

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

I. SỐ LIỆU TÍNH TOÁN:

I.1. Yêu cầu thiết kế :

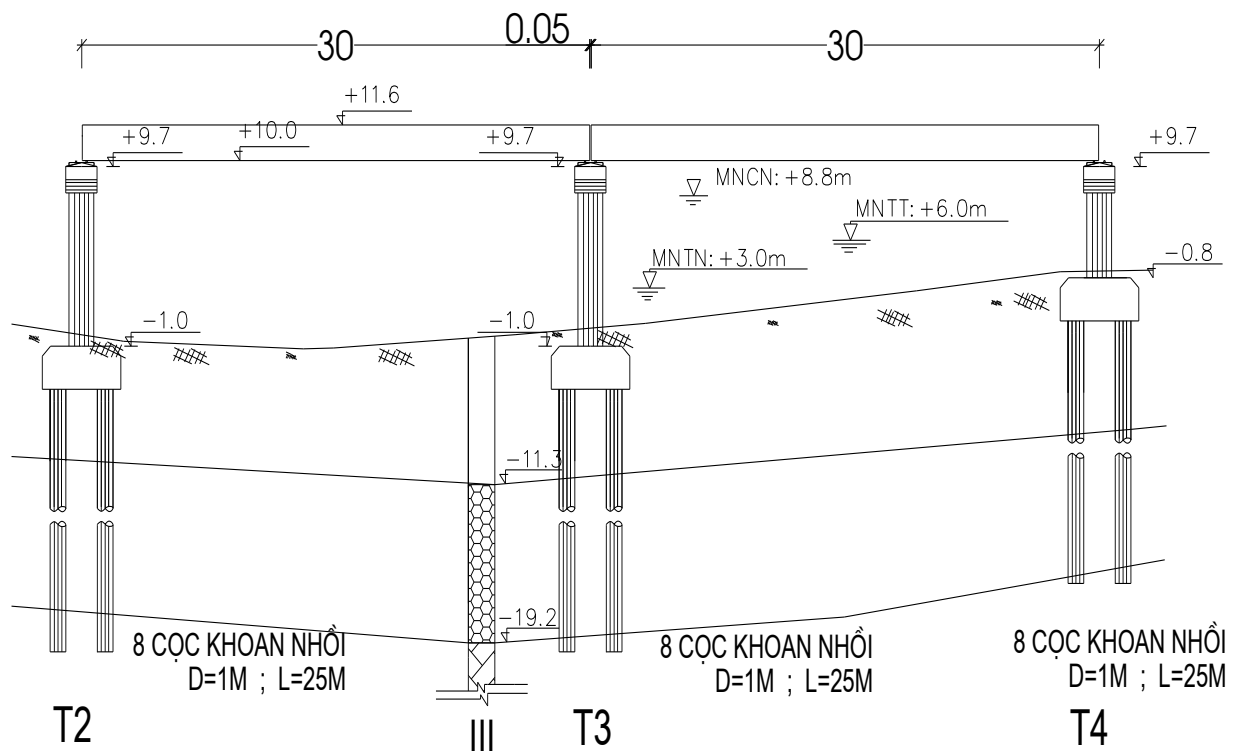
- Tính toán trụ T2 : phương án 1 .
- Tải trọng : HL93, đoàn người 300(kg/m²)
- Kết cấu nhịp trên trụ :
 - + Nhịp trái : dầm bê tông CT dài 30m : $l_{tt} = 29.4$ (m)
 - + Nhịp phải : dầm bê tông CT dài 30m : $l_{tt} = 29.4$ (m)
- Khổ cầu :
 $B = (9.0 + 2 \times 0.5) = 10.0$ (m)
- Mặt cắt ngang gồm 5 dầm BTCT cách nhau 2,0 m.
- Sông thông thuyền cấp V.

I.2. Quy trình thiết kế :

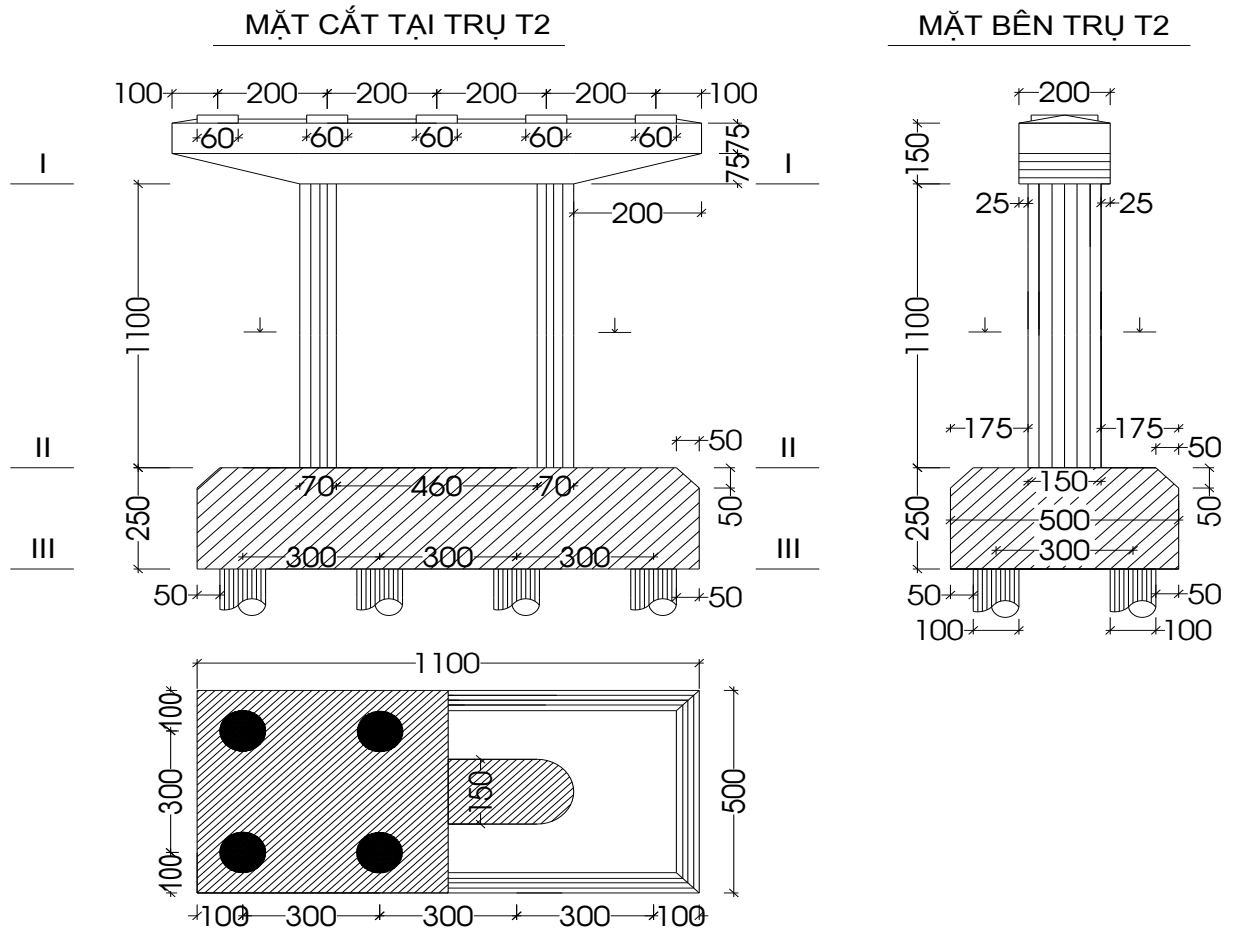
- Quy trình thiết kế 22TCN 272-05.

I.3. Kích thước trụ : (đơn vị cm)

Sơ đồ cầu :



Sơ đồ trụ :



1. Vị trí cao độ :

- Cao độ MNCN: +8.8 m
- Cao độ MNTT: +6.0 m
- Cao độ MNTN: +3.0 m

2. Các lớp địa chất :

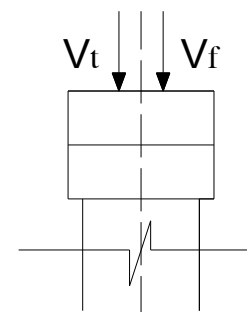
- Lớp 1 : Á cát.
- Lớp 2 : Á sét.
- Lớp 3 : Cát mịn.
- Lớp 4 : Cát thô.

3. Tải trọng tác dụng :

3.1. Tĩnh tải tác dụng (không hệ số):

3.1.1. Tĩnh tải Theo phương dọc cầu :

- + V_{DC}^{tr} : phản lực gối trái do trọng lượng nhịp (KN).
- + V_{DC}^f : phản lực gối phải do trọng lượng 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 lượng k/c nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- g_{dc}^f : trọng lượng k/c nhịp phải (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- g_{dw}^{tr} : trọng lượng lớp phủ –nhịp trái /1m.(KN/m)
- g_{dw}^f : trọng lượng lớp phủ –nhịp phải /1m.(KN/m)

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

a. Tính tải bản thân trụ:

Bao gồm toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu trụ cũng nh- của bộ 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
- + γ_i : trọng lượng riêng t-ong ứng thành phần thứ i.

-Trọng lượng (mũ trụ +đá tảng):

$$P_{mt} = V_x \gamma_{bt} = 2.7 \times 2.5 = 67.5T = 675KN$$

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

$$P_{tr} = V_x \gamma_{bt} = 99 \times 2.5 = 247.5T = 2475KN.$$

-Trọng lượng bộ móng:

$$P_m = V_m \times \gamma_{bt} = 76.75 \times 2.5 = 191.875T = 1918.75KN$$

b. Tính tải kết cấu phần trên:

- Tính tải phần 1: bao gồm trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp dầm $g_1 = 18.94$ KN/m

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

+Tính tải dầm ngang, mối nối, lan can: phân bố đều trên toàn chiều dài đ-ờng ảnh h-ởng với c-ờng độ $g_{2a} = 6.06$ KN/m

+Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài đ-ờng ảnh h-ởng với c-ờng độ

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

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 18.94 + 6.06 = 25 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 18.94 + 6.06 = 25 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DW} = 2.56 \text{ KN/m}$$

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 25 \cdot \frac{30}{2} = 375KN$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \frac{l_f}{2} = 25 \cdot \frac{30}{2} = 375KN.$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 2.56 \times \frac{30}{2} = 38.4KN$$

$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \frac{l_f}{2} = 2.56 \times \frac{30}{2} = 38.4KN$$

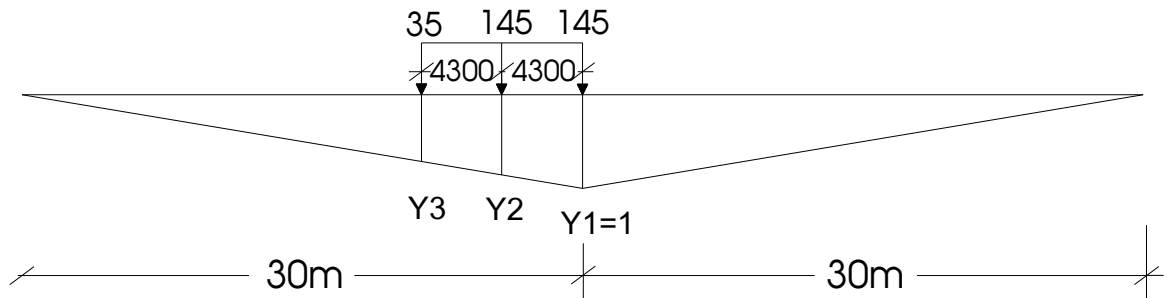
4. Hoạt tải thẳng đứng:

4.1. Doc cầu :

+ V_{ht}^{tr} : phản lực gối trái do hoạt tải .

+ V_{ht}^f : phản lực gối phải do hoạt tải .

- Tr-ờng hợp chất tải 1 nhịp (2 làn xe) :



-Do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = n_L \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L [145(y_1 + y_2) + 35y_3]$$

Trong đó :

+ γ_L : hệ số tải trọng xe tải tk , $\gamma_L = 1.75$.

+ IM : lực xung kích của xe , khi tính mô đun đặc thì $\left(1 + \frac{IM}{100}\right) = 1.25$

+ n_L : số làn chất tải .

+ m_L : hệ số làn xe. $\rightarrow$ 1 làn xe $m_L = 1.2$.

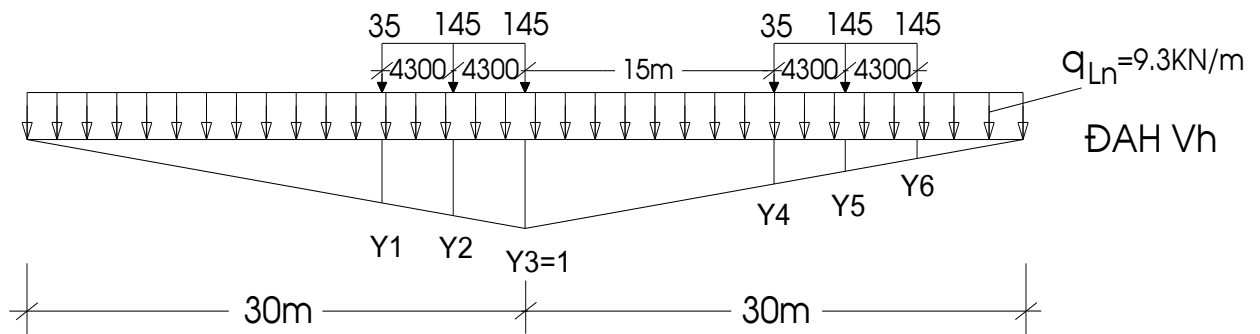
2 làn xe $m_L = 1$.

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 2 \times 1 \times 1.25 \times 1.75 \times [145(1 + 0.86) + 35 \times 0.72] = 1290 \text{ KN}$$

- * Tr-ờng hợp chất tải cả hai nhịp (2 làn xe) :

(vì hai nhịp giống nhau $l^{tr} = l^f = 30\text{m} \rightarrow$ tính cho $V_{ht}(\text{max})$)

Tr-ờng hợp $V_{ht}(\text{max}) :$



$+V_{ht}$:do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = 0.9 \times n_L \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \times [145(y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35(y_1 + y_4)]$$

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 0.9 \times 2 \times 1 \times 1.25 \times 1.75 \times [145(0.86 + 1 + 0.38 + 0.24) + 35(0.72 + 0.52)] = 1587KN$$

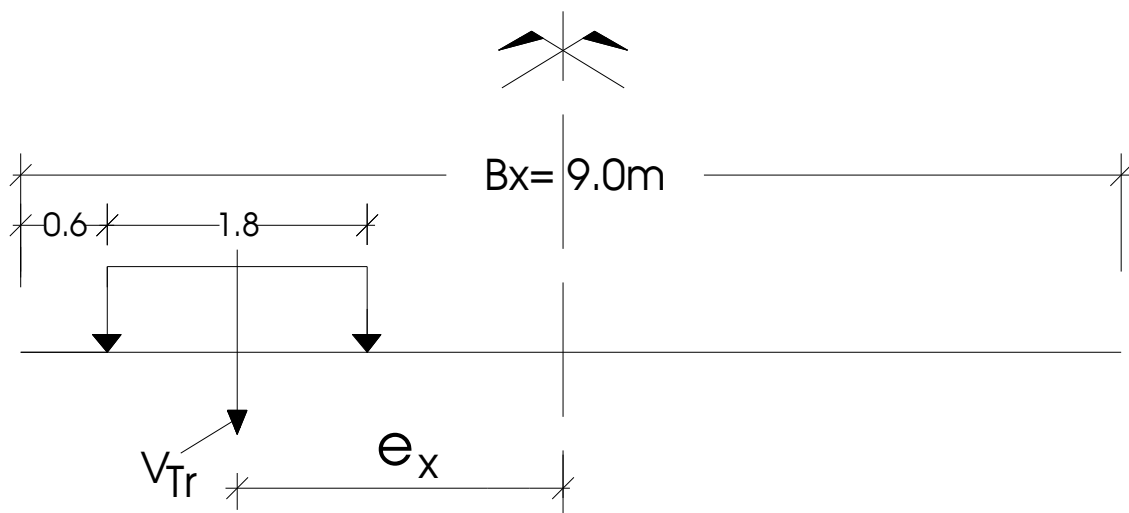
$+V_{ht}$:do tải trọng làn :

$$V_{ht}^{LN} = 0.9 \times q_{LN} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{LN} = 0.9 \times 9.3 \times (30 + 30) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 1757.7KN .$$

4.2. Ph- ơng ngang cầu (gồm 5 dầm T đặt cách nhau 2.0m) :

-Gần đúng xem nh- các tải trọng trực tiếp tác dụng lên mũ trụ ,tùy theo cấu tạo mặt cắt ngang → có các sơ đồ tác dụng của tải trọng :

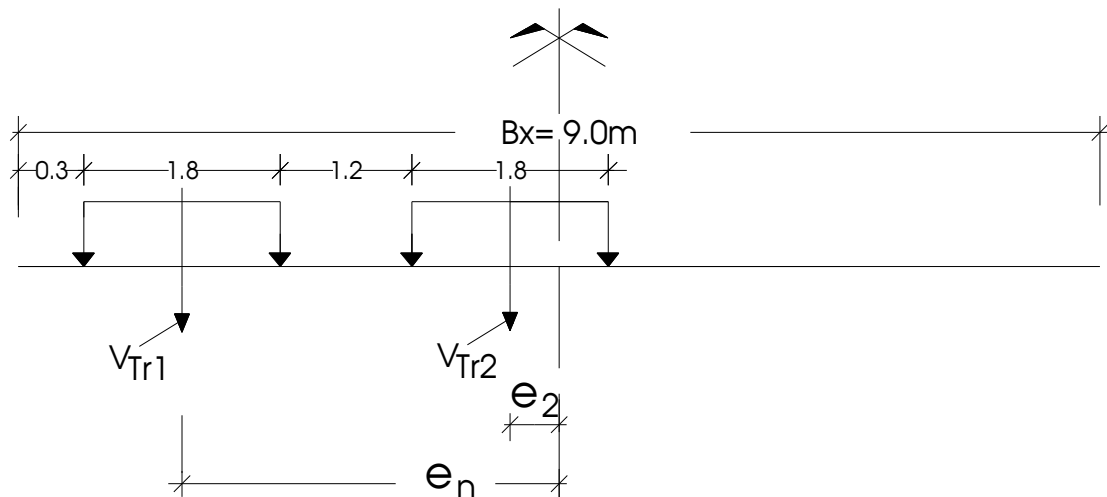
a. Chất 1 làn xe :



Ta tính :

$$e_x = \frac{9}{2} - 0.3 - \frac{1.8}{2} = 3.3m$$

b.Chất 2 làn xe +1 làn ng- ời :



Ta tính :

$$e_1 = \frac{9}{2} - 0.3 - \frac{1.8}{2} = 3.3m$$

$$e_2 = \frac{9}{2} - 0.3 - 1.8 - 1.2 - \frac{1.8}{2} = 0.3m$$

5. Lực hãm xe (lực nằm ngang theo ph- ơng 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:

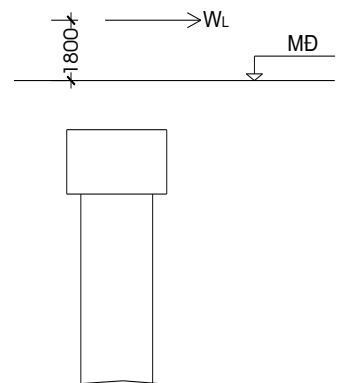
$\sum p_i$: là tổng trọng lực của tất cả các trục xe tải 3 trục.

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

+ Nếu dọc cầu xếp 2 xe tải thì : $\sum p_i = 0.9 \times 325 \times 2 = 585KN$.

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

6. Lực gió (gió ngang) :



6.1. Dọc cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

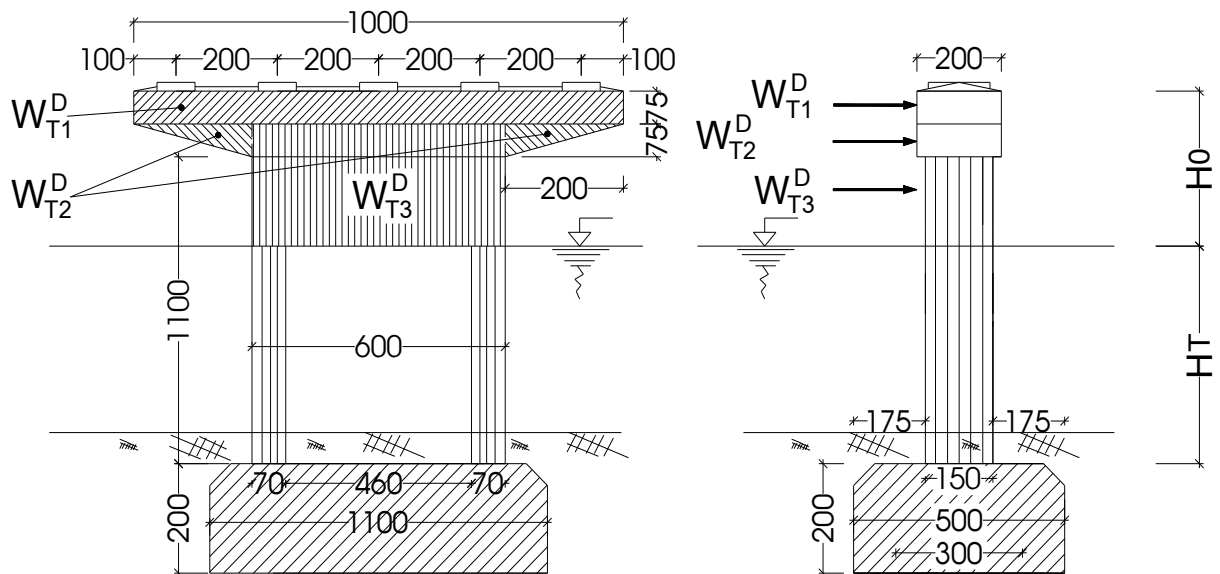
$$W_{Ti}^D = 0.0006V^2 \cdot A_i \cdot C_d > 1.8 \cdot A_i \text{ (KN)}$$

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 được 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 5.65 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 :

$$A_i = (2.5 \times 6 + 10 \times 0.75 + 1/2 \times 2 \times 2 \times 0.75 + 6 \times 0.75) = 28.5 (m^2).$$

Suy ra :

$$W_{Ti}^D = 0.0006.V^2.A_t.C_d = 0.0006 \times 59.4^2 \times 28.5 \times 1 = 60.335 \text{ KN} > 1.8.A_t = 51.3 (\text{KN})$$

→ 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 đường 1800mm.

$$\rightarrow W_x^D = q_G^D.B = 0.75 \times 10 = 7.5 \text{ KN}.$$

6.2. Theo phương 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 nước đến đỉnh trụ.

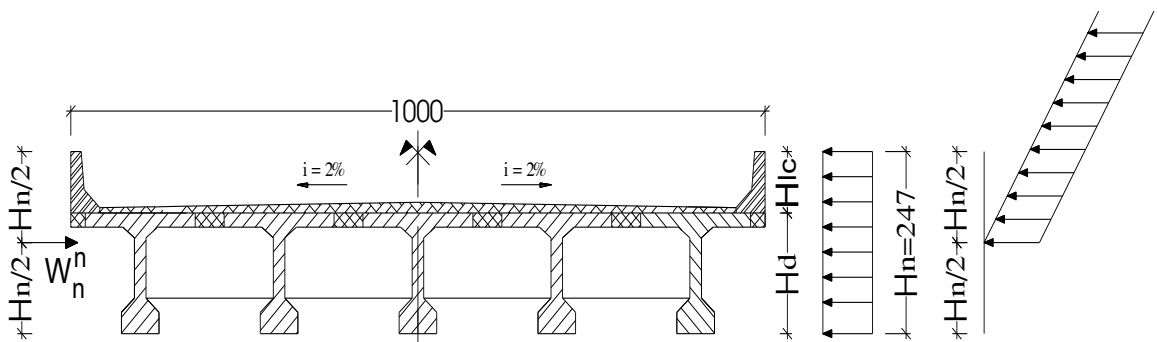
+ B_t : chiều rộng trụ (dọc cầu) .

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

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

→ thỏa mãn.

c. Gió ngang tác dụng vào kết cấu nhịp : W_n^n



+ q_G^n : tải trọng gió phân bố đều (KN/m) theo phương 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.

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 0.0006 \times 59.4^2 \times (0.865 + 1.6) \times \frac{(30 + 30)}{2} = 156.55 \text{ KN}$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe:

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

$$W_x^n = 1.5 \times \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 1.5 \times \frac{30 + 30}{2} = 45 \text{ KN}$$

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

7. Tải trọng do n-ớc:

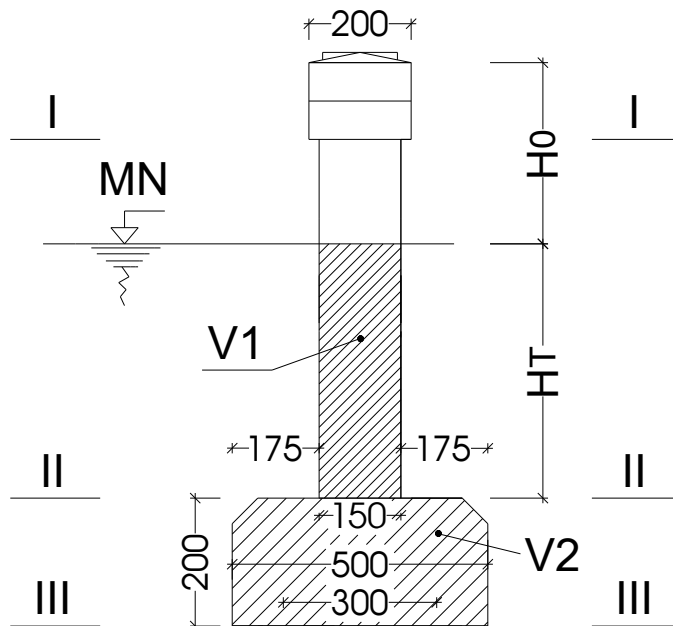
a. Áp lực đẩy nổi:

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 n-ớc,
từ mực n-ớc 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:

$$V = V_1 = \left(\frac{3.14 \times 1.5^2}{4} + 4.6 \times 1.5 \right) \times 5 = 43.3 \text{ m}^3$$

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

$$V = V_1 + V_2 = 43.3 + 2 \times 8 \times 5 = 123.3 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^II = 9.81.V = 9.81 \times 43.3 = 424.77 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9.81.V = 9.81 \times 123.3 = 1209.57 \text{ KN}$$

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 T4 có đặt gối cố định với giả thiết là lực hãm sẽ truyền xuống trụ theo tỷ lệ 100% nên trong tính toán coi như lực ma sát không đáng kể.

II. TÍNH NỘI LỰC:

Để tính thân trụ, móng nội lực thường tính ít nhất 3 mặt cắt. Yêu cầu đồ án ta đi tính tại mặt cắt II-II và III-III.

II.1. Theo phương dọc cầu : mặt cắt II-II và III-III.

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 + ng-ò.
- Mực nước cao nhất: +8.8m

a. Mặt cắt II-II:

• Tổng lực dọc :

$$N_{II} = 1.25(p_{mt} + p_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f) + 1.5(V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f) + V_{ht}^{tr} \times 1.75 \times 1.25 + 1.75(V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng}) - 1.25V_{dn}^{II}$$

$$N_{II} = 1.25(675 + 2475 + 375 + 375) + 1.5(38.4 + 38.4) + 1587 \times 1.75 \times 1.25 + 1.75 \times 1757 - 1.25 \times 43.3$$

$$\Rightarrow N_{II} = 11483.6 \text{ KN}$$

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

$$M_{II} = -(1.25V_{DC}^{tr} + 1.5V_{DW}^{tr}).e_t + (1.25V_{DC}^f + 1.5V_{DW}^f).e_f + 1.75 \times 1.25 \times W_L \times H_{II}$$

$$M_{II} = -(1.25 \times 375 + 1.5 \times 38.4) \times 0.5 + (1.25 \times 375 + 1.5 \times 38.4) \times 0.5 + 1.75 \times 1.25 \times 292.5 \times 14.92$$

$$\Rightarrow M_{II} = 9546.47 \text{ KN.m}$$

• 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 :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1.8 \text{ m} = 11 + 0.4 + 1.6 + 0.12 + 1.8 = 14.92 \text{ m}$$

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:

$$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25V_{dn}^m, \text{ với } V_{dn}^m = V_m = 8 \times 2.0 \times 5 = 80m^3 \text{ (thể tích bể móng).}$$

$$\Rightarrow N_{III} = 11483.6 + 1.25 \times 1918.75 - 1.25 \times 80 = 13782KN$$

- Tổng Mômen:

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 9546.47 + 292.5 \times 1.75 \times 1.25 \times 2 = 10826.16KN.m$$

- Tổng Lực ngang:

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

2. Dọc cầu TTGH sử dụng:

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{SD} = P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f + V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f + 1.25.V_{ht}^{TR} + V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng} - V_{dn}^{II}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{SD} = 675 + 2475 + 375 + 375 + 38.4 + 38.4 + 1.25 \times 1587 + 1757.7 - 43.3 = 7674.95KN$$

Tổng Mômen:

$$M_{II}^{SD} = -(V_{DC}^{tr} + V_{DW}^{tr}).e_t + (V_{DC}^f + V_{DW}^f).e_f + 1.25.W_L.H_{II}$$

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(375 + 38.4) \times 0.5 + (375 + 38.4) \times 0.5 + 1.25 \times 292.5 \times 14.92 = 5455.125KN.m$$

- Tổng Lực ngang:

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 7674.95 + 1918.75 - 80 = 9513.7KN$$

- Tổng Mômen:

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25.W_L.H_m = 5455.125 + 1.25 \times 292.5 \times 2 = 6186.375KN.m$$

- Tổng Lực ngang:

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

II.2. Theo phương ngang cầu: mặt cắt II-II và III-III.

1. Ngang cầu TTGH c-ờng đô 1:

- Hệ số tính tải >1, $\gamma = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp (1 làn xe lệch tâm về bên trái).
- Mức nước cao nhất: +8.8m

a. Mặt cắt II-II:

T-ơng tự nh- dọc cầu –trừ đi 1 nửa phản lực gối do tải trọng ng-ời.

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{II}^N = 11483.6KN$$

- Tổng Mômen:

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

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times 1587 + 1.75 \times 1757.7) \times 3.3 = 21606.87 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III}^N = 11483.6 + 1.25 \times 1918.75 - 1.25 \times 80 = 13782 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 21606.87 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

2. Ngang cầu TTGH sử dụng 1 :

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD} - \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II}^{SD} : \text{theo dọc cầu TTGHSD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 7674.95 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^N = 21606.87 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 7674.95 + 1918.75 - 80 = 9513.7 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 21606.87 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

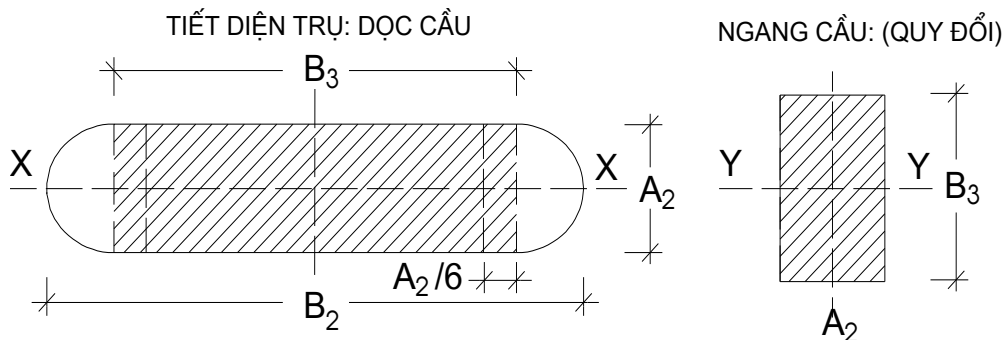
BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC :

Mặt cắt	Ph-ong dọc cầu			Ph-ong ngang cầu		
	TTGH CĐ1			TTGH CĐ1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	11483.6	9546.47	639.84	11483.6	21606.87	0
III-III	13782	10826.16	639.84	13782	21606.87	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	7674.95	5455.125	365.62	7674.95	21606.87	0
III-III	9513.7	6186.375	365.62	9513.7	21606.87	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 : $B_2 = 6m$, $A_2 = 1.5m$, trụ cao $H_t = 12.5m$.

Suy ra :

$$B_3 = 6 - 1.5 + \frac{1.5}{3} = 5m$$

$$F = B_3 \times A_2 = 5 \times 1.5 = 7.5m^2$$

$$J_x = B_3 \times \frac{A_2^3}{12} = 5 \times \frac{1.5^3}{12} = 1.406m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \frac{1.406}{7.5} = 0.433m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 12.5}{0.433} = 21.28 < 22 \rightarrow \text{bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.}$$

b. Theo phương ngang cầu:

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

Ta có: $J_y = A_2 \times \frac{B_3^3}{12} = 1.5 \times \frac{5^3}{12} = 15.625m^4$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \frac{15.625}{7.5} = 1.44m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 12.5}{1.44} = 8.68 \lll 22 \Rightarrow \text{thỏa mãn.}$$

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

$$N_{\max} = 11483.6 \text{ KN}, M_{\max} = 9546.47 \text{ (KN.m)}$$

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

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

F – Diện tích đáy móng: $F_m = 5 \times 1.5 = 7.5 \text{ (m}^2\text{)}$

W – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6} = \frac{5 \cdot 1.5^2}{6} = 1.875 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{11483.6}{7.5} + \frac{9546.47}{1.875} = 6622.6 \text{ (KN/m}^2\text{)} < R_n = 15000 \text{ (KN/m}^2\text{)} \Rightarrow \text{đạt}$$

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 ρ_t là từ 1-2%, trong đó ρ_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- ượng cốt thép trong trụ lấy $\rho_t = 0.015$

Nh- vậy diện tích cốt thép trong trụ là:

$$A_{st} = \rho_t A_g = 0.015 \times 7.5 \times 10^6 = 112500 \text{ mm}^2$$

Bố trí cốt thép theo cả hai phương ta chọn đường kính cốt thép là $\Phi 25$

$$\text{Số lượng thanh cốt thép bố trí : } n = \frac{A_{st}}{25^2 \times \frac{3.14}{4}} = 230 \text{ thanh}$$

Vậy : bố trí 230 thanh cốt thép $\Phi 25$

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 10cm

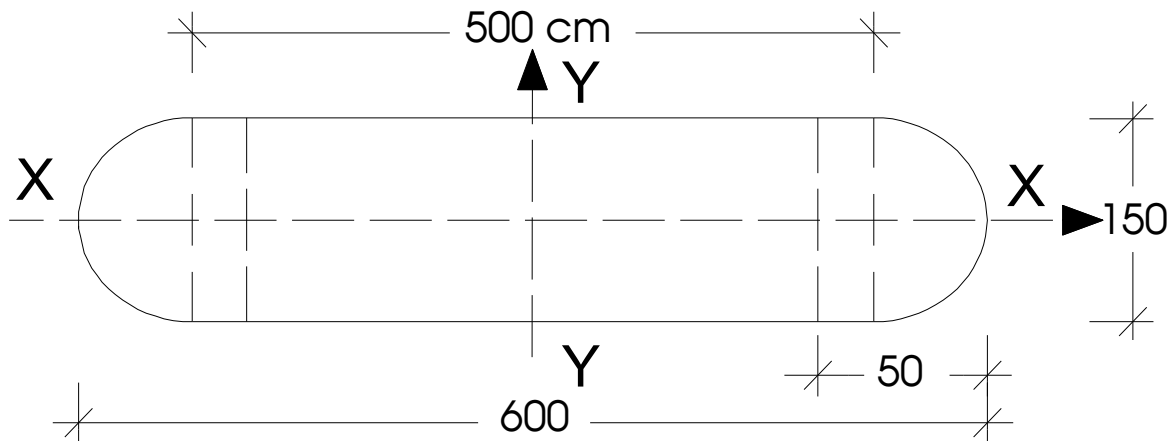
Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

Chọn cốt đai có đường kính $\Phi 16$.

4. Quy đổi tiết diện tính toán:

+ Tiết diện trụ chọn đường tròn theo một bán kính bằng 0.75m, 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 như 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 $\Phi 16$

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 :

+ ϕ : 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 phương (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 phương x $\rightarrow e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$ (mm)

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

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

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

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

Ta có : $0,10 \phi f'_c A_g = 0,1 \times 0,9 \times 30 \times 7.5 \times 1000 = 20250 \text{KN}$

Giá trị này lớn hơn tất cả các giá trị lực nén dọc trục N_z ở trong các tổ hợp ở TTGH CĐ, 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)

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

Tương 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 phương.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 5} = 0.455$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 1.5} = 1.52$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0.455 \times 0,85 = 0.387$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 1.52 \times 0,85 = 1.29$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left(5 - 0,132 - \frac{0.383}{2} \right) = 208590.606 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ry} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left(1.5 - 0,132 - \frac{1.386}{2} \right) = 30107.7 \text{ KNm}$$

$$+ \beta_1 = 0,85$$

+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		
CĐ1	11483.6	9546.47	21606.87	208590.606	30107.7	0.7634	đạt
TTSD	7674.95	5455.125	21606.87	208590.606	30107.7	0.7438	đạt

6. Tính Toán Mũ Trụ:

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times 0.78 \times [145(0.86 + 1 + 0.38 + 0.24) + 35(0.72 + 0.52)] = 508.57 \text{ KN}$$

$$P_{ht}^{lan} = 1.75 \times 9.3 \times \frac{(30 + 30)}{2} \times mg_{lan} = 1.75 \times 9.3 \times \frac{(30 + 30)}{2} \times 0.78 = 700.65 \text{ KN}$$

$$\omega_M = \frac{2.25 \times 2.25}{2} = 2.25 \text{ m}^2$$

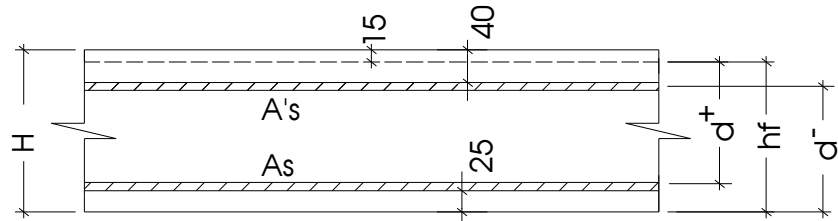
$$P_{ht} = P_{ht}^{3tr} + P_{ht}^{lan} = 508.57 + 700.65 = 1209.22 \text{ KN}$$

⇒ Mômen:

$$M = 1.25 \times g \times w_M + (P_t + P_{ht}) \times y = 1.25 \times 37.88 \times 2.25 + 1.25 \times (1724 + 1209.22) = 5773.0625 \text{ KN.m}^*$$

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 $f_y = 400\text{MPa}$

$$A_s = \frac{M}{330d} = \frac{5773.0625 \times 10^3}{330 \times 1499} = 11.67 \text{ (cm}^2\text{)}$$

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.

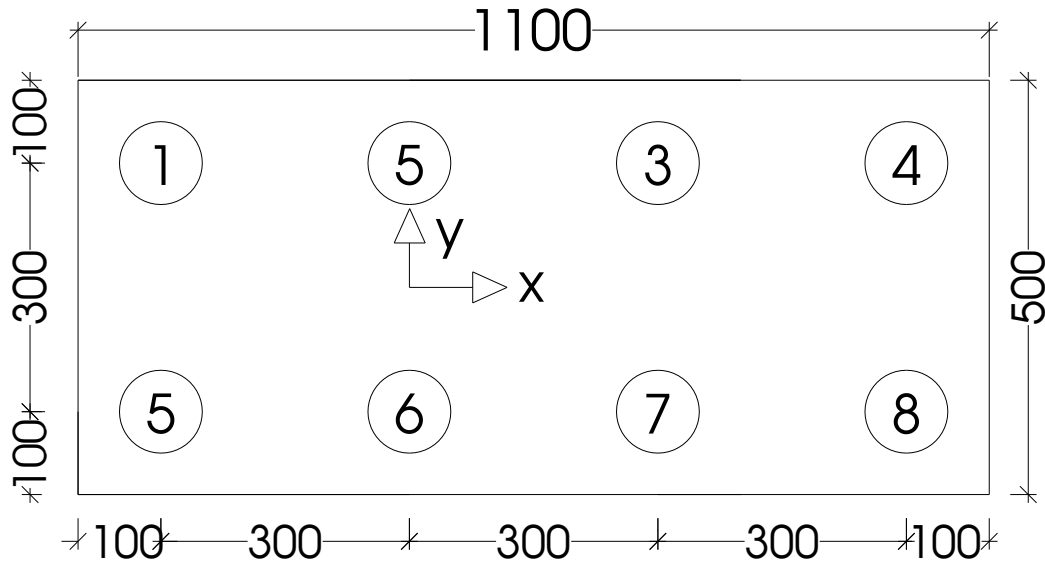
Với nội lực đầu cọc xác định đ-ợc, ta sẽ tiến hành kiểm tra khả năng chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc và khả năng chịu tải của lớp đá gốc đầu mũi cọc.

Số liệu tính toán:

Đ-ờng kính thân cọc	1000	mm
Cao độ đỉnh bệ cọc	-2.8	m
Cao độ đáy bệ cọc	-4.8	m
Cao độ mũi cọc (dự kiến)	-24.6	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	25	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 phương ngang cầu	3000	mm
---------------------------------	------	----

Bố trí cọc trên mặt bằng:



1. Xác định sức chịu tải cọc:

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

+ Bê tông cọc mác #300.

+ Cốt thép chịu lực $20\phi 25$ có cường độ 420MPa . đai tròn $\phi 10$ a200.

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

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 300\text{ kg/cm}^2$

- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 2400\text{ kg/cm}^2$

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 :

ϕ = 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 (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:

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

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

1.2. Xác định sức chịu lực nén của cọc đơn theo c- ở tầng độ đất nền:

Số liệu địa chất:

- Lớp 1: Lớp á cát.
- Lớp 2: Lớp á sét.
- Lớp 3: Lớp cát mịn.
- Lớp 4: Lớp cát thô

*. 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: $P_{dn} = \varphi_{pq} * P_p + \varphi_{qs} * P_s$

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 (mm^2)

+ A_p : diện tích mũi cọc (mm^2)

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

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

- 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 trụ 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 $A_s = L_{tt} \cdot P = 3,14 \cdot L_{tt}$ (m ²)	$q_s = 0,0025 \cdot N \cdot 10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	5	5	Vừa	4	15.7	10	157
Lớp 2	8	8	vừa	8	25.12	20	502.4
Lớp 3	6	6	Chặt vừa	15	18.84	37.5	706.5
Lớp 4	∞	2	Chặt	20	6.28	50	314
ΣP_s							1679.9

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057 \cdot N \cdot 10^3 = 0,057 \cdot 20 \cdot 1000 = 1140(\text{KN})$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

$$P_{dn} = 0,55 \cdot P_p + 0,55 \cdot P_s = 0,55 \times 1140 + 0,55 \times 1680 = 1551(\text{KN}) = 155(\text{T})$$

*Tính số cọc cho móng trụ:

$$n = \beta \cdot P / P_{cọc}$$

Trong đó:

β : hệ số kể đến tải trọng ngang;

$\beta = 1.5$ cho trụ, $\beta = 2.0$ cho móng (móng 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 trượt của đất đắp trên móng).

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

$$P_{cọc} = \min(P_{vl}, P_{nd})$$

Hạng mục	Tên	P_{vl}	P_{nd}	$P_{cọc}$	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ giữa	T2	1670.9	155	155	1209.22	1.5	7.8	8

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:

$$P_{max} \leq P_c$$

Trong đó:

- P_{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

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

Trong đó :

- P : tổng lực đứng tại đáy đài .
- n : số cọc, n = 6
- x_i, y_i : toạ 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 $P_c = 1551 \text{ KN}$

Trạng thái GHCD I

$$N_z = 11483.6 \text{ KN}$$

$$M_x = 9546.47 \text{ KNm}$$

$$M_y = 21606.87 \text{ KNm}$$

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X_i^2 (m ²)	Y_i^2 (m ²)	N_i (KN)	Yêu cầu
1	-4.5	1.5	20.25	2.25	1336.518	đạt
2	-1.5	1.5	2.25	2.25	1173.15	đạt
3	1.5	1.5	2.25	2.25	1306.8	đạt
4	4.5	1.5	20.25	2.25	1427.035	đạt
5	-4.5	-1.5	20.25	2.25	1324.73	đạt
6	-1.5	-1.5	2.25	2.25	1004.5	đạt
7	1.5	-1.5	2.25	2.25	1089.89	đạt
8	4.5	-1.5	20.25	2.25	1421.35	đạt