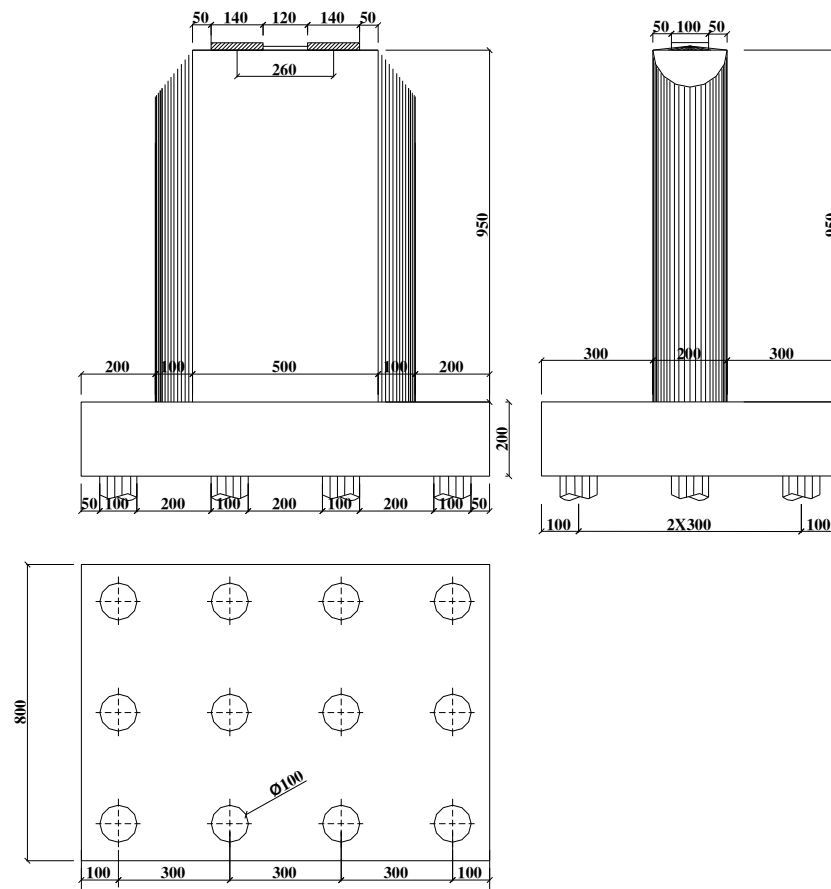


Phần II
Thiết kế kỹ thuật

V. TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

V.1 KÍCH THƯỚC HÌNH HỌC CỦA TRỤ.



V.2 TẢI TRỌNG VÀ CÁC TỔ HỢP TẢI TRỌNG.

1. Số liệu tính toán :

Bê tông trụ 300#, $f'_c = 30$ Mpa.

Thép CIII, $f_y = 400$ Mpa.

Đ- ờng kính thanh cốt thép $D = 25$ mm.

Cao độ đỉnh trụ: +77.5 m

Cao độ đỉnh móng : +68. m

Cao độ đáy móng : +66m

Mực n- ớc cao nhất : +76.5 m

Mực n- ớc thấp nhất : +71.0 m

Mực n- ớc thông thuyền : +73.0 m

2. Xác định lực tác dụng vào trụ

Trong phạm vi đồ án, phần tính toán trụ cầu xem xét đến các loại tải trọng sau:

Tải trọng kết cấu phần trên	DC1
Tải trọng lớp phủ mặt cầu	DW
Tải trọng lan can	DB
Tải trọng bản thân trụ	DC

Tải trọng hoạt tải xe thiết kế	LL
Tải trọng bộ hành	PL
Lực xung kích	IM
Lực hãm xe	BR
Tải trọng gió	WS
Lực va tàu	CV
Áp lực n-ớc	WA
Tổ hợp tải trọng	

Tổ hợp tải trọng xem xét đến các tổ hợp tải trọng với các hệ số tải trọng sau:

TTGH	Hệ số tải trọng γ_i						
	γ_{DC}	$\gamma_{LL}, \gamma_{BR}, \gamma_{PL}$	γ_{DW}	γ_{WA}	γ_{WS}	γ_{WL}	γ_{CV}
C-ờng độ I	1.25	1.75	1.50	1.00			
Sử dụng	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	

V.3 XÁC ĐỊNH CÁC TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN TRỤ

1) Tĩnh tải:

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

a) Tĩnh tải phần 1:

Tĩnh tải nhịp phần 1 bao gồm trọng l-ợng bản thân của toàn bộ kết nhịp dầm. (DC1)

Giá trị này ta lấy kết quả xuất từ MIDAS (reaction) tại vị trí trụ.

$$N_{DC1} = 15686.21 \text{ KN}$$

b) Tĩnh tải phần 2:

Tĩnh tải nhịp phần 2 bao gồm toàn bộ trọng l-ợng bản thân của các lớp phủ mặt cầu, lan can, cũng nh- một số thiết bị, công trình phục vụ trên cầu. (DW và DB)

$$N_{DW} = 2148.94 \text{ KN}$$

$$N_{DB} = 845.839 \text{ KN}$$

c) Tĩnh tải bản thân trụ DC:

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

$$\text{Công thức xác định: } P_i = V_i \gamma_i$$

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 l-ợng riêng t-ơng ứng thành phần thứ i.

Bảng tính tĩnh tải các thành phần trụ

STT	Hạng mục	Thể tích (m ³)	Trọng l-ợng (KN)	Lực tác dụng (KN)	
				Tại đỉnh bộ móng	Tại đáy Bộ móng

1	Bệ trụ	176	4224	0	4224
2	Thân trụ	105.12	2522.88	2522.88	2522.88
3	Đá kê gối cầu	0.784	18.816	18.816	18.816
<i>Tổng cộng DC</i>		281.9	6765.696	2541.696	6765.696

2) Hoạt tải

a) Theo phương dọc cầu

Hoạt tải tác dụng lên trụ

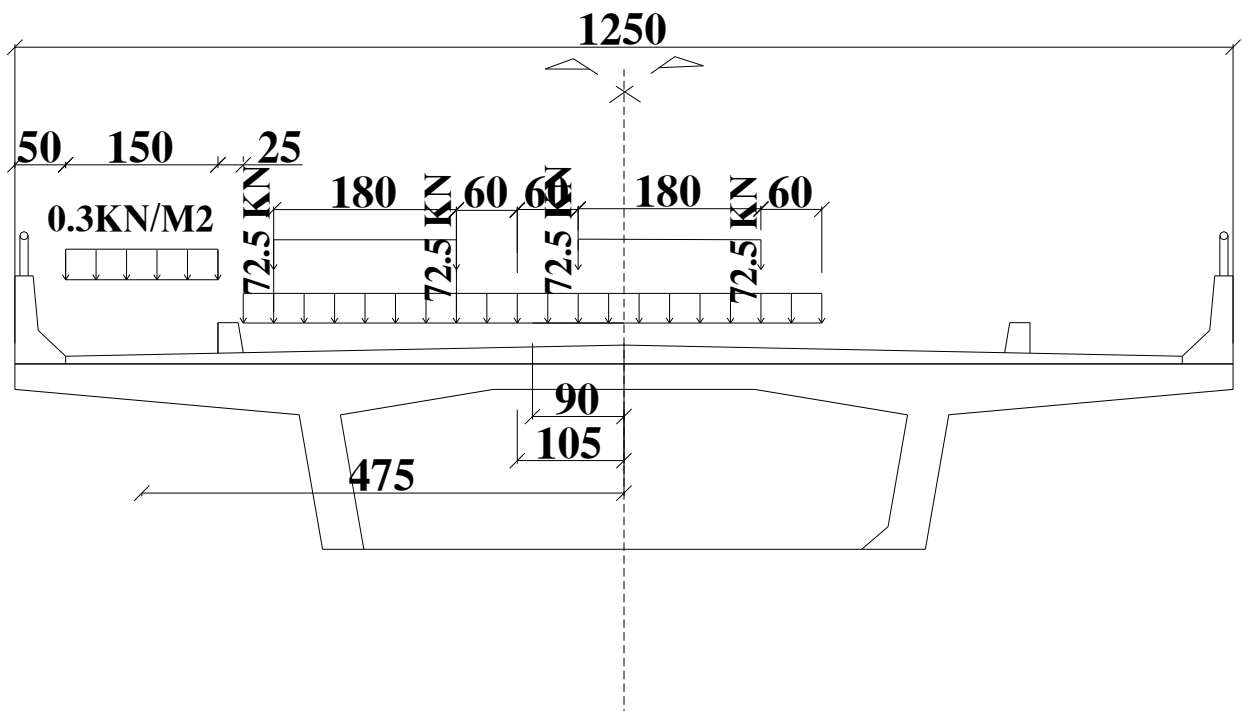
Gồm :

- Tải trọng ng-ời: $q_{ng} = 0.3 \times 1.5 = 0.45 \text{ KN/m}^2$
- Hoạt tải xe HL93

Để tính toán phản lực tại gối ta chạy MIDAS và lấy giá trị Reaction tại gối mà ta đang xét.

- + Số làn thiết kến = 2
- + Giá trị hoạt tải xe HL93 trên đỉnh trụ :..... $N_{LL} = 3038.14 \text{ KN}$
- + Giá trị tải trọng ng-ời :..... $N_{lan} = 428.91 \text{ KN}$
- + Tổng tải tác dụng lên trụ do hoạt tải : $N = 3467.047 \text{ KN}$

b) Theo phương ngang cầu



Trọng tâm của xe cách tim cầu là : 1.05 m, trọng tâm của tải trọng làn cách tim cầu là 0.9 m

Trọng tâm của hoạt tải cách tim cầu là

$$\frac{4 \times 72.5 \times 1.05 + 3.1 \times 5.7 \times 0.9}{4 \times 72.5 + 3.1 \times 5.7} = 1.04 \text{ m.}$$

Trọng tâm tải trọng ng-ời cách tim cầu là : 4.75

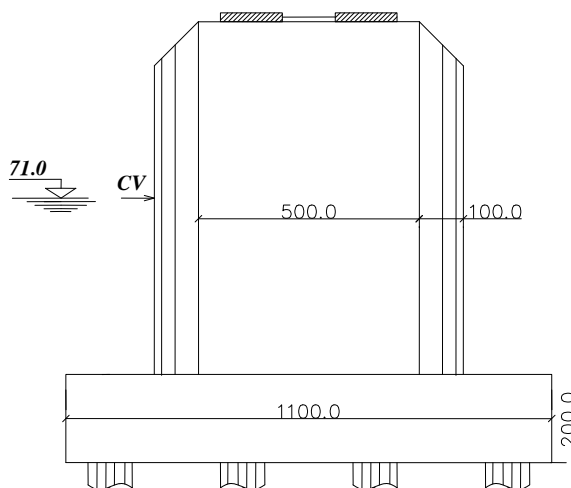
3) Tải trọng hãm xe(BR):

- Đ-ợc 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-ởng của lực ngang xuống trụ nên khi tính toán, lấy tỉ lệ truyền bằng 100%.
- Lực hãm đ-ợc lấy bằng 25% trọng l-ợng của các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn đ-ợc đặt trong tất cả các làn thiết kế đ-ợc chất tải theo điều 3.6.1.1.1 và coi nh- đi cùng một chiều. Các lực này đ-ợc 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-ợc 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
- Vậy lực hãm xe nằm ngang cách phía trên mặt đ-ờng : $h_{BR} = 1.8m$
- Lực hãm xe : $BR = 0.25 \times 2 \times (35 + 145 + 145) = 162.5 \text{ (KN)}$

Kết quả tính toán nh- sau:

Tiết diện	Chân trụ	Bệ móng
h(m)	14.5	16.5
H_y	162.5	162.5
M_x	2,356.25	2681.25

4) Lực va tàu (CV)



Vị trí đặt lực va

- Theo nhiệm vụ thiết kế, cấp đ-ờng sông : cấp III
- Theo quy trình 22TCN – 272-05 (điều 3.14) và dựa vào cấp sông, tra bảng 3.14.2-1 để có tải trọng tàu thiết kế. Loại tàu tự hành 300DWT
- Tra vận tốc tàu thiết kế theo bảng (3.14.3-1): $V = 2.5 + V_s = 2.5 + 1.4 = 3.9 \text{ m/s}$.

Theo 3.14.11.1, để tính ổn định tổng thể, lực va thiết kế đ-ợc coi là một lực tập trung tác dụng lên kết cấu phân d-ới ở mức n-ớc cao trung bình hằng năm. Giá trị của lực này theo ph-ơng thẳng góc với trụ lấy 100% P_s , với ph-ơng ngang trụ lấy 50% P_s . Trong đó , P_s tính bằng công thức :

$$P_s = 1.2 \times 10^5 V \sqrt{DWT}$$

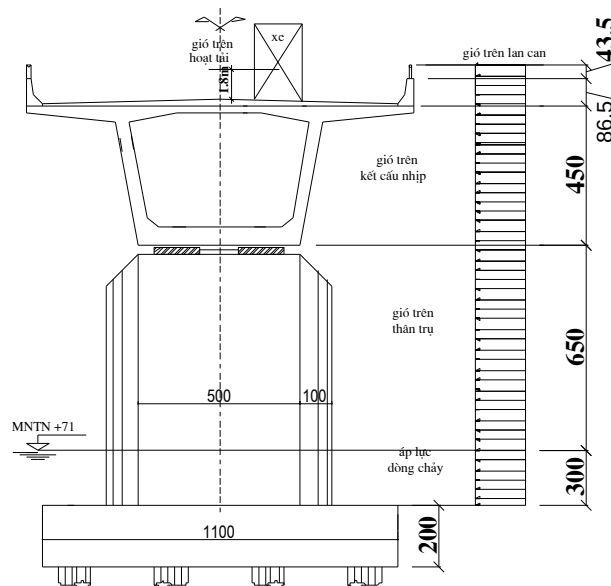
trong đó :

- P_s : là lực va tính t-ơng đ-ơng (N)
- DWT : là tấn tải trọng của tàu.(Mg)
- V : là vận tốc va tàu. (m/s)

Tiết diện	Chân trụ	Bệ móng
h(m)	8	10
H_y	8105.998	8105.998
H_x	4052.999	4052.999
M_x	64847.984	81059.98
M_y	3242.992	40529.99

5) Tải trọng gió (WL,WS)

❖ Tính với mực n-ớc thấp nhất



Mô phỏng tải trọng gió tác động lên công trình

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:

$$V = V_B \cdot S$$

Trong đó:

V_B : Vùng tính gió theo TCVN 2737 – 1995 là vùng III $\rightarrow$ tốc độ gió lấy $V_B = 53$ 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 $S = 1.09$, với khu vực mặt thoáng n-ớc, độ cao mặt cầu so với mặt n-ớc là 10 m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$V = 1.09 \times 53 = 57.77 \text{ m/s}$$

➤ **Tải trọng gió theo phương ngang cầu:**

Tải trọng gió được đặt tại trọng tâm diện tích bề mặt chắn gió. Tính theo công thức :

$$P_{\Delta} = 0,0006 \cdot V^2 \cdot A_t \cdot C_d / 1.8 A_t \text{ (KN)} \quad (3.8.1.2.1-1)$$

Trong đó :

- V : Tốc độ thiết kế xác định theo phương trình 3.8.1.1-1 (m/s), đã tính ở trên.
- A_t : diện tích của kết cấu hay cấu kiện phải tính tải trọng gió ngang (m²). Trong đồ án, diện tích tính gió là phần lan can, hai bên cánh hẫng, diện tích trụ lớn nhất lộ trên mặt nước.
- C_d : Hệ số cản, tra theo hình 3.8.1.2.1.1 có tính chiết giảm cho phần kết cấu nghiêng 10° theo quy định của phần chú giải. $C_d = 1.296$
- Tỷ số b/d của phần kết cấu trên $\frac{b}{d} = \frac{12}{5.365} = 2.24$

Với : b = chiều rộng toàn bộ của cầu giữa các bề mặt lan can (mm) = 12 m

d = chiều cao kết cấu phần trên bao gồm cả lan can đặc nếu có (mm) = 5.365 m

- Z_1 : Cánh tay đòn tính đến đỉnh bề móng
- Z_2 : Cánh tay đòn tính đến đáy bề móng
- Diện tích chắn gió của lan can: $A_{lc} = (L_1 + L_2) \cdot 0.5 \cdot h_{lc}$

h_{lc} - Chiều cao của lan can, $h_{lc} = 0.865$ (m)

$$\Rightarrow A_{lc} = (52 + 74) \cdot 0.5 \cdot 0.865 = 54.495 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Diện tích chắn gió của kết cấu nhịp : $F_{nhịp} = (L_1 \cdot h_1 + L_2 \cdot h_2) \cdot 0.5$

h_1, h_2 - Chiều cao bình quân của nhịp 52 (m) và 74 (m)

$$h_1 = (4.5 + 2.2) / 2 = 3.35 \text{ (m)} ; h_2 = 3.35 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow F_{nhịp} = (52 + 74) \cdot 3.35 \cdot 0.5 = 211.05 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Diện tích phần trụ cao hơn mực nước $A_{trụ} = H \cdot B$

Với B : chiều rộng trụ theo phương dọc cầu (quy đổi về hình HCN) $B = 6.57$ m

$$A_{trụ} = 5.5 \cdot 6.57 = 36.135 \text{ (m}^2\text{)}$$

Bảng tính toán tải trọng gió ngang tác dụng

Bộ phận	A_t	C_d	$1.8 \cdot A_t$	$0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t \cdot C_d$	P_{Δ}	Z_1	Z_2
	m ²		KN	KN	KN	m	M
Kết cấu nhịp	211.05	1.296	379.89	547.705	547.705	10.45	12.45
Lan can	54.495	1.296	98.091	141.422	141.422	13.133	15.133
Thân trụ	36.135	1	65.04	93.78	93.78	5.25	7.25

➤ **Tải trọng gió theo phương dọc cầu:**

Theo quy trình, trong tính toán tải trọng gió tác dụng lên mố, trụ mà kết cấu phần trên là dạng giàn hay kết cấu khác có bề mặt cản gió lớn song song với trục dọc của kết cấu nhịp, thì phải xét tới tải trọng gió dọc. Tuy nhiên trong trường hợp này, cầu thiết kế không thuộc các dạng trên nên không xét tới tải trọng gió dọc.

➤ **Tải trọng gió tác dụng lên xe cộ (WL)**

Theo quy định của điều 3.8.1.3 của quy trình 22TCN 272-05, khi xét tổ hợp tải trọng c-ờng độ III, phải xét tải trọng gió tác dụng vào cả kết cấu và xe cộ. Phải biểu thị tải trọng ngang của gió lên xe cộ bằng tải trọng phân bố 1.5 KN/m, tác dụng theo h-ớng nằm ngang, ngang với tim dọc kết cấu và đặt ở cao độ 1800mm so với mặt đ-ờng. Phải biểu thị tải trọng gió dọc lên xe cộ bằng tải trọng phân bố 0.75KN/m tác dụng nằm ngang, song song với tim dọc kết cấu và đặt ở cao độ 1800mm so với mặt đ-ờng.

+ Giá trị tải trọng gió tác dụng lên xe cộ theo ph-ơng ngang cầu:

$$WL_{\text{ngang}} = 1.5 \times 75 = 112.5 \text{ (KN)}$$

+ Giá trị tải trọng gió tác dụng lên xe cộ theo ph-ơng dọc cầu:

$$WL_{\text{dọc}} = 0.75 \times 75 = 56.25 \text{ (KN)}$$

6) Tải trọng n-ớc:

a. Lực đẩy nổi của n-ớc WA đ-ợc tính theo công thức: $WA = \gamma \cdot V_n$

Trong đó:

+ γ : là dung trọng riêng của n-ớc

+ V_n : là thể tích phần trụ ngập trong n-ớc

Bảng tính toán áp lực đẩy nổi

Hạng mục	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
Tính tại mặt cắt đỉnh bộ móng			
Thể tích phần trụ ngập n-ớc	V_{01}	32.85	m ³
áp lực đẩy nổi	WA_1	328.5	KN
Tính tại mặt cắt đáy bộ móng			
Thể tích phần trụ ngập n-ớc	V_{02}	208.85	m ³
áp lực đẩy nổi	WA_2	2088.5	KN

V.4 TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN TRỤ:

Ta xét với 2 tiết diện :

- Tiết diện chân trụ ngầm vào bộ móng (Tiết diện II)
- Tiết diện đáy bộ móng (Tiết diện III)

Ta có bảng tổ hợp tải trọng tác dụng lên trụ nh- sau:

Bảng tải trọng tính tới mặt cắt đỉnh bộ móng

STT	Tải trọng	N (KN)	Dọc cầu (KN)			Ngang cầu(KN)		
			N_x (KN)	Z_1 (KN)	M_y (KNm)	N_y (KN)	Z_1 (KN)	M_x (KNm)
1	Tính tải bản thân trụ DC1	2,541.70						
2	Tính tải kết cấu nhịp +lan can DC2	16,532.05						
3	Tính tải lớp phủ + tiện ích DW	2148.94						

4	Hoạt tải LL+WL	3038.14					1.04	2378.85
5a	2 lần ng-ời bộ hành PL	428.91						
5b	1 lần ng-ời bộ hành PL	214.455					4.75	1018.66
6a	Tải trọng gió trên xe cộ WL		56.25	14.5	815.63	112.5	14.5	1,631.25
6b	Tải trọng gió ngang WS1							
6c	Gió tác dụng lên lan can					141.422	13.133	1,857.30
6d	Gió tác dụng lên kết cấu nhịp					547.705	10.45	5,723.52
6e	Gió tác dụng lên thân trụ					93.78	5.25	492.345
6f	Tải trọng gió dọc WS2							
7	Lực hãm xe BR		162.5	14.5	2,356.25			
8	Lực va tàu CV		8105.998	8	64847.98	4052.999	8	3242.992
9	áp lực đẩy nổi WA	-328.5						

Tổ hợp tải trọng tính tới mặt cắt đỉnh bộ móng

Tổ hợp	N (KN)	N _x (KN)	M _y (KNm)	N _y (KN)	M _x (KNm)
TTGHCD I					
1.25(1) + 1.25(2) + 1.5(3)+1.75(4) +1.75(5a) + 1.75(7) (I)	33,132.934	284.375	4123.437	0	4162.9875
1.25(1) + 1.25(2) + 1.5(3)+1.75(4) +1.75(5b) + 1.75(7) (II)	32,757.638	284.375	4123.437	0	5945.643
TTGHSD					
(1) + (2) + (3)+1 (4) + (5a) + 0.3(6a) + 0.3(6b) +0.3(6c) + 0.3(6d) + 0.3(6e) +0.3(6f) + (7)+(9) (I)	24,361.239	179.375	2600.939	268.6221	5290.1745
1. (1) + (2) + (3)+1 (4) + (5a) + 0.3(6a) + 0.3(6b) +0.3(6c) + 0.3(6d) + 0.3(6e) +0.3(6f) + (7)+(9) (II)	24,146.784	179.375	2600.939	268.6221	6308.8345

Bảng tải trọng tính tới mặt cắt đáy bộ móng

Tải trọng	N (KN)	Dọc cầu (KN)			Ngang cầu(KN)		
		N _x (KN)	Z ₁ (KN)	M _y (KNm)	N _y (KN)	Z ₁ (KN)	M _x (KNm)
Tính tải bản thân trụ DC1	6765.696						
Tính tải kết cấu nhịp	16,532.05						

+lan can DC2							
Tĩnh tải lớp phủ + tiện ích DW	2,148.94						
Hoạt tải LL+WL	3038.14					1.04	2378.85
2 lần ng-ời bộ hành PL	428.91						
1 lần ng-ời bộ hành PL	214.455					4.75	1018.66
Tải trọng gió trên xe cộ WL		56.25	14.5	815.625	112.5	14.5	1631.25
Tải trọng gió ngang WS1							
Gió tác dụng lên lan can					141.422	15.133	91757.81
Gió tác dụng lên kết cấu nhịp					547.705	12.45	6818.927
Gió tác dụng lên thân trụ					93.78	7.25	679.905
Tải trọng gió dọc WS2							
Lực hãm xe dọc cầu BR		162.5	16.5	2681.25			
Lực va tàu CV		8105.998	10	81060	4052.999	10	40529.99
áp lực đẩy nổi WA	-2088.5						

Tổ hợp tải trọng tính tới mặt cắt đáy bộ móng

Tổ hợp	N (KN)	N _x (KN)	M _y (KNm)	N _y (KN)	M _x (KNm)
TTGHCD I					
1.25(1) + 1.25(2) + 1.5(3)+1.75(4) +1.75(5a) + 1.75(7) (I)	38412.929	284.375	4692.188	0	5677.4655
1.25(1) + 1.25(2) + 1.5(3)+1.75(4) +1.75(5b) + 1.75(7) (II)	38037.6325	284.375	4692.188	0	7460.1205
TTGHSD					
(1) + (2) + (3)+1 (4) + (5a) + 0.3(6a) + 0.3(6b)+0.3(6c) + 0.3(6d) + 0.3(6e) +0.3(6f) + (7)+(9) (I)	26825.235	179.375	2925.938	268.6221	33510.63
1. (1) + (2) + (3)+1 (4) + (5a) + 0.3(6a) + 0.3(6b)+0.3(6c) + 0.3(6d) + 0.3(6e) +0.3(6f) + (7)+(9) (II)	26610.78	179.375	2925.938	268.6221	34529.29

V.4 KIỂM TOÁN TIẾT DIỆN TRỤ NGUY HIỂM VỚI CÁC TỔ HỢP TẢI TRỌNG

1. Vật liệu sử dụng:

- Bê tông 300#, $f_c = 30$ Mpa.
- Giới hạn chảy của cốt thép, $f_y = 400$ Mpa.
- Đường kính thanh cốt thép $D = 25$ mm.
- Chiều dày lớp bê tông bảo vệ : 100mm

2.Chọn mặt cắt tính toán

Mặt cắt tính toán là vị trí nguy hiểm nhất trong quá trình làm việc

- Chọn mặt cắt đáy thân trụ để kiểm toán trụ
- Chọn mặt cắt đáy móng để xác định nội lực lên đầu cọc

3.Kiểm tra tiết diện

V.4.1 Kiểm tra độ mảnh của trụ:

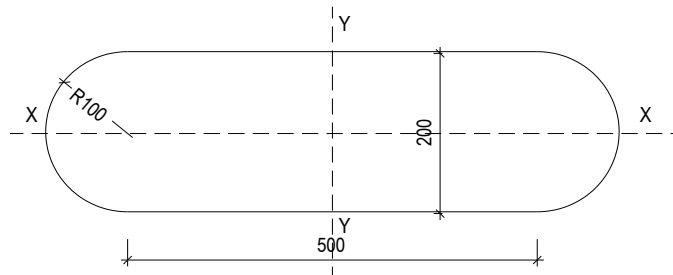
Một cột mảnh thường bị uốn ngang do tác dụng của tải trọng. Điều này làm tăng Mômen trong cột lên và do đó làm yếu cột. Theo Điều 5.7.4.3 TCVN-272-01 Đối với cấu kiện không có giằng liên kết, hiệu ứng độ mảnh có thể bỏ qua khi tỷ số độ mảnh

$$\frac{KL_u}{r_x} < 22$$

trong đó :

- K = hệ số độ dài hữu hiệu
 l_u = chiều dài không có thanh giằng (m)
r = bán kính quán tính (m)

Mặt cắt ngang trụ
T3 như sau:



$$A = 13.14 \text{ m}^2$$

$$I_x = 4.38 \text{ m}^4$$

$$I_y = 47.27 \text{ m}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{4.38}{13.14}} = 0.577 \text{ m}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{47.27}{13.14}} = 1.90 \text{ m}$$

- Theo ph-ong x, coi trụ là một thanh có một đầu ngàm và một đầu tự do theo ph-ong x.
 $\Rightarrow K=1.2$

L_u : Chiều dài tự do của trụ : $L_u = 9.5 \text{ m}$

$$\frac{KL_u}{r_y} = \frac{1.2 \times 9.5}{1.9} = 6 < 22$$

Vậy đảm bảo không phải xét đến hiệu ứng độ mảnh theo ph-ong x.

- Theo ph-ong y ta cũng coi trụ như một thanh có một đầu ngàm và một đầu tự do.

$$\frac{KL_u}{r_x} = \frac{1.2 \times 9.5}{0.577} = 19.75 < 22$$

Vậy đảm bảo không phải xét đến hiệu ứng độ mảnh theo phương y.

V.4.2 Giả thiết cốt thép trụ.

❖ **Chọn và bố trí cốt thép theo điều kiện cấu tạo như sau:**

Chọn bố trí cốt thép theo cả hai phương ta chọn đường kính cốt thép là $\phi 25$ lấy theo cấu tạo không đưa vào tính toán

Số lượng thanh cốt thép bố trí : 104 thanh Khoảng cách giữa các thanh là 150 mm

Diện tích cốt thép tính toán là:

$$A_{st} = 104 \times \frac{3.14 \times 25^2}{4} = 51025 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn khoảng cách từ trọng tâm cốt thép tới mép ngoài Tiết diện là 10cm,

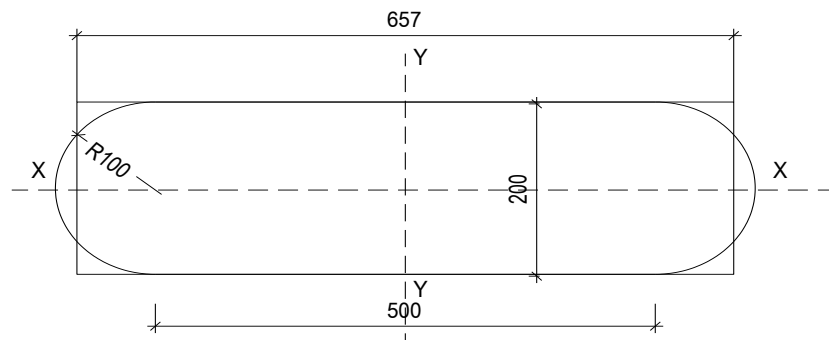
Cốt đai chọn $\phi 16$ khoảng cách giữa các thanh cốt đai là 200 mm

V.4.3 Xác định tỉ số k/c giữa các tâm của lớp thanh cốt thép ngoài biên lên chiều dày toàn bộ cột

a. Quy đổi tiết diện tính toán.

Tiết diện trụ dẹt vát cạnh theo một bán kính bằng một nửa chiều rộng thân trụ, khi tính toán ta quy đổi tiết diện về hình chữ nhật (chiều rộng bằng chiều rộng trụ, chiều dài lấy giá trị sao cho diện tích mặt cắt quy đổi bằng diện tích thực) để gần với mô hình tính toán theo lý thuyết

Kích thước tiết diện quy đổi xem hình vẽ :



a. Tính toán tỉ số khoảng cách tâm lớp thanh cốt thép đến biên ngoài:

Diện tích cốt thép theo hai cạnh tiết diện quy đổi vẫn như cũ.

Chọn lớp bảo vệ cốt thép là 100mm.

Khoảng cách từ mép tiết diện đến tim cốt thép là : 128.5 mm (100 mm khoảng cách bê tông bảo vệ, 16mm đường kính cốt đai, 12.5 mm bán kính cốt chủ).

Tỷ số khoảng cách tâm lớp thanh cốt thép đến biên ngoài là :

$$\gamma_x = \frac{2000 - 2 \times 128.5}{2000} = 0.8715$$

$$\gamma_y = \frac{6570 - 2 \times 128.5}{6570} = 0.961$$

V.5 Kiểm toán trụ theo TTGHSD

Đối với mặt cắt đỉnh bộ móng trong trạng thái giới hạn sử dụng ta cần kiểm tra điều kiện ứng suất và nứt trong bê tông tại các đỉnh góc của tiết diện chữ nhật quy đổi. Vì cấu kiện trong tr-ờng hợp này là chịu nén uốn 2 chiều đồng thời, cho nên ở các vị trí đỉnh góc là nơi có ứng suất pháp lớn nhất.

Theo điều 5.9.4 (22TCN 272 – 05) giới hạn ứng suất cho phép của bê tông đ- ược lấy nh- sau:

+ Đối với ứng suất nén: $0,4 f'_c = 0,4 \times 30 = 12 \text{ Mpa} = 12000 \text{ KN/m}^2$

+ Đối với ứng suất kéo : không cho phép đối với trụ.

Công thức kiểm tra :

$$0 \leq f = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x \leq 0,4. f'_c$$

Trong đó:

N, M_n, M_d : lần l- ợt là lực dọc, mômen theo ph- ơng ngang cầu, dọc cầu tại vị trí mặt cắt tính toán với tổ hợp tải trọng theo TTGH sử dụng.

A, I_x, I_y lần l- ợt là diện tích, mômen quán tính theo ph- ơng x, mômen quán tính theo ph- ơng y của tiết diện.

Kết quả tính toán thể hiện trong bảng d- ưới.

Bảng kiểm tra ứng suất trong bê tông

STT	X m	Y m	A m ²	I _x m ⁴	I _y m ⁴	N KN	M _x KNm	M _y KNm	f KN/m ²	0.4f _c KN/m ²	Kết Luận
1	3.285	1.5	13.14	4.38	47.27	24,361.24	5,290.17	2,600.94	3,846.43	12,000	Đạt
2	3.285	1.5	13.14	4.38	47.27	24,146.78	6,308.83	2,600.94	4,178.965	12,000	Đạt

V.6 Kiểm toán trụ theo TTGHCD

b.Kiểm toán khả năng chịu nén thuần túy

Công thức kiểm tra:

$$P_r \leq \phi P_n$$

$$P_n = 0.8[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Trong đó :

- P_r : Sức kháng lực dọc trục tính toán có hoặc không có uốn (N)
 - P_n : Sức kháng lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn (N)
 - f'_c : Cường độ qui định của bê tông ở tuổi 28 ngày, $f'_c = 30 \text{ Mpa} = 30000 \text{ KN/m}^2$
 - A_g : Diện tích nguyên của mặt cắt (mm²), $A_g = 13.14 \text{ m}^2$
 - A_{st} : Diện tích cốt thép trong trụ $A_{st} = 0.051025 \text{ m}^2$
 - ϕ : Hệ số sức kháng qui định ở điều 5.5.4.2; $\phi = 0.75$
 - f_y : Giới hạn chảy của cốt thép, $f_y = 400 \text{ Mpa} = 400000 \text{ KN/m}^2$
- $\Rightarrow P_n = 0.8[0.85 \times 30000(13.14 - 0.051025) + 400000 \times 0.051025] = 283343.1 \text{ KN}$

Kết quả kiểm toán nh- sau:

Các tr- ờng hợp	TTGHCD I (KN)	ϕP_n (KN)	Kiểm tra
(I)	38,668.44	212,507.3	Đạt

(II)	38,293.143	212,507.3	Đạt
--------	------------	-----------	-----

c.Kiểm toán sức kháng nén của trụ theo uốn 2 chiều

Ta có : $0.1f_c A_g = 0.1 \times 30 \times 20.156 \times 1000 = 60450 \text{ KN}$

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 :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1.0 \quad (5.7.4.5-3)$$

ở đây :

- M_{ux} : Mô men tính toán tác dụng theo trục X (N.mm)
- M_{uy} : Mô men tính toán tác dụng theo trục Y (N.mm)
- M_{rx} : Sức kháng tính toán đơn trục của tiết diện theo ph- ơng X đã tính toán ở trên (N.mm)
- M_{ry} : Sức kháng tính toán đơn trục của tiết diện theo ph- ơng Y đã tính toán ở trên (N.mm)

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

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

T- ơng tự với M_{ry}

Trong đó:

$\varphi = 0.9$ với cấu kiện chịu uốn.

d_s : khoảng cách từ trọng tâm cốt thép tới mép ngoài cùng chịu nén (trừ đi lớp bê tông bảo vệ và đ- ờng 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.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot \beta_c \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0.051025 \times 400}{0.85 \times 0.85 \times 30 \times 6.57} = 0.143$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot \beta_c \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0.051025 \times 400}{0.85 \times 0.85 \times 30 \times 2} = 0.471$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0.143 \times 0.85 = 0.122$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 0.471 \times 0.85 = 0.40$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0.9 \times 0.051025 \times 400 \times 10^3 \left(2 - 0.10 - \frac{0.122}{2} \right) = 33780.6 \text{ KN.m}$$

$$\Rightarrow M_{ry} = 0.9 \times 0.051025 \times 400 \times 10^3 \left(6.57 - 0.10 - \frac{0.40}{2} \right) = 115173.63 \text{ KN.m}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

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

Kiểm tra sức kháng nén của trụ theo uốn 2 chiều

Các trường hợp	N	M _x	M _y	M _{rx}	M _{ry}	$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}}$	Kết Luận
	KN	KNm	KNm	KNm	KNm		
(I)	38,668.44	4162.9875	4123.437	33780.6	115173.63	0.1590	Đạt
(II)	38,293.143	5945.643	4123.437	33780.6	115173.63	0.2118	Đạt

V.7 KIỂM TOÁN CỌC

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 cường 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.

V.7.1 Xác định loại móng cọc.

Kiểm tra điều kiện : $h > 0.7h_{\min}$

Trong đó :

h là độ chôn sâu của đài cọc, $h = 3.9$ m.

$$h_{\min} = \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi/2) \sqrt{\frac{\sum H}{\gamma b}}$$

Trong đó :

- φ, γ là góc nội ma sát và trọng lượng đơn vị thể tích của lớp đất từ đáy đài trở lên.
- $\sum H$ là tổng tải trọng nằm ngang.
- b là bề rộng đáy đài theo phương thẳng góc với tải trọng nằm ngang.

d.Theo phương trục y:

$$H_{\max} = 4948.4 \text{ KN} = 494.84 \text{ T}$$

$$b = 11 \text{ m}$$

$$h_{\min} = \operatorname{tg}(45^\circ - 30^\circ/2) \sqrt{\frac{494.84}{1.8 \times 11}} = 2.88 \text{ m.}$$

$$\rightarrow 0.7h_{\min} = 0.7 \times 2.88 = 2.02 \text{ m} < h = 3.9 \text{ m.}$$

e.Theo phương trục x:

$$H_{\max} = 8324.7 \text{ KN} = 832.47 \text{ T}$$

$$b = 8 \text{ m}$$

$$h_{\min} = \operatorname{tg}(45^\circ - 30^\circ/2) \sqrt{\frac{832.47}{1.8 \times 8.0}} = 4.3 \text{ m.}$$

$$\rightarrow 0.7h_{\min} = 0.7 \times 4.3 = 3.07 \text{ m} < h = 3.9 \text{ m.}$$

Kết luận: theo cả hai phương móng đều có thể được tính toán nh- đối với móng cọc đài thấp.

V.7.2 Kiểm toán sức kháng đỡ của cọc

V.7.2.1 Tính toán sức kháng đỡ của cọc

+ Chọn cọc khoan nhồi bằng BTCT đường kính $D = 1,0\text{m}$, khoan xuyên qua các lớp đất dính có góc ma sát (φ_f)_i và lớp Sét cát pha có góc ma sát $\varphi_f = 30^\circ$.

+ Bê tông cọc mác #300.

+ Cốt thép chịu lực 18 ϕ 25 có cường độ 400MPa. đai tròn ϕ 10 a200.

a. Tính toán sức kháng theo vật liệu làm cọc.

Cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo cọc khoan nhồi được bố trí như trong bản vẽ cốt thép cọc khoan nhồi.

Theo 5.7.4.4 – 22TCN272-05 : Đối với cấu kiện có cốt đai xoắn thì cường độ chịu lực dọc trục tính toán xác định theo công thức :

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

Với P_n = Cường độ chịu lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn

Đối với cấu kiện có cốt đai xoắn tính theo công thức :

$$P_n = 0.85 \cdot \{ 0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \} = 0.85 \cdot \{ 0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \}$$

Trong đó :

ϕ = Hệ số kháng quy định ở (5.5.4.2) có $\phi = 1$

f'_c , f_y : Cường độ quy định của bê tông và cường độ chảy dẻo quy định của thép (MPa).

$$f'_c = 30 \text{ Mpa} ; f_y = 400 \text{ Mpa}$$

A_g, A_{st} : Diện tích tiết diện nguyên của mặt cắt , của cốt thép dọc (mm^2).

Với vật liệu và kích thước đã nói ở trên ta có:

$$P_v = 1 \times 0.85 \times (0.85 \times 30 \times (\frac{3.14 \times 1000^2}{4} - 18 \times \frac{3.14 \times 25^2}{4}) + 400 \times 18 \times \frac{3.14 \times 25^2}{4}) =$$

$$= 19,826,082.6 \text{ (N)}.$$

$$\text{Hay } P_v = 19,826.0826 \text{ KN}$$

b. Tính toán sức kháng của cọc theo đất nền

Số liệu địa chất:

Tên lớp	Trạng thái	φ_f (độ)	SPT - N
Lớp 1: Cát hạt mịn	Rời rạc	18°	$4 \div 10$
Lớp 2: Cát pha sét	chặt vừa	20°	$10 \div 30$
Lớp 3: Sét pha cát	dẻo cứng	30°	$15 \div 30$

Sức chịu tải trọng nén của cọc treo (cọc ma sát) xác định theo công thức :

$$Q_r = \varphi \times Q_n = \varphi_{qp} Q_p + \varphi_{qs} Q_s(T)$$

Trong đó :

- Q_p : Sức kháng đỡ của mũi cọc (N) $Q_p = q_p \times A_p$
- Q_s : Sức kháng đỡ của thân cọc (N) $Q_s = q_s \times A_s$
- $\varphi_{qp} = 0.55$ hệ số sức kháng đỡ của mũi cọc
- $\varphi_{qs} = 0.65$ hệ số sức kháng đỡ của thân cọc
- q_p : Sức kháng đỡ đơn vị của mũi cọc (Mpa)
- q_s : Sức kháng đỡ đơn vị của thân cọc (Mpa)
- A_p : Diện tích mũi cọc (mm^2)
- A_s : Diện tích của bề mặt thân cọc (mm^2)

- Xác định sức kháng đơn vị của mũi cọc q_p (Mpa) và sức kháng mũi cọc Q_p

Mũi cọc đặt ở lớp cuối cùng – Sét cát pha (có $N = 30$). Theo Reese và O'Neil (1998) có thể ước tính sức kháng mũi cọc đơn vị bằng cách sử dụng trị số xuyên tiêu chuẩn SPT, N .

Với $N \leq 75$ thì $q_p = 0.057 \times N$ (Mpa)

Ta có sức kháng mũi cọc đơn vị $q_p = 0.057 \times 30 = 1.71$ (Mpa)

$$Q_p = 1.71 \times 3.14 \times 1000^2 / 4 = 4.21 \times 10^6 \text{ (N)}$$

➤ Xác định sức kháng đơn vị của thân cọc q_s (Mpa) và sức kháng thân cọc Q_s

- Trong đất dính : $q_s = \alpha \times S_u$

Trong đó :

- S_u : Cường độ kháng cắt không thoát nước trung bình (Mpa)

$$S_u = 0.006 \times N$$

- α : hệ số dính bám (bảng 10.8.3.3.1.1)

- Lớp 3 – Sét cát pha $S_u = 0.006 \times 3 = 0.018$ (Mpa) $\Rightarrow \alpha = 0.55$

$$q_s = \alpha \times S_u = 0.55 \times 0.018 = 9.9 \cdot 10^{-3} \text{ (Mpa)}$$

- Trong lớp đất rời :

Theo Reese và Wright (1977) Sức kháng bên đơn vị q_s của thân cọc được xác định theo công thức :

- $q_s = 0.0028 N$ với $N \leq 53$ (Mpa)
- Lớp 1 - cát hạt mịn, chặt vừa $q_s = 0.0028 \times 28 = 0.0784$ (Mpa)
- Lớp 2 - cát pha sét, chặt vừa $q_s = 0.0028 \times 30 = 0.084$ (Mpa)

Bảng tính sức kháng thân cọc trong nền đất

Lớp	Chiều dài cọc trong lớp đất (m)	q_s (Mpa)	A_s (mm^2)	Q_s (N)
-----	---------------------------------	-------------	-------------------------	-----------

1	5.5	0.0784	17,270,000	1,353,968.0
2	3.8	0.084	11,932,000	1,002,288.0
3	20.7	0.0099	62,800,000	621,720.0
Tổng	30			2,977,976.0

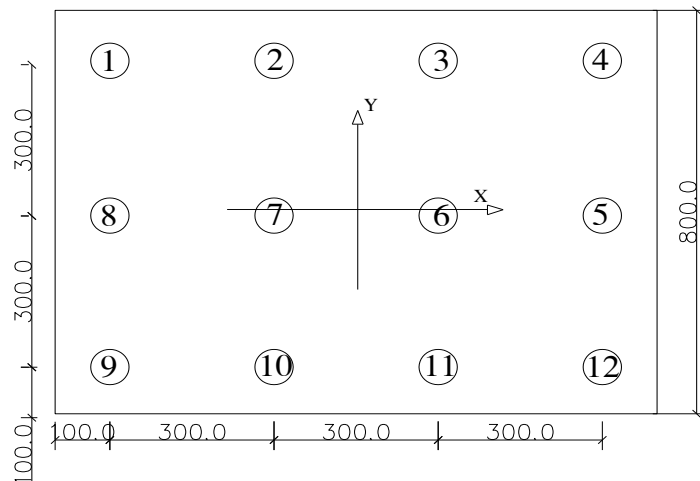
Sức chịu tải của cọc tính theo điều kiện đất nền Q_r

$$Q_r = 0.55 \times 4.21 \times 10^6 + 0.65 \times 2,977,976.0 = 4,251,184 \text{ (N)} = 4,251.2 \text{ (KN)}$$

=> Từ các kết quả tính được chọn sức chịu tải của cọc là $[P_c] = \min(P_v; Q_r) = 4,251.2 \text{ (KN)}$

V.7.2.2. Tính tải trọng tác dụng lên đầu cọc

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

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

Trong đó:

- n : số cọc, $n=12$
- x_i, y_i : tọa độ của cọc so với hệ trục quán tính chính trung tâm

V.7.2.3 Kiểm toán cọc (TTGHCD1)

$$N_z = 38037.6325 \text{ KN}$$

$$M_x = 7460.1205 \text{ KN.m}$$

$$M_y = 4692.188 \text{ KN.m}$$

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X_i^2 (m ²)	Y_i^2 (m ²)	N_i (T)	Kiểm tra
1	-4.5	3	20.3	9.0	3324.2	Đạt
2	-1.5	3	2.3	9.0	3428.5	Đạt
3	1.5	3	2.3	9.0	3532.8	Đạt
4	4.5	3	20.3	9.0	3637.0	Đạt
5	4.5	0	20.3	0.0	3326.2	Đạt
6	1.5	0	2.3	0.0	3221.9	Đạt
7	-1.5	0	2.3	0.0	3117.7	Đạt
8	-4.5	0	20.3	0.0	3013.4	Đạt
9	-4.5	-3	20.3	9.0	2702.6	Đạt
10	-1.5	-3	2.3	9.0	2806.8	Đạt
11	1.5	-3	2.3	9.0	2911.1	Đạt
12	4.5	-3	20.3	9.0	3015.4	Đạt

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: Giới thiệu chung về phƣơng án thiết kế	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
CHƯƠNG II: Tính chất vật liệu và tải trọng thiết kế	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
II .1 VẬT LIỆU:	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ii.1.1 Bê tông:	Error! Bookmark not defined.
ii.1.2 Thép th- ờng (A5.5.3)	Error! Bookmark not defined.
ii.1.3 Thép ứng suất tr- ớc	Error! Bookmark not defined.
II.2 HOẠT TẢI THIẾT KẾ(3.6.1.2)	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ii.2.1 Xe tải thiết kế	Error! Bookmark not defined.
ii.2.2Xe hai trục thiết kế	Error! Bookmark not defined.
ii.2.3 Tải trọng làn thiết kế	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG III: Tính toán bản mặt cầu	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
III.1 THIẾT KẾ CẤU TẠO MẶT CẦU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.1.1 Cấu tạo của bản mặt cầu	Error! Bookmark not defined.
iii.1.2 Cấu tạo lớp mặt cầu	Error! Bookmark not defined.
III.2 PHƢƠNG PHÁP TÍNH TOÁN NỘI LỰC	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
III.2.1 SƠ ĐỒ TÍNH:	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
III.2.2 TÍNH TOÁN NỘI LỰC	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.2.2.1 Tính toán bản mút thừa	Error! Bookmark not defined.
iii.2.2.2 Tính toán hiệu ứng lực cho nhịp giản đơn	Error! Bookmark not defined.
iii.3 Tổ hợp nội lực	Error! Bookmark not defined.
III.4 THIẾT KẾ CỐT THÉP BẢN MẶT CẦU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.4 .1 Tính toán diện tích cốt thép	Error! Bookmark not defined.
iii.4 .2 Tính toán mất mát ứng suất tr- ớc	Error! Bookmark not defined.
III.5 KIỂM TRA TIẾT DIỆN THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.5 .1 Trạng thái giới hạn sử dụng	Error! Bookmark not defined.
iii.5 .2 Trạng thái giới hạn c- ờng độ 1	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG IV: Thiết Kế kết cấu Dầm Chủ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
IV. LỰA CHỌN KÍCH THƯỚC VÀ TÍNH TOÁN ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iv.1 kích th- ớc kết cấu và mặt cắt ngang dầm	Error! Bookmark not defined.
iv.1.4. Tính toán đặc tr- ng hình học tiết diện	Error! Bookmark not defined.
IV.2. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

iv.2 .1 Sơ đồ chia đốt thi công kết cấu nhịp.....	Error! Bookmark not defined.
iv.2 .2 Các giai đoạn thi công kết cấu nhịp.....	Error! Bookmark not defined.
IV.3 TỔ HỢP NỘI LỰC	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
IV.4 THIẾT KẾ CỐT THÉP	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iv.4.1 Bê tông mác c50.	Error! Bookmark not defined.
iv.4.2 Chọn cáp	Error! Bookmark not defined.
iv.4.3 Cốt thép th- ờng.....	Error! Bookmark not defined.
iv.4.4 Tính toán cốt thép DƯỠI	Error! Bookmark not defined.
BẢNG TÍNH TOÁN LỰA CHỌN LƯỢNG CỐT THÉP DƯỠI	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iv.4.5 Tính đặc tr- ng hình học các giai đoạn.....	Error! Bookmark not defined.
iv.4.6 Tính mất mát ứng suất tr- ớc	Error! Bookmark not defined.
iv.4.7 Kiểm toán tiết diện.....	Error! Bookmark not defined.
ĐẶT VẤN ĐỀ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
V. TÍNH TOÁN TRỤ CẦU	124
V.1 Kích th- ớc hình học của trụ.	124
V.2 Tải trọng và các tổ hợp tải trọng.	124
1. Số liệu tính toán :	124
Cao độ đỉnh trụ: +77.5 m	124
V.3 Xác định các tải trọng tác dụng lên trụ	125
V.4 Tổ hợp tải trọng tác dụng lên trụ:.....	130
V.4 Kiểm toán tiết diện trụ nguy hiểm với các tổ hợp tải trọng	132
V.7 Kiểm toán cọc.....	137