

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

I. SỐ LIỆU TÍNH TOÁN:

I.1. Yêu cầu thiết kế :

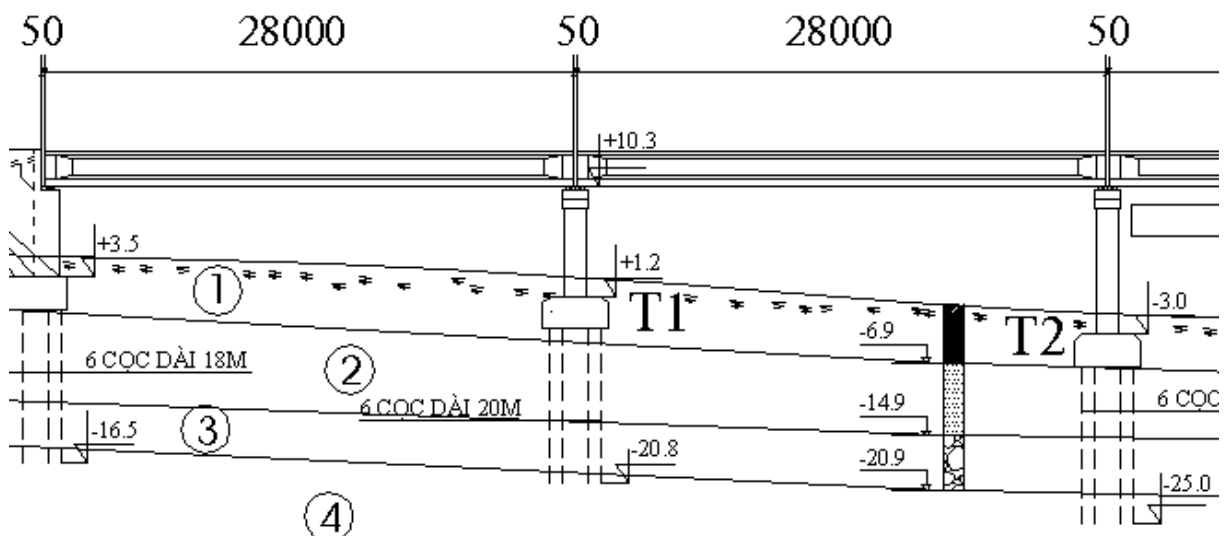
- Tính toán trụ T1 : phương án 1 .
- Tải trọng : HL93.
- Kết cấu nhịp trên trụ :
 - + Nhịp trái : dầm bê tông CT dài 28m : $l_{tt} = 28$ (m)
 - + Nhịp phải : dầm bê tông CT dài 28m : $l_{tt} = 28$ (m)
- Khổ cầu :
$$B = (8.0 + 2 \times 0.5) = 9.0 \text{ (m)}$$
- Mặt cắt ngang gồm 5 dầm BTCT cách nhau 1,8 m.
- Sông thông thuyền cấp V.

I.2. Quy trình thiết kế :

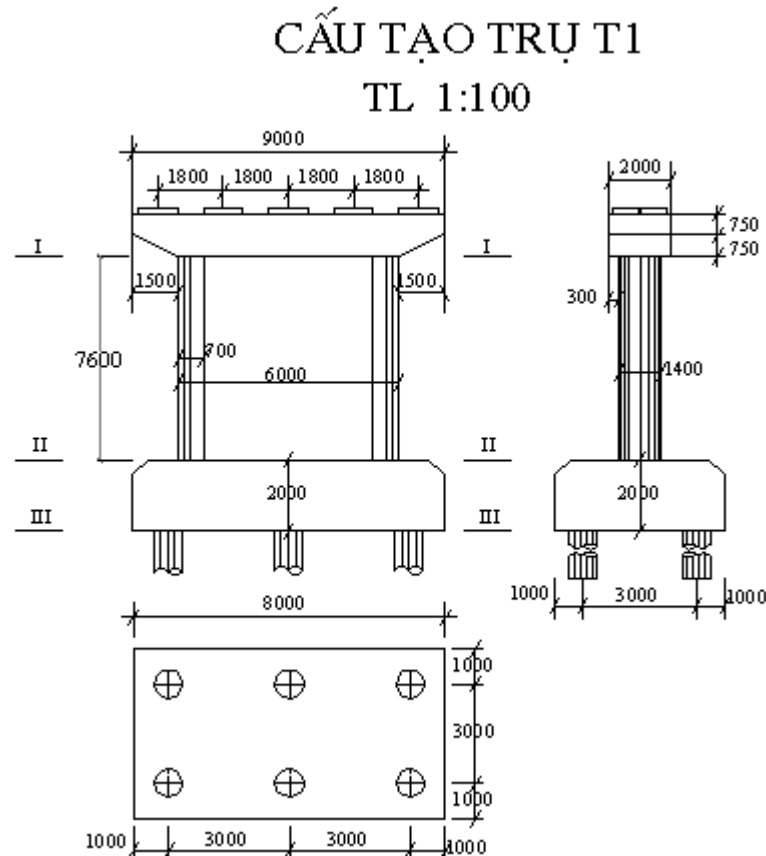
- Quy trình thiết kế 22TCN 272-05.

I.3. Kích thước trụ : (đơn vị cm)

Sơ đồ cầu :



Sơ đồ tru :



1. Vị trí cao độ :

- Cao độ MNCN: +9.8 m
- Cao độ MNTT: +5.0 m
- Cao độ MNTN: +2.0 m

2. Các lớp địa chất :

- Lớp 1 : á sét chảy.
- Lớp 2 : á sét cứng vừa.
- Lớp 3 : cát mịn.
- Lớp 3 : cát thô.

3. Tải trọng tác dụng :

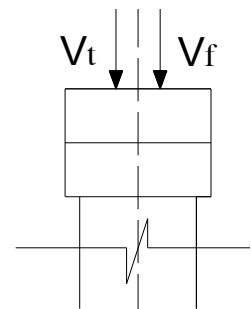
3.1. Tĩnh tải tác dụng (không hệ số):

3.1.1. Tĩnh tải Theo phương dọc cầu :

- + V_{DC}^{tr} : phản lực gối trái do trọng lượng k/c nhịp (KN).
- + V_{DC}^f : phản lực gối phải do trọng lượng k/c 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 như sau:

a. Tính tải bản thân trụ:

Bao gồm toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu trụ cũng như 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 tương ứng thành phần thứ i.

-Trọng lượng (mũ trụ +đá tảng):

$$P_{mt} = Vx\gamma_{bt} = 30.375 \times 2.5 = 75.94T = 759.4KN$$

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

$$P_{tr} = Vx\gamma_{bt} = 59.85 \times 2.5 = 149.6T = 1496KN$$

-Trọng lượng bộ móng:

$$P_m = V_m x \gamma_{bt} = 79.5 \times 2.5 = 198.8T = 1988KN$$

b. Tính tải kết cấu phần trên:

- Tính tải phần 1: bao gồm trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp dầm $g_1 = 20.64$ 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

+Tính tải dầm ngang, mối nối, lan can: phân bố đều trên toàn chiều dài dầm ảnh hưởng với chiều độ $g_{2a} = 6.3$ KN/m

+Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài dầm ảnh hưởng với chiều độ

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

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 20.64 + 6.3 = 26.94 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 20.64 + 6.3 = 26.94 \text{ KN/m}$$

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

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 26.94 \times \frac{28}{2} = 417.6KN$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \frac{l_f}{2} = 26.94 \times \frac{28}{2} = 417.6KN$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 2.56 \times \frac{28}{2} = 39.7KN$$

$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \frac{l_f}{2} = 2.56 \times \frac{28}{2} = 39.7KN$$

4. Hoạt tải thẳng đứng:

4.1. Dọc cầu:

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

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

Diagram of a trapezoidal channel cross-section. The channel has a top width of 145m and a bottom width of 35m. The pile group is 145m wide and 4300mm high. The channel bottom is 28m from the centerline to the side slopes. The pile group is centered on the channel bottom. The diagram shows the pile group is 145m wide and 4300mm high. The channel bottom is 28m from the centerline to the side slopes. The pile group is centered on the channel bottom.

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = n_L x m_L x (1 + \frac{IM}{100}) x \gamma_L [145(y_1 + y_2) + 35y_3]$$
$$\Rightarrow V_{bt}^{tr} = 2 \times 1 \times 1.25 \times 1.75 \times [145(1 + 0.86) + 35 \times 0.72] = 1290 \text{ KN}$$

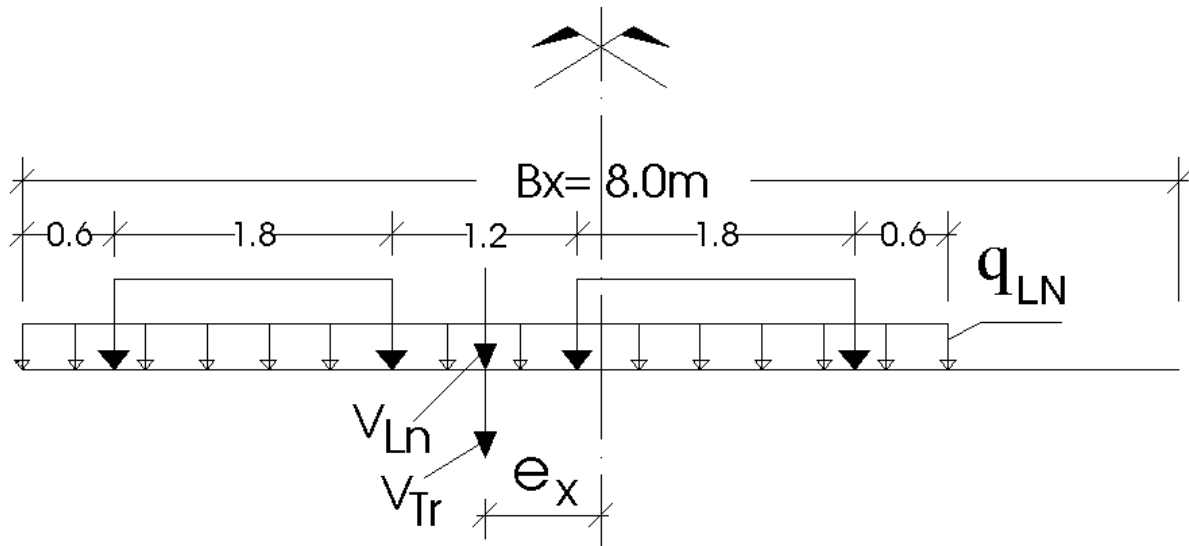
$+V_{ht}$:do tải trọng làn :

$$V_{ht}^{LN} = 0.9 \times q_{LN} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{LN} = 0.9 \times 9.3 \times (31 + 31) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 1816.3 \text{ KN}.$$

4.2. Phân bố ngang cầu (gồm 5 dầm T đặt cách nhau 1.8m) :

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

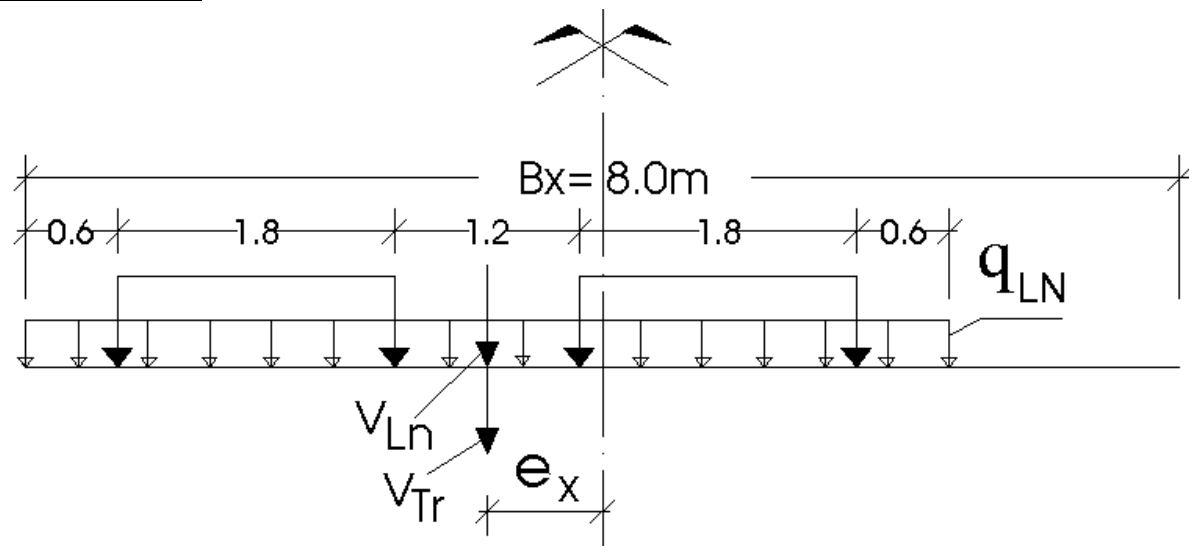
a. Chất 2 làn xe:



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 1\text{m}$$

b. Chất 2 làn xe:



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 1\text{m}$$

5. Lực hãm xe (lực nằm ngang theo phương dọc cầu): W_L (có hệ số).

- Được 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 hưởng của lực ngang xuống trụ nên khi tính toán, lấy tỉ lệ truyền bằng 100%.

- Lực hãm được lấy bằng 25% trọng lượng của các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn được đặt trong tất cả các làn thiết kế được chất tải theo điều 3.6.1.1.1 và coi như đi cùng một chiều. Các lực này được coi như tác dụng theo chiều nằm ngang cách phía trên mặt đường 1800mm theo cả hai chiều dọc để gây ra hiệu ứng lực lớn nhất. Tất cả các làn thiết kế phải được chất tải đồng thời đối với cầu và coi như đi cùng một chiều trong trường hợp lại.

- Phải áp dụng hệ số làn quy định trong điều 3.6.1.1.2

+ W_L : đặt cách mặt đường 1800mm.

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

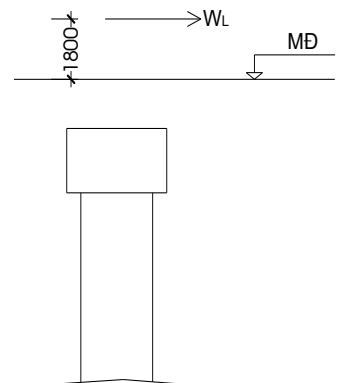
Trong đó:

$\sum p_i$: 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:

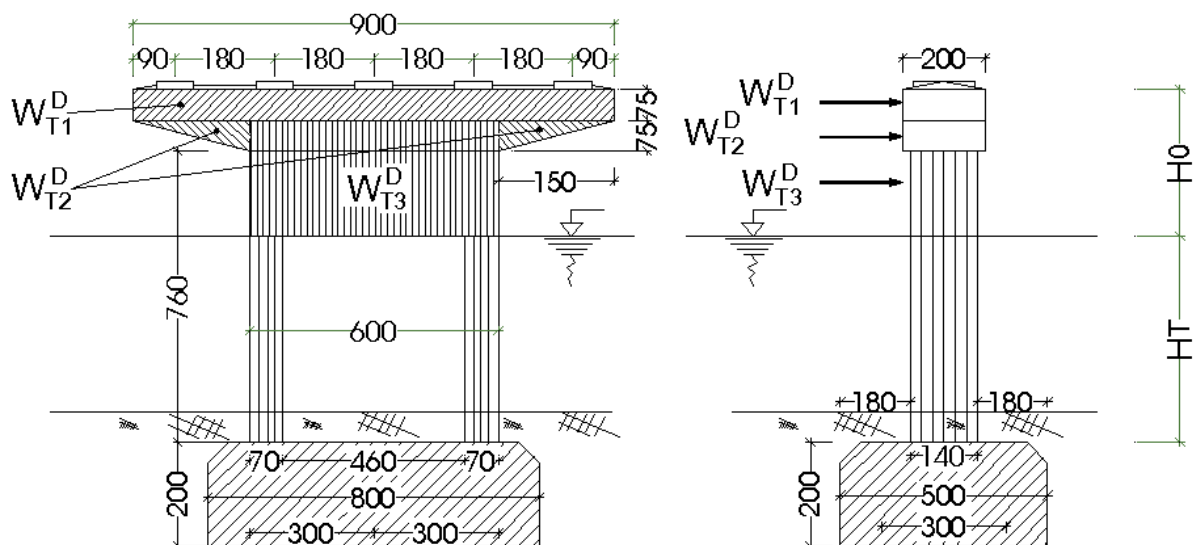
$$W_{Ti}^D = 0.0006 V^2 . A_i . C_d > 1.8 . A_i \text{ (KN)}$$

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:

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

Suy ra:

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

\rightarrow thỏa mãn.

b. Gió dọc cầu tác dụng lên xe:

$$W_x^D = q_G^D \cdot B$$

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 : tải trọng cách cao độ mặt đường 1800 mm.

$$\rightarrow W_x^D = q_G^D \cdot B = 0.75 \times 11.5 = 8.6 KN.$$

6.2. Theo phương ngang cầu:

a. Gió tác dụng lên trụ:

$$W_T^N = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t > 1.8 A_t$$

Trong đó:

+ A_t : diện tích chắn gió.

Từ hình vẽ: $A_t = H_0 \cdot B_t$

+ H_0 : là chiều cao từ mực nước đến đỉnh trụ.

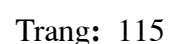
+ B_t : chiều rộng trụ (dọc cầu).

$$\Rightarrow A_t = H_0 \cdot B_t = 3.7 \times 6 = 22.2 (m^2)$$

$$\Rightarrow W_T^N = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t = 0.0006 \times 59.4^2 \times 22.2 = 47 KN > 1.8 A_t = 40 KN$$

\rightarrow thỏa mãn.

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



$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9.81.V = 9.81 \times 127.3 = 1248.5 \text{ KN}$$

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.
- Mức nước cao nhất: +3.45m

a. Mặt cắt II-II:

• Tổng lực dọc :

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

$$N_{II} = 1.25(759.4 + 1496 + 417.6 + 417.6) + 1.5(39.7 + 39.7) + 15.87 \times 1.75 \times 1.25 + 1.75 \times 1816 - 1.25 \times 47.3$$

$$\Rightarrow N_{II} = 11085.55 \text{ KN}$$

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

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

$$M_{II} = -(1.25 \times 417.6 + 1.5 \times 39.7) \times 0.5 + (1.25 \times 417.6 + 1.5 \times 39.77) \times 0.5 + 1.75 \times 1.25 \times 292.5 \times 1.47$$

$$\Rightarrow M_{II} = 7339 \text{ KN.m}$$

• 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 :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1.8 \text{ m} = 7.5 + 0.4 + 1.65 + 0.12 + 1.8 = 11.47 \text{ m}$$

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).

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III} = 11598.3 + 1.25 \times 1988 - 1.25 \times 80 = 13983KN$$

- Tổng Mômen:

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 7339 + 292.5 \times 1.75 \times 1.25 \times 2 = 8618.69KN.m$$

- Tổng Lực ngang:

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

2. Dọc cầu TTGH sử dụng:

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{II}^{SD} = 759.4 + 1496 + 417.6 + 417.6 + 39.7 + 39.7 + 1.25 \times 1587 + 1816 - 47.3 = 7215.45KN$$

Tổng Mômen:

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

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(417.6 + 39.7) \times 0.5 + (417.6 + 39.7) \times 0.5 + 1.25 \times 292.5 \times 1.47 = 4193.72KN.m$$

- 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:

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 7508.45 + 1988 - 80 = 9416.45KN$$

- Tổng Mômen:

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25.W_L.H_m = 4193.72 + 1.25 \times 292.5 \times 2 = 4924.97KN.m$$

- 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 tĩnh tải >1 , $\gamma = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe lệch tâm về bên trái).
- Mức nước cao nhất: +3.45m

a. Mặt cắt II-II:

T-ờng tự nh- dọc cầu.

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{II}^N = 11085.55KN$$

- Tổng Mômen:

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

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times 1587 + 1.75 \times 1816) \times 1 = 9085.13 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III}^N = 11085.55 + 1.25 \times 1988 - 1.25 \times 80 = 13470.55 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 9085.13 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

2. Ngang cầu TTGH sử dụng 1 :

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 7215.45 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^N = 9085.13 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W^{NSD} = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 7215.45 + 1988 - 80 = 9123.45 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 9085.13 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC :

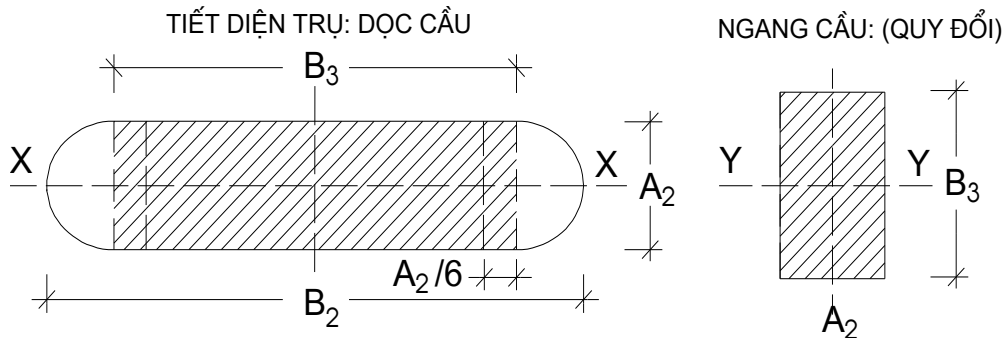
Mặt cắt	Ph- ơng dọc cầu			Ph- ơng ngang cầu		
	TTGH CĐ1			TTGH CĐ1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	11085.55	7339.00	639.84	11085.55	9085.13	0
III-III	13983.00	8618.69	639.84	13470.55	9085.13	0

	TTGH SD1			TTGH SD1		
II-II	7215.45	4193.72	365.62	7215.45	9085.13	0
III-III	9416.45	4924.97	365.62	8456.25	9085.13	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: $B_2 = 6m$, $A_2 = 1.4m$, trụ cao $H_t = 9.1m$.

Suy ra:

$$B_3 = 6 - 1.4 + \frac{1.4}{3} = 5.06m$$

$$F = B_3 x A_2 = 5.06 x 1.4 = 7.09m^2$$

$$J_x = B_3 x \frac{A_2^3}{12} = 5.06 x \frac{1.4^3}{12} = 1.157m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \frac{1.157}{7.09} = 0.404m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 9.1}{0.404} = 21.8 < 22 \rightarrow \text{bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.}$$

b. Theo phương ngang cầu:

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

Ta có: $J_y = A_2 x \frac{B_3^3}{12} = 1.4 x \frac{5.06^3}{12} = 15.11 m^4$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{15.11}{7.09}} = 1.46 m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 9.1}{1.46} = 6.16 \lll 22 \Rightarrow \text{thỏa mãn.}$$

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

$$N_{\max} = 11589.3 \text{ KN}, M_{\max} = 7339 \text{ (KN.m)}$$

- 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: $F_m = 5.06 \times 1.4 = 7.08 \text{ (m}^2\text{)}$

W – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a * b^2}{6} = \frac{5.06 * 1.4^2}{6} = 1.65 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{11589.3}{7.08} + \frac{7339}{1.65} = 6086.06 \text{ (KN/m}^2\text{)} < R_n = 15000 \text{ (KN/m}^2\text{)} \Rightarrow \text{đạt}$$

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:

$$A_{st} = \rho_t A_g = 0.015 \times 7.08 \times 10^6 = 106200 \text{ mm}^2$$

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

$$\text{Số l- ượng thanh cốt thép bố trí: } n = \frac{A_{st}}{25^2 \times \frac{3.14}{4}} = 217 \text{ thanh}$$

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

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 10cm

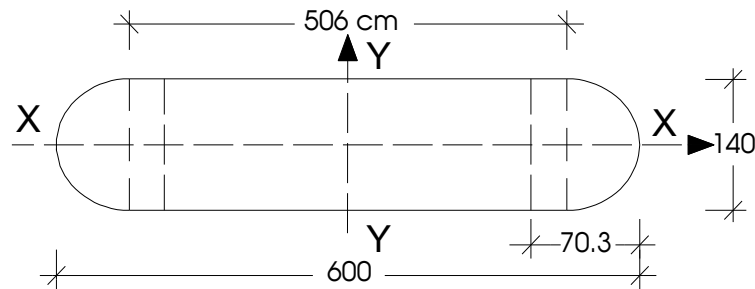
Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

Chọn cốt đai có đường kính $\Phi 16$.

4. Quy đổi tiết diện tính toán:

+ Tiết diện trụ chọn để bỏ 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 $\Phi 16$

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- ọc).

+ 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)

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

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

Ta có : $0,10 \phi f'_c A_g = 0,1 \times 0,9 \times 30 \times 7.09 \times 1000 = 19143 \text{KN}$

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.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 5,06} = 0,45$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 1,4} = 1,63$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0,45 \times 0,85 = 0,383$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 1,63 \times 0,85 = 1,386$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left(5,06 - 0,132 - \frac{0,383}{2} \right) = 21126685 \text{KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ry} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left(1,4 - 0,132 - \frac{1,386}{2} \right) = 25647,3 \text{KNm}$$

$$+ \beta_1 = 0,85$$

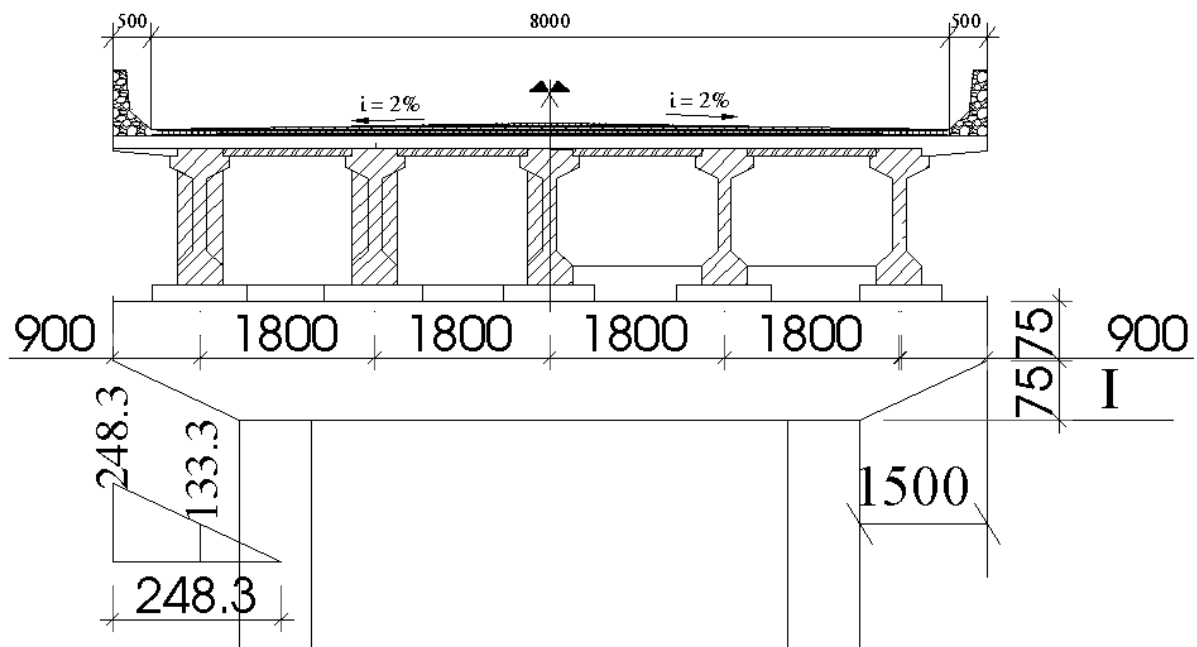
+ b : bề rộng mặt cắt (theo mỗi phương là khác nhau).

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	11598.30	7339.00	9085.13	211266.85	25647.30	0.388971	đạt
TTSD	7508.45	4193.72	9085.13	211266.85	25647.30	0.374083	đạt

6. Tính Toán Mũ Trụ:

Sơ đồ:



- Mũ trụ làm việc nh- ngầm công xôn

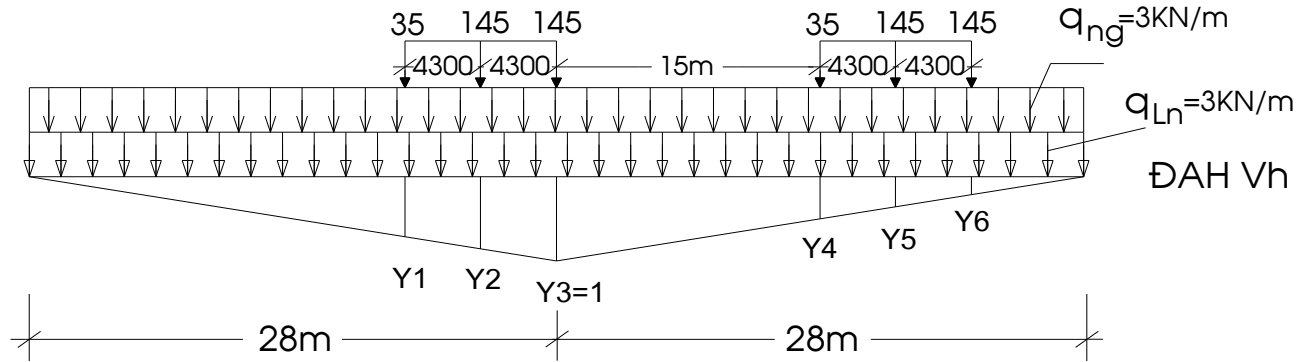
$$l_{tt} = 2.25 + \frac{R}{3} = 2.25 + \frac{0.7}{3} = 2.483 \text{ (m)}$$

- Tải trọng tác dụng lên phần công xôn là:

$$+ \text{Do trọng l- ọng bản thân: } g_1 = 2 \cdot 20.64 = 41.28 \text{ (KN / m)}$$

$$+ \text{Do tĩnh tải phần bên trên: } P_t = P_{dc+dn+mn+lc} + P_{lp} = 1620.14 \text{ KN .}$$

+ Do hoạt tải:



$$P_{ht}^{3tr} = 0.9x m_L x \left(1 + \frac{IM}{100}\right) x \gamma_L x m g_{tr} x [145(y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35(y_1 + y_4)]$$

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9x 1.25x 1.75x 0.287x [145(0.86 + 1 + 0.38 + 0.24) + 35(0.72 + 0.52)] = 508.57 KN$$

$$P_{ht}^{lan} = 1.75x 9.3x \frac{(28+28)}{2} x m g_{lan} = 1.75x 9.3x \frac{(28+28)}{2} x 0.287 = 537.32 KN$$

$$P_{ht}^{ng} = 1.75x 3x \frac{(28+28)}{2} x m g_{ng} = 1.75x 3x \frac{(28+28)}{2} x 1.065 = 173.33 KN$$

$$\omega_M = \frac{2.483 \times 2.483}{2} = 3.083 m^2$$

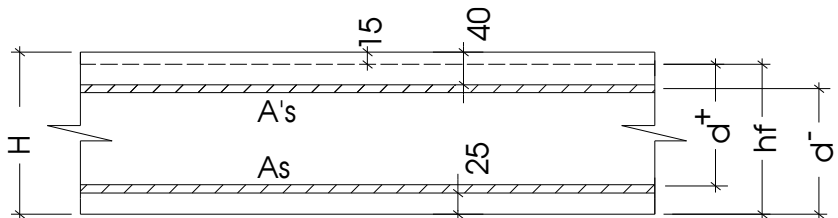
$$P_{ht} = P_{ht}^{3tr} + P_{ht}^{lan} + P_{ht}^{ng} = 508.57 + 537.32 + 173.33 = 1219.22 KN$$

⇒ Mômen:

$$M = 1.25x g x w_M + (P_t + P_{ht})x y = 1.25x 41.28x 3.083 + 1.333x (1620.14 + 1219.22) = 5943.95 KN.m$$

*. Tính và bố trí cốt thép:

Sơ đồ: (Hình bên)



- chiều dày mũ trụ H=1500mm, lớp bảo vệ 15mm → $h_f = 1500 - 15 = 1485 mm$

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

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

$$A_s = \frac{M}{330d} = \frac{5943.95 \times 10^3}{330 \times 1499} = 12.02 (cm^2)$$

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

IV. TÍNH TOÁN MÓNG CỌC KHOAN NHỒI:

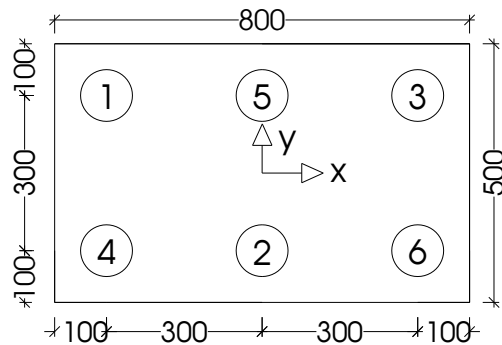
Theo quy trình 22TCN 272-05, việc kiểm toán sức chịu tải của cọc quy định trong điều 10.5 theo trạng thái giới hạn sử dụng và trạng thái giới hạn c-ờng độ. Trong phạm vi đồ án, chỉ thực hiện kiểm toán sức chịu tải của cọc theo khả năng kết cấu và đất nền.

Với nội lực đầu cọc xác định được, 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:

Đường kính thân cọc	1000	mm
Cao độ đỉnh bệ cọc	-4.1	m
Cao độ đáy bệ cọc	-6.1	m
Cao độ mũi cọc (dự kiến)	-29.6	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	25	m
Đường kính thanh cốt thép dọc	25	mm
Cường độ bê tông cọc	30	Mpa
Cường độ cốt thép cọc	420	Mpa
Cự li cọc theo phương 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 $(\varphi)_i$ 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 trong 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 theo 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 nén của cọc đơn theo công thức đất nền:

Số liệu địa chất:

- Lớp 1 : á sét chảy.
- Lớp 2 : á sét cứng vừa.
- Lớp 3 : cát mịn.
- Lớp 3 : 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: $P_{dn} = \varphi_{pq} \cdot P_p + \varphi_{qs} \cdot P_s$

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 (mm^2)

$+A_p$: diện tích mũi cọc (mm^2)

$+ \varphi_{qp}$: 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 $\varphi_{qp} = 0.55$.

$+ \varphi_{qs}$: 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 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 $A_s=L_{tt}.P=3,14.L_{tt}$ (m ²)	$q_s=0,0025.N.10^3$ (KN)	$P_s=A_s.q_s$ (KN)
Lớp 1	6.5	6.5	Vừa	20	25.12	50	756
Lớp 2	8	8	Chặt vừa	35	25.12	87.5	1498
Lớp 3	6	6	Chặt	40	28.3	100	2330
Lớp 4	∞	4.5	Chặt	40	28.3	100	1700
ΣP_s							6284

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057.N.10^3 = 0,057.40.1000 = 2280(KN)$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

$$P_{dn} = 0,55. P_p + 0,55. P_s = 0,55 \times 2280 + 0,55 \times 6284 = 4710(KN) = 471(T)$$

*Tính số cọc cho móng trụ:

$$n = \beta \times P / P_{cọc}$$

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	T3	1670.9	471.0	471.0	1294.2	1.5	2.75	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:

$$P_{max} \leq P_c$$

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

$$P_{\max} = \frac{P}{n} + \frac{M_x \cdot y_{\max}}{\sum_1^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{\max}}{\sum_1^n x_i^2}$$

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 ph- ong x, y.

Kiểm toán cọc với $P_c = 4710 \text{ KN}$

Trạng thái GHCD I

$$N_z = 11598.3 \text{ KN}$$

$$M_x = 7339.0 \text{ KNm}$$

$$M_y = 9085.13 \text{ KNm}$$

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X_i^2 (m ²)	Y_i^2 (m ²)	N_i (KN)	Yêu cầu
1	-3	1.5	9	2.25	3651.2	đạt
2	0	-1.5	0	2.25	3402.3	đạt
3	3	1.5	9	2.25	4623.6	đạt
4	-3	-1.5	9	2.25	3601.25	đạt
5	0	1.5	0	2.25	3402.3	đạt
6	3	-1.5	9	2.25	2602.5	đạt