

TÍNH TOÁN VÀ CÁC VẤN ĐỀ LƯU Ý KHI ĐỔ BÊ TÔNG BỊT ĐÁY KHUNG VÂY CỌC VÁN THÉP

Nguyễn Thành Công¹

Tóm tắt: Công nghệ đập trụ đỡ sử dụng khung vây cọc ván thép để thi công các kết cấu công trình ngay trên sông. Những vị trí xây dựng công trình có đất nền là đất bùn yếu hoặc đất thấm lớn thì kết cấu khung vây cọc cừ ván thép phải có lớp bê tông bịt đáy nhằm ổn định chân khung vây, chống đẩy trôi đất hoặc chống thấm và lớp lót đáy phục vụ cho công tác thi công. Xác định chiều dày của lớp bê tông bịt đáy và những vấn đề lưu ý trong thi công là rất quan trọng nhằm đảm bảo an toàn trong suốt quá trình thi công.

Từ khóa: đập trụ đỡ, khung vây thi công, bê tông bịt đáy, đất yếu, xói hút.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

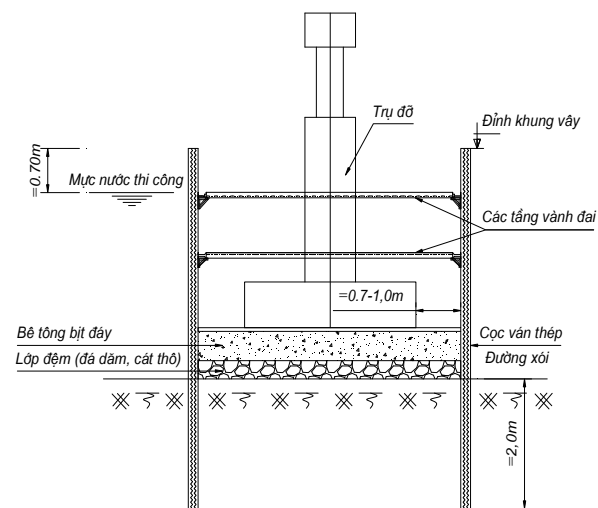
Khi thi công bản đáy và trụ pin của đập trụ đỡ trong nước cần sử dụng khung vây ván thép để làm khô hố móng. Kết cấu khung vây gồm: lớp cừ chịu lực đối xứng phía ngoài cắm sâu vào nền đất tựa vào vành đai phía trong vừa làm nhiệm vụ kín nước vừa chịu áp lực nước truyền vào và để giảm lưu lượng, áp lực thấm lên đáy móng. Hệ khung chống phía trong liên kết với lớp đai và nhận lực đối xứng xung quanh truyền vào. Thanh chống của khung làm việc theo sơ đồ chịu nén hướng tâm nên có khả năng chịu lực cao, đóng vai trò quan trọng làm khung vây cân bằng và ổn định trong quá trình bơm nước và thi công bản đáy, trụ pin của đập trụ đỡ. Lớp bê tông bịt đáy ngoài việc chống thấm, chống đẩy trôi của đất còn có nhiệm vụ là điểm tựa như một khung chống của cừ cắm vào nền, nơi có áp lực ngoài tác dụng vào lớn nhất. Việc có bố trí lớp bê tông bịt đáy hay không và chiều dày của nó là bao nhiêu còn phụ thuộc vào điều kiện đất nền, áp lực thấm và chống đẩy trôi của đất. Xác định chiều dày lớp bê tông bịt đáy để đảm bảo ổn định và thi công trụ rất quan trọng. Đối với nền sét cần xem xét tính chất cơ lý của

đất ảnh hưởng đến lớp bê tông bịt đáy, còn đối với nền cát do ảnh hưởng của hệ số thấm nên lưu lượng chảy vào hố móng lớn do đó cần phải đổ bê tông bịt đáy.

Nội dung bài báo đưa ra phương pháp tính toán xác định chiều dày lớp bê tông bịt đáy đó.

2. KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN ĐẤT NỀN

Trước khi lựa chọn giải pháp thi công có sử dụng lớp bê tông bịt đáy làm tầng phản áp chống thấm thì cần đánh giá sự cần thiết có phải sử dụng lớp bê tông này không dựa trên điều kiện ổn định của đất nền trong và ngoài khung vây thi công.



Hình 1. Bê tông bịt đáy trong khung vây

¹ Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

2.1. Kiểm tra điều kiện ổn định thấm cục bộ của nền trong khung vây

+ Kiểm tra ổn định thấm cục bộ:

Khi nền một đơn vị trong miền thấm chịu áp lực thấm $W_i = \gamma_n \cdot i$, miền thấm phía ngoài khung vây hố móng được các lực nước giữ chặt thêm còn miền thấm trong khung vây chịu lực đẩy W_d hướng từ dưới lên trên ngược chiều trọng lượng bản thân của khối đất. Khối đất ở trạng thái cân bằng (bỏ qua lực ma sát và hố móng):

$$\begin{aligned} W_d &= W_i \\ \gamma_i - \gamma_n(1-n) &= \gamma_n \cdot i \end{aligned} \quad (1)$$

Trong đó:

γ_i : Trọng lượng riêng của lớp đất nền

γ_n : Trọng lượng riêng của nước

n : Độ rỗng tương đối của đất nền.

Gradient thủy lực giới hạn được xác định:

$$i_{gh} = \frac{\gamma_i}{\gamma_n} - (1-n) \quad (2)$$

Điều kiện để nền không bị thấm cục bộ:

$$K_s = \frac{i_{gh}}{i_{ra}} \geq 1,50 \div 2,00 \quad (3)$$

i_{ra} : Gradient thủy lực cục bộ tại cửa ra của nền.

Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (thông qua các phần mềm) để xác định các giá trị gradient thấm của nền, tại vị trí cừ trong khung vây, tại vị trí cửa ra sau đó kiểm tra để đánh giá ổn định thấm trong nền.

2.2. Kiểm tra ổn định chống đẩy nổi do áp lực thấm

Trường hợp lớp trên là đất sét không thấm nước, lớp dưới có một tầng chứa nước có áp hoặc tầng chứa nước không phải là nước có áp, do quá trình đào đất hình thành chên lệch cột nước trong và ngoài khung vây, cần kiểm tra ổn định chống đẩy nổi lớp đất ở đáy hố móng. hệ số ổn định chống cột nước có áp (Nguyễn Bá Kế, 2002):

$$K = \frac{P_{cz}}{P_{wy}} \geq 1,05 \quad (4)$$

Trong đó:

P_{cz} : Trọng lượng bản thân của lớp đất phủ nằm từ mặt hố móng đến mặt của tầng nước có áp;

P_{wy} : Áp lực đẩy nổi của nước lên đáy lớp đất tính toán;

2.3. Kiểm tra ổn định chống trôi của hố móng trong khung vây:

Khi đào hố móng trong khung vây, do đất trong hố bị đào đi làm biến đổi trường ứng suất và trường biến dạng của nền đất, gây đẩy trôi đất đáy hố móng. Do đó khi thiết kế cần thiết phải kiểm tra ổn định chống đẩy trôi của hố móng dựa trên phương pháp cân bằng giới hạn.

2.3.1. Đối với đất sét thuần sét (coi $\phi = 0$)

2.3.1.1. Nền có 1 lớp sét:

Phương pháp đánh giá ổn định hố móng dựa trên điều kiện ổn định mặt trượt được tạo thành bởi mặt tròn và mặt phẳng (Terzaghi):

Cường độ tải trọng phía ngoài khung vây:

$$p = [(\gamma_{bh} - \gamma_n) \cdot H + \gamma_n(H + H_1)] \cdot B_1 \quad (5)$$

Trong đó:

γ_{bh} : Dung trọng bão hòa của đất, T/m^3 ;

γ_n : Dung trọng của nước, T/m^3 ;

C_u : Lực kháng dính của đất, T/m^2 ;

B : Bề rộng hố móng, m;

H : Chiều cao từ mặt đất ngoài hố móng đến đáy hố móng, m;

H_1 : Chiều cao từ mực nước đến mặt đất ngoài hố móng, m;

T : Bề dày lớp đất sét dưới đáy hố móng, m;

B_1 : Chọn giá trị nhỏ trong $B/2^{0,5}$ và T , m.

Khả năng chịu tải của nền đất:

$$q_n = 5,7 \cdot C_u \cdot B_1 \quad (6)$$

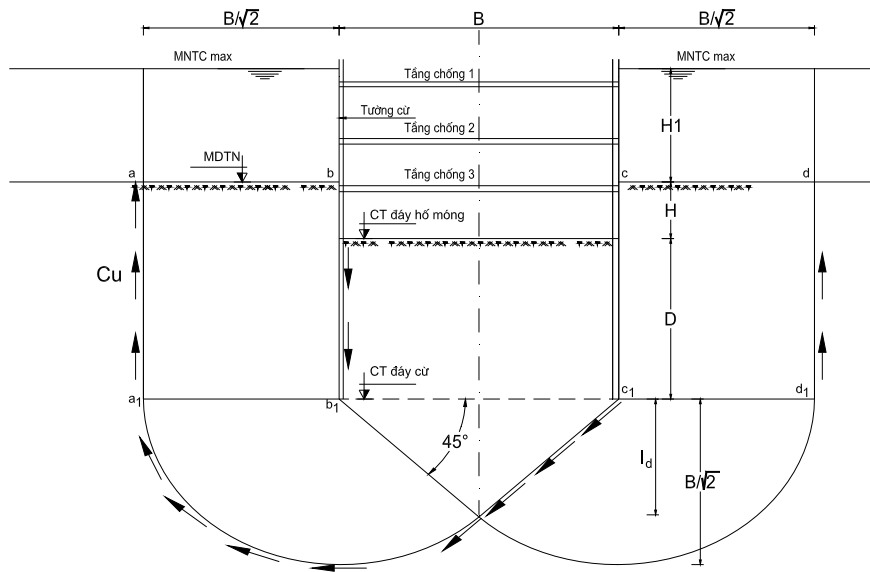
Lực giữ do ma sát với đất phía trong khung vây với cừ:

$$q_c = (1 + \alpha) \cdot C_u \cdot D \quad (7)$$

Trong đó:

D : Chiều sâu của cọc ván thép trong đất, m;

α : Hệ số chiết giảm lực dính giữa cọc và đất, chọn $\alpha = 0,5 \div 1$

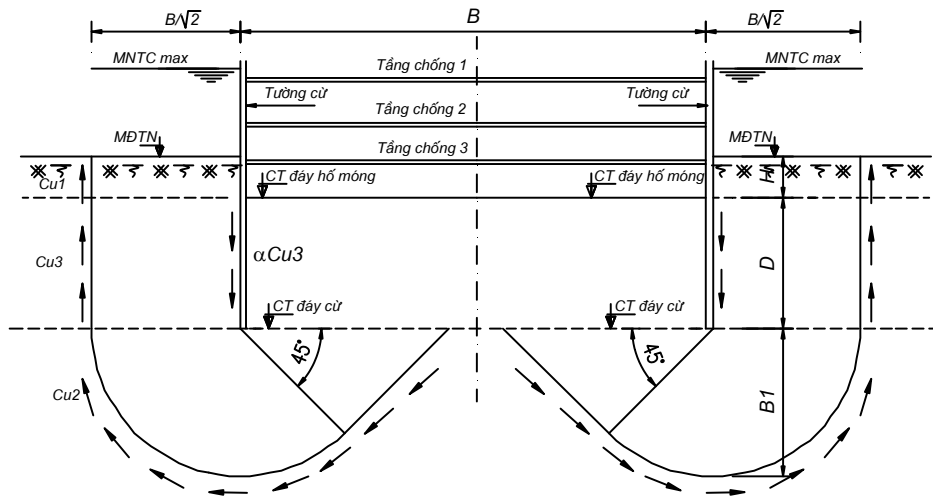


Hình 2. Đánh giá ổn định hố móng cho nền 1 lớp sét

Hệ số an toàn chống đẩy trôi của nền:

$$K = \frac{q_n + q_c}{p} = \frac{5,7 \cdot C_u \cdot B_1 + C_u \cdot H + (1 + \alpha) \cdot C_u \cdot D}{(\gamma_{bh} - \gamma_n) \cdot H \cdot B_1 + \gamma_n \cdot B_1} \geq 1,50 \quad (8)$$

2.3.1.2. Nền có nhiều lớp sét:



Hình 3. Đánh giá ổn định hố móng cho nền nhiều lớp sét

$$K = \frac{5,7 \cdot C_{u2} \cdot B_1 + C_{u1} \cdot H + (1 + \alpha) \cdot C_{u3} \cdot D}{(\gamma_{bh} - \gamma_n) \cdot H \cdot B_1 + \gamma_n \cdot H_1 \cdot B_1} \geq 1,50 \quad (9)$$

2.3.1.3. Ổn định chống đẩy trôi đáy hố móng khi đáy móng có lớp bê tông bịt đáy

Trong những trường hợp nhằm giảm chiều sâu chôn cừ và tăng cường ổn định cho khung vây, để chống đẩy trôi hố móng cần gia cố đáy hố móng bằng bê tông bịt đáy. Khi đó ổn định chống trôi của đáy hố móng:

$$K = \frac{5,7 \cdot C_{u2} \cdot B_1 + C_{u1} \cdot H + (1 + \alpha) \cdot C_{u3} \cdot D + C_b \cdot H_b + \gamma_b \cdot H_b \cdot B_1}{(\gamma_{bh} - \gamma_n) \cdot H \cdot B_1 + \gamma_n \cdot H_1 \cdot B_1} \quad (10)$$

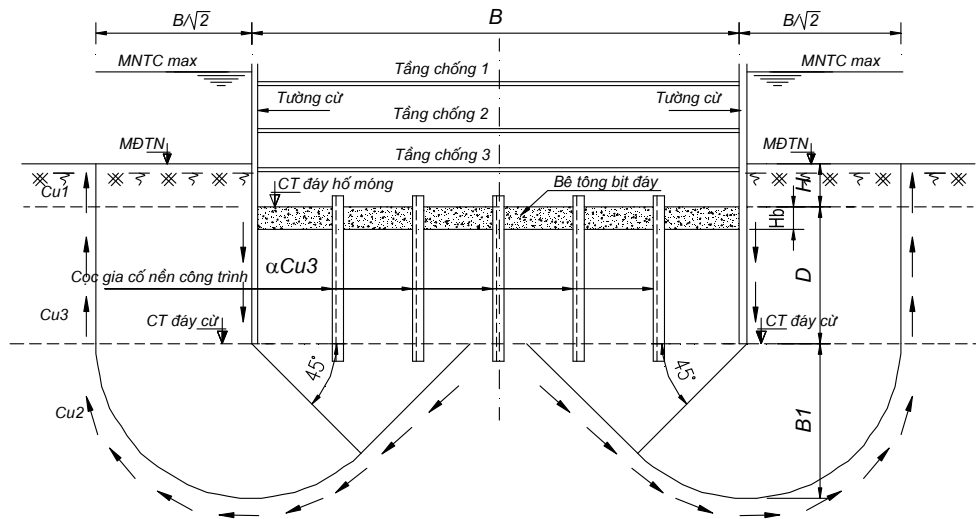
Trong đó: C_b : Lực dính giữa lớp bê tông bít đáy và tường cừ, T/m^2 ;

γ_b : Trọng lượng riêng của lớp bê tông bít đáy, T/m^3 ;

H_b : Chiều dày lớp bê tông bít đáy, m;

2.3.1.4. Ổn định chống đẩy trôi đáy hố móng khi đáy móng gồm hệ cọc và bê tông bít đáy

Khi hố móng gia cố có lớp bê tông bít đáy và hệ cọc gia cố nền công trình thì ổn định chống trôi của đáy hố móng:



Hình 4. Đánh giá ổn định hố móng có lớp bê tông và hệ cọc cho nền nhiều lớp sét

$$K = \frac{5,7 \cdot C_{u2} \cdot B_1 + C_{u1} \cdot H + (1 + \alpha) \cdot C_{u3} \cdot D + C_b \cdot H_b + \gamma_b \cdot H_b \cdot B_1 + f_a}{(\gamma_{bh} - \gamma_n) \cdot H \cdot B_1 + \gamma_n \cdot H_1 \cdot B_1} \geq 1,5 \quad (11)$$

trong đó: f_a : Tổng lực neo giữ của cọc trong lớp bê tông bít đáy

Đối với nền là sét yếu do lực dính và góc ma sát nhỏ ($\phi \approx 0$) nên bỏ qua ảnh hưởng của hệ cọc đến sức chịu tải của nền.

2.3.2. Đối với đất sét khi đồng thời xét cả ϕ , $c \neq 0$

Khả năng chịu lực của đất nền tại đáy cừ theo hình dạng của đường trượt, khi đó hệ số ổn định chống đẩy trôi:

$$K = \frac{\gamma_2 \cdot D \cdot N_q + c \cdot N}{\gamma_1 \cdot (H + D)} \geq 1,20 \div 1,30 \quad (12)$$

Trong đó:

D : Độ sâu tường cừ cắm vào nền, m;

H : Chiều cao từ mặt đất ngoài hố móng đến đáy hố móng, m;

γ_1 : Trọng lượng trung bình tự nhiên của các lớp đất ở phía ngoài hố kể từ mặt đất tự nhiên đến đáy cừ, T/m^3 .

γ_2 : Trọng lượng trung bình tự nhiên của các lớp đất ở phía trong hố kể từ mặt đào đến đáy cừ, T/m^3 ;

N_q, N_c : Hệ số tính toán khả năng chịu lực giới hạn của đất nền (Prandtl)

$$N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi} \quad (13)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \frac{1}{\tan \phi}$$

Phương pháp đánh giá dùng để kiểm tra hệ số an toàn chống trôi, do không kể đến tác dụng chống đẩy trôi lên của cường độ chịu cắt nên hệ số an toàn $K \geq 1,20 \div 1,30$.

2.4. Nhận xét:

Trong trường hợp một trong ba điều kiện ổn định nêu trên (ổn định thấm cục bộ, ổn định chống đẩy nổi do áp lực thấm và ổn định chống đẩy trôi) không đảm bảo, cần đề xuất biện pháp gia cường làm cho tính ổn định của nền đất có đủ độ an toàn nhất định.

Biện pháp gia cường thường được sử dụng là sử dụng lớp bê tông bít đáy vừa có tác dụng gia cường đáy hố móng vừa có tác dụng chống đỡ cho khung vây như một tầng khung chống

3. CÁCH TÍNH TOÁN XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀY BÊ TÔNG BỊT ĐÁY

(Trương Đình Dự, 2014)

3.1. Cách tính toán:

+ Lực đẩy nổi khung vây:

$$P_{dn} = H.F.\gamma_n \quad (14)$$

Trong đó:

H : Chiều sâu cột nước tính từ đáy lớp bê tông bịt đáy đến mực nước thi công ;

F : Diện tích khung vây;

γ_n : Dung trọng của nước;

+ Lực cản chống đẩy nổi (P_g) bao gồm:

- Trọng lượng bản thân của các bộ phận khung vây (P_1): cọc ván thép, vành đai, khung chống, bê tông bịt đáy,... Để đơn giản và thiên về an toàn chỉ xét đến trọng lượng của khối bê tông bịt đáy:

$$P_1 = F.h_b.\gamma_b \quad (15)$$

γ_b : Trọng lượng riêng của bê tông vữa dâng.

- Lực ma sát giữa hệ cọc của công trình với bê tông bịt đáy (P_2)

$$P_2 = n.F_{tx}.f_1 \quad (16)$$

Trong đó:

n : Số cọc

F_{tx} : Diện tích tiếp xúc giữa mặt bên của một cọc với bê tông bịt đáy;

f_1 : Ma sát đơn vị giữa cọc chịu lực của đập trụ đỡ và bê tông bịt đáy.

- Lực ma sát giữa chân cọc ván thép và bê tông bịt đáy (P_3):

$$P_3 = C.h_b.f_2 \quad (17)$$

Trong đó:

C : Chu vi khung vây, tính theo đường tim cọc ván thép;

f_2 : Ma sát đơn vị của đất trong phạm vi cắm cọc cừ ván thép.

$$P_g = P_1 + P_2 + P_3 \quad (18)$$

+ Điều kiện an toàn của khung vây:

$$P_g \geq k.P_{dn} \quad (19)$$

Trong đó: k : Hệ số an toàn.

+ Chiều dày lớp bê tông bịt đáy (h_b) như sau:

$$h_b \geq \frac{k.\beta.F.H.\gamma_n - n.F_{tx}.f_1 - C.h_b.f_2}{F.\gamma_b} \quad (20)$$

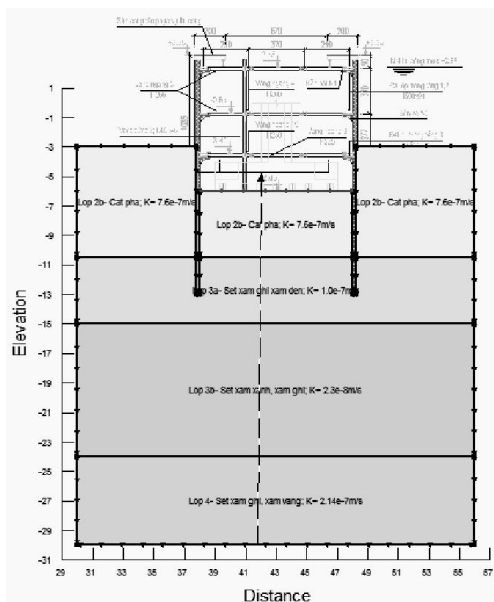
3.2. Ứng dụng cho tính toán công trình cống Cầu Xe (Viện Thủy công, 2012):

Dựa vào cách xác định chiều dày bê tông bịt đáy, tính toán cho công trình cống Cầu Xe (là cống đầu mối quan trọng của hệ thống thủy lợi Bắc Hưng Hải, nằm ở cuối hệ thống, thuộc huyện Tứ Kỳ, tỉnh Hải Dương - cống cũ được xây dựng từ năm 1966, nay được xây dựng mới).

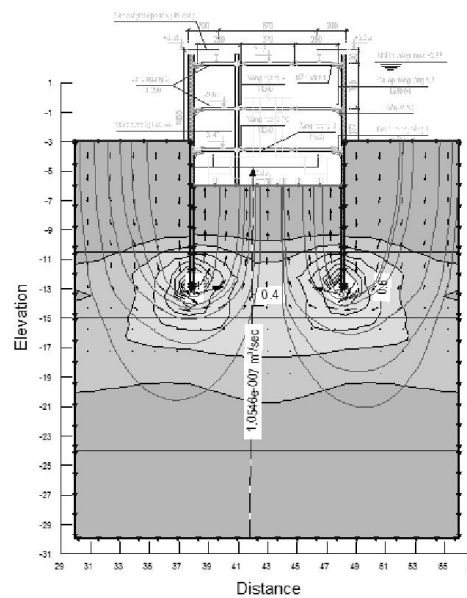
Mực nước thi công $p=5\%$: + 2,65m.

+ Kiểm toán khả năng ổn định của nền khi chưa có bê tông bịt đáy:

Nền phía dưới gồm nhiều lớp, trong đó có khoảng 4 lớp ảnh hưởng đến khả năng thấm vào khung vây (lớp 2b – hệ số thấm $K= 7.6e-7m/s$; lớp 3^a – $K= 1.0e-7m/s$; lớp 3b – $K= 2.3e-8m/s$; lớp 4 – $K= 2.14e-7m/s$).



Hình 5. Mô hình tính toán

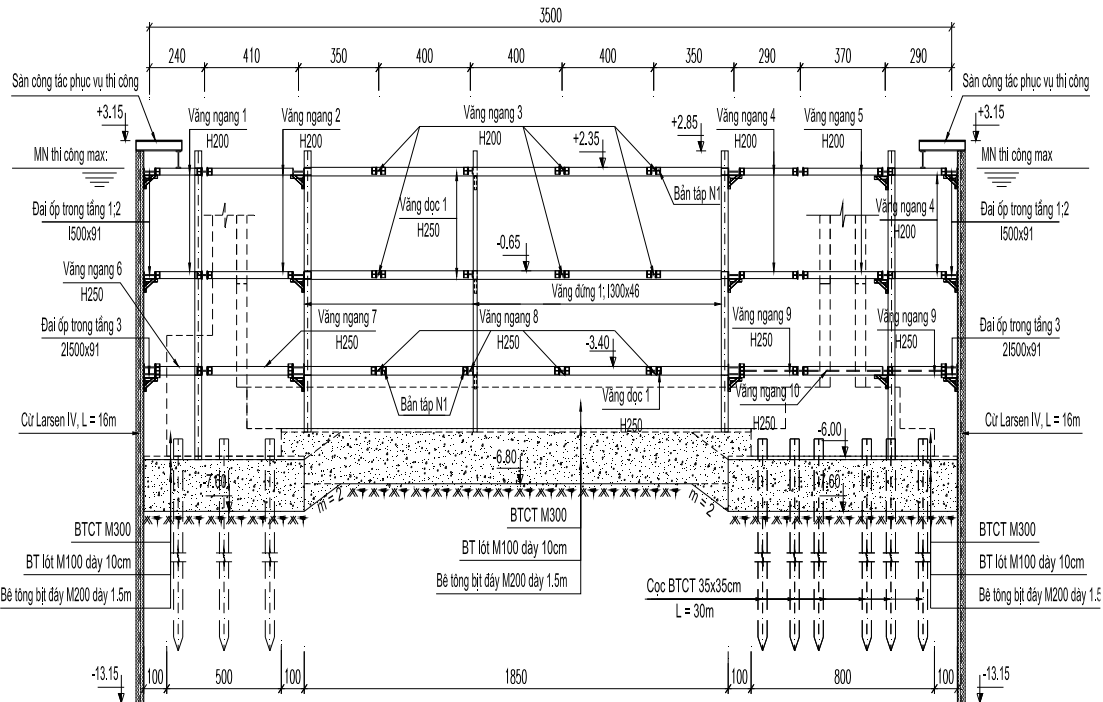


Hình 6. Kết quả tính toán

Với tổ hợp mực nước tính toán(ngoài khung vây +2,65m; trong khung vây -6,00) thì gradient tại chân cừ $J_{cừ} = 3,20 > [J] = 0,8$ gây ra xói chân

khung vây. Chính vì vậy cần phải sử dụng bê tông bọt đáy để gia cố nền trong quá trình thi công.

+ *Tính toán chiều dày bê tông bọt đáy:*



Hình 7. Sơ đồ thi công hố móng công Cầu Xe- Hải Dương

Giả sử chiều dày bê tông bọt đáy $h_{bd} = 1,50m$
 + Lực đẩy nổi trong vòng vây tính đến đỉnh bê tông bọt đáy:

$$P_{dn} = \gamma_n \cdot H \cdot F = 1,8 \cdot 75 \cdot 546,50 = 4781,88 \text{ (T)}$$

+ Trọng lượng bê tông bọt đáy:

$$P_{04} = 1885,43 \text{ (T)}$$

+ Lực ma sát giữa bê tông bọt đáy và cọc:

$$P_1 = f_1 \cdot C_{cọc} \cdot \alpha \cdot h_{bd} = 10,0 \cdot 162,40 \cdot (1,02 \cdot 1,50) = 2484,24 \text{ (T)}$$

+ Lực ma sát giữa chân cọc ván thép, thép với đất: $P_2 = 2f_2 \cdot C_{kv} \cdot h_{đất} = 2312,00 \text{ (T)}$

+ Lực ma sát giữa chân cọc ván thép với bê tông:

$$P_3 = f_3 \cdot C_{kv} \cdot h_{bd} = 5,0 \cdot 231,20 \cdot 1,5 = 1734,00 \text{ (T)}$$

Ma sát giữa cừ ván thép với bê tông bọt đáy nhỏ hơn tổng tải trọng của khung vây (bao gồm khung vây và bê tông bọt đáy) nên tổng lực để giữ ổn định cho bê tông bọt đáy bao gồm trọng lượng bê tông bọt đáy, lực ma sát giữa bê tông bọt đáy với cọc và lực ma sát giữ bê tông bọt đáy với cọc ván thép

$$kP_{giữ} = k(mP_{04} + P_1 + P_3) = 5619,37 \geq (P_{dn} + \gamma_n \cdot F \cdot h_{bd}) = 5601,63 \text{ (T) với } m = 0,90.$$

Chiều dày bê tông bọt đáy $h_{bd} = 1,50m$ thỏa mãn điều kiện an toàn chống đẩy bực nền.

4. THI CÔNG VÀ CÁC VẤN ĐỀ LƯU Ý KHI ĐỔ BÊ TÔNG BỌT ĐÁY:

4.1. Thi công hố móng

Đất trong khung vây được xói hút đến cao độ đáy thiết kế, thông thường lớp đất phía trên có thể dùng máy đào bằng gầu để đào đất nhưng khi gần đến cao độ thiết kế thì phải dùng xói hút để tránh phá hoại nền.

Khi đào móng trong khung vây cần chú ý các vấn đề sau:

Với hố phải đào nhiều thì nên hạ khung chống sơ bộ trước để tránh biến dạng tường cừ do chênh lệch áp lực đất trong và ngoài khung vây. Trong quá trình nạo vét và xói hút phải làm sạch đất bám vào thành của cọc ván thép khung vây và cọc chịu lực, ma sát giữa lớp bê tông này với tường cừ của khung vây và cọc chịu lực của đập trụ đỡ là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng ổn định của lớp bê tông bọt đáy.

Với các hố móng rộng phải phân chia nhiều đợt đổ thì có thể phân khoảng bằng vách ngăn.

Việc phân chia khoảng đổ nên tận dụng các cấu kiện đã có như tường cừ chống thấm. Tấm bê tông kết hợp cọc chịu lực của trụ.

4.2. Thi công đổ bê tông bịt đáy

Bê tông bịt đáy đổ theo phương pháp vữa dâng trong nước. Quan trọng nhất là quá trình đổ khối bê tông phải liên tục, không được phân tầng.

Các vấn đề cần lưu ý khi đổ bê tông bịt đáy:

Trong hố móng nên để hố thu bùn lỏng sâu hơn mặt bằng chung của đáy móng, quá trình đổ bê tông phải lựa chọn vị trí ống đổ bê tông để trong suốt quá trình lan tỏa của bê tông, đất mùn hoặc bùn lỏng sẽ bị đẩy về vị trí hố thu rồi hút ra ngoài. Do vậy để đảm bảo chất lượng khối bê tông liên tục, việc vệ sinh và hút hết bùn lỏng là quan trọng phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của đơn vị thi công (Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2010).

Trong thực tế thi công, với đất nền có hệ số thấm nhỏ (thường là đất sét) làm giảm cột nước áp lực tác dụng lên đáy bê tông, khi đó chiều dày bê tông bịt đáy cần thiết để thi công an toàn

thường nhỏ hơn so với tính toán lý thuyết từ (20%-50%). Nhưng ngược lại đối với đất nền có hệ số thấm lớn (thường là đất cát) thì chiều dày bê tông bịt đáy cần dựa trên tính toán lý thuyết (Trương Đình Dụ, 2014; Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2010).

5. KẾT LUẬN

Lớp bê tông bịt đáy có vai trò quan trọng không chỉ có tác dụng làm tăng ổn định khung vây trong điều kiện cọc cừ cắm vào nền đất yếu (giống như một tầng khung chống chịu lực dưới cùng trong hố móng) mà còn giúp cho quá trình thi công được thuận lợi và nhanh hơn (tạo lên một tầng phản áp chống thấm) do hố móng luôn khô ráo khi lớp nền xung quanh khung vây có hệ số thấm lớn.

Thi công bằng khung vây cọc ván thép là giải pháp thi công đòi hỏi trình độ cao, việc thi công đổ bê tông bịt đáy hoàn toàn trong nước nên trong quá trình thi công lớp bê tông bịt đáy các vấn đề lưu ý như phương pháp đổ, kiểm soát chất lượng bê tông và điều kiện địa chất nền là rất quan trọng và cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

GS,TS Trương Đình Dụ (2014), “Đập trụ đỡ”, Nhà xuất bản Nông nghiệp 2014.

Nguyễn Bá Kế (2002), “Thiết kế và thi công hố móng sâu”, Nhà xuất bản Xây dựng.

Viện KHTLVN (2010), *Quy trình thiết kế, thi công, nghiệm thu và quản lý vận hành đập trụ đỡ, tài liệu phục vụ chuyển giao sử dụng sáng chế số 6601- Đập trụ đỡ.*

Viện Thủy công (2012) - *Hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công công Cầu Xe – Hệ thống thủy lợi Bắc Hưng Hải.*

Abstract:

CALCULATION AND ISSUES CAUTION WHEN CONCRETE LAYER COVERING AT THE BOTTOM OF THE FRAME STRUCTURE STEEL SHEET PILE

Technology dam pillars using steel sheet pile enclosure frame to construct the building structure right on the river. The construction location have weak ground peat or high permeability soil, the frame structure steel sheet pile enclosure must have concrete layer covering at the bottom of the frame to stabilize the foot fin, push- raisings or waterproofing and class bottom liner service construction work . Determining the thickness of the concrete layer covering at the bottom and the problems noted in construction is very important in order to ensure safety during construction.

Keywords: dam pillars; enclosure frame construction; concrete floor covering; soft soil; erosion smoking.

BBT nhận bài: 27/11/2015

Phản biện xong: 03/3/2016