

PHẦN III: THIẾT KẾ THI CÔNG

CHƯƠNG I : THIẾT KẾ THI CÔNG TRỤ

I. YÊU CẦU THIẾT KẾ:

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

Các số liệu tính toán nh- sau:

Cao độ đỉnh trụ	+13	m
Cao độ đáy trụ	+1.5	m
Cao độ đáy đài	-0.5	m
Cao độ mực nước thi công	+4.5	m
Cao độ đáy sông	0.0	m
Chiều rộng bệ trụ	5.0	m
Chiều dài bệ trụ	8.0	m
Chiều rộng móng	7.0	m
Chiều dài móng	10.0	m

Số liệu địa chất :

- lớp 1 : Cát sét.
- lớp 2 : Sét dẻo mềm.
- lớp 3 : Sét dẻo cứng.
- lớp 3 : cuội sỏi
- lớp 3 : Đá gốc

II. TRÌNH TỰ THI CÔNG:

1. Thi công trụ:

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

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

Bước 2 : Thi công cọc khoan nhồi:

- Lắp đặt hệ thống cung cấp dung dịch Bentonite, hệ thống bơm thải vữa mùn khi khoan cọc.
- Dùng máy khoan tiến hành khoan cọc
- Hạ lồng cốt thép, đổ bê tông cọc.

Bíớc 3 : Thi công vòng vây cọc ván:

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

Bíớc 4 : Thi công bệ móng:

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

Bíớc 5 : Thi công trụ cầu:

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

Bíớc 6 : Hoàn thiện :

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

2. Thi công kết cấu nhịp:**Bíớc 1 : Chuẩn bị phơng tiện :**

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

Bíớc 2: Lao lắp nhịp dầm chủ:

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

Bíớc 3: Hoàn thiện:

- Tháo lắp giá ba chân .
- Đổ bê tông mặt đ- ờng.
- Lắp dựng vỉa chắn ô tô lan can, thiết bị chiếu sáng.
- Lắp dựng biển báo.

III . THI CÔNG MÓNG:

Móng cọc khoan nhồi đường kính cọc 1.0m, tựa trên nền cát sét. Toàn cầu có 2 móng: M1, M2 và 6 trụ: T1, T2, T3, T4, T5, T6.

Các thông số móng cọc

	M1	T1	T2	T3	T4	M2
Số lượng cọc trong móng (cọc)	6	6	6	6	6	6
Đường kính thân cọc(m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Chiều cao bệ cọc (m)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Cao độ đỉnh bệ cọc(m)	+8	+4	+1.5	+1.5	+4	+8
Cao độ đáy bệ cọc(m)	+6	+2	-0.5	-0.5	+2	+6
Cao độ mũi cọc dự kiến (m)	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5
Chiều dài cọc dự kiến (m)	25	25	25	25	25	25

1. Công tác chuẩn bị:

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

- Kiểm tra vị trí lỗ khoan, các mốc cao độ. Nếu cần thiết có thể đặt lại các mốc cao độ ở vị trí mới không bị ảnh hưởng bởi quá trình thi công cọc.
- Chuẩn bị ống vách, cốt thép lồng cọc nhồi thiết kế. Chuẩn bị ống đổ bê tông dưới nước.
- Thiết kế cấp phối bê tông, thí nghiệm cấp phối bê tông theo thiết kế, điều chỉnh cấp phối cho phù hợp với cường độ và điều kiện đổ bê tông dưới nước.
- Dự kiến khả năng và phương pháp cung cấp bê tông liên tục cho thi công đổ bê tông dưới nước.
- Chuẩn bị các lỗ chừa sẵn tạo điều kiện thuận lợi cho việc kiểm tra chất lượng cọc khoan sau này.

2. Công tác khoan tạo lỗ:**2.1. Xác định vị trí lỗ khoan:**

- Định vị cọc trên mặt bằng cần dựa vào các mốc đo lường chuẩn tọa độ để xác định tại hiện trường.

Sai số cho phép của lỗ cọc không được vượt quá các giá trị sau:

Sai số đo lường kính cọc: 5%

Sai số độ thẳng đứng : 1%

Sai số về vị trí cọc: 10cm

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

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

- Ống vách phải được chế tạo như thiết kế. Bề dày ống vách sai số không quá 0.5mm so với thiết kế. ống vách phải đảm bảo kín nước, đủ độ cứng. Trước khi hạ ống vách cần phải kiểm tra nghiệm thu chế tạo ống vách.

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

- Ống vách có thể được hạ bằng phương pháp đóng, ép rung hay kết hợp với đào đất trong lòng ống.

2.3. Khoan tạo lỗ:

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

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

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

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

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

- Khi chân ống vách chạm mặt đá dùng gầu lấy hết đất trong lỗ khoan, nếu gặp đá mô côi hay mặt đá không bằng phẳng phải đổ đất sét kẹp đá nhỏ đầm cho bằng phẳng hoặc cho đổ một lớp bê tông dưới nước cốt liệu bằng đá dăm để tạo mặt phẳng cho búa đập

hoạt động. Lúc đầu kéo búa với chiều cao nhỏ để hình thành lỗ ổn định, tròn thành đứng, sau đó có thể khoan bình thường.

- Nếu sử dụng dung dịch sét giữ thành phải phù hợp với các qui định sau :
- Độ nhớt của dung dịch sét phải phù hợp với điều kiện địa chất công trình và phương pháp sử dụng dung dịch. Bề mặt dung dịch sét trong lỗ cọc phải cao hơn mực nước ngầm 1,0m trở lên. Khi có mực nước ngầm thay đổi thì mặt dung dịch sét phải cao hơn mực nước ngầm cao nhất là 1,5m.
- Trong khi đổ bê tông, khối lượng riêng của dung dịch sét trong khoảng 50 cm kể từ đáy lỗ $< 1,25 \text{ T/m}^3$, hàm lượng cát $\leq 6\%$, độ nhớt ≤ 28 giây. Cần phải đảm bảo chất lượng dung dịch sét theo độ sâu của từng lớp đất đá, đảm bảo sự ổn định thành lỗ cho đến khi kết thúc việc đổ bê tông.

2.4. Rửa lỗ khoan :

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

2.5. Công tác đổ bê tông cọc:

- Đổ bê tông cọc theo phương pháp ống rút thẳng đứng.
 - Một số yêu cầu của công tác đổ bê tông cọc:
 - + Bê tông phải được trộn bằng máy. Khi chuyển đến công trường phải được kiểm tra độ sụt và độ đồng nhất. Nếu dùng máy bơm bê tông thì bơm trực tiếp bê tông vào phễu của ống dẫn.
 - + Đầu dưới của ống dẫn bê tông cách đáy lỗ khoan khoảng 20-30 cm.
- ống dẫn bê tông phải đảm bảo kín khí.
- + Độ ngập sâu của ống dẫn trong bê tông không được nhỏ hơn 1,2m và không được lớn hơn 6m.
 - + Phải đổ bê tông liên tục, rút ngắn thời gian tháo ống dẫn, ống vách để giảm thời gian đổ bê tông.
 - + Khi ống dẫn chứa đầy bê tông phải đổ từ từ tránh tạo thành các túi khí trong ống dẫn.

+ Thời gian ninh kết ban đầu của bê tông không được sớm hơn toàn bộ thời gian đúc cọc khoan nhồi. Nếu cọc dài, khối lượng bê tông lớn có thể cho thêm chất phụ gia chậm ninh kết.

+ Đường kính lớn nhất của đá dùng để đổ bê tông không được lớn hơn khe hở giữa hai thanh cốt thép chủ gần nhau của lồng thép cọc.

2.6. Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi:

- Kiểm tra bê tông phải được thực hiện trong suốt quá trình của dây chuyền đổ bê tông dưới nước.

- Các mẫu bê tông phải được lấy từ phễu chứa ống dẫn để kiểm tra độ linh động, độ nhớt và đúc mẫu kiểm tra cường độ.

+ Trong quá trình đổ bê tông cần kiểm tra và ghi nhận ký thi công các số liệu sau :

+ Tốc độ đổ bê tông

+ Độ cắm sâu của ống dẫn vào vữa bê tông.

+ Mức vữa bê tông dâng lên trong hố khoan.

3. Thi công vòng vây cọc ván thép:

- Trình tự thi công cọc ván thép:

+ Đóng cọc định vị

+ Liên kết thanh nẹp với cọc định vị thành khung vây.

+ Xỏ cọc ván từ các góc về giữa.

+ Tiến hành đóng cọc ván đến độ chôn sâu theo thiết kế.

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

4. Công tác đào đất bằng xối hút :

- Các lớp đất phía trên mặt đều là dạng cát, sét nên thích hợp dùng phương pháp xối hút để đào đất nơi ngập nước.

- Tiến hành đào đất bằng máy xối hút. Máy xối hút đặt trên hệ phao chở nổi. Khi xối đến độ sâu cách cao độ thiết kế 20-30cm thì dừng lại, sau khi bơm hút nước tiến hành đào thủ công đến cao độ đáy móng để tránh phá vỡ kết cấu phía dưới. Sau đó san phẳng, đầm chặt đổ bê tông bịt đáy.

5. Đổ bê tông bịt đáy :

5.1. Trình tự thi công:

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

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

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

Bê tông: + Có mác thường cao hơn thiết kế một cấp

+ Có độ sụt cao: 16 - 20cm.

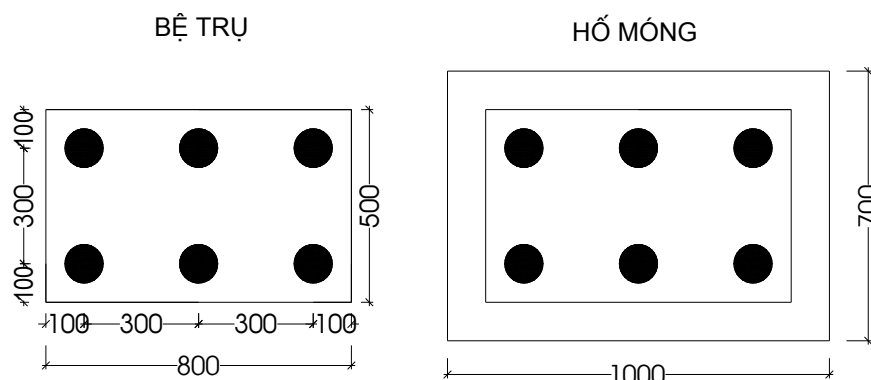
+ Cốt liệu thường bằng sỏi cuội.

- Đổ liên tục, càng nhanh càng tốt.
- Trong quá trình đổ phải đo đạc, kiểm soát.

5.3. Tính toán chiều dày lớp bê tông bịt đáy:

a) Các số liệu tính toán:

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



Ta có : $L = 8 + 2 = 10 \text{ m}$

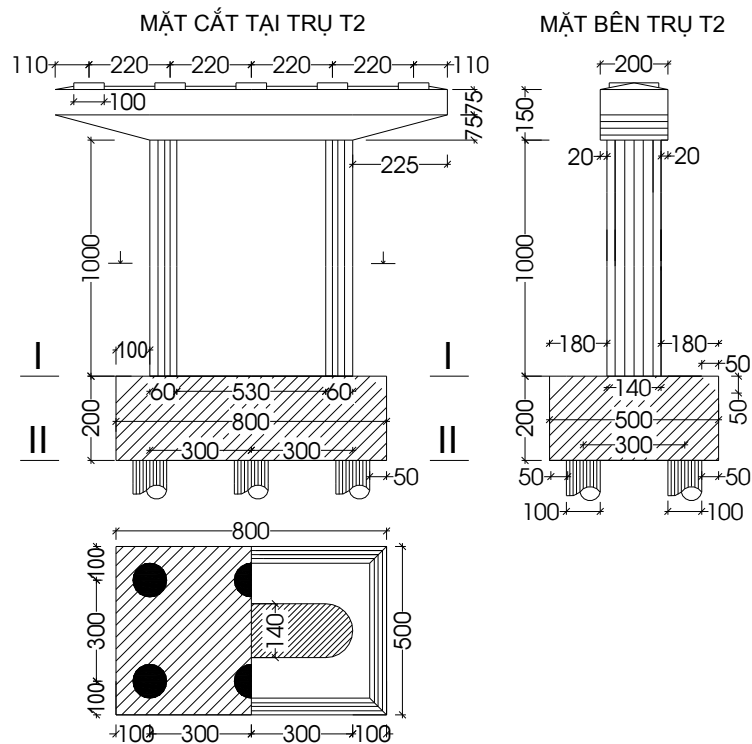
$$B = 5 + 2 = 7 \text{ m}$$

Gọi h_b : là chiều dày lớp bê tông bịt đáy .

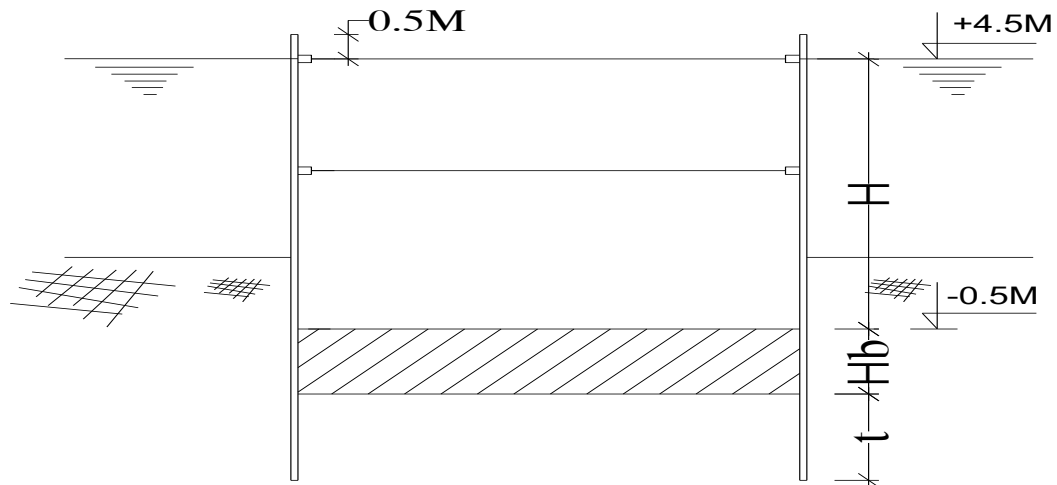
t : là chiều sâu chôn cọc ván ($t \geq 2\text{m}$)

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

Cọc ván sử dụng là cọc ván thép .



Sơ đồ bố trí cọc ván như sau:



b) Tính toán chiều dày lớp bê tông bọt đáy:

*Điều kiện tính toán:

áp lực đẩy nổi của n-ớc phải nhỏ hơn ma sát giữa bê tông và cọc + trọng l-ợng của lớp bê tông bọt đáy.

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

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

Trong đó :

H : Khoảng cách MNTC tới đáy đài = 5 m

h_b : Chiều dày lớp bê tông bọt đáy

m = 0,9 hệ số điều kiện làm việc.

n = 0,9 hệ số v-ợt tải.

γ_b : Trọng l-ợng riêng của bê tông bọt đáy $\gamma_b = 2,4T/m^2$.

γ_n : Trọng l-ợng riêng của n-ớc $\gamma_n = 1 T/m^2$.

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

τ_2 : Lực ma sát giữa bê tông bọt đáy và cọc $\tau_2 = 4T/m^2$.

k: Số cọc trong móng k = 6 (cọc)

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

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

τ_1 : Lực ma sát giữa cọc ván với lớp bê tông:

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

u_1 : Chu vi t-ờng cọc ván $= (10 + 7) \times 2 = 34 \text{ m}$

$$\Rightarrow h_b = \frac{1 \times 5 \times 70}{(0,9 \times 70 \times 2,4 + 34 \times 3 + 6 \times 3,14 \times 4) \cdot 0,9 - 70 \times 1} = 1,5 \text{ m} > 1 \text{ m}$$

Vậy ta chọn $h_b = 1,5 \text{ m}$

*** KIỂM TRA CỘT ĐỒ LỚP BÊ TÔNG BỊT ĐÁY:**

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

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

$$q = 1 \cdot (4,95 + h_b) - 2,4 \cdot h_b = 4,95 - 1,4 \cdot h_b$$

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

$$M_{\max} = \frac{q l^2}{8} = \frac{(4,95 - 1,4 \cdot h_b) \cdot 7^2}{8} = 30,32 - 8,575 \cdot h_b$$

+ Mômen chống uốn :

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

+ Kiểm tra ứng suất :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{6 \cdot (30,32 - 8,575 h_b)}{h_b^2} \leq 65 \text{ T/m}^2$$

Ta có ph-ơng trình bậc hai:

$$65 \cdot h_b^2 + 51,45 h_b - 181,92 = 0$$

Giải ra ta có: $h_b = 1,32 \text{ m} > 1 \text{ m}$

Vậy chọn chiều dày lớp bê tông bịt đáy $h_b = 1,5 \text{ m}$ làm số liệu tính toán.

5.4. Tính toán cọc ván thép:

a. Tính độ chôn sâu cọc ván:

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

Đất d-ới đáy móng:

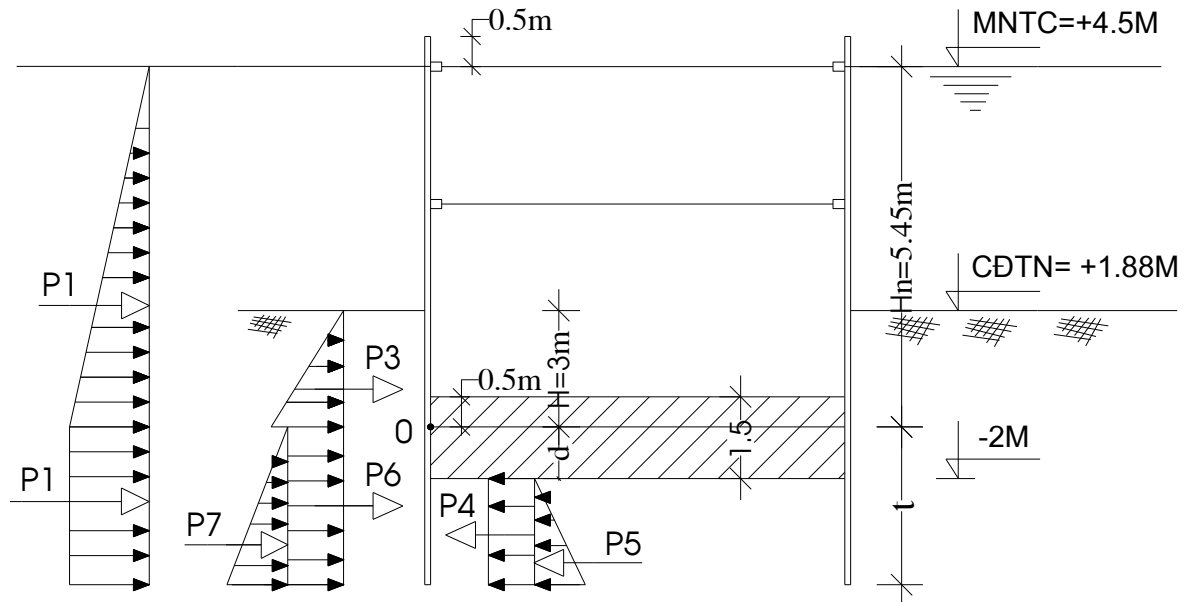
Cát mịn : $\gamma_0 = 1,6 \text{ (T/m}^2\text{)}; \varphi^u = 35^\circ$.

Hệ số v-ợt tải $n_1 = 1,2$ đối với áp lực chủ động.

Hệ số v-ợt tải $n_2 = 0,8$ đối với áp lực bị động.

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

Sơ đồ tính độ chôn sâu cọc ván:



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

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

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

- Trọng lượng đơn vị γ' của đất d- ới mực n- óc sẽ tính toán nh- sau:

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

- áp lực do n- óc:

$$P_1 = 0.5 \cdot \gamma_n \cdot H_n^2 = 0.5 \cdot 5.45^2 = 14.85 \text{ (T)}$$

$$P_2 = \gamma_n \cdot H_n \cdot t = 5.45 \cdot t \text{ (T)}$$

- áp lực đất chủ động:

$$P_3 = K_a \cdot n_1 \cdot 0.5 \cdot H^2 \gamma' = 0.27 \cdot 1.2 \cdot 0.5 \cdot 3^2 \cdot 1 = 1.458 \text{ (T)}$$

$$P_4 = (d+0.5)(t-d) \gamma_b K_a n_1 = (1+0.5)(t-1) \cdot 0.27 \cdot 1.2 = 0.486(t-1) \text{ (T)}$$

$$P_5 = 0.5(t-d)^2 \gamma' K_a n_1 = 0.5(t-1)^2 \cdot 0.27 \cdot 1.2 = 0.162(t-1)^2 \text{ (T)}$$

- áp lực đất bị động

$$P_6 = H \cdot t \cdot \gamma \cdot K_b \cdot n_2 = 5.45 \cdot t \cdot 1 \cdot 1.92 \cdot 0.8 = 8.371 t \text{ (T)}$$

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

Phương trình ổn định lật sẽ bằng :

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

thay các số liệu trên vào phương trình (1) ta có phương trình :

$$\Leftrightarrow 26.977 + 1.458 + 0.364 \cdot t^2 - 0.364 + 0.108t^2 - 0.054t - 0.054 = 3.237t^3 + 4.185t^2 - 6.442$$

$$\Leftrightarrow 3.237t^3 + 3.713t^2 + 0.054 - 34.458 = 0$$

$$0.43t^3 + 2.742t^2 + 0.141t - 6.442 = 0$$

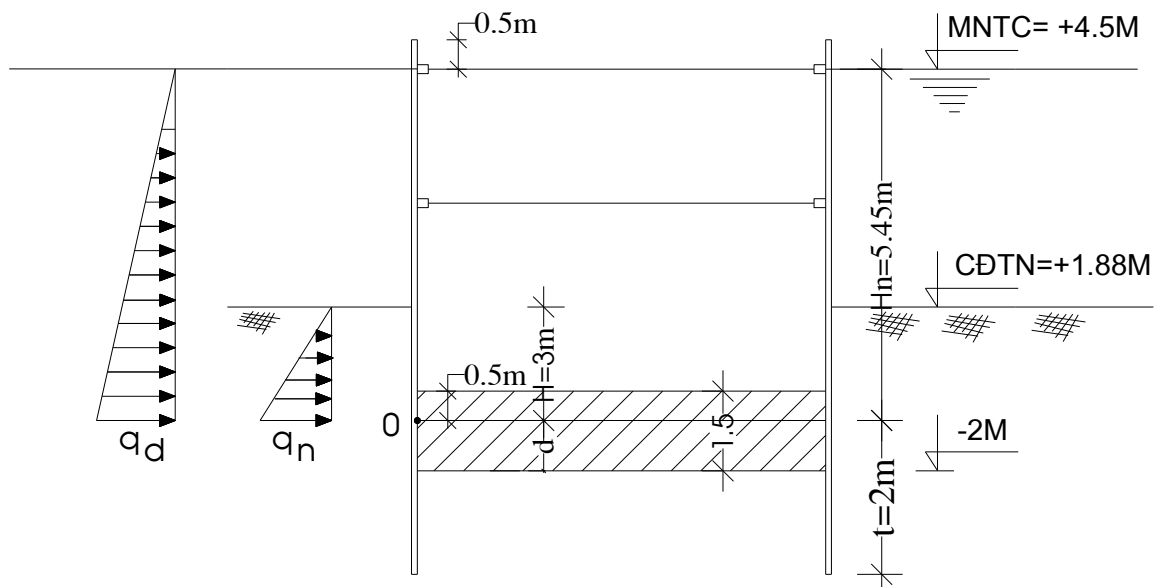
Giải phương trình bậc 3 ta có: $t = 1.87 \text{ m}$.

Để an toàn chọn : $t = 2 \text{ m}$

Chiều dài cọc ván chọn: $L_{\text{CỌC VÁN}} = 5.45 + 2 + 0.5 = 7.95 \text{ m} \Rightarrow$ Chọn $L = 8 \text{ m}$.

2. Chọn cọc ván thỏa mãn yêu cầu về cường độ:

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



* Tính toán áp lực ngang:

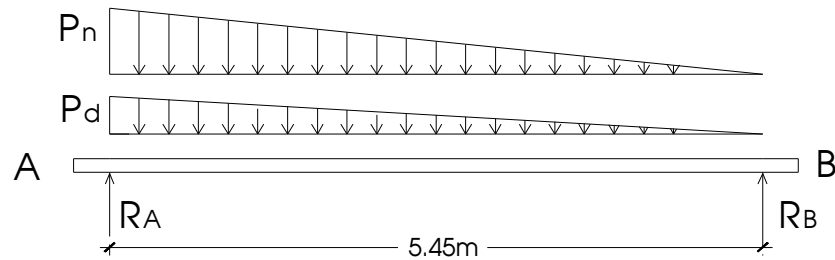
Áp lực ngang của nước : $P_n = \gamma_n \cdot H_1 = 1 \times 5.45 = 5.45 (\text{t/m})$

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

$$\Rightarrow P_d = 1.5 \times 5.45 \times \text{tg}^2 (45^\circ - 17.5^\circ) = 4.25 (\text{t/m})$$

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

Tìm M_{max} :



Theo sơ đồ :

$$\Sigma M_B = 0 \Leftrightarrow 5.45R_A = P_n \cdot \frac{5.45}{2} \cdot \frac{2 \cdot 5.45}{3} + P_d \cdot \frac{5.45}{2} \cdot \frac{2 \cdot 5.45}{3}$$

$$\Leftrightarrow R_A = (P_d + P_n) \cdot \frac{5.45^2}{3} = (4.25 + 5.45) \cdot \frac{5.45}{3} = 17.6(T)$$

$$\Sigma M_A = 0 \Leftrightarrow 5.45R_B = (P_n + P_d) \cdot \frac{5.45}{2} \cdot \left(5.45 - \frac{2 \cdot 5.45}{3}\right)$$

$$\Leftrightarrow R_B = \left(\frac{4.25 + 5.45}{5.45}\right) \cdot \frac{5.45}{2} \cdot \left(5.45 - \frac{2 \cdot 5.45}{3}\right) = 8.81(T)$$

Giả sử vị trí Q=0 nằm cách gối một đoạn $0 < x < 5.45m$

Ta có:

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

$$\text{Với: } q_x = \frac{q \cdot (H_1 - x)}{H_1}, q = p_n + p_d = 5.45 + 4.25 = 9.7(T/m).$$

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

Thay số vào (2) ta có phương trình bậc 3:

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

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

Giải phương trình trên ta có:

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

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

$$M_{\text{Max}} = 30.05Tm$$

Kiểm tra:

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

+ Với cọc ván thép larsen IV dài $L = 8 \text{ m}$, có $W = 2200 \text{ cm}^3$.

$$\text{Do đó } \sigma = \frac{30.10^5}{2200} = 1363.6 (\text{kG/cm}^2) < R_u = 2000 (\text{kG/cm}^2).$$

5.5. Tính toán nẹp ngang :

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

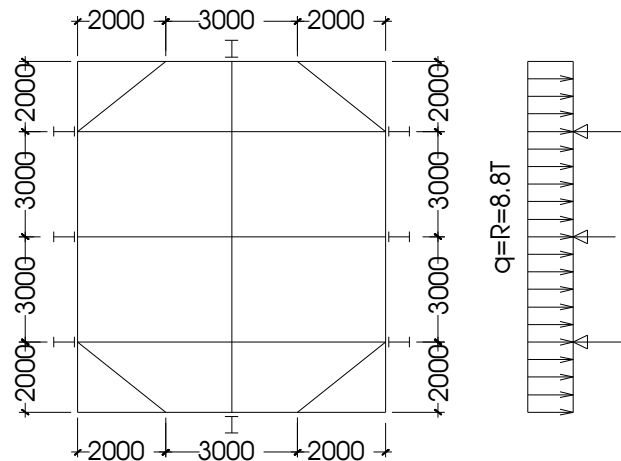
+ Các gối là các thanh chống với khoảng cách giữa các thanh chống là:

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

$l_1 = 3 \text{ m}$: Theo chiều dọc.

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

Sơ đồ tính :



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

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

Chọn tiết diện thanh nẹp theo công thức :

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

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

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

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

5.6. Tính toán thanh chống:

Thanh chống chịu nén bởi lực tập trung.

$$\text{Lực phân bố tam giác: } q = p_n + p_d = 5.45 + 4.25 = 9.7 (\text{T})$$

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

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

$$(L_2 = H = 5.45\text{m})$$

$$\Leftrightarrow R_B = \frac{qH}{2L_2} \cdot \frac{H}{3} = \frac{q \cdot h}{2 \cdot 3} = \frac{9.7 \cdot 5.45}{2 \cdot 3} = 8.8(T)$$

$$R_B = B = 8.8 (T)$$

+ Duyệt thanh chịu nén:

$$\sigma = \frac{A}{\varphi \cdot F_{ng}} \leq \bar{\sigma}$$

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

$$\text{Ta có: } i = \sqrt{\frac{I}{F_{ng}}} = \sqrt{\frac{7080}{46,6}} = 12,34$$

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

$$F_{ng} = 46,5 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{600}{12,34} = 48,62$$

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{48,62}{100} \right)^2 = 0,81$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{A}{\varphi \cdot F_{ng}} = \frac{8.8 \cdot 10^3}{0,81 \cdot 46,5} = 233 (kG/cm^2)$$

$$\text{Với: } \sigma = 233 (kG/cm^2) < \bar{\sigma}_{\text{thép}} = 1700 (kG/cm^2)$$

\Rightarrow Thanh chống đạt yêu cầu

6. Bơm hút n-ớc:

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

7. Thi công đài cọc:

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

- Tiến hành đập đầu cọc.

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

IV. THI CÔNG TRỤ:

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

1. Yêu cầu khi thi công:

- Theo thiết kế kỹ thuật trụ thiết kế là trụ đặc bê tông toàn khối, do đó công tác chủ yếu của thi công trụ là công tác bê tông cốt thép và ván khuôn.
- Để thuận tiện cho việc lắp dựng ván khuôn ta dự kiến sử dụng ván khuôn lắp ghép. Ván khuôn đ-ợc chế tạo từng khối nhỏ trong nhà máy đ-ợc vận chuyển ra vị trí thi công, tiến hành lắp dựng thành ván khuôn.
- Công tác bê tông đ-ợc thực hiện bởi máy trộn C284-A công suất 40 m³/h, sử dụng đầm dùi bê tông bán kính tác dụng $R = 0.75m$.

2. Trình tự thi công nh- sau:

- Chuyển các khối ván khuôn ra vị trí trụ, lắp dựng ván khuôn theo thiết kế.
- Đổ bê tông vào ống đổ, tr-ớc khi đổ bê tông phải kiểm tra ván khuôn lại một lần nữa, bôi dầu lên thành ván khuôn tránh hiện tượng dính kết bê tông vào thành ván khuôn sau này.
- Đổ bê tông thành từng lớp dày 40cm, đầm ở vị trí cách nhau không quá 1.75R, thời gian đầm là 50 giây một vị trí, khi thấy bọt ximăng nổi lên là đ-ợc. Yêu cầu khi đầm phải cắm sâu vào lớp cũ 4 -5cm, đổ đầm liên tục trong thời gian lớn hơn 4h phải đảm bảo độ toàn khối cho bê tông tránh hiện tượng phân tầng.
- Bảo dưỡng bê tông :Sau 12h từ khi đổ bê tông có thể tưới nước, nếu trời mát tưới 3-4 lần/ngày, nếu trời nóng có thể tưới nhiều hơn. Khi thi công nếu gặp trời mưa thì phải có biện pháp che chắn.
- Khi cường độ đạt 55% f'_c cho phép tháo dỡ ván khuôn. Quá trình tháo dỡ ngược với quá trình lắp dựng.

3. Tính ván khuôn trụ:

3.1 . Tính ván khuôn đài trụ.

- Đài có kích thước : $a \times b \times h = 8 \times 5 \times 2$ (m).
- Áp lực tác dụng lên ván khuôn gồm có:

+ áp lực bê tông tươi.

+ Lực xung kích của đầm.

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

Và đầm dùi có bán kính tác dụng là $0,75 \text{ m}$.

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

Sau 4h bê tông đổ lên cao được: z

$$h = \frac{4Q}{F} = \frac{40 \times 4}{40} = 4(\text{m}) > 0,75(\text{m})$$

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

Áp lực ngang tác dụng lên ván khuôn là:

+ Do áp lực ngang của bê tông tươi:

$$q_1 = 400 (\text{Kg/m}^2) = 0,4 (\text{T/m}^2) \quad , n = 1,3$$

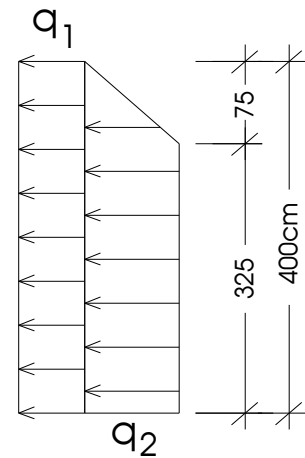
+ Lực xung kích do đầm bê tông: $h > 0,75 \text{ m}$ nên

$$q_2 = 2,4 \times 0,75 \times 10^3 = 1800 \text{ Kg/m}^2$$

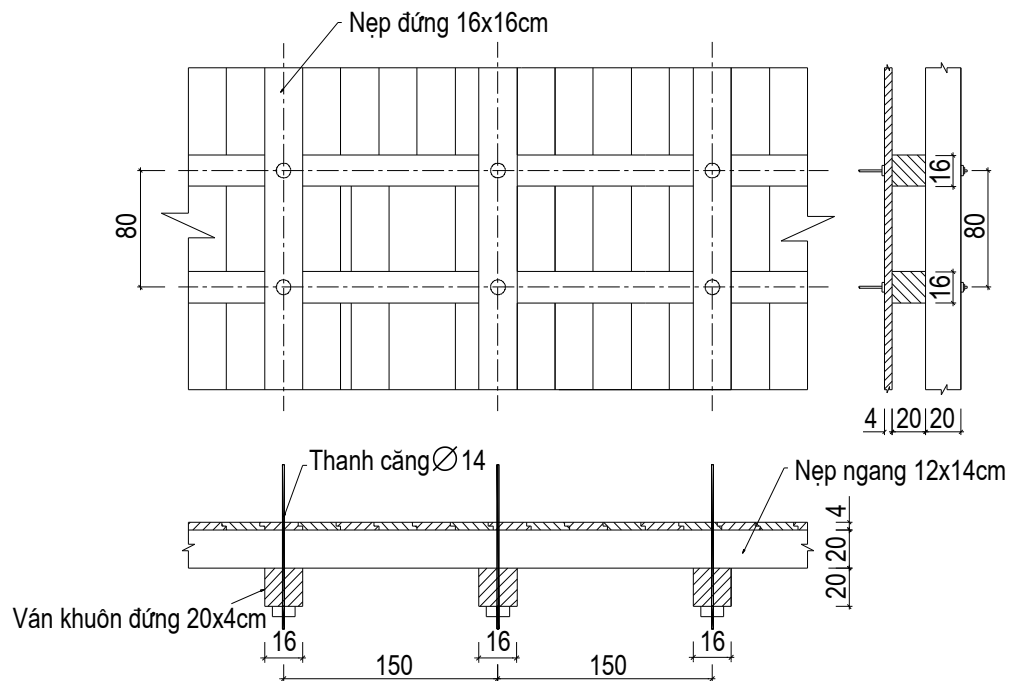
Biểu đồ áp lực thay đổi theo chiều cao đài như sau để đơn giản hóa tính toán và thi công ta coi áp lực phân bố đều:

$$q^{\text{tc}} = \frac{\frac{1800 \times 0,75}{2} + 1800 \times 2,45 + 400 \times 4}{4} = 1671,25 (\text{kg/m}^2)$$

$$q^{\text{tt}} = 1,3 \times 1671,25 = 2172,62 (\text{kg/m}^2)$$



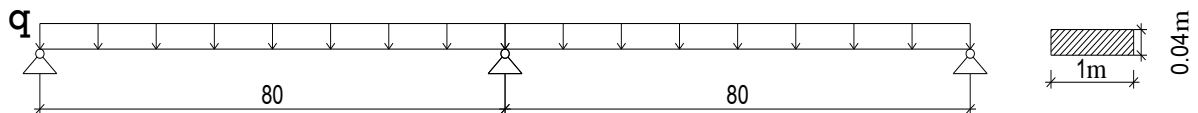
Chọn ván khuôn tru nh sau:



3.2. Tính ván đứng:

Tính toán với 1m bề rộng của ván

Sơ đồ tính toán:



Mômen uốn lớn nhất:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{10} = \frac{2172,62 \times 0,8^2}{10} = 139 \text{ kgm}$$

Kiểm tra theo điều kiện nén uốn của ván :

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

Với $W = \frac{b\delta^2}{6} = \frac{1 \times 0,04^2}{6} = 0,000267 \text{ (m}^3\text{)}$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{139 \times 10^{-4}}{0,000267} = 52,06 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < R_u = 130 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

=> Thỏa mãn điều kiện chịu lực

Kiểm tra độ võng :

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

Trong đó :

- E : môđun đàn hồi của gỗ $E_{dh} = 90.000 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
- l : chiều dài nhịp tính toán $l = 80 \text{ cm}$
- J : mômen quán tính 1m rộng ván khuôn

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

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

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

$$\Rightarrow f = \frac{5 \times 16.71 \times 80^4}{384 \times 9 \times 10^4 \times 533} = 0.185 \text{ cm} < \frac{80}{250} = 0.32 \text{ cm}$$

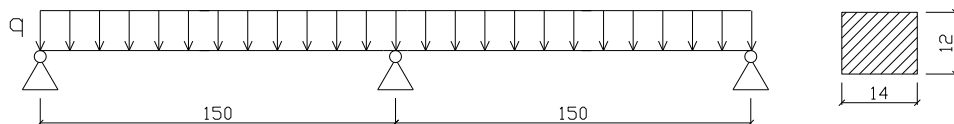
\Rightarrow Vậy đảm bảo yêu cầu về độ võng.

3.3. Tính nẹp ngang:

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

$$q_{\text{nẹp ngang}} = q^t l_1 = 2172.62 \times 0.8 = 1738.1 \text{ (Kg/m)}$$

Sơ đồ tính:



+ Mômen lớn nhất trong nẹp ngang:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{10} = \frac{1738.1 \times 1.5^2}{10} = 391.07 \text{ kgm}$$

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

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

+ Kiểm tra ứng suất:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{39107}{392} = 99.76 \text{ kg/cm}^2 \leq 130 \text{ kg/cm}^2$$

+ Duyệt độ võng:

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

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

$$q_{\text{vong}} = q^{tc} \cdot l_1 = 1671 \times 0.8 = 1336.8 \text{ kg/m}$$

$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{q.l_2^3}{E.J} = \frac{1}{48} \cdot \frac{13.368 \times 150^3}{9 \times 10^4 \times 2744} = 0.0038 \text{ cm} < \frac{150}{250} = 0.6 \text{ cm}$$

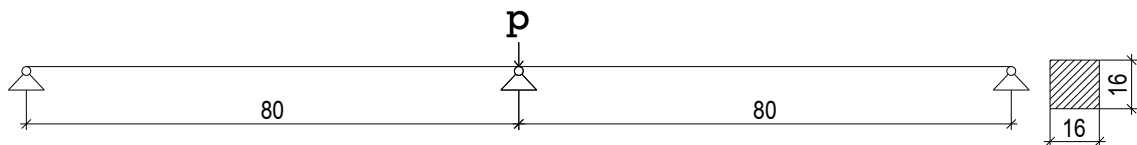
Kết luận : nẹp ngang đủ khả năng chịu lực

3.4. Tính nẹp đứng:

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

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

+ **Sơ đồ tính toán:**



+ Mômen:

$$M_{\text{max}} = \frac{P.l}{6} = \frac{2607.15 \times 1.6}{6} = 695.24 \text{ Kgm}$$

+ Chọn nẹp đứng kích thước (16x16) cm:

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

+ Kiểm tra ứng suất:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{69524}{682.7} = 101 \text{ kg/cm}^2 \leq 130 \text{ kg/cm}^2$$

+ Duyệt độ võng:

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

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

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

$$f = \frac{ql^3}{48.E.J} = \frac{20.05 \times 160^3}{48 \times 9 \times 10^4 \times 5461} = 0,00348 \text{ cm} < \frac{160}{400} = 0,4 \text{ cm}$$

Kết luận : nẹp đứng đủ khả năng chịu lực

3.5. Tính thanh căng:

- Lực trong dây căng : $R = (p + q) l_2 \times l_1 = (200 + 1800) \times 0.8 \times 1.5 = 2400 \text{ Kg}$
- Khoảng cách thanh căng: $c = 1.5 \text{ m}$
- Dừng thẳng căng là thép CT3 có $R = 1900 \text{ kg/cm}^2$.

→ Diện tích yêu cầu

$$F = \frac{S}{R} = \frac{2400}{1900} = 1.263 \text{ cm}^2$$

⇒ Dừng thanh căng $\Phi 14$ có $F = 1.54 \text{ cm}^2$

3.6. Tính toán gối vành l-ợc:

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

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

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

- Tính toán vành l-ợc chịu lực kéo T:

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

Trong đó:

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

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

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

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

CHƯƠNG 2 : THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

I. YÊU CẦU CHUNG:

- Sơ đồ cầu gồm 5 nhịp $(5 \times 34)\text{m}$
- Chọn tổ hợp giá lao cầu để thi công lao lắp dầm .
- Với nội dung đồ án thi công nhịp 34m , mặt cắt ngang cầu gồm 5 dầm I chiều cao dầm

$$H = 1.7\text{m}, \text{ khoảng cách giữa các dầm } S = 2.2\text{m}$$

II. TÍNH TOÁN SƠ BÔ GIÁ LAO NÚT THỪA:

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

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

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

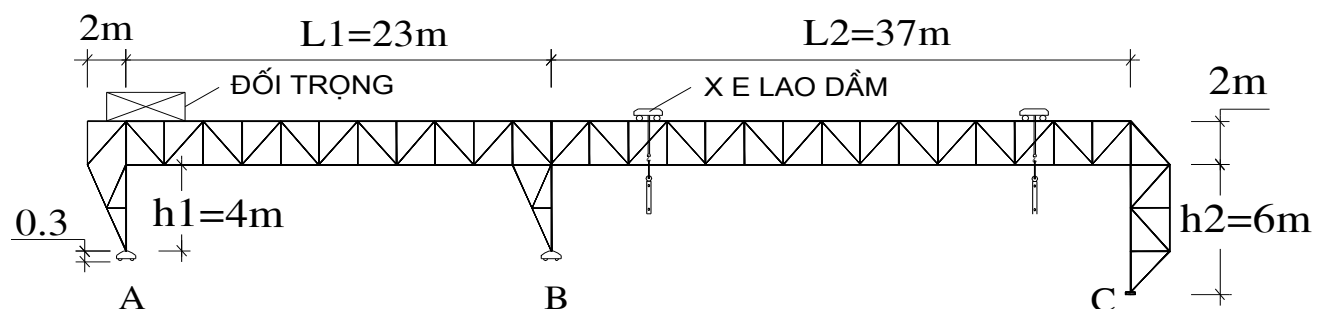
- Chiều dài giá lao nút thừa :

$$L_1 = 2/3 L_{\text{dầm}} = 23 \text{ m}$$

$$L_2 = 1.1 L_{\text{dầm}} = 1.1 \times 34 = 37\text{m} \rightarrow \text{chọn } L_2 = 37 \text{ m}.$$

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

Sơ đồ giá lao nút thừa

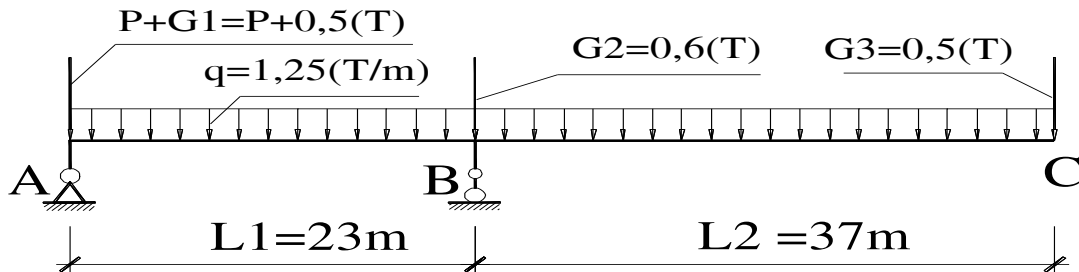


- Trọng l-ợng giá lao nút thừa trên 1 m dài = 1.25T/m
- Trọng l-ợng bản thân trụ tính từ trái sang phải là : $G_1 = 0.5 \text{ T}$; $G_2 = 0.6 \text{ T}$

- Trọng lượng bản thân trụ phụ đầu nút thừa : $G_3 = 0.5 T$

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

Khi đó đảm tự hằng Sơ đồ xác định đối trọng P nh- sau:



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

Ta có $M_1 \leq 0.8 M_{cl}$ (1)

$$+ M_1 = G_3 \times L_2 + q \times L_2 \times L_2 / 2 = 0.5 \times 37 + 1.25 \times 37^2 / 2 = 697 (T.m)$$

$$+ M_{cl} = (P + 0.5) \times L_1 + q \times L_1^2 / 2 = (P + 0.5) \times 23 + 1.25 \times 23^2 / 2 = 23P + 260 (T.m)$$

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

$$697 \leq 0.8 \times (23P + 260) \Rightarrow P \geq 30.56 T$$

chọn $P = 31 T$

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

- Lực dọc tác dụng trong các thanh biên :

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

(h=2 chiều cao dầm)

* Kiểm tra điều kiện ổn định của thanh biên:

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

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

φ : hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh λ

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

Chọn thanh biên trên dầm đ- ọc gộp từ 4 thanh thép góc (250x160x18) (M_{201})

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

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

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

Thay vào công thức : $\sigma_{\max} = \frac{N}{\varphi * F} = \frac{348500}{0,868 * 284,4} = 1411.7 \text{ (kG/cm}^2\text{)}$

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

III. TRÌNH TỰ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP:

- Lắp dựng tổ hợp giá lao nút thừa, lắp dựng hệ thống đỡ ngang ray của tổ hợp giá lao nút thừa và xe goòng vận chuyển
- Di chuyển tổ hợp giá lao nút thừa đến vị trí trụ T₁
- Đánh dấu tim dầm, sau đó vận chuyển dầm BTCT bằng xe goòng ra vị trí sau mổ để thực hiện lao lắp dầm ở nhịp 1
- Vận chuyển dầm đến tổ hợp giá lao nút thừa dùng balăng , kích nâng dầm và kéo về phía trái (vận chuyển dầm theo phương dọc cầu)
- Khi dầm đến vị trí cần lắp đặt dùng hệ thống bánh xe và balăng xích đặt lên 2 dầm ngang của tổ hợp giá lao nút thừa, di chuyển dầm theo phương ngang cầu và đặt vào vị trí gối cầu
- Trong quá trình đặt dầm xuống gối cầu phải thường xuyên kiểm tra hệ thống tim tuyến dầm và gối cầu. Công việc lao lắp dầm được thực hiện thứ tự từ ngoài vào trong
- Sau khi lắp xong toàn bộ số dầm trên nhịp 1 tiến hành liên kết tạm chúng với nhau và di chuyển giá lao để lao lắp nhịp tiếp theo. Trình tự thi công lao lắp tiến hành tuần tự như nhịp 1
- Sau khi lao lắp xong toàn bộ cầu thì tiến hành lắp đặt ván khuôn, cốt thép đổ bê tông mối nối và dầm ngang
- Lắp đặt ván khuôn , cốt thép thi công gờ chắn xe , làm khe co giãn các lớp mặt đường và lan can.