

## CHƯƠNG III : TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

### I. SỐ LIỆU TÍNH TOÁN:

- Yêu cầu thiết kế :**

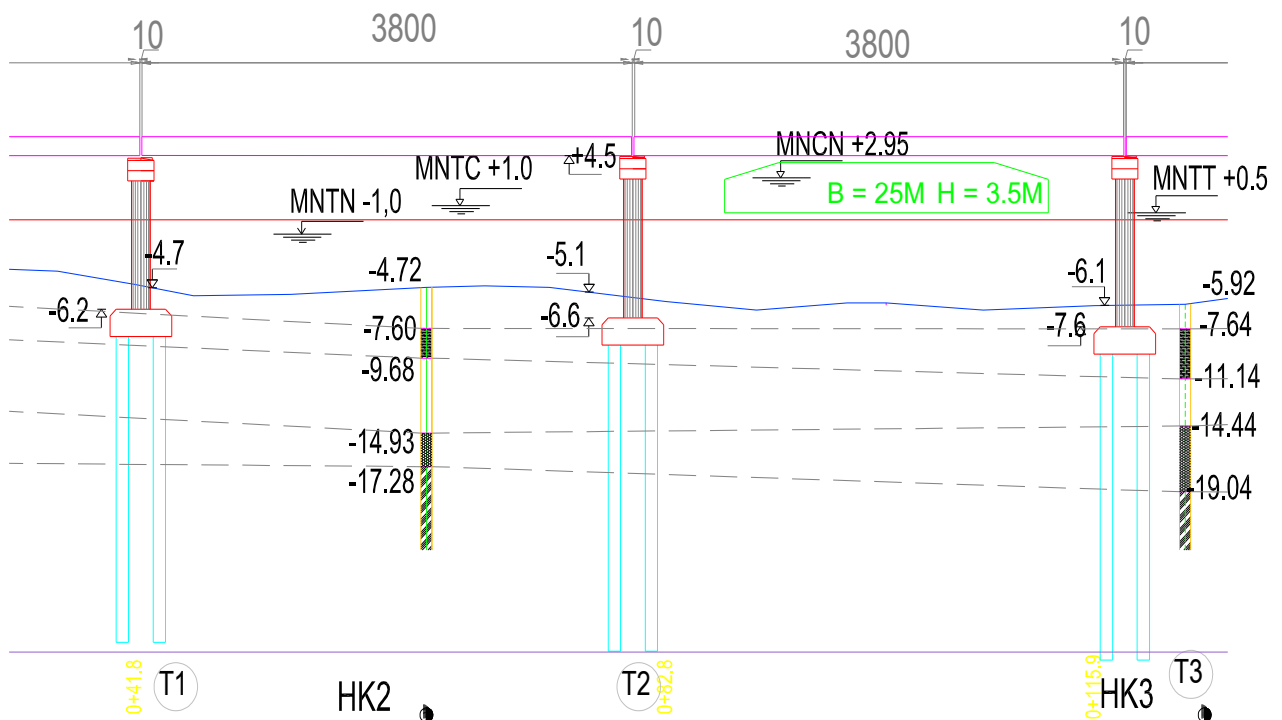
- Tính toán trụ T2 : phương án 1 .
- Tải trọng : HL93.
- Kết cấu nhịp trên trụ :
  - + Nhịp trái : dầm bê tông CT dài 38m :  $l_{tt} = 37,4$  (m)
  - + Nhịp phải : dầm bê tông CT dài 38m :  $l_{tt} = 37,4$  (m)
- Khổ cầu :
 
$$B = 12.0 + 2 \times 0.5 = 13.0 \text{ (m)}$$
- Mặt cắt ngang gồm 6 dầm BTCT cách nhau 2,1 m.
- Sông thông thuyền cấp V.

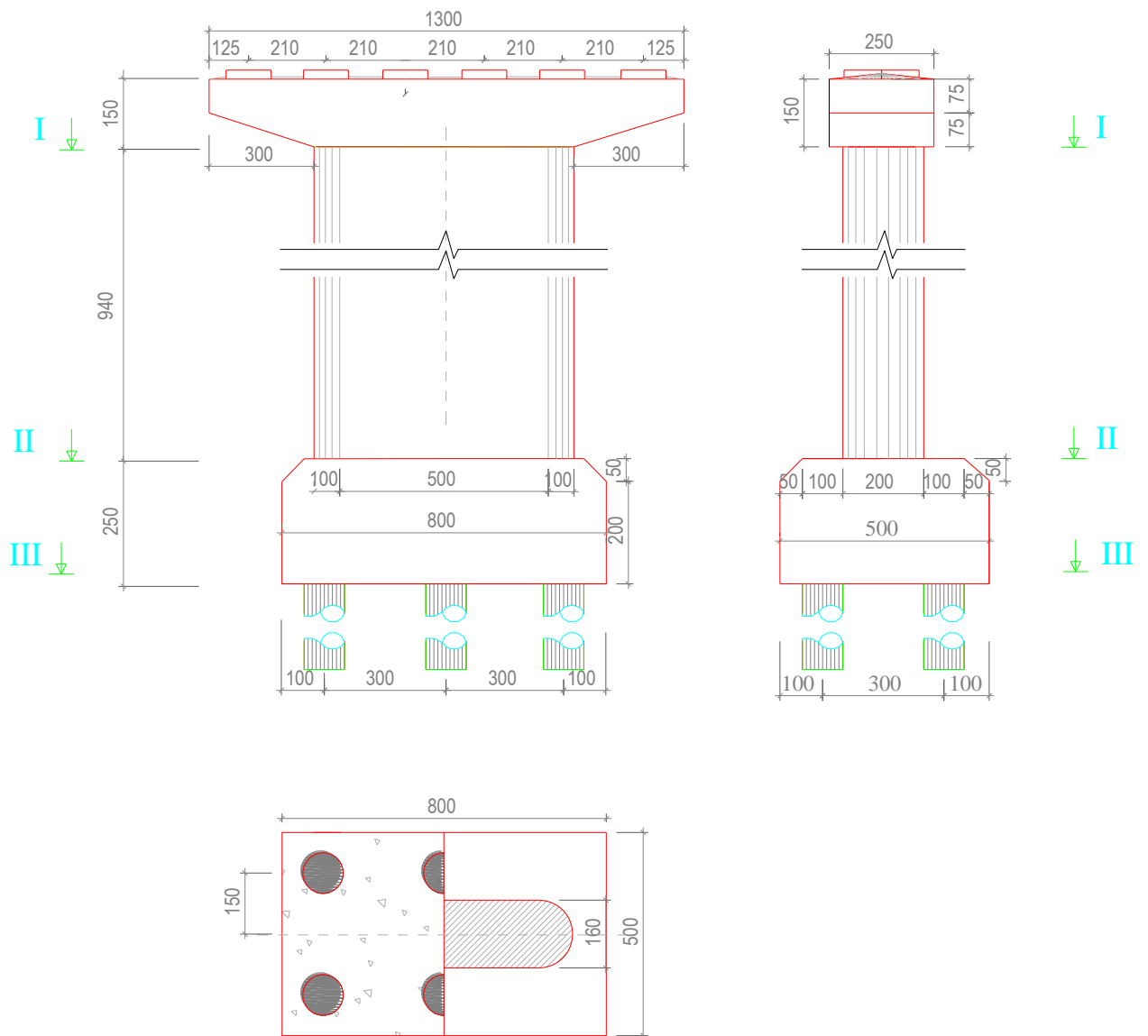
- Quy trình thiết kế :**

- Quy trình thiết kế 22TCN 272-05.

- Kích thước trụ : (đơn vị cm)**

Sơ đồ cầu :



Sơ đồ tru :**1.Vị trí cao độ :**

- Cao độ MNCN: +2.95 m
- Cao độ MNTT: +0.5 m
- Cao độ MNTN: -1.0 m

**2.Các lớp địa chất :**

- Lớp 1 : mặt đất tự nhiên
- Lớp 2 : đất bùn lẫn hữu cơ
- Lớp 3 : đất cát pha bùn
- Lớp 4 : sét pha cát dẻo cứng
- Lớp 5 : đất cát vừa lẫn sỏi
- Lớp 6 : đất cát sạn lẫn sỏi cuội

- Lớp 7 : đất sét cát

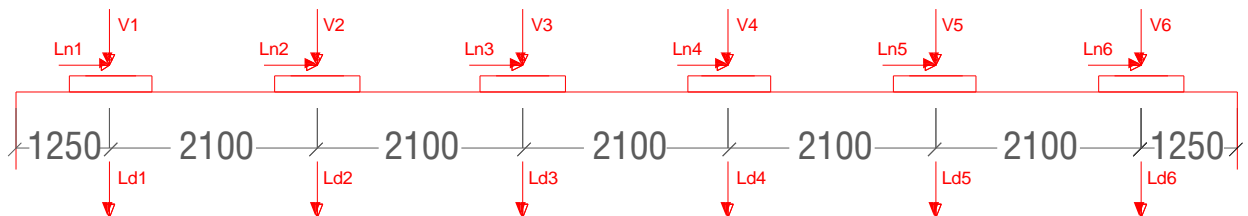
**\* Số liệu kết cấu phần trên**

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| - Số lượng dầm        | $N = 6$ dầm               |
| - Khoảng cách các dầm | $S = 2.10\text{m}$        |
| - Chiều dài thực tế   | $L = 38 \text{ m}$        |
| - Chiều dài tính toán | $L_{tt} = 37.4 \text{ m}$ |
| - Tổng bề rộng cầu    | $B = 13 \text{ m}$        |

**3. Tải trọng tác dụng :**

Tại mỗi vị trí gối có các lực tồn tại theo 3 phương vuông góc tác dụng

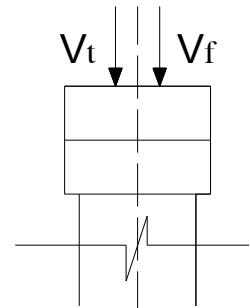
- + Lực theo phương dọc cầu :  $L_{d1}, L_{d2}, L_{d3}, L_{d4}, L_{d5}, L_{d6}$
- + Lực theo phương ngang cầu :  $L_{n1}, L_{n2}, L_{n3}, L_{n4}, L_{n5}, L_{n6}$
- + Lực theo phương đứng :  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$



**3.1. Tính tải tác dụng (không hệ số):**

**3.1.1. Tính tải Theo phương dọc cầu :**

- +  $V_{DC}^{tr}$  : phản lực gối trái do trọng tải nhịp (KN).
- +  $V_{DC}^f$  : phản lực gối phải do trọng tải nhịp (KN).
- +  $V_{DW}^{tr}$  : phản lực gối trái do lớp phủ (KN).
- +  $V_{DW}^f$  : phản lực gối phải do lớp phủ (KN).



Với

- $g_{dc}^{tr}$  : trọng tải nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- $g_{dc}^f$  : trọng tải nhịp phải (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- $g_{dw}^{tr}$  : trọng tải lớp phủ –nhịp trái /1m.(KN/m)
- $g_{dw}^f$  : trọng tải lớp phủ –nhịp phải /1m.(KN/m)

Tính tải tác dụng lên trụ có thể chia thành các tải trọng như sau:

**a. Tính tải bản thân trụ :**

Bao gồm toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu trụ cũng nh- của bệ móng.

Công thức xác định:  $P_i = V_i \gamma_i$

Trong đó:

- +  $P_i$  : tải trọng bản thân thành phần thứ i của trụ
- +  $V_i$  : thể tích khối thành phần thứ i của trụ
- +  $\gamma_i$  : trọng l- ợng riêng t- ợng ứng thành phần thứ i.

-Trọng l- ợng (mũ trụ +đá tảng):

$$P_{mt} = Vx\gamma_{bt} = 43.125 \times 2.5 = 107.8125T = 1078.125KN$$

-Trọng l- ợng phần thân trụ (từ I-I đến II-II) :

$$P_{tr} = Vx\gamma_{bt} = 94 \times 2.5 = 235T = 2350KN .$$

-Trọng l- ợng bệ móng :

$$P_m = V_m x \gamma_{bt} = 99.75 \times 2.5 = 249.375T = 2493.75KN$$

b. Tính tải kết cấu phần trên:

- Tính tải phần 1:

$$H = \frac{1}{18} . L = \frac{1}{18} . 38 = 2.11(m) \rightarrow \text{Chọn } H = 2.1(m) ; H_b = 0,2 (m)$$

$$A_{01} = [(H - H_b)b_w + (0.65 - b_w)0.3 + (0.65 - b_w)0.25/2 + (0.65 - b_w)0.08 + \\ + (0.85 - b_w)0.15 + (0.85 - b_w)0.11/2] \quad (m^2)$$

$$A_{01} = [(2.1 - 0,2).0,25 + (0,65 - 0,25).0,3 + (0,65 - 0,25).0,25/2 + (0,65 - 0,25).0,08 \\ + (0,85 - 0,25).0,15 + (0,85 - 0,25).0,11/2] = 0,8(m^2)$$

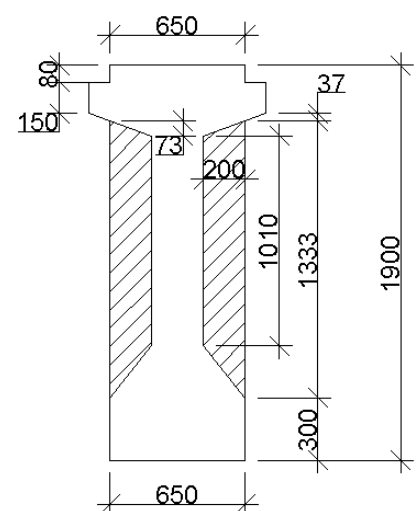
$$A_{01} = 0,8 (m^2)$$

$$A_{02} = (H - H_b)0,65 + 0,2.0,15 + 0,0367.0,1(m^2) \\ = (2,1 - 0,2).0,65 + 0,2.0,15 + 0,04.0,1 \\ = 1,269 (m^2)$$

+ Phần liên với dầm chủ: ( $g_{dn}^o$ )

$$g_{dn}^o = \frac{\gamma_c(1.01 + 1.333) \times 0.2 \times 0.2}{l_1} \quad (KN/m)$$

$$\rightarrow g_{dn}^o = \frac{24 \times (1.01 + 1.333) \times 0.2 \times 0.2}{9,65} = 0.233 (KN/m)$$



$$\Rightarrow g_1 = [A_{01} \times (40 - 2(1,5 + 1)) + A_{02} \times 2 \times 1,5 + \frac{A_{01} + A_{02}}{2} \times 2 \times 1] \times \frac{\gamma_c}{40} + g_{dn}^o$$

$$\Rightarrow g_1 = [0,8 \times (40 - 2(1,5 + 1)) + 1,269 \times 2 \times 1,5 + \frac{0,8 + 1,269}{2} \times 2 \times 1] \times \frac{24}{40} + 0,233$$

$$g_1 = 20,5586 \text{ (KN/m)}$$

- Tính tải phần 2: bao gồm toàn bộ trọng lượng bản thân của các lớp phủ mặt cầu, lan can, gờ chắn cũng như một số thiết bị, công trình phục vụ trên cầu

- **Bản mặt cầu**

$$g_{bmc}^g = \gamma_c \times A_{bmc} = \frac{\gamma_c \times B \times h_f}{N_b} = \frac{2,5 \times 10^{-5} \times 13000 \times 200}{6} = 10,83 \text{ KN/m}$$

- **Dầm ngang**

$$g_{dn} = \frac{(S - 0,2) \times (2,1 - 0,2 - 0,25) \times 0,2 \times \gamma_c}{9,35}$$

$$g_{dn} = \frac{(2,1 - 0,2) \times (2,1 - 0,2 - 0,25) \times 0,2 \times 24}{9,35} = 1,61 \text{ KN/m}$$

- **Ván khuôn lắp ghép**

$$DC_{vk} = \gamma_c \times b_{vk} \times h_{vk} = 7,85 \times 10^{-5} \times \frac{9 \times 760 \times 30 + 5 \times 110 \times 30}{6} = 2,9 \text{ N/mm}$$

- **Tải trọng lan can và lề bộ hành**

$$g_{lc} = p_{lc} \times 2/n = 5,766 \times 2/6 = 1,922 \text{ KN/m}$$

- **Lớp phủ**

+ Bê tông Asphalt dày 5cm trọng lượng riêng là 22,5 KN/m<sup>3</sup>.

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng lượng riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

+ Lớp phòng nước Raccon#7 (không tính)

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm, trọng lượng riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

Tên lớp	Bề dày (m)	Trọng lượng riêng (KN/m <sup>3</sup> )	Khối lượng (KN/m <sup>2</sup> )
BT Asphalt	0.05	22.5	1.12
BT bảo vệ	0.03	24	0.72
Lớp tạo phẳng	0.03	24	0.72

Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là:

$$g_{lp} = 1,12 + 0,72 + 0,72 = 2,56 \text{ (KN/m)}$$

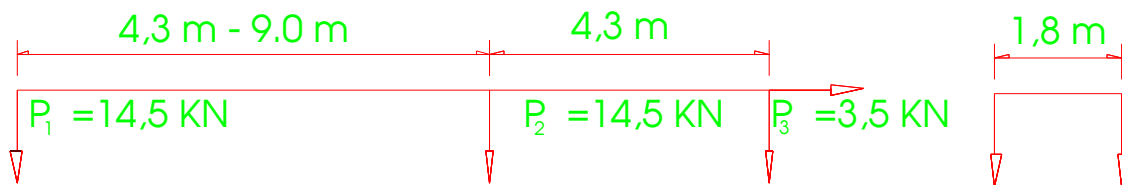
$$g_{2a} = g_{mn} + g_{dn} + g_{lc} = 2.4 + 1.61 + 1.922 = 5.932 \text{ KN/m}$$

$$g_{2b} = g_{lp} = 2.56 \text{ KN/m}$$

#### 4. Hoạt tải HL93:

##### 4.1 Xe tải thiết kế:

Xe tải thiết kế: gồm trục trước nặng 35 KN, hai trục sau mỗi trục nặng 145 KN, khoảng cách giữa 2 trục trước là 4.3m, khoảng cách hai trục sau thay đổi từ 4.3 – 9.0 m sao cho gây ra nội lực lớn nhất, theo phương ngang khoảng cách giữa hai bánh xe là 1.8 m

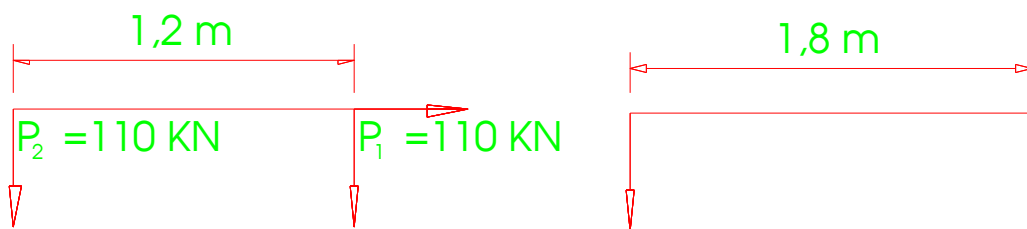


Theo phương dọc

Theo phương ngang

##### 4.2 Xe hai trục thiết kế:

Xe hai trục: gồm có hai trục, mỗi trục nặng 110KN, khoảng cách giữa hai trục không đổi là 1.2m, theo phương ngang khoảng cách giữa hai bánh xe là 1.8m

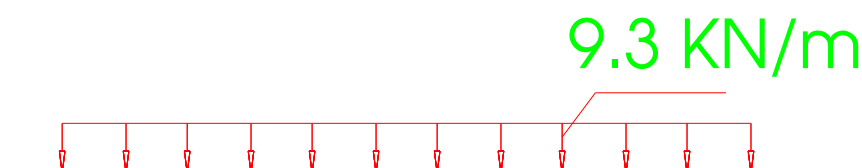


Theo phương dọc

Theo phương ngang

##### 4.3 Tải trọng làn:

Tải trọng làn: bao gồm tải trọng rải đều  $9.3 \text{ KN/m}$ . Xếp theo phương dọc cầu, theo phương ngang cầu tải trọng này phân bố theo chiều rộng 3 m, tải trọng làn có thể xe dịch theo phương ngang để gây ra nội lực lớn nhất.

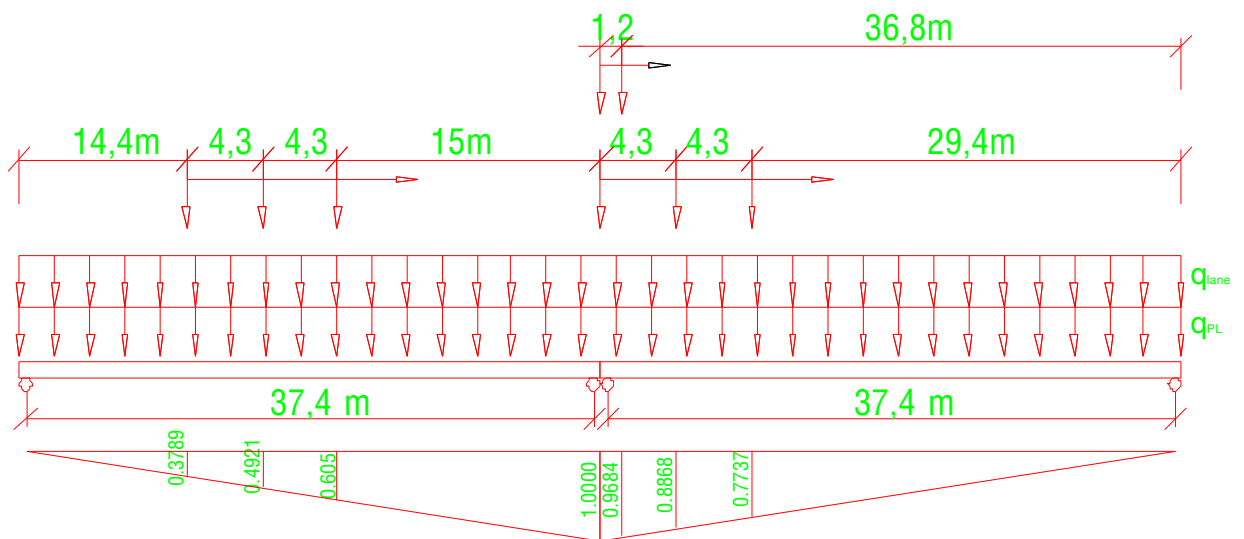


- Tải trọng làn là tải trọng phân bố dọc dầm với độ lớn:  $g_{LAN} = 9.3 \text{ KN/m}$

#### 4.4 Tải trọng người bộ hành

Tải trọng người bộ hành phân bố đều trên toàn bộ bề rộng 1.5 m của lề bộ hành và kéo dài đến hết chiều dài nhịp dầm. Ta chuyển từ tải trọng phân bố trên diện tích thành tải trọng phân bố theo phương dọc cầu, bằng cách nhân giá trị độ lớn với 1.5 m. Được giá trị độ lớn phân bố trên chiều dài.

#### 4.5 Sơ đồ xếp tải dọc cầu xác định lực nén lớn nhất:



Phản lực gối do 2 xe tải 3 trục:

$$\begin{aligned} V_p^{TR} &= 0.9 \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \times (P_1 \times y_3 + P_2 \times y_2 + P_3 \times y_1) \\ &= 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times (35 \times 0.7737 + 145 \times 0.8868 + 145 \times 1.000) \\ &= 591.94 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_T^{TR} &= 0.9 \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \times (P_1 \times y_4 + P_2 \times y_5 + P_3 \times y_6) \\ &= 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times (35 \times 0.605 + 145 \times 0.4921 + 145 \times 0.3789) \\ &= 290.33 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$V^{(2)TR} = V_T^{TR} + V_p^{TR} = 591.94 + 290.33 = 882.27 \text{ KN}$$

Phản lực tại gối do xe 2 trục:

$$V^{2\text{trục}} = 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times 110 \times 1.000 + 0.9684 = 426.28 \text{ KN}$$

Phản lực tại gối do tải trọng làn gây ra trên 2 nhịp :

$$V_p^{\text{lan}} = V_t^{\text{lan}} = 9.3 \times 0.9 \times 38 + 38 \times 1.000 \times 1.75 = 1113.21 \text{ KN}$$

$$V^{(2)\text{lanc}} = V_T^{\text{lanc}} + V_p^{\text{lanc}} = 1113.21 + 1113.21 = 2226.42 \text{ KN}$$

Phản lực tại gối do tải trọng người bộ hành gây ra trên 2 nhịp :

$$V_p^{\text{PL}} = V_t^{\text{PL}} = 4.5 \times 38 - 0.3 \times 1.000 \times 0.5 = 84.825 \text{ KN}$$

$$V^{(2)\text{PL}} = V_T^{\text{PL}} + V_p^{\text{PL}} = 84.825 + 84.825 = 169.65 \text{ KN}$$

So sánh các tổ hợp do hoạt tải gây ra:

Tổ hợp 1 :

$$V = V_{(2)}^{\text{lan}} + V_{(2)}^{\text{TR}} + V_{(2)}^{\text{PL}} = 2226.42 + 882.27 + 169.65 = 3278.34 \text{ N}$$

$$\text{Tổ hợp 2: } V = V_{(2)}^{\text{PL}} + V_{(2)}^{\text{lan}} + V_{(2)}^{2\text{truc}} = 169.65 + 882.27 + 426.28 = 1478.2 \text{ N}$$

$$\text{Tổ hợp 3: } V = V_{(1)}^{\text{PL}} + V_{(1)}^{\text{lan}} + V_{(1)}^{\text{TR}} = 84.825 + 1113.21 + 591.94 = 1789.975 \text{ N}$$

Chọn tổ hợp 1 để tính toán do tổ hợp 1 có phản lực tại gối lớn nhất và tổ hợp 3 vì có thể tạo momen uốn với trị lớn nhất

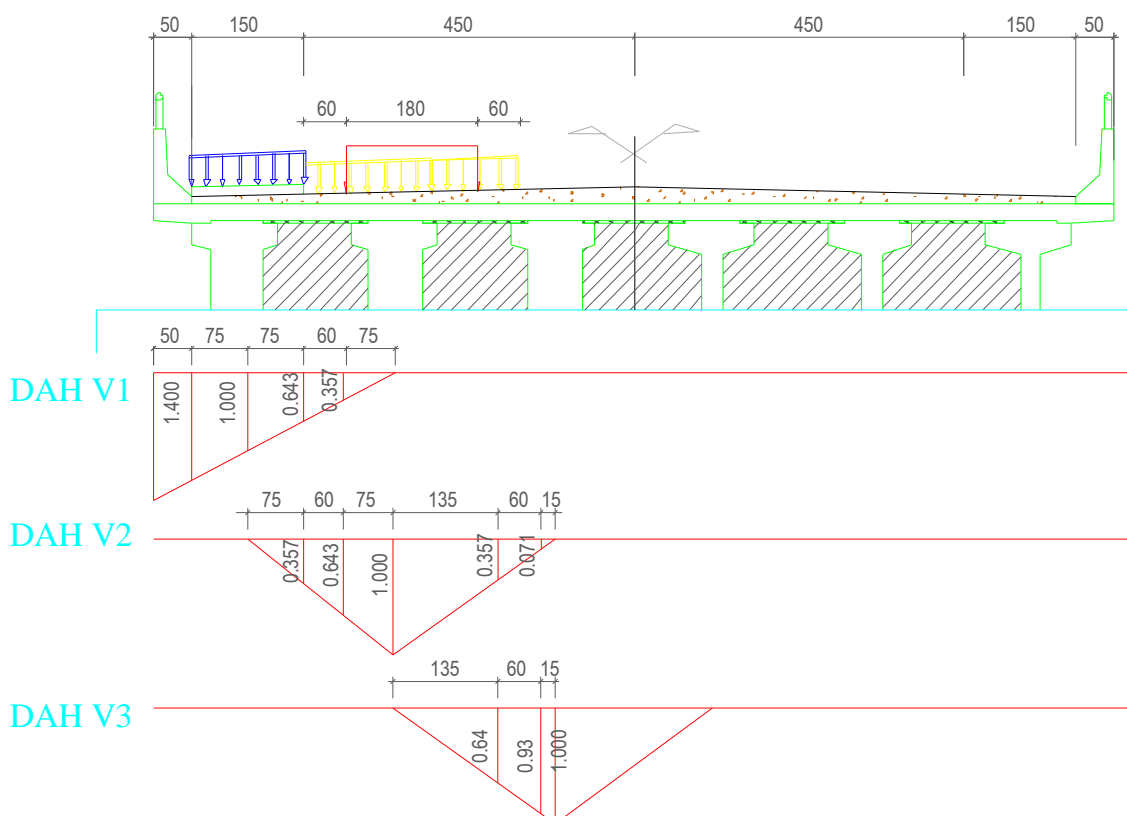
**Bảng tổng hợp phản lực gối của từng thành phần hoạt tải**

Xe 3 trục	Phải	y <sub>1</sub>	0.7737	35	53.31	591.94
		y <sub>2</sub>	0.8868	145	253.15	
		y <sub>3</sub>	1.0000	145	285.47	
	Trái	y <sub>4</sub>	0.605	35	41.69	290.33
		y <sub>5</sub>	0.4921	145	140.48	
		y <sub>6</sub>	0.3789	145	108.16	
Lane	Phải	Ω <sub>lan</sub> (mm <sup>2</sup> )	18.85	9.3	1113.21	2226.42
	Trái	Ω <sub>lan</sub> (mm <sup>2</sup> )	18.85	9.3	1113.21	
Người	Phải	Ω <sub>PL</sub> (mm <sup>2</sup> )	18.85	4.5	84.825	169.65
	Trái	Ω <sub>PL</sub> (mm <sup>2</sup> )	18.85	4.5	84.825	
Xe 2 trục		y <sub>3</sub>	1.000	110	216.56	426.28
		y <sub>7</sub>	0.9684	110	209.72	



#### 4.6. Xếp hoạt tải theo phương ngang cầu để xác định momen lớn nhất.

Sơ đồ xếp 1 làn chất tải



$$V_t^{\text{lan}} = \frac{m \times V_t^{\text{lan}} \times \Omega_{\text{lan}}}{3000} ; V_p^{\text{lan}} = \frac{m \times V_p^{\text{lan}} \times \Omega_{\text{lan}}}{3000}$$

$$V_t^{\text{PL}} = \frac{m \times V_t^{\text{PL}} \times \Omega_{\text{PL}}}{3000} ; V_p^{\text{PL}} = \frac{m \times V_p^{\text{PL}} \times \Omega_{\text{PL}}}{3000}$$

$$V_t^{\text{TR}} = m \times V_t^{\text{TR}} \times 0.5 \times \sum y_i ; V_p^{\text{TR}} = m \times V_p^{\text{TR}} \times 0.5 \times \sum y_i$$

Tính toán nội lực chưa nhân hệ số tải trọng :

**Gối 1: (1 làn chất tải)**

Ta có  $\Omega_{\text{lan}} = 1100 \times 0.5 \times 0.643 = 353.65 \text{ mm}^2$

$$\Omega_{\text{PL}} = 1500 \times 0.643 + 0.5 \times 1500 \times (1.400 - 0.643) = 1532.25 \text{ mm}^2$$

$$\sum y_i = 0.357 + 0 = 0.357$$

Vậy :  $V_{lt}^{Lan} = V_{lp}^{Lan} = \frac{m \times V_t^{lan} \times \Omega_{lan}}{3000} = \frac{1.2 \times 1113.21 \times 353.65}{3000} = 157.47 \text{ KN}$

$$V_{lt}^{PL} = V_{lp}^{PL} = \frac{m \times V_t^{PL} \times \Omega_{PL}}{1500} = \frac{1.2 \times 84.825 \times 1532.25}{1500} = 103.98 \text{ KN}$$

$$V_{lt}^{TR} = m \times V_t^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i = 1.2 \times 591.94 \times 0.5 \times 0.357 = 126.79 \text{ KN}$$

$$V_{lp}^{TR} = m \times V_p^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i = 1.2 \times 290.33 \times 0.5 \times 0.357 = 62.2 \text{ KN}$$

### Gối 2: (1 làn chất tải)

$$\Omega_{lane} = 1100 \times 0.357 + 0.5 \times 1100 \times (1 - 0.357) + 0.071 \times 1800 + 0.5 \times 1800 \times (1 - 0.071) = 1710.25 \text{ mm}^2$$

$$\Omega_{PL} = 850 \times 0.5 \times 0.357 = 151.725 \text{ mm}^2$$

$$\sum y_i = 0.357 + 0.647 = 1.004$$

Vậy :  $V_{2t}^{Lan} = V_{2p}^{Lan} = \frac{m \times V_t^{lan} \times \Omega_{lan}}{3000} = \frac{1.2 \times 1113.21 \times 1710.25}{3000} = 758.51 \text{ KN}$

$$V_{2t}^{PL} = V_{2p}^{PL} = \frac{m \times V_t^{PL} \times \Omega_{PL}}{1500} = \frac{1.2 \times 84.825 \times 151.725}{1500} = 10.3 \text{ KN}$$

$$V_{2t}^{TR} = m \times V_t^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i = 1.2 \times 591.94 \times 0.5 \times 1.004 = 356.6 \text{ KN}$$

$$V_{2p}^{TR} = m \times V_p^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i = 1.2 \times 290.33 \times 0.5 \times 1.004 = 174.9 \text{ KN}$$

### Gối 3 : (1 làn chất tải)

Ta có  $\Omega_{lan} = 1800 \times 0.5 \times 0.93 = 837 \text{ mm}^2$

$$\Omega_{PL} = 0 \text{ mm}^2$$

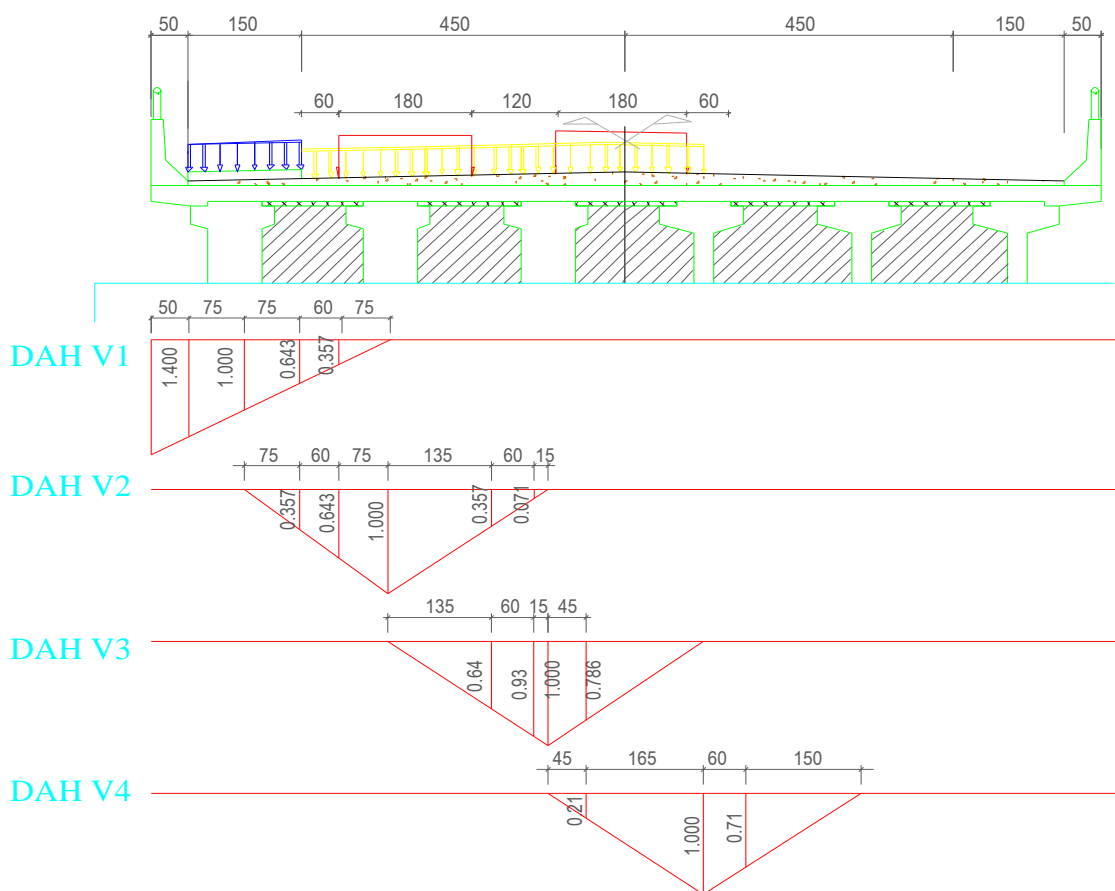
$$\sum y_i = 0 + 0.64 = 0.64$$

Vậy :  $V_{3t}^{Lan} = V_{3p}^{Lan} = \frac{m \times V_t^{lan} \times \Omega_{Lan}}{3000} = \frac{1.2 \times 1113.21 \times 837}{3000} = 372.7 \text{ KN}$

$$V_{3t}^{PL} = V_{3p}^{PL} = 0 \text{ N}$$

$$V_{3t}^{TR} = m \times V_t^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i = 1.2 \times 591.94 \times 0.5 \times 0.64 = 227.3 \text{ KN}$$

$$V_{3p}^{TR} = m \times V_p^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i = 1.2 \times 290.33 \times 0.5 \times 0.64 = 111.49 \text{ KN}$$

**Sơ đồ xếp 2 làn chất tải****Gối 1: (2 làn chất tải)**

Ta có  $\Omega_{\text{lan}} = 1100 \times 0.5 \times 0.643 = 353.65 \text{ mm}^2$

$$\Omega_{\text{PL}} = 1500 \times 0.643 + 0.5 \times 1500 \times (1.400 - 0.643) = 1532.25 \text{ mm}^2$$

$$\sum y_i = 0.357 + 0 = 0.357$$

$$V_{\text{lt}}^{\text{Lane}} = V_{\text{lp}}^{\text{Lane}} = \frac{m \times V_{\text{lane}}^{\text{lane}} \times \Omega_{\text{Lane}}}{3000} = \frac{1 \times 1113.21 \times 353.65}{3000} = 131.23 \text{ KN}$$

$$V_{\text{lt}}^{\text{PL}} = V_{\text{lp}}^{\text{PL}} = \frac{m \times V_{\text{t}}^{\text{PL}} \times \Omega_{\text{PL}}}{1500} = \frac{1 \times 84.825 \times 1532.25}{1500} = 86.648 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 V_{1t}^{TR} &= m \times V_t^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 591.94 \times 0.5 \times 0.357 = 105.66 \text{ KN} \\
 V_{1p}^{TR} &= m \times V_p^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 290.33 \times 0.5 \times 0.357 = 51.8 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

**Gối 2: (2 làn chất tải)**

Ta có

$$\begin{aligned}
 \Omega_{\text{lane}} &= 1100 \times 0.357 + 0.5 \times 1100 \times (1 - 0.357) + 0.071 \times 1800 + 0.5 \times 1800 \times (1 - 0.071) \\
 &= 1710.25 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\Omega_{PL} = 850 \times 0.5 \times 0.357 = 151.725 \text{ mm}^2$$

$$\sum y_i = 0.357 + 0.647 = 1.004$$

$$\text{Vậy : } V_{2t}^{\text{Lan}} = V_{2p}^{\text{Lan}} = \frac{m \times V^{\text{lan}} \times \Omega_{\text{Lan}}}{3000} = \frac{1 \times 1113.21 \times 1710.25}{3000} = 632.09 \text{ KN}$$

$$V_{2t}^{PL} = V_{2p}^{PL} = \frac{m \times V_t^{PL} \times \Omega_{PL}}{1500} = \frac{1 \times 84.825 \times 151.725}{1500} = 8.58 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 V_{2t}^{TR} &= m \times V_t^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 591.94 \times 0.5 \times 1.004 = 297.17 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{2p}^{TR} &= m \times V_p^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 290.33 \times 0.5 \times 1.004 = 145.75 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

**Gối 3 : (2 làn chất tải)**

$$\text{Ta có } \Omega_{\text{lan}} = 3600 \times 0.5 \times 1 = 1800 \text{ mm}^2$$

$$\Omega_{PL} = 0 \text{ mm}^2$$

$$\sum y_i = 0.786 + 0.64 = 1.426$$

$$\text{Vậy : } V_{3t}^{\text{Lane}} = V_{3p}^{\text{Lane}} = \frac{m \times V^{\text{lane}} \times \Omega_{\text{Lane}}}{3000} = \frac{1 \times 1113.21 \times 1800}{3000} = 667.926 \text{ KN}$$

$$V_{3t}^{PL} = V_{3p}^{PL} = 0 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 V_{3t}^{TR} &= m \times V_t^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 591.94 \times 0.5 \times 1.426 = 422.05 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{3p}^{TR} &= m \times V_p^{TR} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 290.33 \times 0.5 \times 1.426 = 207.01 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

**Gối 4 : (2 làn chất tải)**

$$\text{Ta có } \Omega_{\text{lan}} = 1800 \times 0.5 \times 1 = 900 \text{ mm}^2$$

$$\Omega_{PL} = 0 \text{ mm}^2$$

$$\sum y_i = 0.21 + 0.71 = 0.92$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vậy : } V_{4t}^{\text{Lane}} &= V_{4p}^{\text{Lane}} = \frac{m \times V^{\text{lane}} \times \Omega_{\text{Lane}}}{3000} = \frac{1 \times 1113.21 \times 900}{3000} = 333.96 \text{ KN} \\
 V_{4t}^{\text{PL}} &= V_{4p}^{\text{PL}} = 0 \text{ N} \\
 V_{4t}^{\text{TR}} &= m \times V_t^{\text{TR}} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 591.94 \times 0.5 \times 0.92 = 272.29 \text{ KN} \\
 V_{4p}^{\text{TR}} &= m \times V_p^{\text{TR}} \times 0.5 \times \sum y_i \\
 &= 1 \times 290.33 \times 0.5 \times 0.92 = 267.1 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Ta không cần tính cho trường hợp xếp tải 3 và 4 làn xe nữa vì rõ ràng khi đó xe được xếp tràn qua 1/2 cầu nên chỉ tạo thêm momen ngược hướng làm giảm momen của tải trọng trên 1/2 cầu bên còn lại thôi. Do đó :

Xét sơ bộ ta thấy trường hợp xếp 2 làn chất tải tạo ra momen uốn quanh trục ngang cầu  $M_x$  lớn hơn nên ta dùng trường hợp này để tính toán.

### 5. Lực hãm xe (lực nằm ngang theo ph- ong dọc cầu): $W_L$ (có hệ số).

- Đ- ọc lấy theo điều 3.6.4 (22TCN 272-05)
  - Lực hãm xe được truyền từ kết cấu trên xuống trụ qua gối đỡ. Tùy theo từng loại gối cầu và dạng liên kết mà tỉ lệ truyền của lực ngang xuống trụ khác nhau. Do các tài liệu tra cứu không có ghi chép về tỉ lệ ảnh h- ưởng của lực ngang xuống trụ nên khi tính toán, lấy tỉ lệ truyền bằng 100%.
  - Lực hãm đ- ọc lấy bằng 25% trọng l- ợng của các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn đ- ọc đặt trong tất cả các làn thiết kế đ- ọc chất tải theo điều 3.6.1.1.1 và coi nh- đi cùng một chiều. Các lực này đ- ọc coi nh- tác dụng theo chiều nằm ngang cách phía trên mặt đ- ờng 1800mm theo cả hai chiều dọc để gây ra hiệu ứng lực lớn nhất. Tất cả các làn thiết kế phải đ- ọc chất tải đồng thời đối với cầu và coi nh- đi cùng một chiều trong t- ơng lai.
  - Phải áp dụng hệ số làn quy định trong điều 3.6.1.1.2
- +  $W_L$  : đặt cách mặt đ- ờng 1800mm.

$$W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L$$

Trong đó:

$\sum p_i$  : là tổng trọng lực của tất cả các trục xe tải 3 trục.

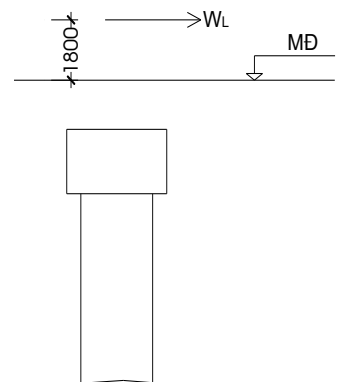
+ Nếu dọc cầu chỉ xếp 1 xe thì  $\sum p_i = 35 + 2 \times 145 = 325 \text{ KN}$

+ Nếu dọc cầu xếp 2 xe tải thì :

$$\sum p_i = 0.9 \times 325 \times 2 = 585 \text{ KN} .$$

$$\Rightarrow W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L = 0.25 \times 585 \times 2 \times 1 = 292.5 \text{ KN}$$

### 6. Lực gió (gió ngang) :



6.1. Dọc cầu :a. Gió tác dụng lên trụ :

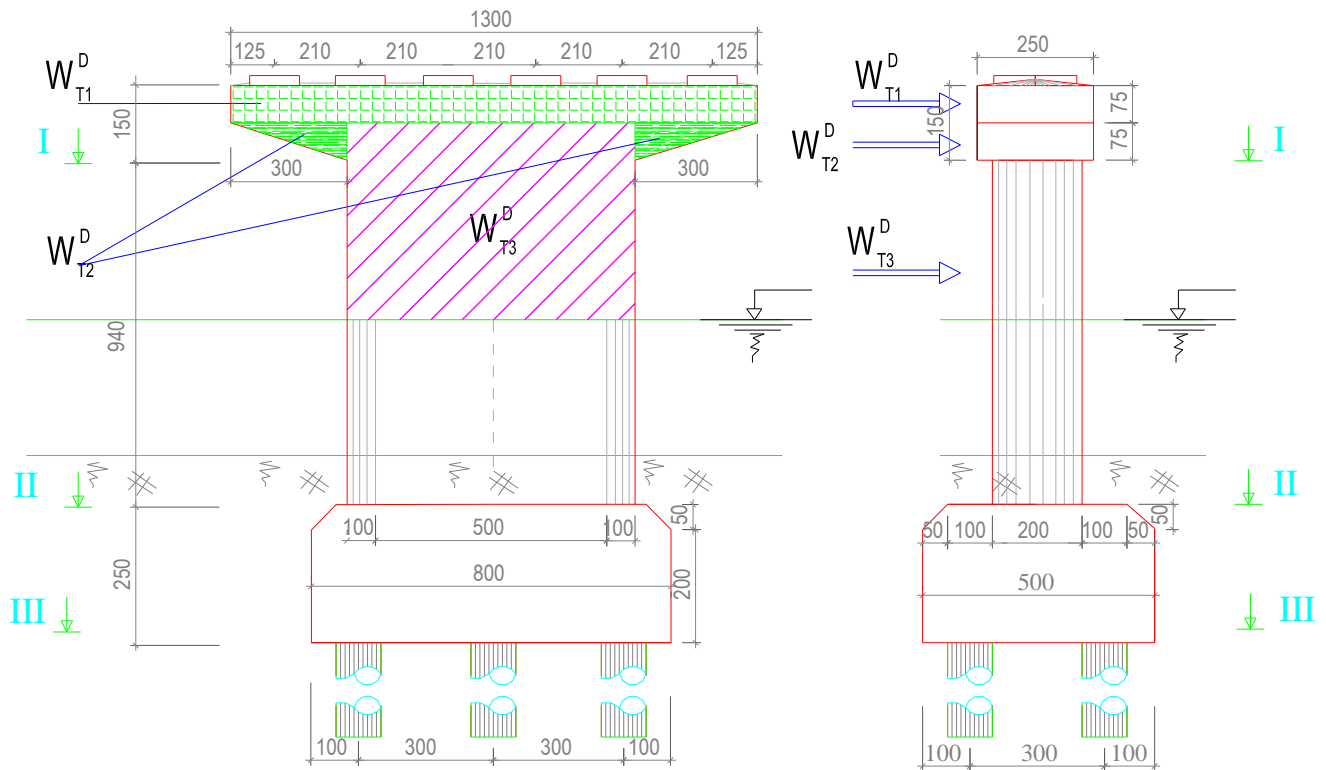
$$W_{Ti}^D = 0.0006V^2 \cdot A_i \cdot C_d > 1.8 \cdot A_i (KN)$$

Trong đó:

+  $A_i$  :Diện tích chắn gió ( $m^2$ )

+  $C_d$  :Hệ số cản với trụ đặc  $C_d=1$ .

Vì diện tích chắn gió thay đổi  $\rightarrow$  chia nhỏ để tìm trọng tâm .



Theo điều 3.8.1.1 quy trình 22TCN-272-05

Tốc độ gió thiết kế  $V$  phải đ- ợc xác định theo công thức:

$$V = V_B \times S.$$

+  $V$ : vận tốc gió .

+  $V_B$  :vận tốc gió tra theo vùng quy định của việt nam (m/s).

$\Rightarrow$  lấy ở vùng III có  $V_B = 53$  (m/s).

+  $S$  : Hệ số điều chỉnh với khu đất chịu gió và độ cao mặt cầu theo quy định, tra bảng 3.8.1.1-2

Tra  $S = 1.12$ , với khu vực mặt thoáng n- ớc, độ cao mặt cầu so với mặt n- ớc thông thuyền là 4.5 m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$\rightarrow V = V_B \times S = 53 \times 1.12 = 59.4 \left( \frac{m}{s} \right).$$

Từ hình vẽ :

$$A_i = (2 \times 6 + 11.5 \times 0.75 + 1/2 \times 2 \times 2.25 \times 0.75 + 6 \times 0.75) = 26.8 (m^2).$$

Suy ra :

$$W_{Ti}^D = 0.0006.V^2.A_t.C_d = 0.0006 \times 59.4^2 \times 26.8 \times 1 = 56.7 \text{ KN} > 1.8.A_t = 48.24 \text{ (KN)}$$

→ thỏa mãn.

**b. Gió dọc cầu tác dụng lên xe :**

$$W_x^D = q_G^D.B$$

Trong đó :

+B: là chiều rộng toàn bộ cầu .

+ $q_G^D$ : cường độ gió dọc tác dụng lên xe = 0.75 KN/m.

+ $W_x^D$ : tác dụng cách cao độ mặt đ-ờng 1800mm.

$$\rightarrow W_x^D = q_G^D.B = 0.75 \times 11.5 = 8.6 \text{ KN}.$$

## **6.2. Theo ph-ơng ngang cầu :**

**a. Gió tác dụng lên trụ :**

$$W_T^N = 0.0006.V^2.A_t > 1.8A_t$$

Trong đó :

+  $A_t$ : diện tích chắn gió .

Từ hình vẽ :  $A_t = H_0.B_t$

+  $H_0$ : là chiều cao từ mực n-ước đến đỉnh trụ.

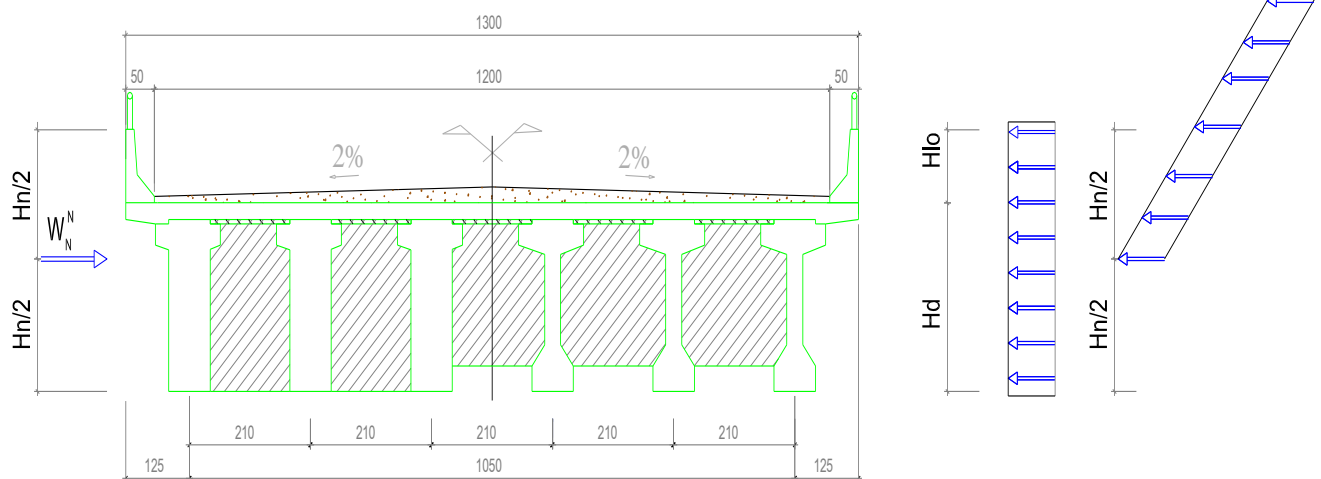
+  $B_t$ : chiều rộng trụ (dọc cầu) .

$$\Rightarrow A_t = H_0.B_t = 3.7 \times 6 = 22.2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow W_T^N = 0.0006.V^2.A_t = 0.0006 \times 59.4^2 \times 22.2 = 47 \text{ KN} > 1.8A_t = 40 \text{ KN}$$

→ thỏa mãn.

**b. Gió ngang tác dụng vào kết cấu nhịp :  $W_n^n$**



+ $q_G^n$ : tải trọng gió phân bố đều (KN/m) theo ph-ơng ngang cầu.

$$q_G^n = 0.0006.V^2.H_n \text{ . Với } H_n = h_{lc} + h_d \text{ .}$$

Công thức này xem lan can là đặc ,dầm đặc .

$h_{lc}$ : chiều cao lan can .

$h_d$ : chiều cao dầm chủ.

+  $W_n^n$ : là lực tập trung, đặt tại giữa chiều cao của  $H_n$ , tác dụng theo phương ngang cầu  
→ khi 2 nhịp dầm đơn giản.

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 0.0006 \times 59.4^2 \times (0.865 + 1.65) \times \frac{(31 + 31)}{2} = 165 \text{ KN}$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe:

$W_x^n$  đặt ở cao độ cách mặt đường xe chạy 1800mm.

$$W_x^n = 1.5x \cdot \frac{(l_r + l_p)}{2} = 1.5x \cdot \frac{40 + 40}{2} = 46.5 \text{ KN}$$

(Với 1.5 kn/m là tải trọng theo tiêu chuẩn)

## 7. Tải trọng do nước:

a. Áp lực đẩy nổi:

Tác dụng thẳng đứng theo chiều từ dưới lên trụ  $p_{dn}$ .

$$p_{dn} = 9.81.V$$

Với V: là thể tích trụ bị chìm trong nước,

từ mực nước tính toán đến mặt cắt trụ ( $m^3$ ).

Sơ đồ: Hình vẽ (bên)

Từ hình vẽ ⇒

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt II-II:

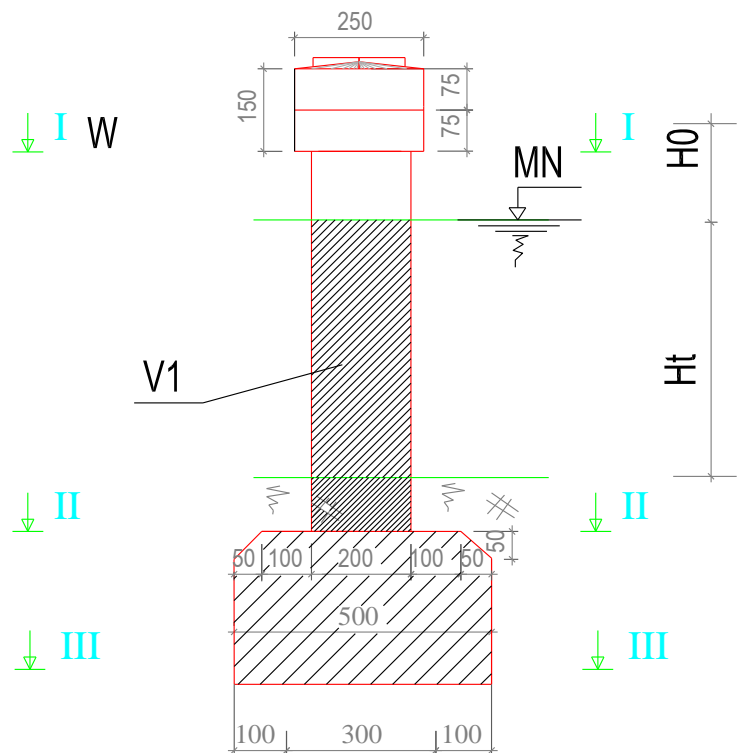
$$V = V_1 = \left( \frac{3.14 \times 2^2}{4} + 4.6 \right) \times 5.5 \times 2 = 85.14 m^3$$

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt III-III:

$$V = V_1 + V_2 = 85.14 + 2.5 \times 8 \times 5 = 185.14 m^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{II} = 9.81.V = 9.81 \times 85.14 = 835.2 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9.81.V = 9.81 \times 185.14 = 1816.2 \text{ KN}$$



## 8. Lực ma sát (FR):

Lực do ma sát chung gối cầu phải được xác định trên cơ sở các giá trị cực đại của các hệ số ma sát giữa các mặt trượt. Khi thích hợp cần xét đến các tác động của độ ẩm và khả năng giảm phẩm chất hoặc nhiễm bẩn của mặt trượt hay xoay đối với hệ số ma sát. Và trong các tổ hợp thì không thể lấy đồng thời tải trọng hãm và lực ma sát mà phải lấy giá trị lớn hơn, tuy nhiên ở trụ T2 có đặt gối cố định với giả thiết là lực



hãm sẽ truyền xuống trụ theo tỷ lệ 100% nên trong tính toán coi nh- lực ma sát không đáng kể.

## II. TÍNH NỘI LỰC:

### 1. TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN ĐỈNH BÊ TRỤ:

Ta sẽ đưa tất cả tải trọng về trọng tâm đỉnh bê trụ :

#### 1.1 Tĩnh tải:

**Tĩnh tải của kết cấu:**

+ Kết cấu phần trên (KCPT) :

+ Kết cấu phần dưới(KCPD):

Mũ trụ + đá tảng :  $P_{mt} = 1078.125 \text{ KN}$

Thân trụ:  $P_{tr} = 2350 \text{ KN}$

Bệ móng:  $P_m = 2493.75 \text{ KN}$

#### 1.2 Hoạt tải:

##### 1.2.1 Theo phương dọc cầu:

$$V_{lanc} = m \times n \times V_t + V_p$$

$$V_{TR} = m \times n \times V_t + V_p \times 1 + IM$$

$$V_{PL} = 2 \times V_t + V_p$$

$$M_y = V \times X$$

$X = 300 \text{ mm}$  là khoảng cách tim trụ tới tim gối theo phương dọc cầu

$m = 1$  : hệ số làn trong trường hợp xếp xe trên cả 2 làn trên cả 2 nhịp tạo lực nén lớn nhất

$n = 2$  : số làn chất tải

**Lực nén và momen dọc cầu**  
**Trường hợp xếp tải trên toàn bộ cầu (tất cả các làn)**

Tải trọng	$V_t$	$V_p$	$V$	$x$	$H_x$	$M_y$
	(KN)	(KN)	(KN)	(m)	(KN)	(KN.m)
2 nhịp (TR)	290.33	591.94	2205.675	0.3	0	661.7
1 nhịp (TR)	0	420.28	1050.7	0.3	0	315.21

2 nhịp (Lane)	1113.21	1113.21	5566.05	0.3	0	0
1 nhịp (Lane)	0	1113.21	2683.025	0.3	0	804.91
2 nhịp (PL)	84.825	84.825	339.3	0.3	0	0
1 nhịp (PL)	0	84.825	169.65	0.3	0	50.895
Giá trị thiết kế			<b>12014.4</b>			<b>1781.8175</b>

**Lực nén và momen dọc cầu**

**Trường hợp xếp tải trên 1/2 cầu (một nửa số làn)**

Tải trọng	$V_t$	$V_p$	$V$	$x$	$H_x$	$M_y$
	(KN)	(KN)	(KN)	(m)	(KN)	(KN.m)
2 nhịp (TR)	290.33	591.94	1102.84	0.3	0	330.85
1 nhịp (TR)	0	420.28	525.35	0.3	0	157.6
2 nhịp (Lane)	1113.21	1113.21	2783.025	0.3	0	0
1 nhịp (Lane)	0	1113.21	1341.5	0.3	0	402.455
2 nhịp (PL)	84.825	84.825	169.65	0.3	0	0
1 nhịp (PL)	0	84.825	84.825	0.3	0	25.45
Giá trị thiết kế			<b>6007.19</b>			<b>916.355</b>

**1.2.2 Theo phương ngang cầu :**

Ta đặt tải sao cho lệch tâm nhiều nhất để  $M_x$  lớn nhất

$$M_x = V \times y$$

Với  $y$ : là khoảng cách gối đến trọng tâm trụ

**Momen ngang cầu – trường hợp xếp tải trên toàn bộ cầu.**

Tải trọng	$V$ (KN)	$y$ (m)	$M_x$ (KN.m)
Gối 1	53.31	5.25	279.9
Gối 2	253.15	3.15	797.4
Gối 3	285.47	1.05	299.74
Gối 4	41.69	1.05	43.8
Gối 5	140.48	3.15	442.5
Gối 6	108.16	5.25	567.84
Giá trị thiết kế	<b>882.26</b>		<b>2431.18</b>

**Momen ngang cầu – trường hợp xếp tải trên ½ cầu.**

Tải trọng	V (N)	y (mm)	M <sub>x</sub> (N.mm)
Gối 1	26.665	5.25	139.95
Gối 2	126.58	3.15	398.7
Gối 3	142.74	1.05	149.87
Gối 4	20.845	1.05	21.9
Gối 5	70.24	3.15	221.25
Gối 6	54.08	5.25	283.92
Giá trị thiết kế	<b>441.13</b>		<b>1215.59</b>

**Bảng hệ số tải trọng và hệ số điều chỉnh tải trọng**

Ký hiệu	DC	DW	LL+IM	LL+IM	BR	WL	WL	WS (59m/s)	WS (25m/s)	WA	CV	η
CĐI	1.25	1.5	1.75	1.75	1.75	0	0	0	0	0	0	1.05
CĐII	1.25	1.5	0	0	0	0	0	1.4	0	1	0	1.05
CĐIII	1.25	1.5	1.35	1.35	1.35	1	1	0	0.4	1	0	1.05
SD	1	1	1	1	1	1	1	0	0.3	1	0	1
ĐB	1.25	1.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	1	1	1.05

**2. Theo ph- ơng dọc cầu : mặt cắt II-II và III-III.****2.1. Dọc cầu :TTGH CĐ 1:**

- Các hệ số tải trọng tĩnh :  $\gamma_{DC} = 1.25, \gamma_{DW} = 1.5, \eta = 1$ .
- Hoạt tải 2 nhịp +lực hãm ,2 xe tải dọc cầu +làn.
- Mức n- ớc cao nhất: +2.95m

**a. Mặt cắt II-II:**

- **Tổng lực dọc :**

$$\begin{aligned}
 N_{II} &= 1.25[p_{mt} + p_{tr} + n_L(V_t^{tr} + V_p^{tr})] + 1.5(V_t^{2tr} + V_p^{2tr}) + n_L x V_{ht}^{tr} x 1.75 x 1.25 + n_L 1.75 V_{ht}^{LN} - 1.25 V_{dn}^{II} \\
 &= 1.25[1078.125 + 2350 + 2x(591.94 + 290.33)] + 1.5(216.56 + 209.72) + 2x1113.21x1.75x1.25 \\
 &\quad + 2x1.75x1113.21 - 1.25x169.65
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow N_{II} = 15684.72 \text{ KN}$$

- Tổng mômen : lực hãm tác dụng từ trái sang phải và mômen theo chiều kim đồng hồ là (+) và ngược lại là (-)

$$M_{II} = -(1.25V_t^{tr} + 1.5V_t^{2tr}).e_t + (1.25V_p^{tr} + 1.5V_p^{2tr}).e_f + 1.75 \times 1.25 \times W_L \times H_{II}.$$

$$M_{II} = -(1.25 \times 290.33 + 1.5 \times 216.56) \times 0.5 + (1.25 \times 591.94 + 1.5 \times 209.72) \times 0.5 + 1.75 \times 1.25 \times 292.5 \times 13.72$$

$$\Rightarrow M_{II} = 8962.03 \text{ KN.m}$$

- Tổng lực ngang :

$$W_{II} = 1.75 \times 1.25 \times W_L = 1.75 \times 1.25 \times 292.5 = 639.84 \text{ KN}$$

Trong đó :

$H_{II}$  : là khoảng cách từ điểm đặt lực hãm  $W_L$  đến mặt cắt II-II.

Theo hình vẽ :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1.8 \text{ m} = 9.4 + 0.5 + 1.9 + 0.12 + 1.8 = 13.72 \text{ m}$$

Với :  $H_{lp}$  : Chiều dày lớp phủ mặt cầu (m).

$H_g$  : Chiều cao gối + đá tảng (m).

$H_{dch}$  : Chiều cao dầm chủ (m).

$e_T = e_f = 0.5$  (m) : Khoảng cách từ tim trụ đến tim gối cầu.

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25V_{dn}^m, \text{ với } V_{dn}^m = V_m = 8 \times 2.5 \times 5 = 100 \text{ m}^3 \text{ (thể tích bộ móng).}$$

$$\Rightarrow N_{III} = 15684.72 + 1.25 \times 2493.75 - 1.25 \times 100 = 18676.91 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 8962.03 + 292.5 \times 1.75 \times 1.25 \times 2.5 = 10561.64 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III} = W_{II} = 639.84 \text{ KN}.$$

## 2.2 Dọc cầu TTGH sử dụng :

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{SD} = P_{mt} + P_{tr} + n_L(V_{tr}^{tr} + V_p^{tr}) + V_{tr}^{2tr} + V_p^{2tr} + n_L(1.25.V_{ht}^{TR} + V_{ht}^{LN}) - V_{dn}^{II}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{SD}$$

$$= 1078.125 + 2350 + 2 \times (290.33 + 591.94) + 216.56 + 209.72 + 2 \times (1.25 \times 1113.21 + 1113.21) - 169.65$$

$$= 10458.74 \text{ KN}$$

Tổng Mômen :

$$M_{II}^{SD} = -(V_t^{tr} + V_p^{tr}).e_t + (V_t^{2tr} + V_p^{2tr}).e_f + 1.25.W_L.H_{II}$$

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(290.33 + 216.56) \times 0.5 + (591.94 + 209.72) \times 0.5 + 1.25 \times 292.5 \times 13.72 = 5163.76 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{II}^{SD} = 1.25.W_L = 1.25 \times 292.5 = 365.62 \text{ KN}$$

**b. Mặt cắt III-III:**

• Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 10458.74 + 2493.75 - 100 = 12852.49 \text{ KN}$$

• Tổng Mômen:

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25.W_L.H_m = 5163.76 + 1.25 \times 292.5 \times 2.5 = 6077.83 \text{ KN.m}$$

• Tổng Lực ngang:

$$W_{III}^{SD} = W_{II}^{SD} = 365.62 \text{ KN}$$

**3. Theo phương ngang cầu : mặt cắt II-II và III-III.**

**3.1. Ngang cầu TTGH c-ờng đô 1 :**

- Hệ số tĩnh tải  $> 1$  ,  $\gamma = 1$ .
- Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe lệch tâm về bên trái) .
- Mức nước cao nhất : +2.95m

**a. Mặt cắt II-II:**

T-ơng tự nh- dọc cầu.

• Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^N = N_{II}^N, \text{ Với } N_{II}^N : \text{ dọc cầu TTGH CĐ1}$$

$$\Rightarrow N_{II}^N = 15684.72 \text{ KN}$$

• Tổng Mômen:

$$M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times V_{ht}^{TR} + 1.75 \times V_{ht}^{LN}) \times e_x \times n_L$$

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times 1113.21 + 1.75 \times 1113.21) \times 1 \times 2 = 6679.26 \text{ KN.m}$$

• Tổng Lực ngang:

$$W_{II}^N = 0$$

**b. Mặt cắt III-III:**

• Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^N = N_{II}^N + 1.25 \times P_m - 1.25 \times V_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^N = 15684.72 + 1.25 \times 2493.75 - 1.25 \times 100 = 18676.91 \text{ KN}$$

• Tổng Mômen:

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 6679.26 \text{ KN.m}$$

• Tổng Lực ngang:

$$W_{III}^N = 0$$

**3.2. Ngang cầu TTGH sử dụng 1 :**

**a. Mặt cắt II-II:**

• Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD}, \text{ Với } N_{II}^{SD} : \text{ theo dọc cầu TTGHSD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 10458.74KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^N = 6679.26KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

$$W^{NSD} = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{NSD} = N_{II}^{NSD} + P_m - V_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 10458.74 + 2493 - 100 = 12851.74KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 6679.26KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III}^{NSD} = 0$$

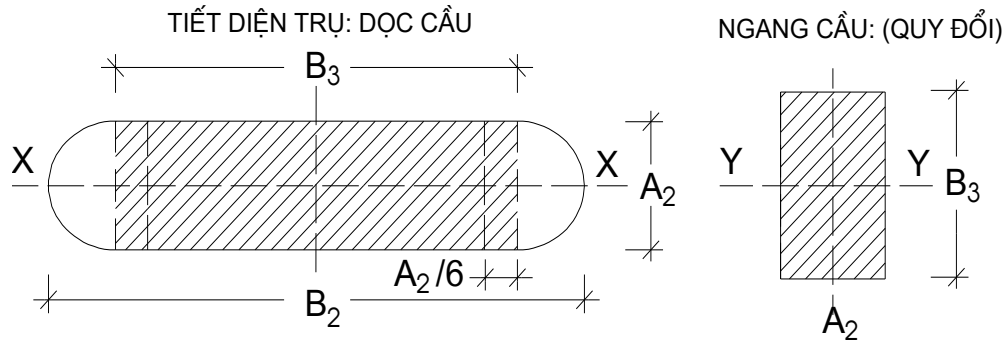
BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC :

Mặt cắt	Ph- ơng dọc cầu			Ph- ơng ngang cầu		
	TTGH CĐ1			TTGH CĐ1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	15684.72	8962.03	639.84	15684.72	6679.26	0
III-III	18676.91	10561.64	639.84	18676.91	6679.26	0
	TTGH SD1			TTGH SD1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	10458.74	5163.76	365.62	10458.74	6679.26	0
III-III	12852.49	6077.83	365.62	12852.49	6679.26	0

### III. KIỂM TRA TIẾT DIỆN THÂN TRỤ THEO TTGH:

#### 1. Kiểm tra sức kháng tiết diện trụ MC II-II (TTGH CĐ1):

1.1. Xét hiệu ứng độ mảnh của trụ:  $\frac{K.L_u}{r}$



Gần đúng quy đổi tiết diện trụ về hình chữ nhật có chiều rộng là  $A_2$ , chiều dài là  $B_3$ .

$$\text{Với } B_3 = B_2 - A_2 + \frac{A_2}{3}.$$

a. Theo dọc cầu:

+K : hệ số = 1.

+  $L_u$  : chiều dài chịu nén =  $H_t$ .

+  $r_x$  : bán kính quán tính  $r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$ .

+  $J_x$  : Mômen quán tính  $J_x = B_3 x \frac{A_2^3}{12}$ .

+  $F = B_3 x A_2$ .

Nếu tỷ số :  $\frac{K.L_u}{r} < 22 \rightarrow$  bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.

Số liệu :  $B_2 = 7.0m$ ,  $A_2 = 2.0m$ , trụ cao  $H_t = 9.4m$ .

Suy ra :

$$B_3 = 7.0 - 2.0 + \frac{2.0}{3} = 5.67m$$

$$F = B_3 x A_2 = 5.67 x 2.0 = 11.34m^2$$

$$J_x = B_3 x \frac{A_2^3}{12} = 5.67 x \frac{2^3}{12} = 3.78m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \frac{3.78}{11.34} = 0.58m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1x8}{0.58} = 13.8 < 22 \rightarrow \text{bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.}$$

b. Theo ph-ơng ngang cầu:

$$\frac{K.L_u}{r} \lll 22$$

Ta có :  $J_y = A_2 x \frac{B_3^3}{12} = 2.0 x \frac{5.67^3}{12} = 30.4 m^4$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \frac{30.4}{11.34} = 2.68 m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 8}{2.68} = 2.985 \lll 22 \Rightarrow \text{thoả mãn.}$$

## 2. Kiểm tra ứng suất tại mặt cắt II – II:

$$N_{\max} = 15684.72 \text{ KN}, M_{\max} = 8962.03 \text{ (KN.m)}$$

- Công thức kiểm tra:  $\sigma = \frac{N}{F_m} \pm \frac{M}{W_m} \leq R_n$

Trong đó:  $R_n$  là c-ờng độ của bê tông M300 ( $R_n = 15000 \text{ KN/m}^2$ )

$F$  – Diện tích đáy móng :  $F_m = 5.67 \times 2.0 = 11.34 \text{ (m}^2\text{)}$

$W$  – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6} = \frac{5.67 \cdot 2^2}{6} = 3.78 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{15684.72}{11.34} + \frac{8962.03}{3.78} = 3754.04 \text{ (KN/m}^2\text{)} < R_n = 15000 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$\Rightarrow$  đạt

Vậy: Kích thước đáy móng chọn đạt yêu cầu .

## 3. Giả thiết cốt thép trụ:

Trong Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn ACI' trang 517 cho rằng vùng hiệu quả nhất của  $\rho_t$  là từ 1-2%, trong đó  $\rho_t$  là tỉ lệ cốt thép trong tiết diện cột. Nh-ng vì trụ cầu chịu tải trọng và mô men uốn lớn, do đó ta giả thiết l-ợng cốt thép trong trụ lấy  $\rho_t = 0.015$

Nh- vậy diện tích cốt thép trong trụ là :

$$A_{st} = \rho_t A_g = 0.015 \times 11.34 \times 10^6 = 170100 \text{ mm}^2$$

Bố trí cốt thép theo cả hai ph-ơng ta chọn đ-ờng kính cốt thép là  $\Phi 25$

Vậy: bố trí 160 thanh cốt thép  $\Phi 25$

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 2:3 cm

Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

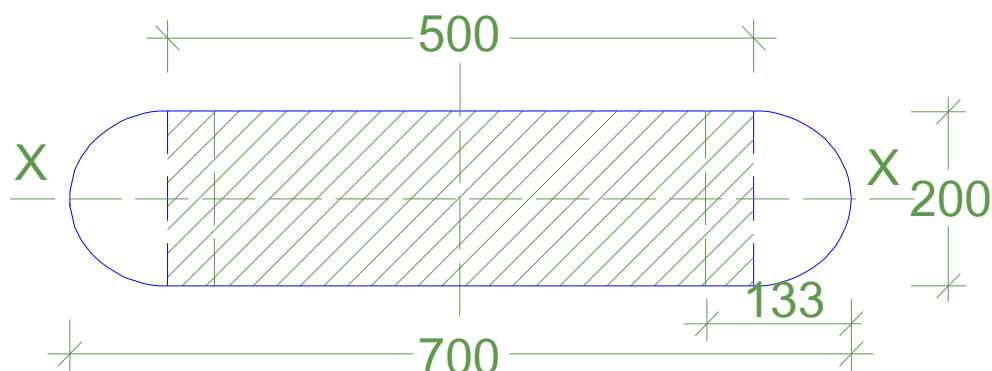
Chọn cốt đai có đ-ờng kính  $\Phi 12$ .

## 4. Quy đổi tiết diện tính toán:

+ Tiết diện trụ chọn đ-ợc bo tròn theo một bán kính bằng 0.7m, khi tính toán quy đổi tiết diện về hình chữ nhật để gần với mô hình tính toán theo lý thuyết.



+ Cách quy đổi ra một hình chữ nhật có chiều rộng bằng chiều rộng trụ, chiều dài lấy giá trị sao cho diện tích mặt cắt quy đổi bằng diện tích thực. Diện tích cốt thép theo 2 cạnh của tiết diện quy đổi vẫn nh- cũ.



### 5. Kiểm tra sức kháng uốn theo 2 phương MC II-II:

Xác định tỷ số khoảng cách giữa các tâm của lớp thanh cốt thép ngoài biên lên chiều dày toàn bộ cột.

Chọn cốt đai có đường kính  $\Phi 12$

Chọn lớp bảo vệ cốt thép từ mép đến tim của cốt thép chịu lực là 100mm

Cốt thép chịu lực chọn  $\Phi 25$  khoảng cách từ mép tiết diện đến tim cốt thép là : 100mm

Tính toán tỷ số khoảng cách tâm lớp thanh cốt thép đến biên ngoài :

Thay cho việc tính dựa trên cơ sở cân bằng và trạng thái biến dạng cho trạng thái hợp uốn hai chiều, các kết cấu không tròn chịu uốn hai chiều và chịu nén có thể tính theo các biểu thức gần đúng sau :

So sánh :

+Nếu lực dọc :  $N < 0.1 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_g$  thì kiểm tra :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1$$

+Nếu lực dọc :  $N \geq 0.1 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_g$  thì kiểm tra :

$$\frac{1}{P_{rxy}} = \frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} - \frac{1}{P_0} \Rightarrow P_{rxy} = \frac{1}{\frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} + \frac{1}{P_0}} \geq P_u$$

Trong đó :

+  $\phi$  : hệ số sức kháng ck chịu nén dọc trục :  $\phi = 0.9$ .

+  $A_g$  : diện tích tiết diện trụ .

+  $M_{ux}$  : mômen uốn theo trục x (N.mm).

+  $M_{uy}$  : mômen uốn theo trục y (N.mm).

+  $M_{rx}$ : sức kháng uốn tiết diện theo trục x

+  $M_{ry}$ : sức kháng uốn tiết diện theo trục y.

+  $P_{rxy}$ : sức kháng dọc trục khi uốn theo 2 ph-ơng ( lực dọc tiết diện chịu đ-ợc ).

+  $P_{rx}$ : sức kháng dọc trục khi chỉ có độ lệch tâm  $e_y$  (N)

+  $P_{ry}$ : sức kháng dọc trục khi chỉ có độ lệch tâm  $e_x$  (N)

+  $e_x$ : độ lệch tâm theo ph-ơng x  $\rightarrow e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$  (mm)

+  $e_y$ : độ lệch tâm theo ph-ơng y  $\rightarrow e_y = \frac{M_{ux}}{P_u}$  (mm)

+  $P_u$ : lực dọc tính theo TTGH CĐ1 (lực dọc N)

+  $P_0 = 0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}f_y$  (N)

+  $M_{rx} = \phi x A_s f_y (d_s - \frac{a}{2})$ .

Ta có:  $0,10\phi f'_c A_g = 0,1 \times 0,9 \times 30 \times 11.34 \times 1000 = 30618 \text{ KN}$

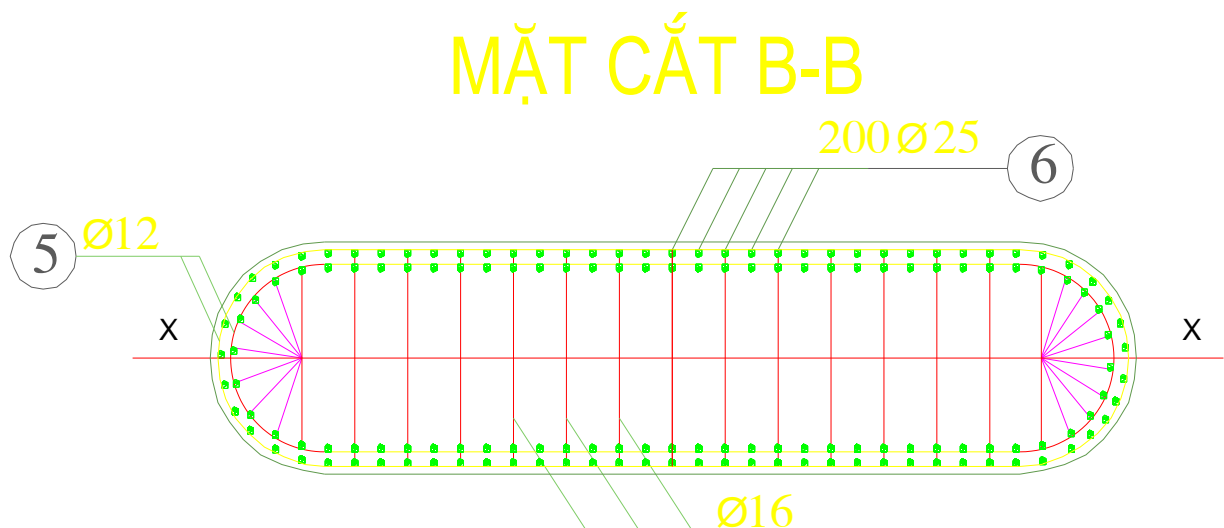
Giá trị này lớn hơn tất cả các giá trị lực nén dọc trục  $N_z$  ở trong các tổ hợp ở TTGHCD, vì thế công thức kiểm toán là:

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$$

Xác định  $M_{rx}$ ,  $M_{ry}$ : sức kháng tính toán theo trục x,y (Nmm)

$$M_{rx} = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d_s - \frac{a}{2})$$

T-ơng tự với  $M_{ry}$



Trong đó:

+  $d_s$ : khoảng cách từ trọng tâm cốt thép tới mép ngoài cùng chịu nén (trừ đi lớp bê tông bảo vệ và đường kính thanh thép).

+  $f_y$ : giới hạn chảy của thép.

+  $A_s$ : bố trí sơ bộ rồi tính diện tích thép cần dùng theo cả hai ph-ơng.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 5,67} = 0,403$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 2,0} = 1,44$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0,403 \times 0,85 = 0,343$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 1,14 \times 0,85 = 0,964$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left( 5,00 - 0,132 - \frac{0,343}{2} \right) = 209482,7 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ry} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left( 2,0 - 0,132 - \frac{0,964}{2} \right) = 61821,144 \text{ KNm}$$

$$+ \beta_1 = 0,85$$

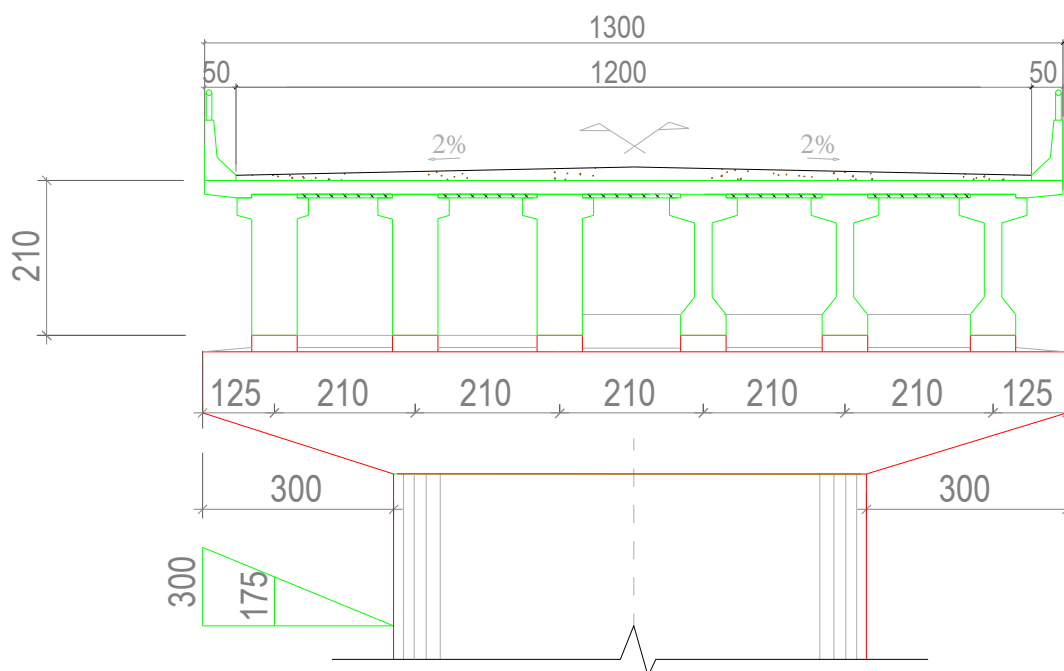
+b : bề rộng mặt cắt (theo mỗi phương là khác nhau).

Kiểm tra sức kháng nén của trụ theo uốn 2 chiều:

Tổ hợp Tải trọng	N	$M_x$	$M_y$	$M_{rx}$	$M_{ry}$	$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$	Kết Luận
	KN	KNm	KNm	KNm	KNm		
CD1	15684,72	8962,03	6679,26	209482,7	61021,144	0,152	đạt
TTSD	10458,74	5163,76	6679,26	209482,7	61021,144	0,134	đạt

## 6. Tính Toán Mũ Trụ:

Sơ đồ:



- Mũ trụ làm việc nh- gầm công xôn

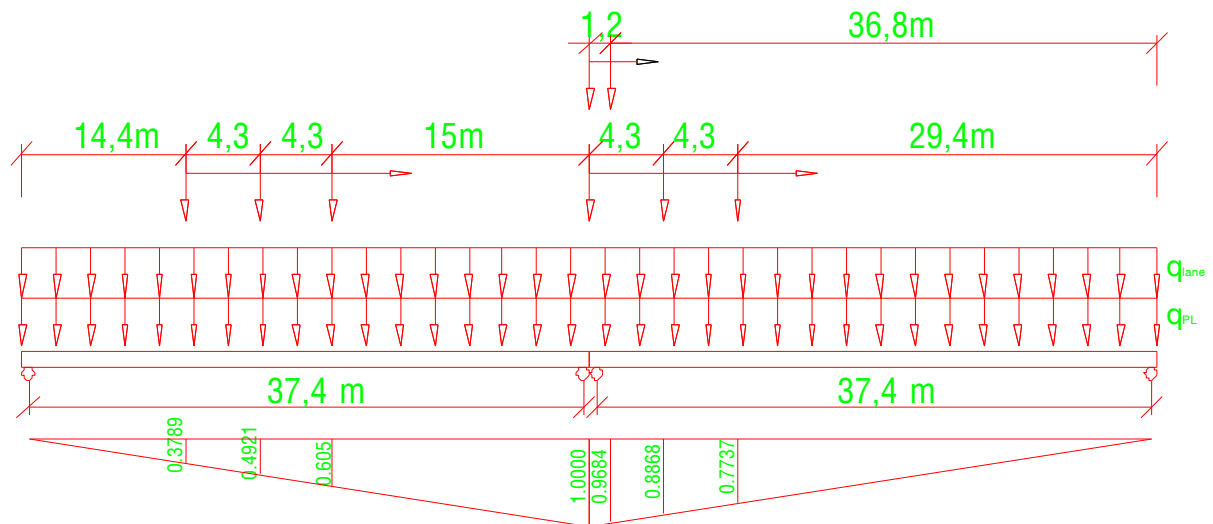
$$l_{tt} = 3.0 + \frac{R}{3} = 3.0 + \frac{0.8}{3} = 3.267 \text{ (m)}$$

- Tải trọng tác dụng lên phần công xôn là:

+ Do trọng lượng bản thân:  $g_1 = 2 \cdot 20.5586 = 41.1172 \text{ (KN/m)}$

+ Do tính tải phân bên trên :  $P_{mt} = 1078.125 \text{ KN}$ .

+ Do hoạt tải:



$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 x m_L x (1 + \frac{IM}{100}) x \gamma_L x m g_{tr} x [45(y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35(y_1 + y_4)]$$

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 x 1.25 x 1.75 x 0.287 x 145(0.8868 + 0.9684 + 0.3789 + 0.4921) + 35(0.7737 + 0.605) = 250.621 \text{ KN}$$

$$P_{ht}^{lan} = 1.75 x 9.3 x \frac{(38 + 38)}{2} x m g_{lan} = 1.75 x 9.3 x \frac{(38 + 38)}{2} x 0.287 = 177.495 \text{ KN}$$

$$\omega_M = \frac{3.267 \cdot 3.267}{2} = 5.34 \text{ m}^2$$

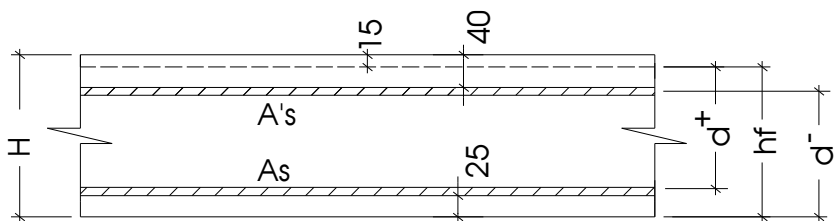
$$P_{ht} = P_{ht}^{3tr} + P_{ht}^{lan} = 250.621 + 177.495 = 428.119 \text{ KN}$$

⇒ Mômen:

$$M = 1.25 x g x w_M + (P_t + P_{ht}) x y = 1.25 x 41.1172 x 5.34 + 1.967 x (1078.125 + 428.119) = 3237.24 \text{ KN.m}$$

\*. Tính và bố trí cốt thép:

Sơ đồ: (Hình bên)



- chiều dày mũ trụ  $H=1500\text{mm}$ , lớp bảo vệ  $15\text{mm} \rightarrow h_f = 1500 - 15 = 1485\text{mm}$

-sơ bộ chọn:  $d=1485-25-22/2=1499\text{mm}$ .

- bê tông có  $f'_c = 50\text{MPa}$ , cốt thép  $f_y = 400\text{MPa}$

$$A_s = \frac{M}{330d} = \frac{3237.24 \cdot 10^3}{330 \cdot 1499} = 6.54 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Để an toàn ta chọn 12 thanh  $\phi 22$  ,  $a = 15 \text{ cm}$ .

#### IV. TÍNH TOÁN MÓNG CỌC KHOAN NHỒI:

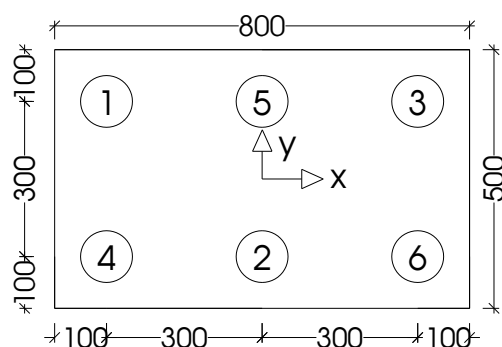
Theo quy trình 22TCN 272-05, việc kiểm toán sức chịu tải của cọc quy định trong điều 10.5 theo trạng thái giới hạn sử dụng và trạng thái giới hạn c-ờng độ. Trong phạm vi đồ án, chỉ thực hiện kiểm toán sức chịu tải của cọc theo khả năng kết cấu và đất nền.

Với nội lực đầu cọc xác định đ-ợc, ta sẽ tiến hành kiểm tra khả năng chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc và khả năng chịu tải của lớp đá gốc đầu mũi cọc.

Số liệu tính toán:

Đ-ờng kính thân cọc	1000	mm
Cao độ đỉnh bệ cọc	-6.6	m
Cao độ đáy bệ cọc	-9.1	m
Cao độ mũi cọc (dự kiến)	-39.1	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	30	m
Đ-ờng kính thanh cốt thép dọc	25	mm
C-ờng độ bê tông cọc	30	Mpa
C-ờng độ cốt thép cọc	420	Mpa
Cự li cọc theo ph-ơng dọc cầu	3000	mm
Cự li cọc theo ph-ơng ngang cầu	3000	mm

Bố trí cọc trên mặt bằng:



##### 1. Xác định sức chịu tải cọc:

+ Chọn cọc khoan nhồi bằng BTCT đ-ờng kính  $D = 1,0\text{m}$ , khoan xuyên qua các lớp đất cát có góc ma sát  $(\phi_f)_i$  và lớp sét pha cát có góc ma sát  $\phi_f = 45^\circ$ .

+ Bê tông cọc mác #300.

+ Cốt thép chịu lực  $20\phi 25$  có c-ờng độ  $420\text{MPa}$ . đai tròn  $\phi 10$  a200.

##### 1.1. Xác định sức chịu tải trọng nén của cọc nhồi theo vật liệu làm cọc:

- Bê tông cấp 30 có  $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- Cốt thép chịu lực AII có  $R_a = 2400 \text{ MPa}$

Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

Sức chịu tải của cọc  $D=1000 \text{ mm}$

Theo điều A5.7.4.4-TCTK sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc tính theo công thức sau

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

Với  $P_n$  = Cường độ chịu lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn tính theo công thức :

$$P_n = \phi \cdot \{ m_1 \cdot m_2 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \} = 0,75 \cdot 0,85 \{ 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \}$$

Trong đó :

$\phi$  = Hệ số sức kháng,  $\phi=0.75$

$m_1, m_2$  : Các hệ số điều kiện làm việc.

$f_c' = 30 \text{ MPa}$ : Cường độ chịu nén nhỏ nhất của bê tông

$f_y = 420 \text{ MPa}$ : Giới hạn chảy dẻo quy định của thép

$A_c$ : Diện tích tiết diện nguyên của cọc

$$A_c = 3.14 \times 1000^2 / 4 = 785000 \text{ mm}^2$$

$A_{st}$ : Diện tích của cốt thép dọc ( $\text{mm}^2$ ).

Hàm lượng cốt thép dọc thường hợp lý chiếm vào khoảng 1.5-3%. với hàm lượng 2% ta có:

$$A_{st} = 0.02 \times A_c = 0.02 \times 785000 = 15700 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0.75 \times 0.85 \times (0.85 \times 30 \times (785000 - 15700) + 420 \times 15700) = 16709.6 \times 10^3 \text{ (N)}.$$

Hay  $P_v = 1670.9 \text{ (T)}$ .

1.2.Xác định sức chịu lực nén của cọc đơn theo cường độ đất nền:

Số liệu địa chất:

- Lớp 1: Mặt đất thiên nhiên
- Lớp 2: Đất bùn lẫn hữu cơ
- Lớp 3: Đất cát pha bùn
- Lớp 4: Sét pha cát dẻo cứng
- Lớp 5: Đất cát vừa lẫn sỏi
- Lớp 6: Đất cát sạn lẫn sỏi cuội
- Lớp 7: Đất sét cát

\*. Sức chịu tải của cọc theo đất nền:  $P_n = P_{dn}$

-Sức chịu tải của cọc được tính theo công thức sau: (10.7.3.2-2 22TCN-272-05 )

Với cọc ma sát:  $P_{dn} = \phi_{pq} \cdot P_p + \phi_{qs} \cdot P_s$

Có:  $P_p = q_p \cdot A_p$   
 $P_s = q_s \cdot A_s$

+ $P_p$  : sức kháng mũi cọc (N)

+ $P_s$  : sức kháng thân cọc (N)

+ $q_p$  : sức kháng đơn vị mũi cọc (MPa)

+ $q_s$  : sức kháng đơn vị thân cọc (MPa)

$$q_s = 0,0025 \cdot N_i \leq 0,19 \text{ (MPa)} \text{ Theo Quiros \& Reese (1977)}$$

+ $A_s$  : diện tích bề mặt thân cọc ( $\text{mm}^2$ )

+ $A_p$  : diện tích mũi cọc ( $\text{mm}^2$ )

+ $\phi_{qp}$  : hệ số sức kháng đối với sức kháng mũi cọc quy định cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các ph-ong pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất cát  $\phi_{qp} = 0,55$ .

+ $\phi_{qs}$  : hệ số sức kháng đối với sức kháng thân cọc cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các ph-ong pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất sét  $\phi_{qs} = 0,65$ . Đối với đất cát  $\phi_{qs} = 0,55$ .

- Sức kháng thân cọc của Tru :

Khi tính sức kháng thành bên bỏ qua 1D tính từ chân cọc trở lên.

Sức chịu tải của cọc tru T4 theo ma sát thành bên

Lớp đất	Chiều dày thực $L_t$ (m)	Chiều dày tính toán $L_{tt}$ (m)	Trạng thái	N	Diện tích bề mặt cọc $A_s = L_{tt} \cdot P = 3,14 \cdot L_{tt}$ ( $\text{m}^2$ )	$q_s = 0,0025 \cdot N \cdot 10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	2.88	0	Vừa	14	0	35	0
Lớp 2	3.25	0	Rất rời	4	0	10	0
Lớp 3	4.0	0	Rời	8	0	20	0
Lớp 4	3.0	2.6	Vừa	25	8.164	62.5	510.25
Lớp 5	4.75	4.75	Chặt	35	14.915	87.5	1305.0625
Lớp 6	3.19	3.19	Chặt	40	10.0166	100	1001.66
Lớp 7	$\infty$	17.7	Chặt	45	55.578	112.5	6252.525
$\Sigma P_s$							9669.5

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057 \cdot N \cdot 10^3 = 0,057 \cdot 45 \cdot 1000 = 2565 \text{ (KN)}$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

$$P_{dn} = 0,55 \cdot P_p + 0,55 \cdot P_s = 0,55 \times 2565 + 0,55 \times 9669.5 = 6398.975 \text{ (KN)} \\ = 640 \text{ (T)}$$

**\*Tính số cọc cho móng trụ:**

$$n = \beta \cdot P / P_{\text{cọc}}$$

Trong đó:

$\beta$ : hệ số kể đến tải trọng ngang;

$\beta = 1.5$  cho trụ,  $\beta = 2.0$  cho mố (mố chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể trụ của đất đắp trên mố).

$P(T)$ : Tải trọng thẳng đứng tác dụng lên móng mố, trụ đã tính ở trên.

$$P_{\text{cọc}} = \min(P_{\text{vl}}, P_{\text{nd}})$$

Hạng mục	Tên	P <sub>vl</sub>	P <sub>nd</sub>	P <sub>cọc</sub>	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ giữa	T3	1670.9	406.0	406.0	1294.2	1.5	4.8	6

## 2. Tính toán nội lực tác dụng lên các cọc trong móng:

Đối với móng cọc đài thấp thì tải trọng nằm ngang coi như đất nền chịu, nội lực tại mặt cắt đáy móng

Công thức kiểm tra:

$$P_{\text{max}} \leq P_c$$

Trong đó:

- $P_{\text{max}}$ : Tải trọng tác động lên đầu cọc
- $P_c$ : Sức kháng của cọc đã được tính toán ở phần trên

Tải trọng tác động lên đầu cọc được tính theo công thức

$$P_{\text{max}} = \frac{P}{n} + \frac{M_x \cdot y_{\text{max}}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{\text{max}}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Trong đó:

- $P$ : tổng lực đứng tại đáy đài.
- $n$ : số cọc,  $n = 6$
- $x_i, y_i$ : tọa độ của cọc so với hệ trục quán tính chính trung tâm
- $M_x, M_y$ : tổng mômen của tải trọng ngoài so với trục đi qua trọng tâm của tiết diện cọc tại đáy đài theo 2 phương  $x, y$ .

Kiểm toán cọc với  $P_c = 6400 \text{ KN}$



**Trạng thái GHCD I**

$$N_Z = 15684.72 \text{ KN}$$

$$M_X = 8962.03 \text{ KNm}$$

$$M_Y = 6679.26 \text{ KNm}$$

Cọc	$X_i$ (m)	$Y_i$ (m)	$X^2_i$ (m <sup>2</sup> )	$Y^2_i$ (m <sup>2</sup> )	$P_{\max}$ (KN)	Yêu cầu
1	-3	1.5	9	2.25	2532.1	đạt
2	0	-1.5	0	2.25	3386.17	đạt
3	3	1.5	9	2.25	8506.85	đạt
4	-3	-1.5	9	2.25	6373.5	đạt
5	0	1.5	0	2.25	5519.5	đạt
6	3	-1.5	9	2.25	398.83	đạt

## PHẦN III: THIẾT KẾ THI CÔNG

## CHƯƠNG I : THIẾT KẾ THI CÔNG TRỤ

### I. YÊU CẦU THIẾT KẾ:

- Trong đồ án này em thiết kế phục vụ thi công trụ T2 cho đến móng.

Các số liệu tính toán nh- sau:

Cao độ đỉnh trụ	+4.5	m
Cao độ đáy trụ	-6.6	m
Cao độ đáy đài	-9.1	m
Cao độ mực n- ớc thi công	+1.0	m
Cao độ đáy sông	-5.1	m
Chiều rộng bệ trụ	5.0	m
Chiều dài bệ trụ	8.0	m
Chiều rộng móng	7.0	m
Chiều dài móng	10.0	m

Số liệu địa chất :

Lớp 1 : Mặt đất tự nhiên
Lớp 2: Đất bùn lẫn hữu cơ
Lớp 3 : Đất cát pha bùn
Lớp 4: Sét pha cát dẻo cứng
Lớp 5 : Đất cát vừa lẫn sỏi
Lớp 6 : Đất cát sạn lẫn sỏi cuội
Lớp 7 : Đất sét cát

### II. TRÌNH TỰ THI CÔNG:

#### 1. Thi công trụ:

**Bước 1** : *Xác định chính xác vị trí tim cọc, tim đài :*

- Xây dựng hệ thống cọc định vị, xác định chính xác vị trí tim cọc, tim trụ tháp.
- Dùng giá khoan Leffer hạ ống vách thi công cọc khoan nhồi.

**Bước 2** : *Thi công cọc khoan nhồi:*

- Lắp đặt hệ thống cung cấp dung dịch Bentonite, hệ thống bơm thải vữa mùn khi khoan cọc.

- Dùng máy khoan tiến hành khoan cọc
- Hạ lồng cốt thép, đổ bê tông cọc.

**Bước 3** : Thi công vòng vây cọc ván:

- Lắp dựng cọc ván thép loại Lassen bằng giá khoan.
- Lắp dựng vành đai trong và ngoài.
- Đóng cọc đến độ sâu thiết kế.
- Lắp đặt máy bơm xói hút trên hệ nổi, xói hút đất trong hố móng đến độ sâu thiết kế.

**Bước 4** : Thi công bộ móng:

- Xử lý đầu cọc khoan nhồi.
- Đổ bê tông bịt đáy, hút nước hố móng,
- Lắp dựng ván khuôn, cốt thép, đổ bê tông bộ móng.

**Bước 5** : Thi công trụ cầu:

- Chế tạo, lắp dựng đà giáo ván khuôn thân trụ lên trên bộ trụ.
- Lắp đặt cốt thép thân trụ, đổ bê tông thân trụ từng đợt một.

**Bước 6** : Hoàn thiện :

- Tháo dỡ toàn bộ hệ đà giáo phụ trợ.
- Hoàn thiện trụ.

**2 Thi công kết cấu nhịp:**

**Bước 1** : Chuẩn bị phương tiện

- Tập kết sẵn nhịp dầm chủ trên dầm đầu cầu
- Lắp dựng giá ba chân ở dầm đầu cầu
- Tiến hành lao lắp giá ba chân

**Bước 2**: Lao lắp nhịp dầm chủ

- Dùng giá ba chân cầu lắp dầm ở hai đầu cầu
- Lao dầm vào vị trí gối cầu.
- Tiến hành đổ bê tông dầm ngang.
- Đổ bê tông bản liên kết giữa các dầm
- Di chuyển giá ba chân thi công các nhịp tiếp theo

**Bước 3**: Hoàn thiện

- Tháo lắp giá ba chân
- Đổ bê tông mặt dầm
- Lắp dựng vỉa chắn ô tô lan can, thiết bị chiếu sáng

- Lắp dựng biển báo

### **III. THI CÔNG MÓNG.**

Móng cọc khoan nhồi đường kính cọc 1 m, tựa trên nền sét pha. Toàn cầu có 2 móng (M0, M1) và 4 trụ (T1, T2, T3, T4).

*Các thông số móng cọc*

	M0	T1	T2	T3	T4	M1
Số l- ợng cọc trong móng ( cọc)	6	6	6	6	6	6
Đ- ờng kính thân cọc(m)	1	1	1	1	1	1
Chiều cao bệ cọc (m)	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2
Cao độ đỉnh bệ cọc(m)	-0.43	-6.2	-6.6	-7.6	-4.5	-1.15
Cao độ đáy bệ cọc(m)	-2.43	-8.7	-9.1	-10.1	-7.0	-3.15
Cao độ mũi cọc dự kiến (m)	-22.43	-38.7	-39.1	-40.1	-37.0	-23.15
Chiều dài cọc dự kiến (m)	20	30	30	30	30	20
Cự li cọc theo ph- ơng dọc cầu (m)	3	3	3	3	3	3
Cự li cọc theo ph- ơng ngang cầu (m)	5.5	3	3	3	3	5.5

#### **1. Công tác chuẩn bị:**

- Cần chuẩn bị đầy đủ vật t-, trang thiết bị phục vụ thi công. Quá trình thi công móng liên quan nhiều đến điều kiện địa chất, thủy văn, thi công phức tạp và hàm chứa nhiều rủi ro. Vì thế đòi hỏi công tác chuẩn bị kỹ l- ỡng và nhiều giải pháp ứng phó kịp thời và các tình huống có thể xảy ra. Công tác chuẩn bị cho thi công bao gồm một số nội dung chính sau:

- Kiểm tra vị trí lỗ khoan, các mốc cao độ. Nếu cần thiết có thể đặt lại các mốc cao độ ở vị trí mới không bị ảnh h- ờng bởi quá trình thi công cọc.
- Chuẩn bị ống vách, cốt thép lồng cọc nh- thiết kế. Chuẩn bị ống đổ bê tông d- ới n- ớc.
- Thiết kế cấp phối bê tông, thí nghiệm cấp phối bê tông theo thiết kế, điều chỉnh cấp phối cho phù hợp với c- ờng độ và điều kiện đổ bê tông d- ới n- ớc.
- Dự kiến khả năng và ph- ơng pháp cung cấp bê tông t- ới liên tục cho thi công đổ bê tông d- ới n- ớc.
- Chuẩn bị các lỗ chừa sẵn tạo điều kiện thuận lợi cho việc kiểm tra chất l- ợng cọc khoan sau này.

#### **2. Công tác khoan tạo lỗ:**

##### **2.1. Xác định vị trí lỗ khoan:**

- Định vị cọc trên mặt bằng cần dựa vào các mốc đ-ờng chuẩn toạ độ đ-ợc xác định tại hiện tr-ờng.

Sai số cho phép của lỗ cọc không đ-ợc v-ợt quá các giá trị sau:

Sai số đ-ờng kính cọc: 5%

Sai số độ thẳng đứng : 1%

Sai số về vị trí cọc: 10cm

Sai số về độ sâu của lỗ khoan :  $\pm 10\text{cm}$

## **2.2. Yêu cầu về gia công chế tạo lắp dựng ống vách:**

- Ống vách phải đ-ợc chế tạo nh- thiết kế. Bề dày ống vách sai số không quá 0.5mm so với thiết kế. ống vách phải đảm bảo kín n-ớc ,đủ độ cứng.Tr-ớc khi hạ ống vách cần phải kiểm tra nghiệm thu chế tạo ống vách.

- Khi lắp dựng ống vách cần phải có giá định h-ớng hoặc máy kinh vĩ để đảm bảo đúng vị trí và độ nghiêng lệch.

- Ống vách có thể đ-ợc hạ bằng ph-ơng pháp đóng, ép rung hay kết hợp với đào đất trong lòng ống.

## **2.3. Khoan tạo lỗ:**

- Máy khoan cần đ-ợc kê chắc chắn đảm bảo không bị nghiêng hay di chuyển trong quá trình khoan.

- Cho máy khoan quay thử không tải nếu máy khoan bị xô dịch hay lún phải tìm nguyên nhân xử lý kịp thời.

- Nếu cao độ n-ớc sông thay đổi cần phải có biện pháp ổn định chiều cao cột n-ớc trong lỗ khoan.

- Khi kéo gầu lên khỏi lỗ phải kéo từ từ cân bằng ổn định không đ-ợc va vào ống vách.

- Phải khống chế tốc độ khoan thích hợp với địa tầng, trong đất sét khoan với tốc độ trung bình, trong đất cát sỏi khoan với tốc độ chậm.

- Khi chân ống vách chạm mặt đá dùng gầu lấy hết đất trong lỗ khoan, nếu gặp đá mô côi hay mặt đá không bằng phẳng phải đổ đất sét kẹp đá nhỏ đầm cho bằng phẳng hoặc cho đổ một lớp bê tông d-ới n-ớc cốt liệu bằng đá dăm để tạo mặt phẳng cho búa đập hoạt động. Lúc đầu kéo búa với chiều cao nhỏ để hình thành lỗ ổn định, tròn thành đứng, sau đó có thể khoan bình th-ờng.

- Nếu sử dụng dung dịch sét giữ thành phải phù hợp với các qui định sau :

- Độ nhớt của dung dịch sét phải phù hợp với điều kiện địa chất công trình và ph-ơng pháp sử dụng dung dịch. Bề mặt dung dịch sét trong lỗ cọc phải cao hơn mực n-ớc ngầm 1,0m trở lên. Khi có mực n-ớc ngầm thay đổi thì mặt dung dịch sét phải cao hơn mực n-ớc ngầm cao nhất là 1,5m.

- Trong khi đổ bê tông , khối l-ợng riêng của dung dịch sét trong khoảng 50 cm kể từ đáy lỗ  $< 1,25\text{T/m}^3$ , hàm l-ợng cát  $\leq 6\%$ , độ nhớt  $\leq 28$  giây. Cần phải đảm bảo chất

l- ợng dung dịch sét theo độ sâu của từng lớp đất đá, đảm bảo sự ổn định thành lỗ cho đến khi kết thúc việc đổ bê tông.

#### **2.4. Rửa lỗ khoan :**

- Khi đã khoan đến độ sâu thiết kế tiến hành rửa lỗ khoan, có thể dùng máy bơm chuyên dụng hút mùn khoan từ đáy lỗ khoan lên . Cũng có thể dùng máy nén khí để đẩy mùn khoan lên cho đến khi bơm ra n- ớc trong và sạch. Chọn loại máy bơm, quy cách đầu xối phụ thuộc vào chiều sâu và vật liệu cần xối hút.
- Nghiêm cấm việc dùng ph- ơng pháp khoan sâu thêm thay cho công tác rửa lỗ khoan.

#### **2.5. Công tác đổ bê tông cọc:**

- Đổ bê tông cọc theo ph- ơng pháp ống rút thẳng đứng.
- Một số yêu cầu của công tác đổ bê tông cọc:
  - + Bê tông phải đ- ợc trộn bằng máy. Khi chuyển đến công tr- ờng phải đ- ợc kiểm tra độ sụt và độ đồng nhất. Nếu dùng máy bơm bê tông thì bơm trực tiếp bê tông vào phễu của ống dẫn.
  - + Đầu d- ới của ống dẫn bê tông cách đáy lỗ khoan khoảng 20-30 cm.
- ống dẫn bê tông phải đảm bảo kín khít.
- + Độ ngập sâu của ống dẫn trong bê tông không đ- ợc nhỏ hơn 1,2m và không đ- ợc lớn hơn 6m.
- + Phải đổ bê tông liên tục, rút ngắn thời gian tháo ống dẫn, ống vách để giảm thời gian đổ bê tông .
- + Khi ống dẫn chứa đầy bê tông phải đổ từ từ tránh tạo thành các túi khí trong ống dẫn.
- + Thời gian ninh kết ban đầu của bê tông không đ- ợc sớm hơn toàn bộ thời gian đúc cọc khoan nhồi. Nếu cọc dài , khối l- ợng bê tông lớn có thể cho thêm chất phụ gia chậm ninh kết.
- + Đ- ờng kính lớn nhất của đá dùng để đổ bê tông không đ- ợc lớn hơn khe hở giữa hai thanh cốt thép chủ gần nhau của lồng thép cọc.

#### **2.6. Kiểm tra chất l- ợng cọc khoan nhồi:**

- Kiểm tra bê tông phải đ- ợc thực hiện trong suốt quá trình của dây chuyền đổ bê tông d- ới n- ớc.
- Các mẫu bê tông phải đ- ợc lấy từ phễu chứa ống dẫn để kiểm tra độ linh động, độ nhớt và đúc mẫu kiểm tra c- ờng độ.
  - + Trong quá trình đổ bê tông cần kiểm tra và ghi nhận ký thi công các số liệu sau :

- + Tốc độ đổ bê tông
- + Độ cắm sâu của ống dẫn vào vữa bê tông .
- + Mức vữa bê tông dâng lên trong hố khoan.

### **3. Thi công vòng vây cọc ván thép:**

- Trình tự thi công cọc ván thép:
  - + Đóng cọc định vị
  - + Liên kết thanh nẹp với cọc định vị thành khung vây.
  - + Xỏ cọc ván từ các góc về giữa.
  - + Tiến hành đóng cọc ván đến độ chôn sâu theo thiết kế.

Th- ờng xuyên kiểm tra để có biện pháp xử lý kịp thời khi cọc ván bị nghiêng lệch.

### **4. Công tác đào đất bằng xối hút :**

- Các lớp đất phía trên mặt đều là dạng cát, sét nên thích hợp dùng ph- ơng pháp xối hút để đào đất nơi ngập n- ớc.
- Tiến hành đào đất bằng máy xối hút. Máy xối hút đặt trên hệ phao chở nổi. Khi xối đến độ sâu cách cao độ thiết kế 20-30cm thì dừng lại, sau khi bơm hút n- ớc tiến hành đào thủ công đến cao độ đáy móng để tránh phá vỡ kết cấu phía d- ưới. Sau đó san phẳng, đầm chặt đổ bê tông bịt đáy.

### **5. Đổ bê tông bịt đáy :**

#### **5.1. Trình tự thi công:**

- Chuẩn bị ( vật liệu, thiết bị...)
- Bơm bê tông vào thùng chứa.
- Cắt nút hãm
- Nhấc ống đổ lên phía trên
- Khi nút hãm xuống tới đáy, nhấc ống đổ lên để nút hãm bị đẩy ra và nổi lên. Bê tông phủ kín đáy. Đổ liên tục.
- Kéo ống lên theo ph- ơng thẳng đứng, chỉ đ- ợc di chuyển theo chiều đứng.
- Đến khi bê tông đạt 50% c- ờng độ thì bơm hút n- ớc và thi công các phần khác.

#### **5.2. Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông:**

- Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông bịt đáy.
- Bê tông t- ới trong phễu tụt xuống liên tục, không đứt đoạn trong hố móng ngập n- ớc d- ưới tác dụng của áp lực do trọng l- ợng bản thân. ống chỉ di chuyển theo chiều thẳng đứng, miệng ống đổ luôn ngập trong bê tông tối thiểu 0.8m.
- Bán kính tác dụng của ống đổ  $R=3.5m$
- Đảm bảo theo ph- ơng ngang không sinh ra vữa bê tông quá thừa và toàn bộ diện tích đáy hố móng đ- ợc phủ kín bê tông theo yêu cầu.



- Nút hãm: khít vào ống đỡ, dễ xuống và phải nổi.

**Bê tông** : + Có mức thi công cao hơn thiết kế một cấp

+ Có độ sụt cao: 16 - 20cm.

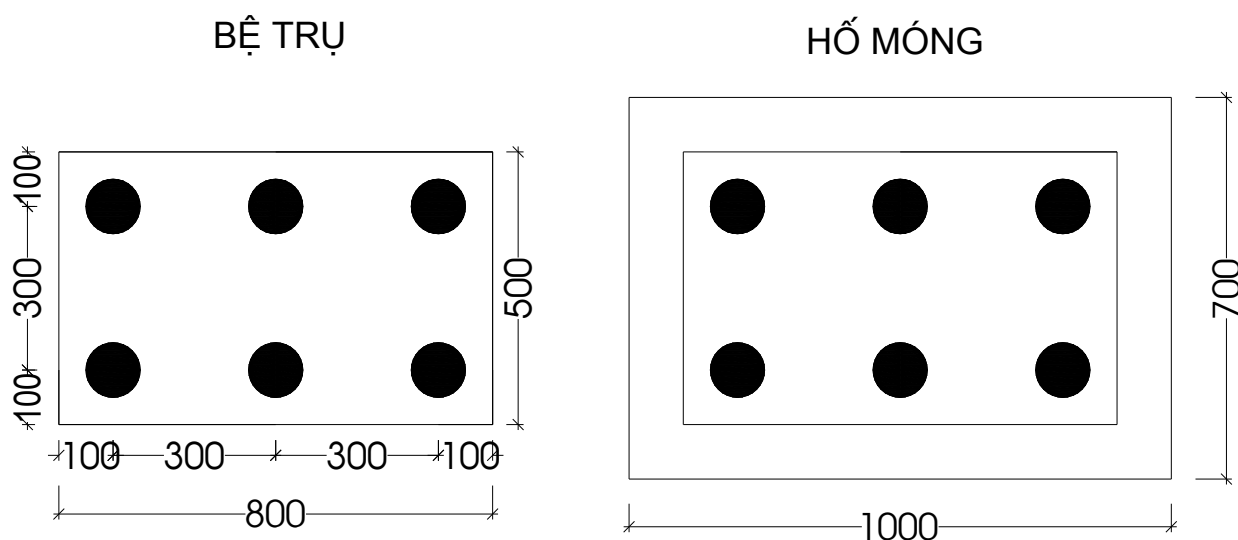
+ Cốt liệu thi công bằng sỏi cuội.

- Đổ liên tục, càng nhanh càng tốt.
- Trong quá trình đổ phải đo đặc, kỹ lưỡng.

### 5.3. Tính toán chiều dày lớp bê tông bọt đáy:

a) Các số liệu tính toán:

Xác định kích thước đáy hố móng: Đơn vị (cm)



Ta có :  $L = 8 + 2 = 10 \text{ m}$

$B = 5 + 2 = 7 \text{ m}$

Gọi :  $h_b$  : là chiều dày lớp bê tông bọt đáy .

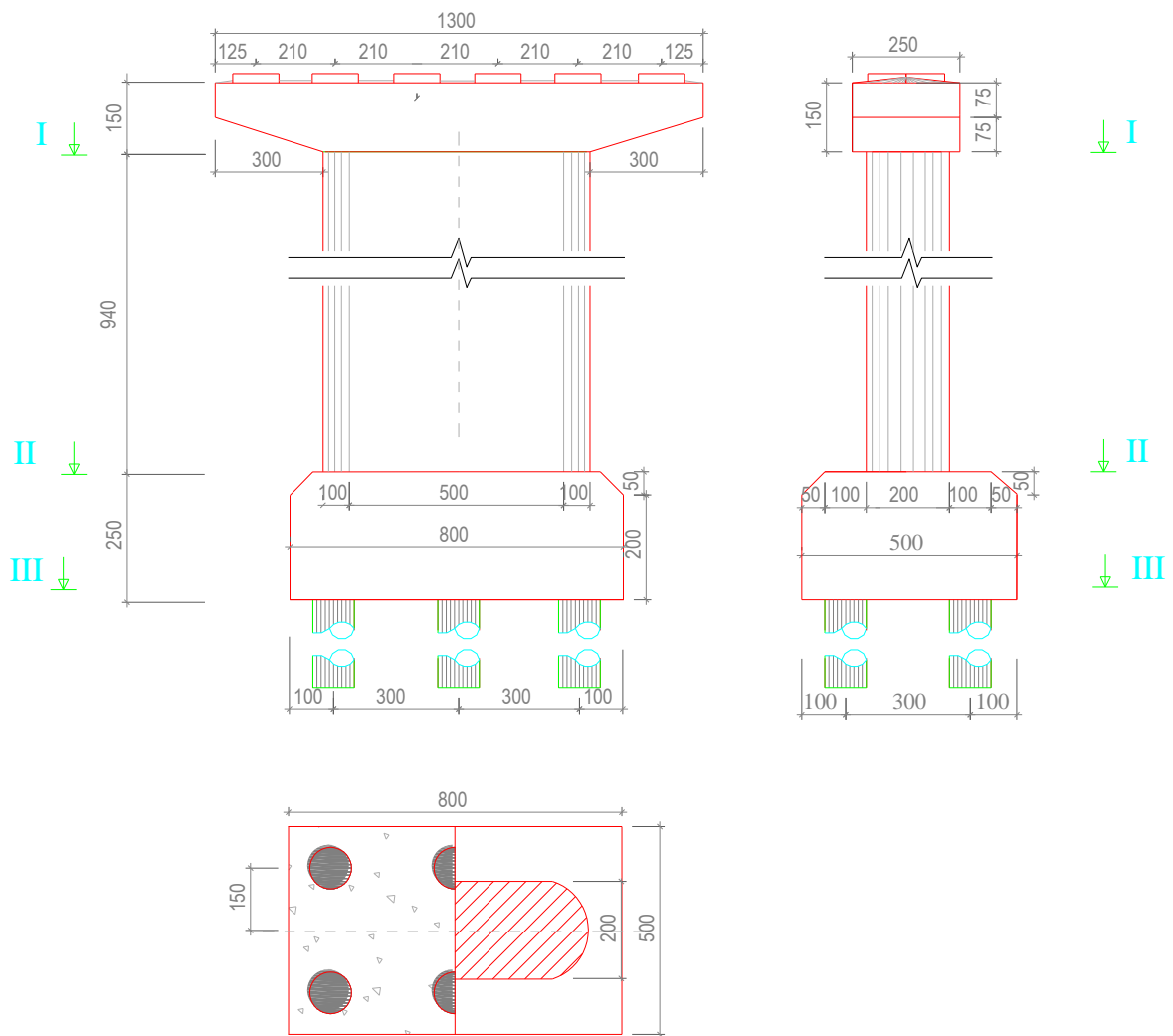
$t$  : là chiều sâu chôn cọc ván (  $t \geq 2\text{m}$  )

- Xác định kích thước vòng vây cọc ván ta lấy rộng về mỗi phía của bệ cọc là 1 m.
- Cọc ván sử dụng là cọc ván thép .

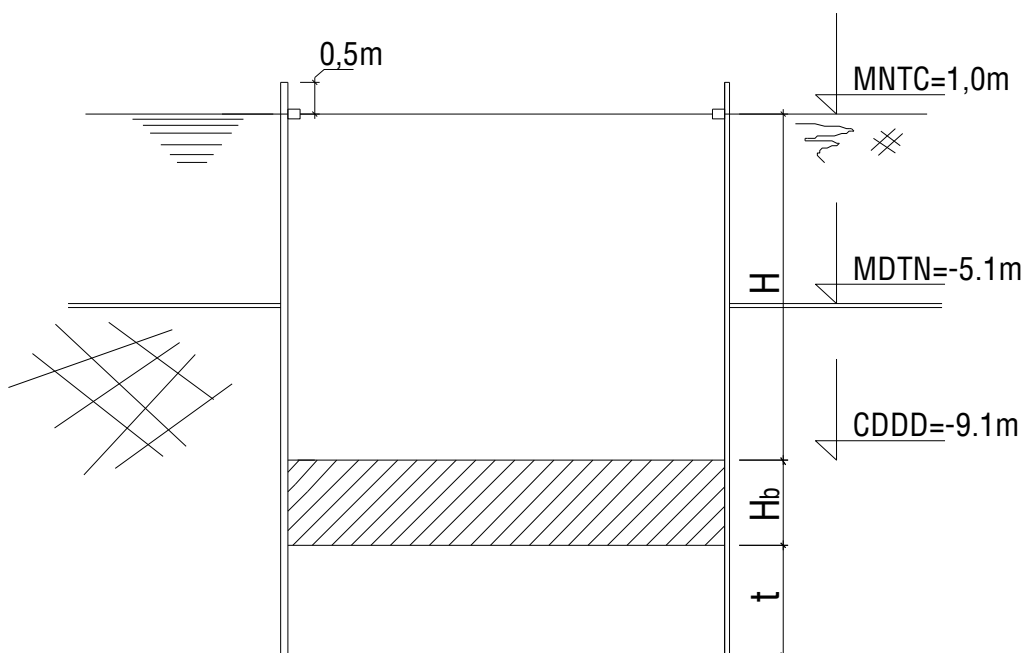
- Cao độ đỉnh trụ:	+4.5 m
- Cao độ đáy trụ:	-5.1 m
- Cao độ đáy đài:	-6.6 m
- Cao độ mực nước thi công:	+1.0 m
- Chiều rộng bệ trụ :	5.0 m

- Chiều dài bệ trụ :	8.0 m
- Chiều rộng móng	7.0 m
- Chiều dài móng	10.0 m

## CẦU TẠO TRỤ T2



**Sơ đồ bố trí cọc ván nhúng sau:**



b) Tính toán chiều dày lớp bê tông cốt thép:

❖ Điều kiện tính toán:

áp lực đẩy nổi của nước phải nhỏ hơn ma sát giữa bê tông và cọc + trọng lượng của lớp bê tông cốt thép.

$$(\Omega \cdot \gamma_b \cdot h_b + u_1 \cdot \tau_1 \cdot h_b + k \cdot u_2 \cdot \tau_2 \cdot h_b) \geq \gamma_n \cdot (H + h_b) \cdot \Omega$$

$$\Rightarrow h_b = \frac{\gamma_n \cdot H \cdot \Omega}{(\Omega \cdot \gamma_b + u_1 \cdot \tau_1 + k \cdot u_2 \cdot \tau_2) - \Omega \cdot \gamma_n} \geq 1m$$

Trong đó:

H : Khoảng cách MNTC tới đáy đài = 10.1 m

$h_b$  : Chiều dày lớp bê tông cốt thép

$m = 0,9$  hệ số điều kiện làm việc.

$n = 0,9$  hệ số v-ợt tải.

$\gamma_b$  : Trọng lượng riêng của bê tông cốt thép  $\gamma_b = 2,4T/m^2$ .

$\gamma_n$  : Trọng lượng riêng của nước  $\gamma_n = 1 T/m^2$ .

$u_2$  : Chu vi cọc =  $3,14 \times 1 = 3,14 m$

$\tau_2$  : Lực ma sát giữa bê tông cốt thép và cọc  $\tau_2 = 4T/m^2$ .

k: Số cọc trong móng  $k=6$  (cọc)

$\Omega$  : Diện tích hố móng. (Mở rộng thêm 1m ra hai bên thành để thuận lợi cho thi công)

$$\Omega = 10 \times 7 = 70 m^2.$$

$\tau_1$  : Lực ma sát giữa cọc ván với lớp bê tông:

$$\tau_1 = 3T/m^2.$$

$u_1$  : Chu vi tường cọc ván  $= (10 + 7) \times 2 = 34 m$

$$\Rightarrow h_b = \frac{1 \times 10.1 \times 70}{(0.9 \times 70 \times 2.4 + 34 \times 3 + 6 \times 3.14 \times 4) \times 0.9 - 70 \times 1} = 2.01 \text{ m} > 1 \text{ m}$$

Vậy ta chọn  $h_b = 2,1 \text{ m}$

### ❖ KIỂM TRA CÔNG TRÌNH ĐỘ LỚP BÊ TÔNG BỊT ĐÁY:

- Xác định  $h_b$  theo điều kiện lớp bê tông chịu uốn.
- Ta cắt ra 1 dải có bề rộng là 1m theo chiều ngang của hố móng để kiểm tra.
- Coi nh- dầm đơn giản nhịp  $l = 7 \text{ m}$ .
- Sử dụng bê tông mác 200 có  $R_u = 65 \text{ T/m}^2$ .
- Tải trọng tác dụng vào dầm là  $q \text{ (t/m)}$

$$q = P_n - q_{bt} = \gamma_n \cdot (H + h_b) - h_b \cdot \gamma_{bt}$$

$$q = 1 \cdot (6,5 + h_b) - 2,4 \cdot h_b = 6,5 - 1,4 \cdot h_b$$

+ Mô men lớn nhất tại tiết diện giữa nhịp là :

$$M_{\max} = \frac{q l^2}{8} = \frac{(6,5 - 1,4 \cdot h_b) \cdot 7^2}{8} = 39.81 - 8.575 \cdot h_b$$

+ Mômen chống uốn :

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1 \cdot h_b^2}{6} = \frac{h_b^2}{6}$$

+ Kiểm tra ứng suất :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{6 \cdot (39.81 - 8.575 h_b)}{h_b^2} \leq 65 \text{ T/m}^2$$

Ta có ph-ong trình bậc hai:

$$65 \cdot h_b^2 + 51.45 h_b - 238.86 = 0$$

Giải ra ta có:  $h_b = 1,56 \text{ m} > 1 \text{ m}$

Vậy chọn chiều dày lớp bê tông bịt đáy  $h_b = 2,1 \text{ m}$  làm số liệu tính toán.

### 5.4. Tính toán cọc ván thép:

#### a. Tính độ chôn sâu cọc ván:

- Khi đã đổ bê tông bịt đáy xong, cọc ván đ-ợc tựa lên thành bê tông và thanh chống (có liên kết) nên cọc ván lật xoay quanh điểm O

Đất d-ới đáy móng:

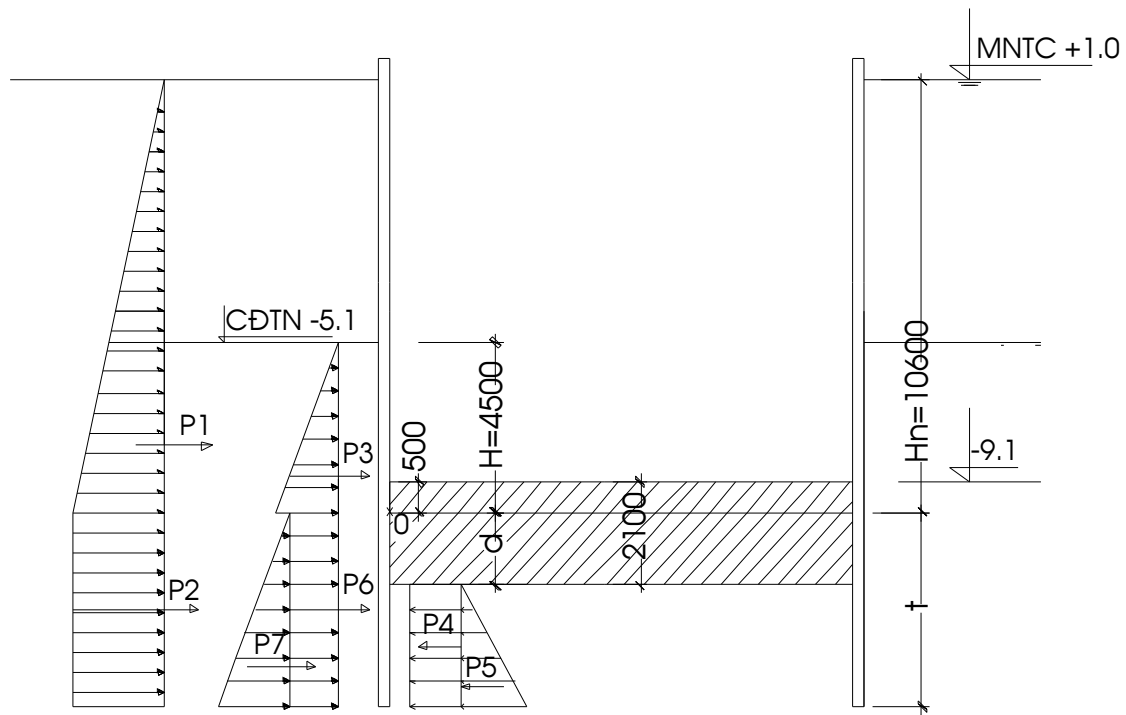
á cát :  $\gamma_0 = 1.6 \text{ (T/m}^2\text{)}$ ;  $\varphi^u = 35^\circ$ .

Hệ số v-ợt tải  $n_1 = 1.2$  đối với áp lực chủ động.

Hệ số v-ợt tải  $n_2 = 0.8$  đối với áp lực bị động.

Hệ số v-ợt tải  $n_3 = 1.0$  đối với áp lực n-ớc.

Sơ đồ tính độ chôn sâu cọc ván:



Hệ số áp lực đất chủ động và bị động xác định theo công thức sau:

Chủ động:  $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - 35^\circ/2) = 0.27$

Bị động:  $K_b = \tan^2(45^\circ + \varphi/2) = \tan^2(45^\circ + 35^\circ/2) = 1.92$

- Trọng lượng đơn vị  $\gamma'$  của đất d-ới mực n-ớc sẽ tính toán nh- sau:

$$\gamma' = \gamma - m = 2 - 1.0 = 1 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

- áp lực do n-ớc:

$$P_1 = 0.5 \cdot \gamma_n \cdot H_n^2 = 0.5 \cdot 10.6^2 = 56.18 \text{ (T)}$$

$$P_2 = \gamma_n \cdot H_n \cdot t = 10.6 \cdot t \text{ (T)}$$

- áp lực đất chủ động:

$$P_3 = K_a \cdot n_1 \cdot 0.5 \cdot H^2 \gamma' = 0.27 \cdot 1.2 \cdot 0.5 \cdot 4.5^2 \cdot 1 = 3.28 \text{ (T)}$$

$$P_4 = (d + 0.5)(t - d) \gamma_b K_a n_1 = (1.6 + 0.5)(t - 1.6) \times 0.27 \times 1.2 = 0.68(t - 1.6) \text{ (T)}$$

$$P_5 = 0.5(t - d)^2 \gamma' K_a n_1 = 0.5(t - 1.6)^2 \times 0.27 \times 1.2 = 0.162(t - 1.6)^2 \text{ (T)}$$

- áp lực đất bị động

$$P_6 = H \cdot t \cdot \gamma \cdot K_b \cdot n_2 = 4.5 \times t \times 1 \times 1.92 \times 0.8 = 6.912t \text{ (T)}$$

$$P_7 = 0.5 \cdot t^2 \cdot \gamma \cdot K_b \cdot n_2 = 0.5 \cdot t^2 \times 1 \times 1.92 \times 0.8 = 0.768 t^2 \text{ (T)}$$

Ph-ơng trình ổn định lật sẽ bằng :

$$P_1 \frac{H_n}{3} + P_3 \frac{H}{3} + P_4 \frac{t+d}{2} + P_5 \frac{2t+d}{3} = (P_2 \frac{t}{2} + P_6 \frac{t}{2} + P_7 \frac{2t}{3}) \times 0.95 \quad (1)$$

thay các số liệu trên vào ph-ơng trình (1) ta có ph-ơng trình :

$$\Leftrightarrow 62.49 - 0.34 \cdot t^2 - 0.87 + 0.054(t^2 - 3.2t + 2.56) \cdot (2t + 1.6) = 0.4864t^3 + 6.69t^2$$

$$\Leftrightarrow 0.3784t^3 + 6.6092t^2 - 61.84 = 0$$

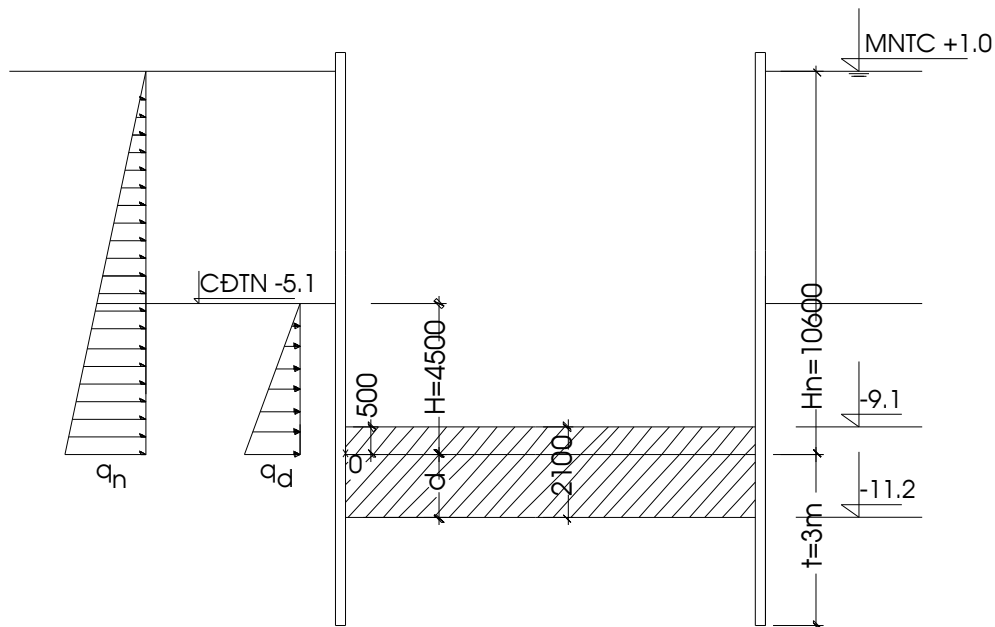
Giải phương trình bậc 3 ta có:  $t = 2.84 \text{ m}$ .

Để an toàn chọn:  $t = 3 \text{ m}$

Chiều dài cọc ván chọn:  $L_{\text{CỌC VÁN}} = 10.6 + 3 + 0.5 = 14.1 \text{ m} \Rightarrow \text{Chọn } L = 14.1 \text{ m}$ .

**b. Chọn cọc ván thỏa mãn yêu cầu về c-ờng độ:**

Sơ đồ tính toán cọc ván coi nh- 1 dầm giản đơn với 2 gối là điểm 0 và điểm neo thanh chống:



**\* Tính toán áp lực ngang:**

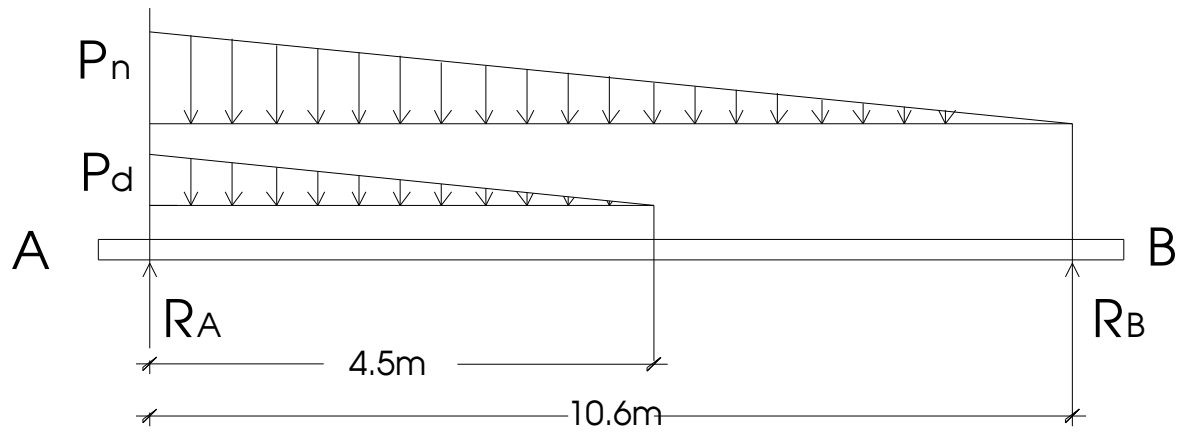
Áp lực ngang của n-ớc:  $P_n = \gamma_n \cdot H_1 = 1 \times 10.6 = 10.6 (\text{t/m})$

Áp lực đất bị động:  $P_b = \gamma_{\text{đn}} \cdot H_1 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ .

$$\Rightarrow P_d = 1,5 \times 4.5 \times \text{tg}^2(45^\circ - 17.5^\circ) = 1.83 (\text{t/m})$$

Tại vị trí có  $Q=0$  thì mômen  $M$  lớn nhất:

Tìm  $M_{\text{max}}$ :



Theo sơ đồ :

$$\Sigma M_B = 0 \Leftrightarrow 10.6R_A = P_n \cdot \frac{10.6}{2} \cdot \frac{2 \cdot 10.6}{3} + P_d \cdot \frac{10.6}{2} \cdot \frac{2 \cdot 10.6}{3}$$

$$\Leftrightarrow R_A = (P_d + P_n) \cdot \frac{10.6^2}{3} = (1.83 + 10.6) \cdot \frac{10.6}{3} = 17.6(T)$$

$$\Sigma M_A = 0 \Leftrightarrow 10.6R_B = (P_n + P_d) \cdot \frac{10.6}{2} \cdot \left(10.6 - \frac{2 \cdot 10.6}{3}\right)$$

$$\Leftrightarrow R_B = \left(\frac{4.5 + 10.6}{10.6}\right) \cdot \frac{10.6}{2} \cdot \left(10.6 - \frac{2 \cdot 10.6}{3}\right) = 8.8(T)$$

Giả sử vị trí  $Q=0$  nằm cách gối một đoạn  $0 < x < 10.6$  m

Ta có:

$$\Sigma M_x = R_B \cdot (H_1 - x) - R_A \cdot x + \frac{(q + q_x)}{2} \cdot \frac{x^2}{2} - \frac{q_x \cdot (h + x)}{2} \cdot \frac{2 \cdot (H_1 - x)}{3} \quad (1)$$

$$\text{Với: } q_x = \frac{q \cdot (H_1 - x)}{H_1}, \quad q = p_n + p_d = 10.6 + 1.83 = 12.43(T/m).$$

$$(1) \Rightarrow R_B \cdot (H_1 - x) - R_A \cdot x + \left[ q + \frac{q}{H_1} \cdot (H_1 - x) \right] \frac{x^2}{H_1} - \frac{q \cdot (H_1 - x)}{H_1} \cdot \frac{(H_1 - x)^2}{3} \quad (2)$$

Thay số vào (2) ta có ph-ong trình bậc 3:

$$\Sigma M_x = 0.59x^3 + 2.87x^2 - 8.49x + 35.24 \quad (1)$$

$$\frac{d\Sigma M_x}{dx} = 0 \Leftrightarrow 1.77x^2 + 5.74x - 8.49 = 0$$

Giải ph-ong trình trên ta có:

$$x_1 = 1.1; \quad x_2 = -4.3$$

Chọn  $x = 3$  làm trị số để tính, ta có:

$$M_{\text{Max}} = 38.05 \text{ Tm}$$

Kiểm tra:

$$\text{Công thức: } \sigma = \frac{M_{\text{max}}}{W_{yc}} < R_u = 2000 \text{ kG/cm}^2.$$

+ Với cọc ván thép laxisen IV dài  $L = 14.1$  m, có  $W = 2200 \text{ cm}^3$ .

Do đó  $\sigma = \frac{38.05^5}{2200} = 1727.27 (\text{kG} / \text{cm}^2) < R_u = 2000 (\text{kG} / \text{cm}^2)$ .

### 5.5. Tính toán nẹp ngang :

Nẹp ngang đ-ợc coi nh- dầm liên tục kê trên các gối chịu tải trọng phân bố đều:

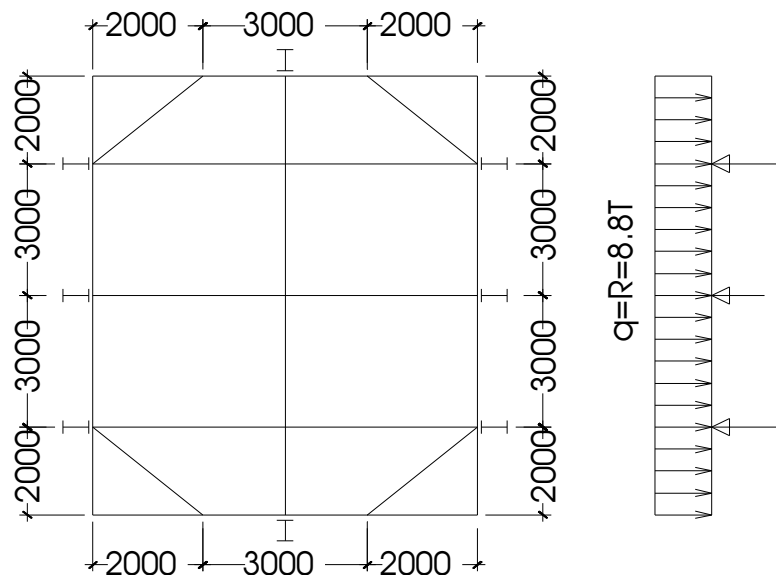
+ Các gối là các thanh chống với khoảng cách giữa các thanh chống là:

$l = 2 - 3\text{m}$  : Theo chiều ngang.

$l_1 = 3\text{ m}$  : Theo chiều dọc.

+ Tải trọng tác dụng lên thanh nẹp là phản lực gối  $R_B$  tính cho 1m bề rộng.  $R_B = 8.8\text{ T}$

Sơ đồ tính :



Mômen lớn nhất  $M_{\max}$  đ-ợc tính theo công thức gần đúng sau :

$$M_{\max} = \frac{q.l^2}{10} = \frac{88 \times 3^2}{10} = 7.92 (\text{Tm}).$$

Chọn tiết diện thanh nẹp theo công thức :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{yc}} < R_u = 2000 (\text{kg} / \text{cm}^2)$$

$$\Rightarrow W_{yc} \geq \frac{M_{\max}}{R_u} = \frac{7.92 \times 10^5}{2000} = 396 \text{ cm}^3.$$

$\Rightarrow$  Chọn thanh nẹp ngang định là thép chữ I có:

$$W_x > W_{yc} = 396 \text{ cm}^3.$$



**5.6. Tính toán thanh chống:**

Thanh chống chịu nén bởi lực tập trung.

$$\text{Lực phân bố tam giác: } q = p_n + p_d = 10.6 + 1.83 = 12.43(T)$$

+ Phản lực tại A lấy mô men đối với điểm B:

$$\Sigma M_A = 0 \Leftrightarrow R_B \cdot L_2 - q \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{H}{3}$$

$$(L_2 = H = 5.45m)$$

$$\Leftrightarrow R_B = \frac{qH}{2L_2} \cdot \frac{H}{3} = \frac{q \cdot h}{2 \cdot 3} = \frac{12.43 \cdot 10.6}{2 \cdot 3} = 21.96(T)$$

$$R_B = B = 21.96(T)$$

+ Duyệt thanh chịu nén:

$$\sigma = \frac{A}{\phi \cdot F_{ng}} \leq \sigma_{\text{cho}} -$$

Với  $l_0 = 2 \cdot l_1 = 6m$  (chiều dài thanh chịu nén)

$$\text{Ta có: } i = \sqrt{\frac{I}{F_{ng}}} = \sqrt{\frac{7080}{46.6}} = 12.34$$

Chọn nẹp đúng có:  $I = 7080 \text{ cm}^4$

$$F_{ng} = 46.5 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{600}{12.34} = 48.62$$

$$\phi = 1 - 0.8 \cdot \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0.8 \cdot \left( \frac{48.62}{100} \right)^2 = 0.81$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{A}{\phi \cdot F_{ng}} = \frac{12.43 \cdot 10^3}{0.81 \cdot 46.5} = 330(kG / cm^2)$$

$$\text{Với: } \sigma = 330(kG / cm^2) < \sigma_{\text{nen}} = 1700(kG / cm^2)$$

$\Rightarrow$  Thanh chống đạt yêu cầu

**6. Bơm hút n-ớc:**

Do có cọc ván thép và bê tông bít đáy nên n-ớc không thấm vào hố móng trong quá trình thi công, chỉ cần bố trí máy bơm để hút hết n-ớc còn lại trong hố móng. Dùng 2 máy bơm loại C203 hút n-ớc từ các giếng tụ tạo sự khô ráo cho bề mặt hố móng.

**7. Thi công đài cọc:**

- Tr-ớc khi thi công đài cọc cần thực hiện một công việc có tính bắt buộc đó là nghiệm thu cọc, xem xét các nhật ký chế tạo cọc, nghiệm thu vị trí cọc, chất l-ợng bê tông và cốt thép của cọc.

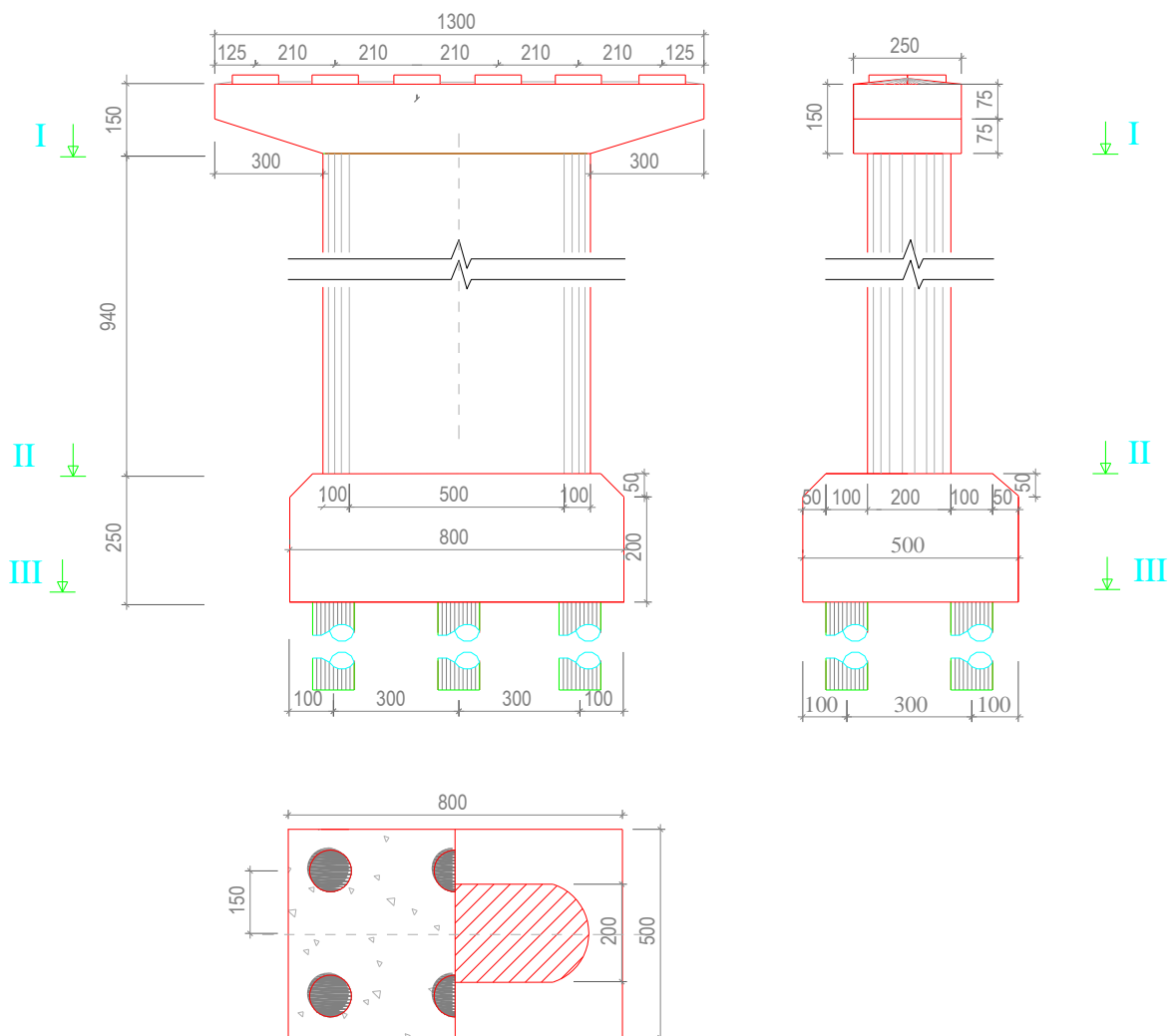
- Tiến hành đập đầu cọc.
- Dọn dẹp vệ sinh hố móng.

- Lắp dựng ván khuôn và bố trí các l-ới cốt thép.
- Tiến hành đổ bê tông bằng ống đổ.
- Bảo dưỡng bê tông khi đủ  $f'_c$  thì tháo dỡ ván khuôn.

#### IV. THI CÔNG TRỤ:

- Các kích th-ớc cơ bản của trụ và đài nh- sau:

#### CẤU TẠO TRỤ T2



#### 1. Yêu cầu khi thi công:

- Theo thiết kế kỹ thuật trụ thiết kế là trụ đặc bê tông toàn khối, do đó công tác chủ yếu của thi công trụ là công tác bê tông cốt thép và ván khuôn.
- Để thuận tiện cho việc lắp dựng ván khuôn ta dự kiến sử dụng ván khuôn lắp ghép. Ván khuôn đ-ợc chế tạo từng khối nhỏ trong nhà máy đ-ợc vận chuyển ra vị trí thi công, tiến hành lắp dựng thành ván khuôn.

- Công tác bê tông đ- ọc thực hiện bởi máy trộn C284-A công suất 40 m<sup>3</sup>/h, sử dụng đầm dùi bê tông bán kính tác dụng R = 0.75m.

## 2. Trình tự thi công nh- sau:

- Chuyển các khối ván khuôn ra vị trí trụ, lắp dựng ván khuôn theo thiết kế.
- Đổ bê tông vào ống đổ, tr- ớc khi đổ bê tông phải kiểm tra ván khuôn lại một lần nữa, bôi dầu lên thành ván khuôn tránh hiện t- ợng dính kết bê tông vào thành ván khuôn sau này.
- Đổ bê tông thành từng lớp dày 40cm, đầm ở vị trí cách nhau không quá 1.75R, thời gian đầm là 50 giây một vị trí, khi thấy n- ớc xi măng nổi lên là đ- ọc. Yêu cầu khi đầm phải cắm sâu vào lớp cũ 4 -5cm, đổ đầm liên tục trong thời gian lớn hơn 4h phải đảm bảo độ toàn khối cho bê tông tránh hiện t- ợng phân tầng.
- Bảo d- ỡng bê tông :Sau 12h từ khi đổ bê tông có thể t- ới n- ớc, nếu trời mát t- ới 3-4 lần/ngày, nếu trời nóng có thể t- ới nhiều hơn. Khi thi công nếu gặp trời m- a thì phải có biện pháp che chắn.
- Khi cường độ đạt 55% f'c cho phép tháo dỡ ván khuôn. Quá trình tháo dỡ ng- ọc với quá trình lắp dựng.

## 3. Tính ván khuôn tru:

### 3.1 . Tính ván khuôn dài tru.

- Đài có kích th- ớc :  $a \times b \times h = 8 \times 5 \times 2.5$  (m).
- Áp lực tác dụng lên ván khuôn gồm có:
  - + *áp lực bê tông t- ới.*
  - + *Lực xung kích của đầm.*

Chọn máy trộn bê tông loại C284-A có công suất đổ  $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Và đầm dùi có bán kính tác dụng là 0,75m.

Diện tích đài:  $8 \times 5 = 40 \text{ m}^2$ .

Sau 4h bê tông đổ lên cao đ- ọc: z

$$h = \frac{4Q}{F} = \frac{40 \times 4}{40} = 4(m) > 0.75(m)$$

Giả sử dùng ống vòi voi để đổ lực xung kích  $0,4 \text{ T/m}^2$ .

Áp lực ngang tác dụng lên ván khuôn là:

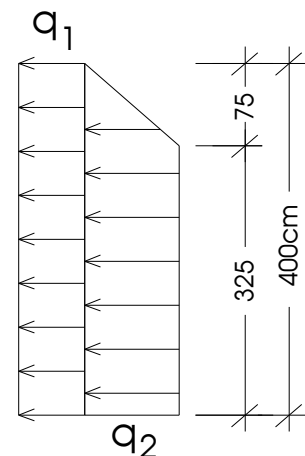
+ Do áp lực ngang của bê tông t- ới:

$$q_1 = 400 (\text{Kg/m}^2) = 0.4 (\text{T/m}^2) \quad , n = 1.3$$

+ Lực xung kích do đầm bê tông:  $h > 0,75 \text{ m}$  nên

$$q_2 = 2.4 \times 0.75 \times 10^3 = 1800 \text{ Kg/m}^2$$

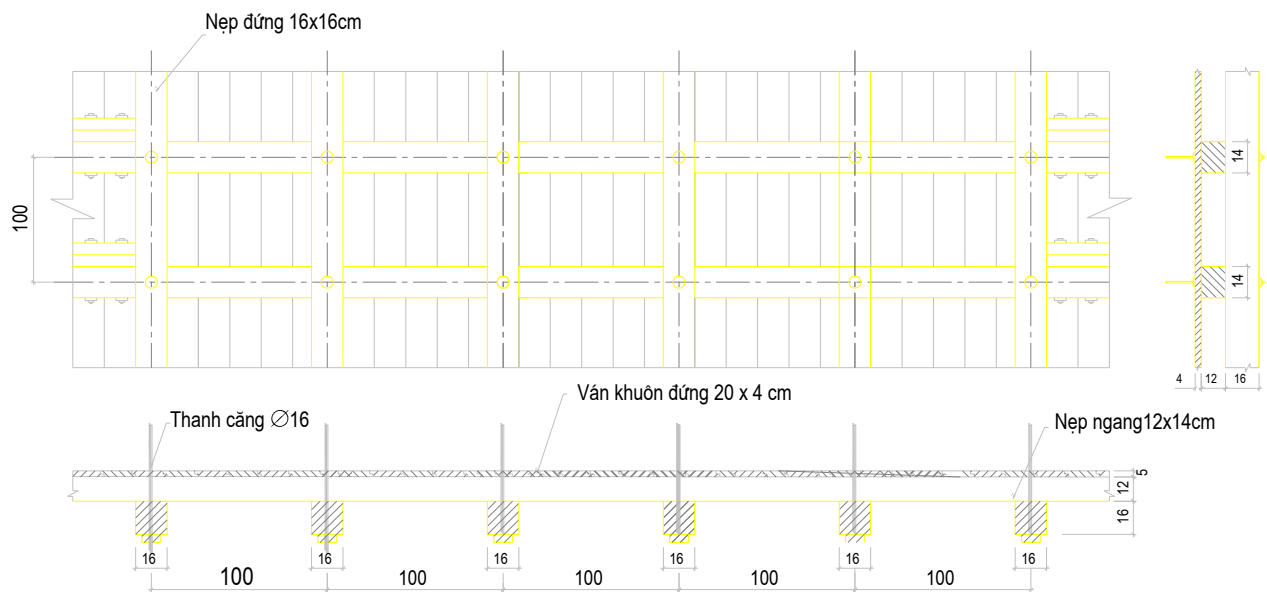
Biểu đồ áp lực thay đổi theo chiều cao đài nh- ng để đơn giản hóa tính toán và thi công ta coi áp lực phân bố đều:



$$q^{tc} = \frac{\frac{1800 \times 0.75}{2} + 1800 \times 2.45 + 400 \times 4}{4} = 1671.25 (\text{kg/m}^2)$$

$$q^{tt} = 1.3 \times 1671.25 = 2172.62 (\text{kg/m}^2)$$

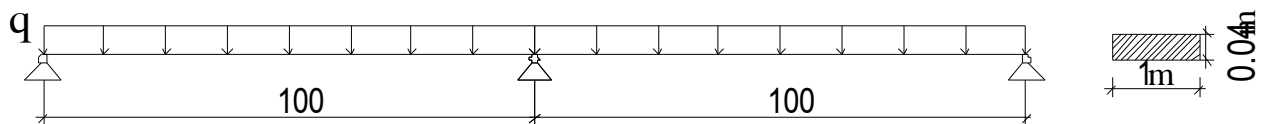
Chọn ván khuôn tru nh- sau:



### 3.2. Tính ván đứng:

Tính toán với 1m bề rộng của ván

Sơ đồ tính toán:



Mômen uốn lớn nhất:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{10} = \frac{2172.62 \times 1.0^2}{10} = 217.26 \text{ kgm}$$

Kiểm tra theo điều kiện nén uốn của ván :

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq R_u$$

Với  $W = \frac{bd^2}{6} = \frac{1 \times 0.04^2}{6} = 0.000267 (\text{m}^3)$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{217.26 \times 10^{-4}}{0.000267} = 81.37 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < R_u = 130 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$\Rightarrow$  Thỏa mãn điều kiện chịu lực

Kiểm tra độ võng :

$$f = \frac{5ql^4}{384EJ} < \frac{l}{250}$$

Trong đó :

- E : môđun đàn hồi của gỗ  $E_{dh} = 90.000 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
- l : chiều dài nhịp tính toán  $l = 100 \text{ cm}$
- J : mômen quán tính 1m rộng ván khuôn

$$J = \frac{b\delta^3}{12} = \frac{1 \times 0.04^3}{12} = 5.33 \times 10^{-6} \text{ (m}^4\text{)} = 533 \text{ (cm}^4\text{)}$$

- q là tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên ván khuôn.

$$q = 16.71 \text{ (kg/cm)}$$

$$\Rightarrow f = \frac{5 \times 16.71 \times 100^4}{384 \times 9 \times 10^4 \times 533} = 0.353 \text{ cm} < \frac{100}{250} = 0.4 \text{ cm}$$

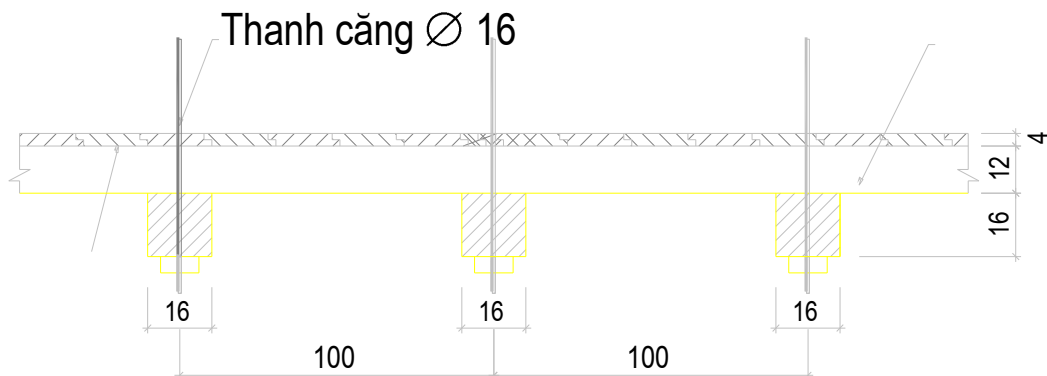
$\Rightarrow$  Vậy đảm bảo yêu cầu về độ võng.

### 3.3. Tính nẹp ngang:

- Nẹp ngang được tính toán nh- 1 dầm liên tục kê trên các gối là các thanh nẹp đứng.
- Tải trọng tác dụng lên ván đứng rồi truyền sang nẹp ngang.
- Với khoảng cách nẹp ngang lớn nhất là 1.5m ta quy đổi tải trọng từ ván đứng sang nẹp ngang.

$$q_{\text{nẹp ngang}} = q^u l_1 = 2172.62 \times 1.0 = 2172.62 \text{ (Kg/m)}$$

Sơ đồ tính:



+ Mômen lớn nhất trong nẹp ngang:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{10} = \frac{2172.62 \times 1.0^2}{10} = 217.262 \text{ kgm}$$

+ Chọn nẹp ngang kích thước (12 × 14cm)

$$W = \frac{h \cdot \delta^2}{6} = \frac{12 \times 14^2}{6} = 392 \text{ cm}^3$$

+ Kiểm tra ứng suất:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{217.262}{392} = 55.42 \text{ kg / cm}^2 \leq 130 \text{ kg / cm}^2$$

+ Duyệt độ võng:

$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{q l_2^3}{E \cdot J}$$

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{12 \times 14^3}{12} = 2744 \text{ cm}^4$$

$$q_{\text{vong}} = q^{tc} \cdot l_1 = 2172.62 \times 1.0 = 2172.62 \text{ kG / m}$$

$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{q l_2^3}{E \cdot J} = \frac{1}{48} \cdot \frac{2172.62 \times 100^3}{9 \times 10^4 \times 2744} = 0.183 \text{ cm} < \frac{100}{250} = 0.4 \text{ cm}$$

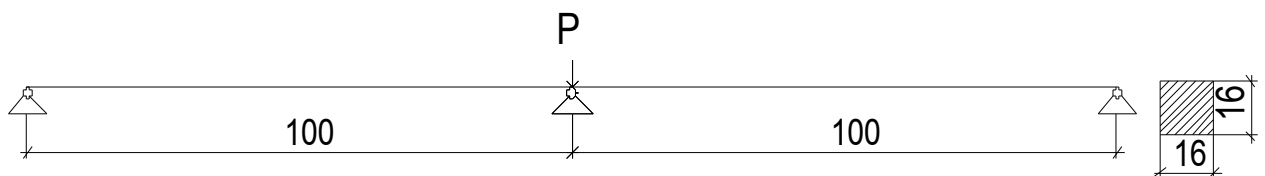
Kết luận : nẹp ngang đủ khả năng chịu lực

### 3.4. Tính nẹp đứng:

- Nẹp đứng đ- ợc tính toán nh- 1 dầm đơn giản kê trên 2 gối, chịu lực tập trung đặt ở giữa nhịp do tải trọng từ nẹp ngang truyền xuống

$$P_{tt} = q \times l_2 = 1738.1 \times 1.5 = 2607.15 \text{ (kg)}$$

+ Sơ đồ tính toán:



+ Mômen:

$$M_{\max} = \frac{P \cdot l}{6} = \frac{2607.15 \times 2.0}{6} = 869.05 \text{ Kgm}$$

+ Chọn nẹp đứng kích th- ớc (16x16) cm:

$$W = \frac{h \cdot \delta^2}{6} = \frac{16 \times 16^2}{6} = 682.7 \text{ cm}^3$$

+ Kiểm tra ứng suất:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{869.05}{682.7} = 127.3 \text{ kg / cm}^2 \leq 130 \text{ kg / cm}^2$$

+ Duyệt độ võng:

$$f = \frac{q l^3}{48 \cdot E \cdot J}$$

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{16 \times 16^3}{12} = 5461 \text{ cm}^4$$

$$q_{\text{vong}} = q^{tc} \times l_2 = 1336.8 \times 1.5 = 2005.2 \text{ kG / m}$$

$$f = \frac{q.l^3}{48.E.J} = \frac{20.05 \times 200^3}{48 \times 9 \times 10^4 \times 5461} = 0,0067cm < \frac{200}{400} = 0,5cm$$

Kết luận : nẹp đứng đủ khả năng chịu lực

### 3.5. Tính thanh căng:

- Lực trong dây căng :  $R = (p + q)l_2 \times l_1 = (200 + 1800) \times 1.0 \times 1.0 = 2000Kg$
- Khoảng cách thang căng:  $c = 1.0m$
- Dừng thang căng là thép CT3 có  $R = 1900kg/cm^2$ .

→ Diện tích yêu cầu

$$F = \frac{S}{R} = \frac{2000}{1900} = 1.053cm^2$$

⇒ Dừng thanh căng  $\Phi 16$  có  $F = 1.54 cm^2$

### 3.6. Tính toán gối vành l-ợc:

- Áp lực phân bố của bê tông lên thành ván:  $p_{bt} = 2.4 \times 0.75 = 1.8(T/m^2)$
- Áp lực ngang do đầm bê tông:  $p_d = 0.2T/m^2$
- Tải trọng tổng hợp tính toán tác dụng lên ván:

$$q_v = (p_{tx} + p_d) \times 1.3 \times 0.5 = (1.8 + 0.2) \times 1.3 \times 0.5 = 1300Kg/m^2$$

- Lực xé ở đầu tròn :  $T = \frac{q_v'' \times D}{2} = \frac{1300 \times 3}{2} = 1950(Kg)$

- Tính toán vành l-ợc chịu lực kéo T:

+ Kiểm tra theo công thức:  $\frac{T}{F} \leq R_k$

Trong đó:

F: diện tích đã giảm yếu của tiết diện vành l-ợc

$R_k$  : c-ờng độ chịu kéo của gối vành l-ợc  $R_k = 100kg/cm^2$

$$\Rightarrow F = \delta.b \geq \frac{T}{R_k} = \frac{1950}{100} = 19.50cm^2$$

Từ đó chọn tiết diện gối vành l-ợc :  $\delta = 4cm, b = 12cm$ . Có  $F = 4 \times 12 = 48cm^2$

## CHƯƠNG 2 : THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

### I. YÊU CẦU CHUNG:

- Sơ đồ cầu gồm 5 nhịp : (38x5) m
- Chọn tổ hợp giá lao cầu để thi công lao lắp dầm .
- Với nội dung đồ án thi công nhịp 38m , mặt cắt ngang cầu gồm 6 dầm I chiều cao dầm

$H = 1.9\text{m}$ , khoảng cách giữa các dầm  $S = 2.1\text{m}$

### II. TÍNH TOÁN SƠ BÔ GIÁ LAO NÚT THỪA:

Các tổ hợp tải trọng đ-ợc tính toán xem xét tới sao cho giá lao nút thừa đảm bảo ổn định, không bị lật trong quá trình di chuyển và thi công lao lắp, đồng thời đảm bảo khả năng chịu lực

- Tr-ờng hợp 1: Tổ hợp tải trọng bao gồm trọng l-ợng bản thân giá lao nút thừa. Trong quá trình di chuyển giá nút thừa bị hẫng ở vị trí bất lợi nhất. Phải kiểm tra tính toán ổn định trong tr-ờng hợp này.
- Tr-ờng hợp 2: Tổ hợp tải trọng tác dụng bao gồm trọng l-ợng bản thân giá lao nút thừa và trọng l-ợng phiên dầm. Trong quá trình lao lắp cần tính toán ổn định các thanh biên dầm

#### 1. Xác định các thông số cơ bản của giá lao nút thừa:

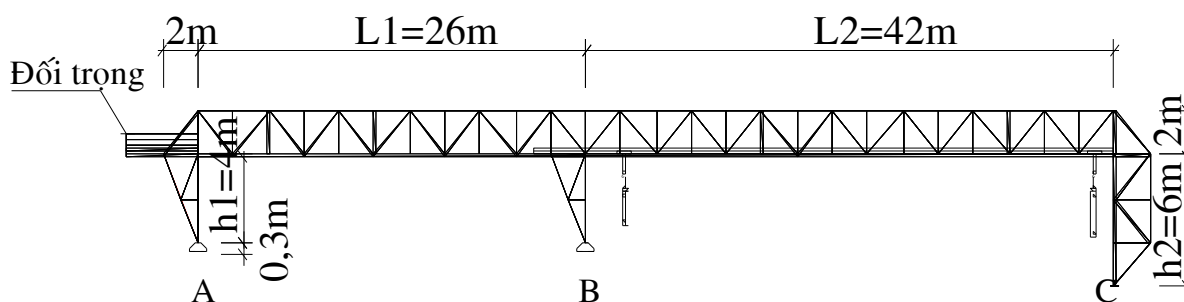
- Chiều dài giá lao nút thừa :

$$L_1 = 2/3 L_{\text{dầm}} = 26 \text{ m}$$

$$L_2 = 1.1 L_{\text{dầm}} = 1.1 \times 38 = 41.8\text{m} \rightarrow \text{chọn } L_2 = 42 \text{ m.}$$

- Chiều cao chọn  $h_1 = 4 \text{ m}$ ,  $h_2 = 6 \text{ m}$

#### Sơ đồ giá lao nút thừa

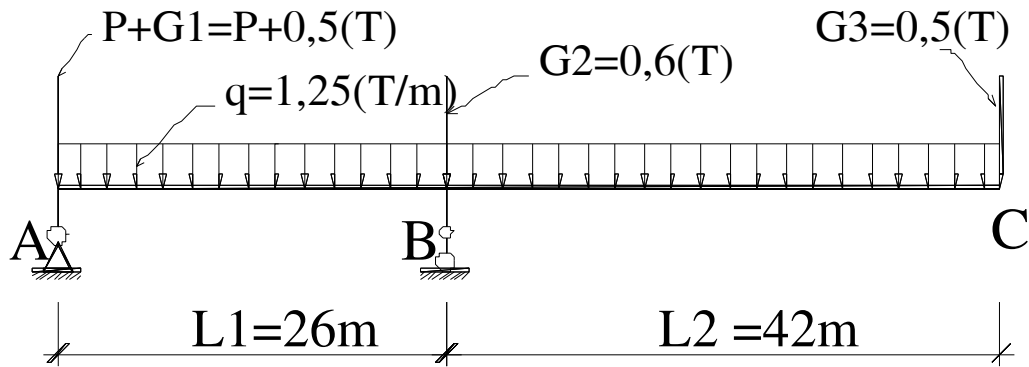


- Trọng l-ợng giá lao nút thừa trên 1 m dài =  $1.25\text{T/m}$
- Trọng l-ợng bản thân trụ tính từ trái sang phải là :  $G_1 = 0.5 \text{ T}$  ;  $G_2 = 0.6 \text{ T}$
- Trọng l-ợng bản thân trụ phụ đầu nút thừa :  $G_3 = 0.5 \text{ T}$

khi tổ hợp giá lao cầu di chuyển từ nhịp này sang nhịp khác trụ phụ của giá lao cầu chuẩn bị hạ xuống mũ trụ .

Khi đó dầm tự hẫng Sơ đồ xác định đối trọng P nh- sau:





## 2. Kiểm tra điều kiện ổn định của giá lao nút thừa quay quanh điểm B:

Ta có  $M_1 \leq 0.8 M_{cl}$  (1)

$$+ M_1 = G_3 \times L_2 + q \times L_2 \times L_2 / 2 = 0.5 \times 42 + 1.25 \times 42^2 / 2 = 697 (T.m)$$

$$+ M_{cl} = (P + 0.5) \times L_1 + q \times L_1^2 / 2 = (P + 0.5) \times 26 + 1.25 \times 26^2 / 2 = 26P + 260 (T.m)$$

Thay các dữ kiện vào ph- ơng trình (1) ta có :

$$697 \leq 0.8 \times (26P + 260) \Rightarrow P \geq 30.56 T$$

chọn  $P = 31 T$

- Xét mômen lớn nhất tại gối B :  $M_B = 697 (T.m)$

- Lực dọc tác dụng trong các thanh biên :

$$N_{\max} = \frac{M_{\max}^B}{h} = \frac{697}{2} = 348.5 T$$

(h=2 chiều cao giàn)

\* Kiểm tra điều kiện ổn định của thanh biên:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi * F} \leq R_0 = 1900 (kg / cm^2)$$

Trong đó : N là lực dọc trong thanh biên  $N = 348.5 T$

$\varphi$  : hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh  $\lambda$

với  $\lambda = l_0 / r_{\min}$  :  $l_0$  chiều dài tính toán theo hai ph- ơng làm việc = 2 m

Chọn thanh biên trên dầm đ- ợc gộp từ 4 thanh thép góc (250x160x18)

( $M_{201}$ )

Diện tích :  $F = 4 \times 71.1 = 284.4 cm^2$

Bán kính quán tính  $r_x = 7.99, r_y = 4.56$  chọn  $r_{\min} = r_y = 4.56 cm$

$$\lambda_{\max} = \frac{l_0}{r_{\min}} = \frac{200}{4.56} = 43.86 : \text{Tra bảng có } \varphi = 0.868$$

Thay vào công thức :  $\sigma_{\max} = \frac{N}{\varphi * F} = \frac{348500}{0,868 * 284,4} = 1411,7 \text{ (kG/cm}^2\text{)}$

Vậy  $\sigma_{\max} \leq R = 1900 \text{ Kg/cm}^2$  đảm bảo.

### **III. TRÌNH TỰ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP:**

- Lắp dựng tổ hợp giá lao nút thừa, lắp dựng hệ thống đỡ ngang ray của tổ hợp giá lao nút thừa và xe goòng vận chuyển
- Di chuyển tổ hợp giá lao nút thừa đến vị trí trụ T<sub>1</sub>
- Đánh dấu tìm dầm, sau đó vận chuyển dầm BTCT bằng xe goòng ra vị trí sau mố để thực hiện lao lắp dầm ở nhịp 1
- Vận chuyển dầm đến tổ hợp giá lao nút thừa dùng balăng , kích nâng dầm và kéo về phía trụ ( vận chuyển dầm theo phương dọc cầu)
- Khi dầm đến vị trí cần lắp đặt dùng hệ thống bánh xe và balăng xích đặt lên 2 dầm ngang của tổ hợp giá lao nút thừa, di chuyển dầm theo phương ngang cầu và đặt vào vị trí gối cầu
- Trong quá trình đặt dầm xuống gối cầu phải thường xuyên kiểm tra hệ thống tìm tuyến dầm và gối cầu. Công việc lao lắp dầm được thực hiện thứ tự từ ngoài vào trong
  - Sau khi lắp xong toàn bộ số dầm trên nhịp 1 tiến hành liên kết tạm chúng với nhau và di chuyển giá lao để lao lắp nhịp tiếp theo. Trình tự thi công lao lắp tiến hành tuần tự như nhịp 1
  - Sau khi lao lắp xong toàn bộ cầu thì tiến hành lắp đặt ván khuôn, cốt thép đổ bê tông mối nối và dầm ngang
  - Lắp đặt ván khuôn , cốt thép thi công gờ chắn xe , làm khe co giãn các lớp mặt đỡ ngang và lan can