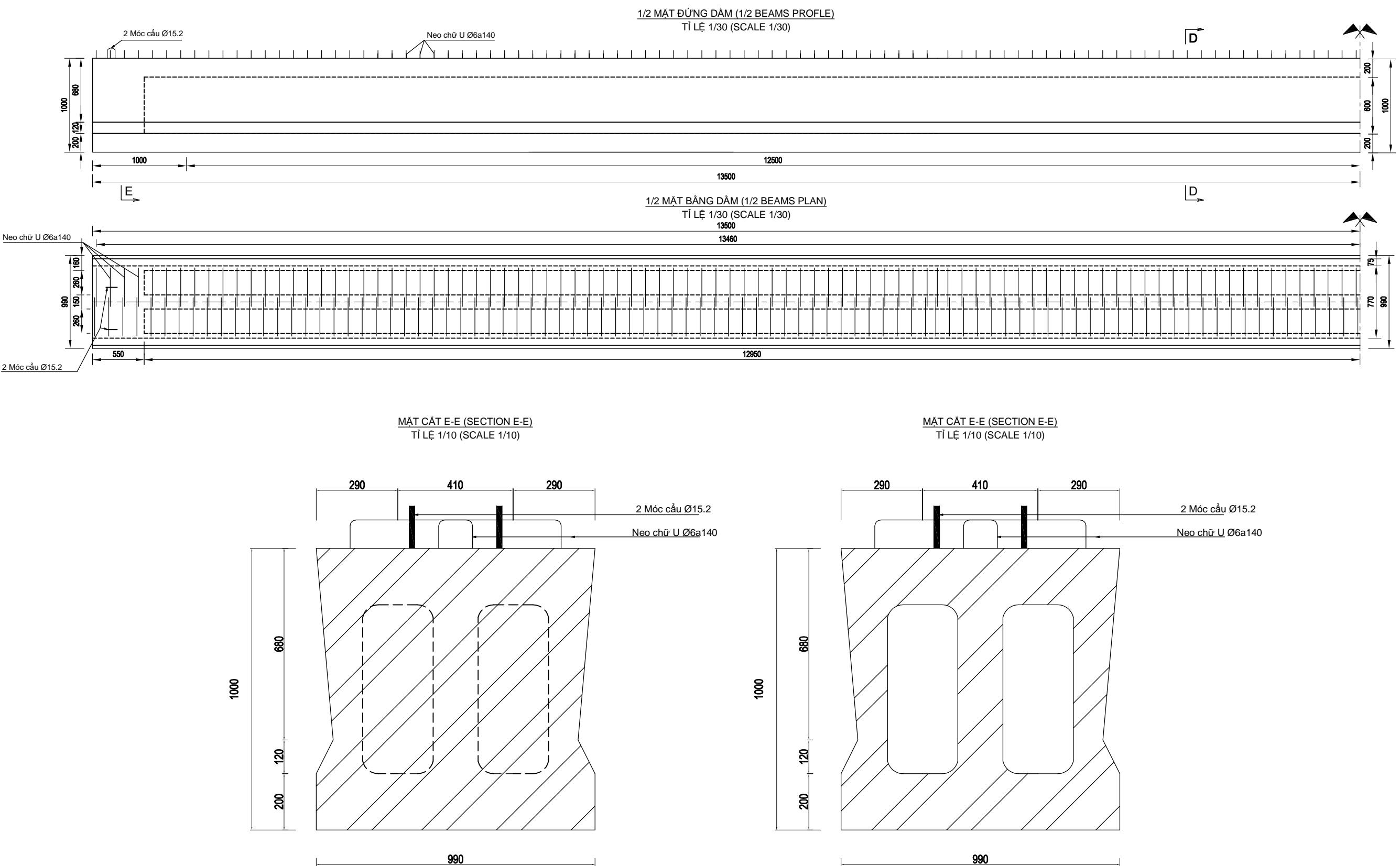
SCALE 1:80



THÔNG SỐ KỸ THUẬT CẦU DÀM BẢN

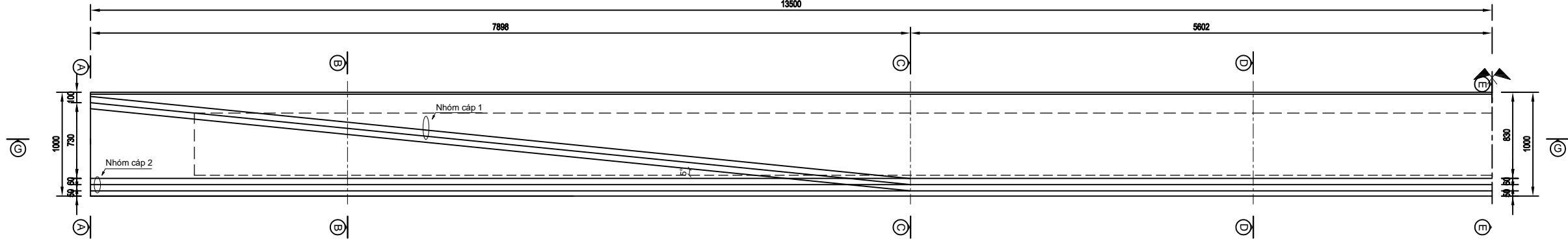
- TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ: TCVN 11823-2017
- CHIỀU DÀI NHỊP : L= 27 M
- CHIỀU DÀI NHỊP TÍNH TOÁN : Ltt = 26.4 M
- BỀ RỘNG PHẦN XE CHẠY : B = 11 M
- BỀ RỘNG MỘT LỀ BỘ HÀNH : K= 0 M
- LAN CAN MỘT BÊN RỘNG : 0.5 M
- KHÔ CẦU RỘNG : 12 M, BỀ RỘNG PHẦN XE CHẠY : 11 M
- TẢI TRỌNG : HOẠT TẢI HL93

<p>TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM HCMC UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION</p>	<p>ĐO ÁN MÔN HỌC CAPSTONE PROJECT</p>	TÊN ĐO ÁN - PROJECT NAME					
		SINH VIÊN-MSSV STUDENT-ID	PHẠM NGUYỄN QUỐC THẮNG 21127036	<b>THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP</b> <b>REINFORCED CONCRETE BRIDGE DESIGN PROJECT</b>		<b>BỘ TRÍ CHUNG CẦU</b>	
<p>FACULTY OF CIVIL ENGINEERING - KHOA XÂY DỰNG DEPARTMENT OF TRANSPORTATION ENGINEERING BỘ MÔN CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG</p>		HƯỚNG DẪN ADVISOR	TS.ĐO TIỀN THỌ TS.ĐO TIỀN THỌ	<p>BẢN VẼ SỐ: DRAWING No. 1</p> <p>TỜ SỐ: SHEET No. 1</p> <p>TỈ LỆ: SCALE 1/500</p>			

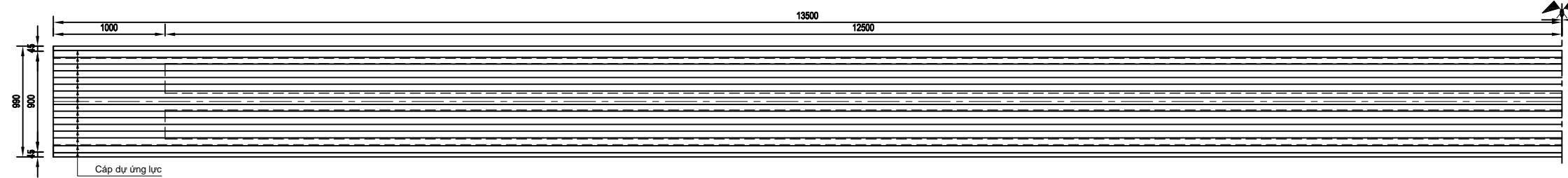


<p>TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM HCMC UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION</p>	<p>ĐO ÁN MÔN HỌC CAPSTONE PROJECT</p>	TÊN ĐO ÁN - PROJECT NAME					
		SINH VIÊN-MSSV STUDENT-ID	PHẠM NGUYỄN QUỐC THẮNG 21127036	HƯỚNG DẪN ADVISOR	TS.BS TIỀN THỌ TS.BS TIỀN THỌ	THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP REINFORCED CONCRETE BRIDGE DESIGN PROJECT	CỐT THÉP DÀM CHỦ
		BẢN VẼ SỐ: DRAWING No.	4	TỜ SỐ: SHEET No.	1	TỈ LỆ: SCALE	1/500

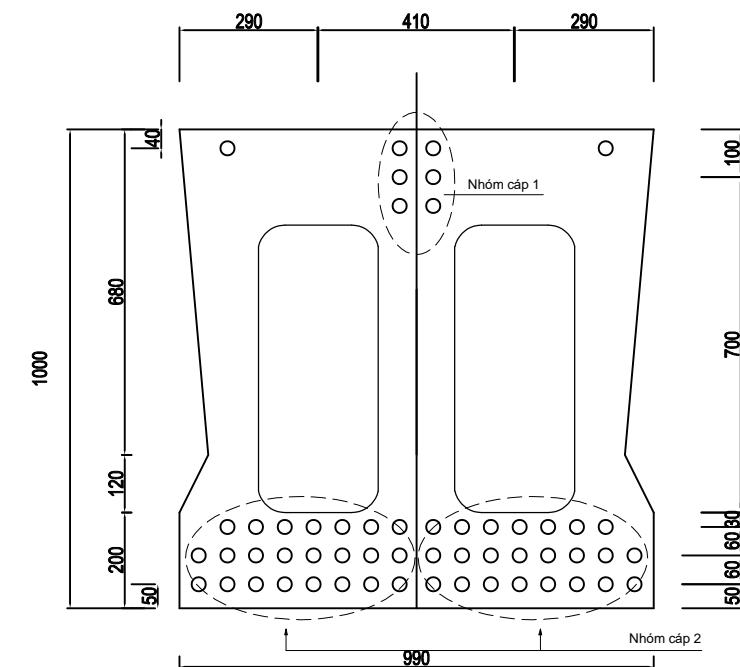
BỘ TRÍ CÁP DỰ LỰC (LAYOUT OF PRESTRESSING TENDER)  
TỈ LỆ 1/30 (SCALE 1/30)



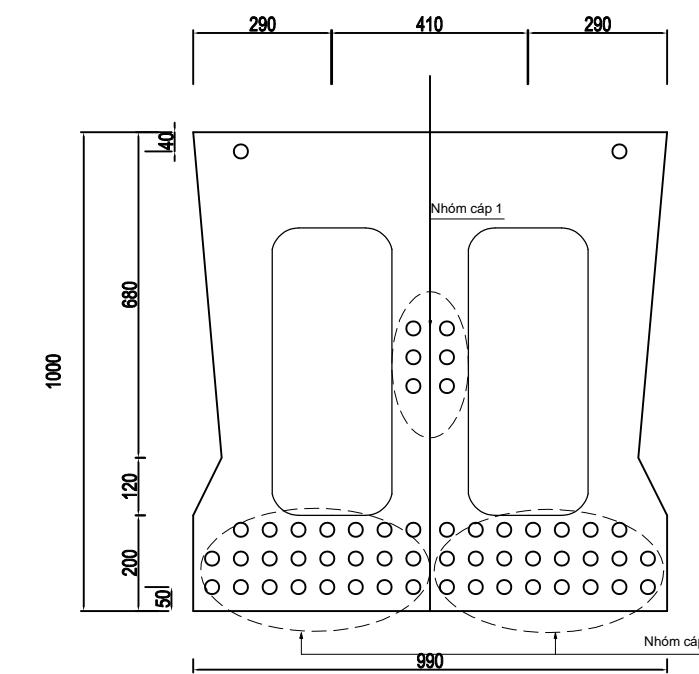
MẶT CẮT G - G (SECTION G - G)  
TỈ LỆ 1/30 (SCALE 1/30)



MẶT CẮT A - A (SECTION A - A)  
TỈ LỆ 1/10 (SCALE 1/10)



MẶT CẮT B - B (SECTION B - B)  
TỈ LỆ 1/10 (SCALE 1/10)



TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM  
HCMC UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION



FACULTY OF CIVIL ENGINEERING - KHOA XÂY DỰNG  
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION ENGINEERING  
BỘ MÔN CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

ĐỒ ÁN MÔN HỌC  
CAPSTONE PROJECT

SINH VIÊN-MSSV  
STUDENT-ID  
PHẠM NGUYỄN QUỐC THẮNG  
21127036  
  
HƯỚNG DẪN  
ADVISOR  
TS.ĐÔ TIỀN THỌ  
TS.ĐÔ TIỀN THỌ

TÊN ĐO ÁN - PROJECT NAME

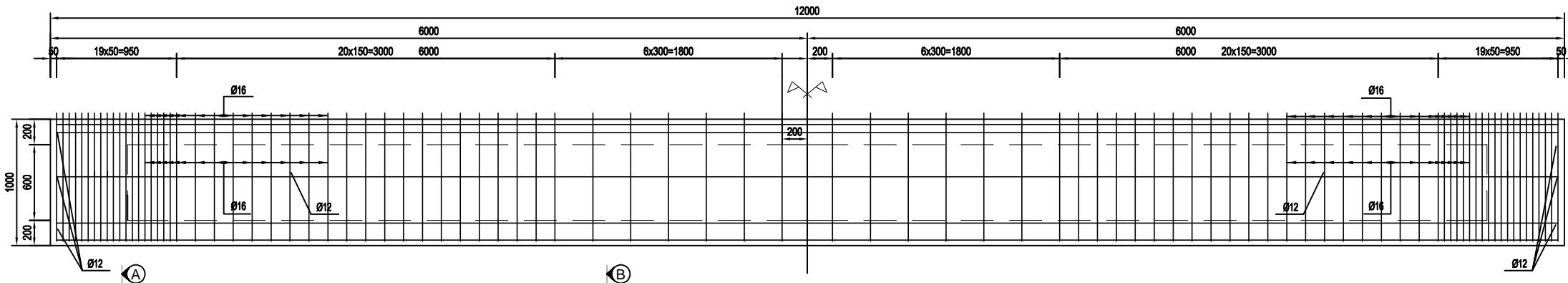
THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP  
REINFORCED CONCRETE BRIDGE DESIGN PROJECT

BỘ TRÍ CÁP DỰ ỨNG LỰC

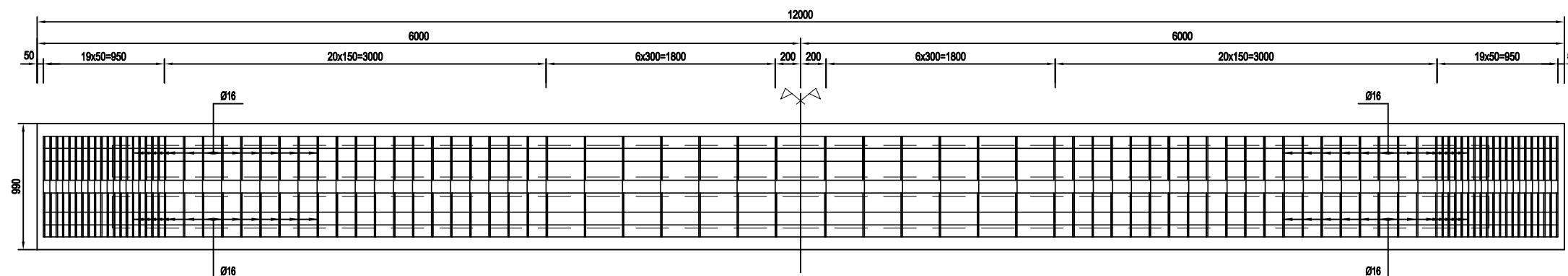
BẢN VẼ SỐ:  
DRAWING No. 3  
TỜ SỐ:  
SHEET No. 1  
TỈ LỆ :  
SCALE 1/500

**MẶT ĐỨNG**

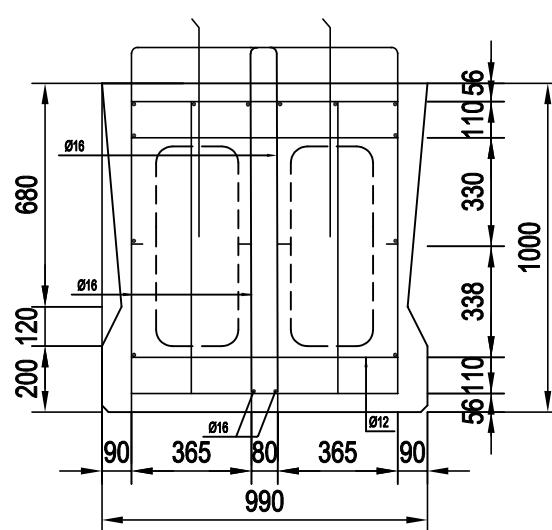
TỶ LỆ 1:40

**MẶT BẰNG**

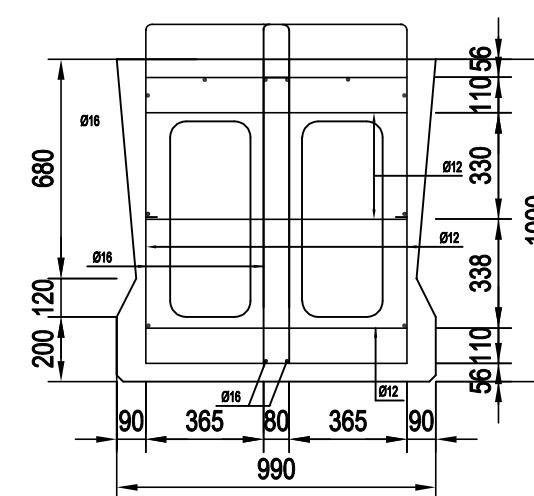
TỶ LỆ 1:40

A - A

TỶ LỆ 1:20

B - B

TỶ LỆ 1:20

**BẢNG THÔNG SỐ DÀM CHỦ**

STT	HÀNG MỤC VẬT LIỆU	ĐƠN VỊ	KHỐI LƯỢNG
1	BÊTÔNG DÀM CƯỜNG ĐỘ Ở 28 NGÀY TUỔI	MPa	55
2	MODUN ĐÀN HỒI	Mpa	36745
3	MODUN CHỐNG CẤT	Mpa	4.45
4	HỆ SỐ POISSON	KHÔNG CÓ	0.2
5	BÊTÔNG M400 CHÈN KHE DÀM	M3	7.57
6	VỮA KHÔNG CO NGÓT	M3	0.20



TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM  
HCMC UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION



FACULTY OF CIVIL ENGINEERING - KHOA XÂY DỰNG  
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION ENGINEERING  
BỘ MÔN CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

ĐÖ ÁN MÔN HỌC  
CAPSTONE PROJECT

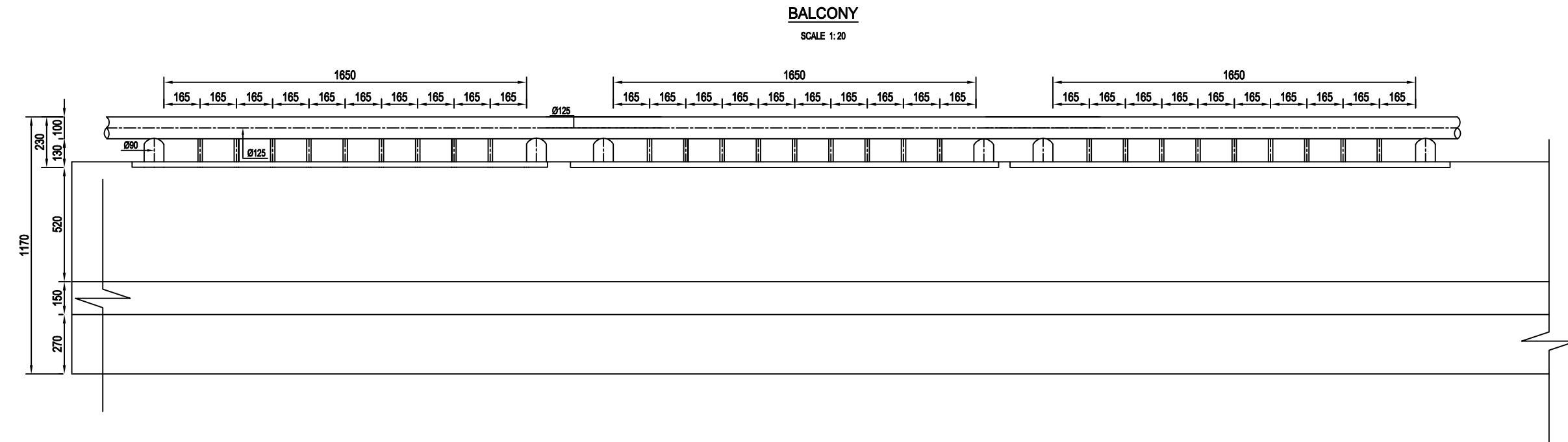
SINH VIÊN-MSSV  
STUDENT-ID  
PHẠM NGUYỄN QUỐC THẮNG  
21127036  
  
HƯỚNG DẪN  
ADVISOR  
TS.ĐO TIỀN THỌ  
TS.ĐO TIỀN THỌ

TÊN ĐÖ ÁN - PROJECT NAME

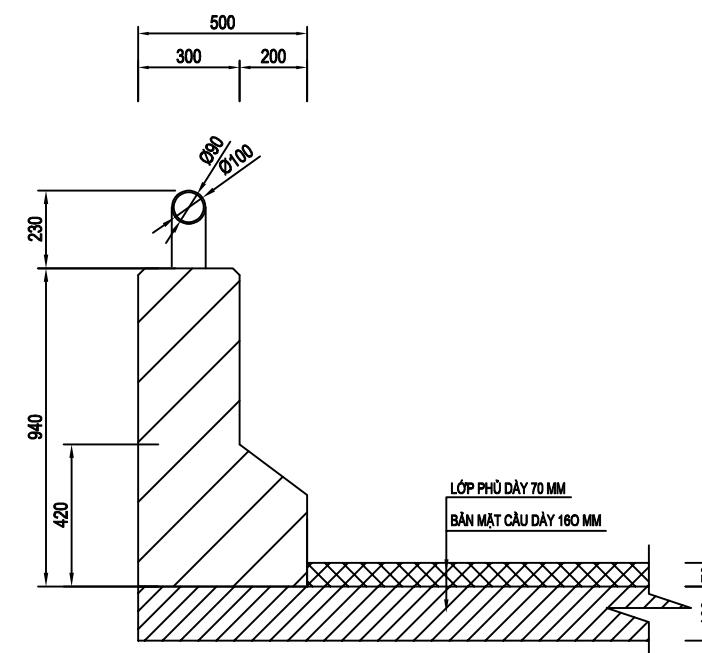
THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỘT THÉP  
REINFORCED CONCRETE BRIDGE DESIGN PROJECT

BỘ TRÍ CỘT THÉP DÀM CHỦ

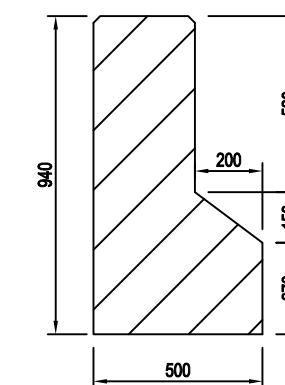
BẢN VẼ SỐ: DRAWING No.	4	TỜ SỐ: SHEET No.	1	TỈ LỆ: SCALE	1/500
---------------------------	---	---------------------	---	-----------------	-------



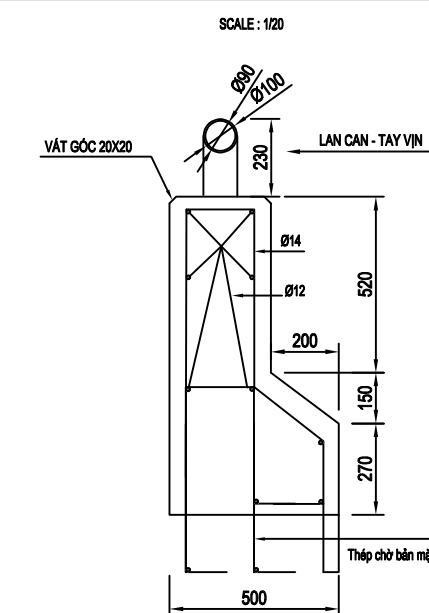
**CAR BARRIER EDGE**  
SCALE 1:20



**CONCRETE SLING**  
SCALE 1:20



**ARRANGEMENT OF REINFORCEMENT RAILING**



**THÔNG SỐ LAN CAN - GỜ CHÂN**

- TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ: TCVN 11823-2017
- THANH LAN CAN ÔNG THÉP
- CẤP THIẾT KẾ LAN CAN: CẤP IV
- KHOẢNG CÁCH GIỮA 2 CỘT LAN CAN : L= 1.65 M
- THANH LAN CAN ÔNG THÉP CÓ:
  - ĐƯỜNG KÍNH NGOÀI : D=100 MM
  - ĐƯỜNG KÍNH TRONG : D=90 MM
- TẢI TRỌNG : TĨNH TẢI : TRỌNG LƯỢNG BẢN THÂN: G= 0.117 N/mm
- SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN LAN CAN DẠNG TƯỜNG LÀ SƠ ĐỒ DỄO
- KHÔNG CẦN BỐ TRÍ DÀM ĐÌNH
- SỨ KHÁNG CỦA TƯỜNG ĐỐI VỚI TRỤC ĐỨNG MwH = 51.3 kN.m
- SỨ KHÁNG CỦA TƯỜNG ĐỐI VỚI TRỤC NGANG Mc = 0.159 kN.m

<p>TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM HCMC UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION</p>	<p>ĐỒ ÁN MÔN HỌC CAPSTONE PROJECT</p>	TÊN ĐỒ ÁN - PROJECT NAME					
		<b>THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỘT THÉP</b> <b>REINFORCED CONCRETE BRIDGE DESIGN PROJECT</b>				<b>LAN CAN</b>	
	SINH VIÊN-MSSV STUDENT-ID  HƯỚNG DẪN ADVISOR	PHẠM NGUYỄN QUỐC THẮNG 21127036  TS.BS TIỀN THỌ TS.BS TIỀN THỌ	BẢN VẼ SỐ: DRAWING No.	5	TỜ SỐ: SHEET No.	1	TỈ LỆ: SCALE 1/500

# REINFORCED LAYOUT OF THE DECK

SCALE 1:80

12000

11000

500

The diagram shows a cross-section of a bridge pier foundation. The total width is 12000 mm, divided into 11000 mm for the main structure and 500 mm on each side. The foundation has a thickness of 500 mm at the top and bottom. Reinforcement bars are shown: Ø6 @ 100 mm on the left, Ø6 @ 100 mm in the middle, and Ø12 @ 200 mm on the right. A 70 mm thick concrete cap layer sits on top of a 160 mm thick BTCT base slab. The entire structure slopes down at 2.00% from left to right. A vertical section labeled 'A-A' indicates the cross-section being detailed.

## 1/2 MẶT CẮT A-A DỌC CẦU

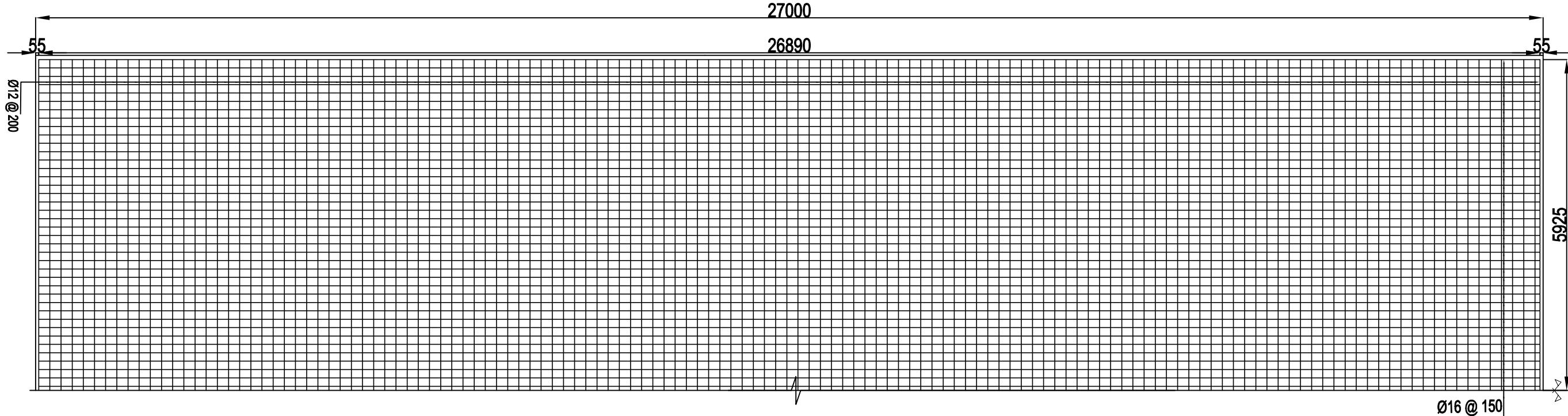
SCALE 1:50

27000

26890

26890

55



 <p>TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM HCMC UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION</p>	<p><b>ĐỒ ÁN MÔN HỌC</b> <b>CAPSTONE PROJECT</b></p>	<p>TÊN ĐO ÁN - PROJECT NAME</p>						
		<p><b>THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỘT THÉP</b> <b>REINFORCED CONCRETE BRIDGE DESIGN PROJECT</b></p>		<b>BỐ TRÍ THÉP BẢN MẶT CẦU</b>				
 <p>FACULTY OF CIVIL ENGINEERING - KHOA XÂY DỰNG DEPARTMENT OF TRANSPORTATION ENGINEERING BỘ MÔN CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG</p>	<p>SINH VIÊN-MSSV STUDENT-ID</p>	<p>PHẠM NGUYỄN QUỐC THẮNG 21127036</p>	<p>BẢN VẼ SỐ: DRAWING NO.</p>	<p>6</p>	<p>TỜ SỐ: SHEET No.</p>	<p>1</p>	<p>TỈ LỆ: SCALE</p>	<p>1/500</p>