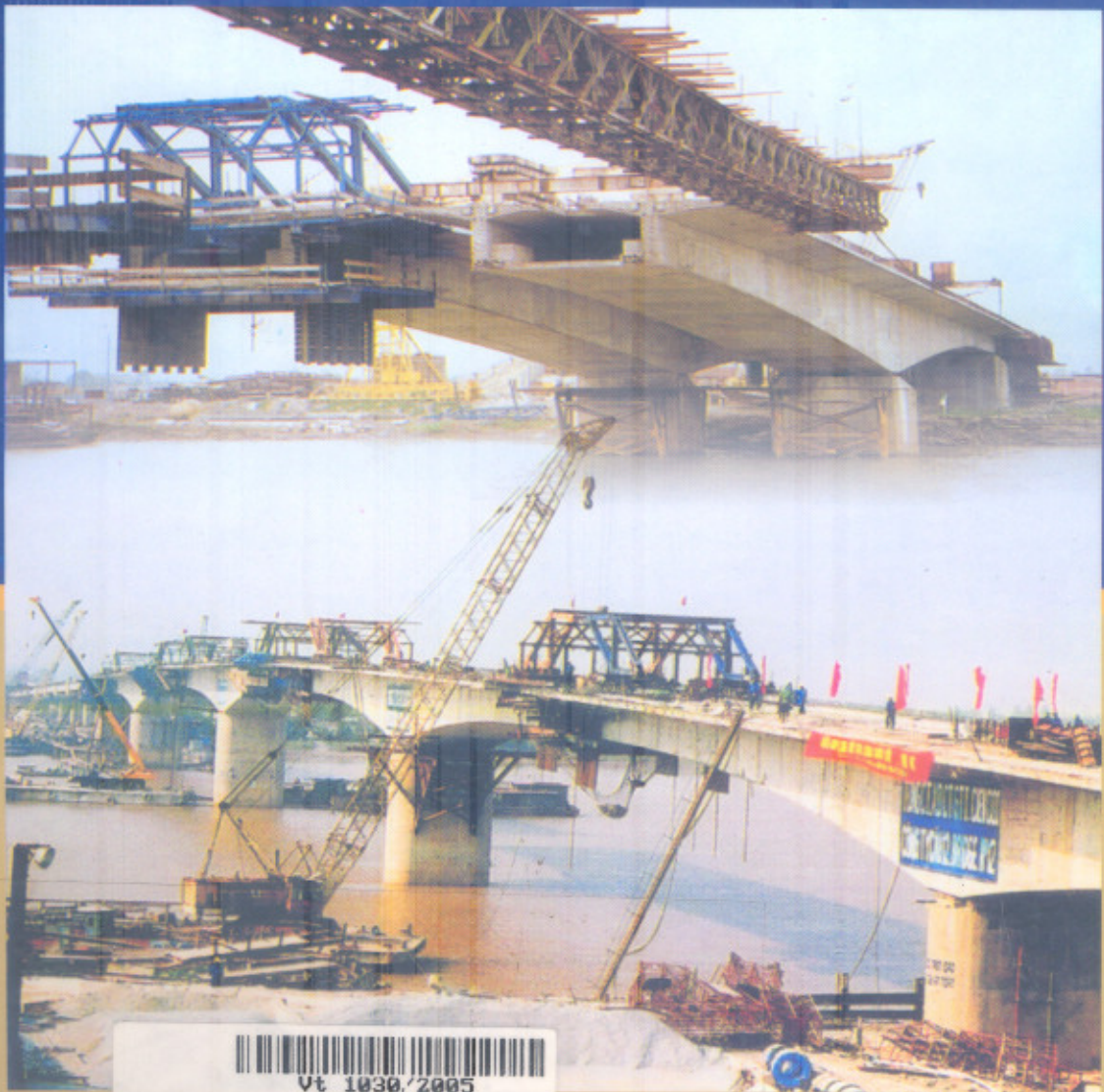


QUẢN LÝ CHÍNH

TOÁN THIẾT KẾ

CÁC CÔNG TRÌNH PHỤ TẠM ĐỂ THI CÔNG CẦU



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

PHẠM HUY CHÍNH

**TÍNH TOÁN THIẾT KẾ
CÁC CÔNG TRÌNH PHỤ TẠM
ĐỂ THI CÔNG CẦU**

LỜI NÓI ĐẦU

Tính toán thiết kế các công trình phụ tạm để thi công là một khâu không thể thiếu trong quá trình xây dựng cầu. Nó không chỉ có ý nghĩa đối với việc đảm bảo chất lượng và tiến độ thi công công trình, mà còn có ý nghĩa rất quan trọng đối với việc đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong quá trình thi công. Không những thế, một phương án thi công tối ưu, với những tính toán hợp lý còn góp phần làm giảm được đáng kể chi phí về giá thành xây lắp.

*Với ý nghĩa đó, cuốn sách "**Tính toán thiết kế các công trình phụ tạm để thi công cầu**" được biên soạn nhằm phục vụ đồng đảo độc giả là các kỹ sư, cán bộ giảng dạy và sinh viên ngành công trình có thêm tài liệu tham khảo phục vụ công tác thiết kế thi công, nghiên cứu và học tập.*

Nội dung cuốn sách gồm: 7 chương, giới thiệu những phương pháp tính toán các công trình phụ tạm trọng yếu và thường gặp nhất trong xây dựng cầu.

Trong quá trình biên soạn, tác giả đã cố gắng trình bày các chương, mục một cách hệ thống gồm lý thuyết tính toán, yêu cầu cấu tạo và có ví dụ kèm theo để độc giả dễ tiếp thu. Tuy nhiên, do trình độ và kinh nghiệm có hạn, nên khó tránh khỏi có thiếu sót. Rất mong nhận được những ý kiến đóng góp để cuốn sách được kịp thời sửa chữa và bổ sung, nhằm phục vụ bạn đọc được tốt hơn.

Tác giả

LỜI NÓI ĐẦU

Tính toán thiết kế các công trình phụ tạm để thi công là một khâu không thể thiếu trong quá trình xây dựng cầu. Nó không chỉ có ý nghĩa đối với việc đảm bảo chất lượng và tiến độ thi công công trình, mà còn có ý nghĩa rất quan trọng đối với việc đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong quá trình thi công. Không những thế, một phương án thi công tối ưu, với những tính toán hợp lý còn góp phần làm giảm được đáng kể chi phí về giá thành xây lắp.

*Với ý nghĩa đó, cuốn sách "**Tính toán thiết kế các công trình phụ tạm để thi công cầu**" được biên soạn nhằm phục vụ đông đảo độc giả là các kỹ sư, cán bộ giảng dạy và sinh viên ngành công trình có thêm tài liệu tham khảo phục vụ công tác thiết kế thi công, nghiên cứu và học tập.*

Nội dung cuốn sách gồm: 7 chương, giới thiệu những phương pháp tính toán các công trình phụ tạm trọng yếu và thường gặp nhất trong xây dựng cầu.

Trong quá trình biên soạn, tác giả đã cố gắng trình bày các chương, mục một cách hệ thống gồm lí thuyết tính toán, yêu cầu cấu tạo và có ví dụ kèm theo để độc giả dễ tiếp thu. Tuy nhiên, do trình độ và kinh nghiệm có hạn, nên khó tránh khỏi có thiếu sót. Rất mong nhận được những ý kiến đóng góp để cuốn sách được kịp thời sửa chữa và bổ sung, nhằm phục vụ bạn đọc được tốt hơn.

Tác giả

Chương 1

TẢI TRỌNG VÀ NHỮNG CHỈ DẪN CHUNG VỀ TÍNH TOÁN

§1.1. TẢI TRỌNG VÀ NHỮNG HỆ SỐ CỦA CHÚNG

1. Tải trọng và lực tác dụng

Kết cấu của các công trình phụ trợ và đất nền của nó được tính với tổ hợp bất lợi nhất của tải trọng và các lực tác dụng (xem bảng 1.1).

Bảng 1.1. Tải trọng và lực tác dụng

Thứ tự	Tên tải trọng và lực tác dụng
1	Trọng lượng bản thân của các công trình phụ trợ
2	Áp lực do trọng lượng của đất
3	Áp lực thủy tĩnh của nước
4	Áp lực thủy động của nước (kể cả sóng)
5	Lực tác dụng do việc điều chỉnh nhân tạo các ứng lực ở trong các công trình phụ trợ.
6	Lực tác dụng từ kết cấu cầu (lắp ráp, đổ bê tông, di chuyển, vật liệu, tải trọng gió, tải trọng cầu, trọng lượng thiết bị v.v...) tác dụng vào kết cấu.
7	Trọng lượng của các vật liệu xây và những khối năng thi công khác.
8	Trọng lượng của giá búa, thiết bị lắp ráp (hoặc thiết bị nâng tải và phương tiện vận tải).
9	Trọng lượng của người, dụng cụ và thiết bị nhỏ.
10	Lực masát khi di chuyển kết cấu nhịp, máy móc và các kết cấu khác.
11	Lực quán tính nằm ngang của cầu, giá búa, ô tô
12	Tải trọng do đổ và đầm hỗn hợp bê tông.
13	Lực tác dụng của kích khi điều chỉnh ứng suất hoặc điều chỉnh vị trí và độ võng cầu tạo của những kết cấu cần lắp ráp
14	Ứng lực hông do sự xiên lệch của con lăn, hoặc do đường trượt không song song
15	Lực tác dụng do lún của đất
16	Tải trọng gió
17	Tải trọng do sự va đập của tàu thuyền
18	Tải trọng do cây trôi
19	Tải trọng do va chạm của xe ô tô

Những đặc trưng cơ bản của tải trọng là những giá trị tiêu chuẩn của chúng được xác định theo các mục a, b,..., n của mục này, còn tải trọng tính toán thì bằng tải trọng tiêu chuẩn nhân với hệ số vượt tải n.

a) Tải trọng thẳng đứng do trọng lượng bản thân của các công trình phụ trợ được xác định theo bảng thống kê vật liệu thiết kế và trọng lượng thể tích của các vật liệu và đất nêu ở bảng 1.2. và 1.2a.

Trong những trường hợp cụ thể còn phải xét đến những lực ngang do tải trọng thẳng đứng gây ra (lực xô, lực kéo...).

Việc phân bố tải trọng do trọng lượng bản thân trong những kết cấu tính toán được lấy như sau - trong các tấm lát, dầm ngang, dầm dọc, xà mũ, dàn kiểu dầm, dàn giá kiểu vòm, hộp ván khuôn... và các cấu kiện có dạng đường thẳng thì tải trọng được coi là phân bố đều theo chiều dài kết cấu, nếu như mức độ không đều thực tế không vượt quá 10% trị số trung bình.

- Trong các cột đứng của đà giáo, trụ tạm của cầu cạn dưới cầu... dùng để đỡ các kết cấu thì tải trọng đó được coi là phân bố đều giữa tất cả các cột đứng của khung hay trụ.

- Đối với những kết cấu khác thì tải trọng được phân bố theo trọng lượng thực tế của từng bộ phận riêng biệt của nó.

Bảng 1.2. Giá trị tiêu chuẩn của dung trọng $\gamma(T/m^3)$, lực dính đơn vị C (kG/cm^2) và góc nội ma sát φ° .

a) Đất cát

Loại đất cát	Những đặc trưng của đất	Những đặc trưng của đất khi hệ số rỗng ϵ bằng			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Cuội sỏi và cát thô	C	0,02	0,01	-	-
	φ	43	40	38	-
	γ	2,05	1,95	1,90	-
Cát vừa	C	0,03	0,02	0,01	-
	φ	40	38	35	-
	γ	2,05	1,95	1,90	-
Cát nhỏ	C	0,06	0,04	0,02	-
	φ	38	36	32	28
	γ	1,95	1,95	1,90	1,90
Cát bột	C	0,08	0,06	0,04	0,02
	φ	36	34	30	26
	γ	1,95	1,95	1,90	1,90

Chú thích: Đối với đất đắp lấy φ nhỏ đi 5° còn γ lấy giảm đi 10%.

b) Đất sét kỹ độ từ

Tên đất và chỉ số sét B	Đặc trưng của đất	Đặc trưng của đất khi hệ số rỗng ϵ bằng						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cát pha sét: $0 \leq B \leq 0,25$	γ	2,10	2,00	1,95	-	-	-	-
	C	0,15	0,11	0,08	-	-	-	-
	φ	30	29	27	-	-	-	-
$0,25 \leq B \leq 0,75$	γ	2,10	2,00	1,95	1,90	-	-	-
	C	0,13	0,09	0,06	0,03	-	-	-
	φ	28	26	24	21	-	-	-
$0 \leq B \leq 0,25$	γ	2,10	2,00	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75
	C	0,47	0,37	0,31	0,25	0,22	0,19	0,15
	φ	26	25	24	23	22	20	20
Đất sét pha cát $0,25 \leq B \leq 0,5$	γ	2,10	2,00	1,95	1,90	1,85	1,80	-
	C	0,39	0,34	0,28	0,23	0,18	0,15	-
	φ	24	23	22	21	19	17	-
$0,5 \leq B \leq 0,75$	γ	-	-	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75
	C	-	-	0,25	0,20	0,16	0,14	0,12
	φ	-	-	19	18	16	14	12
$0 \leq B \leq 0,25$	γ	-	2,00	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75
	C	-	0,81	0,68	0,54	0,47	0,41	0,36
	φ	-	21	20	19	18	16	14
Đất sét $0,25 \leq B \leq 0,5$	γ	-	-	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75
	C	-	-	0,57	0,50	0,43	0,37	0,32
	φ	-	-	18	17	16	14	11
$0,5 \leq B \leq 0,75$	γ	-	-	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75
	C	-	-	0,45	0,41	0,36	0,33	0,29
	φ	-	-	15	14	12	10	7

b) Áp lực thẳng đứng do trọng lượng của đất P_d (tính bằng T/m^2) tác dụng vào vòng vây của hố móng, tường chắn đất... được xác định theo công thức:

$$P_d = \gamma_d \cdot H_d \quad (1.1)$$

Trong đó: γ_d - dung trọng của đất (T/m^3);

H_d - chiều dày tính toán của lớp đất (m).

Bảng 1.2a. Trọng lượng đơn vị của vật liệu

Tên vật liệu	γ (T/m ³)
Thép	7,85
Gang	7,20
Chì	11,40
Nhôm và hợp kim nhôm	2,70
Bê tông đúc bằng sỏi hoặc đá dăm	2,35
Bê tông cốt thép (phụ thuộc vào hàm lượng cốt thép μ trong bê tông tính theo %)	$2,35 \frac{1 + 3,35\mu}{1 + \mu}$
Khối xây bằng đá hoa cương đẽo, hoặc thô	2,70
Khối xây bằng đá sa thạch	2,40
Khối xây bằng đá vôi	2,00
Khối xây đá học và khối bê tông đá học:	
- Dùng đá vôi:	2,00
- Dùng đá sa thạch, thạch anh:	2,20
- Dùng đá hoa cương và đá bazan:	2,40
Khối xây bằng gạch nung	1,80
Matit atfan	1,60
Bê tông atfan cát	2,00
Bê tông atfan cuội	2,30
Lớp đá dăm đệm	1,70
Lớp đá dăm đệm, kể cả cấu tạo phân trên của đường	2,00
Gỗ thông, bá hương:	
- Gỗ thông, bá hương ướt:	0,70
- Gỗ thông, bá hương khô:	0,60
Gỗ sồi và lác điệp tùng:	
- Gỗ sồi và lác điệp tùng ướt:	0,90
- Gỗ sồi và lác điệp tùng khô:	0,80
Bê tông xỉ	1,80
Bê tông keramzít (bê tông gạch vỡ)	1,60
Xỉ	0,6 - 0,8
Bê tông khoáng	0,1 - 0,15
Tấm bông khoáng (vật liệu cách nhiệt)	0,10 - 0,20
Gỗ dán	0,60
Ván sợi ép và ván mặt cửa ép	1,00
Mặt cửa	0,25
Bột xốp	0,08 - 0,15
Giấy dầu	0,60

Ghi chú: Trọng lượng thép các mối hàn chiếm 1% trọng lượng thép cơ bản của kết cấu bulông - hàn, và chiếm 2% đối với kết cấu hàn toàn bộ. Trọng lượng đầu bulông, êcu và phần đuôi nhô ra của bulông chiếm 3% trọng lượng thép cơ bản.

Áp lực ngang (áp lực hông) của đất tác dụng vào vòng vây hố móng được xác định theo chỉ dẫn của phụ lục 1. Khi xác định áp lực lên tường chắn loại tạm thời cũng cho phép theo hướng dẫn trên.

c) Áp lực thủy tĩnh của nước được tính với các bộ phận công trình và đất nằm ở dưới mặt nước, hoặc thấp hơn mực nước ngầm trong đất bằng cách giảm trọng lượng của bộ phận công trình đó và đưa vào trong tính toán áp lực ngang của nước và áp lực nước tác dụng ở đáy kết cấu.

Mực nước được xem là bất lợi nhất là mực nước thấp nhất, hoặc cao nhất tính với tần suất 10% ứng với giai đoạn thi công công trình.

Áp lực thủy tĩnh của nước P_n^t (T/m^2) theo phương bất kỳ lấy bằng:

$$P_n^t = \gamma_n \cdot H_n \quad (1.2)$$

Trong đó:

γ_n - dung trọng của nước lấy bằng $1T/m^3$;

H_n - chiều cao tính toán của nước (m).

d. Áp lực thủy động của nước tác dụng lên những bộ phận nằm dưới nước của kết cấu P_n^d (tính bằng kG) được lấy bằng:

$$P_n^d = P_b + T \quad (1.3)$$

Trong đó:

P_b - áp lực bên của nước (kG) tính như sau:

$$P_b = 50 \varphi_0 F V^2 \quad (1.4)$$

T - lực ma sát của nước theo bề mặt vật nổi (kG) lấy bằng:

$$T = f.S.V^2 \quad (1.5)$$

V - đối với những kết cấu không di động thì nó là vận tốc trung bình của dòng nước, còn đối với những kết cấu di chuyển thì v là tốc độ di chuyển tương đối giữa dòng nước và vật nổi (m/s).

Trong trường hợp nếu như phần dưới nước của kết cấu (hệ nổi) làm thất hẹp mặt cắt ướt của dòng chảy lớn hơn 10% thì cần phải tính đến sự tăng vận tốc của dòng chảy.

φ_0 - hệ số xét đến hình dạng của vật thể ngập nước:

- Đầu nhọn hay lượn tròn trên mặt bằng $\varphi_0 = 0,75$

- Đầu dạng chữ nhật $\varphi_0 = 1,00$

f - hệ số ma sát giữa nước và bề mặt vật nổi:

Đối với bề mặt kim loại: $f = 0,17 \frac{\text{kGcm}^2}{\text{m}^4}$;

Đối với bề mặt gỗ: $f = 0,25$;

Đối với bề mặt bê tông: $f = 0,20$.

F - diện tích ngập nước (m^2);

S - diện tích mặt ướt (bề mặt ma sát của nước m^2).

Giá trị của F, S lấy như sau:

- Đối với phao và xà lan:

$$F = t.B; \quad S = L(2t + B) \quad (1.6)$$

- Đối với các loại thùng chụp:

$$F(H + 0,5 \sim 1,0)B; \quad (1.7)$$

$$S = L[2(H + 0,5 \sim 1,0) + B] \quad (2.8)$$

Trong đó:

t - độ chìm của phao hay xà lan (m);

H - chiều sâu nước ở chỗ hạ thùng chụp (m);

B - bề rộng của hệ phao, xà lan, thùng chụp (m);

L - chiều dài của hệ phao, xà lan, thùng chụp (m).

Khi $V \geq 2\text{m/s}$ thì cần phải tính đến sự tăng mực nước ở chỗ có công trình:

$$\Delta H = \frac{V^2}{2g} \quad (1.9)$$

Trong đó: g - gia tốc trọng trường bằng $9,8\text{m/s}^2$.

Khi dòng chảy xiên, và khi mà trục dọc của vật nổi làm với phương của dòng chảy một góc $\neq 0^\circ$ thì áp lực mặt chính diện của nước P_c không tính theo diện tích mặt cắt, ngang ở giữa của vật nổi mà theo hình chiếu của phần chìm trong nước của vật nổi lên mặt phẳng vuông góc với phương của dòng chảy.

Ngoài áp lực của nước chảy, còn phải tính lực sóng với cường độ $0,03T/\text{m}$ đối với sông rộng đến 300m , và cường độ $0,12T/\text{m}$ đối với sông rộng đến 500m .

e) Tải trọng thẳng đứng do trọng lượng của các kết cấu thi công, cũng như của các vật liệu xây dựng được xác định theo bảng thống kê vật liệu thiết kế.

Trọng lượng của những kết cấu được xây dựng truyền xuống những công trình phụ trợ (chồng nề lắp ráp, xà dọc...) được tính là phân bố đều theo chiều dọc, nếu như sự dao động thực tế của nó theo chiều dài không vượt quá 10% .

Khi đặt một số dầm dọc, hay chống nê lắp ráp... trong mặt phẳng theo hướng ngang cầu thì tải trọng do kết cấu được xây dựng lấy là phân bố đều theo phương ngang, nếu như độ cứng chống xoắn của kết cấu xây dựng lớn hơn hoặc bằng độ cứng chống xoắn của công trình phụ trợ.

f) Tải trọng thẳng đứng của giá búa, thiết bị lắp ráp (thiết bị nâng tải) và của các phương tiện vận chuyển được lấy theo các số liệu ghi trong lý lịch của chúng.

Các giá búa, thiết bị lắp ráp và phương tiện vận chuyển phải xếp đặt vào vị trí sao cho gây ra lực tác dụng lớn nhất lên kết cấu của các công trình phụ trợ (ví dụ các trường hợp tương ứng giữa độ vươn nhỏ nhất và sức nâng lớn nhất của cầu, hoặc giữa độ vươn lớn nhất và sức cầu nhỏ nhất của nó, hay trường hợp không có vật cầu, đồng thời xét cả những trường hợp tay cần vươn ở các tư thế khác nhau trên mặt bằng và khi độ nghiêng của cần theo phương đứng khác nhau.

Những tải trọng thẳng đứng tác dụng lên những chân riêng biệt (bộ chạy của cần cầu) phải được xác định có kể đến sự phân bố của trọng lượng cần cầu và vật nâng, cũng như có xét đến sự tác dụng của lực ngang (lực kéo, lực gió, lực quán tính...) lên cần cầu. Khi đó điểm đặt của những lực ngang này phải xác định phù hợp với điều kiện làm việc của cần cầu.

g) Tải trọng của người, dụng cụ và các thiết bị nhỏ được tính dưới dạng:

- Tải trọng thẳng đứng phân bố đều với cường độ 250kG/m^2 khi tính ván khuôn, ván lát sàn của đà giáo thi công, lối đi lại cũng như khi tính các kết cấu trực tiếp chống đỡ chúng (các sườn chịu lực, đà ngang, đà dọc...).

- Tải trọng thẳng đứng phân bố đều với cường độ 200kG/m^2 khi tính các đà giáo thi công, trụ tạm, bến vận chuyển, cầu tạm có chiều dài phần đặt tải $< 60\text{m}$ và với cường độ 100kG/m^2 khi chiều dài phần đặt tải $\geq 60\text{m}$.

- Tải trọng bằng 75kG/m đối với trường hợp chất tải của những kết cấu nhịp lắp ghép không có phần lè đường bộ hành (khi xác định lực lên các trụ tạm).

- Tải trọng nằm ngang tập trung bằng 70kG đặt ở giữa nhịp, giữa các cột đứng của tay vịn, lan can, hay đặt ngay vào vị trí cột đứng của tay vịn lan can.

Những tấm ván khuôn, ván sàn của đà giáo cũng như các bậc của cầu thang và các kết cấu trực tiếp chống đỡ chúng thì không phụ thuộc vào việc tính toán với những tải trọng đã nêu ở trên, được kiểm tra với tải trọng tập trung 130kG . Khi bề rộng của các tấm ván nhỏ hơn 15cm thì phân bố tải trọng lên 2 tấm ván kề nhau (với điều kiện ghép chúng với nhau bằng những thanh ngang).

Tải trọng đối với các móc dùng để móc (treo) thang lấy bằng 200kG . Tải trọng (trọng lượng vật liệu, dụng cụ, người) đối với các sàn treo thi công dùng cho một người thì lấy bằng 120kG , còn dùng cho 2 người thì lấy bằng 250kG .

h) Trị số của lực ma sát F khi di chuyển kết cấu nhịp thùng chụp, bộ chạy của cầu hay giá búa - theo mặt phẳng nằm ngang được xác định theo công thức:

- Khi di chuyển trên đường ray (có lớp đệm) hoặc trên nền bê tông, nền đất, hoặc nền lát gỗ.

$$F = f_1 P \quad (1.10)$$

- Khi di chuyển theo đường ray trên con lăn:

$$F = k \frac{f_2 P}{R_1} \quad (1.11)$$

- Khi di chuyển theo đường ray trên xe lăn có ổ trượt:

$$F = \frac{P}{R_2} (kf_2 + f_3 r) \quad (1.12)$$

Trường hợp xe có ổ trục lăn:

$$F = \frac{P}{R_2} (kf_2 + f_4 r) \quad (1.13)$$

- Khi di chuyển trên tấm trượt bằng pôlime:

$$F = f_5 P \quad (1.14)$$

Trong đó:

P - tải trọng tiêu chuẩn do trọng lượng kết cấu (máy, thiết bị) di chuyển, tính bằng T.

f_1 - hệ số ma sát trượt, lấy theo bảng 1.8;

f_2 - hệ số ma sát lăn của con lăn (bánh xe) trên đường ray, lấy theo bảng 1.3a;

f_3 - hệ số ma sát trượt trong ổ trục, lấy bằng 0,05 - 0,1cm.

f_4 - hệ số ma sát lăn trong ổ trục, lấy bằng 0,02cm;

f_5 - hệ số ma sát trượt đối với vật liệu pô-li-me, lấy theo bảng 1.4;

R_1 - bán kính của con lăn (cm);

R_2 - bán kính của bánh xe (cm);

$k = 2$ - hệ số xét đến ảnh hưởng do sự lồi lõm cục bộ của đường ray và con lăn của các đường lăn và những yếu tố khác làm tăng sức cản chuyển động.

r - bán kính trục bánh xe (cm).

Bảng 1.3. Hệ số ma sát lăn f_2

Đường kính của bánh xe (con lăn) mm	$\leq 200 - 300$	400 - 500	600 - 700	800	900 - 1000
Hệ số ma sát lăn f_2 (cm)	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12

Bảng 1.3a. Hệ số ma sát trượt của các loại vật liệu khác nhau

Tên vật liệu	Hệ số ma sát trượt khi chuyển động		
	Trạng thái mặt tiếp xúc		
	Khô	Ướt	Bôi dầu
Thép với thép (không gia công)	0,20	0,45	0,15
Gỗ với gỗ:			
- Khi các thớ song song nhau:	0,60	0,70	0,15
- Khi các thớ vuông góc nhau:	0,55	0,71	0,20
- Trượt bằng đầu:	0,45	-	-
Gỗ với thép	0,50	0,65	0,20
Gỗ với đất	0,5 - 0,60	0,1 - 0,25	-
Gỗ với bê tông	0,40	-	-
Bê tông với đất sét	0,25	0,10	-
Bê tông với á sét, á cát	0,30	0,25	-
Bê tông với cát	0,40	0,25	-
Bê tông với sỏi cuội	0,50	-	-
Bê tông với khối đá	0,60	-	-
Bê tông với bê tông	0,60	-	-
Bê tông với vữa sét	-	0,01	-
Tấm nhựa polime với thép		Xem bảng 1.4	
Thép với atfan	0,35	0,40	-
Thép với mặt bê tông xấu	0,45	-	0,25
Thép với mặt bê tông nhẵn	0,35	-	0,20

Ghi chú: 1. Hệ số ma sát của thép cho ở trên chỉ dùng với áp lực nhỏ ($< 20 \text{kg/cm}^2$).

Đối với các mặt được gia công như trong mỗi nối bulông cường độ cao thì xem CH III - B3-72.

2. Khi kiểm tra ổn định chống trượt của móng các công trình phụ trợ thì theo ở điểm 3 của §1.2.

Bảng 1.4. Hệ số ma sát trượt f_5 (đối với vật liệu pôlime)

Vật liệu tiếp xúc	Áp lực kg/cm^2	Hệ số ma sát trượt f_5 của các thiết bị trượt bằng pôlime ứng với nhiệt độ	
		Âm	Dương
Tấm đánh bóng + chất dẻo chứa flo	< 100	0,12	0,07
	> 100	0,09	0,06
Tấm đánh bóng + naftlen	< 100	0,12	0,07
	> 100	0,10	0,06
Tấm đánh bóng + kim loại dẻo chứa flo	< 100	0,12	0,08
	> 100		
Tấm đánh bóng + polietylen	< 100	0,18	0,10
	> 100	0,12	0,06

i) Lực quán tính ngang theo phương dọc đường di chuyển cầu (giá búa) được lấy bằng 0,08 trọng lượng bản thân của mỗi bộ phận bất kỳ của cầu (chân cầu, dầm ngang, xe treo, vật cầu...) và đặt ở trọng tâm của mỗi bộ phận tương ứng.

Lực dọc do vênh và nêch chèn (kẹt) chân cầu lấy bằng 0,12 trọng lượng thẳng đứng tiêu chuẩn tác dụng vào bánh xe dẫn động của chân di động trước và đặt vào đỉnh ray của đường di chuyển cầu. Chiều của lực đặt ở chân nêch chèn và chân di động trước lấy theo hướng ngược lại với hướng di chuyển.

Lực ngang tiêu chuẩn theo phương ngang của đường di chuyển cầu sinh ra do hãm xe treo thì lấy bằng 0,05 tổng trọng lượng vật nâng của xe treo, các dây cáp và palăng nâng tải.

Lực quán tính ngang T (tính bằng T) phát sinh khi ngừng cơ cấu quay của cầu (hoặc giá búa) lấy bằng:

- Do trọng lượng bản thân cân:

$$T = a' \frac{G_c}{9,81} \quad (1.15)$$

- Do tổng trọng lượng của vật cầu và của dây cáp nâng hàng:

$$T = 2a' \frac{G_h}{9,81} \quad (1.16)$$

Lực T đặt ở đỉnh cân.

Trong đó:

G_c - trọng lượng của cân, đưa về đỉnh cân (T);

G_h - tổng trọng lượng của vật cầu và dây cáp nâng hàng (T);

a' - trị số giảm tốc của chuyển động quay (m/s), được xác định theo công thức:

$$a' = \frac{2\pi n l}{60t} \quad (1.17)$$

Trong đó:

n - tốc độ quay của hệ quay cầu (hoặc giá búa) tính bằng vòng/phút.

l - độ vược của cân, (m);

t - thời gian dừng, tính bằng giây, xác định theo bảng 1.5.

Chú thích: 1. Trọng lượng của vật cầu bao gồm cả trọng lượng của thiết bị móc kẹp, đòn gánh, quang treo, dây chằng.

2. Khi nâng hàng bằng số cơ cấu nâng ≥ 2 thì cần phải xét đến mức độ không đều của sự truyền trọng lượng của vật cầu, nếu như điều đó có thể xảy ra do điều kiện thi công.

Bảng 1.5. Thời gian dừng (t) của cầu

Độ vược của cân l (m)	5	7,5	10	15	20	25	30
Thời gian dừng t (giây)	1	1,5	2,5	4	5	8	10

Chú thích: Đối với những giá trị trung gian của t , thì trị số của t được xác định theo phép nội suy.

k) Tải trọng do hãm ô tô hoặc cần trục ô tô (khi tốc độ di chuyển $\geq 30\text{km/h}$) lấy bằng $0,2P_o$, trong đó P_o là trọng lượng của ô tô (hoặc cầu ô tô) và bằng $0,3P_x$, trong đó P_x là trọng lượng xe xích (hoặc cầu xích). Khi tốc độ di chuyển của xe (cầu) $< 5\text{km/h}$ thì không cần tính lực hãm.

m) Giá trị thành phần tĩnh của tải trọng gió tiêu chuẩn q_H^t (tính bằng kG/m^2) vuông góc với bề mặt tính toán của công trình phụ trợ, của các thiết bị lắp ráp và các kết cấu cầu xác định theo công thức:

$$q_H^t = q_o kC \quad (1.18)$$

Trong đó:

q_o - áp suất gió động (kG/m^2) lấy theo bảng 1.6.

C - hệ số khí động học, lấy theo bảng 1.7.

k - hệ số kể đến sự thay đổi của áp suất gió động theo chiều cao (được tính riêng cho từng bộ phận công trình, có xét đến chiều cao của nó), lấy theo bảng 1.8.

Bảng 1.6. Áp suất gió động q_o (kG/m^2) (lấy theo bảng phân vùng áp lực gió trên toàn miền Bắc trong quy phạm tạm thời để tính tải trọng gió của UBKHKTTN - QP-01-61)

N ^o	Vùng áp lực gió	q_o
1	Vùng tam giác châu thổ sông Hồng	120
2	Vùng duyên hải khu 4	100
3	Vùng trung du	80
4	Vùng núi (toàn miền Bắc trừ 3 vùng trên)	50

Chú thích: 1. Vùng tam giác châu thổ sông Hồng bao gồm các tỉnh Quảng Ninh, Kiến An, Hải Phòng, Hải Hưng, Thái Bình, Nam Hà, Hà Đông, Bắc Ninh, Hà Nội.

2. Vùng Duyên Hải khu 4 bao gồm dải đất ven biển rộng 40km kể từ Thanh Hoá trở vào.

3. Vùng Trung Du bao gồm các tỉnh Thái Nguyên, Bắc Giang, Vĩnh Phú, Sơn Tây, Hoà Bình và dải đất cách biển 40 - 80km của khu 4.

4. Riêng Cao Bằng lấy $q_o = 90\text{kG/m}^2$;

Ninh Bình = 100kG/m^2 ;

Tam Đảo, Sa Pa = 100kG/m^2 ;

Các hải đảo = 140kG/m^2 ;

Khi thiết kế định hình lấy $q_o = 120\text{kG/m}^2$

Bảng 1.7. Hệ số khí động học C

Tên của các bộ phận chịu gió	C
Ván khuôn và những bộ phận tương tự hợp thành trong mặt cắt nằm ngang	+ 0,8 ; - 0,6
Những cấu kiện đặc có tiết diện chữ nhật	1,4
Những bộ phận có tiết diện tròn	1,2
Hệ dây treo và dây chằng	1,1
Tàu kéo, xà lan và tàu thủy	1,4 (theo phương ngang 0,8 (theo phương dọc)
Hệ phao	1,4
Những bề mặt nằm ngang vùng hút gió ra	- 0,4

Bảng 1.8. Hệ số độ cao k

Độ cao h(m)	k	h (m)	k	h (m)	k	h (m)	k	h (m)	k	h (m)	k	h (m)	k	h (m)	k
5	0,62	10	0,80	30	1,11	60	1,32	90	1,46	140	1,63	200	1,78	200	1,90
6	0,66	15	0,91	40	1,19	70	1,37	100	1,50	160	1,68	220	1,82	280	1,93
8	0,74	20	1,00	50	1,26	80	1,41	120	1,57	180	1,73	240	1,86	300	1,97

Trong những trường hợp khi mà tốc độ gió lúc thi công bị hạn chế theo điều kiện thi công và an toàn kỹ thuật, thì cường độ áp lực gió được lấy bằng:

- Khi tính toán các tàu lai dắt và thiết bị kéo để đặt kết cấu nhịp trên các trụ nổi thì lấy $q_0 = 9kG/m^2$ (xuất phát từ điều kiện thi công ứng với gió có tốc độ $\leq 10m/s$).

- Khi tính toán các đà giáo, trụ tạm, cầu cạ dưới cầu cùng những thiết bị khác trong quá trình làm việc của cầu lắp ráp, các phương tiện kéo trong quá trình, lao lắp kết cấu nhịp, các phương tiện và thiết bị nâng, hạ kết cấu nhịp, các cơ cấu thiết bị chịu tác dụng của kích trong quá trình điều chỉnh ứng suất, hoặc điều chỉnh vị trí và độ vòng xây dựng của những kết cấu lắp: $q_0 = 18kG/m^2$ (xuất phát từ điều kiện thi công với gió có tốc độ $\leq 13m/s$).

Bề mặt chịu gió tính toán lấy theo chu vi thiết kế có nghĩa là theo diện tích hình chiếu các bộ phận công trình (hình bán diện của tàu, cầu, giá búa...) lên mặt phẳng thẳng đứng vuông góc với phương của lực gió. Đối với những kết cấu dàn và những kết cấu cùng dạng thì cho phép lấy bề mặt chịu gió tính toán bằng diện tích của dàn tính theo kích thước bao ngoài của nó với những giá trị sau đây của hệ số đặc.

- Đối với những kết cấu nhịp dàn rộng:

+ Dàn thứ nhất: 0,2.

+ Dàn thứ hai và những dàn tiếp sau: 0,15.

- Đối với những công trình phụ trợ:
- + Dàn hình lưới lắp bằng kết cấu luân chuyển thì lấy theo bảng 1.9.
- + Tháp dàn hình lưới và tay vịn của cầu (giá búa): 0,8

Bảng 1.9. Hệ số đặc (chấn gió) φ

Tên của kết cấu luân chuyển	Hệ số φ ứng với số mặt phẳng dàn là:	
	2 - 3	≥ 4
Kết cấu vận năng (УИК.М)	0,6	1

Lực gió dọc nằm ngang tác dụng vào dàn rỗng của các kết cấu lắp ráp và công trình phụ trợ được lấy bằng 60% lực gió ngang và lực gió dọc tác dụng vào dầm đặc lấy bằng 20% lực gió ngang tiêu chuẩn.

Lực gió dọc tác dụng vào các thiết bị nâng chuyển và các công trình khác thì xác định cũng như lực gió ngang.

Trong những kết cấu có mặt phẳng ngang mở rộng (nghiêng) (ván sàn, ván khuôn, mái che) thì cần phải xét đến sự hình thành vùng loãng khí và áp suất gió động ở những mặt phẳng ngang (nghiêng) gây nên sự hình thành lực đứng (nâng lên).

Những lực này được xác định như lực gió ngang ứng với giá trị $C = 0,4$.

n) Tải trọng va đập của tàu thuyền và hệ nổi tác dụng lên những công trình phụ trợ, hoặc những kết cấu bảo vệ chúng được lấy như sau:

- Động năng va chạm của tàu E (Tm) khi nó va vào các công trình xác định theo công thức:

$$E = v \frac{Q \cdot V^2}{2g} \quad (1.19)$$

Trong đó:

Q - trọng lượng nước choán của tàu (T);

V - thành phần pháp tuyến đối với bề mặt công trình của vận tốc đi vào của tàu (m/s), trong điều kiện bình thường lấy bằng 0,2m/s.

v - hệ số tính đến sự hấp thụ động năng của tàu và lấy bằng 0,45 đối với những công trình nằm trên cọc;

g - gia tốc trọng trường, lấy bằng 9,8m/s²;

- Năng lượng biến dạng của những công trình bến tàu, xác định theo công thức:

$$E = 0,7 \frac{H_x^2}{k} \quad (1.20)$$

Trong đó:

k - hệ số độ cứng của công trình bến tàu theo phương ngang (sơ bộ lấy $k = 200T/m$);

H_x - lực ngang theo phương ngang, tác dụng vào công trình do va đập của tàu khi cập vào công trình.

Giá trị của H_x được xác định bằng cách cân bằng giữa (1.19) và (1.20).

- Lực dọc H_y (T) do va đập của tàu khi va vào công trình được xác định theo công thức:

$$H_y = f \cdot H_x \quad (1.21)$$

f - hệ số ma sát lấy phụ thuộc vào vật liệu mặt ngoài của kết cấu chắn dệm. Khi bề mặt đó bằng bê tông, hoặc cao su thì lấy $f = 0,5$; khi bề mặt bằng gỗ $f = 0,4$.

Tải trọng do va đập của tàu tác dụng vào các công trình phụ trợ coi như đặt ở giữa chiều dài hoặc chiều rộng của chúng tại cao độ mức nước thi công, trừ trường hợp có phần nhô ra cố định cao độ tác dụng của những tải trọng này và khi ở cao độ thấp hơn, tải trọng đó gây ra tác dụng lớn hơn.

- Khi bố trí các trụ đà giáo trong phạm vi của nền đường ô tô hiện hành, thì kết cấu ngăn cách của trụ cần phải tính với sự tác dụng của lực ngang do sự va chạm của ô tô. Trị số tiêu chuẩn của lực này đặt ở chiều cao 1m trên cao độ của mặt đường xe chạy, lấy bằng 20T với điều kiện hạn chế tốc độ của xe vận tải dưới 25km/h.

Tải trọng do tác dụng của gỗ trôi vào các kết cấu bảo vệ được xác định với mực nước tần suất 10%.

+ Do sự va chạm của 1 cây gỗ $H = 1,5V^2$, (T). Trong đó V là lưu tốc nước (m/s).

+ Do sự va đập khi có ùn tắc gỗ thì lực $P(T)$ được xác định theo công thức:

$$P = BL \cdot 10^4 (1,5V^2 + q_H^1) \quad (1.22)$$

Trong đó:

L, B - chiều dài chiều rộng ùn tắc (m);

V - lưu tốc dòng chảy (m/s);

q_H^1 - cường độ gió lấy theo điểm m ở trên.

2. Các hệ số

a) Hệ số vượt tải n (xem bảng 1.11)

Tải trọng tính toán được xác định bằng tích số của tải trọng tiêu chuẩn với hệ số vượt tải n do xét đến sự sai lệch của tải trọng có thể thiên về phía bất lợi so với giá trị tiêu chuẩn và nó được xác định phụ thuộc vào trạng thái giới hạn được kể đến.

Bảng 1.11. Hệ số vượt tải n

Lực tác dụng và tải trọng tiêu chuẩn	n
Trọng lượng bản thân các kết cấu của công trình phụ trợ (kết cấu dùm luân chuyển)	1,2 và 0,9
Những kết cấu không luân chuyển	1,1 và 0,9
Áp lực thẳng đứng do trọng lượng đất	1,2 và 0,9

Lực tác dụng và tải trọng tiêu chuẩn	n
Áp lực ngang của đất	1,2 và 0,8
Áp lực thủy tĩnh của nước	1,0
Áp lực thủy động của nước	1,2 và 0,75
Lực tác dụng do điều chỉnh nhân tạo ứng lực trong các công trình phụ trợ	1,3 và 0,8
Trọng lượng của các kết cấu cầu (được lắp ghép, đổ bê tông, lao lắp...)	1,1 và 0,9
Trọng lượng của vật liệu xây dựng và lớp giữ nhiệt của ván khuôn	1,3 và 0,8
Trọng lượng của giá búa, các thiết bị cầu lắp và phương tiện vận tải	1,1 và 0,9
Trọng lượng của người, dụng cụ và các thiết bị nhỏ	1,3 và 0,7
Lực ma sát khi di chuyển kết cấu nhịp và các vật khác	
- Trên bàn trượt	1,3 và 1,0
- Trên con lăn	1,1 và 1,0
- Trên xe goòng	1,2 và 1,0
- Trên tầng trượt pôlime	1,3 và 1,0
Tải trọng do đổ và đầm hỗn hợp bê tông	1,3 và 1,0
Lực quán tính của cầu, giá búa, ôtô	1,1 và 1,0
Lực tác dụng của kích khí điều chỉnh ứng suất, hoặc điều chỉnh vị trí và độ vòng xây dựng của kết cấu lắp ghép:	
- Khi dùng kích răng	1,2
- Khi dùng kích thủy lực	1,3
Ứng lực hông do sự cong vênh của con lăn, hoặc do sự không song song của đường lăn	1,0
Tải trọng gió	1,0
Tải trọng do va đập của tàu thuyền và các phương tiện nổi	1,0
Tải trọng do cây trời	1,0
Tải trọng do va chạm của ôtô	1,0

Chú thích: Trọng lượng của các kết cấu lắp ráp và của công trình phụ trợ cũng như của các thiết bị và vật liệu xây dựng được treo vào cầu, hoặc chất lên các phương tiện vận tải thì lấy với hệ số vượt tải nêu trong bảng dùng cho các loại kết cấu, thiết bị và vật liệu đó.

b) Hệ số điều kiện làm việc m và hệ số tin cậy k_H (xem bảng 1.12).

Bảng 1.12. Hệ số m và k_H

Kết cấu của các công trình phụ trợ	k_H	m
Dây cáp để treo và nâng hạ các giá và đà giáo thi công	5	-
Những bộ phận chịu lực khác của giá và đà giáo thi công được treo và nâng hạ	1,3	-
Trị số của những lực giữ (hãm) các kết cấu được kẹp chặt (bằng lực ma sát) trừ những kết cấu của đà giáo cho người	2	-
Những vòng vây cọc ván ở chỗ ngập nước	1,1	-
Những kết cấu nhịp cầu cạn dưới cầu, những bộ phận của trụ và đà dọc của các thành bến tàu (không kể móng)	1,05	-

Kết cấu của các công trình phụ trợ	k_H	m
Cố định bằng neo chôn trong bê tông:		
- Neo của kết cấu nhịp và công xôn đón	2	
- Liên kết cột trụ với bệ	1,5	
Những kết cấu kim loại của neo giữ cho kết cấu nhịp khỏi lật	2,0	-
Những trụ nổi bằng phao, được giữ cân bằng qua lỗ đáy	1,125	-
Những trụ nổi bằng xà lan được giữ cân bằng, bằng các máy bơm	1,2	-
Những xà lan đáy bằng đặt giá búa và cầu	2,0	-
Những xà lan đáy bằng đặt cầu chân dê và để chuyên chở vật liệu thi công và những kết cấu thi công	1,25	-
Những bộ phận bằng gỗ của ván khuôn và lều ẩm chịu tác dụng của hơi nước	-	0,8
Những tấm ván lát tăng cường vách hố móng	-	1,1
Những bộ phận ván khuôn của kết cấu đổ bê tông toàn khối (trừ gỗ chống)	-	0,9
Kết cấu gỗ nằm dưới nước	-	0,9
Tường cọc ván (không chống):		
- Có dạng vòng trên mặt bằng	-	1,15
- Có chiều dài < 5m với các tầng kẹp chống trung gian	-	1,10

Chú thích: 1. Cường độ tính toán (khi tính lực giữ) được chia cho k_H , và nhân với m. Khi tính toán độ nổi, trọng lượng tính toán của tàu được nhân với k_H .

2. Những hệ số k_H và m được sử dụng đồng thời với những hệ số điều kiện làm việc khác, khi tính toán nền móng kết cấu gỗ thép và bê tông cốt thép.

3. Khi tính toán về ổn định vị trí, cần phải lấy hệ số m phù hợp với những yêu cầu riêng về tính ổn định.

c) **Hệ số xung kích $1 + \mu$ (xem bảng 1.13):** được xét đến khi tính toán những kết cấu trên mặt đất.

Bảng 1.13. Hệ số xung kích $1 + \mu$

Loại lực	$1 + \mu$
Trọng lượng của các bộ phận kết cấu và vật nặng (trừ bê tông) được điều chỉnh hoặc nâng bằng cần cầu lên các công trình phụ trợ	1,1
Trọng lượng tay cân, vật treo buộc vào cầu, hoặc giá búa, kể cả thiết bị treo buộc	1,1
Trọng lượng búa đóng cọc	1,2
Hoạt tải tác dụng liên kết cấu nhịp của cầu tạm thi công, có tốc độ chạy xe hạn chế $\leq 10\text{km/h}$	1,05
Trọng lượng cọc lúc nâng	1,40
Trọng lượng cột giá búa khi xiên	1,20
Trọng lượng quả búa khi nâng	1,30
Trọng lượng bản thân của kết cấu ván khuôn ở giai đoạn chở và lắp ráp	1,10
Lực kích thích của đầm rung tác dụng vào ván khuôn	1,30

d) **Hệ số tổ hợp n_c** : được đưa vào dưới dạng thừa số cho tải trọng ngắn hạn. Hệ số tổ hợp N_c được đưa vào tính toán để xét đến xác suất của những tổ hợp tải trọng khác nhau. Trong những trường hợp đặc biệt, không có quy định riêng, thì lấy $n_c = 1,0$.

e) **Hệ số ma sát**: xét đến khi di chuyển kết cấu nhịp, thùng chụp, bộ chạy của cầu, hay giá búa... theo mặt phẳng nằm ngang.

1. Hệ số ma sát trượt f_1 : khi di chuyển vật thể theo đường ray trên tấm lót (bàn trượt), hoặc theo nền bê tông, nền đất, nền gỗ lấy theo bảng 1.3a.

2. Hệ số ma sát lăn f_2 : khi di chuyển vật thể theo đường ray trên con lăn, lấy theo bảng 1.3.

3. Hệ số ma sát trượt trong ổ trục f_3 : lấy theo mục h, điểm 1, §1.1.

Hệ số ma sát lăn trong ổ trục f_4 cũng lấy theo mục trên.

4. Hệ số ma sát trượt f_5 : khi di chuyển vật thể theo thiết bị trượt pôlime xem bảng 1.4.

§1.2. NHỮNG CHỈ DẪN CHUNG VỀ TÍNH TOÁN KẾT CẤU VÀ NỀN

1. Những quy tắc cơ bản khi lập thiết kế tổ chức thi công cầu

(1) Nội dung chủ yếu của thiết kế thi công cầu là thiết kế các thiết bị, kết cấu và công trình phụ trợ để phục vụ xây dựng cầu. Nó bao gồm:

a) Ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật của cầu

- Các phương án về những giải pháp kết cấu của những công trình xây dựng đồng bộ với thiết kế cầu và thiết kế tổ chức thi công. Trong đó nêu được hình thức kết cấu của những công trình cơ bản. Về khối lượng đủ để lập những chỉ tiêu dự toán.

- Những luận chứng cơ bản của những giải pháp kết cấu của những công trình định làm.

b) Ở giai đoạn bản vẽ thi công

Trong giai đoạn này cần có:

- Những bản vẽ chi tiết cần cho việc chế tạo và thi công những kết cấu của công trình phụ trợ, kèm theo những chỉ dẫn về chất lượng của vật liệu phù hợp với những tiêu chuẩn Quốc gia.

- Những yêu cầu và chỉ dẫn công nghệ chế tạo các chi tiết kết cấu đối với các nhà máy xí nghiệp, hoặc tại các phân xưởng của đơn vị thi công.

- Những chỉ dẫn về chế độ sử dụng ở những vùng khí hậu khác nhau, trong trường hợp cần thiết bao gồm cả những yêu cầu về việc thử nghiệm.

- Các bản tính đối với những trường hợp phức tạp, bao gồm những điểm cơ bản của kết quả tính toán.

- Những chỉ dẫn về kỹ thuật an toàn.

(2) Trong trường hợp cần thiết, các công trình phụ trợ được xác định trong thiết kế tổ chức thi công phải được tính toán hoặc được bảo vệ khỏi tác dụng của mưa lũ và gió bão.

Độ chôn sâu của chân cọc ván, đê quai của móng những công trình dưới nước khác được quyết định có tính đến mức độ xói lở của đất.

Những công trình phụ trợ nằm trong phạm vi đoạn thông thuyền của cầu thì ngoài việc đặt các biển báo, tín hiệu thông thuyền còn phải tổ chức việc lai dắt tàu thuyền ở những luồng lạch quy định dưới cầu.

Những biện pháp này phải thống nhất trước với cơ quan quản lý đường sông.

2. Khổ giới hạn

(1) Tất cả những công trình phụ trợ nằm trên đường sắt, đường ô tô, hoặc trực tiếp ở gần nó, và những công trình phụ trợ ở dưới sông trong phạm vi thông thuyền thì đều phải tuân theo khổ giới hạn hiện hành.

(2) Việc nâng cao tĩnh không của các công trình phụ trợ và khoảng thông thủy giữa các trụ phải quy định trong thiết kế tùy thuộc vào điều kiện nơi thi công và có xét đến những yêu cầu sau:

- Trong thiết kế lấy mức nước cao nhất theo mùa có thể xảy ra trong các giai đoạn thi công công trình, tương ứng với lưu lượng tính toán theo tần suất $\geq 10\%$, làm mực nước thi công.

- Đỉnh của vòng vây cọc ván, thùng chup và đê quai bằng đất cần cao trên mực nước thi công tối thiểu 0,7m. Đào để hạ giếng chìm phải cao trên mực nước thi công tối thiểu 0,5m.

- Đáy của kết cấu nhịp cầu tạm thi công, cầu cạn dưới cầu ở những sông không thông thuyền và không có bè mảng, cây trôi, cũng như ở các nhịp không thông thuyền của sông có tàu bè qua lại phải cao trên mực nước thi công tối thiểu 0,7m. Nếu mực nước cao chỉ xuất hiện trong một thời gian ngắn thì có thể giảm bớt trị số trên.

- Ở những nhịp có cây trôi thì không nên xây dựng những công trình phụ trợ ở trong khoảng giữa các trụ chính. Khi cần thiết phải xây dựng chúng thì khoảng cách tĩnh giữa các trụ đà giáo phải $\leq 10m$ và phải thi công vào lúc ít có khả năng xuất hiện những tác động nguy hiểm. Đáy kết cấu nhịp của cầu tạm ở những nhịp này phải cao hơn mực nước thi công tối thiểu 1m.

3. Những chỉ dẫn chung về tính toán

(1) Những kết cấu của các công trình phụ trợ và nền của chúng phải tính toán chịu tác dụng của những lực và những tác dụng khác theo trạng thái giới hạn thứ nhất và trạng thái giới hạn thứ hai.

- Trạng thái giới hạn thứ nhất là trạng thái không đáp ứng được yêu cầu sử dụng do:

+ Mất ổn định về vị trí, về độ nổi.

+ Mất ổn định tổng thể về hình dạng.

+ Mất ổn định cục bộ về hình dạng, dẫn đến mất khả năng chịu lực.

+ Sự phá hoại giòn, dẻo hoặc do những phá hoại khác vượt quá sức bền kéo đứt, sự trượt hay trôi của đất nền.

+ Sự chảy, sự ép gây lún hoặc những biến dạng dẻo quá mức khác của vật liệu (khi có vùng chảy).

+ Sự trượt quá mức trong những liên kết ma sát.

+ Sự mất ổn định cục bộ về hình dạng, dẫn đến biến dạng quá mức, nhưng chưa đến nỗi mất khả năng chịu lực.

+ Biến dạng đàn hồi quá mức, có thể gây ra những ảnh hưởng không cho phép đến hình dạng hoặc khả năng chịu lực của công trình chính được xây dựng.

- Trạng thái giới hạn thứ hai là trạng thái xuất hiện, những biến dạng gây khó khăn cho việc sử dụng những kết cấu và công trình phụ trợ. Nó gây ra bởi những chuyển vị đàn hồi hay chuyển vị dư (độ võng, độ võng, độ lún, độ dịch chuyển, độ nghiêng, góc xoay và độ dao động).

(2). Ngoài tính toán chịu tác dụng của những lực, trong những trường hợp cần thiết, còn phải tiến hành tính toán:

- Thẩm của vòng vây hố móng.

- Xói của nền các trụ tạm và của vòng vây cọc ván (nếu không có những giải pháp loại trừ).

- Lực kéo để di chuyển các kết cấu lắp.

(3) Tải trọng tính toán khi tính toán kết cấu các công trình phụ trợ theo trạng thái giới hạn thứ nhất được xác định bằng cách nhân tải trọng tiêu chuẩn với hệ số vượt tải n , hệ số xung kích $1 + \mu$ và hệ số tổ hợp n_c . Còn khi tính theo trạng thái giới hạn thứ hai thì dùng lực tác dụng và tải trọng tiêu chuẩn.

(4) Khi tính toán cần chọn tổ hợp tải trọng bất lợi nhất có thể xảy ra trong những giai đoạn thi công riêng biệt đối với những bộ phận kết cấu của công trình phụ trợ và nền của chúng.

(5) Cường độ vật liệu: Cường độ tính toán của vật liệu (đất) khi tính toán về độ bền và độ ổn định phải lấy theo chỉ dẫn trong các phần tính toán thiết kế nền móng kết cấu gỗ, kết cấu thép và kết cấu bê tông cốt thép.

(6) Độ ổn định chống lật của kết cấu tính theo công thức:

$$M_l \leq mM_g \quad (1.23)$$

Trong đó:

M_l - Mômen của các lực lật đối với trục quay (lật) của kết cấu. Khi kết cấu tựa trên những gối riêng biệt thì trục lật được lấy là trục đi qua tim của gối ngoài cùng (gối biên), còn khi kết cấu được tựa có tính chất liên tục thì trục lật là trục đi qua cạnh thấp nhất, ngoài cùng của kết cấu.

M_g - mômen của lực giữ ổn định, cũng lấy đối với trục trên.

m - hệ số điều kiện làm việc, đối với những kết cấu có điểm tựa tập trung (trên những điểm riêng biệt) thì lấy $m = 0,95$; đối với các trục cũi gỗ và lồng gỗ $m = 0,90$; còn đối với tường cọc ván thì lấy theo chỉ dẫn tính toán vòng vây hố móng.

Khi tính toán độ ổn định của các kết cấu có neo thì cần phải kể đến mômen giữ ổn định của các lực bằng khả năng chịu lực tính toán của neo.

(7) Độ ổn định chống trượt của kết cấu xác định theo công thức:

$$T_{tr} \leq \frac{m}{k_H} T_{tr}^{gh} \quad (1.24)$$

Trong đó:

T_{tr} - lực trượt bằng tổng hình chiếu của các lực trượt lên mặt phẳng có khả năng bị trượt;

T_{tr}^{gh} - lực trượt giới hạn bằng tổng hình chiếu của các lực giữ ổn định, tác dụng lên mặt phẳng trượt.

m - hệ số điều kiện làm việc: $m = 0,90$ đối với kết cấu ở trên mặt đất; và $m = 1,0$ đối với kết cấu chôn trong đất.

k_H - hệ số an toàn theo vật liệu, xét đến sự biến đổi của các hệ số ma sát và lấy bằng 1,10.

Đối với các kết cấu được tăng cường bằng neo, hoặc thanh chống thì phải kể đến lực giữ ổn định bằng khả năng chịu lực tính toán của neo hoặc thanh chống. Hệ số ma sát, đối với những vật liệu khác nhau lấy theo bảng 1.3a.

(8) Khi tính toán độ ổn định của những kết cấu nằm trên mặt đất, thì trị số của những lực trượt (hay lật) được xác định với những giá trị $> 1,0$ của hệ số vượt tải.

(9) Việc kiểm tra độ nổi được tiến hành theo công thức:

$$\gamma \sum V_n \geq \sum Q k_H \quad (1.25)$$

Trong đó:

γ - trọng lượng thể tích của nước lấy bằng $1T/m^3$;

$\sum V_n$ - lượng choán nước giới hạn của tàu, bằng lượng choán nước của nó ứng với mức nước bằng chiều cao thành thành tàu ở mặt cắt giữa (tính bằng m^3);

$\sum Q$ - trọng lượng tính toán của tàu (T);

k_H - hệ số tin cậy, lấy theo bảng 1.12.

Độ ổn định của hệ nổi được đảm bảo khi thoả mãn các điều kiện sau:

- Chiều cao tâm nghiêng có giá trị dương (+).
- Mép boong không ngập nước.
- Đáy không hở khỏi mặt nước (ở giữa lườn tàu).

(10) Đối với những kết cấu có mối nối lắp ráp bằng bulông thường thì khi tính biến dạng được tăng độ võng đàn hồi lên 30%.

Trị số biến dạng dự ở những chỗ tiếp xúc (ở một chỗ giao nhau) được lấy như sau:

- Gỗ với gỗ : 2mm.
- Gỗ với kim loại và bê tông : 1mm.
- Kim loại với bê tông : 0,5mm.
- Kim loại với kim loại (ở những mối nối mặt bích chịu nén): 0,2mm.

Độ lún của tà vẹt kê lót một cách chặt khít lấy bằng 10mm.

Độ lún của hòm cát, trong đó đựng đầy cát: 5mm.

(11) Sơ đồ tính toán kết cấu của các công trình phụ trợ phải phù hợp với sơ đồ hình học thiết kế của nó trong đó có xét đến những giải pháp kết cấu đối với từng giai đoạn thi công và thứ tự đặt tải của kết cấu. Khi quyết định sơ đồ tính không được kể đến độ võng xây dựng và biến dạng của kết cấu dưới tác dụng của tải trọng.

Việc xác định ứng lực trong các bộ phận của kết cấu được tiến hành với giả thiết vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi. Khi đó cho phép phân tích sơ đồ không gian thành những hệ phẳng riêng biệt.

Chương 2

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ NỀN MÓNG

CÁC CÔNG TRÌNH PHỤ TẠM

§2.1. PHÂN LOẠI MÓNG VÀ ĐIỀU KIỆN ÁP DỤNG

Móng các công trình phụ tạm dùng trong xây dựng cầu thường bao gồm 2 loại: móng nông trên nền thiên nhiên và móng cọc.

1. Móng nông trên nền thiên nhiên

Loại móng này gồm có móng bê tông cốt thép toàn khối hoặc lắp ghép, móng chống nề tà vẹt, móng lồng gỗ hoặc lồng đá học. Loại móng này dùng chủ yếu ở bãi sông, chỗ không bị xói lở, hoặc khi có biện pháp bảo vệ chống xói cho nền. Cũng có thể dùng nó ở dòng chủ trong trường hợp không có khả năng chôn sâu cọc trong đất. Khi đó cần xét đến khả năng thất hẹp dòng chủ và khả năng tháo dỡ chúng đến mức độ không cản trở thông thuyền.

2. Móng cọc

Cọc móng của các công trình phụ tạm có thể sử dụng cọc gỗ đơn hay bó cọc gỗ, cọc bê tông cốt thép tiết diện đặc (vuông hoặc chữ nhật) cọc ống bê tông cốt thép thường, hoặc dự ứng lực (nếu có căn cứ kinh tế kỹ thuật), cọc thép bằng các loại thép hình (I, [), thép ống, thép ray. Loại móng này chủ yếu dùng ở dòng chủ, cũng có thể áp dụng ở bãi sông trong trường hợp nền đất yếu và có khả năng bị xói lở.

§2.2. TÍNH TOÁN MÓNG

1. Những chỉ dẫn chung

Việc tính toán nền đất và móng của các công trình phụ tạm phải tiến hành theo trạng thái giới hạn thứ nhất và trạng thái giới hạn thứ hai.

Theo trạng thái giới hạn thứ nhất phải tiến hành tính toán:

- Về độ bền (theo vật liệu) và độ ổn định của những dạng kết cấu móng phải phù hợp với "Kết cấu gỗ", "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép", "Kết cấu kim loại" và "Quy trình tính toán thiết kế các công trình phụ trợ phục vụ thi công cầu" của Bộ Giao thông vận tải ban hành.

- Về cường độ (độ ổn định) nền đất của móng nông cũng như khả năng chịu lực theo đất của móng cọc.

- Về ổn định của móng (chống lật và chống trượt).

Theo trạng thái giới hạn thứ hai cần phải tính toán trị số lún và chuyển vị của các loại móng khối, móng chông nề , đồng thời kiểm tra vị trí của hợp lực, tiêu chuẩn ở cao độ đáy móng.

Khi tính toán theo những trạng thái giới hạn, trị số nội lực (ứng suất) và trị số biến dạng do tác động của lực tính toán gây ra không được vượt quá trị số giới hạn xác định.

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất về cường độ (ổn định hình dạng) phải dùng hệ thống các hệ số tính toán sau: hệ số tải trọng n cho tải trọng tiêu chuẩn, hệ số đồng nhất (hệ số tin cậy) k cho cường độ tiêu chuẩn R_H , hệ số điều kiện làm việc m ; đồng thời hoạt tải thẳng đứng phải tính với hệ số xung kích (trừ trường hợp tính ổn định vị trí chống trượt và chống lật). Các hệ số này đưa vào tính toán nhằm đảm bảo không xuất hiện trạng thái giới hạn thứ nhất khi sử dụng (cũng như khi thi công) là xét đến khả năng có thể có những sai lệch theo chiều hướng bất lợi so với các thông số và điều kiện tiêu chuẩn

Tải trọng tính toán bằng tải trọng tiêu chuẩn nhân với hệ số tải trọng tương ứng n , hệ số xung kích $1 + \mu$, hệ số tổ hợp n_c .

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai không xét tới hệ số tải trọng và hệ số xung kích. Kết cấu và nền của nó được tính với những lực tác dụng và tải trọng tiêu chuẩn.

Việc tính toán nền và móng của các công trình phụ tạm phải tiến hành với các tổ hợp bất lợi nhất của tải trọng và lực tác dụng đối với các bộ phận riêng biệt, với các liên kết, hoặc đối với toàn bộ kết cấu nói chung (hay đối với nền của nó).

2. Tính toán móng nông

a) Phương pháp tính toán tổng quát

1. Ứng suất nền của móng nông được kiểm tra theo công thức:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq R \text{ (hoặc } 1, 3 R) \quad (2.21)$$

1,3R - cường độ tính toán của đất ở mép đáy móng khi chịu tải lệch tâm và tính với tổ hợp tải trọng phụ;

σ - ứng suất lớn nhất của đất nền (kG/cm^2);

N - lực nén trục do tải trọng tính toán đặt ở cao độ đáy móng (kG);

M - mômen ở đáy móng do tải trọng tính toán lấy đối với trọng tâm của nó (kG.m);

F - diện tích đáy móng (cm^2);

W - mômen kháng uốn của đáy móng (cm^3);

R - cường độ nén trục tính toán của đất ở cao độ đáy móng (kG/cm^2);

Nếu $\frac{N}{F} < \frac{M}{W}$ (W - mômen kháng uốn của đáy móng đối với mép chịu tải nhỏ nhất)

thì ứng suất lớn nhất trong đất dưới móng cho phép xác định xuất phát từ biểu đồ ứng suất nén tam giác trong phạm vi đáy móng để thể tích của biểu đồ này bằng trị số của hợp lực tính toán tác dụng lên móng và chính hợp lực đi qua trọng tâm của biểu đồ. Trường hợp khi móng có dạng chữ nhật thì cần phải xác định trị số ứng suất lớn nhất trong đất theo công thức:

$$\sigma = \frac{2N}{3b \left(\frac{a}{2} - \frac{M}{N} \right)} \quad (2.2)$$

Trong đó: a - chiều dài đáy móng;

b - bề rộng đáy móng (trong phương vuông góc với mặt phẳng tác dụng của mômen).

Một số điểm cần lưu ý:

- Trường hợp ở phía dưới của tầng đất chịu lực (ở đó đáy móng nông được đặt lên) là tầng đất yếu hơn thì cần phải kiểm tra thêm cường độ của lớp đất này, có xét đến sự phân bố áp lực dưới góc 10° so với phương thẳng đứng, ở tầng đất chịu lực là cát, và dưới góc 5° đối với tầng đất chịu lực là sét. Việc kiểm tra trên được tiến hành với tải trọng bằng tổng lực nén trục N và trọng lượng của cột đất ở cao độ đỉnh lớp đất yếu được xác định theo chỉ dẫn ở trên ứng với góc phân bố áp lực.

- Dung trọng của đá đổ bên trong chống nề kiểu cũ lấy bằng $1,9 \text{ T/m}^3$. Khi kiểm tra độ ổn định thì trọng lượng của phần chống nề ngập trong nước lấy bằng $1,2 \text{ T/m}^3$.

- Những trị số tính toán của diện tích F , mômen kháng uốn W của đáy chống nền lấy bằng 0,7 trị số tính toán theo kích thước giới hạn của chu vi ngoài của nó.

2. Độ ổn định chống lật và chống trượt của móng phải tính toán theo chỉ dẫn của §2.2.

Việc kiểm tra ổn định chống trượt được tiến hành có xét đến tác dụng đẩy nổi của nước ứng với mực nước thi công cao nhất và giá trị sau đây của hệ số ma sát của đáy móng với đất:

- Đất sét, đá vôi sét, đá phiến sét: 0,10 khi bị ngập nước;
- Đất sét, đá vôi sét, đá phiến sét nhưng ở trạng thái ẩm: 0,25;
- Đất sét, đá vôi sét, đá phiến sét nhưng ở trạng thái khô: 0,30;
- Á sét và á cát: 0,30;
- Đất cát: 0,40;
- Sỏi cuội: 0,50.

Đối với nền của móng nông (móng khối, móng nền tà vẹt lát kín, hoặc chông nề kiểu cũilợn) được tính toán không xét đến sự ngàm trong đất thì vị trí điểm đặt của hợp lực được đặc trưng bởi độ lệch tâm tương đối $\frac{e_0}{\rho}$, cần phải hạn chế trong phạm vi:

- Trường hợp ở trong đất không có đá khi không có áp lực bên của đất tác dụng lên móng:

+ Khi chỉ có tĩnh tải: 0,20

+ Khi có tĩnh tải và hoạt tải: 1,00.

- Trường hợp ở trong đất không có đá, khi có áp lực bên của đất tác dụng lên móng:

+ Khi chỉ có tĩnh tải: 0,50.

+ Khi có tĩnh tải và hoạt tải: 0,60

- Trường hợp ở trong đá khi tính có tĩnh tải và hoạt tải: 1,20.

Trong đó $e_0 = \frac{M}{N}$ là độ lệch tâm của vị trí lực đứng N đối với trọng tâm đáy móng.

$\rho = \frac{W}{F}$ - bán kính của lõi tiết diện đáy móng, trong đó W là mômen kháng uốn lấy đối với mép ngoài của móng với trị số nhỏ hơn.

M - mômen của ngoại lực đối với trục trung tâm chính của đáy móng.

b) Tính toán móng khối bê tông cốt thép

Trình tự tính toán móng khối bê tông cốt thép được tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Xác định tải trọng tác dụng lên móng:

Tải trọng tĩnh bao gồm:

- Trọng lượng bản thân công trình và những thiết bị đặt trên nó.
- Trọng lượng bản thân móng và đất đè lên nó.
- Áp lực ngang của đất và áp lực thủy tĩnh của nước.

Tải trọng động bao gồm:

- Hoạt tải xe cộ.
- Tải trọng người.
- Tải trọng gió.
- Tác dụng xung kích của dòng nước, rung động của máy.

Tổng quát phân tải trọng tác dụng lên móng thành 2 dạng: tải trọng tác dụng đúng tâm và tải trọng tác dụng lệch tâm.

Bước 2: Chọn hình dạng và kích thước móng

- Chọn kích thước mặt bằng đáy móng phụ thuộc vào kích thước mặt bằng đáy công trình ở bên trên.

- Chọn độ sâu đặt móng phụ thuộc vào trị số tải trọng và lớp đất chịu lực mà móng đặt lên.

Không nên chọn những lớp đất sau làm lớp đất chịu lực:

Đất sét: $\varepsilon > 1,1$

Á sét: $\varepsilon > 1,0$

Á cát: $\varepsilon > 0,7$.

Kích thước đáy móng và độ sâu chôn nó phải thoả mãn điều kiện:

$$\sigma \leq R$$

$$S \leq [S]$$

$$\Delta S \leq [\Delta S]$$

Trong đó:

σ - ứng suất lớn nhất của đất nền;

R - cường độ nén trục tính toán của đất ở cao độ đáy móng;

S - độ lún của móng;

ΔS - chênh lệch độ lún.

Bước 3: Xác định cường độ nén trục tính toán của đất ở cao độ đáy móng theo công thức đã biết trong giáo trình "Cơ học đất - Nền móng".

Bước 4: Kiểm tra cường độ của nền và móng:

- Kiểm tra cường độ của nền theo các công thức ở điểm 2 của §2.2.

- Kiểm tra độ cứng của móng:

+ Móng cứng (hình 2.1):

Đối với móng cứng chỉ kiểm tra cắt, không cần kiểm tra uốn (nếu đáy móng thì có thể chịu cắt theo 2 mặt).

Công thức kiểm tra:

$$\tau = \frac{N}{UH} \leq [\tau] \quad (2.3)$$

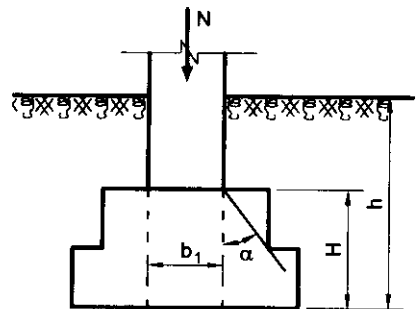
Trong đó: H - bề dày của móng;

U - chu vi đáy công trình.

$$U = 2(a_1 + b_1)$$

a_1 là cạnh kia của đáy công trình.

Chú thích: Móng cứng là móng có $\alpha < \alpha_{gh}$; móng bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông $\alpha_{gh} = 45^\circ$; móng xây gạch $\alpha_{gh} = 27^\circ$



Hình 2.1

Móng mềm (hình 2.2) các phương pháp tính:

Phương pháp tính chính xác. Tính theo dầm bản đàn hồi.

Phương pháp hệ số nền: giả thiết nền đất chỉ biến dạng tại chỗ đặt tải trọng và biến dạng ấy tỷ lệ bậc nhất với tải trọng.

Phương pháp nền biến dạng tổng quát: biến dạng của đất không chỉ xảy ra ở chỗ có đặt tải trọng, mà còn xảy ra ở những chỗ khác.

Dưới đây giới thiệu phương pháp tính gần đúng cho những móng mềm đơn.

Giả thiết phản lực dưới đáy móng phân bố theo quy luật tuyến tính (phân bố đều hoặc phân bố hình thang).

Kiểm tra cường độ của nền như đối với móng cứng.

Kiểm tra cường độ của móng:

- Kiểm tra chịu cắt theo công thức ở điểm 3 của §2.2.

- Kiểm tra uốn: $M_{max}^{1-1} = P_1 C_1$ (2.4)

C_1 - khoảng cách từ trọng tâm của hình thang $B_1 B C C_1$ tới tiết diện 1.1.

$$P_1 = (P - \gamma_{tb} h) \cdot F_{B_1 B C C_1} \tag{2.5}$$

Từ P_1 xác định được diện tích cốt thép cần thiết ở mặt cắt 1.1 F_a^{1-1} .

Đối với mặt cắt 2.2 cũng tính tương tự

$$M_{max}^{2-2} = P_2 C_2$$

Từ P_2 xác định được diện tích cốt thép cần thiết ở mặt cắt 2.2.

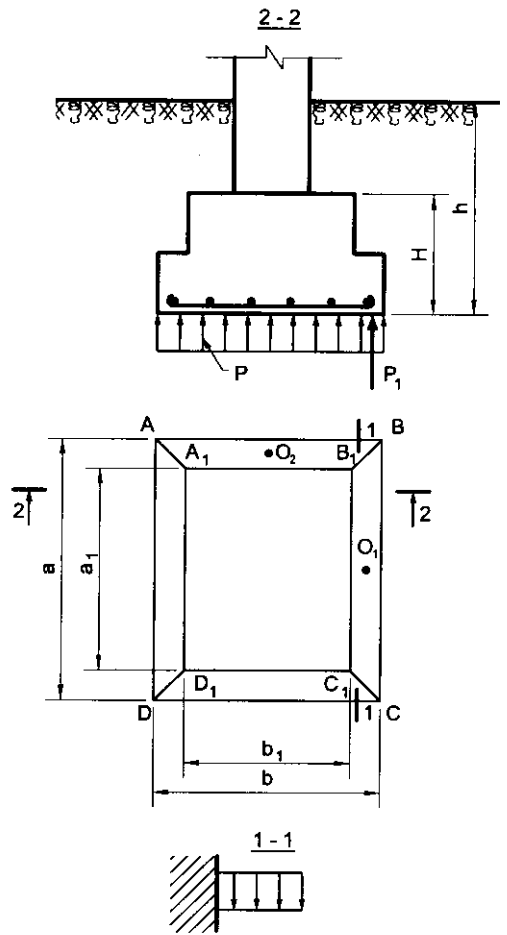
Bước 5: Kiểm tra độ lún và sự chênh lệch độ lún

Độ lún của móng được xác định theo công thức:

$$S = \sum_1^n \frac{\epsilon_1^i - \epsilon_2^i}{1 + \epsilon_1^i} h_i \tag{2.8}$$

Trong đó: ϵ_1^i - hệ số rỗng của lớp đất thứ i trước khi chịu tải trọng ứng với P_1^i ;

ϵ_2^i - hệ số rỗng của lớp đất thứ i sau khi chịu tải trọng ứng với P_2^i .



Hình 2.2

Hai trị số này có thể lấy trên đường cong nén.

h_i - chiều dày lớp đất thứ i .

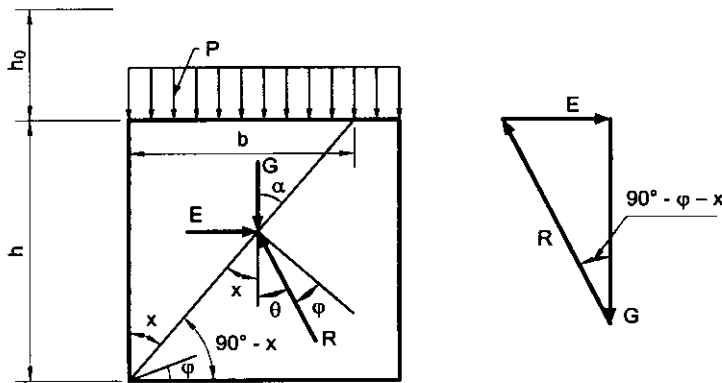
Bước 6: Kiểm tra độ ổn định về lật và trượt của móng theo công thức ở điểm 3 của §1.2.

c) Tính toán trụ lồng đá hộc

Trong tính toán giả thiết rằng đá cũng làm việc như đất, nên có thể dựa vào định luật Culông để tìm góc trượt phẳng của nó.

Các trường hợp tính toán

1. Tải trọng rải đều trên toàn mặt lồng đá và đường trượt nằm trong lăng thể tam giác (hình 2.3).



Hình 2.3

Khi chịu một trọng lượng G (gồm hoạt tải và trọng lượng của lăng thể phá hoại) nào đó thì lõi đá của trụ sẽ trượt đi một góc x giới hạn bởi đường mặt trượt và phương thẳng đứng. Khi đó áp lực E của tường sẽ chịu tối đa. Để lăng thể không bị trượt thì trọng lượng G , áp lực E và phản lực của khối lăng thể lên mặt trượt R phải đồng quy tại một điểm. Vì có góc nội ma sát φ , nên phản lực R không thẳng góc với đường trượt mà làm thành một góc bằng góc nội ma sát φ .

Có thể biểu diễn các lực đồng quy trên thành tam giác lực.

Góc hợp thành giữa R và G gọi là θ

$$\theta = 90^\circ - x - \varphi$$

Ta có:
$$\frac{E}{G} = \text{tg}(90^\circ - x - \varphi) \text{ hay}$$

$$E = G \text{tg}(90^\circ - x - \varphi);$$

Nhưng
$$G = pb + \frac{\gamma h^2}{2} \text{tg}x$$

Nếu đổi tầng tải trọng lớp trên thành chiều cao tương đương của cột đá thì:

$$p = \gamma h_0 \text{ và } b = htgx$$

$$\text{Vậy } G = \gamma h_0 htgx + \frac{\gamma h^2}{2} tgx = \frac{\gamma h}{2} (2h_0 + h)tgx$$

$$\text{Do đó: } E = \frac{\gamma h}{2} (2h_0 + h)tgxtg(90^\circ - x - \varphi) \quad (2.9)$$

$$\text{Muốn } E \text{ cực đại thì: } \frac{dE}{dx} = 0$$

$$\frac{dE}{dx} = \frac{\gamma h}{2} (2h_0 + h) \left[\frac{1}{\cos^2 x} tg(90^\circ - x - \varphi) - \frac{1}{\cos^2 (90^\circ - x - \varphi)} tgx \right] = 0$$

$$\frac{dE}{dx} = \frac{\gamma h}{2} (2h_0 + h) \left[\frac{\cos^2 (90^\circ - x - \varphi) tg (90^\circ - x - \varphi) \cos^2 x tgx}{\cos^2 (90^\circ - x - \varphi) \cos^2 x} \right] = 0$$

$$\cos^2 (90^\circ - x - \varphi) tg (90^\circ - x - \varphi) - \cos^2 x tgx = 0$$

$$\text{Rút gọn: } \sin (90^\circ - x - \varphi) \cos (90^\circ - x - \varphi) - \sin x \cos x = 0$$

$$\text{hay } \sin 2 (90^\circ - x - \varphi) - \sin 2x = 0$$

$$2(90^\circ - x - \varphi) = 2x$$

$$x = \frac{90^\circ - \varphi}{2} = 45^\circ - \frac{\varphi}{2};$$

Thay vào (2.9):

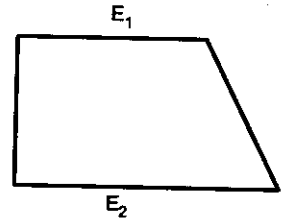
$$E = \frac{\gamma h}{2} (2h_0 + h) tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.10)$$

Vì E là áp lực trên toàn bộ chiều cao, nên cần tìm áp lực trên các đoạn cao khác nhau. Khi đó có thể nội suy bằng biểu đồ hình thang (hình 2.4)

Ứng với h_1 có E_1 (nếu tính trên mặt lòng đá thì $h_1 = 0$); ứng với h_2 có E_2 . Từ đó chia đều từng khoảng 20cm để bố trí cốt thép vòng đai. Rõ ràng là thép đai ở dưới sẽ bố trí với cự ly dày hơn. Nhưng để đơn giản có thể tính cho điểm nguy hiểm nhất, rồi bố trí đều nhau. Ví dụ trường hợp này là ở đáy chằng hạn (tất nhiên không phải ở đáy là luôn luôn nguy hiểm).

Trong công thức trên có thể lấy áp lực đơn vị tại một điểm h nào đấy như sau:

$$q_i = \gamma (2h_0 + h) tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.11)$$



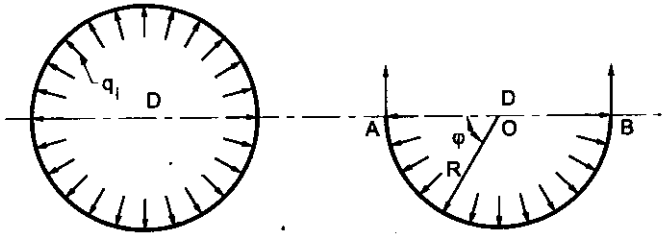
Hình 2.4

Khi tìm được q_i ta coi lồng đá tròn chịu áp lực đều ở mọi phía với q_i và q_i có thể tính cho 1m, hay nhỏ hơn tùy ý. Nói chung lấy băng càng nhỏ càng chính xác.

Nếu lấy băng là δ thì q_i tính ra phải nhân với δ ở công thức (2.11).

Coi đai tròn chịu áp lực q_i như là một vỏ mỏng chịu áp lực đều. Đai đó không chịu mômen, nghĩa là độ cứng không đáng kể, chiều dày của đai so với đường kính rất bé.

Để tính được nội lực trong đai, ta cắt đai ở 2 tiết diện A, B qua tâm O (hình 2.5) và thay vào đó 2 lực tiếp tuyến T với A và B.



Hình 2.5

Khi hệ cân bằng thì lực T sẽ có trị số bằng:

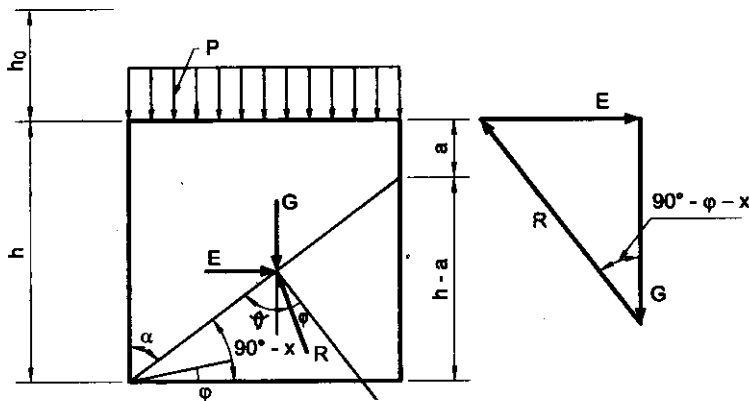
$$T = \int_0^{\pi/2} q_i \sin \varphi R d\varphi = q_i R \cos \varphi \Big|_0^{\pi/2}$$

$$T = Rq_i \tag{2.12}$$

Nếu gọi tiết diện của đai là F, đối với đai tròn: $F = \frac{\pi d^2}{4}$, thì số đai phải bố trí trong băng có chiều rộng δ là:

$$n = \frac{T}{[\sigma] \frac{\pi d^2}{4}} \tag{2.13}$$

(2) Tải trọng rải đều trên toàn mặt lồng đá nhưng góc x giới hạn trong lăng thể phá hoại là hình thang (hình 2.6).



Hình 2.6

Vì một lí do nào đó lăng thể phá hoại có thể không phát sinh theo hình tam giác, mà thành hình thang. Vậy cần phải tìm góc trượt x .

Cũng lí luận như trên, ta vẽ được tam giác lực của 3 yếu tố G , E và R , đồng thời tìm được góc θ .

$$\theta = 90^\circ - x - \varphi$$

Căn cứ vào tam giác lực có:

$$\begin{aligned} \frac{E}{G} &= \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi) \\ E &= G \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi) \\ G &= pD + \gamma \left(\frac{h+a}{2} \right) D \\ G &= D \left[p + \gamma \left(\frac{h+a}{2} \right) \right] \end{aligned} \tag{2.14}$$

nhưng $a = h - D \operatorname{tg}(90^\circ - x)$ và $p = h_o \gamma$

$$\text{Do đó: } G = D \left\{ \gamma h_o + \gamma \left[\frac{h+h-D \operatorname{tg}(90^\circ - x)}{2} \right] \right\}$$

$$G = D \left\{ \gamma h_o + \gamma \left[h - \frac{D}{2} \operatorname{tg}(90^\circ - x) \right] \right\}$$

$$G = \gamma D \left[h_o + h - \frac{D}{2} \operatorname{tg}(90^\circ - x) \right]$$

$$\text{Do vậy } E = \gamma D \left[h_o + h - \frac{D}{2} \operatorname{tg}(90^\circ - x) \right] \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi);$$

$$E = \gamma D \left[h_o + h - \frac{D}{2} \operatorname{tg}(90^\circ - x) \right] \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi); \tag{2.15}$$

Muốn E cực đại, lấy đạo hàm của E theo x :

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dx} &= -\gamma D [h_o + h] \frac{1}{\cos^2(90^\circ - x - \varphi)} - \frac{\gamma D^2}{2} \left[\frac{1}{\cos^2(90^\circ - x)} \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{\cos^2(90^\circ - x - \varphi)} \operatorname{tg}(90^\circ - x) \right] = 0 \end{aligned}$$

$$\text{Rút gọn: } \frac{dE}{dx} = -\gamma D (h_o + h) \cos^2(90^\circ - x) + \frac{\gamma D^2}{2} x$$

$$x [\sin(90^\circ - x - \varphi) \cos(90^\circ - x - \varphi) + \sin(90^\circ - x) \cos(90^\circ - x)] = 0$$

Có thể viết dưới dạng:

$$\begin{aligned}
 & -\gamma D(h_o + h) \cos^2(90^\circ - x) + \frac{\gamma D^2}{2} [\sin(90^\circ - x - \varphi)] \times \\
 & \times [\cos(90^\circ - x - \varphi)] + \sin(90^\circ - x) \cos(90^\circ - x) = 0 \\
 & -\gamma D(h_o + h) \cos^2(90^\circ - x) + \frac{\gamma D^2}{2} \{2 \cos^2 \varphi \sin(90^\circ - x) \times \cos(90^\circ - x) - \\
 & - \sin \varphi \cos \varphi [\cos^2(90^\circ - x) \sin^2(90^\circ - x)]\} = 0
 \end{aligned}$$

hay

$$\begin{aligned}
 & -\gamma D(h_o + h) \sin^2 x + \frac{\gamma D^2}{2} [2 \cos^2 \varphi \sin x \cos x + \\
 & + \sin \varphi \cos \varphi (\cos^2 x - \sin^2 x)] = 0
 \end{aligned}$$

Chia cho $\cos^2 \varphi \sin^2 \varphi$, sau đó nhân với $\frac{\text{tg} \varphi}{\gamma \frac{D^2}{2}}$ ta có:

$$-\frac{2(h_o + h) \text{tg} \varphi}{D \cos^2 \varphi} + 2 \text{tg} \varphi \text{tg} x + \text{tg}^2 \varphi (1 - \text{tg}^2 x) = 0$$

Rút gọn: $\text{tg}^2 \varphi \cdot \text{tg}^2 x - 2 \text{tg} \varphi \text{tg} x + 2 \frac{(h_o + h) \text{tg} \varphi}{D \cos^2 \varphi} - \text{tg}^2 \varphi = 0$

$$\text{tg} x = \frac{\text{tg} \varphi \pm \sqrt{\text{tg}^2 \varphi - \text{tg}^2 \varphi \left[\frac{2(h_o - h) \text{tg} \varphi}{D \cos^2 \varphi} - \text{tg}^2 \varphi \right]}}{\text{tg}^2 \varphi}$$

$$\text{tg} x = \frac{1}{\text{tg} \varphi} \pm \sqrt{\frac{1}{\text{tg}^2 \varphi} - \left[\frac{2(h_o + h)}{D \cos \varphi \sin \varphi} - 1 \right]};$$

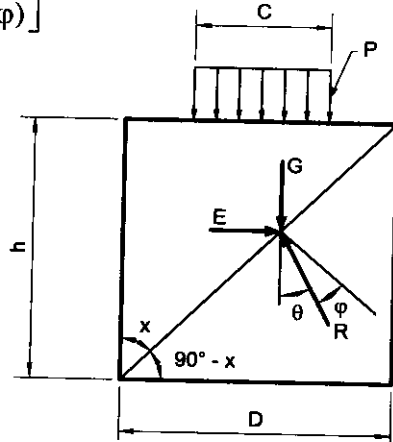
$$\text{tg} x = \frac{1}{\text{tg} \varphi} \pm \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \left[\frac{2(h_o + h)}{D(\cos \varphi \sin \varphi)} \right]}$$

(2.16)

Trong công thức này đến một giới hạn nào đó, giá trị trong dấu $\sqrt{\quad}$ sẽ nhỏ hơn 0, khi đó có thể lấy $\text{tg} x = \frac{D}{h}$ (D - đường kính lồng đá; h - chiều cao lồng đá).

3. Trường hợp tải trọng phân bố đều, nhưng không chiếm hết diện tích mặt lồng đá, đồng thời lăng thể phá hoại theo hình tam giác (hình 2.7). Cũng lí luận như trên ta vẽ được tam giác lực khép kín và tính được góc θ .

$$\theta = 90^\circ - x - \varphi$$



Hình 2.7

Từ tam giác lực, ta có: $\frac{E}{G} = \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi)$

hay $E = G \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi)$ (2.17)

$$G = pc + \frac{\gamma h^2}{2} \operatorname{tg} x ;$$

Do đó: $E = (pc + \frac{\gamma h^2}{2} \operatorname{tg} x) \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi)$ (2.18)

Lấy đạo hàm của E theo x:

$$\frac{dE}{dx} = -\frac{pc}{\cos^2(90^\circ - x - \varphi)} + \frac{\gamma h^2}{2} \left[\frac{1}{\cos^2 x} \operatorname{tg}(90^\circ - x - \varphi) - \frac{1}{\cos^2(90^\circ - x - \varphi)} \operatorname{tg} x \right] = 0$$

Rút gọn ta có:

$$-pc \cos^2 x + \frac{\gamma h^2}{2} [\sin(90^\circ - x - \varphi) \cos(90^\circ - x - \varphi) - \sin x \cos \varphi] = 0$$

$$-pc \cos^2 x + \frac{\gamma h^2}{2} [\cos(x + \varphi) \sin(x + \varphi) - \sin x \cos x] = 0$$

$$-pc \cos^2 x + \frac{\gamma h^2}{2} [-2 \sin^2 \varphi \cos x \sin x + \cos \varphi \sin \varphi (\cos^2 x - \sin^2 x)] = 0$$

Chia cho $\cos^2 x \cos^2 \varphi$, rồi sau đó lại chia cho $\frac{\gamma h^2}{2}$ và chia cho $\operatorname{tg} \varphi$ ta được:

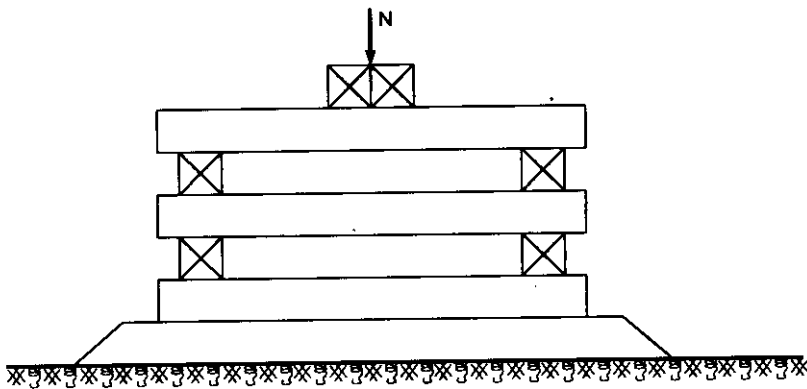
$$-\operatorname{tg}^2 x + 2 \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} x + \left(\frac{-2pc}{\gamma h^2 \cos \varphi \sin \varphi} + 1 \right) = 0$$

$$\operatorname{tg} x = -\operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi - \frac{2pc}{\gamma h^2 \cos \varphi \sin \varphi} + 1}$$

$$\operatorname{tg} x = -\operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - \frac{2pc}{\gamma h^2 \cos \varphi \sin \varphi}} \quad (2.19)$$

Tìm được $\operatorname{tg} x$, sẽ tính được E và thiết kế được tiết diện.

b) Tính toán móng chống nê tà vẹt (hình 2.8)

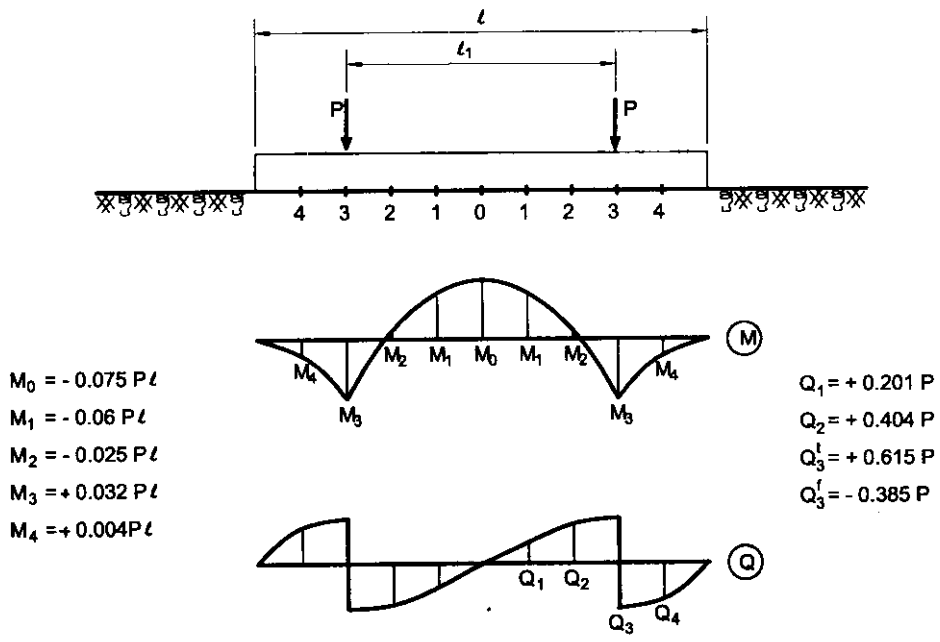


Hình 2.8

Việc tính toán móng chông nề tà vẹt được tiến hành theo các bước tương tự như đối với móng khối bê tông cốt thép.

Ứng suất đất nền được kiểm tra với diện tích phân bố có kể đến góc phân tán ứng suất bằng $45^\circ - \frac{\varphi}{2}$ (φ - góc nội ma sát của lớp đệm).

Các thanh tà vẹt coi là dầm đơn giản, kê trên 2 gối chịu lực tập trung. Riêng tà vẹt đặt trực tiếp trên lớp đệm coi là dầm tuyệt đối cứng trên nền đàn hồi để tính mômen và lực cắt, rồi từ đó kiểm tra khả năng chịu lực của tà vẹt: uốn, cắt ngang thớ, ép mặt ngang thớ (hình 2.9).



Hình 2.9

3. Tính toán móng cọc

a) Những chỉ dẫn chung

1. Trong trường hợp tổng quát, móng cọc được tính như một kết cấu không gian. Đối với móng cọc có mặt phẳng thẳng đứng đối xứng với tải trọng tác dụng ở trong mặt phẳng đó thì có thể đưa về sơ đồ phẳng để tính toán, nghĩa là tính móng với một hàng cọc thẳng đứng, chịu tải trọng tác dụng trong mặt phẳng đứng đi qua trọng tâm tiết diện ngang của tất cả các cọc vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng đối xứng của móng.

2. Khi đất bị trượt, hoặc có hiện tượng xói lở ở đáy thì phải lấy bề mặt tính toán của đất tương ứng ở cao độ đất trượt, hoặc cao độ xói cục bộ gần trụ.

3. Nếu kết cấu giằng cọc bố trí cao thì phải cấu tạo sao cho đầu cọc ngàm cứng vào trong kết cấu của bệ móng (bản bê tông bệ, dầm phân bố, hoặc xà mũ) để loại trừ hoàn

toàn khả năng xoay giữa chúng với nhau. Trong trường hợp ngược lại thì giải quyết liên kết khớp. Chỗ tiếp xúc của đầu cọc gỗ với xà mũ xem như là liên kết khớp tựa.

4. Chuyển vị của kết cấu móng, lực tác dụng ở mỗi cọc được xác định với giả thiết cọc bị ngàm cứng ở phía dưới (liên kết chống chuyển vị ngang và xoay) tại độ sâu h_M kể từ mặt đất tính toán, trong đó không kể những móng, mà cọc chỉ hạ vào trong đất đến độ sâu $< 3m$ và tựa vào đá cũng như những móng mà cọc hạ vào trong đất đã mở rộng phần dưới trước. Những móng này khi tính toán cần phải xem như cọc liên kết khớp với đất. Khi cọc tựa trên nền đá thì liên kết khớp này cần phải lấy ở cao độ mặt tầng đá.

5. Trong trường hợp khi mà thay thế liên kết ở đầu trên và đầu dưới của cọc bằng liên kết khớp phù hợp với điểm 3 và 4 mà không dẫn đến thay đổi kích thước hình học của kết cấu thì cho phép đơn giản hoá việc tính toán móng cọc (không kể việc xác định độ mảnh của cọc) bằng cách coi cọc có liên kết khớp tựa ở đầu trên và đầu dưới.

6. Độ sâu ngàm cứng h_M của cọc xác định theo công thức:

$$\text{Khi } h < 2\eta d, \quad h_M = 2\eta d - \frac{h}{2} \quad (2.20)$$

$$h \geq 2\eta d, \quad h_M = \eta d \quad (2.21)$$

Trong đó:

h - độ sâu hạ cọc, tính từ mặt đất tính toán;

d - chiều dày thân cọc (cạnh của cọc vuông, hoặc đường kính của cọc ống);

η - hệ số lấy theo bảng 2.1 phụ thuộc vào vật liệu cọc và loại đất bên trên (tính từ mặt đất tính toán).

Bảng 2.1. Hệ số η

Loại đất	Hệ số η đối với cọc	
	Gỗ	Thép và bê tông cốt thép
Cát và á cát chặt vừa, sét và á sét dẻo cứng	4,5	6
Cát và á cát rời, á sét và sét dẻo mềm	5	7
Bùn, á sét và sét dẻo chảy	6	8

7. Nếu tính toán cọc chịu kéo, mà trường hợp kết cấu liên kết cọc với phần trên của móng không đảm bảo truyền được những ứng lực này thì yêu cầu phải tính toán lại bằng cách thay sơ đồ phẳng bằng sơ đồ loại trừ khả năng cọc chịu kéo.

8. Những công thức sử dụng trong tính toán móng cọc:

Nếu trong móng chỉ có cọc thẳng đứng và trong tính toán chúng được xem như là liên kết cứng ở kết cấu bên trên (điểm 3) và ở trong đất (điểm 4) thì lực dọc N và mômen uốn lớn nhất M ở trong cọc xác định theo công thức:

$$N = \frac{P_z}{n} + \frac{2M_o + H_x(l_o + h_M)}{2\sum k_i x_i^2} \cdot x \quad (2.22)$$

$$M = \frac{H_x}{2n} (l_o + h_M) \quad (2.23)$$

Trong đó:

P_z , H_x , M_o - ngoại lực thẳng đứng và nằm ngang tác dụng lên móng và mômen của nó đối với điểm O tại cao độ đáy kết cấu liên kết đầu cọc trên đường thẳng đứng đi qua trọng tâm tiết diện ngang của tất cả các cọc (hình 2.10).

n - tổng số cọc trong móng;

x - tung độ của đầu cọc để xác định lực dọc N ;

x_i - tung độ đầu cọc của hàng thứ i vuông góc với mặt phẳng tác dụng của ngoại lực (cọc thứ i trong sơ đồ phẳng hình 2.10).

k_i - số cọc trong hàng thứ i .

l_o - chiều dài phần thân cọc ở trên mặt đất tính toán, khi đáy bệ bố trí ở cao độ này, hoặc thấp hơn thì lấy $l_o = 0$.

h_M - độ sâu ngàm cứng của cọc, tính từ mặt đất tính toán (xác định theo điểm 6).

Nếu trong móng chỉ có cọc thẳng đứng, và trong tính toán chúng được xem như liên kết khớp ở kết cấu bên trên (điểm 3) và ngàm cứng ở trong đất (điểm 4) thì lực dọc N và mômen uốn lớn nhất M_1 (theo chiều dài cọc) trong mặt cắt ngang được xác định theo công thức:

$$N = \frac{P_z}{n} + \frac{M_o x}{\sum k_i x_i^2} \quad (2.24)$$

$$M_1 = \frac{H_x}{n} (l_o + \eta \eta_1 d) \quad (2.25)$$

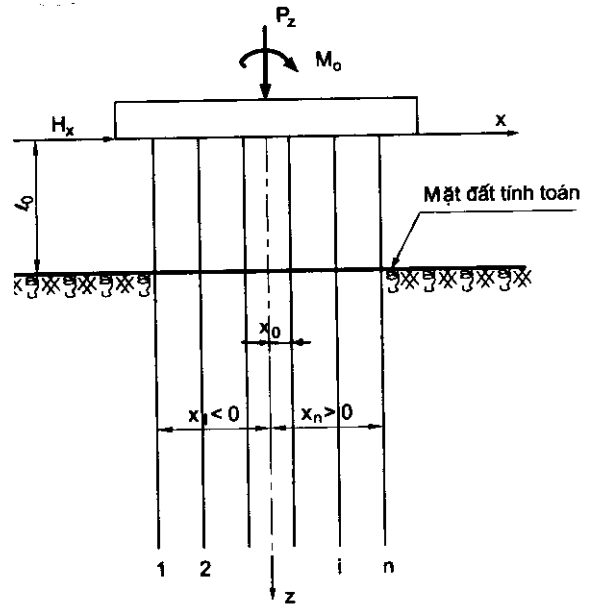
Trong đó:

d - bề dày thân cọc;

η_1 - hệ số lấy bằng 0,5;

η - hệ số lấy theo bảng 2.1.

Những đại lượng khác xem chú dẫn ở các phần trên. Đối những móng cọc có sơ đồ tính toán phẳng đối xứng như trên hình 2.11 thì theo điểm 5 coi cọc có liên kết khớp ở trên và dưới và khi độ xiên của cọc $i_x \geq 3$ thì lực dọc N xác định theo công thức:



Hình 2.10: Sơ đồ tính toán móng gồm những cọc thẳng đứng

Trong cọc xiên:
$$N = \frac{P_z}{n} \pm \frac{H_x i_x}{n_x} \quad (2.26)$$

Trong cọc thẳng:
$$N = \frac{P_z}{n} \pm \frac{M_o - H_x i_x l}{n_d \cdot e} \quad (2.27)$$

Trong đó: n_x, n_d - số cọc xiên và số cọc đứng.

$$(n = n_x + n_d)$$

e - khoảng cách giữa các cọc thẳng đứng và tim trụ trong sơ đồ phẳng tính toán (hình 2.11);

P_z, H_x, M_o - ý nghĩa như ở các công thức trên.

9. Chiều dài tự do l_c của cọc được xác định có xét đến loại liên kết cọc ở phía trên và dưới, lấy theo điểm 3 và 4 và sơ đồ bố trí cọc trong móng.

Trong trường hợp móng có một hàng cọc thường lấy $l_c = 2l_M$.

Trường hợp móng có cọc xiên chống chuyển vị của kết cấu liên kết các đầu cọc trong phương bất kỳ thì lấy $l_c = 0,5 l_M$ khi ngàm cọc ở phía trên và dưới, $l_c = 0,75 l_M$ khi cọc được ngàm ở phía trên và liên kết khớp ở phía dưới, hoặc ngược lại $l_c = l_M$ khi cọc liên kết khớp cả ở phía trên và phía dưới.

Trong những trường hợp khác thì lấy:

$l_c = l_M$ khi ngàm cọc cả ở phía trên và phía dưới.

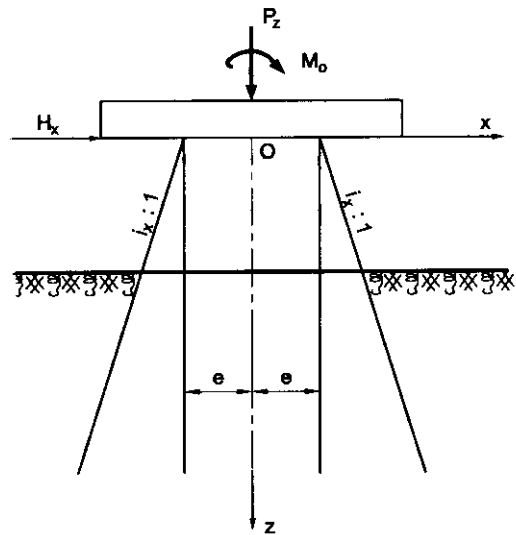
$l_c = 2l_M$ khi cọc ngàm ở trên và liên kết khớp ở dưới, hoặc ngược lại.

l_M - chiều dài chịu uốn của cọc.

Nếu xem cọc như được ngàm cứng ở trong đất thì phải xác định chiều dài chịu uốn của cọc theo công thức $l_M = l_o + h_M$

Còn nếu cọc được xem như liên kết khớp ở trong đất thì chiều dài chịu uốn của cọc được lấy bằng khoảng cách theo phương thẳng đứng từ đầu cọc đến vị trí khớp.

10. Khả năng chịu lực của móng cọc theo nền đất cần phải kiểm tra theo công thức:



Hình 2.11: Sơ đồ tính toán móng gồm cọc đứng và cọc xiên

$$N_{\max} \leq m m_1 P \quad (2.28)$$

Trong đó:

N_{\max} - lực dọc lớn nhất trong cọc;

P - khả năng chịu lực tính toán của cọc đơn khi nén;

m, m_1 - hệ số điều kiện làm việc. Nếu móng cọc có bản toàn khối nằm ở trên đất, hoặc chôn sâu trong đất bất kỳ, trừ bùn, sét và á sét chảy, hoặc dẻo chảy thì lấy $m = 1,1$ trong những trường hợp khác lấy $m = 1,0$.

Trong trường hợp theo phương tác dụng của ngoại lực, móng có một hoặc một số hàng gồm lớn hơn hoặc bằng 4 cọc, và trong tổ hợp tải trọng được tính áp lực gió thì lấy $m_1 = 1,1$; các trường hợp khác lấy $m_1 = 1,0$.

Nếu $N_{\min} + G < 0$ thì cần phải kiểm tra thêm điều kiện $|N_{\min} + G| \leq P_0$ (2.29)

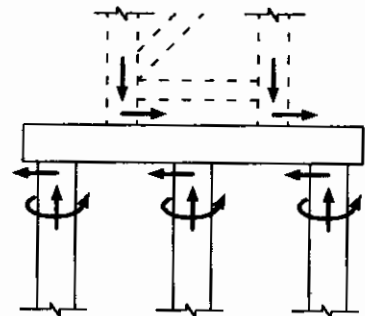
Trong đó:

N_{\min} - lực dọc nhỏ nhất ở tiết diện trên của cọc (trị số âm khi chịu kéo);

G - trọng lượng bản thân cọc;

P_0 - khả năng chịu lực tính toán của cọc đơn khi kéo.

11. Độ bền của kết cấu liên kết đầu cọc phải tính truyền lực thực tế lên nó do kết cấu trụ và cọc (hình 2.12) và do hệ khung (khi có khung). Khi tính độ bền của khung, xem như nó được cố định ở kết cấu liên kết đầu cọc và chịu lực do cọc truyền vào thanh bụng của hệ khung.



Hình 2.12: Sơ đồ tính toán liên kết đầu cọc

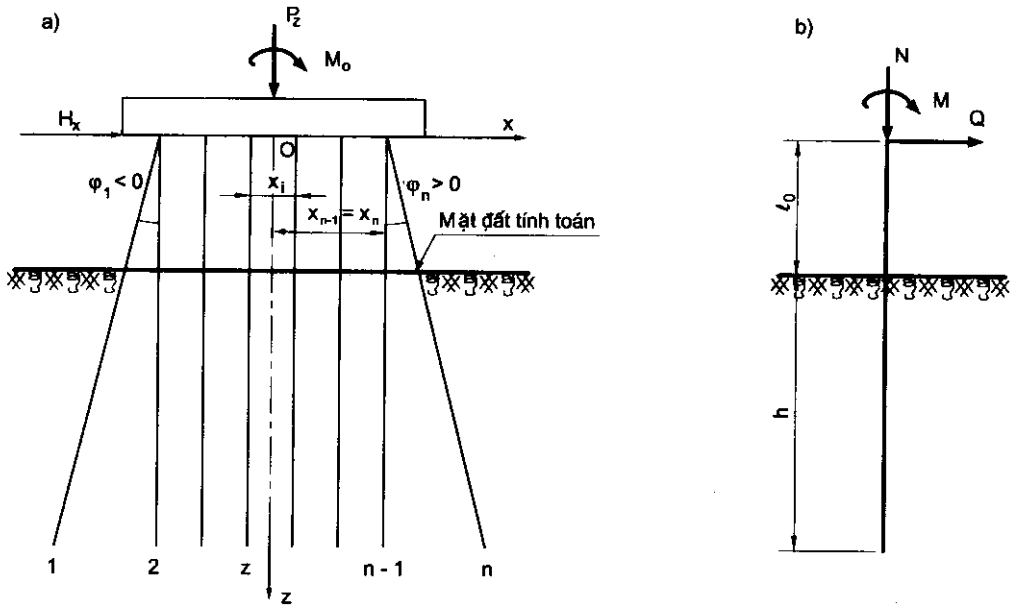
b) Tính toán móng cọc không có khung tăng cường

Lập hệ tọa độ xoz (hình 2.13a). Góc tọa độ trùng với điểm O nằm ở mặt dưới của kết cấu liên kết đầu cọc.

Trường hợp sơ đồ tính toán phẳng của móng là đối xứng thì điểm O nằm trên trục thẳng đứng đối xứng của sơ đồ. Trường hợp sơ đồ phẳng của móng không đối xứng và móng có một số cọc thẳng đứng thì điểm O nằm trên đường thẳng đứng đi qua trọng tâm tiết diện ngang của tất cả các cọc. Những trường hợp còn lại thì không bắt buộc.

Trục x là trục nằm ngang hướng sang bên phải; trục z là trục thẳng đứng hướng xuống dưới.

Vị trí của cọc thứ i trong sơ đồ bài toán phẳng được xác định bởi hoành độ x_i là giao điểm của trục cọc với trục x , và φ là góc giao nhau giữa trục cọc và đường thẳng đứng. Góc φ_i là dương (+) khi trục cọc nằm bên phải đường thẳng đứng đi qua đầu cọc của nó (hình 2.13a)



Hình 2.13: Sơ đồ tính toán móng cọc không có khung tăng cường
a) Sơ đồ bài toán phẳng của móng; b) Lực tác dụng lên cọc móng.

Ngoại lực tác dụng lên móng được đặt vào điểm O và phân thành các lực H_x hướng theo trục x; P_z hướng theo trục z và mômen M_o đối với điểm O, các lực H_x , P_z là dương (+) khi chiều của chúng trùng với chiều dương của các trục x, z, còn mômen M_o là dương khi nó tác dụng theo chiều kim đồng hồ (hình 2.13a).

Trong trường hợp chung, những chuyển vị a, và c dưới đáy kết cấu liên kết đầu cọc theo hướng x, z tương ứng và góc xoay β của nó đối với điểm O được xác định từ kết quả giải phương trình chính tắc:

$$\left. \begin{aligned} ar_{aa} + cr_{ac} + \beta r_{a\beta} - H_x &= 0 \\ ar_{ca} + cr_{cc} + \beta r_{c\beta} - P_z &= 0 \\ ar_{\beta a} + cr_{\beta c} + \beta r_{\beta\beta} - M_o &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.30)$$

Trong đó: r_{aa} , r_{ac} , ... $r_{\beta\beta}$ là hệ số của phương trình chính tắc.

Trường hợp sơ đồ bài toán phẳng của móng là đối xứng, hoặc không đối xứng, nhưng gồm toàn cọc thẳng đứng (liên kết cọc ở đầu trên và dưới là bất kỳ) thì hệ phương trình (2.30) được đơn giản hoá và có thể giải chúng dưới dạng:

$$\left. \begin{aligned} a &= (r_{\beta\beta} H_x - r_{a\beta} M_o) \Delta; \\ c &= \frac{P_z}{r_{cc}} \\ \beta &= (r_{aa} M_o - r_{a\beta} H_x) \Delta \end{aligned} \right\} \quad (2.31)$$

Trong đó:
$$\Delta = \frac{1}{r_{ar} r_{\beta\beta} - r_{a\beta}^2} \quad (2.32)$$

Chuyển vị a và c là dương khi chiều của nó trùng với chiều dương của trục x và z tương ứng. Góc β là dương khi kết cấu liên kết đầu cọc xoay xung quanh điểm O theo chiều kim đồng hồ.

Các đại lượng r_{aa} , r_{ac} , ..., $r_{\beta\beta}$ trong trường hợp tính toán tổng quát được xác định theo công thức:

$$\left. \begin{aligned} r_{aa} &= \rho_o \sum k_i \sin^2 \varphi_i + n\rho_2 \\ r_{ac} &= r_{ca} = \rho_o \sum k_i \sin \varphi_i \cos \varphi_i \\ r_{a\beta} &= r_{\beta a} = \rho_o \sum k_i x_i \sin \varphi_i \cos \varphi_i - \rho_3 \sum k_i \cos \varphi_i \\ r_{cc} &= \rho_o \sum k_i \cos^2 \varphi_i + n\rho_2 \\ r_{c\beta} &= r_{\beta c} = \rho_o \sum k_i x_i \cos^2 \varphi_i + \rho_2 \sum k_i x_i + \rho_3 \sum k_i \sin \varphi_i \\ r_{\beta\beta} &= \rho_o \sum k_i x_i^2 \cos^2 \varphi_i + \rho_2 \sum k_i x_i^2 + 2\rho_3 \sum k_i x_i \sin \varphi_i + n\rho_4 \end{aligned} \right\} \quad (2.33)$$

Trong đó:
$$\rho_o = \rho_1 - \rho_2 \quad (2.34)$$

$\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ - đặc trưng độ cứng của cọc;

k_i - số cọc trong một hàng, và trong sơ đồ bài toán phẳng, coi đó như một cọc thứ i ;

n - tổng số cọc trong móng.

Trong công thức (2.33) dấu \sum có nghĩa là tổng của tất cả các hàng cọc (tổng của toàn bộ n cọc trong sơ đồ bài toán phẳng của móng);

Trong trường hợp riêng chỉ tính móng gồm toàn cọc thẳng đứng, thì công thức (2.33) có thể giản hóa dưới dạng sau:

$$\left. \begin{aligned} r_{aa} &= n\rho_2; \quad r_{ac} = r_{ca} = 0; \quad r_{a\beta} = r_{\beta a} = -n\rho_3 \\ r_{cc} &= n\rho_1; \quad r_{c\beta} = r_{\beta c} = 0; \quad r_{\beta\beta} = \rho_1 \sum k_i x_i^2 + n\rho_4 \end{aligned} \right\} \quad (2.35)$$

Đại lượng ρ_1 xác định như sau:

Trường hợp cọc tựa lên đá, đất hạt lớn:
$$\rho_1 = \frac{EF}{l_o + h} \quad (2.36)$$

Các trường hợp khác:
$$\rho_1 = \frac{EF}{l_o + \frac{7EF}{1000P}} \quad (2.37)$$

Trong đó: EF - độ cứng của tiết diện ngang của cọc khi nén;

l_o - chiều dài đoạn cọc nằm ở phía trên mặt đất tính toán (có thể lấy l_o bằng khoảng cách theo phương thẳng đứng từ mặt đất tính toán đến đáy kết cấu liên kết đầu cọc).

h - chiều sâu hạ cọc kể từ mặt đất tính toán;

P - khả năng chịu lực của cọc đơn khi nén. Trong công thức (2.37) lấy EF và P theo đơn vị là (T), l_0 là (m); khi đó ρ_1 sẽ có thứ nguyên (T/m). Những đại lượng ρ_2 , ρ_3 và ρ_4 xác định theo công thức cho trong bảng 2.2 phụ thuộc vào loại liên kết cọc ở phía trên và dưới.

Bảng 2.2. Giá trị của ρ_2 , ρ_3 và ρ_4

Giá trị của ρ	Công thức để xác định ρ_2 , ρ_3 , ρ_4 ứng với các dạng liên kết của cọc			
	Đầu trên và dưới đều ngàm	Trên khớp dưới ngàm	Trên và dưới đều khớp	Trên ngàm dưới khớp
ρ_2	$\frac{12EI}{l_M^3}$	$\frac{3EI}{l_M^3}$	0	$\frac{3EI}{l_M^3}$
ρ_3	$\frac{6EI}{l_M^2}$	0	0	$\frac{3EI}{l_M^2}$
ρ_4	$\frac{4EI}{l_M}$	0	0	$\frac{3EI}{l_M}$

Chú thích: EI - độ cứng của tiết diện ngang thân cọc khi uốn;

l_M - chiều dài chịu uốn của cọc, lấy theo điểm (9) của mục 3a.

Lực dọc N, lực cắt Q và mômen uốn M tác dụng ở đầu cọc hàng thứ i được xác định theo công thức:

$$\left. \begin{aligned} N &= \rho_1 [a \sin \varphi_i + (c + x_i \beta) \cos \varphi_i] \\ Q &= \rho_2 [a \cos \varphi_i - (c + x_i \beta) \sin \varphi_i] - \rho_3 \beta \\ M &= \rho_4 \beta - \rho_3 [a \cos \varphi_i - (c + x_i \beta) \sin \varphi_i] \end{aligned} \right\} \quad (2.38)$$

Đối với cọc thẳng đứng $\sin \varphi_i = 0$; $\cos \varphi_i = 1$, do đó:

$$\left. \begin{aligned} N &= \rho_1 (c + x_i \beta) \\ Q &= \rho_2 a - \rho_3 \beta \\ M &= \rho_4 \beta - \rho_3 a \end{aligned} \right\} \quad (2.39)$$

Chiều dương của các lực N, Q, và M chỉ trên hình 2.13b.

Nếu khi tính toán móng xem cọc có liên kết cứng ở phía dưới (xem điểm (4) mục 3a) thì mômen uốn lớn nhất M_1 tác dụng ở tiết diện ngang của cọc trên đoạn nằm trong đất có thể xác định theo công thức:

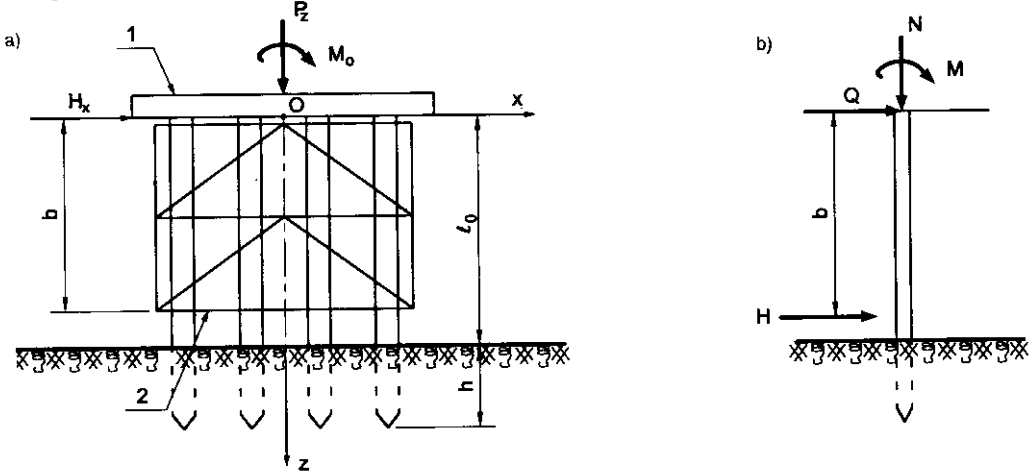
$$M_1 = M + Q (l_0 + \eta_1 \eta d) \quad (2.40)$$

Trong đó: l_0 , η_1 , η , d - là các đại lượng đã chỉ rõ ở điểm (6), (8) của mục 3a.

c) Tính toán móng cọc có khung tăng cường

Để tính toán móng cọc có hệ khung giằng tăng cường cũng sử dụng hệ tọa độ xoz với gốc O là trọng tâm tiết diện ngang của tất cả các cọc ở cao độ đáy xà mũ.

Chuyển ngoại lực tác dụng về điểm O và phân tích chúng thành các thành phần H_x , P_z và M_o . Các chuyển vị chưa biết α , β và quy tắc lấy dấu của chúng cũng như đối với móng cọc không có khung tăng cường, và được xác định theo công thức (2.30), (2.31), còn những đại lượng khác để đưa vào công thức đó thì xác định như sau:



Hình 2.14: Sơ đồ tính toán móng cọc có khung giằng tăng cường

a) Sơ đồ tính toán phẳng của móng; b) Lực tác dụng lên cọc.

1. Xà mũ; 2. Khung giằng tăng cường.

$$\left. \begin{aligned} r_{aa} &= n(\bar{\rho}_2 + \bar{\rho}_3) \\ r_{a\beta} &= n(\bar{\rho}_5 + \bar{\rho}_6) = n(\bar{\rho}_1 - \bar{\rho}_3 b) \\ r_{\beta\beta} &= \rho_1 \sum k_i x_i^2 + n(\bar{\rho}_4 - \bar{\rho}_6 b) \end{aligned} \right\} \quad (2.41)$$

Trong đó: n - tổng số cọc trong móng;

b - khoảng cách từ đáy xà mũ đến mép dưới của khung giằng tăng cường (chiều cao khung);

k_i - số cọc trong hàng mà với sơ đồ bài toán phẳng hàng đo được coi như cọc thứ i;

ρ_1 - đại lượng xác định theo công thức (2.36), (2.37) $\bar{\rho}_1, \bar{\rho}_2, \bar{\rho}_3, \bar{\rho}_4, \bar{\rho}_5$, và $\bar{\rho}_6$ xác định theo công thức cho trong bảng 2.3. Trong bảng này EI là độ cứng của tiết diện ngang thân cọc khi uốn.

l_M - chiều dài chịu uốn của cọc; Lực dọc N, lực ngang Q và mômen M tác dụng từ xà mũ lên đầu cọc của hàng thứ i, cũng như lực H được truyền từ các thanh giằng của khung lên cọc. Những lực này xác định như sau:

$$\left. \begin{aligned} N &= \frac{P_z}{n} + \rho_1 x_i \beta ; M = \bar{\rho}_1 a + \bar{\rho}_4 \beta \\ Q &= \rho_2 a + \bar{\rho}_5 \beta ; H = \bar{\rho}_3 a + \bar{\rho}_6 \beta ; \end{aligned} \right\} \quad (2.42)$$

Bảng 2.3

Dạng liên kết cọc	Những công thức để xác định các đại lượng $\bar{p}_1, \bar{p}_2, \bar{p}_3, \bar{p}_4, \bar{p}_5, \bar{p}_6$					
	\bar{p}_1	\bar{p}_2	\bar{p}_3	\bar{p}_4	\bar{p}_5	\bar{p}_6
Phía trên và dưới đầu ngàm	$\frac{3EI}{l_M(l_M - b)}$	$-\frac{9EI}{b l_M(l_M - b)}$	$\frac{3EI(3l_M - 2b)}{b(l_M - b)^3}$	$-\frac{EI(2l_M + b)}{l_M(l_M - b)}$	$\frac{3EI(2l_M + b)}{b l_M(l_M - b)}$	$-\frac{3EI(2l_M - b)l_M}{b(l_M - b)^3}$
Trên khớp dưới ngàm	0	$-\frac{18EI}{b(l_M - b)(3l_M + b)}$	$\frac{6EI(3l_M^2 - b)}{b(l_M - b)^3(3l_M + b)}$	0	$\frac{6EI(2l_M + b)}{b(l_M - b)(3l_M + b)}$	$-\frac{12EI l_M^2}{b(3l_M + b)(l_M - b)^3}$
Trên và dưới đều khớp	0	$-\frac{3EI}{b l_M(l_M - b)}$	$\frac{3EI}{b(l_M - b)^2}$	0	$\frac{3EI}{b(l_M - b)}$	$-\frac{3EI l_M}{b l_M(l_M - b)^2}$
Trên ngàm dưới khớp	$\frac{6EI}{(l_M - b)(4l_M - b)}$	$-\frac{18EI}{b(l_M - b)(4l_M - b)}$	$\frac{6EI(3l_M - b)}{(l_M - b)^2(4l_M - b)b}$	$\frac{6EI l_M}{(4l_M - b)(l_M - b)}$	$\frac{18EI l_M}{b(4l_M - b)(l_M - b)}$	$\frac{6EI l_M(3l_M - b)}{b(4l_M - b)(l_M - b)^2}$

Chiều dương của các lực N , Q , M và H tác dụng lên cọc chỉ rõ trên hình 2.14b.

Nếu khi tính toán, coi cọc được ngàm cứng ở phía dưới (xem điểm (4) của mục 3a) thì mômen lớn nhất M_1 tác dụng trong mặt cắt ngang của cọc ở đoạn nằm trong đất có thể xác định theo công thức:

$$M_1 + M + Ql_o + H(l_o - b) + (Q + H)\eta_1\eta_d \quad (2.43)$$

Trong đó: d , l_o , η và η_1 xem trong mục 3a.

Chiều dài tự do l_c của cọc lấy trị số nhỏ nhất từ kết quả nhận được ở các công thức sau:

Theo điểm (4) mục 3a, nếu dùng cọc có phần dưới là ngàm cứng thì:

$$l_c = l_M - 0,8b \text{ và } l_c = 0,9b \quad (2.44)$$

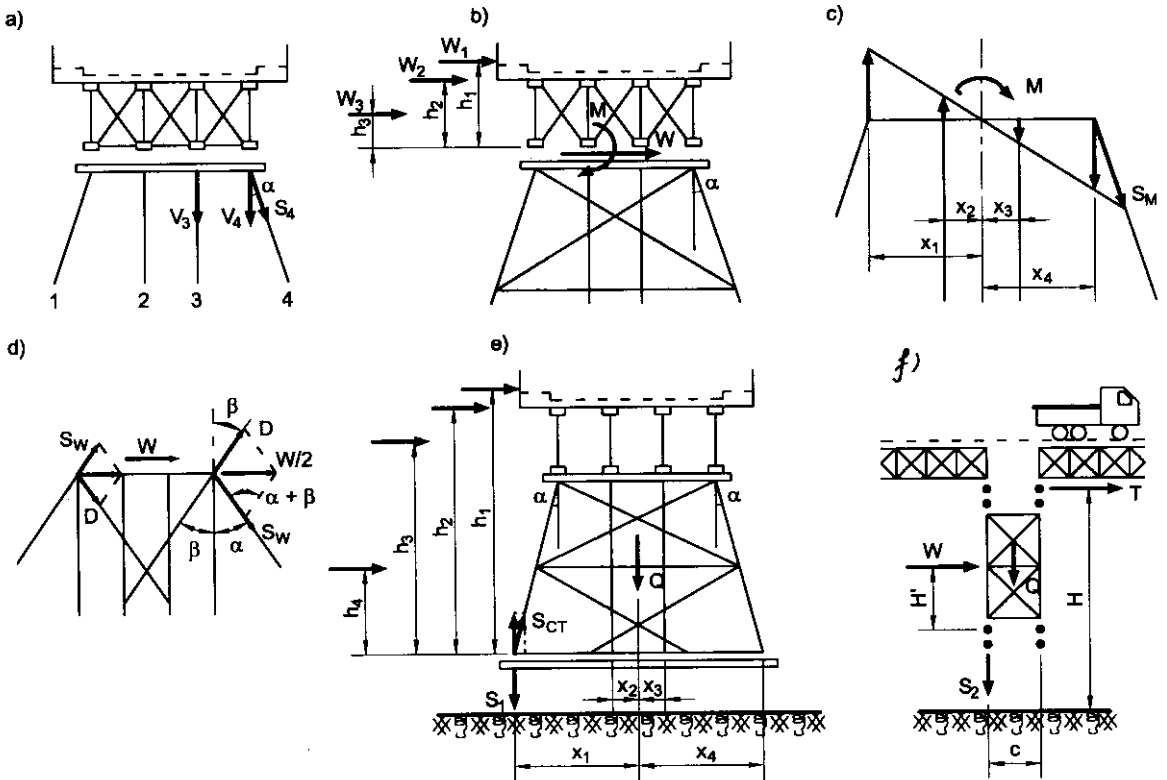
nếu coi cọc là liên kết khớp ở trong đất thì:

$$l_c = 2l_M - 1,6b \text{ và } l_c = 0,9b \quad (2.45)$$

Trong đó: l_M và b tương ứng là chiều dài chịu uốn của cọc và chiều cao của khung giằng tăng cường.

d) Tính toán trục khung

Tính toán trụ khung cơ bản tương tự như tính toán trụ cọc, chỉ khi tính trụ khung có cột biên xiên mới có một số đặc điểm khác. Ngoài ra đối với trụ khung còn phải kiểm tra liên kết phía dưới của nó.



Hình 2.15: Sơ đồ tính toán trụ khung

Trong khung có cột biên xiên, nội lực phát sinh trong các bộ phận của khung có thể xác định bằng phương pháp gần đúng.

Áp lực gối lớn nhất truyền cho khung qua đầu dàn chính có thể coi như tác dụng lên cột đặt ngay dưới đầu dàn. Khi đó ứng lực nén trong cột xiên bằng (xem hình 2.15a):

$$S_i = \frac{V_i}{\cos \alpha} \quad (2.46)$$

Trong đó:

V_i - áp lực gối của dàn truyền cho nút của khung;

S_i - ứng lực ở trong cột của khung;

α - góc nghiêng của cột so với phương thẳng đứng.

Áp lực gió ngang tác dụng vào kết cấu nhịp W_1, W_2, W_3 truyền cho trụ khung dưới dạng những lực ngang. $W = W_1 + W_2 + W_3$ và mômen $M = \sum W h$ (hình 2.15b).

Áp lực tác dụng lên các nút của khung do mômen M có thể lấy gần đúng và nó thay đổi theo luật tuyến tính. Khi đó áp lực trên nút biên bằng (hình 2.15c):

$$W_M = \frac{M \cdot x_4}{\sum x_i^2} \quad (2.47)$$

và nội lực trong cột:

$$S_M = \frac{V_M}{\cos \alpha} \quad (2.48)$$

Có thể tính gần đúng lực ngang W truyền cho cột xiên và thanh giằng chéo của khung. Coi rằng ở mỗi nút biên chịu một nửa lực, nghĩa là bằng $\frac{W}{2}$ và có thể phân lực này thành các lực thành phần S_w truyền cho cột xiên và D truyền cho thanh giằng chéo, (hình 2.15d) từ đó có:

$$S_w = \frac{W \cos \beta}{2 \sin(\alpha + \beta)} \quad (2.49)$$

$$D = \frac{W \cos \alpha}{2 \sin(\alpha + \beta)} \quad (2.50)$$

Trong đó: β - góc nghiêng của thanh giằng chéo với phương thẳng đứng.

Ứng lực đầy đủ trong cột biên xiên của khung do tải trọng gió tác dụng trên kết cấu nhịp:

$$S = S_M + S_w \quad (2.51)$$

Cần phải kiểm tra liên kết của khung và những bộ phận của chúng khi có tải trọng dọc và ngang theo phương ngang tác dụng trên cầu. Chúng có thể gây nên các ứng lực kéo.

Cũng phải kiểm tra lực ngang đối với các trường hợp chịu tác dụng của áp lực gió (hình 2.15e).

Nếu Q là áp lực tác dụng lên trụ khung do trọng lượng của kết cấu nhịp và trọng lượng bản thân của chính kết cấu khung, còn W_1, W_2, W_3, W_4 là áp lực gió ngang tác dụng lên tay vịn dải bộ hành, bề mặt dàn chính và mặt bên của trụ thì ứng lực kéo lớn nhất có thể phát sinh giữa các khung và nền của nó ở nút chắn gió biên.

$$S_1 = \frac{\sum W \cdot H}{\sum x_i^2} x_1 - \frac{Q}{m} \quad (2.52)$$

Trong đó:

m - số cọc trong nền của trụ;

H - tay đòn của áp lực gió;

x_1 - khoảng cách từ tim trục đến từng cọc riêng biệt, trong đó tổng của nó phải lấy đối với tất cả các hàng cọc của trụ;

x_i - khoảng cách đến cọc biên.

Với ứng lực nhận được, cần kiểm tra liên kết xà ngang của khung với nền cọc, cũng như xà mũ với cọc. Nếu dấu của nội lực S_1 nhận được là âm (-) thì trong liên kết không phát sinh ứng lực kéo.

Liên kết cột xiên của khung với xà ngang phía dưới phải tính với lực:

$$S_{CT} = \frac{S_1}{\cos \alpha} \quad (2.53)$$

Trong đó:

α - góc nghiêng của cột với phương thẳng đứng.

Ngoài ra phải kiểm tra tác dụng của tải trọng ngang theo phương dọc, trong đó lấy lực hãm từ một nhịp và áp lực gió dọc tác dụng trên kết cấu nhịp và trên trụ (hình 2.15f).

Ứng lực kéo S_2 có thể phát sinh trong những cọc của hàng cọc ngang ở dưới kết cấu nhịp không chịu tải.

Trị số của ứng lực kéo:

$$S_2 = \frac{TH + WH'}{0,5mc} - \frac{Q}{m} \quad (2.54)$$

Trong đó:

c - bề rộng của trụ theo mặt chính;

T - ứng lực dọc do lực hãm và áp lực gió tác dụng lên dàn chính;

0,5m - số cọc trong một hàng cọc ngang của trụ;

W - áp lực gió tác dụng lên trụ;

H và H' - tay đòn của lực dọc.

Khi có dấu âm (-) thì lực kéo S_2 do tải trọng dọc không phát sinh.

Trường hợp trụ khung gồm nhiều tầng, thì phải kiểm tra liên kết của khung ở mỗi tầng.

e) Tính toán trụ palê gỗ cầu tạm đường sắt

Khi tính toán thiết kế trụ palê gỗ dùng cho cầu tạm đường sắt, thì trong mục "những căn cứ thiết kế" cần chỉ rõ:

- Tiêu chuẩn thiết kế: tải trọng đoàn tàu, tốc độ chạy tàu, lực gió, lực hãm, lực lắc ngang, lực nước đẩy, ứng suất cho phép của gỗ...

- Các tài liệu thiết kế: khẩu độ tính toán của kết cấu nhịp, chiều cao palê, mực nước cao, mực nước thấp, loại kết cấu nhịp, vật liệu làm palê.

Trình tự tính toán trụ palê có thể chia thành các bước:

Bước 1: Tính lực tác dụng xuống palê:

- Phản lực gối của kết cấu nhịp: $N = N_t + N_h$.

$$N_t = q\Omega_t \quad (2.55)$$

$$N_h = K(1 + \mu) \Omega_h \quad (2.56)$$

Trong đó:

N_t, N_h - phản lực gối do tĩnh tải và hoạt tải;

q - tải trọng phân bố đều của tĩnh tải;

K - tải trọng tương đương của đoàn tàu;

Ω_t, Ω_h - diện tích đường ảnh hưởng phản lực do tĩnh tải, hoạt tải.

$1 + \mu$ - hệ số xung kích của đoàn tàu (đối với trụ palê gỗ không tính xung kích).

- Xác định lực thẳng đứng truyền xuống cho mỗi vì palê:

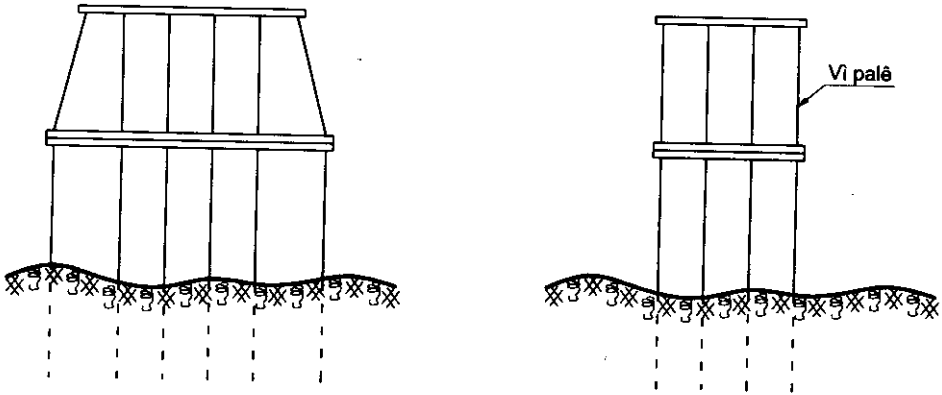
$$R = \frac{N}{n} \quad (2.57)$$

Trong đó: n - số vì palê (hình 2.16).

Bước 2: Tính toán các bộ phận của vì palê:

- Cột (cọc):

Diện tích tiết diện cọc yêu cầu trong mỗi vì:



Hình 2.16: Sơ đồ trụ palê gỗ

$$F_{y/c} = \frac{R}{[\sigma]_{k/n}^{gđ}} \cdot 1,25 \quad (2.58)$$

Trong đó:

$[\sigma]_{k/n}^{gđ}$ - ứng suất cho phép về chịu ép ngang thớ của gỗ;

1,25 - hệ số xét đến sự triệt giảm tiết diện do liên kết đầu cọc (cột) với xà mũ.

Số cọc trong mỗi vị palê:

$$n = \frac{F_{y/c}}{f} \quad (2.59)$$

f - tiết diện ngang của cột.

- Xà đế, xà mũ:

Đối với xà đế, xà mũ chủ yếu là tính toán ép mặt cục bộ, còn mômen và lực cắt không cần tính vì thường bố trí dầm dọc phủ lên trên các đầu cột, nên M và Q sẽ rất nhỏ.

Căn cứ vào đường kính cột mà chọn đường kính xà mũ sao cho $\phi_{\text{xà mũ}} \geq \phi_{\text{cột}}$. Từ đó tính ra diện tích tiếp xúc giữa xà mũ và cột.

Tính gần đúng diện tích đó bằng:

$$F_{tx} = \phi_{\text{cột}} \cdot \phi_{\text{xm}} \cdot n \quad (2.60)$$

Trong đó:

F_{tx} - diện tích tiếp xúc giữa xà mũ và cột;

ϕ_c - đường kính cột;

ϕ_{xm} - đường kính xà mũ;

n - số cột trong một vị.

Sau đó nghiệm lại theo công thức:

$$\sigma_{e/n} = \frac{R}{F_{tx}} \leq [\sigma_{e/n}^{gđ}] \quad (2.61)$$

Trong đó:

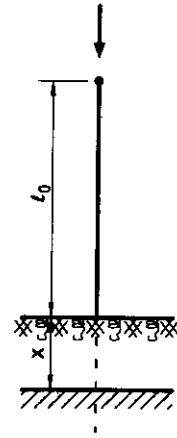
$\sigma_{e/n}$ - ứng suất ép ngang thứ phát sinh trong xà mũ;

R - lực đứng truyền xuống mỗi vì palê.

Các ký hiệu khác như chỉ dẫn ở trên.

- Tính ổn định của cột:

Khi tính uốn dọc coi cột cố liên kết khớp ở đầu trên và ngàm ở đầu dưới (hình 2.17). Tùy thuộc vào điều kiện địa chất lòng sông và mức xói lở mà giả thiết điểm ngàm của cột (cọc) ở cách mặt đất lòng sông một khoảng x là bao nhiêu. Mặt khác, tùy theo palê cấu tạo một tầng, hay nhiều tầng và căn cứ hệ giằng liên kết có chắc chắn hay không mà chọn chiều dài tính toán l_0 của cột cho hợp lý.



Hình 2.17

Khi tính uốn dọc có thể bỏ qua phần tính tải vì thường nhỏ so với ngoại lực.

Công thức tính:

$$\sigma_{nd} = \frac{V}{\varphi f} \leq [\sigma]_{nd} \quad (2.62)$$

Trong đó:

V- nội lực thẳng đứng lớn nhất mà mỗi cột phải chịu

$$V = \frac{R}{n} \cdot \frac{f}{\cos \alpha} \quad (2.63)$$

φ - hệ số tiết giảm do uốn dọc, tính như sau:

$$r = \frac{d}{4} ; \quad \lambda = \frac{l_0}{r}$$

r - bán kính quán tính của tiết diện cột

d - đường kính cột

λ - độ mảnh;

l_0 - chiều dài tính toán của cột.

$$\text{Nếu } \lambda \leq 75 \text{ thì } \varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad (2.64)$$

$$\lambda > 75 \text{ thì } \varphi = \frac{3100}{\lambda^2} \quad (2.65)$$

f - diện tích tiết diện ngang của cột;

R - lực đứng truyền xuống 1 vì palê;

n - số cột trong một vì;

α - góc nghiêng của cột so với phương thẳng đứng;

σ_{nd} - ứng suất nén dọc trục phát sinh trong cột;

$[\sigma]_{nd}$ - ứng suất nén dọc trục cho phép của gỗ.

- Tính dầm dọc đặt trên xà mũ (hình 2.18).

Trường hợp dầm dọc bố trí như sơ đồ trên (hình 2.18) thì được coi như một dầm liên tục đặt trên 4 gối. Nếu nhịp giữa (a) của dầm dọc lớn hơn nhiều so với nhịp biên của nó (l) thì có thể coi dầm dọc như một dầm đơn giản để tính.

Trường hợp khẩu độ dầm dọc so với chiều cao của nó không lớn hơn 4 lần, thì dùng những công thức thông thường của sức bền vật liệu là không chính xác. Nhưng tính gần đúng thì có thể bỏ qua sai số đó.

Sơ đồ tính toán dầm dọc xem hình 2.19.

Mômen uốn phát sinh trong dầm dọc:

$$M = \frac{Rl}{4} \quad (2.66)$$

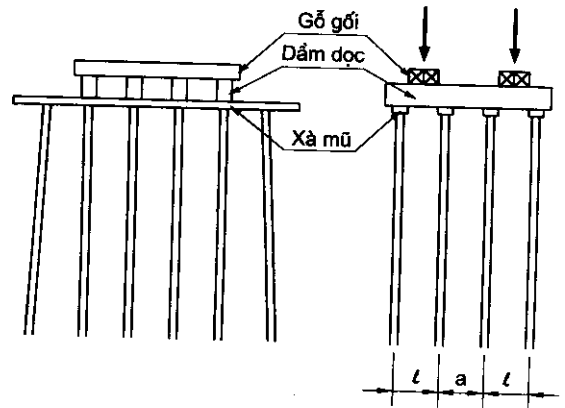
Mômen chống uốn cần thiết:

$$W_{ct} = \frac{M}{[\sigma]_u} \quad (2.67)$$

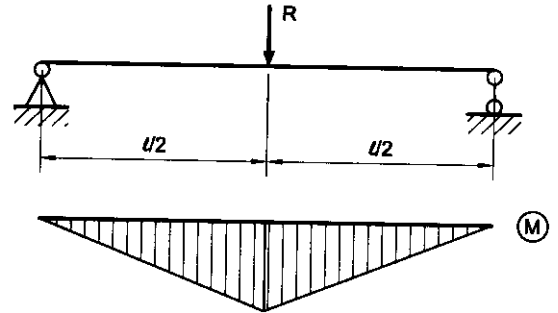
$[\sigma]_u$ - ứng suất uốn cho phép của gỗ.

Chọn kích thước tiết diện một thanh dầm dọc, ta sẽ xác định được mômen chống uốn của tiết diện thanh đó là W_1 . Từ đó tính được

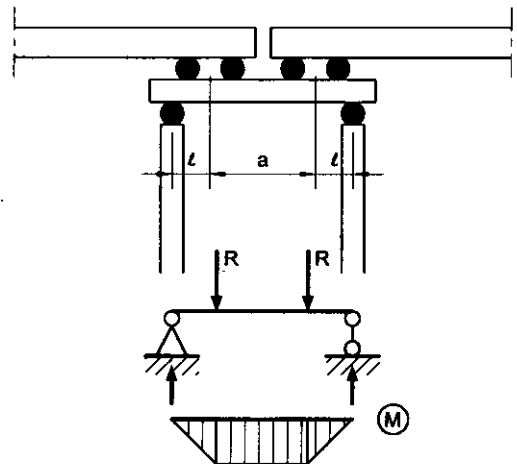
số thanh dầm dọc cần thiết: $n = \frac{W_{ct}}{W_1}$;



Hình 2.18



Hình 2.19



Hình 2.20

Nếu bố trí dầm dọc như sơ đồ trên hình 2.20 thì: $M = Rl$.

Ứng suất tiếp xúc giữa dầm dọc và xà mũ kiểm tra theo công thức (2.61).

- Tính gỗ gối:

Chọn tiết diện gỗ gối trước, rồi kiểm tra ứng lực ép ngang thớ của gỗ gối theo công thức (2.61). F_{tx} phải lấy trị số nhỏ hơn của diện tích tiếp xúc giữa gỗ gối và dầm dọc, và diện tích tiếp xúc giữa gỗ gối và dầm cầu.

Bước 3: Tính toán ổn định

- Ổn định theo hướng dọc cầu:

Mômen lật do lực hãm: lực hãm của đoàn tàu theo hướng dọc cầu lấy bằng 10% hoạt tải tĩnh thẳng đứng:

$$P_h = 0,1 \cdot \frac{K \cdot l}{2} \cdot 2 = 0,1 K \cdot l \quad (2.68)$$

Trong đó: P_h - lực hãm của đoàn tàu;

l - khẩu độ tính toán của kết cấu nhịp;

K - tải trọng tương đương của đoàn tàu, tra bảng với $\begin{cases} \lambda = 2l \\ \alpha = 0,5 \end{cases}$

Trường hợp không phải là đoàn tàu tiêu chuẩn thì đặt lực trực tiếp lên đường ảnh hưởng rồi tính.

Mômen lật do lực hãm gây ra sẽ là:

$$M_l = P_h \cdot H \quad (2.69)$$

Khi tính lực hãm ta sẽ dịch điểm đặt của nó về trung tâm bản gối, nên cánh tay đòn H của lực hãm sẽ là khoảng cách từ gối dầm đến điểm ngàm của cột.

Mômen giữ ổn định do nội lực thẳng đứng tác dụng xuống palê:

$$M_g = N \cdot \frac{d}{2} \quad (2.70)$$

Trong đó:

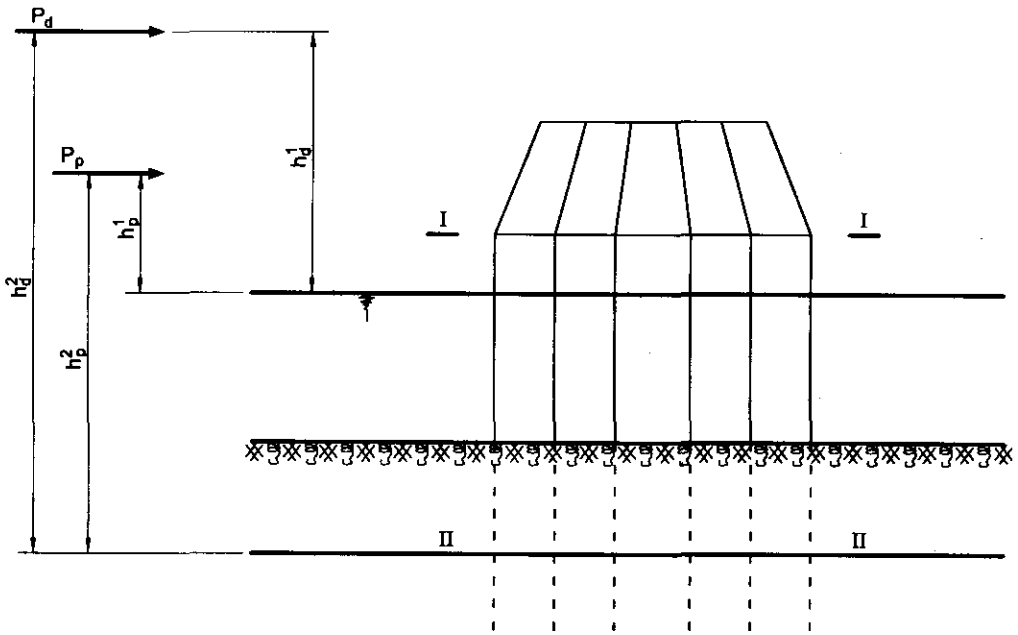
N - lực thẳng đứng tác dụng xuống tâm palê, xác định theo công thức (2.55), (2.56);

d - bề rộng của palê theo hướng dọc cầu.

Điều kiện ổn định chống lật của palê được kiểm tra theo công thức (1.23) (khi tính ổn định theo hướng dọc cầu có thể bỏ qua tác dụng của gió dọc).

- Ổn định theo hướng ngang cầu (xem hình 2.21):

Để tính mômen giữ ổn định và mômen lật, ta lập bảng (2.4, 2.5).



Hình 2.21

Bảng 2.4. Mômen giữ ổn định

Nước	Xe	Loại lực và cách tính toán	Lực	Tay đòn	Mômen
Nước không chảy	Không có xe	Tính tải của dầm cầu truyền xuống tâm palê: $P_1 = q\Omega_Q = q \frac{2l}{2} = ql$ q - tính tải của kết cấu nhịp (T/m); D - chiều rộng palê theo ngang cầu (m)	P_1	$D/2$	$M_1 = P_1 D/2$
		Trọng lượng bản thân palê	P_2	$D/2$	$M_2 = P_2 D/2$
		Mômen giữ tổng cộng: $M^* = M_1 + M_2$			$M^* = M_1 + M_2$
Nước không ảnh hưởng	Có xe	Tính tải của dầm cầu truyền xuống palê	P_1	$D/2$	$M_1 = P_1 .D/2$
		Trọng lượng bản thân palê	P_2	$D/2$	$M_2 = P_2 .D/2$
		Hoạt tải xe rộng: lấy 1T/m $P_3 = 1T/m . \Omega_Q$	P_3	$D/2$	$M_3 = P_3 .D/2$
		Mômen giữ tổng cộng: $M^{**} = M_1 + M_2 + M_3$			$M^{**} = M_1 + M_2 + M_3$

Bảng 2.5. Mô men lật

Nước	Xe	Loại lực và cách tính toán	Lực	Tay đòn	Mômen
1	2	3	4	5	6
Mức nước thấp	Không xe	Gió tác dụng vào dầm cầu truyền xuống palê: $P_d = p \cdot \Omega_d$ p - cường độ áp lực gió Ω_d - diện tích chịu gió của dầm	P_d	h_d^1	$M_d^1 = P_d \cdot h_d^1$
		h_d^2		$M_d^2 = P_d \cdot h_d^2$	
		Gió tác dụng vào palê: $P_p = p \cdot \Omega_d$	P_p	h_p^1	$M_p^1 = P_p \cdot h_p^1$
				h_p^2	$M_p^2 = P_p \cdot h_p^2$
Mômen của lực gió tác dụng ở mặt cắt I-I: $M_{I-I} = M_d^1 + M_p^1$ Mômen của lực gió tác dụng ở mặt cắt II-II: $M_{II-II} = M_d^2 + M_p^2$					
Mức nước thấp	Có xe	Gió tác dụng vào dầm cầu truyền xuống palê: $P_d = p' \cdot \Omega_d$ p' - áp lực gió đơn vị	P_d	h_d^1	$M_d^1 = P_d \cdot h_d^1$
		h_d^2		$M_d^2 = P_d \cdot h_d^2$	
		Gió tác dụng vào palê $P_p = p' \cdot \Omega_d$	P_p	h_p^1	$M_p^1 = P_p \cdot h_p^1$
				h_p^2	$M_p^2 = P_p \cdot h_p^2$
		Gió tác dụng vào xe cầu truyền xuống palê: $P_x = p' \cdot \Omega_x$ Ω_x - diện tích chịu gió của đoàn tàu	P_x	h_x^1	$M_x^1 = P_x \cdot h_x^1$
				h_x^2	$M_x^2 = P_x \cdot h_x^2$
Mômen của lực gió tác dụng ở mặt cắt I-I: $M_{I-I} = M_d^1 + M_p^1 + M_x^1$ Mômen của lực gió tác dụng ở mặt cắt II-II: $M_{II-II} = M_d^2 + M_p^2 + M_x^2$					
Gió tác dụng vào dầm cầu truyền xuống palê: $P_d = p \cdot \Omega_d$	P_d	Z_d^1	$M_d^1 = P_d \cdot Z_d^1$		
		Z_d^2	$M_d^2 = P_d \cdot Z_d^2$		
Lực va đập của nước	P_v	Z_v^1	$M_v^1 = P_v \cdot Z_v^1$		
		Z_v^2	$M_v^2 = P_v \cdot Z_v^2$		

1	2	3	4	5	6
		Gió tác dụng vào một phần của palê: $P_p = p \cdot \Omega_p$	P_p	Z_p^1 Z_p^2	$M_p^1 = P_p \cdot Z_p^1$ $M_p^2 = P_p \cdot Z_p^2$
		Mômen tác dụng ở mặt cắt I-I: $M_{I-I} = M_d^1 + M_v^1 + M_p^1$ Mô men tác dụng ở mặt cắt II-II: $M_{II-II} = M_d^2 + M_v^2 + M_p^2$			
		Gió tác dụng vào dầm truyền xuống palê: $P_d = p' \cdot \Omega_d$	P_d	Z_d^1 Z_d^2	$M_d^1 = P_d \cdot Z_d^1$ $M_d^2 = P_d \cdot Z_d^2$
		Gió tác dụng vào palê: $P_p = p' \cdot \Omega_p$	P_p	Z_p^1 Z_p^2	$M_p^1 = P_p \cdot Z_p^1$ $M_p^2 = P_p \cdot Z_p^2$
		Gió tác dụng vào xe truyền xuống palê: $P_x = p' \cdot \Omega_x$	P_x	Z_x^1 Z_x^2	$M_x^1 = P_x \cdot Z_x^1$ $M_x^2 = P_x \cdot Z_x^2$
		Lực va đập của nước	P_v	Z_v^1 Z_v^2	$M_v^1 = P_v \cdot Z_v^1$ $M_v^2 = P_v \cdot Z_v^2$
		Mômen tác dụng ở mặt cắt I-I: $M_{I-I} = M_d^1 + M_p^1 + M_x^1 + M_v^1$ Mô men tác dụng ở mặt cắt II-II: $M_{II-II} = M_d^2 + M_p^2 + M_x^2 + M_v^2$			

Lực lác ngang của đoàn tàu: $P = 0,025Z \text{ T/m}$ (2.71)

Z - đẳng cấp của hoạt tải, xác định theo công thức:

$$Z = \frac{K_h}{K_{10}} \cdot 10 \quad (2.72)$$

Trong đó: $k_h = \frac{Q_h}{\Omega_h}$, hoặc tra bảng tải trọng tương đương;

K_{10} - tải trọng tương đương của đoàn xe T.10;

K_{10} và K_h tra bảng với $\begin{cases} \lambda = 2l_p \\ \alpha = 0,5 \end{cases}$

Nếu không phải là đoàn tàu tiêu chuẩn thì đặt lực trực tiếp lên đường ảnh hưởng rồi tính K_h .

Cường độ lực lác ngang: $P_1 = 0,025Z$ (T/m).

Lực lác ngang của đoàn tàu tác dụng vào palê:

$$P = P_1 \cdot l_p$$

Điểm đặt của lực lác ngang tại đỉnh ray;

Mômen do lực cắt sinh ra đối với mặt cắt I-I;

$$M_{I-I} = P \cdot Z_1$$

Mômen của lực cắt ngang đối với mặt cắt II-II:

$$M_{II-II} = P \cdot Z_2$$

Lực xung kích của nước xác định theo công thức:

$$p = K \cdot \frac{mV^2}{2g} \quad (2.73)$$

Trong đó:

p - áp lực nước bình quân trên $1m^2$ diện tích của hình chiếu trụ cầu lên mặt phẳng thẳng góc với chiều nước chảy;

m - khối lượng riêng của nước ($1T/m^3$);

V - vận tốc dòng chảy, (m/s);

g - gia tốc trọng trường, $g = 9,8m/s^2$;

K - hệ số liên quan đến hình dạng mặt cắt ngang của trụ cầu:

Hình dạng trụ	K
Chữ nhật	1,33
Tròn	0,73
Nhọn	0,67
Bầu dục	0,60

Điểm tác dụng của lực xung kích của nước chảy ở dưới mực nước tính toán $1/3$ chiều sâu nước.

Áp lực nước lên palê sẽ là:

$$P_n = p \cdot \Omega_n$$

Ω_n - diện tích chắn nước của palê.

Từ đó tính ra mômen của áp lực nước đối với các mặt cắt tính toán.

Sau khi tính xong các trường hợp thì nghiệm lại theo công thức (1.23) với các mặt cắt kiểm toán theo 3 trường hợp: Lực gió khi không xe; Lực gió khi có xe; Lực lắc ngang.

Lưu ý: Khi tính mômen giữ ổn định do tĩnh tải thì mômen do trọng lượng bản thân của vì palê phải trừ đi mômen do lực nổi.

§2.3. NHỮNG YÊU CẦU CẤU TẠO ĐỐI VỚI NỀN MÓNG CÁC CÔNG TRÌNH PHỤ TẠM

1. Những yêu cầu chung

Độ sâu đặt móng của các công trình phụ tạm phải quyết định theo kết quả tính toán nền đất, có xét tới:

- Điều kiện địa chất, thủy văn tại chỗ đặt móng.
- Đặc điểm kết cấu móng và phương pháp thi công nó.
- Ảnh hưởng lẫn nhau giữa móng các công trình lân cận và móng công trình định xây dựng.

2. Những yêu cầu cấu tạo đối với móng nông trên nền thiên nhiên

Đối với móng nông, đáy móng phải đặt như sau:

- Trên bãi cạn: chỗ không bị xói lở, ở chỗ có xói lở thì phải đặt móng thấp hơn chiều sâu xói lở cục bộ gần trụ không nhỏ hơn 0,5m.
- Ở dưới sông: Khi lòng sông bị xói thì phải đặt móng thấp hơn chiều sâu xói cục bộ tại trụ đó không nhỏ hơn 0,5m.

Trong trường hợp có biện pháp bảo vệ chống xói, hoặc trong đất không bị xói thì cho phép đặt móng tựa trực tiếp trên bề mặt san phẳng, hoặc trên nền đắp dầy không nhỏ hơn 0,3m bằng đá dăm, cuội, sỏi, hoặc cát thô.

Khi cấu tạo móng thành bậc thang thì kích thước của bậc cần dựa vào tính toán, còn đường dốc của bậc hoặc độ nghiêng cạnh bên thường không được nghiêng quá một góc 30° so với đường thẳng đứng.

Khi đắp đất dưới những móng được xây dựng trên cạn, cần phải dọn sạch lớp phủ trên bề mặt. Kích thước đắp đất dưới đáy móng trên mặt bằng cần phải quyết định bằng tính toán để bờ hồ đạo lớn hơn kích thước móng 0,5m. Tả luy đắp không dốc quá 1:1,5.

Bề rộng chông nề kiểu cũ lộn (theo hướng dọc cầu) không nhỏ hơn $1/3$ chiều cao của nó, và không nhỏ hơn 2m. Đỉnh chông nề phải cao hơn mực nước thi công ít nhất 0,75m. Chiều cao của chông nề được quyết định có xét dự phòng 5% do lún và co ngót. Ở những bãi cạn và sông mà lưu tốc nhỏ thì có thể làm chông nề dạng chữ nhật trên mặt bằng.

Những chông nề đặt trên đá đã san bằng thì 2 lớp dưới của chông nề phải ngàm vào trong đống đá đổ.

Trường hợp phải đề phòng xói, thì theo chu vi của chông nề phải đổ đá đến chiều cao 1 - 1,5m kể từ đáy chông nề với bề rộng từ mép chông nề không nhỏ hơn 0,5m và mái dốc 1:1,5 ÷ 1:2.

3. Những yêu cầu cấu tạo đối với móng cọc

1. Tùy thuộc vào chiều dài tự do của cọc, cần phải áp dụng các loại móng, gồm:

- Cọc gỗ đơn thẳng đứng: Khi chiều dài tự do của nó $\leq 2\text{m}$ có đai kẹp ở gần đỉnh cọc; khi chiều dài tự do của cọc $< 1\text{m}$ thì không nhất thiết phải có đai kẹp.

- Bó cọc gỗ thẳng đứng: Khi chiều dài tự do của nó $\leq 4\text{m}$ thì có đai kẹp ngang dọc ở gần đỉnh cọc; khi chiều dài tự do của cọc $< 2\text{m}$ thì không nhất thiết phải có đai kẹp.

- Cọc gỗ đứng và cọc gỗ xiên (cả cọc đơn và bó cọc) khi chiều dài tự do của nó $\leq 4\text{m}$.

- Cọc thép và cọc bê tông cốt thép thẳng đứng khi chiều dài tự do của chúng $\geq 6\text{m}$, với điều kiện đảm bảo độ cứng yêu cầu của trụ.

- Cọc thẳng đứng loại bất kỳ được liên kết bằng khung không gian khi chiều sâu nước $> 4\text{m}$.

2. Độ sâu hạ cọc trong đất được xác định tùy thuộc vào tải trọng tính toán trên cọc và điều kiện địa chất, nhưng đối với cọc ma sát cần đảm bảo $\leq 3\text{m}$ kể từ đường xói lở cục bộ tại vị trí trụ.

Trường hợp móng cọc đặt trong cũi lồng gỗ có bỏ đá thì có thể giảm chiều sâu đóng cọc, nhưng phải đạt độ chối yêu cầu.

Đối với cọc chống thì độ sâu chôn cọc được xác định bởi cao độ tầng dõ của đất.

3. Những cọc làm việc chịu kéo phải có đủ độ bền chịu kéo cần thiết ở chỗ tiếp xúc với bệ, chỗ mối nối và chỗ ngàm chúng vào trong đất.

4. Khi tính toán khớp tựa của cọc vào tầng đá thì đầu dưới của chúng phải chôn sâu vào tầng trầm tích chặt, hoặc chặt vừa, không bị xói ít nhất là 1m . Trường hợp cần thiết phải gia cố bằng đổ đá. Khi cọc tựa trực tiếp trên nền đá, mà độ chôn sâu của cọc dưới đường xói lở $< 3\text{m}$ cũng như trong mọi trường hợp khi mà chiều sâu nước ở chỗ thi công trụ $> 4\text{m}$ thì móng cọc cần có khung liên kết ở dưới nước, hoặc có cọc xiên.

5. Trong đất có tính lún thì cọc phải đóng xuyên qua tầng đất này.

6. Nếu như móng gồm những cọc thẳng đứng, mà không có khả năng chịu được lực ngang tính toán, thì không phụ thuộc vào chiều dài tự do của chúng, có thể một số cọc này, hoặc tất cả sẽ phải bố trí có độ xiên từ 5:1 đến 2:1.

7. Các cọc trong móng có thể bố trí thành từng hàng song song, hoặc theo kiểu hoa mai để sự phân bố tải trọng cho chúng được đều hơn.

Khoảng cách giữa tim các cọc ma sát ở cao độ mũi cọc $\leq 3D$, còn ở cao độ đáy bệ $\leq 1,5D$ (D là đường kính thân cọc). Khi bố trí 2 hàng cọc thẳng đứng, thì khoảng cách giữa tim các hàng cọc giảm xuống bằng $2D$, còn khoảng cách giữa tim các cọc chống ở cao độ mũi cọc $\leq 2D$.

8. Việc bố trí cọc trên mặt bằng của móng chịu tải lệch tâm cần phải phù hợp với tải trọng tính toán tác dụng ở mặt phẳng đáy bệ. Khi đó hợp lực của tĩnh tải tác dụng lên móng cọc phải đặt gần trọng tâm của mặt bằng móng ở cao độ mũi cọc.

9. Đầu cọc gỗ phải đặt dưới mực nước thấp nhất một trị số ít nhất là 0,5m. Những mối nối của cọc gỗ đơn phải bố trí so le và ở dưới đường xói lở cục bộ $\nless 1,5m \div 2m$.

10. Ở bãi bồi, hoặc bãi cạn thì đáy của xà mũ, hoặc thanh kẹp của trụ cọc cần bố trí ở vị trí cao hơn mặt đất thiên nhiên ít nhất là 0,5m, còn ở dưới sông có thể bố trí ở gần cao độ mực nước.

11. Những cọc bê tông cốt thép cần liên kết với nhau bằng bê tông cốt thép. Chiều cao bê tông được quyết định theo tính toán, nhưng $\nless 0,5m$. Đầu cọc phải ngàm trong bệ $\nless 15cm$ với điều kiện phần để lại của ngàm phải chứa cốt thép chủ không uốn móc đến chiều dài được xác định bằng tính toán, nhưng $\nless 20d$ đối với cốt thép gai, và $\nless 40d$ đối với cốt thép trơn (d - đường kính cốt thép).

12. Khoảng cách từ mép bệ đến hàng cọc ngoài cùng $\nless 0,7D$ và $\nless 25cm$ để đề phòng đóng cọc không thẳng cũng không ảnh hưởng, và không làm hỏng bệ (D - đường kính thân cọc).

Chương 3

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÁC CÔNG TRÌNH PHỤ TẠM ĐỂ THI CÔNG NỀN MÓNG

§3.1. PHÂN LOẠI VÒNG VÂY HỔ MÓNG VÀ PHẠM VI ÁP DỤNG

Vòng vây đất (đê quai), vòng vây cọc ván thép (CVT) thủng chụp là 3 loại vòng vây thường được áp dụng nhiều trong xây dựng cầu. Phạm vi và điều kiện áp dụng nó nêu trong bảng 3.1.

Bảng 3.1

Loại vòng vây	Điều kiện thích dụng
Vòng vây đắp đất (đê quai)	Nước sâu $\leq 2\text{m}$, lưu tốc $v \leq 0,5\text{m/s}$, đất dưới đáy móng là loại không dễ bị xói lở và ít thấm.
Vòng vây cọc ván thép	Đất nền không ổn định và thấm nước Thích hợp với mọi chiều sâu nước
Thủng chụp	Ở những dòng chảy có chiều sâu nước $4 \div 7\text{m}$. Đất đáy sông khó cắm cọc ván thép

§3.2. TÍNH TOÁN VÒNG VÂY CỌC VÁN THÉP VÀ THƯỜNG CHỤP

1. Vòng vây cọc ván thép

Nội dung tính toán vòng vây cọc ván thép bao gồm:

- Tính chiều dày lớp bê tông bịt đáy.
- Tính ổn định chống lật của tường cọc ván.
- Tính độ bền các bộ phận của vòng vây: cọc ván thép vành đai và khung chống.

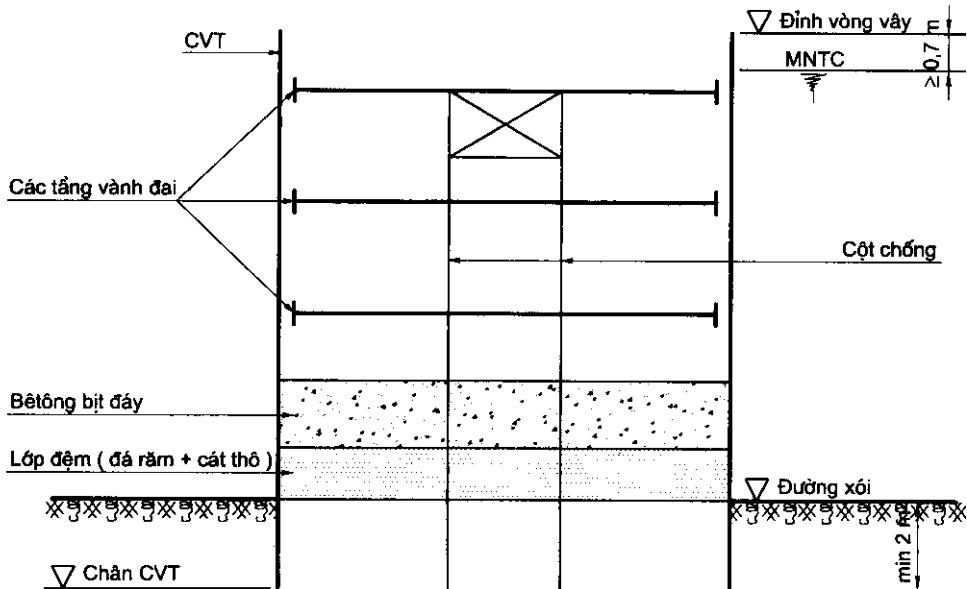
a) Xác định các dữ kiện để tính toán

Để có cơ sở thiết kế vòng vây cọc ván thép phải căn cứ vào các yếu tố:

- Kích thước bệ móng, cao độ đặt đáy móng.
- Tình hình địa chất lòng sông.

- Điều kiện thủy văn: mực nước thi công, mực nước cao nhất, mực nước thấp nhất vận tốc nước, mức xói chung và xói cục bộ.
- Những đặc trưng kĩ thuật của cọc ván thép.
- Điều kiện thông thuyền trên sông.
- Điều kiện cung ứng vật tư và thiết bị thi công.

b) Xác định sơ đồ hình dạng và những kích thước cơ bản của vòng vây cọc ván thép (xem hình 3.1).



Hình 3.1: Sơ đồ vòng vây CVT

- Kích thước của vòng vây CVT trên mặt bằng được xác định chủ yếu từ kích thước thiết kế của bệ móng, đồng thời để xét đến điều kiện thi công (lắp dựng ván khuôn, cốt thép bệ...) phải đảm bảo khoảng cách từ mép bệ móng đến chân CVT là 0,75 - 1,0m. Trường hợp móng có cọc xiên thì còn phải đảm bảo chân CVT không chạm vào cọc xiên.

- Kích thước vòng vây CVT trên mặt đứng được xác định dựa vào mực nước thi công, và chiều cao bệ móng. Cao độ đỉnh vòng vây phải cao hơn mực nước thi công tối thiểu 0,7m. Khoảng cách giữa các tầng vành đai được xác định căn cứ vào khả năng chịu lực của CVT. Cao độ của chân CVT quyết định tùy thuộc vào mức xói cục bộ, điều kiện địa chất lòng sông và tối thiểu phải thấp dưới đường xói cục bộ là 2m.

c) Tải trọng tính toán

Tải trọng tác dụng vào vòng vây CVT chủ yếu là các lực ngang. Trường hợp trên sàn công tác có đặt các máy móc, thiết bị thi công, thì phải tính thêm lực đứng do trọng lượng bản thân của các máy móc, thiết bị đó.

Việc tính toán vòng vây CVT thường xét theo 2 giai đoạn thi công:

Giai đoạn 1: Vòng vây đã hạ đến đáy sông, nhưng chưa đổ bê tông bịt đáy. Ở giai đoạn này sự ổn định của vòng vây chủ yếu dựa vào hệ cọc chống.

Giai đoạn 2: Vòng vây đã hạ đến cao độ thiết kế, đổ xong bê tông bịt đáy và tiến hành hút nước trong vòng vây ra để thi công bệ.

Tùy theo điều kiện cụ thể trong từng giai đoạn thi công mà chọn tổ hợp lực tính toán bất lợi nhất từ những lực sau:

1. Áp lực thủy tĩnh

Áp lực thủy tĩnh của nước xác định theo công thức (3.2).

2. Áp lực thủy động

Áp lực thủy động của nước được xác định với giả thiết ở chỗ nước chảy lực xung kích của nước bằng 2 lần lực xung kích của nước chảy bình quân, còn ở đáy sông, lực xung kích của nước chảy bằng 0 (hình 3.2).

Lực xung kích của nước chảy bình quân xác định theo công thức:

$$P_{bq}^n = K_1 K_2 \frac{mv^2}{2g} \quad (3.1)$$

Trong đó:

K_1 - hệ số xét đến hình dạng CVT:

+ Cọc ván thép dạng bản: $K_1 = 1,0$

+ Cọc ván thép dạng máng: $K_1 = 1,4$.

K_2 - hệ số xét đến hình dạng của vòng vây:

+ Vòng vây hình chữ nhật: $K_2 = 1,0$

+ Vòng vây tròn hoặc elíp: $K_2 = 0,73$.

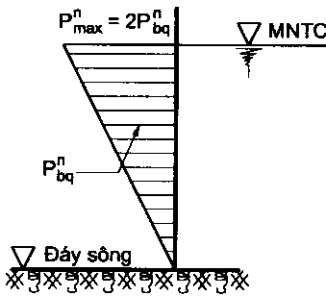
m - khối lượng riêng của nước, $m = 1,0$.

v - vận tốc nước, (m/s).

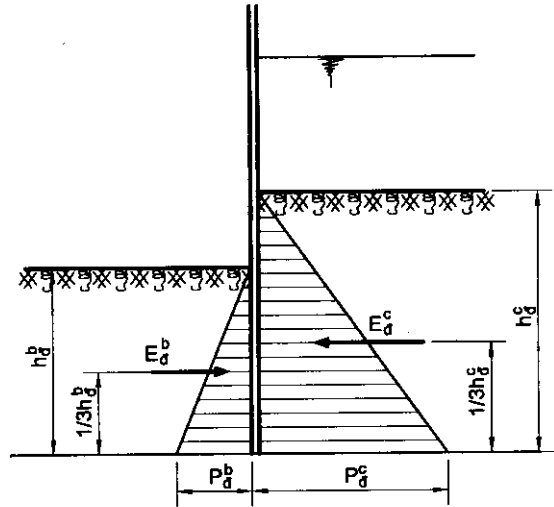
g - gia tốc trọng trường, $g = 9,8m/s^2$

3. Áp lực ngang của đất

Biểu đồ áp lực ngang (áp lực chủ động và áp lực bị động) của đất đều có dạng tam giác (xem hình 3.3).



Hình 3.2: Biểu đồ áp lực thủy động



Hình 3.3: Biểu đồ áp lực ngang của đất

Áp lực chủ động của đất xác định theo công thức:

$$P_d^c = n_c \cdot \gamma_{dn} \cdot h_d^c \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3.2)$$

Trong đó:

n_c - hệ số áp lực chủ động của đất, lấy bằng 1,2.

γ_{dn} - dung trọng đẩy nổi của đất:

$$\gamma_{dn} = \frac{1}{1 + \varepsilon} (\gamma_o - \gamma_n)$$

ε - hệ số rỗng của đất;

γ_o - trọng lượng đơn vị của đất, lấy bằng $2,7 \text{T/m}^3$;

γ_n - dung trọng của nước, bằng 1T/m^3 ;

h_d^c - chiều cao cột đất, gây áp lực chủ động, (m);

φ - góc nội ma sát của đất (độ).

Hợp lực của áp lực chủ động có trị số bằng:

$$E_d^c = \frac{1}{2} P_d^c \cdot h_d^c$$

và điểm đặt của nó ở $1/3$ chiều cao cột đất áp lực;

Áp lực bị động của đất xác định theo công thức:

$$P_d^b = n_b \cdot \gamma_{dn} \cdot h_d^b \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3.3)$$

Trong đó: n_b - hệ số áp lực bị động, lấy bằng 0,8.

h_d^b - chiều cao cột đất gây áp lực bị động, (m);

φ, γ_{dn} - ý nghĩa như ở công thức (3.2).

$$\text{Hợp lực của áp lực bị động } E_d^b = \frac{1}{2} P_d^b \cdot h_d^b$$

và điểm đặt của nó cũng ở 1/3 chiều cao cột đất áp lực.

4. Lực sóng

Theo thực nghiệm chiều sâu ảnh hưởng của sóng bằng 10 lần chiều cao sóng. Biểu đồ áp lực sóng xem hình 3.4.

Cường độ sóng xác định theo công thức:

$$q_s = \frac{10}{11} h_s \quad (3.4)$$

Trong đó: h_s - chiều cao sóng, phụ thuộc vào vận tốc gió, chiều sâu nước, chiều dài thời sóng.

$$h_s = 0,073 \omega_{10} K \sqrt{D\varepsilon} \quad (3.5)$$

$$\text{Trong đó: } K = 1 + e^{-0,4D/\omega_{10}}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = 9 + 19e^{-14/\omega_{10}}$$

với ω_{10} - tốc độ gió ở cao độ bình quân 10m trên mặt sông (m/s); D - chiều dài thời sóng, (km).

5. Lực gió

Lực gió xác định theo công thức (1.18)

6. Lực va

Lực va là một lực tập trung, do tác dụng va chạm của tàu, thuyền, hoặc cây trôi. Trị số của nó phụ thuộc vào cấp sông, và lấy trong khoảng 10 - 20T.

d) Các bước tính toán

1. Tính chiều dày lớp bê tông bọt dầy

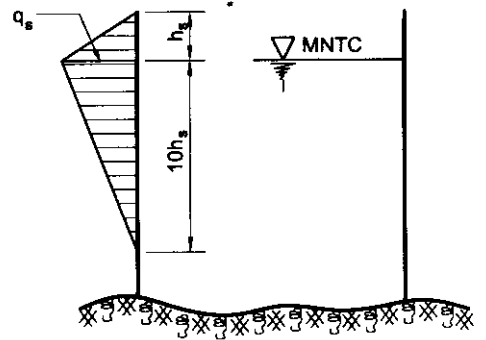
Trường hợp 1: Xét toàn bộ vòng vây chịu tác dụng của lực đẩy nổi

$$\text{- Lực đẩy nổi vòng vây: } P_{dn} = H.F.\gamma \quad (3.6)$$

H - chiều sâu cột nước tính từ đáy lớp bê tông bọt đáy đến mực nước thi công, m;

F - diện tích chịu tác dụng của lực đẩy nổi, tính theo đường tim vòng vây CVT, m²;

γ - dung trọng nước, (1T/m³);



Hình 3.4: Biểu đồ áp lực sóng

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

+ Trọng lượng bản thân của các bộ phận vòng vây (P_1): cọc ván thép, vành đai, khung chống, bê tông bịt đáy...

+ Lực ma sát giữa cọc chính của công trình với bê tông bịt đáy (P_2):

$$P_2 = n \cdot F_{tx} \cdot f_1 \quad (3.7)$$

Trong đó: n - số cọc

F_{tx} - diện tích tiếp xúc giữa mặt bên của một cọc với bê tông bịt đáy, m^2 ;

f_1 - lực ma sát đơn vị giữa cọc bê tông và bê tông bịt đáy, lấy bằng $6T/m^2$.

+ Lực ma sát giữa chân cọc ván thép và đất (P_3):

$$P_3 = C \cdot h \cdot f_2 \quad (3.8)$$

C - chu vi vòng vây, tính theo đường tim CVT, m ;

h - chiều sâu ngấp đất của cọc ván thép, m ;

f_2 - lực ma sát đơn vị của đất trong phạm vi cắm cọc ván thép (T/m^2).

$$P_g = P_1 + P_2 + P_3;$$

Điều kiện an toàn của vòng vây:

$$P_g \geq k \cdot P_{đn} \quad (3.9)$$

k - hệ số an toàn, lấy bằng 1,3 - 1,5.

Trường hợp 2: Tách một dải bê tông bịt đáy rộng 1m dọc theo đường tim trụ theo hướng thượng, hạ lưu và coi nó như dầm một đầu ngàm tại tim hàng cọc biên, còn một đầu hẫng tại chỗ tiếp giáp với cọc ván thép.

Tải trọng tác dụng lên dầm bao gồm:

Trọng lượng bản thân của bê tông bịt đáy là tải trọng phân bố đều: $q_1 = \gamma_b \cdot H_b \cdot 1^M$ (T/m)

H_b - chiều dày dự kiến của lớp bê tông bịt đáy, m ;

γ_b - dung trọng của bê tông bịt đáy, lấy bằng $2,3 T/m^3$;

1^M - bề rộng của dải bê tông bịt đáy tách ra.

• Áp lực đẩy của nước: $q_2 = -\gamma H \cdot 1^M$ (T/m)

γ - dung trọng của nước bằng $1T/m^3$;

H - chiều sâu cột nước từ đáy lớp bê tông bịt đáy đến mực nước thi công, m ;

1^M - bề rộng dải bê tông bịt đáy tách ra;

- Ở đầu hẫng của dầm chịu một lực tập trung P do có lực ma sát với cọc ván thép.

$$P = bh_b f_3$$

Trong đó: b - bề rộng dải bê tông bị đáy tách ra, lấy bằng 1m.

h_b - chiều dày bê tông bị đáy.

f_3 - lực ma sát đơn vị giữa bê tông bị đáy và cọc ván thép lấy bằng $3,5 - 4T/m^2$.

Như vậy sơ đồ tính toán sẽ là (xem hình 3.5)

Nội lực phát sinh trong dầm:

$$M_{\max} = \frac{(q_2 - q_1) l^2}{2} - Pl$$

Mômen kháng uốn của dầm: $W = \frac{bh_b^2}{6}$

$$\sigma_{\text{kéo}} = \frac{M}{W} \leq [\sigma]_{\text{bê tông}}^k$$

Từ hai trường hợp tính toán trên sẽ xác định được chiều dày bê tông bị đáy cần thiết.

2. Tính ổn định chống lật của tường cọc ván

- Xét ở giai đoạn trước khi đổ bê tông bị đáy với các giả thiết sau:

+ Lòng sông bị xói đến đường xói cục bộ.

+ Vòng vây đã khép kín bằng cọc ván thép, và cọc ván thép đã hạ đến đáy sông.

- Xác định áp lực ngang tác dụng lên tường cọc ván từ tổ hợp lực bất lợi nhất do các lực ngang đã trình bày ở mục 1, c.

- Điều kiện ổn định chống lật của tường cọc ván xác định theo công thức 1.23.

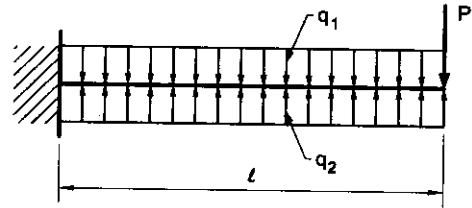
3. Tính toán độ bền các bộ phận của vòng vây CVT

- Kiểm toán độ bền của CVT

Xét ở giai đoạn sau khi đổ bê tông bị đáy, hút cạn nước bên trong vòng vây để thi công bê.

+ Sơ đồ tính:

Tách một dải tường cọc ván theo phương đứng với bề rộng 1m theo chu vi vòng vây và coi nó là một dầm liên tục nhiều nhịp, bị ngàm một đầu tại đường xói lở cục bộ và kê trên các gối tựa là các điểm tỳ của CVT vào vành đai và một gối tựa vào lớp bê tông bị đáy tại điểm cách mặt bê tông 0,5m.



Hình 3.5

+ Tải trọng tác dụng lên tường cọc ván là tổ hợp lực bất lợi nhất của các lực ngang.

Từ sơ đồ kết cấu và sơ đồ tải trọng xác định được các mômen gối M_i , và các phản lực gối tựa R_i . Đối chiếu nội lực phát sinh trong CVT với khả năng chịu lực của CVT sẽ khẳng định được CVT có đảm bảo điều kiện độ bền hay không.

- Tính toán vành đai:

Sau khi xác định được các phản lực gối tựa R_i , sẽ xác định được tải trọng tác dụng vào vành đai và từ đó tính được nội lực phát sinh trong vành đai.

Thông thường có 3 dạng vành đai: vành đai tròn, vành đai chữ nhật và vành đai hình elíp.

* Kiểm toán vành đai tròn:

Tải trọng tác dụng lên vành đai thứ i :

$$p_i = R_i \frac{R_{\text{timc/v}}}{R_i^{\text{timv/d}}}, \quad (\text{T/m}) \quad (3.10)$$

Lực dọc trục trong vành đai thứ i :

$$N_i = p_i R_i^{\text{timv/d}}, \quad (\text{T}) \quad (3.11)$$

Độ bền của vành đai theo điều kiện cường độ được kiểm tra theo công thức:

$$\sigma_i = \frac{N_i}{F_i^{\text{th}}} \leq [\sigma]^{\text{thép v/d}}$$

Trong đó: σ_i - ứng suất phát sinh trong vành đai thứ i ;

F_i^{th} - diện tích thu hẹp của tiết diện vành đai thứ i ;

$[\sigma]^{\text{thép v/d}}$ - ứng suất cho phép của thép làm vành đai.

Độ bền của vành đai theo điều kiện ổn định được kiểm tra theo công thức:

$$\sigma_i = \frac{N_i}{\varphi_i F_i^{\text{ng}}} \leq [\sigma]^{\text{thép v/d}}$$

Trong đó: φ_i - hệ số triết giảm do uốn dọc, tra bảng phụ thuộc vào độ mảnh của vành đai λ_i .

$$\lambda_i = \frac{l_i^o}{r_i}$$

Trong đó: l_i^o - chiều dài chịu uốn của vành đai thứ i ;

r_i - bán kính quán tính của vành đai thứ i .

$$l_i^o = \frac{\pi R^{\text{timv/d}}}{\sqrt{3}} \quad (3.12)$$

$$r_i = \sqrt{\frac{J_i^{\min}}{F_i^{\text{ng}}}}$$

Trong đó: J_i^{\min} - mômen quán tính của tiết diện vành đai theo phương có độ cứng nhỏ nhất;

F_i^{ng} - diện tích tiết diện nguyên của vành đai thứ i . Trường hợp vành đai cấu tạo từ 2 nhánh bằng thép hình thì phải xác định độ mảnh tương đương (tính đối) λ_{td} :

$$\lambda_{\text{td}}^i = \lambda_{\min}^i \sqrt{1 + K_1 K_2 \frac{F_{\text{ng}}^i}{F_{\text{gi}}^i}} \quad (3.13)$$

nhưng
$$\lambda_{\text{td}}^i \leq \sqrt{(\lambda_{\min}^i)^2 + (\lambda_n^i)^2} \quad (3.14)$$

Trong đó: λ_{\min}^i - độ mảnh của vành đai khi uốn trong mặt phẳng có độ cứng nhỏ nhất;

F_{ng}^i - diện tích tiết diện nguyên của 2 nhánh;

F_{gi}^i - diện tích có hiệu của thanh giằng trong cùng một mặt cắt.

K_1 - hệ số: khi $\lambda_{\min}^i \leq 100$ thì $K_1 = \frac{0,3}{\lambda_{\min}^i}$ (3.15)

 khi $\lambda_{\min}^i > 100$ thì $K_1 = \frac{30}{\lambda_{\min}^i{}^2}$ (3.16)

K_2 - hệ số lấy bằng 1.8.

Ngoài những tính toán trên, còn phải kiểm toán vành đai chịu áp lực cục bộ của:

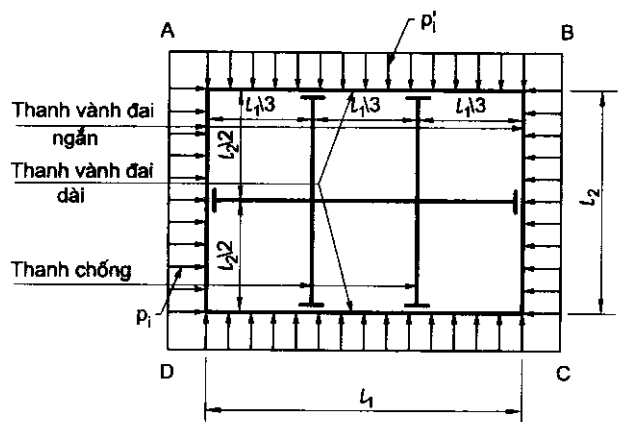
+ Áp lực thủy tĩnh và đất

+ Áp lực thủy động.

Và xét riêng trường hợp vành đai chịu tác động của lực va.

* Kiểm toán vành đai hình chữ nhật: sơ đồ tải trọng xem trên hình 3.6.

Thanh vành đai được tính toán như một dầm liên tục có các gối tựa giữa là các thanh chống, hai gối biên là điểm tựa của nó trên 2 thanh chống vuông góc. Sơ đồ tính thanh vành đai xem trên hình 3.7.



Hình 3.6: Sơ đồ tải trọng tác dụng vào vành đai chữ nhật

Thanh vành đai được tính như một dầm liên tục chịu nén uốn. N_1, N_3 là phản lực tại các gối biên của dầm. Để xác định nội lực trong thanh vành đai (mômen gối M_i và phản lực gối tựa R_i) ta lập phương trình 3 mômen hoặc áp dụng các công thức tính dầm liên tục đã trình bày trong các sổ tay tính toán. Sau đó kiểm tra khả năng chịu lực của thanh vành đai về điều kiện cường độ và điều kiện ổn định theo các công thức của sức bền vật liệu.

* Kiểm toán vành đai dạng elíp: xem hình 3.8.

Thanh vành đai tròn được kiểm toán như đã trình bày ở phần trên.

Thanh vành đai thẳng chịu lực nén dọc trục do đoạn vành đai tròn truyền sang, và áp lực ngang rải đều p_i bằng áp lực ngang rải đều tác dụng vào thanh vành đai tròn; p_i xác định theo công thức (3.10).

Khi kiểm toán thanh vành đai thẳng, ta coi nó là một dầm liên tục có mút thừa, gối tựa là điểm tỳ của nó vào đầu các thanh chống ngang.

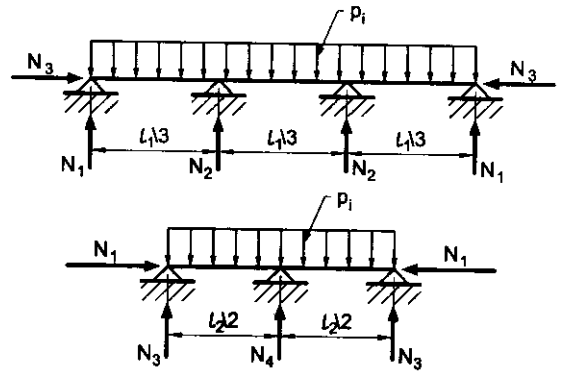
Sơ đồ tính toán thanh vành đai thẳng xem hình 3.9.

Có thể đưa về sơ đồ tính toán sau (hình 3.10)

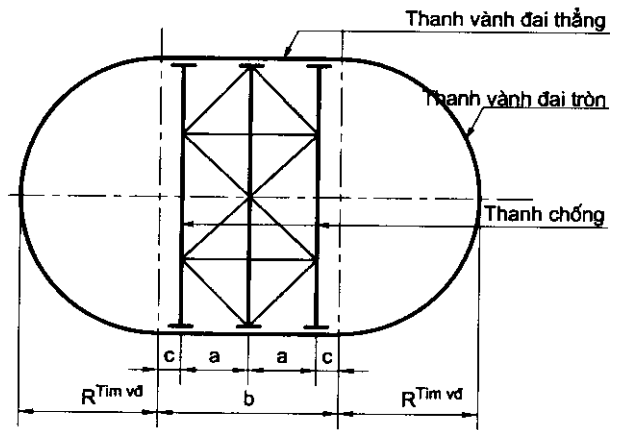
Với sơ đồ trên sẽ xác định được các mômen gối và phản lực gối, từ đó kiểm tra khả năng chịu lực của thanh vành đai về cường độ cũng như độ ổn định theo các công thức của sức bền vật liệu như đã trình bày ở phần trên.

- Tính toán thanh chống:

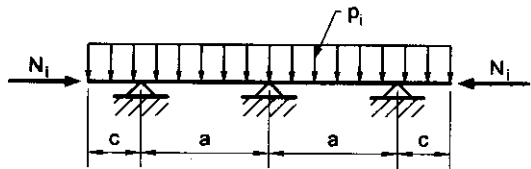
Thanh chống được tính toán với sơ đồ một thanh chịu nén. Lực tác dụng vào thanh chống chính bằng phản lực gối tựa của vành đai.



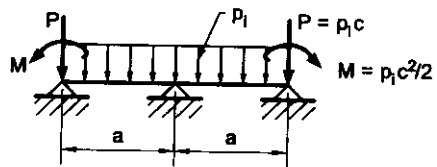
Hình 3.7: Sơ đồ tính thanh vành đai thẳng



Hình 3.8: Vành đai elíp



Hình 3.9



Hình 3.10

- Tính toán cột chống (cọc định vị).

Trường hợp do điều kiện thực tế, khung vây phòng nước phải có cọc định vị để chịu lực ngang từ vành đai truyền vào và chịu lực đứng do đỡ sàn công tác bên trên thì hệ cọc chống được tính toán như sau:

Hợp lực của các lực ngang tác dụng vào hệ khung chống xem như phân phối đều cho các cọc chống với hệ số phân phối không đều $k = 1,15 \div 1,25$.

Như vậy lực ngang tác dụng lên mỗi cọc chống bằng:

$$P = k \cdot \frac{R}{n} \quad (3.17)$$

Trong đó: R - hợp lực của các lực ngang tác dụng vào hệ khung chống (khung vây phòng nước);

n - số lượng cọc chống;

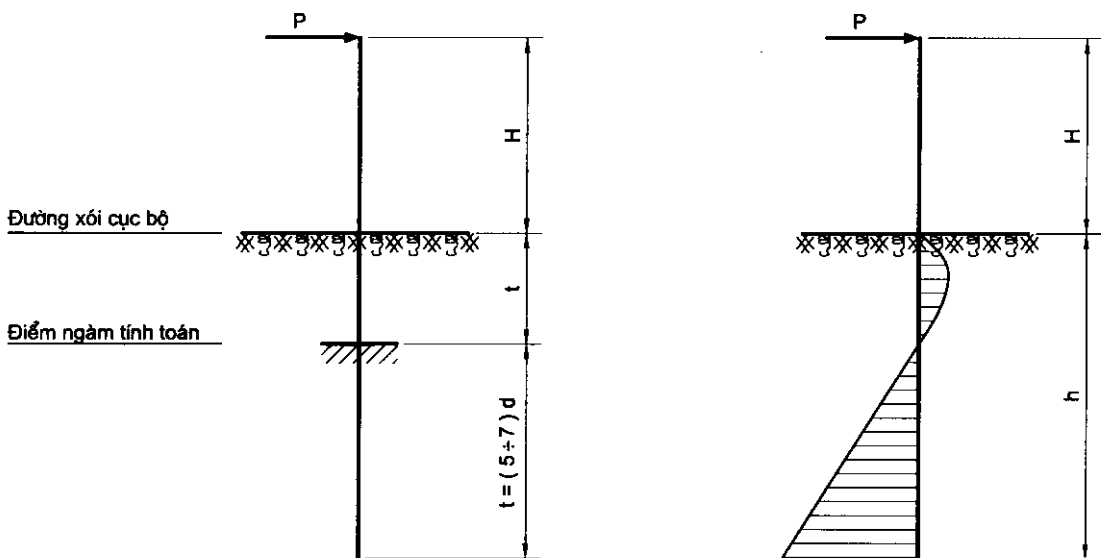
k - hệ số phân phối không đều bằng 1,15 - 1,25.

Cột chống được tính toán theo sơ đồ cọc đơn chịu lực ngang. Tùy thuộc vào điều kiện địa chất của nền đất mà cột chống xuyên qua sẽ phân ra 2 trường hợp tính toán:

+ Trường hợp nền đất tốt (trạng thái cứng, hoặc nửa cứng) thì cột chống được tính theo sơ đồ một thanh chịu lực ngang tập trung với đầu trên tự do, còn đầu dưới được ngầm ở điểm cách đường xói lở cục bộ một đoạn bằng $(5 - 7)d$, trong đó d là đường kính hoặc cạnh của cọc chống (xem hình 3.11).

Mômen lớn nhất phát sinh trong cọc bằng:

$$M = P(H + t) \quad (3.18)$$



Hình 3.11: Sơ đồ tính toán cọc chống

Trong đó:

P - lực ngang tác dụng vào cột chống;

H - khoảng cách từ điểm đặt của lực ngang đến đường xói lở cục bộ;

t - khoảng cách từ đường xói lở cục bộ đến điểm ngàm cột chống: $t = (5 \div 7)d$,
 d - đường kính hay cạnh cột.

+ Trường hợp đất nền ở trạng thái dẻo mềm thì mômen phát sinh trong cột chống được xác định theo công thức:

$$M_{\max} = P \left(H + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P'}{md}} \right) \quad (3.19)$$

Trong đó:

$$P' = \frac{mdh^3}{3(4H + 3h)};$$

$$m = \gamma_{\text{đn}} \left[\text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) - \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]; \quad \varphi - \text{góc nội ma sát của đất};$$

h - chiều sâu cọc chịu ảnh hưởng của lực ngang, xác định được từ biểu thức:

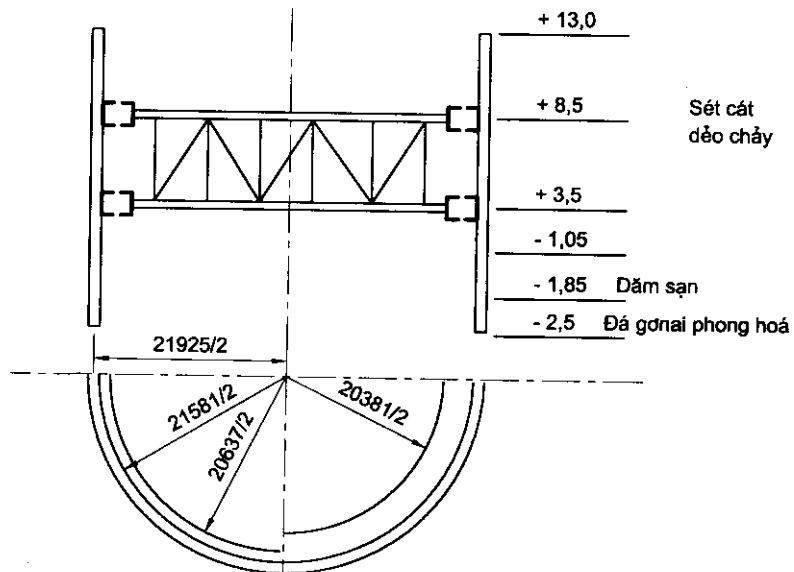
$$P = \frac{mh^3}{6(4H + 3h)}$$

Các ký hiệu khác xem ý nghĩa ở trên.

e) Một số thí dụ

Thí dụ 1:

1. Các kích thước cơ bản



2. Các số liệu cơ bản

- Địa chất:

Từ $\nabla + 13$ đến $\nabla - 1$ là sét cát dẻo chảy:

$$\gamma_o = 2,68 \text{T/m}^3 ; \varphi = 13^\circ ; \varepsilon = 1,16$$

Từ $\nabla - 10$ đến $\nabla - 1,85$ là dăm sạn.

Từ $\nabla - 1,85$ trở xuống là đá gơnai phong hóa.

- Mức nước thi công trong mùa cạn: $H_{10\%} \approx 12,85$.

- Cọc ván thép: loại Latxen V.

$$F = 127,6 \text{cm}^2$$

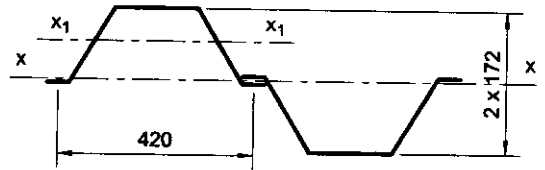
$$W_x = 461 \text{cm}^3$$

$$J_{x1} = 6293 \text{cm}^4$$

Đối với một mét dài theo chu vi tường cọc ván:

$$J_x = 50.943 \text{cm}^4$$

$$W_x = 2962 \text{cm}^3$$



3. Dữ kiện tính toán

- Điều kiện hạn chế: Chỉ có cọc ván Latxen V dài 12m, do đó phải xét nối dài cọc ván thép bằng thép hình.

- Điều kiện tính toán: 2 trường hợp

+ Tính với mực nước cho phép tối đa trong mùa cạn

$$H = \nabla_{\text{đỉnh vòng vây}} = + 13,0.$$

Mặt đất ngoài vòng vây + 8,5 (xét đến xói lở).

Mặt đất trong vòng vây + 5,0 (xét trường hợp bất lợi nhất là khi đào đất trong vòng vây đều + 5,0 để thi công bệ).

Chân cọc ván thép được ngàm trong tầng dăm sạn ở $\nabla - 1,5$.

+ Mực nước $H = + 13,0$.

∇ mặt đất ngoài vòng vây + 13,0 (coi không xói)

∇ mặt đất trong vòng vây + 5,0.

∇ ngàm chân cọc - 1,5.

- Các giả thiết tính toán

+ Trường hợp 1:

• Chiều cao cột nước gây áp lực thủy tĩnh đối với vòng vây chỉ tính từ $\nabla + 13,0$ đến $\nabla + 8,5$.

- Áp lực ngang của đất bên ngoài vòng vây tác dụng lên vòng vây tính với dung trọng bão hòa (γ_{bh}) và xét đến tải trọng do cột nước từ $\nabla + 13,0$ đến $\nabla + 8,5$, từ đó tính ra chiều cao tương đương để vẽ biểu đồ áp lực ngang của đất, nhưng khi tính chỉ sử dụng biểu đồ hình thang từ $\nabla + 8,5$ trở xuống.

- Áp lực ngang của đất, bên trong vòng vây tính với dung trọng bão hòa (γ_{bh}), và khi tính áp lực lên vòng vây chỉ sử dụng biểu đồ áp lực hình thang từ $\nabla + 5,0$ trở xuống (thiên về an toàn).

+ Trường hợp 2: Khi tính với điều kiện 2.

- Khi tính áp lực ngang của nước, tác dụng lên vòng vây tính với cột nước thủy tĩnh từ $\nabla + 13,0$ đến $\nabla + 3,5$ (coi lòng sông xói đến $+ 3,5$).

- Áp lực ngang của đất bên ngoài vòng vây từ $\nabla + 13$ đến $\nabla + 3,5$ tính với γ_{dn} (dung trọng đẩy nổi); từ $\nabla + 3,5$ đến $\nabla - 1,5$ tính với γ_{bh} .

- Áp lực ngang của đất trong vòng vây tính với γ_{bh} .

4. Tính toán nội lực

- Theo điều kiện 1:

+ Chiều cao cột áp lực thủy tĩnh từ $\nabla + 8,5$ ÷ $\nabla + 13,0$.

+ Chiều cao áp lực ngang của đất ngoài vòng vây:

$$(- 1,5 \div + 8,5) + h_{td}$$

+ Chiều cao áp lực ngang của đất trong vòng vây:

($-15 \div 5,0$), nhưng chỉ tính với biểu đồ áp lực hình thang từ $\nabla - 1,5$ ÷ $\nabla + 3,5$.

Áp lực ngang của nước: $P_n = \gamma_n h_n = h_n$

Áp lực ngang của đất ngoài vòng vây:

$$P_{ng}^d = \gamma_{bh}^d \cdot H \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$H = [+ 8,5 - (- 1,5)] + h_{td}$$

$$h_{td} = \frac{P_n}{\gamma_{bh}^d} = \frac{1(13 - 8,5)}{\gamma_{bh}^d}$$

$$\gamma_{bh}^d = \frac{\gamma_o + \varepsilon \gamma_n}{1 + \varepsilon} = \frac{2,68 + 1,16 \cdot 1}{1 + 1,16} = 1,77 \text{ T/m}^3$$

$$h_{td} = \frac{P_n}{\gamma_{bh}^d} = \frac{1(13 - 8,5)}{1,77} = 2,5 \text{ m}$$

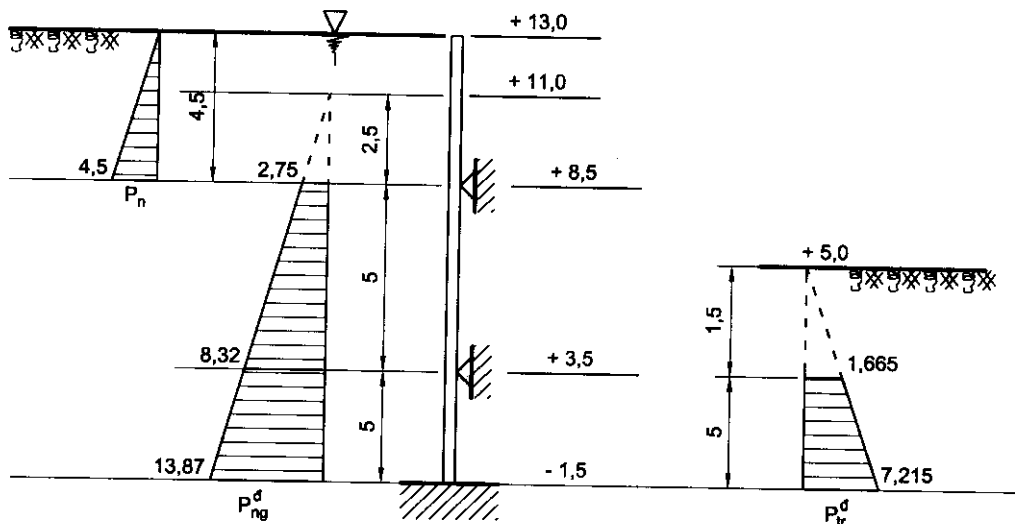
$$H_d = 8,5 + 1,5 + 2,5 = 12,5\text{m}$$

$$P_{ng}^d = 1,77 \cdot H \cdot \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{13}{2}\right) = 1,11H$$

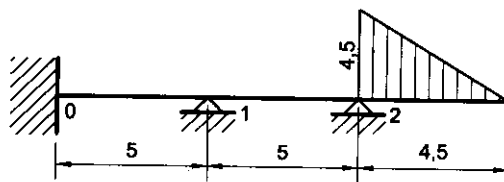
Áp lực ngang của đất, trong vòng vây:

$$P_{tr}^d = 1,11H \text{ (vì cũng tính với } \gamma_{bh}^d \text{)}$$

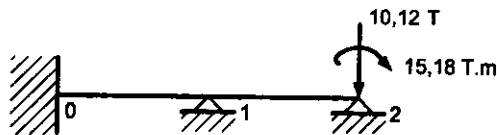
Kết quả có sơ đồ tính toán như sau:



- Nội lực trong vòng vây do áp lực thủy tĩnh (do Pn). Sơ đồ tải trọng như sau:



Đưa về sơ đồ tính toán:



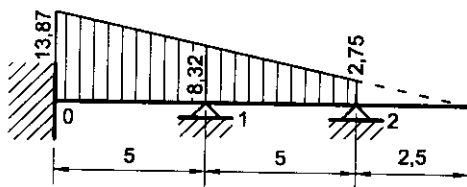
Tính toán theo các công thức của "Sổ tay tính dầm liên tục" được kết quả mômen gối và phản lực gối như sau:

$$M_0^n = -2,16\text{T m} ; M_1^n = 4,33\text{Tm}$$

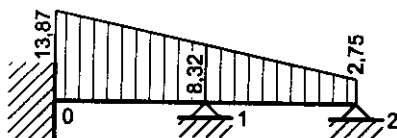
$$V_0^n = 1,29\text{T} ; V_1^n = -5,2\text{T} ; V_2^n = 14,02\text{T}$$

- Nội lực trong vòng vây do áp lực ngang của đất bên ngoài vòng vây (do P_{ng}^d):

Sơ đồ tải trọng:



Sơ đồ tính toán:



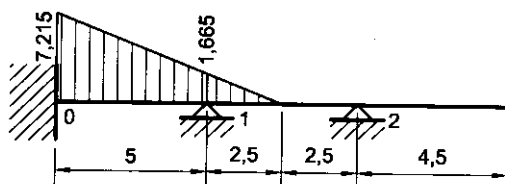
Kết quả tính toán:

$$M_0^{dng} = -25,44Tm \quad V_0^{dng} = +31,21T ; \quad V_1^{dng} = +44,34T$$

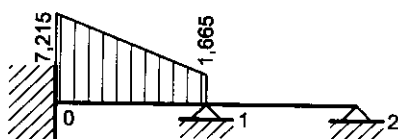
$$M_1^{dng} = -19,62Tm \quad V_2^{dng} = +7,59T$$

- Nội lực trong vòng vây do áp lực đất bên trong (P_{tr}^d):

Sơ đồ tải trọng:



Sơ đồ tính toán:



Kết quả tính toán:

$$M_0^{dtr} = -12,73Tm \quad ; \quad M_1^{dtr} = -3,46Tm$$

$$V_0^{dtr} = 15,26T \quad ; \quad V_1^{dtr} = 7,62T ; \quad V_2^{dtr} = -0,69T$$

Nội lực tổng cộng trong vòng vây do áp lực thủy tĩnh của nước, áp lực ngang của đất bên ngoài và bên trong vòng vây tác dụng đồng thời.

$$M_0^{(1)} = -14,87Tm \quad ; \quad M_1^{(1)} = -11,83Tm$$

$$V_0^{(1)} = 17,24T \quad ; \quad V_1^{(1)} = 31,52T \quad ; \quad V_2^{(1)} = 22,3T$$

- Tính theo điều kiện 2

+ Chiều cao cột áp lực thủy tĩnh: Từ $\nabla + 13,0$ đến $\nabla + 3,5$.

+ Cột áp lực ngang của đất bên ngoài vòng vây:

từ $\nabla + 13 \div \nabla + 3,5$ tính với γ_{dn}

từ $\nabla + 3,5 \div \nabla - 1,5$ tính với γ_{bh}

+ Cột áp lực ngang của đất bên trong vòng vây:

Từ $\nabla + 5,0$ đến $\nabla - 1,5$ tính với γ_{bh} , nhưng biểu đồ áp lực ngang tính toán chỉ lấy biểu đồ hình thang từ $\nabla + 3,5$ đến $\nabla - 1,5$.

Áp lực ngang của nước $P_n = h_n$.

Áp lực ngang của đất bên ngoài vòng vây:

$$P^{dng} = \gamma_{bq}^d \cdot H \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\gamma_{bq}^d = \frac{\gamma_{dn} \cdot h_{dn} + \gamma_{bh} \cdot h_{bh}}{h_{dn} + h_{bh}}$$

$$\gamma_{dn} = \frac{1}{1 + \varepsilon} (\gamma_o - \gamma_n) = \frac{1}{1 + 1,16} (2,68 - 1) = 0,77 \text{ T/m}^3$$

$\gamma_{bh} = 1,77 \text{ T/m}^3$ (đã tính ở trên)

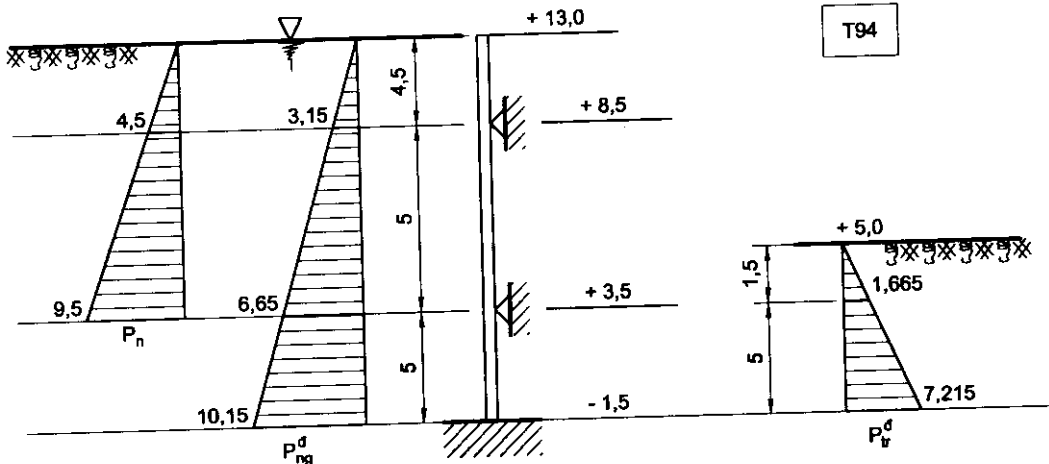
$$\gamma_{bq}^d = \frac{0,77(13 - 3,5) + 1,77[3,5 - (-1,5)]}{(13 - 3,5) + (3,5 + 1,5)} = 1,11 \text{ T/m}^3$$

$$P^{dng} = 1,11 H \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = 1,11 H \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{13^\circ}{2} \right) = 0,7H$$

$$P^{dtr} = 0,7H.$$

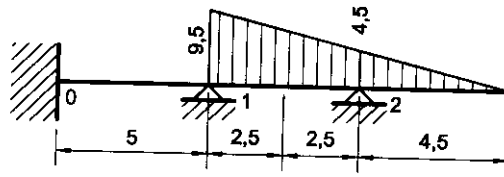
Áp lực ngang đất bên trong vây:

$$P^{dtr} = \gamma_{bh} \cdot H \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) ; \quad P^{dtr} = 1,11 H \text{ (đã tính ở trên)}$$

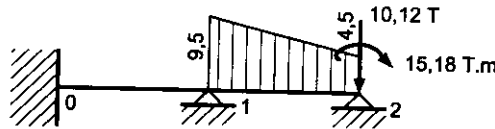


- Nội lực trong vòng vây do áp lực thủy tĩnh:

Sơ đồ tải trọng:



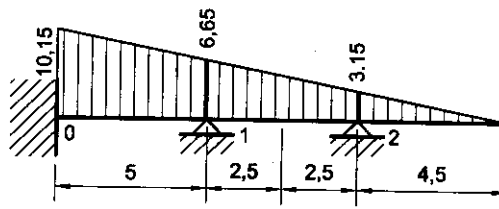
Sơ đồ tính toán:



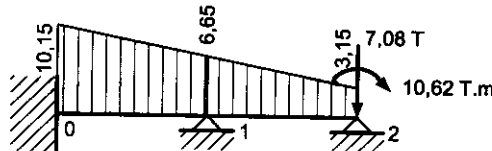
Kết quả tính toán: $M_0^n = 4,24 \text{ Tm}$; $M_1^n = -8,47 \text{ Tm}$
 $V_0^n = -2,55 \text{ T/m}$; $V_1^n = 20,74 \text{ T/m}$; $V_2^n = 16,75 \text{ T/m}$

- Nội lực trong vòng vây do áp lực đất bên ngoài

Sơ đồ tải trọng:



Sơ đồ tính toán:



Kết quả tính toán:

$M_0^{đng} = -17,23 \text{ Tm}$; $M_1^{đng} = -19,17 \text{ Tm}$
 $V_0^{đng} = 22,07 \text{ T/m}$; $V_1^{đng} = 35,34 \text{ T/m}$; $V_2^{đng} = 16,16 \text{ T/m}$

- Nội lực trong vòng vây do áp lực đất bên trong lấy theo kết quả đã tính với điều kiện 1.

$M_0^{đtr} = -12,73 \text{ Tm}$; $M_1^{đtr} = -3,46 \text{ Tm}$
 $V_0^{đtr} = 15,26 \text{ T/m}$; $V_1^{đtr} = 7,62 \text{ T/m}$; $V_2^{đtr} = -0,69 \text{ T/m}$

Nội lực tổng cộng trong vòng vây do áp lực thủy tĩnh của nước, áp lực đất bên ngoài và bên trong vòng vây tác dụng đồng thời theo điều kiện 2:

$$M_0^{(2)} = -0,26 \text{ Tm} \quad ; \quad M_1^{(2)} = -24,11 \text{ Tm} ;$$

$$V_0^{(2)} = 4,26 \text{ T/m} \quad ; \quad V_1^{(2)} = 48,46 \text{ T/m} \quad ; \quad V_2^{(2)} = 33,6 \text{ T/m}$$

Quyết định chọn kết quả tính toán nội lực theo điều kiện (1) để chọn tiết diện vành đai tính toán dàn khung chống và kiểm toán khả năng chịu lực của cọc ván thép.

$$M_0 = -14,87 \text{ Tm} \quad ; \quad M_1 = -11,83 \text{ Tm} \quad ; \quad V_0 = 17,24 \text{ T/m}$$

$$V_1 = 31,52 \text{ T/m} \quad ; \quad V_2 = 22,30 \text{ T/m}.$$

5. Kiểm toán khả năng chịu lực của cọc ván thép và mối nối cọc ván thép với 2L 160

- Kiểm toán khả năng chịu lực của cọc ván thép tại điểm chịu mômen hằng:

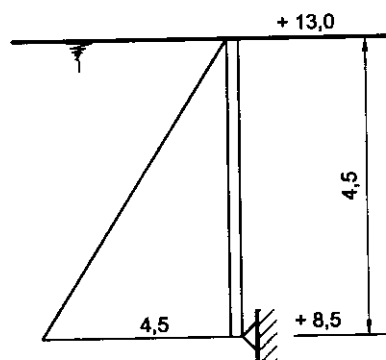
Sơ đồ tính toán:

Mômen tính toán:

$$M = \frac{4,5 \cdot 4,5}{2} \cdot \frac{4,5}{3} = 15,18 \text{ Tm/m}$$

Trị số tuyệt đối của mômen này lớn hơn trị số tuyệt đối của mômen ở gối (0) và gối (1).

Trị số mômen tính toán ở trên là tính cho một mét dài tường cọc ván theo chu vi vòng vây.



Với cọc ván thép Látxen V mômen kháng uốn của một mét dài cọc ván thép theo chu vi tường cọc ván là $W_x = 2962 \text{ cm}^3$. Như vậy khả năng chịu uốn của nó:

$$[M] = W_x [\sigma] = 2962 \cdot 1700 = 5035400 \text{ kGcm}$$

$$= 50,35 \text{ Tm} > 15,18 \text{ Tm} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu}$$

- Kiểm toán mối nối cọc ván thép:

Tính mômen phát sinh tại mối nối:

Mối nối CVT ở cao độ +1,0, tức tại giữa nhịp 1 (từ $\nabla + 3,5$ ÷ $\nabla - 1,5$).

Mômen giữa nhịp của dầm liên tục xác định theo công thức:

$$M_x = M_{tr} \frac{l-x}{l} + M_f \frac{x}{l} M_x^o$$

M_{tr}, M_f - mômen tại gối trái, gối phải của nhịp dầm liên tục.

M_x^o - mômen tại tiết diện x của dầm đơn giản với sơ đồ tải trọng trên nhịp dầm liên tục.

x - khoảng cách từ gối trái đến mặt cắt tính mômen (ở đây $x = \frac{l}{2}$).

Trước hết tính M_x^o :

Sơ đồ tính toán:

$$q_1 = 13,87 - 7,21 = 6,66 \text{ T/m}^2$$

$$q_2 = 8,32 - 1,66 = 6,66 \text{ T/m}^2$$

$$M_x^o = M_{l/2}^o = \frac{ql^2}{8} = \frac{6,66 \cdot 5^2}{8} = 20,81 \text{ Tm}$$

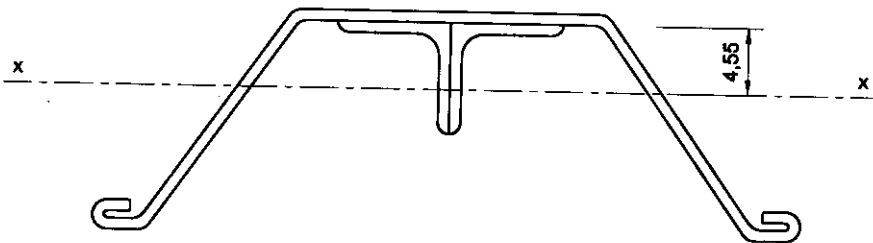
$$M_{x=l/2} = M_o \cdot \frac{5 - \frac{5}{2}}{5} + M_1 \cdot \frac{5/2}{5} + 20,81 =$$

$$= -14,87 \cdot \frac{2,5}{5} - 11,83 \cdot \frac{2,5}{5} + 20,81 =$$

$$= 7,46 \text{ Tm/m}$$

Đây là trị số mômen tính cho một mét dài theo chu vi vòng vây.

Mặt cắt mỗi nối cọc ván thép:



2L 160 + 160 × 16:

$$J_x^L = 1175 \text{ cm}^4 ; J_x^{2L} = 2 \cdot 1175 = 2350 \text{ cm}^4$$

$$W_x^{2L} = \frac{2350}{16 - 4,55} = 205,24 \text{ cm}^3 ;$$

$$[M] = 205,24 \cdot 1700 = 348.908 \text{ kGcm} = 3,48 \text{ Tm}$$

Số mỗi nối cọc ván thép trên một mét dài theo chu vi tường cọc ván:

$$n = \frac{164 \text{ mỗi nối}}{\text{Chu vi vòng vây}}$$

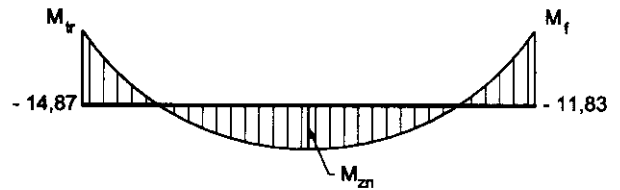
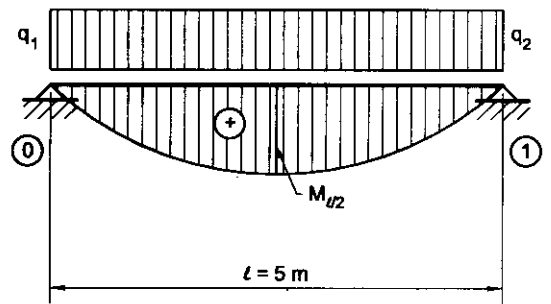
Chu vi vòng vây tính theo đường kính đến rãnh cọc ván

$$C = 3,1416 \cdot 21,925 = 68,879 \text{ m}$$

$$n = \frac{164}{68,879} = 2,38$$

Vậy khả năng chịu lực của mỗi nối cọc ván thép trên một mét dài theo chu vi vòng vây bằng:

$$2,38[M] = 2,38 \cdot 3,48 = 8,28 \text{ Tm} > 7,46 \text{ Tm}$$



6. Chọn tiết diện vành đai

- Vành đai trên (2):

Đường kính tim vành đai

$$D_t^{vd} = D_t^{cv} - 2(172 + 238) = 21925 - 820 = 21105 \text{ mm}$$

$$D_{ng}^{vd} = 21105 + (2 \times 238) = 21581$$

$$D_{tr}^{vd} = 21105 - (2 \times 238) = 20629$$

Lực dọc trục trong vành đai:

$$N_2 = V_2 = \frac{D_t^{cv}}{D_t^{vd}} \cdot R_t^{vd} = 22,3 \frac{21,925}{21,105} \cdot 10,55 = 242,32 \text{ T}$$

Tổ hợp mặt cắt của vành đai gồm:

2 [30° được tổ hợp với bề rộng 400mm.

Giải quyết tăng cường thêm thép bản ở lưng:

$$2 [30^\circ : F = 2 \times 55,89 = 111,78 \text{ cm}^2$$

$$2 \square 20 \times 280 : F = 2 \times 2 \times 28 = 112 \text{ cm}^2$$

$$2 \square 18 \times 260 : F = 2 \cdot 1,8 \times 26 = 93,6 \text{ cm}^2$$

$$\underline{\sum F = 317,38 \text{ cm}^2}$$

$$J_y = 2 \left[(315,8 + 17,91^2 \cdot 55,89) + (21^2 \cdot 2 \cdot 28) + (22,9^2 \cdot 1,8 \cdot 26) \right] = 2(18243,52 + 24696 + 24.542) = 134.936 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{134963}{317,38}} = 20,62$$

Chiều dài tự do của vành đai:

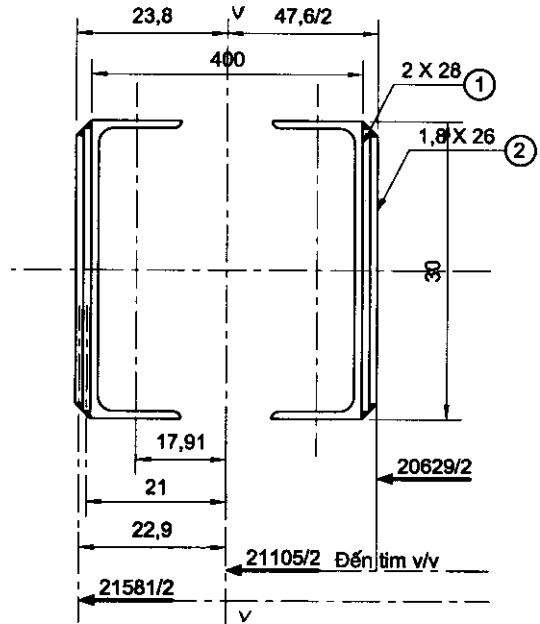
$$l = \frac{\pi R t^{vd}}{\sqrt{3}} = \frac{3,1416 \cdot 10,55}{\sqrt{3}} = 19,13 \text{ m} = 1913 \text{ cm}$$

$$\text{Độ mảnh của vành đai: } \lambda = \frac{l}{r_o} = \frac{1913}{20,62} = 92,77$$

Tra bảng $\phi = 0,67$.

Ứng suất nén dọc trục trong vành đai:

$$\sigma_y = \frac{N_2}{\phi F} = \frac{242,32}{0,67 \cdot 317,38} = 1,138 \text{ T/cm}^2$$



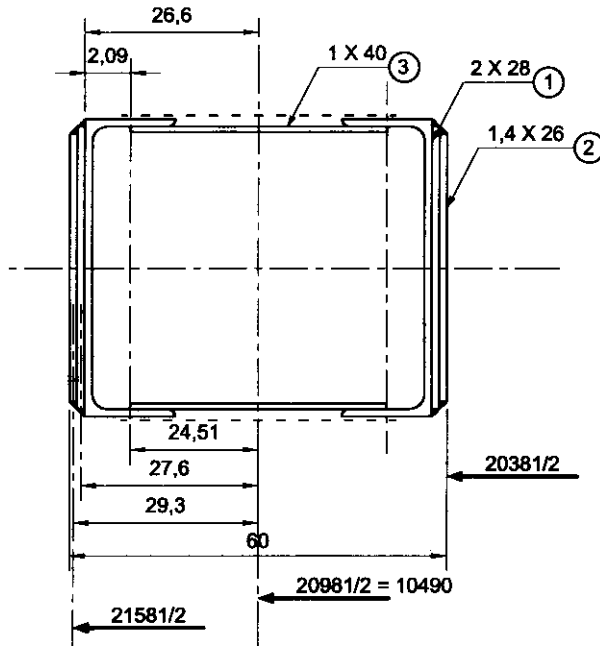
- Vành đai dưới (1):

Đường kính tim vành đai:

$$D_t^{vd} = D_t^{cv} - 2(172 + 300) = 20981 \text{ mm}$$

$$D_{ng}^{vd} = D_t^{vd} + 600 = 21581 \text{ mm}$$

$$D_{tr}^{vd} = D_t^{vd} - 600 = 20381 \text{ mm}$$



Lực dọc trục trong vành đai:

$$N_1 = V_1 \frac{D_t^{cv}}{D_t^{vd}} \cdot R_t^{vd} = 31,52 \cdot \frac{21,925}{20,981} \cdot 10,49 = 343,87 \text{ T}$$

Tổ hợp mặt cắt vành đai:

- 2 [30c : F = 111,78 cm²
- 2 □ 20 × 280 : F = 112 cm²
- 2 □ 14 × 260 : F = 72,8 cm²
- 2 □ 10 × 400 : F = 80

$$\sum F = 376,58 \text{ cm}^2$$

$$J_y = 2 \left[(315,8 + \overline{24,51}^2 \cdot 55,89) + (\overline{27,6}^2 \cdot 2,28) + \right. \\ \left. + \overline{29,3}^2 \cdot 1,4 \cdot 26 \right] + \left(1 + \frac{\overline{40}^3}{12} \right) = 226262 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{226262}{376,58}} = 24,51$$

$$l = \frac{3,1416 \cdot 10,49}{\sqrt{3}} = 19,02\text{m} = 1,902\text{cm}$$

$$\lambda = \frac{l}{r} = \frac{1902}{24,51} = 77,6 \Rightarrow \varphi = 0,77$$

$$\sigma_y = \frac{N_l}{\varphi F} = \frac{343,87}{0,77 \cdot 376,58} = 1,185 \text{ T/cm}^2$$

7. Tính áp lực thủy động tác dụng lên vòng vây, tính với mực nước + 13,0 và giả định đất bên ngoài vòng vây xói đến $\nabla - 1,5$.

Giả thiết rằng ở chỗ mực nước cao (+ 13,0) lực xung kích của nước chảy bằng 2 lần lực xung kích của nước chảy bình quân, còn ở đáy sông ($\nabla - 1,5$) lực xung kích của nước chảy bằng 0.

Lực xung kích của nước chảy bình quân xác định theo công thức:

$$P_{bq} = k \frac{mv^2}{2g}$$

Trong đó: k - hệ số phụ thuộc hình dạng vòng vây: đối với vòng vây tròn k = 0,75.

m - khối lượng riêng của nước, bằng 1T/m^3 ;

v - lưu tốc nước bình quân = 1m/s (tính với $H = 13$);

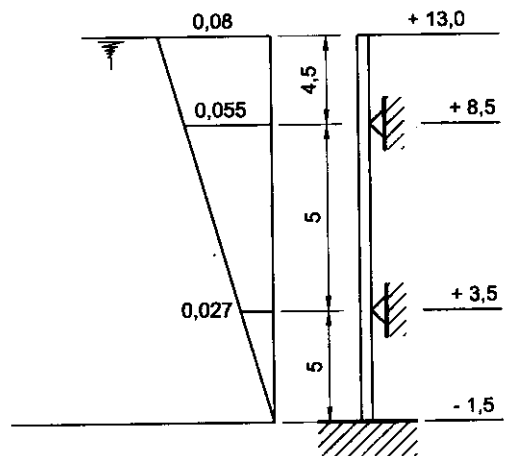
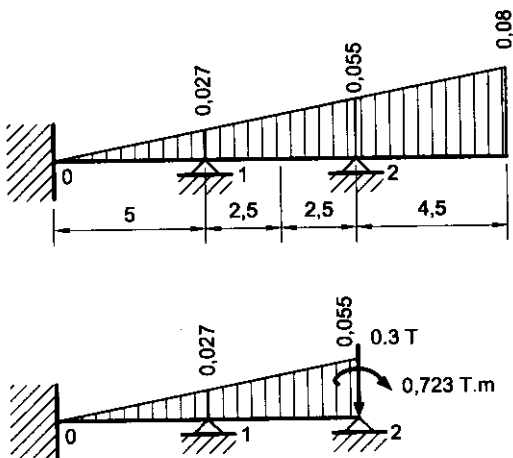
g - gia tốc trọng trường = $9,8\text{m/s}^2$.

$$P_{bq} = 0,75 \frac{1,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,038 \text{ T/m}^2 = 0,04\text{T/m}^2$$

Như vậy ở chỗ mực nước ta có:

$$P_{max} = 2P_{bq} = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ T/m}^2$$

và như vậy sơ đồ tính toán vòng vây với áp lực thủy động như sau:

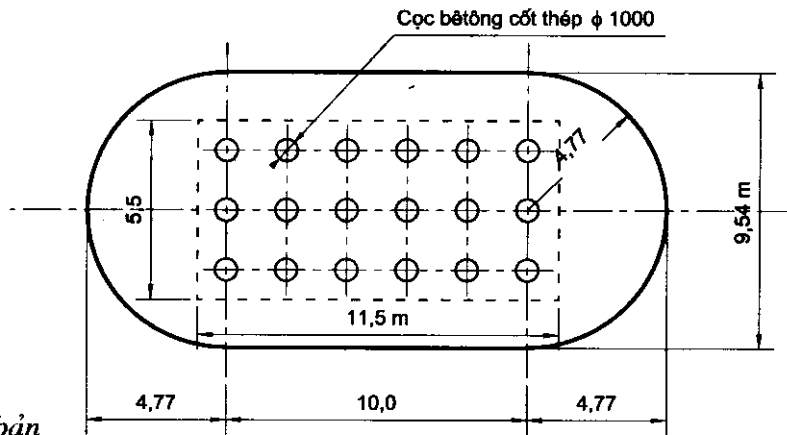
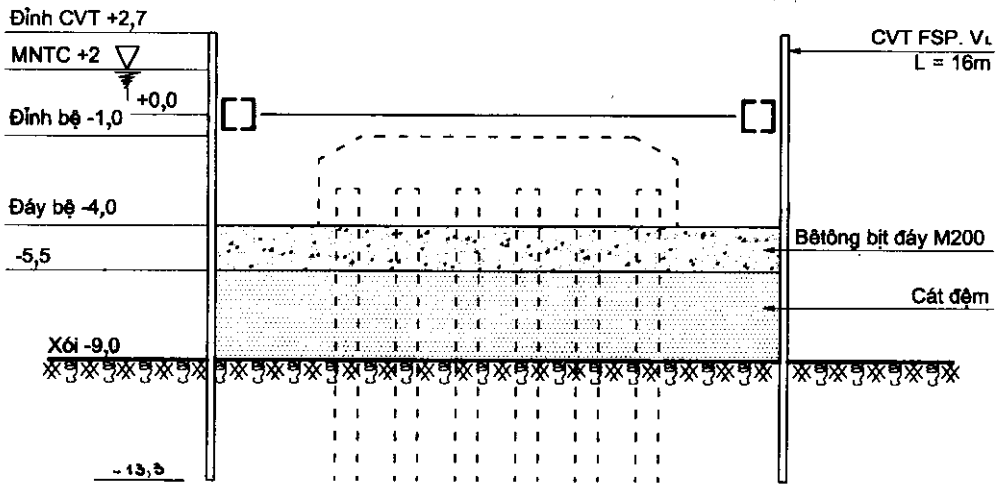


Kết quả tính toán: $M_0^{td} = -0,109Tm$; $M_1^{td} = 0,126$
 $v_0^{td} = 0,067T/m$; $v_1^{td} = -0,083T/m$; $v_2^{td} = 0,583T/m$

Kết quả cho thấy rằng nội lực phát sinh trong các bộ phận của vòng vây rất nhỏ, nên có thể bỏ qua.

Thí dụ 2

1. Các kích thước cơ bản



2. Các số liệu cơ bản

- Địa chất: Từ $\nabla -9 \div \nabla -10$: cát mịn
 $\nabla -10 \div \nabla -11,7$: bùn sét pha cát B = 1,02
 $\nabla -11,7 \div \nabla -21,7$: sét dẻo chảy B = 0,96
- Thủy văn: MNCN + 3,0
MNTC + 2,0 , $v = 1,5m/s$
MNTN -0,5
- Cọc ván thép: Loại FSP . V_L
 $F = 133,8cm^2$;

$$J_x = 7960\text{cm}^4; J/m = 63.000\text{cm}^4/\text{m}.$$

$$W_x = 520\text{cm}^3; W/m = 3150\text{cm}^3/\text{m}.$$

3. Tính toán

Nội dung:

- Tính chiều dây lớp bê tông bít đáy:

Trường hợp 1: Tính chịu áp lực đẩy nổi:

Diện tích chịu lực đẩy nổi:

$$F = \frac{3,14}{4} \cdot 9,54^2 + 10,9,54 = 167\text{m}^2$$

Chiều cao cột nước áp lực: $H = 7,5\text{m}$.

Lực đẩy nổi $P_{dn} = 7,5 \cdot 167 = 1252,5\text{T}$

- Trọng lượng các bộ phận của vòng vây

CVT: 100 thanh, trọng lượng: 168T

Vành đai, khung chống, trọng lượng 7,3T

Bê tông bít đáy: $167 \times 1,5 \times 2,3 = 576,15\text{T}$

$$\text{Cộng: } \underline{751,45\text{T}}$$

- Lực ma sát giữa bê tông bít đáy và đầu cọc $\phi 1\text{m}$.

$$P_{\text{cọc}}^{\text{ms}} = 18 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 6 = 508\text{T}$$

- Lực ma sát giữa chân cọc ván thép và đất trong phạm vi 1m chiều dây của tầng cát mịn:

$$P_{\text{CVT}}^{\text{ms}} = 2,9(20 + 3,14 \cdot 9,54)1 = 144\text{T}$$

Tổng cộng lực giữ chống lại lực đẩy nổi là:

$$P_{\text{giữ}} = 751,45 + 508 + 144 = 1403,45\text{T}$$

$$P_{\text{giữ}} > P_{dn}$$

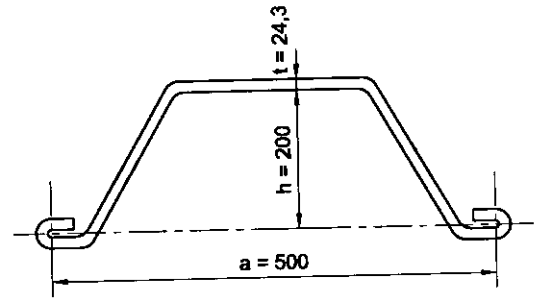
Trường hợp 2: tách một dải bê tông bít đáy hướng tâm ở phần đầu tròn và coi nó như một dầm bị ngàm một đầu ở tim hàng cọc biên và một đầu hẫng.

- Tải trọng tác dụng lên dầm:

Tải trọng phân bố đều $q_1 = 2,3 \times 1,5 = 3,45\text{T/m}$.

Áp lực đẩy nổi của nước $q_2 = - 7,5\text{T/m}$.

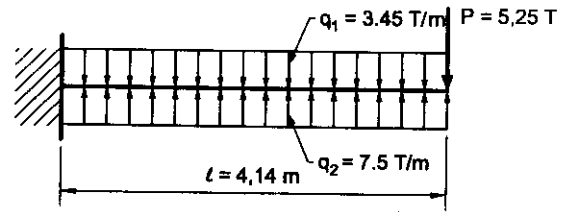
Ở đầu hẫng của dầm chịu một lực tập trung do ma sát với cọc ván thép $P = 3,5 \cdot 1 \cdot 1,5 = 5,25\text{T}$.



Sơ đồ tính toán:

$$M_{\max} = \frac{(q_2 - q_1)l^2}{2} - Pl$$

$$= \frac{(7,5 - 3,45)4,14^2}{2} - 5,25 \cdot 4,14 = 12,97 \text{ Tm}$$



Hình

Mômen kháng uốn của dầm:

$$W = \frac{1 \cdot 1,5^2}{6} = 0,375 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{\text{kéo}} = \frac{M}{W} = \frac{12,97}{0,375} = 34,58 \text{ T/m}^2 < [\sigma]_{\text{bê tông M150}}^k = 58 \text{ T/m}^2$$

Vậy lớp bê tông bít đáy M200 với chiều dày 1,5m là đảm bảo an toàn.

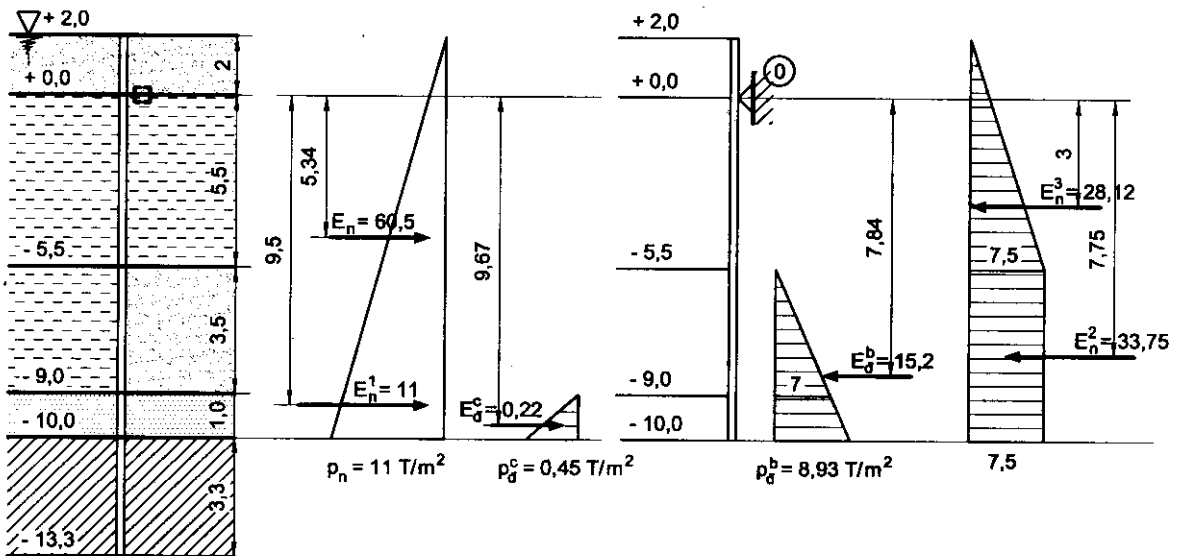
- Kiểm tra ổn định của tường cọc ván:

1. Xét ở giai đoạn trước khi đổ bê tông bít đáy với các giả thiết sau:

- + CVT đã đóng đến cao độ thiết kế - 13,3 và đã lấp xong vành đai, khung chống ở $\nabla \pm 0,0$.
- + Lòng sông xói đến $\nabla - 9,0$;
- + Đã đổ đất bên trong vòng vây đến $\nabla - 5,5$.

Đất đắp cùng loại với lớp cát mịn của lòng sông từ $\nabla - 9,0 \div \nabla - 10,0$ có $\gamma = 1,9 \text{ T/m}^3$;
 $\varphi = 26^\circ$; $\varepsilon = 0,75$.

+ Khi tính áp lực ngang của đất tác dụng lên tường cọc ván, bỏ qua tác dụng của lớp đất yếu từ $\nabla - 10,0$ trở xuống.



Sơ đồ tường cọc ván trước khi đổ bê tông bít đáy

Sơ đồ tính toán tường cọc ván về ổn định chống lật

• *Xác định áp lực ngang của nước và đất tác dụng lên tường CV:*

*) Áp lực ngang từ bên ngoài vòng vây:

$$\text{Áp lực thủy tĩnh: } P_n = \gamma H = 1 \cdot 11 = 11 \text{ T/m}^2;$$

Hợp lực của áp lực nước:

$$\text{Đoạn từ } \nabla + 2 \div \nabla - 9,0 \quad : E_n = 60,5 \text{ T}$$

$$\text{Đoạn từ } \nabla - 9 \div \nabla - 10,0 \quad : E'_n = 11 \text{ T}$$

Áp lực chủ động của đất:

$$P_d^c = n_c \cdot \gamma_{dn} \cdot h_d \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

n_c - hệ số áp lực chủ động của đất = 1,2.

γ_{dn} - dung trọng đẩy nổi của đất:

$$\gamma_{dn} = \frac{1}{1 + \varepsilon} (\gamma_o - \gamma_n)$$

ε - hệ số rỗng của đất = 0,75.

γ_o - trọng lượng đơn vị của đất = 2,7 T/m³;

γ_n - dung trọng nước = 1 T/m³.

$$\gamma_{dn} = \frac{1}{1 + 0,75} (2,7 - 1) = 0,97 \text{ T/m}^3$$

h_d - chiều dày cột đất áp lực = 1 m.

φ - góc nội ma sát của đất = 26°.

$$P_d^c = 1,2 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{26}{2} \right) = 0,45 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Hợp lực của áp lực đất: } E_d^c = 0,45 \cdot \frac{1}{2} = 0,22 \text{ T}$$

* Áp lực ngang từ bên trong vòng vây

Áp lực thủy tĩnh của nước:

$$P_n = 1 \cdot 7,5 = 7,5 \text{ T/m}^2$$

Hợp lực của áp lực nước:

$$\text{đoạn từ } \nabla + 2 \div \nabla - 5,5 \quad : E_n^1 = 28,12 \text{ T}$$

$$\text{đoạn từ } \nabla - 5,5 \div \nabla - 10,0 \quad : E_n^2 = 33,75 \text{ T}$$

Áp lực bị động của đất bên trong vòng vây:

$$P_d^b = n_b \cdot \gamma_{dn} \cdot h_d \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

n_b - hệ số áp lực bị động của đất = 0,8.

h_d - chiều cao cột đất áp lực = 4,5m.

γ_{dn}, φ - lấy như trên

$$P_d^b = 0,8 \cdot 0,97 \cdot 4,5 \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{26}{2} \right) = 8,93 \text{T/m}^2$$

$$\text{Hợp lực của áp lực đất } E_d^b = \frac{8,93 \cdot 4,5^2}{2} = 20,09 \text{T}$$

• Điều kiện ổn định của tường cọc ván:

Trục quay của tường cọc ván là vành đai ở cao độ $\pm 0,0$ (điểm "O").

Điều kiện ổn định chống lật: $M_o^l \leq m M_o^g$.

M_o^l - mômen của các lực lật tường cọc ván đối với điểm "O"

M_o^g - mômen của các lực giữ ổn định cho tường cọc ván đối với điểm "O".

m - hệ số điều kiện làm việc = 0,95;

$$M_o^l = 60,5 \cdot 5,34 + 11,9,5 + 0,22 \cdot 9,67 = 429,69 \text{Tm.}$$

$$M_o^g = 28,12 \cdot 3 + 33,75 \cdot 7,75 + 15,62 \cdot 7,84 = 468,37 \text{Tm.}$$

$$m M_o^g = 0,95 \cdot 468,38 = 444,96 \text{Tm} > M_o^l = 429,69 \text{Tm.}$$

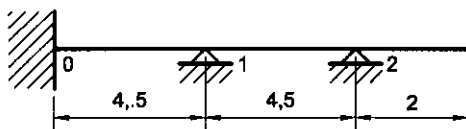
Vậy điều kiện chống lật của tường cọc ván được đảm bảo.

* Tính toán độ bền của các bộ phận của vòng vây

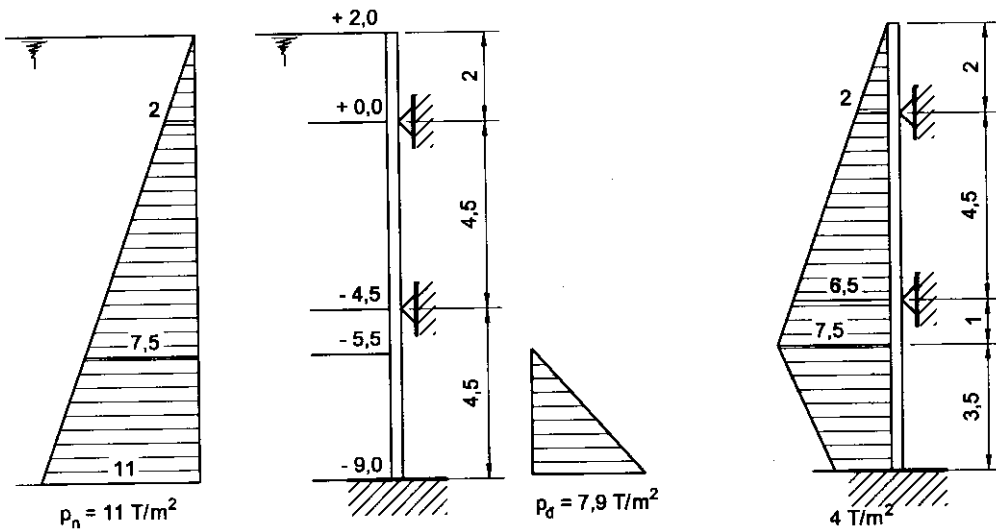
Xét ở giai đoạn sau khi đổ bê tông bít đáy, và hút cạn nước ở bên trong vòng vây để thi công bê

+ Tính toán cọc ván thép

• Sơ đồ tính: Coi tường cọc ván là một dầm bị ngàm một đầu ở $\nabla - 9,0$ và kê trên 2 gối: một gối ở vành đai $\nabla \pm 0,0$ một gối ở dưới mặt lớp bê tông bít đáy 0,5m ($\nabla - 4,5$).



- Tải trọng tác dụng gồm có:
 - ① Áp lực thủy tĩnh của nước;
 - ② Áp lực thủy động;
 - ③ Áp lực đất;
 - ④ Lực gió;
 - ⑤ Lực sóng;
 - ⑥ Lực va.
- Tính toán nội lực:
- Với tổ hợp lực: ① + ③



Biểu đồ áp lực ngang của nước và đất tác dụng lên tường cọc ván

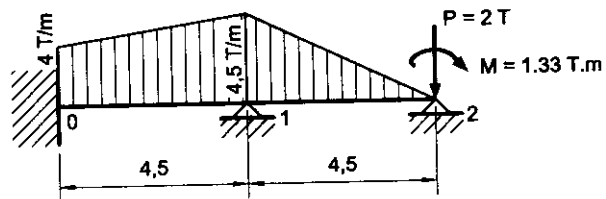
Biểu đồ áp lực ngang tổng cộng tác dụng lên tường cọc ván

Để đơn giản ta tách một dải tường cọc ván có bề rộng 1m theo phương đứng để tính, và có tải trọng phân bố dạng tam giác tác dụng trên nhịp 2 với $q_{\max} = 7,5T/m^2 \times 1m = 7,5T/m$, tải trọng phân bố hình thang tác dụng trên nhịp 1 với $q_1 = 4T/m^2 \times 1m = 4T/m$ và $q_2 = 7,5T/m^2 \times 1m = 7,5T/m$. Ngoài ra chuyển tải trọng phân bố tam giác ở nút hẫng của nhịp 2 về đặt tại gối phải của nhịp đó, ta được một lực tập trung $P = \frac{2 \times 2}{2} = 2T$ và một mômen.

$$M = 2 \frac{2}{3} = 1,33T.m$$

Sơ đồ tính toán tường cọc ván:

Kết quả tính toán:



Các mômen gối: $M_0 = -7,02T.m$; $M_1 = -9,25T.m$

Các phản lực gối: $R_0 = 5,32T/m$; $R_1 = 23,74T/m$; $R_2 = 5,84T/m$.

•• Với tổ hợp chỉ có lực ② (áp lực thủy động).

Giả thiết tại MNTC + 2,0 lực xung kích của nước chảy bằng 2 lần lực xung kích của nước chảy bình quân, còn ở đáy sông, lực xung kích của nước chảy bằng 0.

Lực xung kích của nước chảy bình quân:

$$P_{bq} = K_1 K_2 \frac{mV^2}{2g}$$

Trong đó: K_1 - phụ thuộc hình dạng CVT = 1,4;

K_2 - hệ số phụ thuộc hình dạng vòng vây = 0,73;

m - khối lượng riêng của nước = 1,0;

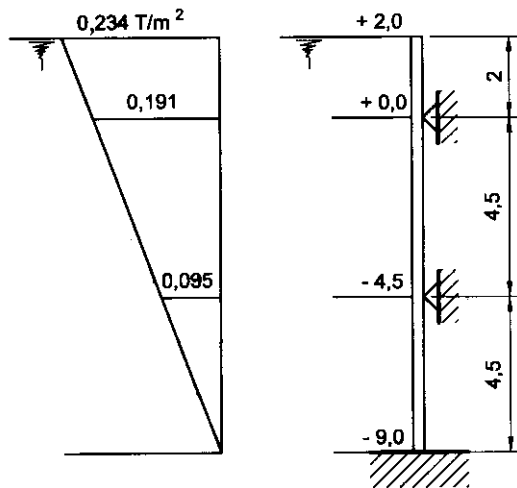
V - lưu tốc nước = 1,5m/s;

g - gia tốc trọng trường = 9,81m/s².

$$P_{bq} = 1,4 \cdot 0,73 \cdot \frac{1 \cdot 1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,117T/m^2$$

Tại MNTC + 2,0 ; $P_{max} = 2 \cdot 0,117 = 0,234T/m^2$.

Ta có biểu đồ áp lực thủy động tác dụng lên tường cọc ván như sau:



Biểu đồ áp lực thủy động tác dụng lên tường cọc ván

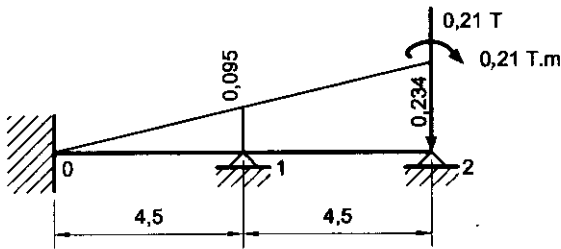
Đưa về sơ đồ tính toán (với 1 dài tường cọc ván rộng 1m theo phương đứng)

Kết quả tính toán:

Mômen gối: $M_0 = -0,02Tm$

$M_1 = -0,27 Tm$

Phản lực gối: $V_0 = -0,12 \text{ T/m}$
 $V_1 = 0,45 \text{ T/m}$
 $V_2 = 0,58 \text{ T/m}$



• Kiểm toán khả năng chịu lực của CVT:

Từ kết quả tính toán nội lực ở trên chọn mômen gối có trị số tuyệt đối lớn nhất để kiểm toán $M_1 = 9,25 \text{ T.m}$.

Khả năng chịu uốn của một dải CVT có bề rộng 1m theo phương đứng:

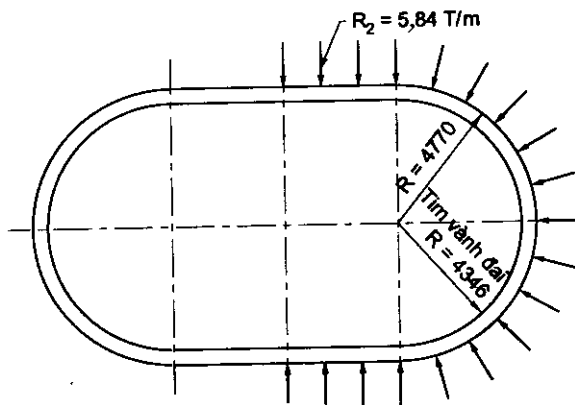
$$[M] = W/m [\sigma] = 3150 \cdot 1700 = 5.355.000 \text{ kGcm.}$$

$$[M] = 53,55 \text{ T.m} > M_{\max} = 9,25 \text{ T.m}$$

Như vậy CVT đủ khả năng chịu lực.

+ Tính toán vành đai

• Tính đoạn vành đai tròn



Tính với kết quả theo tổ hợp lực ① + ③ (áp lực thủy tĩnh và áp lực đất):

Áp lực ngang tác dụng lên CVT dưới dạng tải trọng phân bố đều: $R_2 = 5,84 \text{ T/m}$

Áp lực ngang tác dụng lên vành đai:

$$p = R_2 \cdot \frac{R_{\text{tìm}}^{\text{CV}}}{R_{\text{tìm}}^{\text{Vd}}} = 5,84 \cdot \frac{4,77}{4,436} = 6,27 \text{ T/m}$$

Lực dọc trục trong đoạn vành đai tròn:

$$N = pR^{\text{timvd}} = 6,27 \cdot 4,436 = 27,81\text{T}$$

Chọn tiết diện vành đai:

$$2 [30 + \text{thanh giằng } L50^2 \times 5$$

$$1 [30 : \quad F = 40,5 \text{ cm}^2$$

$$W_{x_0} = 387 \text{ cm}^3 ; J_{x_0} = 5810 \text{ cm}^4$$

$$W_{y_0} = 43,6 \text{ cm}^3 ; J_{y_0} = 327 \text{ cm}^4$$

$$2 [30:$$

$$F_{\text{ng}} = 2 \cdot 40,5 = 81 \text{ cm}^2$$

$$J_Y = 2 \left[327 + 40,5 \cdot 17,48^2 \right] = 25.403,58 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F_{\text{ng}}}} = \sqrt{\frac{25403,58}{81}} = 17,71 \text{ cm}$$

Chiều dài tự do của vành đai:

$$l_0 = \frac{\pi R^{\text{timvd}}}{\sqrt{3}} = \frac{3,14 \cdot 434,6}{\sqrt{3}} = 787,9 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{787,9}{17,71} = 44,489 \Rightarrow \varphi = 0,83$$

Với thanh giằng bằng $L50^2 \times 5$, ta có:

Độ mảnh tính đối:

$$\lambda_{\text{td}} = \lambda_y \sqrt{1 + K_1 K_2 \frac{F_{\text{ng}}}{F_{\text{gi}}}} \quad , \quad \text{nhưng } \lambda_{\text{td}} \leq \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_n^2}$$

Trong đó: λ_y = - độ mảnh khi vành đai bị uốn trong mặt phẳng Y-Y;

F_{ng} - diện tích tiết diện nguyên của 2 nhánh vành đai.

$$F_{\text{ng}} = 81 \text{ cm}^2$$

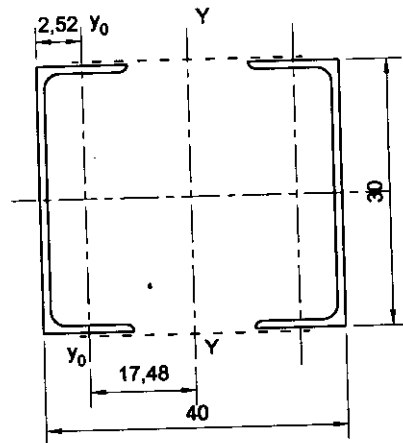
F_{gi} - diện tích tiết diện có hiệu quả của thanh giằng trên cùng một mặt cắt (cả trên và dưới)

$$F_{\text{gi}} = 4,8 \text{ cm}^2 \cdot 2 = 9,6 \text{ cm}^2$$

K_1 - hệ số phụ thuộc độ mảnh:

$$\text{Khi } \lambda_y \leq 100 \text{ thì } K_1 = \frac{0,3}{\lambda_y} = 0,0067$$

$$\lambda_y > 100 \text{ thì } K_1 = \frac{30}{\lambda_y^2}$$



Ở đây $\lambda_y = 44,489 \Rightarrow K_1 = \frac{0,3}{44,489} = 0,0067$

K_2 - hệ số = 1,8. (phụ thuộc góc xiên của thanh liên kết 2 nhánh vành đai).

$$\lambda_{td} = 44,489 \sqrt{1 + 0,0067 \cdot 1,8 \cdot \frac{81}{9,6}} = 46,69$$

Tính $\sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_n^2}$:

Giả sử chọn bước thanh giằng là 30cm và nhánh của vành đai là 1 [30:

$$J_{y_0} = 327\text{cm}^4; F = 40,5\text{cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{327}{40,5}} = 2,84$$

$$\lambda_n = \frac{30}{2,84} = 10,56$$

$$\sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_n^2} = \sqrt{44,489^2 + 10,56^2} = 45,72$$

Vậy lấy $\lambda_{td} = 46,69$ để tính toán.

$$\varphi = 0,825.$$

Ứng suất dọc trục trong vành đai:

$$\sigma_{tr} = \frac{N}{\varphi F} = \frac{27,81}{0,825 \cdot 81} = 0,461\text{T/cm}^2 < 1,7\text{T/cm}^2$$

- Xét nhánh ngoài của vành đai chịu áp lực ngang cục bộ:

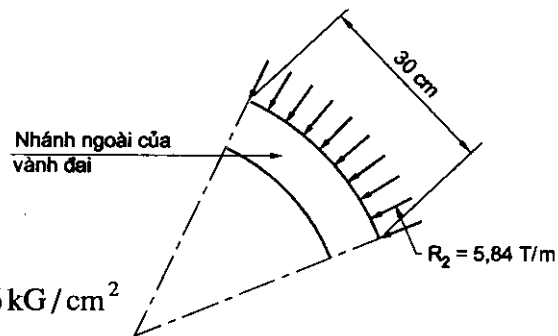
+ Của nước và đất (tổ hợp lực (1) + (3)).

Coi vành đai là dầm liên tục nhiều nhịp đều nhau $l = 30\text{cm}$ chịu tải trọng phân bố đều là áp lực ngang của nước và đất $R_2 = 5,84\text{T/m}$.

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 0,1R_2l^2 \\ &= 0,1 \cdot 5,84 \cdot 0,3^2 = 0,052\text{Tm} \end{aligned}$$

Ứng suất cục bộ:

$$\sigma_{\text{cục bộ}} = \frac{M_{\max}}{W_{y_0}} = \frac{0,052 \cdot 10^5}{43,6} = 119,26\text{kG/cm}^2$$



Ứng suất tổ hợp trong vành đai:

$$\sigma_{th}^I = \sigma_{tr} + \sigma_{cb} = 0,416 + 0,119 = 0,535\text{T/cm}^2$$

+ Cửa áp lực thủy động:

Cũng với sơ đồ tính toán như trên, nhưng vành đai chịu tải trọng phân bố đều $V_2 = 0,58T/m$.

$$M_{\max} = 0,1 V_2 \cdot l^2 = 0,1 \cdot 0,58 \cdot 0,3^2 = 0,0052Tm.$$

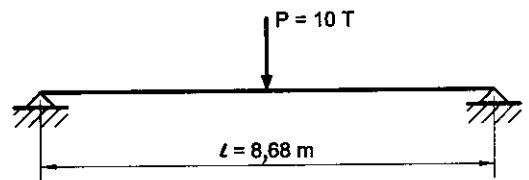
$$\sigma_{cb} = \frac{0,0052 \cdot 10^5}{43,6} = 11,92kG/cm^2$$

Ứng suất, tổ hợp:

$$\sigma_{ib}^2 = \sigma_{ir} + \sigma_{cb} = 0,416 + 0,0119 = 0,427T/cm^2$$

- Tính toán vành đai chịu lực va:

Coi đoạn vành đai tròn là một dầm đơn giản tựa trên 2 gối là mối liên kết giữa chúng, với đoạn vành đai thẳng, chịu lực tập trung $P = 10T$.



$$M_{\max} = \frac{Pl}{4} = \frac{10 \cdot 8,68}{4} = 21,7Tm$$

$$\sigma_{va} = \frac{M}{W_v} = \frac{21,7}{25403,58} = 0,017T/cm^2$$

Ứng suất tổ hợp:

$$\sigma_{th}^3 = \sigma_{ir} + \sigma_{va} = 0,416 + 0,017 = 0,433 T/cm^2$$

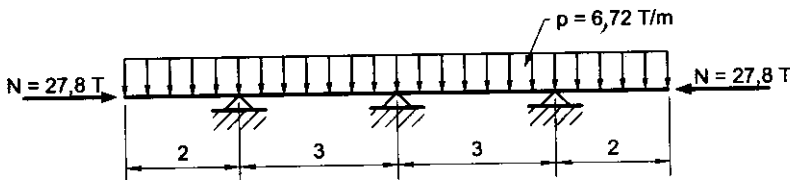
Như vậy đoạn vành đai tròn, chọn tiết diện 2 [30 là hoàn toàn đảm bảo an toàn về độ bền.

• Tính đoạn vành đai thẳng

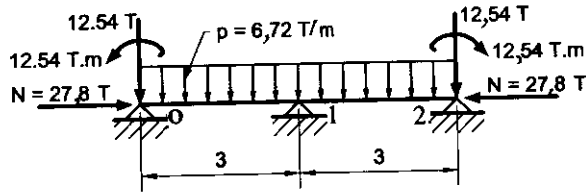
Chọn tiết diện đoạn vành đai thẳng và bố trí thanh giằng giữa 2 nhánh của nó cũng giống như đoạn vành đai tròn.

Đoạn vành đai thẳng chịu lực nén dọc trục N do đoạn vành đai tròn truyền sang và áp lực ngang rải đều $p = 6,27T/m$.

Sơ đồ tính toán: coi đoạn vành đai thẳng là một dầm liên tục 2 nhịp đều nhau có mút thừa:



Đưa về sơ đồ tính toán:



Kết quả tính toán:

Mômen gối $M_1 = 5,49 \text{ Tm}$

$$R_0 = R_2 = 7,05 \text{ T}; R_1 = 48,58 \text{ T.}$$

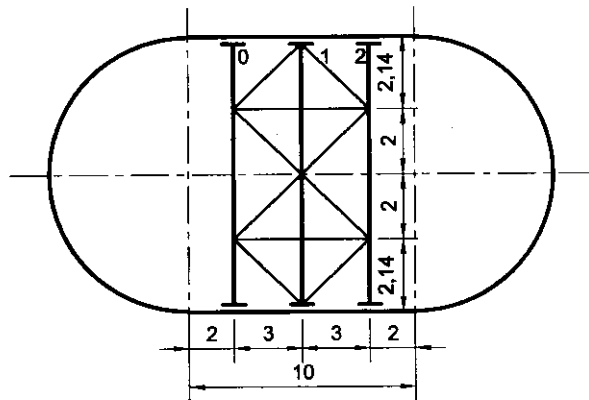
Như vậy đoạn vành đai thẳng chịu lực dọc trục $N = 27,8 \text{ T}$ và mômen $M = 5,49 \text{ Tm}$.

Ứng suất phát sinh trong vành đai thẳng:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{27,8 \cdot 10^3}{81} + \frac{5,49 \cdot 10^5}{25403,58} = \\ &= 343,2 + 432,22 = 775,42 \text{ kG/cm}^2 < 1700 \text{ kG/cm}^2 \end{aligned}$$

+ Tính toán khung chống

Sơ đồ bố trí khung chống



Thanh chống số 0 và 2 chịu lực nén bằng phản lực gối $R_0 = 7,05 \text{ T}$.

Công thức kiểm tra cường độ $\sigma = \frac{N}{\varphi F} \leq [\sigma]$

Chọn tiết diện 1 I 30. ГОСТ - 8239-72.

$$F = 46,5 \text{ cm}^2, J_y = 337 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{337}{46,5}} = 2,69; l_0 = 200 \text{ cm};$$

$$\lambda_y = \frac{l_o}{r_y} = \frac{200}{2,69} = 74,34 \Rightarrow \phi_y = 0,74$$

$$\sigma_y = \frac{7050}{0,74 \cdot 46,5} = 204,88 \text{ kG/cm}^2 < 1700 \text{ kG/cm}^2$$

Thanh chống số 1 chịu lực nén bằng phản lực $V_1 = 48,58T$ chọn tiết diện 2 I 30:

$$F_{ng} = 2 \times 46,5 = 93 \text{ cm}^2$$

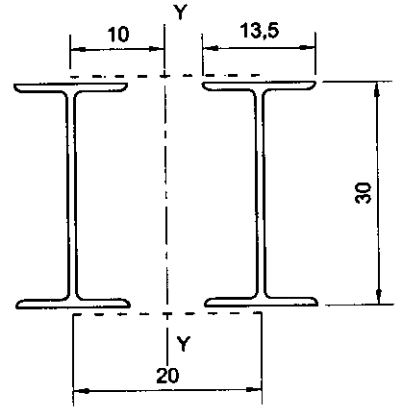
$$J_y = 2(337 + 46,5 \cdot 10^2) = 9974 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{9974}{2 \times 46,5}} = 10,35$$

$$l_o = 200$$

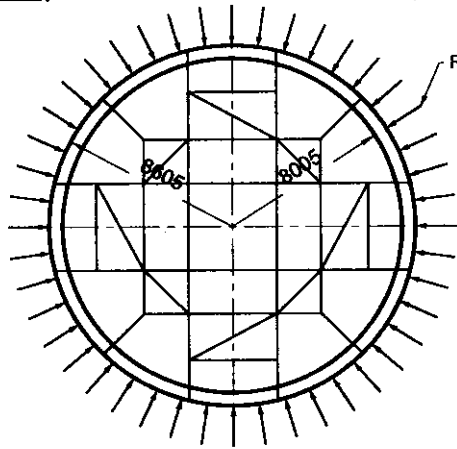
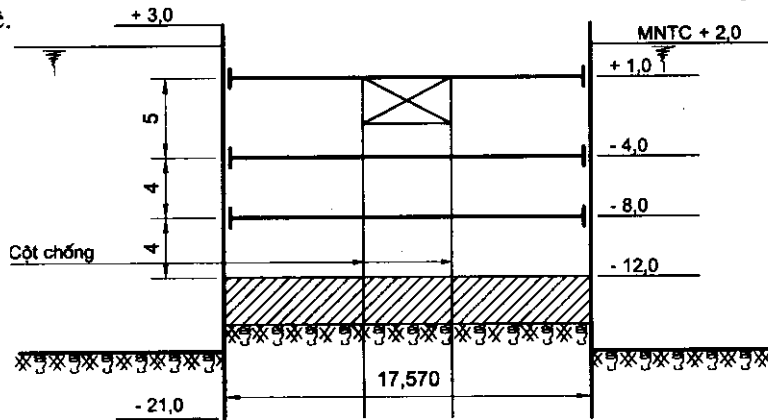
$$\lambda_y = \frac{l_o}{r_y} = \frac{200}{10,35} = 19,32 \Rightarrow \phi = 0,97$$

$$\sigma_y = \frac{48580}{0,97 \cdot 46,5 \cdot 2} = 538,52 \text{ kG/cm}^2 < 1700 \text{ kG/cm}^2$$



Thí dụ 3:

Tính toán vòng vây CVT (theo sơ đồ dưới đây) ở giai đoạn sau khi đổ bê tông bịt đáy kể hút nước thi công bệ.



Các dữ kiện tính toán:

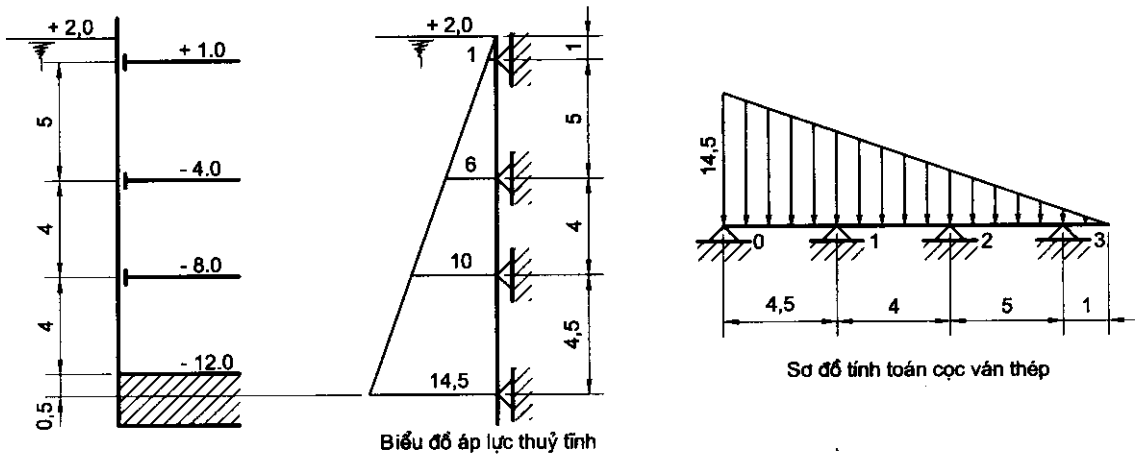
- Mức nước thi công: + 2,0
- Mức nước lũ + 3,5.
- Lưu tốc nước khi lũ: $V = 2\text{m/s}$.
- Gió tính với gió cấp 10; cọc ván thép Latxen IV có $W/m = 2000\text{cm}^3$.

Trường hợp tính toán:

- Vành đai và CVT tính ở giai đoạn sau khi đổ bê tông bịt đáy và đã hút khô nước bên trong vòng vây để thi công bệ.

- Cọc chống tính trong giai đoạn lũ.

1. Kiểm tra ứng suất trong cọc ván thép do tác dụng của áp lực thủy tĩnh



Kết quả tính toán:

$$M_1 = - 21,87 \text{ T.m} ; M_2 = - 8,498\text{T.m} ;$$

$$M_3 = - 0,167\text{T.m} ; R_0 = 24,39\text{T} ;$$

$$R_1 = 51,41\text{T} ; R_2 = 23,823\text{T} ; R_3 = 5,5\text{T}$$

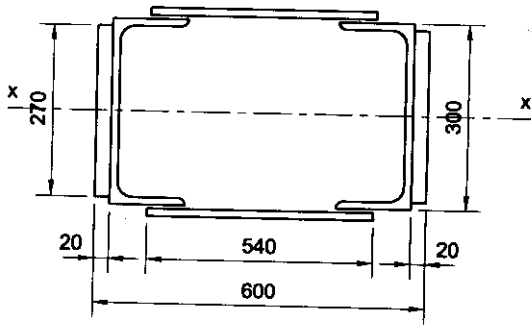
Ứng suất phát sinh trong cọc ván thép:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{2187000}{2000} = 1093,5 \text{ kG/cm}^2$$

2. Tính toán vành đai

Vành đai 1 chịu lực lớn nhất $R_1 = 51,41\text{T}$.

Chọn tiết diện vành đai như sau:



$$F_{ng} = 361,8\text{cm}^2$$

$$F_{gi} = 253,67\text{cm}^2$$

$$J_{xng} = 61.356\text{cm}^4$$

$$J_{xgi} = 41.890\text{cm}^4$$

$$W_{xgi} = 2523\text{cm}^3$$

Áp lực ngang tác dụng lên vành đai:

$$p = R_1 \cdot \frac{R_{tim}^{CV}}{R_{tim}^{v/d}} = 51,41 \cdot \frac{8,79}{8,305} = 54,41\text{T/m}$$

Lực dọc trục trong vành đai:

$$N = p \cdot R_{tim}^{v/d} = 54,41 \cdot 8,305 = 451,875\text{T}$$

Kiểm tra vành đai theo điều kiện cường độ:

$$\sigma = \frac{N}{F_{gi}} = \frac{451875}{253,67} = 1781\text{kG/cm}^2$$

Kiểm tra vành đai theo điều kiện ổn định:

Chiều dài chịu uốn của vành đai:

$$l_o = \frac{\pi R_t^{vd}}{\sqrt{3}} = \frac{3,14 \cdot 8,305}{\sqrt{3}} = 15,05\text{m} = 1505\text{cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F_{ng}}} = \sqrt{\frac{186036}{361,8}} = 22,7\text{cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_o}{r_y} = \frac{1505}{22,7} = 66 \Rightarrow \varphi = 0,76$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F_{ng}} = \frac{451875}{0,76 \cdot 361,8} = 1643\text{kG/cm}^2$$

3. Tính toán hệ cọc chống:

- Các dữ kiện:
- Cao độ mực nước + 3,5m.
- Lưu tốc nước $V = 2\text{m/s}$.
- Gió cấp 10 $V = 28\text{m/s}$.

a) Xác định áp lực ngang lên hệ khung chống theo chiều nước chảy:

- Áp lực thủy động

$$q_{td} = 2K_1 K_2 \frac{mV^2}{2g} = 2.1,4 \cdot 0,73 \frac{1.2^2}{2.9,81} = 0,417T/m.$$

- Lực ngang do tác dụng của sóng:

Độ dâng lên của nước trước vòng vây:

$$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{2^2}{2 \times 9,81} = 0,2m$$

Cường độ sóng: $q_s = \frac{10}{11} h_s$

$$h_s = 0,073 \cdot \omega_{10} \cdot K \sqrt{D\varepsilon}$$

$$\omega_{10} = 28m/s.$$

$$K = 1 + e^{\frac{-0,4.D}{\omega_{10}}} = 1 + e^{\frac{-0,4.5}{28}} = 1,932 \text{ (D chiều dài thời sóng = 5km)}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{0,9(100 + 28^2)^{1/2}} = 0,0374$$

$$h_s = 0,073.28.1,932\sqrt{5.0,0374} = 1,7m$$

$$q_s = \frac{10}{11} \cdot 1,7 = 1,55T/m$$

Chiều sâu ảnh hưởng của sóng: $H = 10h_s = 10 \cdot 1,7 = 17m$

Toàn bộ lực ngang truyền lực lên hệ thanh chống ở cao độ + 1,0.

Tìm phản lực tại gối A trên biểu đồ nước chảy và biểu đồ sóng, ta có:

$$R_{AC} = 2,758T$$

$$R_{AS} = 9,165T$$

Lực ngang do tác dụng của nước chảy và của sóng lên khung vây có chiều rộng $B = 17,58m$ là:

$$T = (R_{AC} + R_{AS} \cdot 0,7) B = (2,758 + 9,165 \cdot 0,7) 17,58 = 161,27T$$

0,7 - hệ số triết giảm áp lực sóng do khung vây có dạng hình tròn.

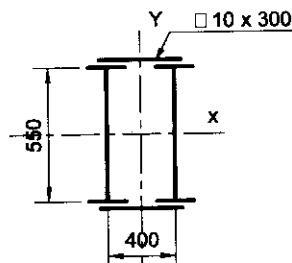
Khung vây bố trí 24 cọc thép, có đặc trưng tiết diện như sau:

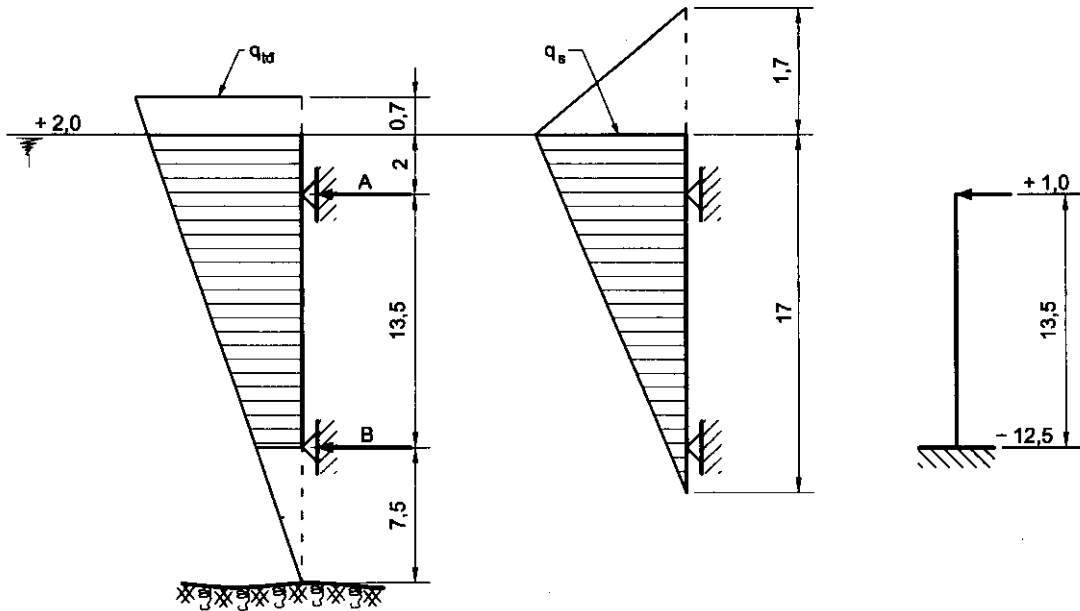
$$J_x = 158969cm^4$$

$$J_y = 101612cm^4$$

$$W_x = 5578cm^3$$

$$W_y = 3504cm^3$$





Với giả thiết lực ngang được phân phối cho các cọc với hệ số không đều $k = 1,25$, ta có lực ngang tác dụng lên một cọc là:

$$T_i = 1,25 \frac{161,27}{24} = 8,39T$$

Ứng suất phát sinh trong cọc là:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{T_i H}{W} = \frac{839000 \cdot 1320}{5578} = 1988 \text{ kG/cm}^2$$

2. Thùng chụp ngăn nước

a) Đặc điểm cấu tạo của thùng chụp

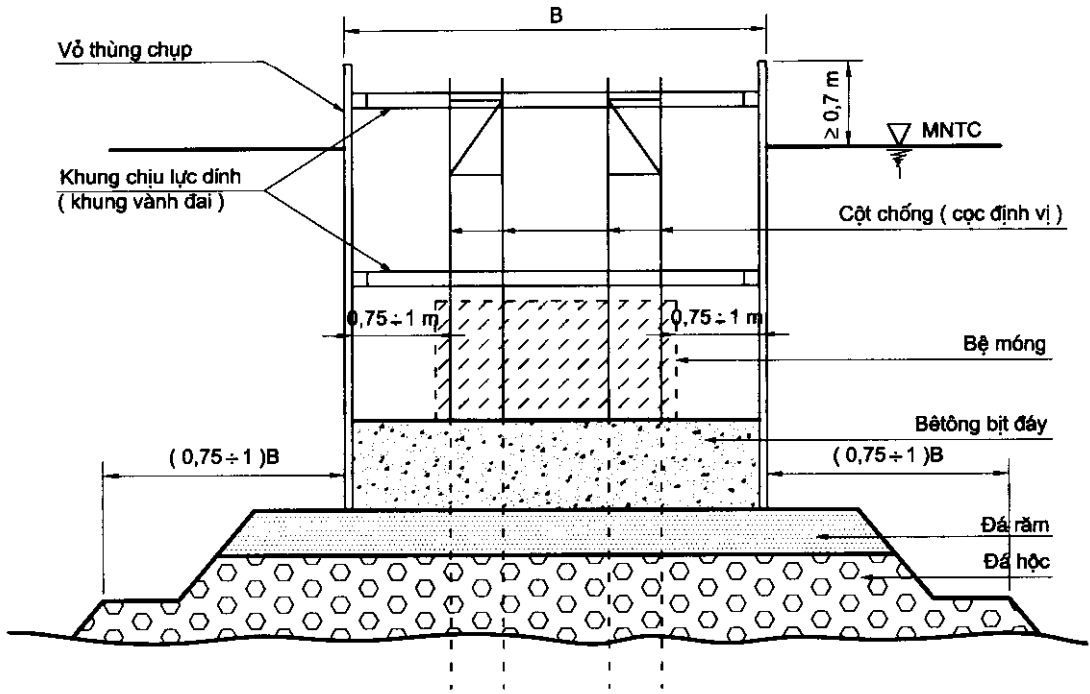
Thùng chụp ngăn nước thường có dạng hình tròn hoặc chữ nhật. Kết cấu một thùng chụp gồm các bộ phận cơ bản sau đây (xem hình 3.12).

- Vỏ
- Khung chịu lực chính (khung vành đai).
- Hệ cột chống (cột định vị).
- Lớp bê tông bịt đáy.
- Lớp đệm.

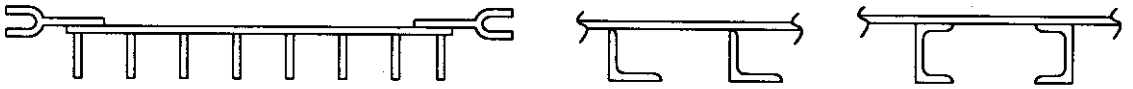
1. Vỏ thùng chụp

Vỏ thùng chụp được tổ hợp từ thép tấm và thép hình

Mặt cắt ngang của vỏ có dạng chỉ rõ trên hình 3.13.



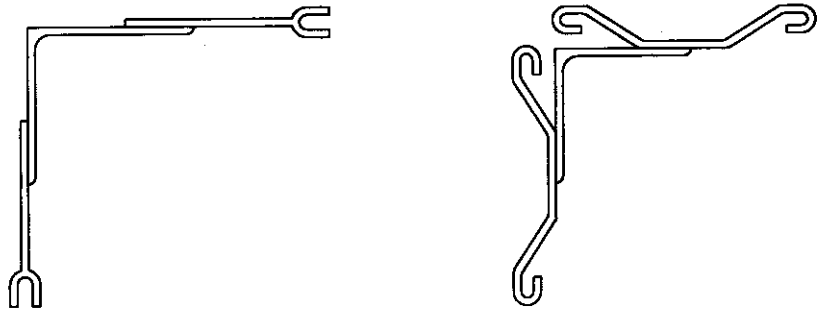
Hình 3.12: Sơ đồ cấu tạo thùng chụp



Hình 3.13: Mặt cắt ngang các tấm vỏ thùng chụp

Kích thước tấm vỏ xác định tùy thuộc vào kích thước thùng chụp và khả năng cầu chuyển. Thông thường nên chọn các tấm có chiều rộng 1 - 3m. Các tấm liên kết với nhau nhờ mẹ của cọc ván thép, hoặc dùng liên kết bulông có đệm zơng caosu.

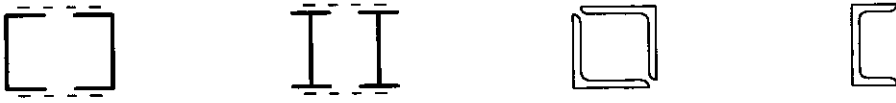
Đối với thùng chụp dạng chữ nhật, thì các tấm góc có cấu tạo như hình 3.14.



Hình 3.14

2. Khung chịu lực chính:

Khung chịu lực chính tổ hợp từ các loại thép hình mặt cắt ngang có dạng như ở hình 3.15.



Hình 3.15

Đối với thùng chụp có kích thước nhỏ và khi năng lực cấu cho phép cấu hạ toàn bộ thùng chụp xuống nước thì khung sườn chính có thể liên kết luôn với vỏ ngay từ khi chế tạo.

3. Hệ cột chống:

Hệ cột chống có tác dụng giữ cho thùng chụp ổn định khi chịu tác dụng của áp lực thủy động, lực sóng, lực gió, lực va. Cột chống thường tổ hợp từ các loại thép hình. Số lượng và chiều sâu hạ nó tùy thuộc vào điều kiện địa chất, thủy văn và lực tác dụng.

4. Lớp bê tông bịt đáy

Nếu khoảng cách từ đáy bệ đến đáy sông lớn thì có thể làm thùng chụp có đáy (bằng thép hoặc gỗ).

Trường hợp khoảng cách từ đáy bệ đến đáy sông không lớn lắm thì có thể đổ bê tông bịt đáy (bằng ống dẫn thẳng đứng, hoặc dùng phương pháp vữa dâng). Chiều dày lớp bê tông bịt đáy xác định bằng tính toán phụ thuộc vào chiều sâu nước.

5. Lớp đệm:

Trước khi đổ bê tông bịt đáy phải đổ một lớp đệm để san bằng đáy sông, đồng thời giảm khối lượng bê tông bịt đáy. Phạm vi đổ lớp đệm phụ thuộc vào điều kiện xói lở lòng sông. Thường lớp đáy nên dùng đá hộc có kích thước 20 - 40cm, lớp trên mặt dùng hỗn hợp đá dăm trộn cát thô và cát nhỏ để dễ san bằng và chống rò vữa khi đổ bê tông.

a) Sơ đồ hình dạng và kích thước cơ bản của thùng chụp

- Kích thước của thùng chụp trên mặt bằng được xác định từ kích thước thiết kế của bệ móng. Để xét đến điều kiện thi công, phải đảm bảo khoảng cách từ mép bệ móng đến chân thùng chụp không nhỏ hơn 0,75 - 1,0m. Trường hợp móng có cọc xiên thì còn phải đảm bảo chân thùng chụp không chạm vào cọc xiên.

- Kích thước của thùng chụp trên mặt đứng được xác định từ điều kiện xói lở lòng sông và mực nước thi công. Cao độ đỉnh thùng chụp phải cao hơn mực nước thi công không ít hơn 0,7m (xem hình 3.12).

b) Nội dung tính toán thùng chụp

Cũng như vòng vây cọc ván thép, tải trọng tác dụng vào thùng chụp chủ yếu là các lực ngang. Đó là áp lực thủy tĩnh, áp lực thủy động, lực sóng, lực gió, lực va. Trường hợp

trên sàn công tác có đặt các máy móc, thiết bị thi công... thì phải tính thêm lực đứng do trọng lượng bản thân của các máy móc, thiết bị đó.

Khi tính toán thùng chụp cũng cần xét trong giai đoạn thi công:

Giai đoạn 1: Thùng chụp đã hạ đến đáy sông, nhưng chưa đổ bê tông bịt đáy. Ở giai đoạn này sự ổn định của thùng chụp chủ yếu dựa vào hệ cột chống.

Giai đoạn 2: Thùng chụp đã hạ đến đáy sông, đổ xong bê tông bịt đáy, và hút nước thi công bệ.

Nội dung tính toán thùng chụp bao gồm:

- Tính xói cục bộ.
- Tính toán kết cấu vỏ thùng chụp.
- Tính toán khung chịu lực chính (còn gọi là khung vành đai).
- Tính toán hệ cột chống (còn gọi là hệ cọc định vị).
- Tính chiều dày lớp bê tông từ đáy.

1. Tính xói cục bộ:

Trước tiên cần căn cứ hình dạng thùng chụp, tình hình địa chất, thủy văn tại nơi xây dựng công trình để tính toán chiều sâu xói cục bộ. Từ đó quyết định chiều cao thùng chụp.

Để tính xói cục bộ có thể dùng công thức đơn giản trong BCH-62.69:

$$h_{cb} = (h_o + 0,014 \frac{V - V_{ox}}{\omega} B) K_d \cdot K \quad (3.20)$$

Trong đó:

$$h_o = \frac{6,2 \chi H}{\frac{V_{ox}}{\omega}};$$

χ - hệ số phụ thuộc chiều sâu nước và kích thước thường chụp (tra bảng trong quy trình BCH-62-69);

$$V_{ox} = 3,6 \sqrt{H \cdot d} ;$$

d - đường kính của hạt đất ở đáy sông;

K_d - hệ số phụ hình dạng trụ, tra bảng trong quy trình;

K - hệ số phụ thuộc góc xiên giữa dòng chảy và thùng chụp nếu góc xiên $\alpha \leq 10$ thì $K = 1,0$;

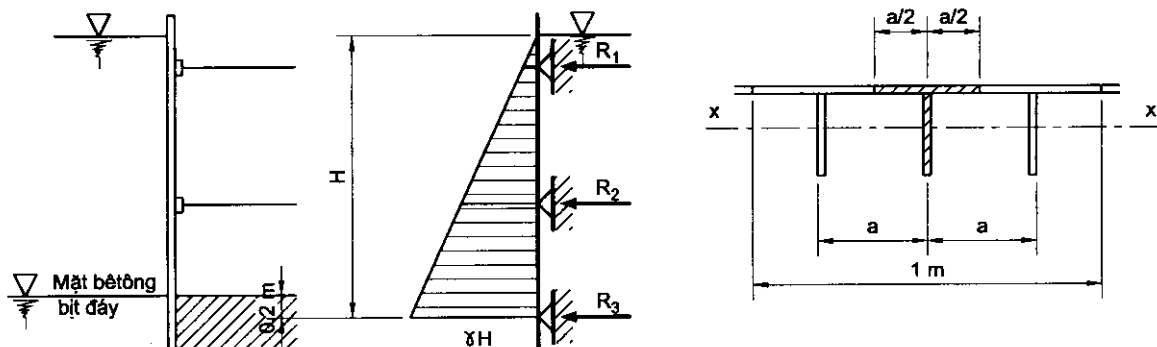
H - chiều sâu nước;

ω - hệ số phụ thuộc vào đường kính của hạt đất ở đáy sông, tra bảng trong quy trình;

B - bề rộng trụ.

2. Tính toán kết cấu vỏ thùng chụp

Sơ đồ tải trọng tác dụng lên vỏ thùng chụp (xem hình).



Kiểm tra ứng suất vỏ thùng chụp theo công thức:

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (3.20)$$

Trong đó:

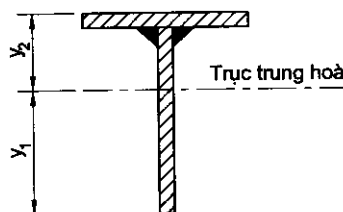
M - mômen phát sinh lớn nhất trong vỏ do áp lực thủy tĩnh gây nên.

W - mômen chống uốn của tiết diện vỏ.

Có thể tính W cho 1m chiều rộng vỏ hoặc tính theo một phần tiết diện như trên hình.

$$\sigma_1 = \frac{M}{J} y_1;$$

$$\sigma_2 = \frac{M}{J} y_2;$$



y_1, y_2 - khoảng từ trục trung hòa tới các mép trên và dưới của tiết diện.

Kiểm tra mối hàn liên kết sườn và vỏ theo công thức:

$$\tau = \frac{QS^c}{J} \quad (3.21)$$

Trong đó: Q - lực cắt lớn nhất phát sinh trong vỏ;

S^c - mômen tĩnh của vỏ đối với trục trung hòa;

J - mômen quán tính của tiết diện.

Trong trường hợp kết cấu sườn tương đối thưa, cần kiểm toán ứng suất của vỏ như bản kê 4 cạnh.

Trong giai đoạn đổ bê tông bịt đáy cần kiểm tra ứng suất phát sinh trong vỏ thùng chụp với áp lực ngang của bê tông tác dụng lên vỏ xác định theo công thức:

$$P = h_d (\gamma - 1000) \text{ kG/m}^2 \quad (3.22)$$

Trong đó: $h_d = k.I$

I - tốc độ đổ bê tông bít đáy (tức chiều cao bê tông dâng lên trong 1 giờ (m/h);

k - hệ số duy trì độ lưu động của bê tông, $k \geq 0,65$.

γ - dung trọng của bê tông, lấy bằng $2,3T/m^3$.

Các bước tính toán khung chịu lực chính, hệ cột chống, lớp bê tông bít đáy tương tự như khi tính vòng vây cọc ván thép.

d) Một số thí dụ:

Thí dụ 1:

I. Các dữ kiện tính toán:

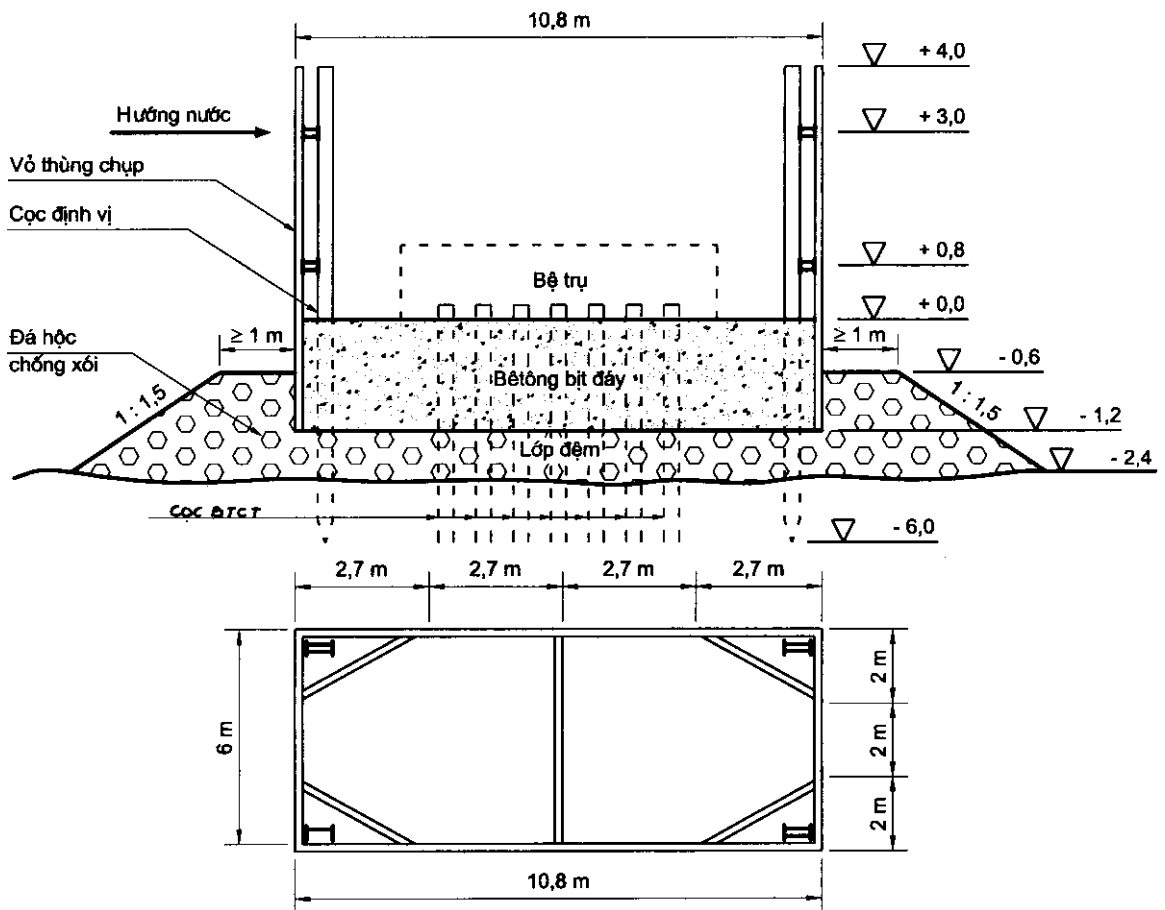
Mực nước thi công + 3,5 ; Lưu tốc nước $V_n = 1,5m/s$.

Chiều dài sóng theo hướng dọc sông $D_d = 1km$.

Chiều dài sóng theo hướng ngang sông $D_n = 0,2 \div 0,3km$.

Cao độ đáy sông - 2,4.

Không xét lực va trôi.



II. Chọn kích thước cơ bản của thùng chụp(xem hình)

III. Tính toán

1. Tính chiều dày lớp bê tông bọt đáy:

Chiều dày lớp bê tông bọt đáy xác định theo công thức:

$$HF \leq m (2,4 \sum V_i + \sum f_i \omega_i)$$

H - khoảng cách từ mực nước thi công đến lớp bê tông bọt đáy; H = 4,7m.

F - diện tích bề mặt lớp bê tông bọt đáy lấy theo kích thước mép trong của thùng chụp

$$F = 1,08 \times 6 = 64,8\text{m}^2;$$

m - hệ số điều kiện làm việc ; m = 0,8;

$\sum V_i$ - thể tích bê tông bọt đáy và phần cọc nằm trong bê tông bọt đáy; $\sum V_i = 64,8H'$;
(H' - chiều cao lớp bê tông bọt đáy);

f_i - lực ma sát đơn vị giữa cọc và thùng chụp với bê tông bọt đáy; $f_i = 4\text{T/m}^2$.

ω_i - diện tích tiếp xúc của 22 cọc bê tông, 4 cọc định vị và thùng chụp với bê tông bọt đáy.

$$\omega_1 = [(22 \cdot 0,4 \cdot 4) + 1 \cdot 4]H' = 39,2H'$$

$$\omega_2 = (10,8 + 6) 2 \cdot H' = 33,6H'$$

Thay các trị số vào biểu thức trên ta có:

$$4,7 \cdot 64,8 \leq 0,8 [(2,4 \cdot 64,8H') + 4(39,2H' + 33,6H')]$$

$$304,56 \leq 0,8 \cdot 446,72 H' \Rightarrow H' = \frac{304,56}{0,8 \cdot 446,72} = 0,85\text{m}$$

Để đảm bảo an toàn, quyết định chọn chiều dày lớp bê tông bọt đáy là 1,2m.

2. Tính toán cọc định vị:

Xét ở giai đoạn trước lúc đổ bê tông bọt đáy.

Điểm ngàm của cọc tính ở V - 3,4.

- Áp lực do nước chảy theo hướng thượng - hạ lưu:

$$q_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \frac{m V_n^2}{2g};$$

$K_1 = 1,4$; $K_2 = 1$; $K_3 = 1,2$; $m = 1$; $V_n = 1,5\text{m/s}$.

$$q_c = 1,4 \cdot 1 \cdot 1,2 \frac{1 \cdot 1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,321$$

Chiều cao ảnh hưởng của áp lực:

$$h = \frac{V_n^2}{2g} = \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,115\text{m}$$

$$R_A^c = \frac{0,9654 \cdot 5,01}{7,2} = 0,67175 T$$

- Áp lực do sóng:

Theo hướng thượng - hạ lưu: $D = 1 km$

$$h_s = 0,073 K \cdot V_g \sqrt{D \varepsilon}$$

$$k = 1 + e^{-\frac{0,4D}{V_g}} = 1 + e^{-\frac{-0,4 \cdot 1}{20}} = 1,9794$$

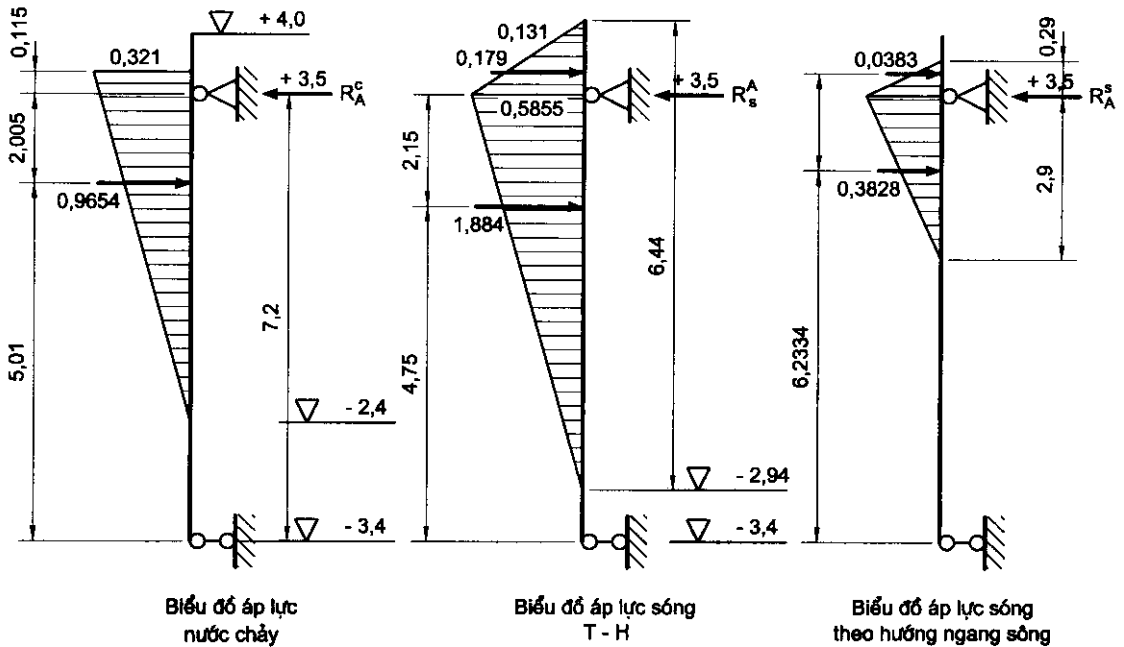
$$\varepsilon = 0,04969.$$

$$h_s = 0,073 \cdot 1,9794 \cdot 20 \sqrt{1 + 0,04969} = 0,644 m$$

Chiều sâu ảnh hưởng của áp lực sóng $H = 10h_s = 6,44 m$

$$a_s = \frac{10 \cdot h_s}{11} = \frac{10 \cdot 0,644}{11} = 0,5855 T/m$$

$$R_A^s = \frac{1,884 \cdot 4,75 + 0,179 \cdot 7,35}{7,2} = 1,4256 T$$



Theo hướng ngang sông: $D = 0,2 km$.

$$\varepsilon = 0,0469 ; K = 1 + e^{-\frac{-0,4 \cdot 0,2}{20}} = 1,996$$

$$h_s = 0,29 \quad ; \quad q_s = 0,264 \quad ; \quad H = 2,9\text{m}$$

$$R_A^S = \frac{0,383 \cdot 6,2334 + 0,038 \cdot 0,1}{7,2} = 0,3321\text{T}$$

Cọc định vị được tính toán như một cọc đơn chịu lực ngang tập trung ở đỉnh.

Sơ đồ bố trí cọc định vị tạm chọn 4 cọc ở 4 góc của thùng chụp.

Xác định nội lực trong cọc ứng với cao độ mặt đất tự nhiên là -2,4m, cọc bị ngàm ở cao độ -3,4m.

- Theo hướng thượng hạ lưu:

$$\sum T = (R_A^C + R_A^S) \cdot B$$

Trong đó: B - bề rộng thùng chụp bằng 6m.

$$\sum T = (0,67175 + 1,4256) \cdot 6 = 12,5841\text{T}$$

Lực tác dụng vào một cọc là:

$$P = \frac{\sum T}{4} \cdot 1,25 = \frac{12,5841}{4} \cdot 1,25 = 3,9325 = 4\text{T}$$

1,25 - hệ số xét đến sự phân bố lực ngang không đều giữa các cọc.

- Theo hướng ngang sông (chỉ có lực sóng)

$$\sum T = (R_A^S) \cdot B = 0,3321 \cdot 6 = 1,9926\text{T}$$

$$\text{Lực tác dụng vào một cọc là: } P = \frac{1,9926}{4} \cdot 1,25 = 0,622$$

Địa chất là cát nhỏ trong nước:

$$\gamma = 2; \quad \varphi = 24^\circ; \quad \varepsilon = \text{tg}^2 \left(45^\circ \pm \frac{\varphi}{2} \right) \Rightarrow \varepsilon_a = 0,4217$$

$$\varepsilon_n = 2,3713$$

$$m = \gamma(\varepsilon_n - \varepsilon_a) = 3,8991$$

$$M_{\max}^{T-H} = P \left(H + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2P}{m}} \right) = 4 \left(6,9 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{0,38991}} \right) = 40\text{Tm}$$

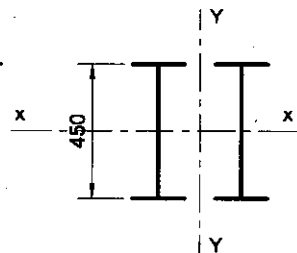
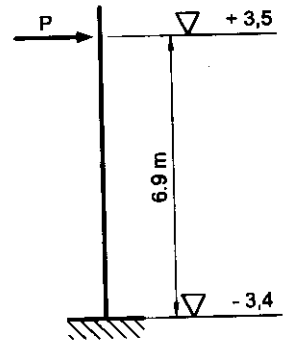
$$M_{\max}^{\text{ngsông}} = 0,6226 \left(6,9 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2 \cdot 0,6226}{0,38991}} \right) = 5,04\text{Tm}$$

- Kiểm toán cọc định vị theo 2 hướng T-H và ngang sông.

Chọn tiết diện cọc: 2I. 450.

$$W_x = 2462\text{cm}^3; \quad W_y = 719\text{cm}^3$$

$$\sigma^{T-H} = \frac{M^{T-H}}{W_x} = \frac{4000.000}{2462} = 1625 \text{ kG/cm}^2$$



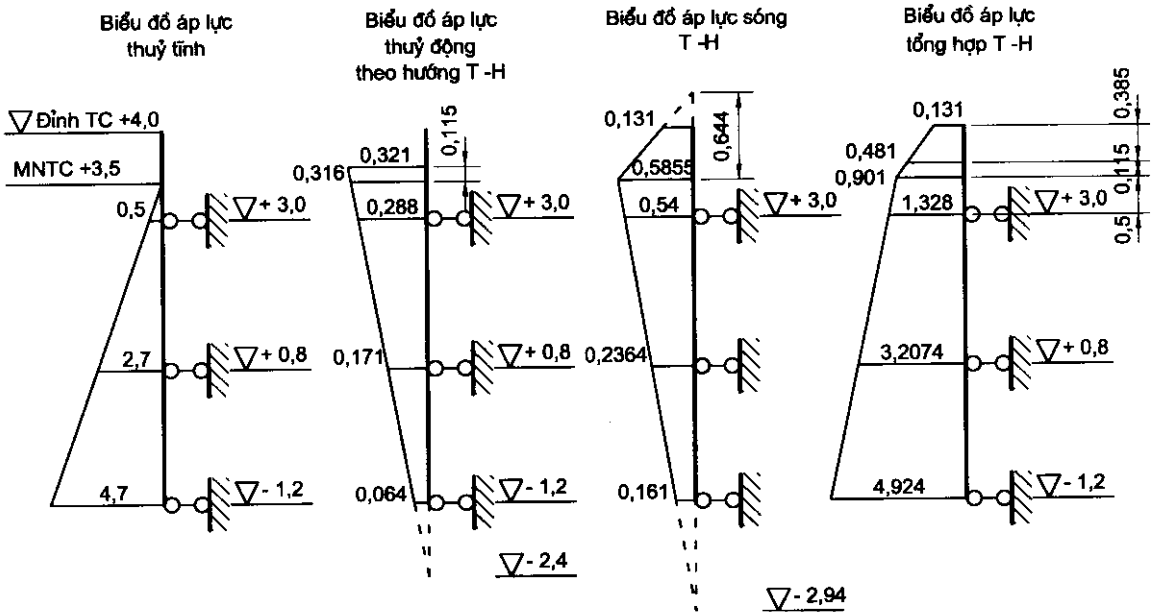
$$\sigma^{ns} = \frac{M^{n.s}}{W_y} = \frac{504.000}{719} = 701 \text{ kG/cm}^2 < [\sigma] = 1700 \text{ kG/cm}^2$$

3. Tính vành đai

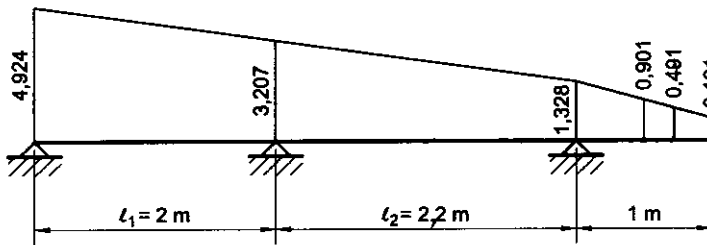
Chỉ xét ở giai đoạn nguy hiểm nhất là khi hút cạn nước trong thùng chụp.

- Theo hướng T-H.

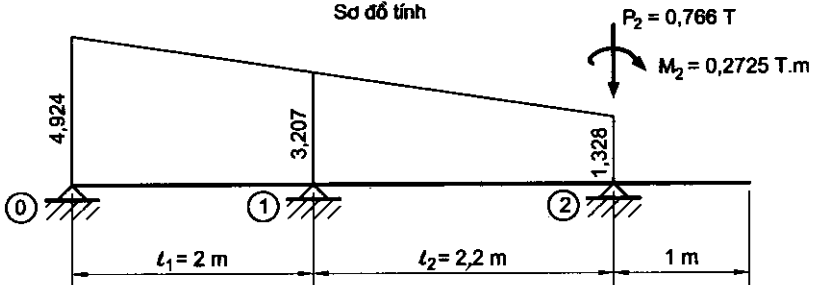
Chọn sơ đồ bố trí vành đai và vẽ được các biểu đồ áp lực như sau:



Biểu đồ tổng hợp lực



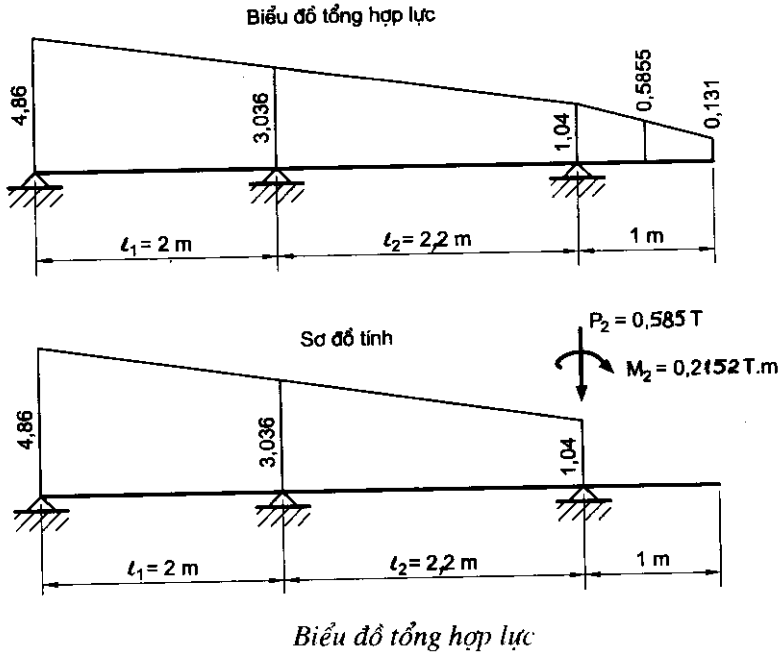
Sơ đồ tính



Áp dụng các công thức tính dầm liên tục, được kết quả phản lực và mômen gối như sau: $R_0 = 3,54T$; $R_1 = 8,04T$; $R_2 = 2,304T$
 $M_0 = 0$; $M_1 = 1,621Tm$; $M_2 = 0,272Tm$

- Theo hướng ngang sông:

Tương tự như tính theo hướng T-H, chỉ khác không có lực thủy động và lực sóng theo phương ngang, ta có các biểu đồ.

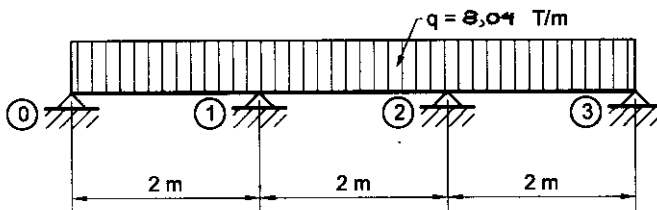


Kết quả: $R_0 = 3,482T$; $R_1 = 7,62T$; $R_2 = 1,877T$
 $M_0 = 0$; $M_1 = 1,536Tm$; $M_2 = 0,215Tm$

Dùng trị số phản lực ở gối 1 để tính và chọn tiết diện cho khung vành đai của thùng chụp.

- Theo hướng T-H:

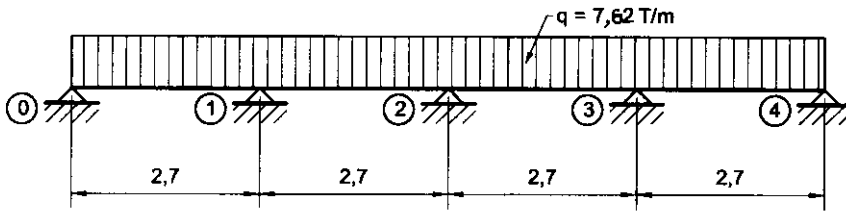
Chọn sơ đồ khung vành đai là 3 nhịp đều nhau mỗi nhịp có $l = 2m$, chịu tải trọng rải đều $q = 8,04T/m$, ta có sơ đồ tính như sau:



Kết quả: $V_3 = V_0 = 6,432T$; $V_1 = V_2 = 9,648T$
 $M_0 = M_3 = 0$; $M_1 = M_2 = 3,216Tm$;

- Theo hướng ngang sông:

Chọn sơ đồ khung vành đai có 4 nhịp đều nhau, chiều dài mỗi nhịp là 2,7m, chịu tải trọng rải đều $q = 7,62\text{T/m}$, ta có sơ đồ tính như sau:



Kết quả: $V_0 = V_4 = 8,0835\text{T}$; $V_1 = V_3 = 12,49\text{T}$; $V_2 = 9,55\text{T}$

$M_0 = M_4 = 0$; $M_1 = M_3 = 5,9516\text{Tm}$; $M_2 = 3,9679\text{Tm}$

Chọn tiết diện thanh theo 2 phương như nhau. Dầm I300 có các đặc trưng hình học như sau:

$F = 46,5\text{cm}^2$; $W_x = 472\text{cm}^3$; $W_y = 49,9\text{cm}^3$; $i_x = 12,3\text{cm}$; $y_i = 2.69$

- Kiểm toán thanh theo phương T-H:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} + \frac{M}{W}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i_x} = \frac{200}{12,3} = 16,26 \rightarrow \varphi = 0,9.$$

$$\sigma = \frac{9648}{0,9 \cdot 46,5} + \frac{321600}{472} = 911,88 \text{ kG/cm}^2$$

- Kiểm toán thanh theo hướng ngang sông:

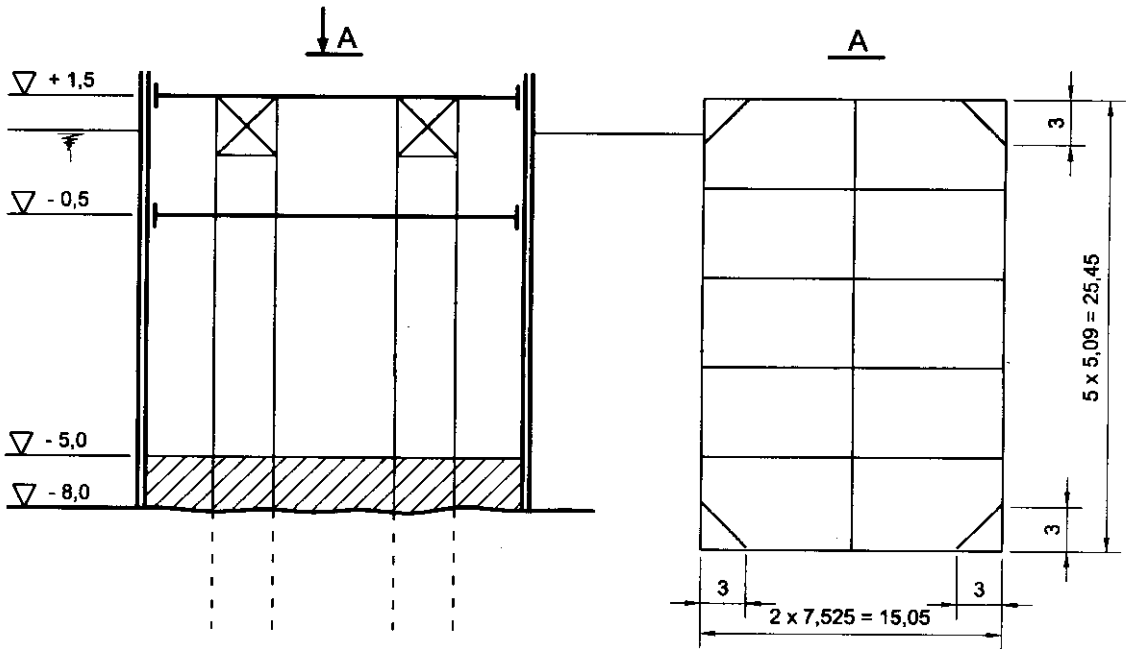
$$\lambda = \frac{270}{12,3} = 21,9 \rightarrow \varphi = 0,899$$

$$\sigma = \frac{12490}{0,899 \cdot 46,5} + \frac{59.5160}{472} = 1559,7 \text{ kG/cm}^2$$

Thí dụ 2:

Tính toán thùng chụp cho bệ móng, có kích thước $14 \times 24\text{m}$. Mực nước thi công +2,0, cao độ bệ móng - 5,0.

Chọn kích thước thùng chụp như hình dưới.



1. Xác định chiều sâu xói cục bộ

Ở giai đoạn khép kín các tấm thùng chụp sẽ xảy ra xói cục bộ. Vận tốc nước $V = 1,5\text{m/s}$, mặt đáy sông là cát hạt nhỏ $d_{bq} = 1\text{mm}$.

$$h_{cb} = (h_o + 0,014 \frac{V - V_{ox}}{\omega} B) K_d \cdot K$$

$$h_o = \frac{6,2 \chi H}{W_{ox} / \omega}$$

χ - hệ số phụ thuộc vào tỷ số giữa chiều rộng trụ và chiều sâu nước.

$$\frac{B}{H} = \frac{17,2}{10} = 1,72 \Rightarrow \chi = 0,22$$

$$h_o = \frac{6,2 \cdot 0,22 \cdot 10}{1,21/0,094} = 1,37\text{m}$$

$$V_{ox} = 3,6 \sqrt[4]{H \cdot D} = 3,6 \sqrt[4]{10 \cdot 0,001} = 1,21$$

ω - tra bảng với $d = 1\text{mm}$, $\omega = 0,094 \text{ m/s}$.

K_d - hệ số phụ thuộc hình dạng trụ $K_d = 1,24$.

K - khi dòng chảy vuông góc tìm dọc cầu $K = 1,0$.

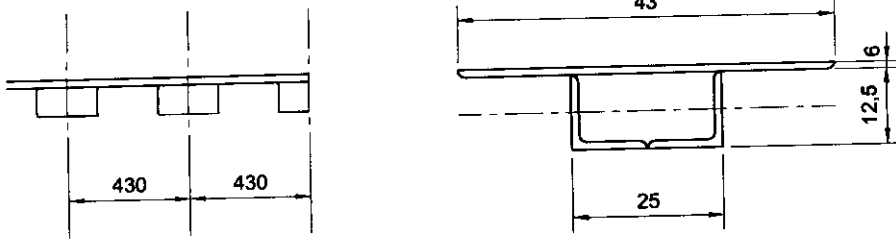
Thay các trị số trên vào công thức tính, được kết quả $h_{cb} = 2,63\text{m}$.

2. Kiểm toán kết cấu vỏ thùng chụp

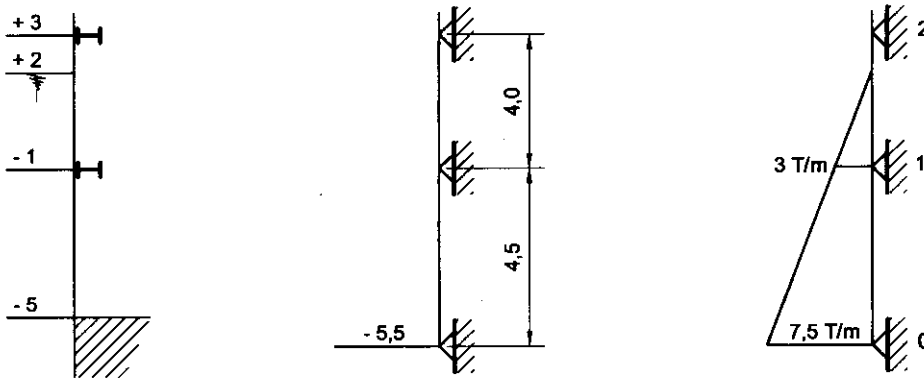
Kết cấu vỏ được tổ hợp từ thép bản $\delta = 6\text{mm}$ và thép góc $\angle 125^2 \times 10$.

Tiết diện tính toán vỏ có đặc trưng hình học như sau: $F = 74,4\text{cm}^2$; $J_x = 2194\text{cm}^4$.

$$y_{tr} = 6,4\text{cm}; y_d = 6,7\text{cm}$$



Biểu đồ áp lực thủy tĩnh tác dụng vào vỏ:



Xác định nội lực tác dụng lên tấm thùng chụp:

Coi tấm vách như một dầm liên tục tựa trên các gối là các vành đai và bê tông bịt đáy.

Kết quả trị số phản lực và mômen gối như sau:

$$R_0 = 11,72T ; R_1 = 17,285T ; R_2 = - 0,88T.$$

$$M_c = M_2 = 0 ; M_1 = - 8,015 Tm$$

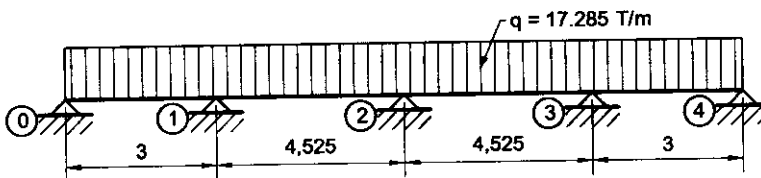
Ứng suất phát sinh trong tấm vỏ

$$\sigma_B = \frac{M}{J} y^{tr} . B = \frac{801.500}{2194} \times 6,4.43 = 1005 \text{ kG/cm}^2$$

$$\sigma_H = \frac{M}{J} y^d . B = \frac{801500}{2194} \cdot 6,7.43 = 1052 \text{ kG/cm}^2$$

3. Tính khung vành đai: Ví dụ tính khung tầng 1.

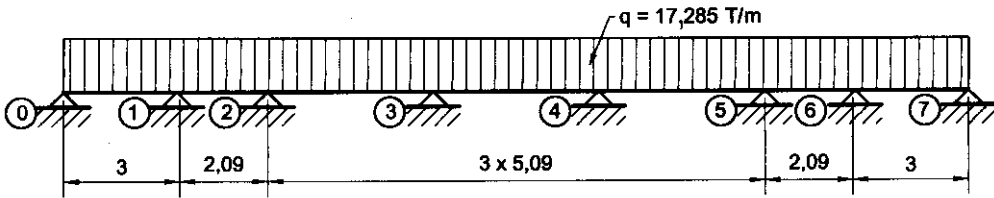
- Tính toán khung ngang:



Xét khung ngang như dầm liên tục 4 nhịp, có kết quả như sau:

$$R_0 = R_4 = 20,955T ; R_1 = R_3 = 85,135T ; R_2 = 96,5T$$

- Tính toán khung dọc:



Xét khung dọc như dầm liên tục có các gối là các thanh chống ngang.

Kết quả: $R_0 = R_7 = 25,45T ; R_1 = R_6 = 43,73T ;$

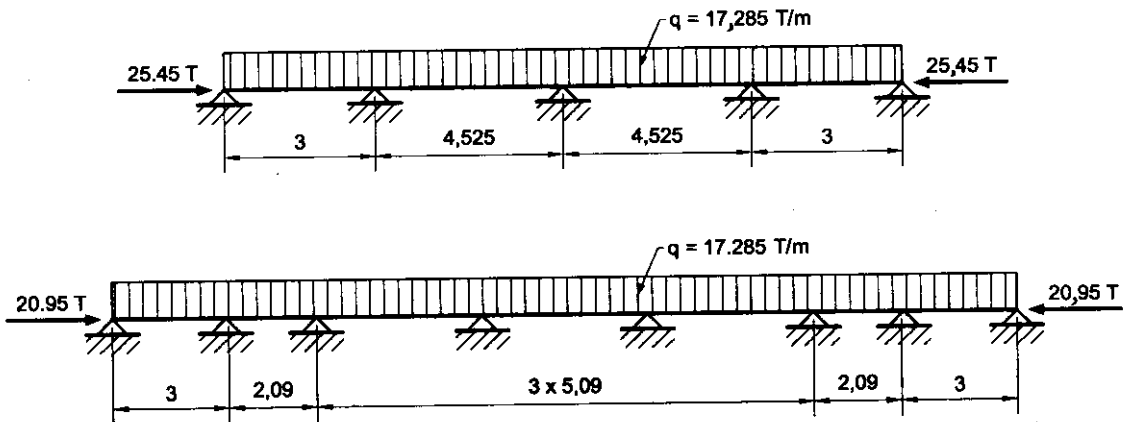
$$R_2 = R_5 = 76,235T ; R_3 = R_4 = 101,515T$$

$$M_0 = M_7 = 0 ; M_1 = M_6 = - 10,994Tm$$

$$M_2 = M_5 = - 30,374Tm ; M_3 = M_4 = - 44,213Tm.$$

- Kiểm toán khung vành đai:

Sơ đồ tính toán khung ngang và khung dọc.

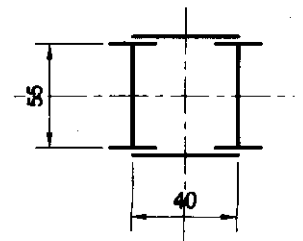


Xét dầm như thanh chịu nén uốn, tiến hành kiểm toán khung theo điều kiện cường độ và ổn định. Chọn tiết diện vành đai gồm 2I55, có các đặc trưng hình học như sau:

$$F = 296\text{cm}^2 ; \quad J_x = 158.969\text{cm}^4 ; \quad W_x = 5578\text{cm}^3$$

$$r_x = 23,17\text{cm} ; \quad J_y = 101.612\text{cm}^4 ; \quad W_y = 3504\text{cm}^3$$

$$r_y = 18,52\text{cm}.$$



- Kiểm toán ứng suất trong thanh ngang:

Theo điều kiện cường độ:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{3777900}{5578} + \frac{25450}{296} = 763,2 \text{ kG/cm}^2$$

Theo điều kiện ổn định:

Xét trong mặt phẳng chịu uốn:

$$\sigma' = \frac{N}{\varphi F_{ng}}$$

$$e_o = \frac{M}{N} = \frac{3777900}{25450} = 14,8 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{W_x}{F} = \frac{5578}{296} = 18,84 \text{ cm}$$

$$i = \frac{e_o}{\rho} = \frac{14,8}{18,84} = 0,785$$

$$l_o = 452,5 \text{ cm}; \quad \chi = \frac{l_o}{r_x} = \frac{452,5}{23,17} = 19,52 \rightarrow \varphi = 0,31$$

$$\sigma = \frac{25450}{0,31 \cdot 296} = 861 \text{ kG/cm}^2$$

Xét ngoài mặt phẳng uốn:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_2 F_{ng}}; \quad \varphi_2 = \frac{\varphi}{1 + \varphi_i}$$

$$i = 0,785.$$

$$l_{oy} = 45,5 \text{ cm}; \quad \lambda_y = \frac{l_{oy}}{r_y} = \frac{455}{18,52} = 24,57 \rightarrow \varphi = 0,892$$

$$\varphi_2 = \frac{0,892}{1 + 0,892 \cdot 1,8} = 0,34$$

$$\sigma = \frac{25450}{0,34 \cdot 296} = 852 \text{ kG/cm}^2$$

- Kiểm toán thanh chống ngang là thanh chịu nén đúng tâm:

