

LÊ VĂN KIỂM

THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

LÊ VĂN KIỂM

Th.S. *Nguyễn Việt Tuấn*

THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2011**

LỜI NÓI ĐẦU

Mục đích của tập sách này nhằm giúp sinh viên ngành Xây dựng nắm vững các phương pháp thiết kế tổ chức thi công các loại công trình, lựa chọn các giải pháp kỹ thuật khả thi, có hiệu quả kinh tế cao.

Sách được trình bày dưới dạng nhiều bài toán nhỏ, bao quát những lĩnh vực thi công xây lắp thông thường như: thi công đất, thi công bê tông, thi công lắp ghép, thiết kế điện, nước, mặt bằng công trường... Bên trong chứa đựng những bảng biểu số liệu và phụ lục, một dạng sổ tay thu gọn giúp cho việc tra khảo làm đồ án của sinh viên được thuận lợi, nhanh chóng. Ngoài các giải pháp kỹ thuật, sách còn đề cập đến các giải pháp kinh tế của đồ án. Mỗi bài toán là một vấn đề kỹ thuật mà sinh viên phải giải quyết mới hoàn thành được đồ án.

Cuối sách là một mẫu đồ án thiết kế tổ chức thi công có tính chất tổng quát để sinh viên tham khảo khi làm luận án tốt nghiệp.

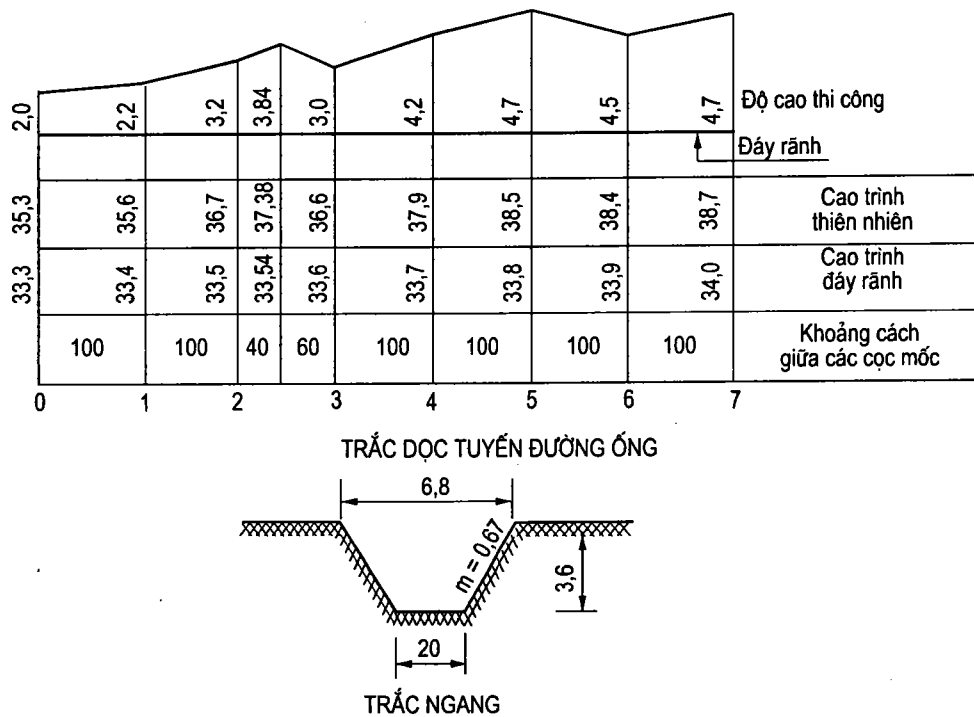
Các số liệu trong cuốn sách cũng như phụ lục chỉ có tính chất minh họa, ví dụ.

Tác giả

Chương 1 THI CÔNG ĐẤT

Bài toán 1.1: Thiết kế thi công đào rãnh đường ống

Tính khối lượng công tác đất khi đào một rãnh dài 700m để đặt đường ống bê tông cốt thép, đường kính 1m. Đáy rãnh rộng 2m, độ sâu rãnh tùy theo trắc dọc (hình 1.1).



Hình 1.1

Tính khối lượng đất đào của từng đoạn rãnh đường ống theo công thức gần đúng:

$$V = \left[\frac{F_1 + F_2}{2} \right] \cdot L$$

với: F_1, F_2 - diện tích hai mặt cắt ngang một đoạn rãnh;

L - khoảng cách giữa hai mặt cắt trên.

Lập bảng tính toán khối lượng đất đào (bảng 1.1).

Bảng 1.1. Bảng tính toán khối lượng đất đào

Cọc mốc	Chiều cao tiết diện h (m)	Diện tích tiết diện F (m ²)	$\frac{F_1 + F_2}{2}$	Khoảng cách giữa các tiết diện L (m)	Khối lượng đất V (m ³)
0	2	6,68			
			7,17	100	717
1	2,2	7,65			
			10,48	100	1048
2	3,2	13,3			
			15,4	40	615
2 + 40	3,84	17,5			
			14,75	60	885
	3	3	12		
			16,1	100	1610
4	4,2	20,2			
			22,15	100	2215
5	4,7	24,1			
6	4,5	22,6			
			23,35	100	2335
7	4,7	24,1			
		Tổng cộng	-	-	11760

Khi đào rãnh để lại lớp bảo vệ nền, dày 20cm với khối lượng:

$$700 \times 2 \times 0,2 = 280\text{m}^3$$

Thể tích chiếm bởi ống bê tông cốt thép đường kính 1m là:

$$\frac{3,14 \times 1^2}{4} \times 700 = 550\text{m}^3$$

Khối lượng đất để lấp rãnh với hệ số tới cuối cùng $K_0 = 1,03$, quy về trạng thái đất nguyên thổ, là:

$$\frac{11760 - 550}{1,03} = 10900\text{m}^3$$

Khối lượng đất dư thừa là: $11700 - 10900 = 860\text{m}^3$

**Bảng 1.2. Bảng tóm tắt các khối lượng công tác đất
(quy về trạng thái đất nguyên thổ)**

Khối lượng đất đào bằng máy	Khối lượng hốt lớp đất bảo vệ nền	Khối lượng đất lấp rãnh	Khối lượng đất thừa mang đi xa đổ
11480m ³	280m ³	10900m ³	860m ³

Bài toán 1.2: Chọn phương án thi công đào đất hố móng

Đào một hố móng có kích thước $40 \times 50m$, sâu $2m$, trong đất cấp II. Đất đào sẽ bốc lên xe tải đem ra ngoài thành đống.

Chỉ có thể thuê được một máy đào, mang gầu giữa $0,5m$, gầu dây $0,5m^3$, gầu xấp $0,5m^3$ với giá thuê 1120 đồng/ca. Máy đào có 3 công nhân phục vụ.

Nếu đào đất thủ công thì cần thuê băng tải để bốc đất đào từ dưới hố móng lên xe tải, giá thành thuê băng tải là 210 đồng/ca.

Tính xem phương án thi công nào có lợi.

Máy đào gầu giữa đứng làm việc dưới đáy hố móng nên phải làm đường cho xe máy lên xuống hố. Khối lượng đào đường khoảng $100m^3$. Con đường này rồi cũng phải lấp lại.

Dùng gầu xấp và gầu dây thì không cần làm đường cho xe, máy lên xuống.

1. Trường hợp dùng gầu giữa

Khối lượng đất hốt móng: $40 \times 50 \times 2 = 4000m^3$

Năng suất một ca máy là: $280 m^3/ca$ (phụ lục 2).

Bảng 1.3. Tiến độ thi công đào rãnh đường ống

Tên công việc	Khối lượng công việc	Năng suất m ³ /ca	Mã máy và công nhân	Thời gian thi công (ngày)	Số ca trong ngày	Số ngày làm việc											
						2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Đào rãnh trong đất cấp II	11480	320	Máy đào E-505	18	2	[Bar chart showing work from day 2 to 18]											
Sửa đáy rãnh bằng thủ công	280	6	3 thợ đào đất	16	1	[Bar chart showing work from day 6 to 22]											
Lắp rãnh khoảng cách vận chuyển đất: 5m	10900 0	600	Máy ủi DT-54	4	2	[Bar chart showing work from day 14 to 18]											
Vận chuyển đất thừa đi đổ xa: 60m	860	150	Máy ủi DT-54	3	2	[Bar chart showing work on day 12]											
Đặt ống						[Bar chart showing work from day 6 to 22]											

Đất từ trên bờ đổ xuống lấp hố, theo định mức là 5,5m³ cho một công. Vậy mất $\frac{100}{5,5} = 18$ công lấp đường. Tiền chi vào việc lấp đường lên xuống của xe máy là: $14 \times 18 = 252$ đồng.

Thời gian hoàn thành công tác đất là:

$$\frac{4000 + 100}{280} + 1 = 16 \text{ ca}$$

Giá tiền đào 1m^3 đất là:

$$\frac{252}{100} + \frac{1120 \times 15}{4000} = 6,86 \text{ đồng}$$

Số công lao động để đào 1m^3 đất là:

$$\frac{15 \times 3 + 18}{4000} = 0,0161 \text{ công/m}^3$$

2. Trường hợp dùng gầu xấp

Năng suất mỗi ca: $200\text{m}^3/\text{ca}$

Thời gian công tác: $\frac{400}{200} = 20 \text{ ca}$

Giá tiền đào 1m^3 đất: $\frac{1120,00 \times 20}{4000} = 5,5 \text{ đồng}$

Số công lao động để đào 1m^3 đất là:

$$\frac{3 \times 20}{4000} = 0,015 \text{ công/m}^3$$

3. Trường hợp dùng gầu dây

Năng suất mỗi ca: 192m^3

Thời gian công tác: $\frac{4000}{192} = 21 \text{ ca}$

Giá tiền đào 1m^3 đất: $\frac{1120 \times 21}{4000} = 5,9 \text{ đồng}$

4. Trường hợp đào đất thủ công

Năng suất: $4\text{m}^3/\text{công}$

Tổ công nhân gồm 10 người đào đất và một băng tải phục vụ vận chuyển đất đổ vào xe tải.

Nếu định đào hố móng trong 20 ca (như thi công cơ giới) thì cần có 5 tổ thợ, tức 50 người đào đất và 5 băng tải.

Chi phí đào đất gồm:

Tiền công trả công nhân: $14 \text{ đồng} \times 1000 = 14.000 \text{ đồng}$

Tiền thuê băng tải: $210 \text{ đồng} \times 5 \times 20 = 21.000 \text{ đồng}$

Giá tiền đào 1m³ đất: $\frac{14000 + 21000}{4000} = 8,7$ đồng

Số công lao động để đào 1m³ đất:

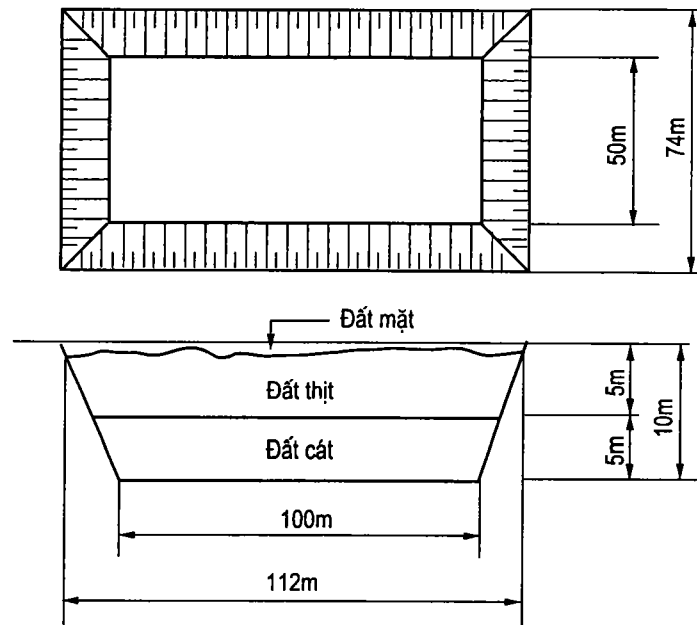
$$\frac{1}{4} = 0,25 \text{ công/m}^3$$

Bảng 1.4. Bảng chỉ tiêu các phương án đào hố móng

Phương án thi công	Thời gian thi công (ngày)	Giá tiền	Công lao động
		1m ³ đất đào	
Đào bằng gầu ngựa	16	6,86	0,016
Đào bằng gầu xấp	20	5,6	0,015
Đào bằng gầu dây	21	5,9	0,0158
Đào bằng thủ công	20	8,7	0,25

Nếu yếu tố thời gian không phải là quyết định thì phương án đào hố móng bằng máy đào mang gầu xấp là phương án kinh tế nhất.

Bài toán 1.3: So sánh các phương án đào đất



Hình 1.2

Đào một hố móng (xem hình 1.2) sâu 10m và đổ đất đi xa bằng xe ô tô tải. Chọn một trong các phương án thi công sau:

1. Đào hết chiều sâu bằng máy đào gầu ngựa.

2. Đào hết chiều sâu bằng máy đào gầu dây.

3. Đào lớp trên, sâu 5m, bằng gầu ngựa, còn lớp dưới đào bằng gầu dây.

Thể tích lớp 5m trên, gồm cả đất mặt có lẫn rác rưởi (đất cấp III) là 38.000m^3 .

Thể tích lớp đất bên dưới (đất cát thuộc cấp I) là 27.000m^3 .

Nếu dùng gầu ngựa thì phải làm đường lên xuống hố cho máy đào và xe tải.

Khối lượng đào đường trong phương án 1 là 3600m^3 .

Khối lượng đào đường trong phương án 3 là 900m^3 .

Ở đây khối lượng đất đào khá lớn, vậy chọn loại gầu dung tích 1m^3 .

So sánh các phương án thi công dựa trên ba yếu tố: thời gian, giá thành và công lao động.

Không xét vấn đề vận chuyển đất đào đi xa bằng xe tải, vì giá thành và công vận chuyển trong cả phương án đều gần bằng nhau.

a) Phương án thứ nhất

Khối lượng lớp đất cấp III ở tầng trên là:

$$38000 + 900 = 38900\text{m}^3$$

Khối lượng lớp đất cấp I ở tầng dưới là:

$$27000 + 2700 + 29700\text{m}^3$$

Số ca máy đào gầu ngựa:

$$\frac{38900}{59 \times 8 \times 0,85} + \frac{29700}{72 \times 8 \times 0,85} = 158 \text{ ca máy}$$

Mỗi máy đào có 3 công nhân phục vụ.

Số công lao động: $158 \times 3 = 474$ công

Tiền thuê máy đào (phụ lục 1): $2790 \times 158 = 440820$ đồng

Khối lượng đất đường lên xuống cũng phải dùng ô tô để vận chuyển đi, rồi lại vận chuyển đất về để lấp. Nếu lấy năng suất xe ô tô là $50\text{m}^3/\text{ca}$ thì:

Số ca vận chuyển đất làm đường lên xuống là:

$$\frac{2 \times 3600}{50} = 144 \text{ ca}$$

Số công lái xe là: 144 công

Nếu năng suất máy ủi lấp rãnh đường lên xuống là $450\text{m}^3/\text{ca}$, thì:

Số ca máy ủi là: $\frac{3600}{450} = 8$ ca

Tiền thuê máy ủi là: $120 \times 8 = 7600$ đồng

THIẾT KẾ TỔ CHỨC THI CÔNG

Giá thuê xe ô tô tải để vận chuyển đất là 4,5 đồng cho 1 tấn-km, tức 7,4 đồng cho $1\text{m}^3/\text{km}$; thì giá tiền đổ đất đi xa 2km là:

$$7,4 \times 3,600 \times 2 = 53.000 \text{ đồng}$$

Giá tổng cộng: $440.820 + 7.600 + 53.000 = 501.420$ đồng

Nếu sử dụng hai máy đào để thi công hố móng thì thời gian thi công là:

$$\frac{158}{2} + 8 = 87 \text{ ngày}$$

Số công lao động: $474 + 144 + 8 = 624$ công

b) Phương án thứ hai

Khối lượng đất đào là: $38.000 + 27.000 = 65.000\text{m}^3$

Số ca máy đào đất gầu dây: $\frac{65000}{50 \times 8 \times 0,85} = 191$ ca

Tiền thuê máy đào: $2790 \times 191 = 532.890$ đồng

Thời gian thi công: $\frac{191}{2} = 95,5$ ngày

Số công lao động: $191 \times 3 = 573$ công

c) Phương án thứ ba

Số ca máy cần thiết: $\frac{38900}{59 \times 8 \times 0,85} + \frac{27000}{50 \times 8 \times 0,85} = 177$ ca máy

Số công lao động đào đất: $177 \times 3 = 531$ công

Số công lái xe chở đất rãnh đường lên xuống là:

$$\frac{2 \times 900}{50} = 2 \text{ ca} = 36 \text{ công}$$

Số ca máy ủi lấp đất là: $\frac{900}{450} = 2$ ca máy

Tiền thuê máy đào: $2790 \times 177 = 493.830$ đồng

Tiền thuê máy ủi: $1200 \times 2 = 2.400$ đồng

Tiền thuê ô tô tải lấy là: 53.000 đồng

Tổng cộng: 549.230 đồng

Thời gian thi công: $\frac{177}{2} + 2 = 90,5$ ngày

Số công lao động: $531 + 36 + 2 = 569$ công

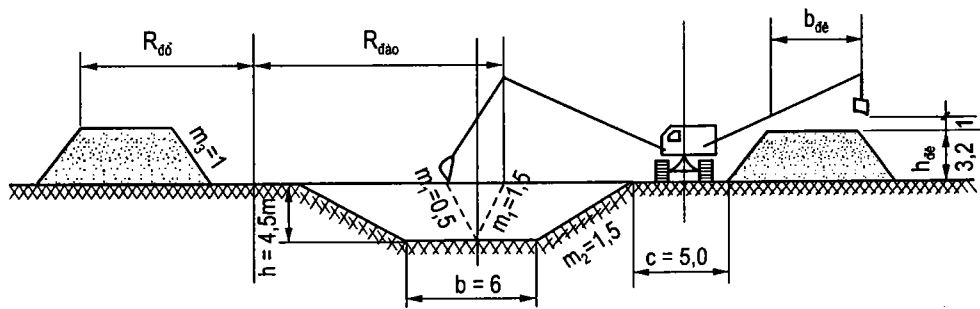
Bảng 1.5. Bảng tổng kết so sánh

Phương án	1	2	3
Thời gian thi công	87	95,5	90,5
Số công lao động	624	573	569
Giá thành	501.420	532.890	549.230

Vậy phương án thứ nhất đáng được chọn.

Bài toán 1.4: Chọn máy đào gầu dây

Chọn một máy đào gầu dây để đào một con kênh có kích thước: $b = 6,0m$; $h = 4,5m$; mái dốc $m = 1,5$ và đào theo sơ đồ như hình 1.3.



Hình 1.3

Đất thuộc loại sét pha cát

Ta chọn máy đào gầu dây theo những điều kiện sau:

- Bán kính đào đất lớn nhất: $R_{\text{đào}} \geq m_1g + 0,5b + m_2h + 0,5c$
- Bán kính đổ đất lớn nhất: $R_{\text{đổ}} \geq 0,5c + m_3h_{\text{đê}} + b_{\text{đê}}$
- Độ sâu đào đất lớn nhất: $H_{\text{đào}} \geq h$
- Chiều cao đổ đất lớn nhất: $H_{\text{đổ}} \geq h_{\text{đê}} + (0,5 \div 1,0)$

Muốn xác định các thông số kỹ thuật của máy đào gầu dây, cần phải tính chiều rộng mặt trên ($b_{\text{đê}}$) của đê, với điều kiện là khối lượng của hai con đê (kể cả hệ số đất rơi k_0) bằng khối lượng hố đào.

$$V = h(b + m_2h) = 4,5(6,0 + 1,5 \cdot 4,5) = 57,4 \text{ m}^3/\text{m.đài}$$

$$2V_{\text{đê}} = Vk_0 = 57,4 \times 1,15 = 66 \text{ m}^3/\text{m.đài} \rightarrow V_{\text{đê}} = 33 \text{ m}^3/\text{m.đài}$$

Diện tích tiết diện ngang con đê là: $F_{\text{đê}} = 33\text{m}^2$.

Chiều rộng mặt trên của đê là:

$$b_{đe} \frac{F_{đe}}{h_{đe}} - m_3 \cdot h_{đe} = \frac{33}{3,2} - 1,0 \times 3,2 = 7,1m$$

Các điều kiện thi công bằng gầu dây:

$$R_{đào} \geq m_1 h + 0,5b + m_2 h + 0,5c =$$

$$= 0,5 \times 4,5 + 0,5 \times 6 + 1,5 \times 4,5 + 0,5 \times 5,0 = 14,5m$$

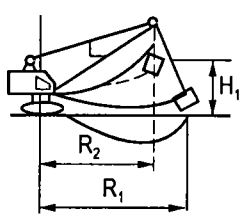
$$R_{đổ} \geq 0,5c + m_3 h_{đe} + b_{đe} = 0,5 \times 5,0 + 1,0 \times 3,2 + 7,1 = 12,8m$$

$$H_{đào} \geq h = 4,5m$$

$$H_{đổ} \geq h_{đe} + 1,0 = 4,2m$$

Theo những điều kiện trên, ta chọn máy đào gầu dây E-801, dung tích gầu 0,75m³, tay cần dài 14,0m (xem bảng 1.6).

Bảng 1.6. Những tính năng kỹ thuật của máy đào mang gầu dây

Những tính năng kỹ thuật 	Loại máy đào					
	E-1513	E-303	E-505A và E-652	E-801	E-1004A	E-1262
	Dung tích gầu (m ³)					
	0,15	0,35	0,5	0,75	1	1
Chiều dài tay cần L (m)	7,5	10,5	13	14	15	15
Bán kính đào đất lớn nhất R ₁	-	$\frac{10,5}{9}$	$\frac{14,3}{13,2}$	$\frac{15,1}{12,2}$	$\frac{16,8}{15,2}$	$\frac{16,8}{15,2}$
Chiều cao đổ đất lớn nhất H ₁	$\frac{3,7}{-}$	$\frac{6,3}{6,06}$	$\frac{5,3}{8}$	$\frac{4,9}{7,8}$	$\frac{5,5}{8,8}$	$\frac{5,5}{8,8}$
Bán kính đổ đất lớn nhất R ₂	$\frac{6,39}{-}$	$\frac{10}{8,2}$	$\frac{12,5}{10,4}$	$\frac{13,5}{12,2}$	$\frac{14,6}{12,2}$	$\frac{14,6}{12,2}$
Chiều sâu đào đất khi máy đào ngang	$\frac{3,1}{-}$	$\frac{4,7}{3,6}$	$\frac{6,8}{5,9}$	$\frac{7}{5,5}$	$\frac{7,5}{6,8}$	$\frac{7,5}{6,8}$
Chiều sâu đào đất khi máy đào dọc	$\frac{4,45}{-}$	$\frac{7,6}{5,4}$	$\frac{10}{7,8}$	$\frac{10,8}{8,8}$	$\frac{11,7}{9,3}$	$\frac{11,7}{9,3}$

Ghi chú: Từ số ứng với góc nghiêng tay cần 45°.

Mẫu số ứng với góc nghiêng tay cần 60°.

Với góc dốc của cần là 45° , thì các tính năng kỹ thuật của máy đào đó là:

$$R_{\text{đào}} = 15,1\text{m} > 14,5\text{m}$$

$$R_{\text{đổ}} = 13,5\text{m} > 12,8\text{m}$$

$$H_{\text{đào}} = 7,0 > 4,5\text{m}$$

$$H_{\text{đổ}} = 4,9\text{m} > 4,2\text{m}$$

Bài toán 1.5: Tính tường cừ gỗ chống vách đất hố đào

Tường cừ chống vách đất hố đào gồm những cọc gỗ tròn và những ván ngang, rộng $h = 18\text{cm}$ (hình 1.4). Các cọc gỗ đóng cách nhau $l = 1,5\text{m}$ và nhô cao $H = 1,8\text{m}$.

Tải trọng tính toán tác dụng lên tường cừ tăng dần theo chiều sâu, theo quy luật tuyến tính, từ trị số $p_1 = 400\text{ kG/m}^2$ tại mặt đất, tới $p_2 = 1600\text{ kG/m}^2$ tại đáy hố đào.

Yêu cầu chọn đường kính cọc gỗ và chiều dày ván lát khi cường độ tính toán của gỗ là $R = 150\text{ kG/cm}^2$. Điểm ngàm của cọc lấy thấp hơn đáy hố đào một đoạn $a = 0,2\text{m}$ do tính biến dạng của đất. Tính ván như một dầm đơn, tựa khớp lên cọc.

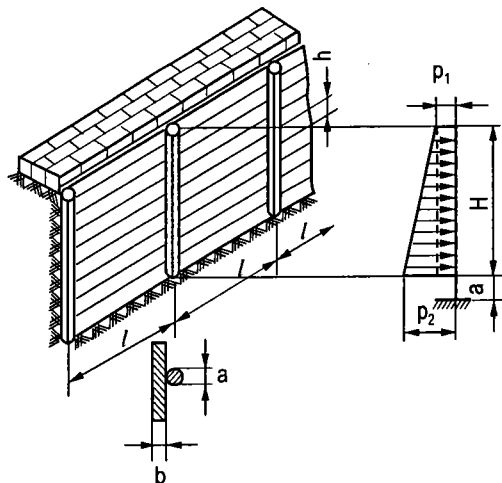
Tính cọc

- Mỗi cọc chịu áp lực của ván lát có bề mặt $s = Hl$, như vậy tải trọng lên cọc tăng từ:

$$q_1 = p_1 l = 400 \times 1,5 = 600\text{ kG/m}$$

tới $q_2 = p_2 l = 1600 \times 1,5 = 2400\text{ kG/m}$

Mômen uốn lớn nhất tại điểm ngàm của cọc trong đất. Muốn tính mômen này ta phân biểu đồ tải trọng hình thang ra làm hai phần: phần hình chữ nhật có hợp lực $q_1 H$, đặt tại điểm giữa chiều cao H ; phần hình tam giác có hợp lực $(q_2 - q_1)H/2$, đặt ở đoạn $2/3 H$, tính từ đỉnh cọc.



Hình 1.4

$$\begin{aligned} M_{\text{max}} &= q_1 H(H/2 + a) + (q_2 - q_1)(H/2)(H/3 + a) \\ &= 600 \times 1,8(1,8/2 + 0,2) + (2400 - 600)(1,8/2)(1,8/3 + 0,2) \\ &= 2480\text{kG.m} \end{aligned}$$

Mômen kháng của tiết diện cọc phải là:

$$W \geq \frac{M_{\text{max}}}{R} = \frac{2480 \cdot 10^2}{150} = 1650\text{cm}^3$$

Đối với tiết diện tròn có đường kính D:

$$W_x = W_y \approx 0,1D^3$$

Vậy: $0,1D^3 \geq 1650$

Rút ra: $D \geq \sqrt[3]{16500\text{cm}} = 25,5\text{cm}$

Đường kính cây gỗ phải là $D = 26\text{cm}$.

Tính ván lát

Tấm ván ngang dưới cùng chịu tải lớn nhất. Tải trọng phân bố đều tác dụng lên tấm ván này bằng:

$$q = p_2h = 1600 \times 0,18 = 288 \text{ kG/m}$$

Tính toán giống như trên, thì thấy chiều dày tấm ván ngang không được nhỏ hơn 4,3cm.

Bài toán 1.6: Tính số xe tải phục vụ một máy đào (xúc) đất

Tính số lượng xe ben chở đất, trọng tải 3,5 tấn, phục vụ một máy đào đất gầu dây, dung tích gầu 0,5m³; khoảng cách vận chuyển đất là 4km; tốc độ xe là 19 km/h. Năng suất máy đào khi đổ đất vào xe tải $N_{xe} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$.

* Các công thức tính toán:

Số lượng xe ben (m) tính bằng công thức:

$$m = \frac{T}{t_{ch}} \quad (1-1)$$

với T là thời gian một chuyến xe, tính bằng phút, xác định như sau:

$$T = T_{ch} + t_{dv} + t_d + t_q \quad (1-2)$$

trong đó: t_{ch} - thời gian chất hàng lên xe;

t_{dv} - thời gian đi về của xe;

t_d - thời gian dỡ hàng khỏi xe = 1 phút;

t_q - thời gian quay xe = 2 phút.

Thời gian chất hàng lên xe t_{ch} phụ thuộc vào số gầu đất (n) đổ đầy một xe tải:

$$n = \frac{Q}{\gamma \cdot e \cdot K_{ch}} \quad (1-3)$$

$$t_{ch} = \frac{n \cdot e \cdot K_{ch}}{N} \cdot 60 = \frac{q}{N} \cdot 60 \quad (1-4)$$

- với: Q - trọng tải xe; tấn;
 K_{ch} - hệ số chứa đất tươi của gầu;
 γ - dung trọng đất ở trạng thái nguyên thể, tấn/m³;
 e - dung tích hình học của gầu đào, m³;
 q - dung tích xe tải (m³) tính theo đất nguyên thể và số gầu chẵn.

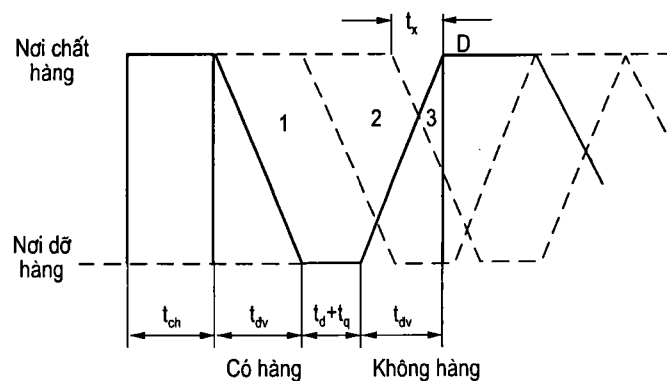
Thời gian đi về t_{dv} của xe tính bằng công thức:

$$t_{dv} = \frac{2L}{v} \cdot 60 \quad (1-5)$$

- với: L - đoạn đường vận chuyển, km;
 v - tốc độ xe, km/h; có thể lấy tốc độ chờ hàng bằng tốc độ xe về không hàng.

Thời gian dỡ hàng (t_d) và thời gian quay xe (t_q) phụ thuộc vào điều kiện thi công.

Sự kết hợp làm việc giữa máy đào đất và các xe chở đất có thể biểu diễn bằng đồ thị (hình 1.5).



Hình 1.5: Đồ thị vận động của các xe tải
 1. Xe thứ nhất; 2. Xe thứ hai; 3. Xe thứ ba.

Nếu số lượng xe tải (m) tính ra là con số nguyên, có nghĩa là lúc chất hàng xong cho chiếc xe cuối cùng và lúc bắt đầu chất hàng cho xe đầu tiên vừa trở về trùng làm một, ở điểm D trên đồ thị.

Nếu đồ thị có khoảng hở (t_x), có nghĩa là thời gian đó máy đào đứng rồi, vì số lượng xe tải nhỏ hơn số tính bởi công thức (1-1). Đoạn t_x ở bên phải điểm D, là thời gian đứng đợi của xe tải, khi số lượng xe tải lớn hơn con số cho bởi công thức (1-1).

Trường hợp máy đào đổ một phần đất đào lên xe tải để chở đi xa, và đổ phần đất còn lại thành đồng lên bờ hố đào, để dành sau này lấp hố móng, thì số lượng xe tải cần thiết tính bằng công thức:

$$m_1 = \frac{T}{t_{ch}} \cdot \mu \quad (1-6)$$

hệ số μ tính bằng công thức:
$$\mu = \frac{K}{\varphi + K}$$

với:
$$K = \frac{N_d}{N_{xe}}; \quad \varphi = \frac{V_d}{V_{xe}}$$

N_d - năng suất máy đào khi đổ đất thành đống, m^3/h ;

N_{xe} - năng suất máy đào khi đổ đất vào xe tải;

V_d - lượng đất mà máy đào đổ thành đống, m^3 ;

V_{xe} - lượng đất mà máy đào đổ vào xe tải.

Giải bài toán này, áp dụng các công thức (1-1) đến (1-5), ta có:

$$n = \frac{3,5}{1,6 \times 0,5 \times 0,87} = 5,05, \text{ lấy là 5 gầu}$$

ở đây: γ - dung lượng đất; $\gamma = 1,6 \text{ tấn}/m^3$;

K_{ch} - hệ số chứa đất tại; $K_{ch} = 0,85$.

Dung tích chứa của xe ben:

$$q = n \cdot e \cdot k_{ch} = 5 \times 0,5 \times 0,87 = 2,18 m^3$$

Thời gian chất một xe tải đất:

$$t_{ch} = \frac{2,18}{30} \times 60 = 4,36, \text{ lấy là 4 phút}$$

Thời gian đi về: $t_{dv} = \frac{2,4}{19} = 25 \text{ phút}$

Thời gian một chuyến xe ben:

$$T = 4 + 25 + 1 + 2 = 32 \text{ phút}$$

Số lượng xe ben cần thiết:

$$m = \frac{32}{4} = 8 \text{ xe}$$

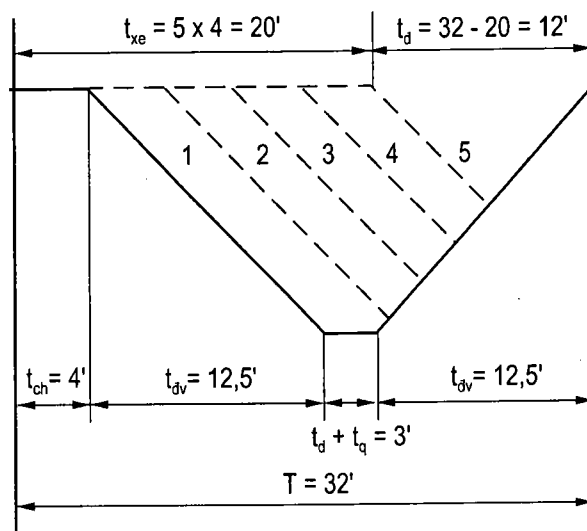
Xét trường hợp máy đào vừa đổ đất thành đống và đổ đất vào xe tải, với: $V_d = 50\%$ và $V_x = 50\%$.

Năng suất máy đào khi đổ đất thành đống: $N_d = 50 m^3/h$

Năng suất máy đào khi đổ đất vào xe: $N_{xe} = 30 m^3/h$.

$$m_1 = \frac{T}{T_{ch}} \cdot \frac{k}{\varphi + k} = \frac{32}{4} \left[\frac{\frac{50}{30}}{\frac{50}{50} + \frac{50}{30}} \right] = 5 \text{ xe}$$

Với những kết quả tính toán, có thể vẽ đồ thị vận động của các xe tải (hình 1.6), trong đó thời gian chất hàng lên xe mất: $5 \times 4 = 20$ phút, còn lại 12 phút trước khi chiếc xe đầu tiên trở về, khi đó máy đào đổ đất thành đống.



Hình 1.6: Đồ thị vận động của các xe ô tô tải

Trong 20 phút đổ đất vào xe tải, máy đào làm được $30 \times \frac{20}{60} = 10m^3$ còn trong 12 phút đổ đất thành đống, máy đào làm được: $50 \times \frac{12}{60} = 10m^3$.

Như vậy là: $\frac{V_d}{V_{xe}} = 1$; phù hợp với đầu đề cho.

Bài 1.7: Dự tính giá thành làm đường tạm thời phục vụ thi công

Tính giá thành vận tải 1 tấn-km đất đá từ công trường khai thác đến công trường san lấp, bằng một đường xe ô tô tạm thời, dài 5km. Phương tiện vận tải gồm 8 xe tải, trọng tải mỗi xe là 9 tấn.

Hàng ngày mỗi xe chạy 12 chuyến.

Thời gian khai thác con đường là 6 năm.

Ước tính giá mỗi km đường tạm thời khoảng: 900 triệu đồng.

Vốn đầu tư làm 5km đường là:

$$E = 900 \times 5 = 4500 \text{ triệu}$$

Thời gian khai thác đường trong 6 năm, tức là:

$$T = 300 \times 6 = 1800 \text{ ngày làm việc}$$

Tiền bảo quản, sửa chữa đường chiếm khoảng 18% vốn ban đầu, vậy mỗi ngày cần chi:

$$a = \frac{4500 \times 0,18}{1800} = 0,45 \text{ triệu/ngày}$$

Tiền nhiên liệu, dầu mỡ: $b = 1,95$ triệu.

Tiền sửa chữa, bảo quản xe máy: $c = 4,6$ triệu.

Tiền lương công nhân và nhân viên phục vụ: $d = 6,3$ triệu.

Chi phí tổng cộng cho việc khai thác con đường hàng ngày:

$$H = a + b + c + d = 0,45 + 1,95 + 4,6 + 6,3 = 13,3 \text{ triệu/ngày}$$

Chi phí bốc đất đá lên xe tải: $B = 9,6$ triệu/ngày.

Sau thời gian khai thác có thể chuyển nhượng lại con đường đó cho một đơn vị sản xuất khác có nhu cầu và thu hồi được $(0,1 - 0,2)E$, vốn làm đường ban đầu.

Chi phí cho việc vận chuyển hàng ngày:

$$C = \frac{E}{T} + H + B = \frac{0,9 \times 4500}{1800} + 13,3 + 9,6 = 25,15 \text{ triệu}$$

Nếu lấy:

- Hệ số sử dụng trọng tải xe 9 tấn là $k_1 = 0,8$.

- Hệ số sử dụng không đều hoà con đường hàng ngày là $k_2 = 1,2$.

Khối lượng vận chuyển hàng ngày là:

$$Q = 1,2 \times 9 \text{ tấn} \times 8 \text{ xe} \times 0,8 \times 12 \text{ chuyến} \times 5 \text{ km} = 4147 \text{ tấn-km}$$

Giá 1 tấn-km vận chuyển là:

$$G = \frac{C}{Q} = \frac{25,15}{4147} = 0,06 \text{ triệu hay } = 6000 \text{ đồng/tấn-km}$$

Bài toán 1.8: Chọn đầm nện để đầm gia cố nền đất

Người ta dự định đầm lèn gia cường đất đáy hố móng trước khi xây dựng công trình (hình 1.7). Yêu cầu tính toán chế độ đầm nện sao cho đất đầm (sét pha cát nhẹ) không bị phá hoại dưới các nhát đầm.

Dựa trên cơ sở lý thuyết và thực nghiệm người ta đưa ra những công thức về các thông số đầm nện như sau:

Cạnh a của tấm đầm nện dạng hình vuông xác định theo công thức:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3Q(5k - 3k^2 - 2)}{0,7\gamma(k - 1)}} \text{ cm}$$

với: Q - trọng lượng tấm nện, kg;

γ - dung trọng đất đầm kg/m^3 ;

k - hệ số hồi giả của nhát đầm: $k = 0,25$.

Chiều dày (h) lớp đất được đầm: $h \approx 0,7a$.

Chiều cao tấm nện rơi:

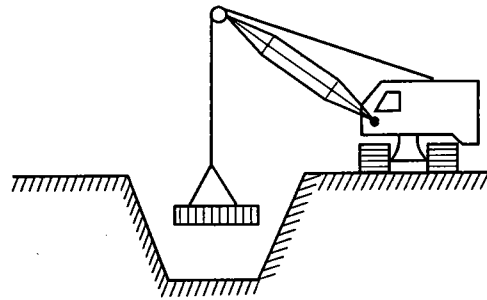
$$H = \frac{\sigma_{gh}^2 \cdot h \cdot a^2}{2QE} \text{ cm}$$

với: E - môđun biến dạng của đất đầm, kG/cm^2 ;

$E = 150 \div 200 \text{ kG/cm}^2$ đối với đất rời;

$E = 200 \text{ kG/cm}^2$ đối với đất dính;

σ_{gh} - cường độ giới hạn của đất (kg/cm^2), để cơ cấu đất không bị phá hoại khi đầm.



Hình 1.7: Gia cố nền bằng đầm nện

Bảng 1.7.

Loại đất	σ_{gh} , kG/cm^2
Đất dính ít (cát pha sét nhẹ)	6 - 8
Đất dính trung bình (cát pha sét trung bình)	8 - 11
Đất dính nhiều (sét pha cát chắc)	11 - 16
Đất rất dính (sét)	16 - 20

Ghi chú: Đầm nện dùng được cho mọi loại đất (dính và rời), đất sét khô đóng cục, đất đá sỏi.

Ví dụ: Cho $Q = 3000\text{kg}$; $\gamma = 0,002 \text{ kg/cm}^3$; $k = 0,25$; $\sigma_{gh} = 8 \text{ kG/cm}^2$; $E = 150 \text{ kG/cm}^2$.

Cạnh của tấm nện hình vuông:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3 \times 3000(5 \times 0,25 - 3 \times 0,25^2 - 2)}{0,7 \times 0,002 \times (0,25 - 1)}} \approx 180\text{cm}$$

Chiều dày lớp đất được đầm: $h = 0,7 \times 1,8 \approx 130\text{cm}$.

Chiều cao tấm nền rơi: $H = \frac{8^2 \times 130 \times 180^2}{2 \times 3000 \times 150} \approx 3\text{m}$

Bài toán 1.9: Chọn đầm lăn để lèn chặt đất đắp

Chọn các thông số của đầm lăn mặt nhãn dùng để đầm lèn đất sét pha cát chắc có:

Độ ẩm tự nhiên $W = 15\%$

Độ ẩm thích hợp cho việc đầm lèn: $W_0 = 18\%$

Dung trọng khô: $\gamma = 1,6 \text{ T/m}^3$

Chiều dày lớp đất rải: $h_0 = 20\text{cm}$

Cường độ giới hạn của đất để cơ cấu đất không bị phá hoại khi đầm lèn (theo bảng 1.7):

$$\sigma_{gh} = 14 \text{ kG/cm}^2$$

Môđun biến dạng của đất dính: $E = 200 \text{ kG/cm}^2$

Do đất đắp khô, muốn nâng cao hiệu quả đầm chặt đất phải tưới ẩm đất cho đạt tới độ ẩm thích hợp cho việc đầm lèn.

Công thức tính lượng nước tưới ẩm cho 1m^3 đất là:

$$N = \frac{\gamma_c (W_0 - W)}{\gamma_n \times 100}$$

với: γ_n - dung lượng của nước: $\gamma_n = 1 \text{ T/m}^3$.

$$N = \frac{1,6(18 - 15)}{1 \times 100} = \frac{4,8}{100} \text{ hay } 48 \text{ l/m}^3$$

Cộng thêm vào lượng nước này một lượng nước phòng hao hụt khi vận chuyển đất, tùy theo thời tiết lúc thi công.

Chiều dày lớp đất rải tốt nhất xác định bằng công thức thực nghiệm:

$$h_0 = \alpha \frac{W}{W_0} \sqrt{qR} \quad (\text{chỉ áp dụng khi } W < W_0)$$

Đối với đất dính: $\alpha = 0,28$

Đối với đất rời: $\alpha = 0,35$

R - bán kính ống lăn, cm;

q - áp suất tuyến tính của ống lăn lên đất, kG/cm^2 .

Cho biết bán kính ống lăn $R = 80\text{cm}$ và chiều dày lớp đất rải $h_0 = 20\text{cm}$; vậy:

$$20 = 0,28 \times 1 \times \sqrt{80 \cdot q}$$

Rút ra: $q = 68 \text{ kG/cm}$.

Ứng suất tối đa σ_{\max} mà đầm lăn tác dụng lên mặt đất xác định bằng công thức:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\frac{qE}{R}} = \sqrt{\frac{68.200}{80}} = 12,5 \text{ kG/cm}^2 < \sigma_{\text{gh}}$$

Ứng suất σ_{\max} này không được lớn hơn cường độ giới hạn σ_{gh} của đất đầm (xem bảng 1.7).

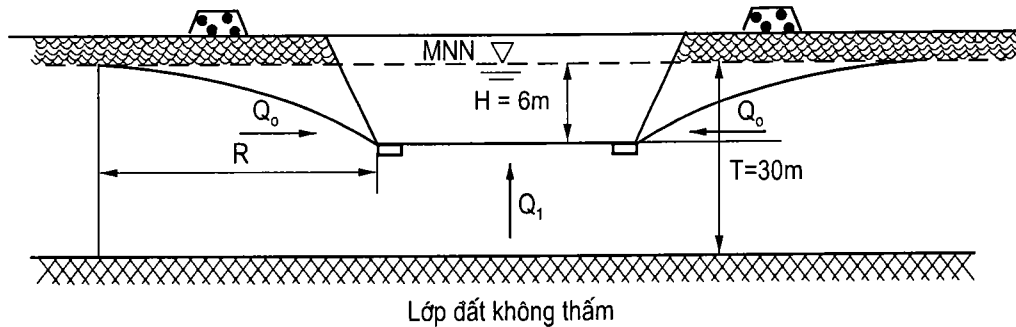
Chiều dài ống lăn lấy là: $b = 1,1D = 1,1 \times 160 = 176\text{cm}$
 với D là đường kính ống lăn.

Trọng lượng ống lăn: $Q = q.b = 68 \times 176 = 11.900\text{kg}$.

Bài toán 1.10: Tính lượng nước ngấm thấm vào hố móng

Để giữ khô hố đào nằm trong đất có nước ngấm trong thời gian thi công móng, người ta áp dụng phương pháp hút nước thấm lộ thiên, tức đào rãnh thu nước bao quanh đáy hố và dẫn nước thấm đến giếng bơm.

Yêu cầu tính lưu lượng nước thấm vào hố móng (hình 1.8).



Hình 1.8

- Diện tích đáy hố móng: $F = 20 \times 76\text{m} = 152\text{m}^2$
- Độ sâu đáy hố móng so với mực nước ngấm (MNN): $H = 6\text{m}$.
- Độ sâu từ mực nước ngấm đến lớp đất không thấm: $T = 30\text{m}$.
- Hệ số thấm của đất nền: $k = 10\text{m/ngày đêm}$.
- Lưu lượng nước thấm không áp lực Q_0 tính bằng công thức:

$$Q_0 = \frac{1,36kH^2}{\lg \frac{A+R}{A}}$$

với: A - bán kính biểu kiến của hố móng: $A = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{152}{\pi}} = 7\text{m}$

R - bán kính ảnh hưởng: $R = 2H\sqrt{H.k} = 2 \times 6\sqrt{6 \times 10} = 92\text{m}$

Vậy:

$$Q_0 = \frac{1,36 \times 10 \times 36}{\lg \frac{7+92}{7}} = \frac{490}{1,14} = 430 \text{ m}^3/\text{ngày đêm, hay} = 18 \text{ m}^3/\text{h}$$

• Lưu lượng nước thấm áp lực Q_1 :

$$Q_1 = k_1 \cdot F \cdot H$$

$$Q_1 = 0,16 \times 152 \times 6 = 146 \text{ m}^3/\text{h}$$

với k_1 là hệ số thấm áp lực trên 1m^2 diện tích đáy móng cho mỗi mét cột nước, tùy theo loại đất:

Loại đất	Hệ số thấm áp lực k_1 (m^3/h)
Cát nhỏ hạt	0,16
Cát trung bình	0,24
Cát to hạt	0,30
Sỏi cuội lẫn cát	0,35

• Lưu lượng nước mưa Q_m :

$$Q_m = \frac{F \cdot h \cdot m}{24}, \text{ m}^3/\text{h}$$

với: h - lượng nước mưa trung bình hàng ngày trong mùa mưa, m ;

m - hệ số tính thêm lượng nước mưa trên bề mặt chạy quanh hố móng, giữa rãnh thu nước hoặc con trạch đắp ngăn nước mặt, đến mép hố móng: $m = 1 \div 1,5$.

$$Q_m = \frac{152 \times 0,05 \times 1,2}{24} = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

ở đây lấy: $h = 0,05 \text{ m}/\text{ngày}$ và $m = 1,2$.

• Lưu lượng nước chảy vào hố móng:

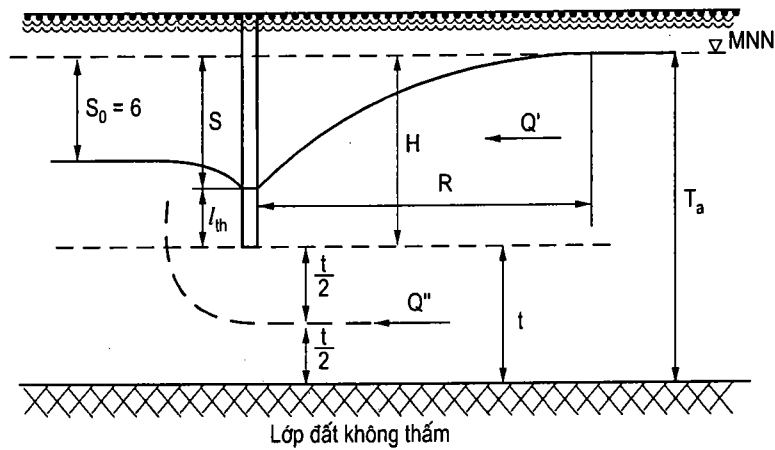
$$Q = Q_0 + Q_1 + Q_m = 18 + 146 + 3,5 = 168 \text{ m}^3/\text{h}$$

Chọn máy bơm và số lượng máy bơm có đủ năng suất để giữ khô hố móng.

Bài toán 1.11: Hạ mực nước ngầm bằng ống kim lọc hay giếng lọc

Kích thước miệng hố móng $50 \times 20\text{m}$; độ sâu đến lớp đất không thấm $T = 30\text{m}$, hệ số thấm $k = 10 \text{ m}/\text{ngày đêm}$; độ sâu hạ mực nước ngầm ở giữa hố móng $S_0 = 6\text{m}$ (hình 1.9).

Yêu cầu: Tính số lượng giếng lọc hạ mực nước ngầm cho hố móng



Hình 1.9: Sơ đồ tính lượng nước ngầm thấm vào giếng lọc

Độ sâu hạ thấp mực nước trong giếng khoan là:

$$S = S_0 + 2 = 8\text{m}$$

Độ sâu của giếng không hoàn chỉnh này là:

$$H = S + l_{\text{thấm}} = 8 + 7 = 15\text{m}$$

Bán kính biểu kiến của hố móng:

$$a = \sqrt{\frac{50 \times 20}{\pi}} = 18\text{m}$$

Bán kính ảnh hưởng: $R = 2S\sqrt{H.k} = 2 \times 8\sqrt{15 \times 10} = 196\text{m}$

- Lượng nước thấm không áp lực:

$$Q' = \frac{1,36k(2H - S)S}{\lg \frac{A + R}{A}} = \frac{1,36 \times 10(2 \times 15 - 8) \times 8}{\lg \frac{18 + 196}{18}}$$

$$= \frac{2393,6}{\lg 11,89} = \frac{2393,6}{1,07} = 2236 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

- Lượng nước thấm có áp lực tính bằng công thức:

$$Q'' = \frac{2,72S_0tk}{\lg \frac{A + R}{A - \frac{t}{2}}}$$

Ở đây chiều dày lớp đất chứa nước dưới đáy giếng rất lớn, vậy phải xác định vùng ảnh hưởng, nghĩa là vùng sâu bằng chiều dày T_a của lớp đất có khả năng cung cấp nước cho giếng. Trị số T_a này xác định theo bảng 1.8.

Bảng 1.8

$\frac{S_0}{H}$	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0
$\frac{T_a}{H}$	1,3	1,5	1,7	1,85	2,0

Ở đây:

$$\frac{S_0}{H} = \frac{6}{15} = 0,4, \text{ vậy } T_a = 15 \times 1,6 = 24\text{m}$$

$$t = 24 - 15 = 9\text{m}$$

$$Q'' = \frac{2,72 \times 6 \times 9 \times 10}{\lg \frac{18+196}{18-\frac{9}{2}}} = \frac{1468,8}{\lg 15,85} = \frac{1468,8}{1,2} = 1224 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

- Lưu lượng tổng cộng:

$$Q = Q' + Q'' = 2236 + 1224 = 3460 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

Số lượng ống kim lọc hay giếng lọc cần thiết để hút lưu lượng nước thấm Q vào hố móng, ấn định bằng công thức:

$$n = \frac{Q}{q} \cdot m$$

với: m - hệ số dự trữ: m = 1,2;

q - khả năng hút nước của một ống lọc hay một giếng lọc:

$$q = F \cdot v = 2pr_{th}v, \quad \text{m}^3/\text{ngày đêm}$$

F - diện tích mặt ngoài ống lọc, m²;

v - tốc độ nước thấm được vào ống lọc, m/ngày đêm.

Đối với các ống kim lọc và các ống giếng hút sâu được hạ bằng xói nước thì bán kính r của giếng thường lớn hơn bán kính của ống là 4 ÷ 6cm; vậy phải tính với bán kính giếng.

$$v = 60\sqrt[4]{k}, \text{ với } k \text{ là hệ số thấm của đất.}$$

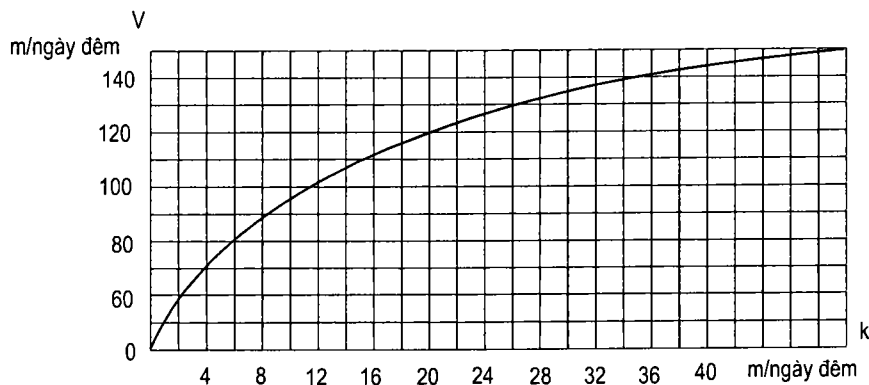
Có thể xác định v bằng đồ thị (hình 1.10):

$$v = 110 \text{ m/ngày đêm}$$

$$q = 2\pi(0,03 + 0,05)7 \times 110 = 386 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$$

Số giếng lọc:

$$n = \frac{Q}{q} m = \frac{3460}{386} \times 1,2 = 10,76 \text{ lấy } 12$$



Hình 1.10: Đồ thị xác định trị số tốc độ nước thấm vào giếng lọc

Khoảng cách giữa các giếng lọc:

$$c = \frac{(50 + 20)^2}{12} = 11,65m \text{ lấy là } 10m$$

Chọn máy bơm có năng suất lớn hơn:

$$\frac{3460}{24} = 145 \text{ m}^3/h$$

Bài toán 1.12: Chọn búa rung để hạ cọc và cừ

Trình tự chọn các thông số của búa rung hạ cọc như sau:

- a) Xác định lực cản chống cắt tối hạn (T) của đất ở độ sâu hạ cọc, cừ theo các số liệu địa chất.
- b) Chọn biên độ rung (A), tần số rung (n) và mômen các trái lệch tâm (K) của búa rung.
- c) Xác định trọng lượng tối thiểu (Q) của búa rung.

Ví dụ 1: Chọn các thông số của búa rung để hạ tấm cừ thép với các điều kiện như sau: tấm cừ hạ trong đất cát bão hòa nước và đất thịt mềm có xen lẫn những lớp sỏi. Độ sâu hạ cừ là 15m. Tấm cừ nặng 1400kg (dài 20m).

Theo bảng 1.9 và 1.10, ta có những số liệu ban đầu phục vụ tính toán như sau:

- Lực chống cắt đất: $\tau = 1,7 \text{ tấn/m}$ hay 17 kG/cm^2
- Biên độ rung: $A = 5mm$

Bảng 1.9

Loại đất	Lực cản chống cắt (τ)				
	Đối với cọc (tấn/m ²)			Đối với tấm cừ (tấn/m)	
	Cọc ống thép (mũi kín)	Cọc bê tông	Cọc ống bê tông (hở mũi)	Loại nhẹ	Loại nặng
- Cát bão hòa nước - Đất thịt khá dẻo	0,6	0,7	0,5	1,2	1,4
Cũng những đất trên có xen đất cuội sỏi	0,8	1,1	0,7	1,7	2,0
Đất thịt ít dẻo	1,5	1,8	1,0	2,0	2,5
Đất thịt rắn chắc	2,5	3,0	2,0	4,0	5,0

Bảng 1.10

	Biên độ rung động thích hợp A (mm)						Áp suất nén cần thiết (kG/cm ²) P
	Các loại đất rời			Các loại đất dính			
Tần số rung động trong một phút (n)	300 ÷ 700	800 ÷ 1000	1200 ÷ 1500	400 ÷ 700	800 ÷ 1000	1200 ÷ 1500	
- Tấm cừ thép - Cọc ống thép hở mũi - Cọc có tiết diện ≤ 150 cm ²		8 ÷ 10	4 ÷ 6		10 ÷ 12	6 ÷ 8	1,5 ÷ 3,0
- Cọc ống thép mũi kín có tiết diện ≤ 800 cm ²		10 ÷ 12	6 ÷ 8		12 ÷ 15	8 ÷ 10	4 ÷ 5
- Cọc bê tông có tiết diện ≤ 2000cm ²	12 ÷ 15			15 ÷ 20			6 ÷ 8
- Cọc ống bê tông có đường kính lớn, khi hạ có moi đất	6 ÷ 10	4 × 6		8 ÷ 12	6 ÷ 10		

Muốn hạ được cọc, cừ bằng rung động thì lực kích động của búa rung phải đủ lớn để thắng được lực cản chống cắt của đất.

$$P_0 > \alpha T \quad (1-7)$$

a) Lực kích động P_0 tính bằng công thức

$$P_0 = \frac{K\omega^2}{g}$$

- với: K - mômen tạo ra bởi các trái lệch tâm;
 ω - tốc độ góc của trái lệch tâm khi quay;
 T - lực cản chống cắt tối hạn của đất ở độ sâu nhất;
 α - hệ số tính đến ảnh hưởng đàn hồi của đất:

$\alpha = 0,6 \div 0,8$, đối với cọc và cọc ống bê tông cốt thép, hạ bằng búa có tần số thấp ($n \leq 600$ lần/phút);

$\alpha = 1$, đối với tấm cừ thép, ta hạ bằng búa có tần số cao ($n \geq 1000$ lần/phút)

b) Lực cản T tính bằng công thức

- Đối với cọc: $T = c \cdot \Sigma \tau_i \cdot h_i$ (1-8)

- Đối với tấm cừ: $T = \Sigma \tau_i \cdot h_i$ (1-9)

- với: h_i - chiều dày mỗi lớp đất khác nhau;
 c - chu vi tiết diện cọc;
 τ_i - lực cản đơn vị, lấy ở bảng 1.9.

Lực kích động của búa rung đảm bảo hạ được tấm cừ:

$$P_0 \geq \alpha T = \Sigma \tau h = 17 \times 1500 = 25500 \text{ kG}$$

c) Tính các thông số của búa rung

Mômen K tạo ra bởi các trái lệch tâm:

$$K \geq \frac{1}{\xi} A \cdot Q_{bc} \quad (1-10)$$

- với: Q_{bc} - trọng lượng của búa rung và của cừ, cọc;
 A - biên độ rung thích hợp, tra bảng 1.0, ta đã có $A = 0,5 \text{ cm}$.

Trọng lượng của tấm cừ $Q_c = 1400 \text{ kg}$.

Giả định trọng lượng của búa rung $Q_b = 2000 \text{ kg}$.

- ξ - hệ số: $\xi = 0,8$ đối với cọc bê tông
 $\xi = 1,0$ đối với các loại cọc, cừ khác.

$$K = \frac{1}{\xi} A Q_{bc} = 0,5(1400 + 2000) = 1700 \text{ kG.cm}$$

Tốc độ góc ω của trái lệch tâm:

$$\omega = \sqrt{\frac{gT}{K}} = \sqrt{\frac{981 \times 25500}{1700}} = \sqrt{14715} = 122 \text{ giây}^{-1}$$

Tần số rung tính như sau:

$$n = 9,55\omega = 9,55 \times 122 = 1165 \text{ lần/phút}$$

d) Tính trọng lượng cần thiết của búa rung

Cọc được hạ bằng rung động chỉ ăn sâu xuống đất khi nào áp lực trên nó, kể cả trọng lượng bản thân cọc, vượt quá một trị số nào đó; trị số này phụ thuộc vào loại đất, hình dáng, kích thước cọc và chế độ rung động; nhất là phụ thuộc vào tỉ lệ Q_{bc}/P_0 , tức là tỉ lệ giữa ngoại lực Q_{bc} tác dụng lên cọc và lực kích động P_0 của máy rung động.

Điều kiện thực tế này được trình bày như sau:

$$Q_{bc} \geq pF \tag{1-11}$$

$$\beta_1 < \frac{Q_{bc}}{P_0} < \beta_2 \tag{1-12}$$

với: Q_{bc} - trọng lượng của cọc, của búa rung của gia trọng (nếu có);

F - diện tích tiết diện cọc;

p - áp suất nén cần thiết lên cọc (bảng 1.10).

$$\text{và: } 0,15 < \frac{Q_{bc}}{P_0} < 0,5 \text{ đối với tấm cừ thép} \tag{1-13}$$

$$0,30 < \frac{Q_{bc}}{P_0} < 0,6 \text{ đối với những cọc nhẹ, cọc ống thép} \tag{1-14}$$

$$0,40 \frac{Q_{bc}}{P_0} < 1,0 \text{ đối với cọc và cọc ống bê tông} \tag{1-15}$$

Ở đây trọng lượng tổng cộng của búa rung và của tấm cừ thép ít nhất phải bằng (1-12):

$$Q_{bc} = 0,15P_0 = 0,15\alpha T = 0,15 \times 25500 = 3825\text{kg}$$

Vậy trọng lượng của búa rung không được nhỏ hơn:

$$Q_b = 3825 \div 1400 = 2425\text{kg}$$

Búa rung cần thêm một gia trọng bằng:

$$Q_g = 2450 \div 2000 = 450\text{kg; lấy } 500\text{kg}$$

Tra "Sổ tay chọn máy thi công xây dựng" trang 56, ta chọn máy mã hiệu VPP-1, với:

$$P_0 = 250\text{kN} = 25 \text{ tấn-lực}; \quad n = 1500 \text{ lần/phút}; \quad Q_b = 2100\text{kg}.$$

Ví dụ 2: Thử lại xem có thể dùng búa rung với các thông số đã chọn trong ví dụ trên, để hạ những tấm cừ thép (nặng 102 kg/m) dài 12m, xuống sâu 10m, trong những lớp đất sau:

$$0,0 \div 4,0\text{m} - \text{đất cát hạt trung, bão hòa nước:} \quad \tau = 1,4 \text{ tấn/m}$$

$$4,0 \times 7,5\text{m} - \text{đất cát hạt nhỏ, xen các lớp đất thịt:} \quad \tau = 2 \text{ tấn/m}$$

$$7,5 \div 10\text{m} - \text{đất thịt ít dẻo:} \quad \tau = 2,5 \text{ tấn/m}$$

Xác định lực cản chống cắt tới hạn tổng cộng:

$$T = 1,4 \times 4,0 + 2,0 \times 3,5 + 2,5 \times 2,5 = 18,80 \text{ tấn} < 25,00 \text{ tấn}$$

Biên độ rung động của tấm cừ thép:

$$A = \xi \cdot \frac{K}{Q} = 1 \times \frac{1700 \times 10}{2100 + 102 \times 12} = \frac{17000}{3324} = 5,11 > 5\text{mm}$$

Vậy búa rung với những thông số đã chọn trong ví dụ trên thích hợp với các điều kiện của ví dụ 2 này.

Ví dụ 3: Chọn các thông số của búa rung dùng để hạ cọc ống bê tông cốt thép. Đường kính ngoài của cọc: 1,5m, chiều dày thành ống: 0,1m, chiều dài: 30m, trọng lượng cọc ống: 34 tấn.

Độ sâu hạ cọc: 25m; trong đó lớp đất trên đây 10m là đất thịt mềm; lớp đất dưới đây 15m là đất sét ít dẻo.

Trọng lượng búa rung lấy bằng 10 tấn.

Theo bảng 1.9, ta có: $\tau = 0,5 \text{ tấn/m}^2$, đối với lớp trên

$\tau = 1,0 \text{ tấn/m}^2$, đối với lớp dưới

a) Xác định lực cản chống cắt tổng cộng, với giả thiết là lớp đất ở trong ống chưa moi hết lên được, nhỏ hơn 3m; và lấy $\alpha = 0,8$.

$$T = 0,8[(15 + 3)3,14 \times 1,5 \times 10 + 10 \times 3,14 \times 1,5 \times 0,5] = 87 \text{ tấn}$$

b) Xác định mômen của các trái lệch tâm của búa rung, khi lấy biên độ rung $A = 6\text{mm}$; theo bảng 1.10:

$$K = \frac{1}{\xi} A \cdot Q_{bc} = \frac{1}{0,8} \times 0,6(34000 + 10000) = 33000 \text{ kG.cm}$$

Xác định tần số rung động:

$$\omega = \sqrt{\frac{g \cdot T}{K}} = \sqrt{\frac{981 \times 87000}{33000}} = 51 \text{ giây}^{-1}$$

$$n = 9,55\omega = 487 \text{ lần/phút}$$

c) Xác định trọng lượng cần thiết Q để tạo áp lực nén $p = 6 \text{ kG/cm}^2$

$$Q = F \cdot p = \frac{\pi}{4} (1,5^2 - 1,3^2) \times 60 = 26,6 \text{ tấn}$$

Thực tế thì cọc ống và búa rung đã nặng

$$Q_{bc} = 10 + 34 = 44 \text{ tấn}$$

Bây giờ thử lại bằng công thức (1-15) với $P_0 = T = 87$:

$$0,4 \times 87 = 34,8 \text{ tấn} < 44 < 0,9 \times 87 = 78,3 \text{ tấn}$$

Kết quả như vậy là tốt.

Tra sổ tay, ta chọn búa rung mã hiệu VP-170, có:

$$P_0 = 102 \text{ tấn lực}; n = 404 \div 505 \text{ lần/phút}; Q_b = 13,3 \text{ tấn.}$$

Bài toán 1.13: Tính độ chồi đóng cọc

Ví dụ: Tính độ chồi khi đóng cọc bê tông cốt thép có tiết diện $25 \times 25 \text{ cm}$, dài $5,5 \text{ m}$, chịu tải trọng thiết kế $P = 19,5 \text{ tấn}$, bằng búa diêzen, có trọng lượng chày $Q = 600 \text{ kg}$ và năng lượng nhát búa $E = 310 \text{ kgm}$.

Độ chồi thiết kế của cọc dưới những nhát búa cuối cùng tính bằng công thức:

$$e = \frac{mnFQH}{P \left(nF + \frac{P}{m} \right)} \cdot \frac{Q + 0,2q}{Q + q}$$

với: F - diện tích tiết diện ngang của cọc, m^2 ;

Q - trọng lượng chày của búa đóng cọc, tấn;

q - trọng lượng cọc, tấn;

P - tải trọng cho phép của cọc, tấn;

H - chiều cao búa rơi, m;

m - hệ số an toàn: $m = 0,5$ cho công trình vĩnh cửu

$m = 0,7$ cho công trình tạm thời;

n - hệ số phụ thuộc vật liệu làm cọc:

với cọc gỗ: $n = 100 \text{ tấn/m}^2$

với cọc bê tông: $n = 150 \text{ tấn/m}^2$

với cọc thép: $n = 500 \text{ tấn/m}^2$

Trọng lượng cọc: $q = 0,25 \times 0,25 \times 5,5 \times 2,4 = 0,825 \text{ tấn}$

Chiều cao búa rơi: $H = \frac{E}{Q} = \frac{310}{600} = 0,518 \text{ m}$

Độ chối sau mỗi nhát búa:

$$e = \frac{0,6 \times 150 \times 0,0625 \times 0,60 \times 0,518}{19,5 \left(150 \times 0,0625 + \frac{19,5}{0,6} \right)} \times \frac{0,60 \times 0,2 \times 0,825}{0,60 + 0,825}$$

$$= 0,0011 \text{ m} = 1,1 \text{ mm}$$

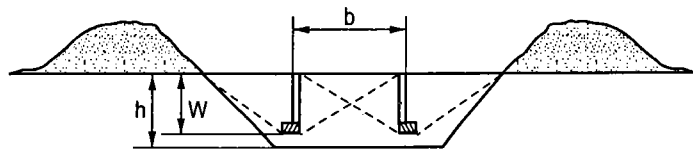
Lấy tròn số thì sau 10 nhát búa cuối cùng, độ chối là 10mm.

Ghi chú: Nếu độ chối $e \leq 2 \text{ mm}$, mà cọc chưa xuống hết thì phải thay búa có năng lượng nhát búa E lớn hơn.

Bài toán 1.14: Đào đất bằng nổ mìn

Do thiếu phương tiện cơ giới đào đất người ta dự tính áp dụng phương pháp nổ mìn để tạo ra những hồ chứa nước sinh hoạt ở các vùng cao.

Yêu cầu tính lượng thuốc nổ cần thiết.



Hình 1.11: Nổ mìn để tạo hồ nước

Tính lượng thuốc nổ bán vãng chôn trong một lỗ mìn bằng công thức:

$$Q = qW^3(0,4 + 0,6n^3) = qW^3 f(n)$$

với q - lượng thuốc nổ riêng, cần thiết để phá vỡ 1 m^3 đất đá. Đối với đất cát pha và đất thịt có thể lấy $q = 1,2 \times 1,3 \text{ kg/m}^3$;

W - đường kính nhỏ nhất, xác định theo độ sâu hố đào (h) và chỉ số tác dụng nổ mìn (n):

$$W = \frac{h}{0,4(2n-1)}$$

Muốn bắn văng đất lên hai bờ, phải chôn trong lỗ khoan một lượng thuốc nổ có sức văng mạnh, nghĩa là chỉ số nổ mìn (n) phải lớn hơn 1; ở đây ta lấy $n = 2$.

Do điều kiện sử dụng, không cho phép nền đất đáy hồ bị phá hoại, nên phải đặt tâm chôn mìn cao hơn đáy hồ khoảng $10 \div 15\%$ chiều sâu hồ.

Tính khoảng cách giữa các lỗ mìn a, và khoảng cách giữa các hàng lỗ mìn b, theo chỉ số n đã chọn, bằng công thức:

$$a = b = 0,5(W(n + 1))$$

Số lượng lỗ mìn N trong một hàng tính bằng:

$$N = \frac{L}{a}$$

với L là chiều dài hồ nước, m.

Thông thường chỉ nên bố trí hai hàng lỗ mìn.

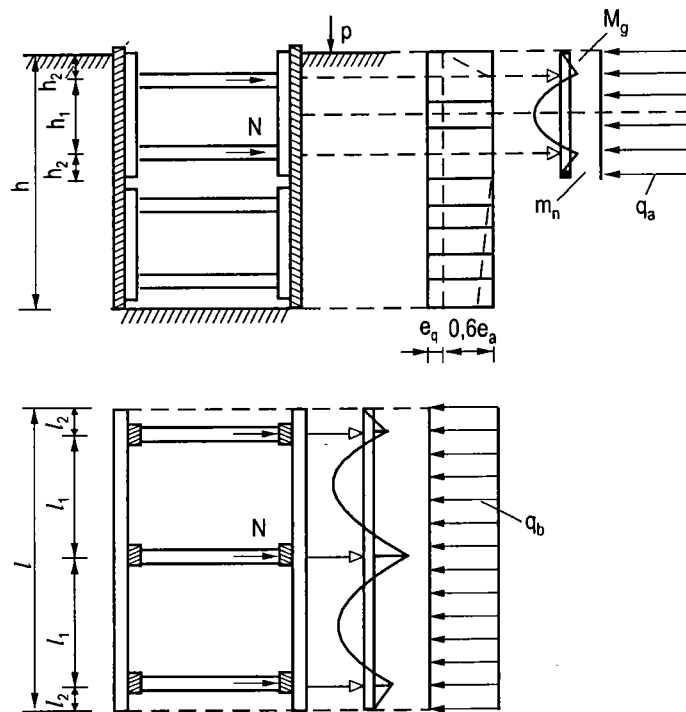
Bảng 1.11 sau đây cho những thông số tính toán nổ mìn để tạo ra những hồ chứa nước có dung tích khác nhau.

Bảng 1.11

Khối tích hố đào (ngàn m ³)	q (kg/m ³)	W (m)	W ³	n	f(n)	Q (tấn)	a (m)	b (m)	Số lượng lỗ mìn N	Khối lượng thuốc nổ (tấn)
10	1,25	5	125	2	5,2	0,8	7,50	7,50	22	17,6
15		5,83	198			1,3	8,75	8,75	22	28,6
20		6,67	298			1,9	10,00	10,00	18	34,2
25		7,5	422			2,75	11,25	11,25	16	44
30		8,33	58			3,8	12,50	12,50	14	53

Bài toán 1.15: Tính hệ khung chống vách đất

Cho kết cấu khung chống vách đất rãnh đào, gồm các ván ngang, sườn đứng và thanh văng ngang, cùng các sơ đồ tính toán nêu trong hình 1.12.



Hình 1.12

Cho biết các số liệu:

ρ - dung lượng của đất; $\rho = 1,75 \text{ T/m}^3$

ρg - dung tích của đất; $\rho g = 17,5 \text{ kN/m}^3$

φ - góc ma sát trong; $\varphi = 35^\circ$

c - lực dính; $c = 0$

p - tải trọng xe trên bờ; $p = 5 \text{ kN/m}^2$

h - chiều sâu rãnh đào; $h = 3,6 \text{ m}$

h_1 - khoảng cách giữa các thanh văng theo chiều đứng:

$$h_1 = 0,6 \text{ m}; \quad h_2 = 0,2 \text{ m}$$

l_1 - khoảng cách giữa các thanh văng theo chiều dài rãnh:

$$l_1 = 2,1 \text{ m}$$

Yêu cầu: Tính toán nội lực trong khung chống vách đất.

Để đơn giản tính toán ta coi tải trọng tác dụng lên kết cấu chống vách đất là tải trọng phân phối đều e .

Áp lực đất tính bằng công thức:

$$e = 0,6e_a + e_p - e_c$$

hay:
$$e = 0,6\rho ghK + pK - 2c\sqrt{K}$$

với:
$$K = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{35^\circ}{2}\right) = 0,271$$

thì được:
$$e = 0,6 \times 17,5 \times 3,6 \times 0,271 + 5 \times 0,271 = 11,60 \text{ kN/m}$$

Tải trọng phân phối đều theo chiều đứng, lên một dải rộng 1m:

$$q_a = e \times 1,0\text{m} = 11,60 \text{ kN/m}$$

Tải trọng phân phối đều theo chiều dài, lên một dải rộng $l_1\text{m} = 2,1\text{m}$ là:

$$q_b = e l_1 = 11,60 \times 2,10\text{m} = 24,36 \text{ kN/m}$$

Mômen gối gây bởi thanh văng ngang cho sườn đứng là:

$$M_g = \frac{1}{8} q_a l_1^2 = \frac{1}{8} \times 11,60 \times 2,1^2 = -6,39 \text{ kN.m}$$

Mômen ở giữa nhịp thanh sườn đứng là:

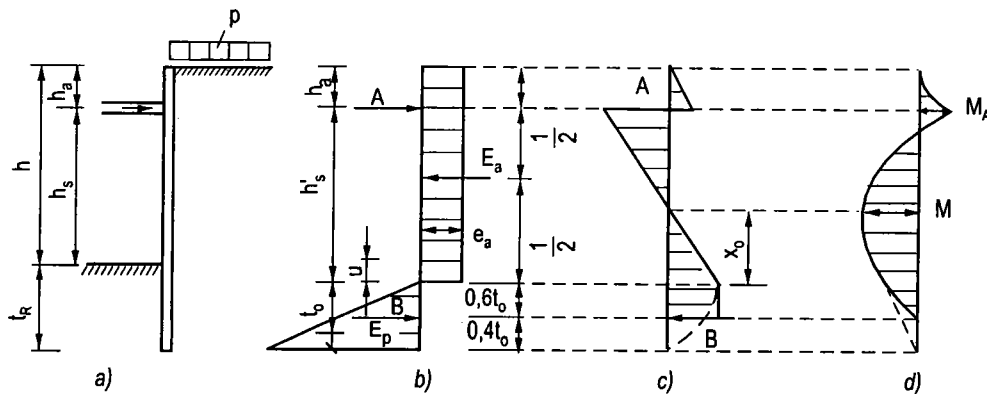
$$M_n = \frac{1}{8} q_b (h_1^2 - 4h_2^2) = \frac{1}{8} \times 24,36 (0,6^2 - 4 \times 0,2^2) = 1,58 \text{ kN.m}$$

Lực nén trong thanh văng ngang:

$$N = q_b \left(\frac{h_1}{2} + h_2 \right) = 24,36 \left(\frac{0,6}{2} + 0,2 \right) = 12,18 \text{ kN}$$

Bài toán 1.16: Xác định các thông số cho tường cừ

Tường cừ (hình 1.13a) gồm các cột đứng, chân cột được đóng sâu xuống đất, phần trên cột h được chống ngang bằng thanh văng (gối tựa A) ở độ cao $h_a = (0,2 \div 0,3)h$.



Hình 1.13: a) Sơ đồ tính toán; b) Biểu đồ các tải trọng từ đất
c) Biểu đồ lực cắt; d) Biểu đồ mômen.

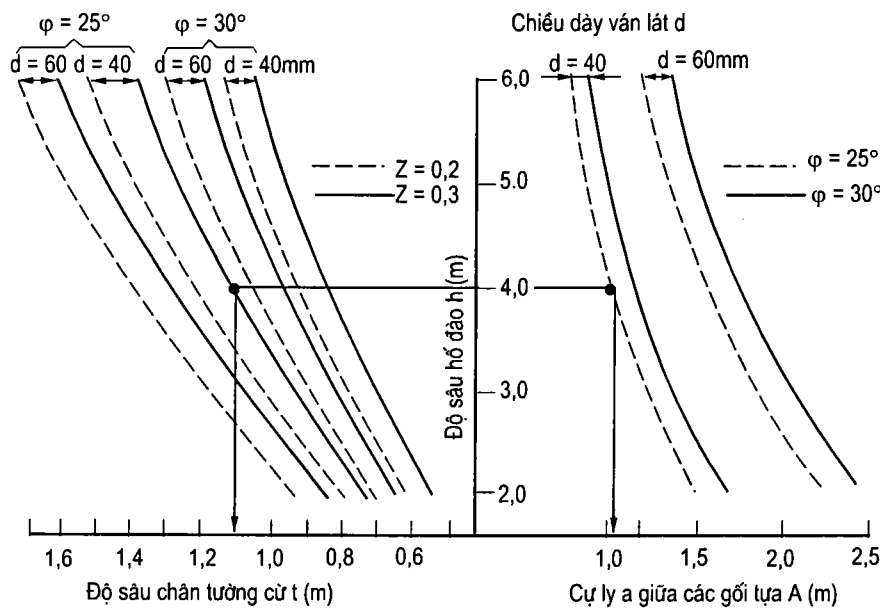
Các số liệu để tính toán loại tường cừ này như sau:

- Góc ma sát trong của đất: $\varphi = 25 \div 30^\circ$
- Góc ma sát trong của đất với tường cừ: $\delta = \frac{1}{2}\varphi$
- Tải trọng của xe trên bờ hố đào: $p = 3 \text{ kN/m}^2$
- Chiều sâu hố đào; $h \leq 5\text{m}$
- Khoảng cách giữa các thanh văng: $a \leq 1,6\text{m}$

Tính toán đã cho biết là: trong điều kiện có thanh văng nêu trên thì độ sâu chắm trong đất của cột đứng, tính từ đáy hố đào: $t = 1,5\text{m}$ là đủ và ta có thể sử dụng biểu đồ (hình 1.14) để tính toán cụ thể các thông số của tường cừ có một gối tựa này.

Biểu đồ áp lực đất lấy theo dạng chữ nhật (hình 1.13b) thì phản lực B của đất tại độ sâu $0,6t$, tính từ đáy hố đào có trị là:

$$B = E_a \frac{h/2 - h_a}{h_s + 0,6t} \text{ do } \sum MA = 0$$



Hình 1.14: Biểu đồ để xác định các thông số của tường cừ có một gối tựa A

Ví dụ: Đất cát có $\rho = 1,765 \text{ T/m}^3$; $\rho g = 17,65 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi = 25^\circ$; $c = 0$; $p = 3 \text{ kN/m}^2$

Số liệu về hố đào: $h = 4\text{m}$; $Z = \frac{h_a}{h} = 0,3$; $d = 40\text{mm}$.

Tra biểu đồ (hình 1.14):

$$a = 1,1\text{m}; \quad t = 1,1\text{m}$$

$$\text{và } h_a = 0,3h = 0,3 \times 4 = 1,2\text{m}; \quad h_s = h - h_a = 4 - 1,2 = 2,8\text{m}$$

$$K_a = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right) = 0,37$$

$$E_a = 1,2 \times 4(0,6 \times 17,65 \times 4 \times 0,37 + 3 \times 0,37) = 80\text{kN}$$

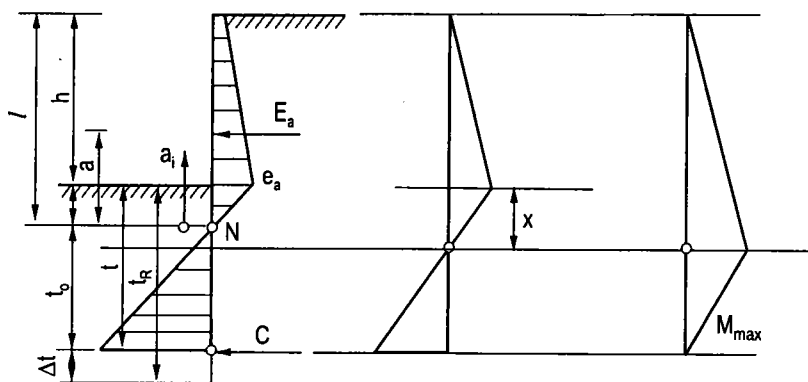
$$B = E_a \cdot \frac{h/2 - h_a}{h_s + 0,6t} = 80 \frac{2 - 1,2}{2,8 + 0,6 \times 1,1} = 18,5\text{kN}$$

$$A = B - E_a = 80 - 18,5 = 61,5\text{kN}$$

Bài toán 1.17: Tính tường cừ ngầm trong đất nền

Các bước tính như sau:

1. Tính áp lực đất lên tường cừ, từ mặt đất xuống đến vị trí điểm không N (hình 1.15).



Hình 1.15

Góc ma sát trong của đất là φ .

Góc ma sát trong của đất với tường cừ lấy là:

$$\delta_a = \frac{2}{3}\varphi; \quad \delta_p = \frac{1}{2}\varphi$$

2. Xác định độ sâu u của điểm không N, tính từ đáy hố móng, bằng công thức:

$$u = \frac{e_a}{\rho g K'}$$

trong đó:
$$K' = \frac{\alpha K_p}{\eta - K_a}$$

φ°	10	15	20	25	30	35	40
α	0,94	0,90	0,86	0,80	0,74	0,67	0,59

e_a - áp lực đất tại điểm đáy hố móng;

η - hệ số an toàn về cường độ.

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right); \quad K_p = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$$

3. Áp lực đất lên tường cừ không có dạng phân phối đều; để dễ tính toán người ta phân lớp nó thành ra những lực thành phần riêng biệt (hình 1.17).

4. Đoạn tường cừ ngấp trong nền đất t_0 , được xác định bằng biểu đồ (hình 1.16) theo hai thông số m và n :

$$m = \frac{6Q}{\rho g K'} = \frac{6 \sum E_{ai}}{\rho g K'};$$

$$n = \frac{6M}{\rho g K'} = \frac{6 \sum E_{ai} \cdot h_i}{\rho g K'}$$

Phần tường cừ cắm ngấp trong nền đất t_R , kể cả đoạn dư $\Delta t = 0,20t_0$ là:

$$t_R = u + 1,20t_0$$

5. Điểm có mômen cực đại, có lực cắt bằng không, nằm ở độ sâu:

$$x = \sqrt{\frac{2 \sum E_{ai}}{\rho g K'}}$$

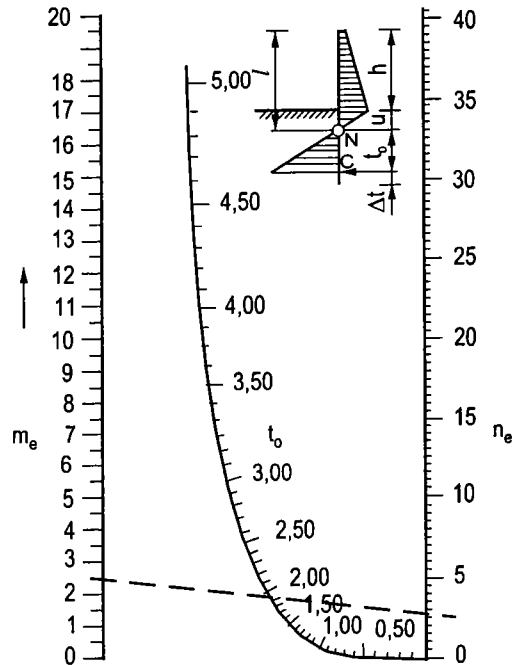
Mômen cực đại ở điểm này bằng:

$$M_{\max} = \sum E_{ai}(a+x) - \frac{1}{6} \rho g K' x^3$$

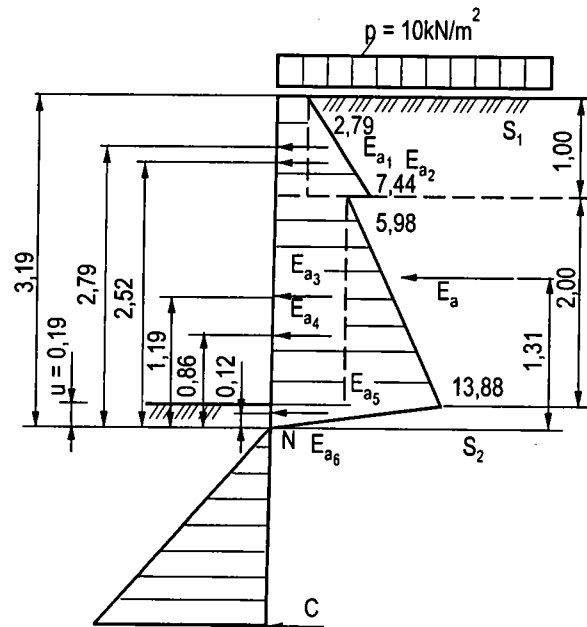
Ví dụ: Tường cừ làm việc theo kiểu công son (hình 1.17).

Chiều sâu hố móng $h = 3\text{m}$.

Tải trọng tại mép bờ hố móng $p = 10 \text{ kN/m}^2$.



Hình 1.16: Biểu đồ để xác định độ ngấp t_0 trong đất nền của tường cừ



Hình 1.17

Lớp đất thứ nhất S_1 là đất cát lẫn sỏi:

$$\begin{aligned}
 H_1 &= \pm 0 \div 1\text{m}; & \rho &= 1,67 \text{ T/m}^3; \\
 \rho g &= 16,7 \text{ kN/m}^3; & \varphi &= 30^\circ; & c &= 0; \\
 \delta_a &= \frac{2}{3}\varphi; & K_a &= \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = 0,289
 \end{aligned}$$

Lớp đất thứ hai S_2 :

$$\begin{aligned}
 H_2 &= -1,0 \div -0,8\text{m}; & \rho &= 1,76 \text{ T/m}^3; \\
 \rho g &= 17,6 \text{ kN/m}^3; & \varphi &= 35^\circ; \\
 c &= 0; & \delta_a &= \frac{2}{3}\varphi; \\
 K_a &= 0,224; & \delta_p &= -\frac{1}{2}\varphi
 \end{aligned}$$

$$K_p = \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) = 10,2$$

$$K' = \frac{\alpha K_p}{\eta} - K_a = \frac{0,67 \times 10,2}{1,5} - 0,224 = 4,2$$

- Tính độ sâu u của điểm không N:

$$u = \frac{e_a}{\rho g K'} = \frac{13,88}{17,6 \times 4,2} = 0,19\text{m}$$

- Tính trị: $Q_N = \Sigma E_{ai}$ $M_N = \Sigma E_{ai} \cdot a_i$

	E_{ai} (kN/m)	a_i (m)	$E_{ai} \cdot a_i$
i = 1	2,69	2,79	7,51
i = 2	2,32	2,52	5,85
i = 3	11,96	1,19	14,23
i = 4	7,90	0,86	6,79
i = 5	1,32	0,12	0,16

$$Q_N = 26,29 \text{ kN/m}$$

$$M_N = 34,54 \text{ kN.m/m}$$

- Tính độ ngấp trong đất nền t_0 của tường cừ.

Trước hết tính hai thông số m và n:

$$m = \frac{6Q}{\rho g K'} = \frac{6 \times 26,29}{17,6 \times 4,2} = 2,16\text{m}^2$$

$$n = \frac{6M}{\rho g K'} = \frac{6 \times 34,5}{17,6 \times 4,2} = 2,84\text{m}^3$$

Tra biểu đồ (hình 1.16) thì tìm ra: $t_0 = 1,90\text{m}$.

- Độ sâu ngấp trong đất nền của tường cừ:

$$t_R = u + 1,2t_0 = 0,19 + 1,2 \times 1,90 = 2,47\text{m}$$

- Xác định điểm tại đó lực cắt bằng không (hình 1.13):

$$x = \sqrt{\frac{2\Sigma E_{ai}}{\rho g K'}} = \sqrt{\frac{2 \times 26,29}{17,6 \times 4,2}} = 0,85\text{m}$$

Mômen cực đại: $M_{\max} = \Sigma E_{ai}(a+x) - \frac{1}{6} \rho g K' x^3$

$$= 26,29(13,1 + 0,85) - \frac{1}{6} \times 17,6 \times 4,2 \times 0,85^3$$

$$= 49,3\text{kN.m}$$

Chương 2

THI CÔNG BÊTÔNG

Bài toán 2.1: Tính năng suất máy trộn bê tông

Tính năng suất máy trộn bê tông di động có dung tích 250 lít.

Năng suất kĩ thuật của máy trộn tính bằng công thức:

$$N_{kt} = \frac{e \cdot n}{1000} \cdot K_p \quad m^3/h$$

với: e - dung tích máy trộn, lít;

n - số mẻ trộn trong một giờ;

K_p - hệ số thành phẩm: $K_p = 0,65 \div 0,72$.

Số mẻ trộn trong một giờ tính bằng công thức:

$$n = \frac{3600}{T}$$

với T là thời gian đổ cốt liệu vào cối, thời gian trộn và thời gian đổ vữa bê tông khỏi cối trộn (xem bảng 2.1).

Bảng 2.1

Dung tích máy trộn (lít)	100	250	425	1200	2400
Thời gian T (sec)	110	115	130	145	180

Với máy trộn dung tích 250 lít thì:

$$n = \frac{3600}{115} = 32,7 \approx 33$$

Năng suất kĩ thuật: $N_{kt} = \frac{250 \times 33}{1000} \times 0,69 = 5,8 \text{ m}^3/h$

Năng suất sử dụng (có tính thêm hệ số sử dụng thời gian K_t):

$$N_{sd} = N_{kt} \cdot K_t = 5,8 \times 0,8 = 4,7 \text{ m}^3/h$$

Bài toán 2.2: Chọn máy trộn bê tông và tính lượng vật liệu tiêu thụ

Chọn một máy trộn bê tông mỗi ngày sản xuất $35 \div 40m^3$ vữa bê tông và tính khối lượng vật liệu (nước, xi măng, cát, đá) tiêu thụ hàng ngày. Biết rằng vữa bê tông có thành phần: xi măng : cát : đá là $1 : 2,2 : 4,2$; và tỉ lệ nước - xi măng là $N/X = 0,60$.

Theo kết quả của bài toán trên thì năng suất mỗi ca của máy trộn có dung tích 250 lít là: $N_{ca} = 4,7 \times 8 = 38,0 m^3/ca$.

Vậy chọn loại máy trộn 250 lít này.

Tính toán các khối lượng vật liệu (xi măng - X, cát - C, sỏi hoặc đá dăm - S hoặc Đ, nước - N) để sản xuất một mẻ vữa bê tông bằng máy trộn L lít như sau:

$$\text{Lượng Xi măng: } X = \frac{L}{1+m+n} \text{ lít hay } X = \frac{\gamma_x L}{1+m+n}, \text{ kg}$$

$$\text{Lượng cát: } C = \frac{mL}{1+m+n} \text{ lít}$$

$$\text{Lượng đá dăm: } Đ = \frac{nL}{1+m+n} \text{ lít}$$

$$\text{Lượng nước: } N = X.N/X \text{ lít}$$

trong đó: $1 : m : n$ - thành phần vật liệu;

γ_x - trọng lượng thể tích của xi măng, kg/lít: $\gamma_x = 1,3$.

Điền các số liệu vào công thức ta được:

$$X = \frac{250}{1+2,2+4,2} \times 1 = 33,8 \text{ lít}$$

hoặc: $33,8 \times 1,3 = 43,9 \text{ kg}$

$$C = \frac{250}{1+2,2+4,2} \times 2,2 = 74,4 \text{ lít}$$

$$Đ = \frac{250}{1+2,2+4,2} \times 4,2 = 142 \text{ lít}$$

$$N = 43,9 \times 0,60 = 26,4 \text{ lít}$$

Kiểm tra lại tính toán:

$$L = X + C + Đ = 33,8 + 74,4 + 142 = 250,2 \text{ lít}$$

Lượng vật liệu tiêu thụ hàng ngày:

Ximăng: $43,9 \times 33 \times 0,8 \times 8 = 9272\text{kg}$

Cát: $74,4 \times 33 \times 0,8 \times 8 = 15714 \text{ lít}$

Đá: $142 \times 33 \times 0,8 \times 8 = 29990 \text{ lít}$

ở đây: 33 - số mẻ trộn mỗi giờ;

0,8 - hệ số sử dụng thời gian và 8 giờ làm việc mỗi ca.

Bài toán 2.3: Chọn phương tiện cơ giới thi công đổ bê tông

Chọn máy trộn, xe tải và cần trục để đổ bê tông một tường kê rộng 1,6m, cao 7,0m đối với mặt đất. Khối lượng bê tông là 1165m^3 , sản xuất từ một trạm trộn ở cách công trình 400m. Thời gian thi công ấn định là 2 tháng, mỗi ngày làm một ca.

Khối lượng bê tông đổ trung bình mỗi ngày là:

$$\frac{1165}{2.25} = 24 \text{ m}^3/\text{ca}$$

với khối lượng này thì nên chọn máy trộn có dung tích 250 lít (năng suất $35 \div 40 \text{ m}^3/\text{ca}$).

Bê tông đựng trong thùng $0,35\text{m}^3$, thùng rỗng nặng 0,15 tấn. Thùng chứa đầy vữa bê tông nặng 1,0 tấn ($\gamma_{\text{bê tông}} = 2,4 \text{ tấn}/\text{m}^3$). Xe tải GAZ-51 A trọng tải 2,5 tấn chở được 2 thùng bê tông này.

Chọn cần trục ô tô K-51 để cẩu các thùng bê tông từ xe tải đổ vào công trình. Cần trục này có tay cần dài $L = 12\text{m}$, sức trục bằng $1 \div 3$ tấn ứng với độ với $R = 9,0 \div 4,5\text{m}$ và chiều cao nâng móc cẩu $H = 5 \div 10,5\text{m}$. Ở đây chiều cao nâng móc cẩu lớn nhất là:

$$h = 7 + 1,15 + 0,5 = 8,65\text{m}$$

trong đó: 7m - chiều cao tường kê;

1,15m - chiều cao thùng bê tông và quai treo;

0,5m - chiều cao dư giữa đáy thùng và cốppha.

Cần trục K-51 còn giúp việc lắp đặt cốppha và cốt thép của công trình.

Sử dụng máy đầm dùi I-21A, đường kính 75mm, năng suất $6 \text{ m}^3/\text{h}$, phù hợp với năng suất máy trộn đã chọn.

Bây giờ cần xác định năng suất của xe tải và cần trục mà ta có dự kiến chọn ở trên, sao cho phù hợp với năng suất máy trộn bê tông đã chọn (trong thi công bê tông máy trộn thường được coi là máy cái hay máy chính).

- Năng suất của xe tải xác định theo công thức:

$$N = q \cdot n \cdot K_t$$

với: q - trọng lượng hàng chuyên chở, ở đây là trọng lượng hai thùng vữa bê tông:

$$q = 2 \times 0,35 \times 2,4 = 1,7 \text{ tấn};$$

K_t - hệ số sử dụng xe theo thời gian: $K_t = 0,7 \div 0,8$;

$$n - \text{số chuyến xe trong một ca: } n = \frac{60 \times 8}{T_{ch}} = \frac{480}{T_{ch}};$$

T_{ch} - thời gian một chuyến xe (đi và về):

$$T_{ch} = t_{chất} + t_{dỡ} + t_{vận\ động} + \frac{L}{v_{đi}} + \frac{L}{v_{về}}$$

$t_{chất} = 3$ phút (xe đứng nhận chất hai thùng vữa);

$t_{dỡ} = 3$ phút (xe đứng đợi bốc hết hai thùng vữa);

$t_{vận\ động} = 2$ phút (xe phải di động đôi chút để dễ bốc dỡ);

$L = 0,4\text{km}$ - quãng đường chuyên chở.

$v_{đi} = v_{về} = 20 \text{ km/h}$ - tốc độ khi đi và khi về trên đường đất không tốt lắm.

$$T_{ch} = 3 + 3 + 2 + 2 \cdot \frac{0,4 \times 60}{20} = 10,5 \text{ phút}$$

Năng suất xe tải GAZ-51 A:

$$N = q \cdot \frac{480}{T_{ch}} \cdot K_t = 1,7 \times \frac{480}{10,5} \times 0,76 = 60 \text{ tấn/ca}$$

hay:

$$N = \frac{60}{\gamma_b} = \frac{60}{2,4} = 25 \text{ m}^3/\text{ca}$$

Số xe tải cần thiết (khi tận dụng hết năng suất máy trộn):

$$m = \frac{\text{Năng suất máy trộn}}{\text{Năng suất xe tải}} = \frac{38}{25} = 1,5$$

Vậy cần 2 xe tải GAZ-51 A.

- Năng suất của cần trục ô tô K-51, tính theo công thức:

$$n = q \cdot n \cdot K_t$$

với: $q = 1,0$ tấn - trọng lượng thùng vữa bê tông;

$K_t = 0,8$ - hệ số sử dụng cân trục theo thời gian;

$$n - \text{số lần cầu trong một ca: } n = \frac{480}{T_{ch}}$$

T_{ch} - thời gian một lần cầu hàng:

$$T_{ch} = t_m + \frac{h}{v_{nâng}} + \frac{h}{v_{hạ}} + 2 \frac{i}{v_{quay}}$$

$t_m = 2$ phút - thời gian ổn định cân trục (kê lại các chân phụ), mở và đóng thùng vữa;

$h = 8,0\text{m}$ - chiều cao lớn nhất cầu thùng bê tông;

$$v_{nâng} = v_{hạ} = 15 \text{ m/phút}$$

$v_{quay} = 3$ vòng/phút, theo tính năng kỹ thuật của cân trục ô tô;

$i = 0,5$ - vòng quay tay cân để đổ bê tông;

$$T_{ch} = 2 + 2 \frac{8}{15} + 2 \frac{0,5}{3} = 3,3 \text{ phút}$$

Năng suất máy cân trục:

$$N = q \cdot \frac{480}{T_{ch}} \cdot K_t = 1 \times \frac{480}{3,3} \times 0,8 = 120 \text{ tấn/ca}$$

hay:
$$N = \frac{120}{\gamma_b} = \frac{120}{2,4} = 50 \text{ m}^3/\text{ca}$$

Như vậy, ta không tận dụng hết khả năng cân trục vì năng suất của máy trộn chỉ bằng $38 \text{ m}^3/\text{ca}$.

Thời gian đổ bê tông tường này là:

$$t = \frac{1165}{38} = 31 \text{ ca, hay 31 ngày}$$

Tóm lại: cần có 31 ca máy trộn 250 lít

62 ca xe tải GAZ-51 A

31 ca cân trục ô tô K-51

31 ca đầm dùi chấn động I-21A

Bài toán 2.4: Phân khối đổ bê tông cống lấy nước

Phân chia một công trình cống lấy nước thành các khối đổ bê tông và ấn định trình tự đổ bê tông.

Cống gồm bốn cửa với ba trụ và hai tường cánh gà (hình 2.1) được thi công trong mùa đông, nhiệt độ khí trời khoảng 20°C. Bê tông trộn bằng máy trộn 250 lít với năng suất 38 ÷ 40 m³/ca, vận chuyển trên quãng đường dài 400m bằng xe tải GAZ-51 A, trọng tải 2,5 tấn; bê tông chứa trong những thùng 0,35m³ (mỗi xe chở hai thùng) và đổ vào khối bằng cần trục ô tô K-51 (tay cần dài 12m, sức trục 1 ÷ 3 tấn), đầm bằng đầm dùi I-21A, năng suất 6 m³/h.

Khối lượng các bộ phận công trình nêu trong bảng 2.2.

Bảng 2.2

Các bộ phận	Số lượng	Ký hiệu trong bản vẽ	Khối lượng từng bộ phận (m ³)	Khối lượng tổng cộng
Tấm đáy	4	Đ ₁ , Đ ₂ , Đ ₃ , Đ ₄	20,5	82,0
Trụ	3	B ₁ , B ₂ , B ₃	103,6	310,8
Tường cánh gà trái	1	C	46,9	46,9
Tường cánh gà phải	1	E, I, K, L, M	66,2 + 199,4 + 194,7 + 199,4 + 66,2 = 725,9	725,9
Tổng cộng				1165,6m ³

Chế độ thi công bê tông mỗi ngày làm 1 ca.

Các trụ cống và tường cánh gà phân cách với tấm đáy bằng các mạch lún. Tường cánh gà phía phải cũng bị phân ra làm năm phần (E, I, K, L, M).

Thời gian bắt đầu đông cứng của bê tông, t_{dc} ở nhiệt độ 20°C, lấy là 2,25 giờ.

Thời gian vận chuyển và đổ bê tông, t_{v,ch}:

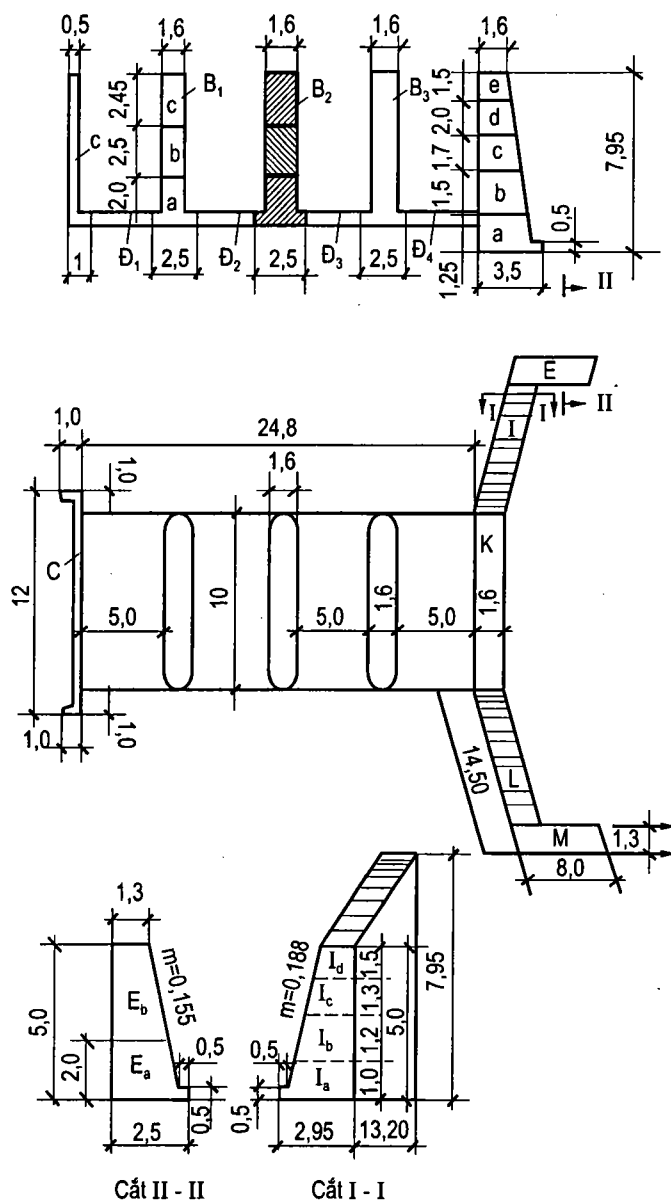
$$t_{v,ch} = t_{chất} + \frac{L}{v} + t_{vận\ động} + 2t_{quay} + t_{nâng} + t_{đổ}$$

$$= 3 + \frac{0,4 \times 60}{20} + 1 + 2 \frac{0,5}{3} + 2 = 7,6 \text{ phút} = 0,13 \text{ giờ}$$

Chiều dày lớp bê tông được đầm bằng dùi I-21A lấy bằng h = 0,25m.

Năng suất máy trộn: N = 40 m³/ca.

Kí hiệu chiều rộng của khối công trình được đổ bê tông là B.



Hình 2.1

Tấm đáy cống

Chiều dài tấm đáy được giới hạn bởi:

$$L \leq \frac{N_{\text{giờ}}(t_{\text{đc}} - t_{\text{v.ch}})}{B.h} = 40 \frac{(2,25 - 0,13)}{8 \times 4 \times 0,25} = 10,60\text{m}$$

Như vậy các tấm đáy (khối lượng mỗi tấm $20,5\text{m}^3$, dài 10m) có thể đổ bê tông riêng biệt (khối Đ₁, Đ₂, Đ₃, Đ₄), không cần phải phân ra thành các khối nhỏ hơn nữa.

Trụ công

Khối lượng mỗi trụ là $103,6\text{m}^3$, trong đó có móng $12,5\text{m}^3$. Chiều dài đổ bê tông trụ bị giới hạn bởi:

$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 2,50 \times 0,25} = 16,96\text{m}$$

Chiều dài của trụ là $10\text{m} < 16,96\text{m}$, cho nên có thể đổ bê tông suốt cả chiều dài trụ một lúc, không phải phân chia thành những khối nhỏ.

Về chiều cao thì phân trụ ra làm ba khối:

- Khối thấp (a), cao 2,0m, có khối lượng $35,0\text{m}^3$
- Khối giữa (b), cao 2,5m, có khối lượng $37,5\text{m}^3$
- Khối cao (c), cao 2,45m, có khối lượng $31,1\text{m}^3$

Tường cánh gà trái

Tường này có móng rộng 1,0m, thân rộng 0,5m, với khối lượng $46,9\text{m}^3$.

Chiều dài giới hạn của tường:

$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 1,0 \times 0,25} = 42,4\text{m}$$

Vậy tường cánh gà có thể đổ bê tông liền một khối, chỉ cần kéo dài ca làm việc thêm 1,5 giờ nữa (vì khối lượng tường cánh gà là $46,9\text{m}^3 > 40\text{m}^3$).

Tường cánh gà phải

Khối lượng tường này là $725,9\text{m}^3$, trong đó tường K chiếm $194,7\text{m}^3$, tường I và L đều chiếm $199,4\text{m}^3$, mỗi tường E và M chiếm $66,2\text{m}^3$.

Khi chiều rộng B = 3,50m, thì:
$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 3,50 \times 0,25} = 12,1\text{m}$$

Khi chiều rộng B = 2,50m, thì:
$$L \leq \frac{40(2,25 - 0,13)}{8 \times 2,50 \times 0,25} = 16,96\text{m}$$

Ngoài ra khối lượng của từng khối bê tông không được lớn hơn năng suất ca của máy trộn là $N = 40 \text{ m}^3/\text{ca}$.

Tường K phải chia ra làm 5 khối: $\left(\frac{194,7}{40} \approx 5 \right)$.

Khối K_1 cao 1,25m, thể tích $39,3\text{m}^3$

Khối K_2 cao 1,50m, thể tích $40,5\text{m}^3$

Khối K₃ cao 1,70m, thể tích 40,7m³

Khối K₄ cao 2,00m, thể tích 41,0m³

Khối K₅ cao: $7,95 - (1,25 + 1,5 + 1,7 + 2,0) = 1,5\text{m}$

thể tích: $194,7 - (39,3 + 40,5 + 40,7 + 41,0) = 33,2\text{m}^3$

Chiều rộng của tường K thay đổi, lên cao thì nhỏ dần đi, vậy xác định chiều cao mỗi khối theo thể tích, chiều dài và chiều rộng của khối đó bằng cách giải phương trình bậc hai hoặc bằng cách mò dần.

Ví dụ: Khối K₁ có $Q = 40\text{m}^3$

$$Q = 3,5 \times 0,5 \times 10,0 + 10,0(3,0 - 0,5\text{m}h)h$$

$$40 = 17,5 + 30,0h - 5,0 \times 0,188h^2$$

trong đó: 17,5 - thể tích của móng tường K, có tiết diện ngang là hình chữ nhật rộng 3,5, cao 0,5m;

$(3,0 - 0,5\text{m}h)h$ - diện tích tiết diện hình thang của khối có chiều cao h thay đổi, đáy dưới rộng 3,0m, mái dốc $m = 0,188$.

Giải phương trình bậc hai:

$$0,94h^2 - 30h = 22,5 = 0$$

$$h^2 - 31,9h + 23,9 = 0$$

$$h = 0,75\text{m}$$

Kiểm tra lại khối lượng:

$$Q = 17,5 + 30,0 \times 0,75 - 0,94 \times \overline{0,75^2} = 39,3\text{m}^3$$

Chiều cao tổng cộng của khối K₁:

$$0,5 + 0,75 = 1,25\text{m}$$

Xét khối K₂: $Q = 40,0 = 10,0(3,0 - 0,188 \times 0,75 - 0,5 \times 0,188h)h$

$$= 0,94h^2 - 28,59h = 40,0 = 0$$

$$h^2 - 30,4h + 42,6 = 0$$

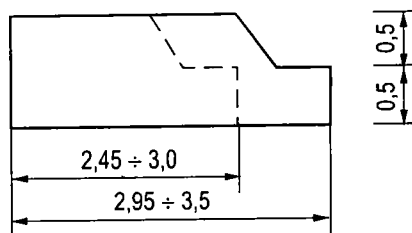
$$h = 1,50\text{m}$$

Kiểm tra: $Q = 10,0(3,0 - 0,14 - 0,094 \times 1,5)1,5 = 40,8\text{m}^3$

Ta cũng tính toán như vậy để xác định chiều cao và kiểm tra thể tích của ba khối kia của tường cánh gà K.

Tường I và L có khối lượng $199,4\text{m}^3$ sẽ chia ra làm 5 khối:

- Khối I_1 và L_1 cao $1,00\text{m}$, chiếm $39,0\text{m}^3$
- Khối I_2 và L_2 cao $1,20\text{m}$, chiếm $39,9\text{m}^3$
- Khối I_3 và L_3 cao $1,30\text{m}$, chiếm $39,2\text{m}^3$
- Khối I_4 và L_4 cao $1,50\text{m}$, chiếm $40,1\text{m}^3$
- Khối I_5 và L_5 cao $2,95\text{m}$, chiếm $41,2\text{m}^3$



Hình 2.2

Chiều rộng của tường I và L này thay đổi theo chiều cao và chiều dài: trên cùng đều là $1,60\text{m}$; ở đáy mặt móng: từ $3,50 \div 2,95\text{m}$; ở mặt trên móng: từ $3,00 \div 2,45\text{m}$.

Chiều cao của tường I và L giảm từ $7,95 \div 5,0\text{m}$.

Khối thấp nhất I_1 gồm phần móng cao $h_m = 0,5\text{m}$ và phần tường cao $0,50\text{m}$ (hình 2.2).

Chiều cao của khối I_1 xác định như sau:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_{\text{móng}} + Q_{\text{tường}} = 0,5/h_m(b'_m + b''_m) + 0,5/h(b'_{tb} + b''_{tb}) \\
 &= 0,5 \times 13,2 \times 0,5(3,5 + 2,95) + 0,5 \times 13,2h(3,0 - 0,5mh + 2,45 - 0,5mh) \\
 40,0 &= 21,3 + 6,6(5,45h - 0,188h^2) \\
 1,24h^2 - 36h + 18,7 &= 0
 \end{aligned}$$

Trong này (b'_{tb} và b''_{tb}) là những đường trung bình của các tiết diện ngang hình thang, nghĩa là chiều rộng của tường ở giữa chiều cao của khối.

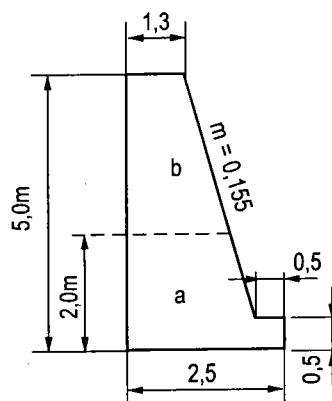
Giải phương trình thì được $h = 0,53\text{m}$.

Lấy $h = 0,50\text{m}$ và tính thử lại thể tích khối:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_m + Q_t \\
 &= 21,3 + 0,5 \times 13,2 \times 0,5(2,95 + 2,4) \\
 &= 21,3 + 17,7 = 39,0\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Chiều cao và thể tích bốn khối còn lại của phần tường cánh gà I và L cũng tính tương tự như vậy.

Tường E và M, mỗi đoạn có khối lượng $66,2\text{m}^3$, dài $8,0\text{m}$, cao $5,0\text{m}$, chiều rộng ở trên $1,3\text{m}$, chiều rộng chân tường $2,0\text{m}$, chiều rộng đáy móng $2,5\text{m}$, mái dốc $m = 0,155$ (hình 2.3).



Hình 2.3

Với khối lượng $66,2\text{m}^3$ thì phải chia tường E và M thành hai khối đổ bê tông. Chiều cao của khối dưới lấy bằng $2,0\text{m}$.

Tính thể tích khối dưới:

$$Q = 0,5 \times 250(8,0 - 1,6) + 0,5 \times 2,0 \times 1,6 + 0,5 \times 150(2,0 + 1,78)6,4 + 1,5 \times 1,3 \times 1,6$$

$$= 8,0 + 1,6 + 18,0 + 3,1 = 30,7\text{m}^3$$

Chiều cao của khối trên là 3,0m, thì thể tích của nó:

$$Q = 0,5 \times 3,0(1,78 + 1,3)6,4 = 1,3 \times 3,0 \times 1,6 = 35,7\text{m}^3$$

Trình tự đổ bê tông các khối của cống (bảng 2.3).

Bảng 2.3

Tên kết cấu	Khối lượng (m ³)	Tên các khối	Chiều cao của khối (m)	Thể tích của khối (m ³)	Trình tự đổ bê tông các khối
1	2	3	4	5	6
Tấm đáy	82,0	Đ1	0,5	20,5	1
		Đ2	0,5	20,5	
		Đ3	0,5	20,5	
		Đ4	0,5	20,5	2
Các trụ	310,8				
Trụ B ₁	103,6	B _{1a}	2,0	35,0	3
		B _{1b}	2,5	37,5	6
		B _{1c}	2,45	31,1	9
Trụ B ₂	103,6	B _{2a}	2,0	35,0	4
		B _{2b}	2,5	37,5	7
		B _{2c}	2,45	31,1	10
Trụ B ₃	103,6	B _{3a}	2,0	35,0	5
		B _{3b}	2,5	37,5	8
		B _{3c}	2,45	31,1	11
Tường cánh gà phải	725,5				
Tường K	194,7	K _a	1,25	39,3	14
		K _b	1,5	40,5	19
		K _c	1,7	40,7	23
		K _d	2,0	41,0	26
		K _e	1,5	33,2	29

Bảng 2.3 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6
Tường I	199,4	I _a	1,0	39,0	13
		I _b	1,2	39,9	18
		I _c	1,3	39,2	22
		I _d	1,5	40,1	25
		I _e	2,95	41,2	28
Tường L	199,4	L _a	1,0	39,0	15
		L _b	1,2	39,9	20
		L _c	1,3	39,2	24
		L _d	1,5	40,1	27
		L _e	2,95	41,2	30
Tường E	66,2	E _a	2,0	30,6	12
		E _b	3,0	35,6	17
Tường M	66,2	M _a	2,0	30,6	16
		M _b	3,0	35,6	21
Tường cánh gà trái	46,9	C	6,95	46,9	31
Tổng cộng	1165,6	33		1165,6	

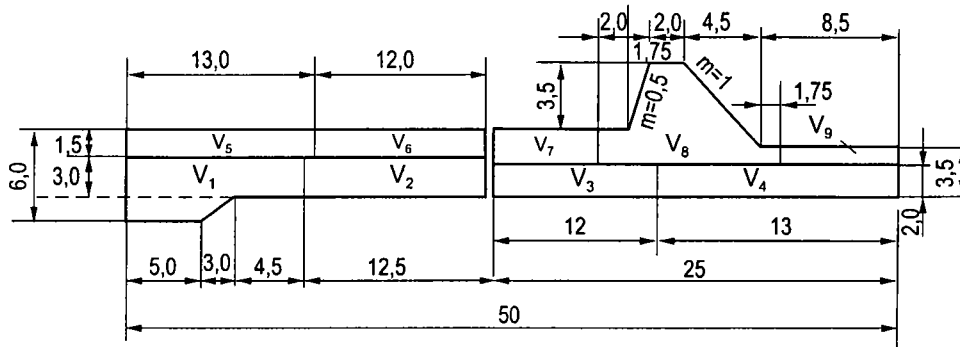
Bài toán 2.5: Phân khối đổ bê tông sân tiêu năng công trình thủy lợi

Cho công trình (hình 2.4), với chiều rộng 10m:

Phân chia công trình thành các khối đổ bê tông và ấn định trình tự đổ bê tông. Biết rằng năng suất của trạm máy trộn là 156 m³/ca. Thời gian bê tông bắt đầu đông cứng là $t_{dc} = 2,25$ giờ, thời gian vận chuyển vừa đông là $t_{v.ch} = 0,16$ giờ. Chiều dày lớp bê tông được đầm là $h = 0,30m$.

Khi phân khối cần chú ý mấy điểm sau:

- Số các mạch ngừng phải ít nhất.
- Các mạch dừng phải lệch nhau.
- Chia làm hai tầng đổ bê tông.



Hình 2.4

Ta chia phần bên trái của công trình ra làm 4 khối:

Tầng dưới cao 3,0m chia thành khối V_1 và V_2 , dài 12,5m.

Tầng trên cao 1,5m chia thành khối V_5 và V_6 , dài 12,0m và 13,0m.

Ta chia phần bên phải công trình ra làm năm khối:

Tầng dưới chia thành: Khối V_3 (dài 12,0m, cao 2,0m)

Khối V_4 (dài 13,00m, cao 2,0m)

Tầng trên chia thành: Khối V_7 (dài 6,25m, cao 1,5m)

Khối V_8 (dài 12,0m, chiều cao thay đổi)

Khối V_9 (dài 6,75m, cao 1,5m)

Tính thể tích các khối:

$$V_1 = [(5,0 + 8,0)0,5 \times 1,5 + 12,5 \times 3,0]10,0 = 472,5m^3$$

$$V_2 = 12,5 \times 3,0 \times 10,0 = 375,0m^3$$

$$V_3 = 12,0 \times 2,0 \times 10,0 = 240,0m^3$$

$$V_4 = 13,0 \times 2,0 \times 10,0 = 260,0m^3$$

$$V_5 = 13,0 \times 1,5 \times 10,0 = 195,0m^3$$

$$V_6 = 12,0 \times 1,5 \times 10,0 = 180,0m^3$$

$$V_7 = 6,25 \times 2,5 \times 10,0 = 156,0m^3$$

$$V_8 = \left[12,0 \times 1,5 + (10,25 - 0,5 \times 1,0)1,0 + \left(2,0 \frac{0,5 + 1,0}{2} \times 3,5 \right) \right] 10 = 439,2m^3$$

$$V_9 = 6,75 \times 1,5 \times 10 = 101,0m^3$$

Thể tích tổng cộng: 2417,7m³

Trừ hai khối V₇ và V₉ ra, thể tích các khối khác đều lớn hơn năng suất hàng ngày của trạm máy trộn bê tông, cho nên cần phải phân chia các khối này bằng các mạch dọc (song song với chiều dài công trình) ra thành các khối nhỏ hơn.

Muốn ấn định chiều rộng giới hạn của các khối (khi vẫn giữ nguyên chiều dài của chúng), ta áp dụng công thức:

$$S = BL \leq \frac{N_{\text{giờ}}(t_{\text{đc}} - t_{\text{v.ch}})}{h}$$

Chiều rộng của khối V₅ phải là: $B_5 \leq \frac{9,5(2,25 - 0,16)}{13,0,0,30} = 5,08\text{m}$

Chiều rộng khối V₁ phải là: $B_1 \leq \frac{9,5(2,25 - 0,16)}{12,5,0,30} = 5,28\text{m}$

$B_2 \leq 5,28\text{m}; \quad B_8 = B_3 = B_6 \leq 5,52\text{m}$

$B_4 = B_5 \leq 5,08\text{m} \quad B_7 \leq 10,6\text{m}; \quad B_9 \leq 9,86\text{m}$

Trừ hai khối V₇ và V₉ ra, cần phải chia các khối khác ra làm hai, ba phần.

Khối V₁ phân ra làm 3 khối: V_{1a}, V_{1b}, V_{1c}, rộng 3,33m, thể tích 157,5m³.

Khối V₂ cũng phân ra làm 3 khối; rộng 3,33m, thể tích 125,0m³.

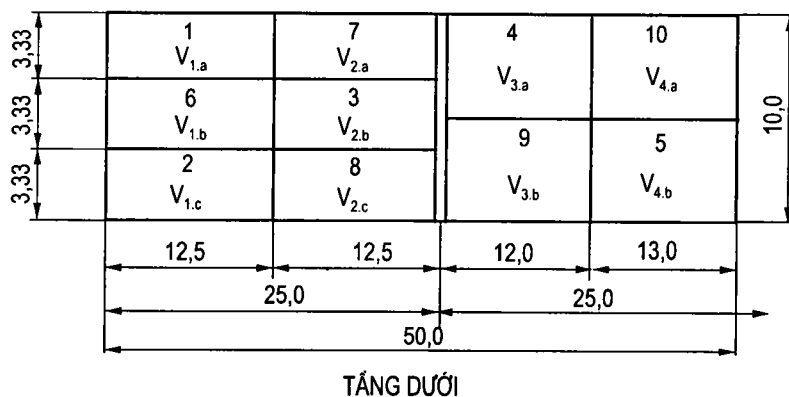
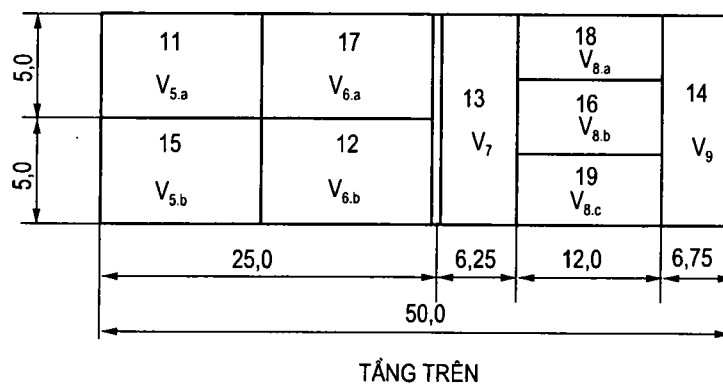
Các khối khác cũng làm như vậy (hình 2.5).

Bảng 2.4. Bảng tổng kết

Tầng bê tông	Tên các khối	Thể tích m ³	Kích thước các khối (m)			Trình tự đổ bê tông (thứ tự ngày đổ bê tông)
			Chiều dài	Chiều cao	Chiều rộng	
1	2	3	4	5	6	7
Tầng dưới	V _{1a}	157,5	12,5	4,5 - 3,0	3,33	1
	V _{1b}	157,5	12,5	4,5 - 3,0	3,33	6
	V _{1c}	157,5	12,5	4,5 - 3,0	3,34	2
	V _{2a}	125,0	12,5	3,0	3,33	7
	V _{2b}	125,0	12,5	3,0	3,33	3
	V _{2c}	125,0	12,5	3,0	3,34	8
	V _{3a}	118,0	12,5	2,0	5,00	4
	V _{3b}	118,0	12,0	2,0	5,00	9
	V _{4a}	128,0	13,0	2,0	5,00	10
	V _{4b}	128,0	13,0	2,0	5,00	5

Bảng 2.4 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7
Tầng trên	V _{5a}	97,5	13,0	1,5	5,00	11
	V _{5b}	97,5	13,0	1,5	5,00	15
	V _{6a}	90,0	12,0	1,5	5,00	17
	V _{6b}	90,0	12,0	1,5	5,00	12
	V ₇	151,2	6,25	2,5	10,0	13
	V _{8a}	146,4	12,0	thay đổi	3,33	18
	V _{8b}	145,4	12,0	thay đổi	3,33	16
	V _{8c}	146,4	12,0	thay đổi	3,34	19
	V ₉	98,2	6,75	1,50	10,0	14
		2417m ³				19 ngày



Hình 2.5

Bài toán 2.6: Tính số lượng máy thang tải phục vụ đổ bê tông

Năng suất máy thang tải tính bằng công thức:

$$N = q \cdot \frac{60}{t_{ck}} \cdot K$$

q - trọng lượng vật nâng;

t_{ck} - thời gian một chu kỳ vận chuyển, gồm:

- Thời gian trút vữa vào thùng từ xe ≈ 3 phút
- Thời gian đổ vữa ra khỏi thùng ≈ 2 phút
- Thời gian nâng thùng lên cao

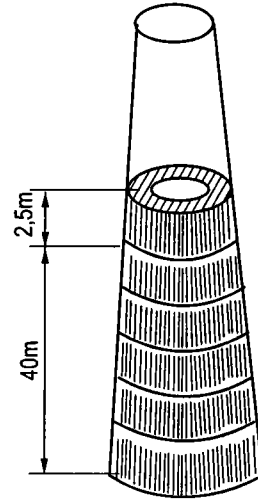
với độ cao 5 - 30m 1 phút

30 - 60m 2 phút

60 - 90m 3 phút

K = 0,8 - hệ số không đều hòa khi chứa vữa vào thùng và khi nâng thùng lên cao.

Ví dụ: Chọn số máy thang tải phục vụ đổ bê tông đoạn ống khói ở độ cao 40m, có khối lượng $V = 32,8m^3$, bán kính trung bình $r = 4m$, chiều cao $h = 2,5m$ (hình 2.6).



Hình 2.6

Biết rằng:

Thời gian bắt đầu đông cứng của xi măng ở nhiệt độ $30^{\circ}C$ là $t_{dc} = 1,9$ giờ.

Thời gian vận chuyển vữa bê tông đến công trường là $t_{v, ch} = 0,2$ giờ.

Chọn loại thang tải giếng có sức nâng 0,5 tấn.

Thùng chứa vữa bê tông của nó có dung tích $0,20m^3$, nặng 50kg.

Thùng chỉ chứa 80% dung tích, tức:

$$0,2 \times 0,8 = 0,16m^3 \text{ bê tông}$$

Lượng vữa này nặng: $0,16 \times 2,4 = 0,384$ tấn

Thời gian một chu kỳ vận chuyển vữa:

$$t_{ck} = 3' + 2' + 2' = 7 \text{ phút}$$

Năng suất thang tải: $N = 0,16 \cdot \frac{60}{7} \cdot 0,8 = 1,1 m^3/h$

Diện tích giới hạn đổ bê tông bằng một thang tải:

$$S \leq \frac{N(t_{dc} - t_{v.ch})}{h} = \frac{1,1(1,9 - 0,2)}{0,3} \leq 6,2m^2$$

h - chiều dày lớp bê tông được đầm bằng đầm dùi chấn động.

Diện tích đổ bê tông của tiết diện ống khói:

$$S_1 = 2\pi rd$$

r - bán kính trung bình của tiết diện ống khói = 4m

d - chiều dày thành ống khói = 0,4m

$$S_1 = 2\pi \cdot 4 \cdot 0,4 = 10m^2$$

Vậy cần 2 máy thang tải giếng mới kịp đổ bê tông đoạn ống khói này.

Bài toán 2.7: Thiết kế tổ chức đúc bê tông khung nhà nhiều tầng theo phương pháp dây chuyền

Thi công bê tông nhà nhiều tầng có hai gián đoạn kĩ thuật là:

t_1 - thời gian chờ đợi cho đến khi được phép dựng dàn giáo, cốppha trên các kết cấu vừa mới đổ bê tông.

t_2 - thời gian chờ đợi cho đến khi tháo dỡ được cốppha của kết cấu mới đổ bê tông.

Hình 2.7 trình bày tiến độ thi công dây chuyền đúc khung nhà bê tông cốt thép hai tầng với 4 dây chuyền đơn là: công tác cốppha, công tác cốt thép, công tác bê tông và công tác tháo dỡ cốppha.

m_1, m_2 - số phân đoạn đổ bê tông của khung nhà tầng 1 và tầng 2.

k - nhịp dây chuyền đơn.

n - số dây chuyền đơn.

a - số tầng nhà.

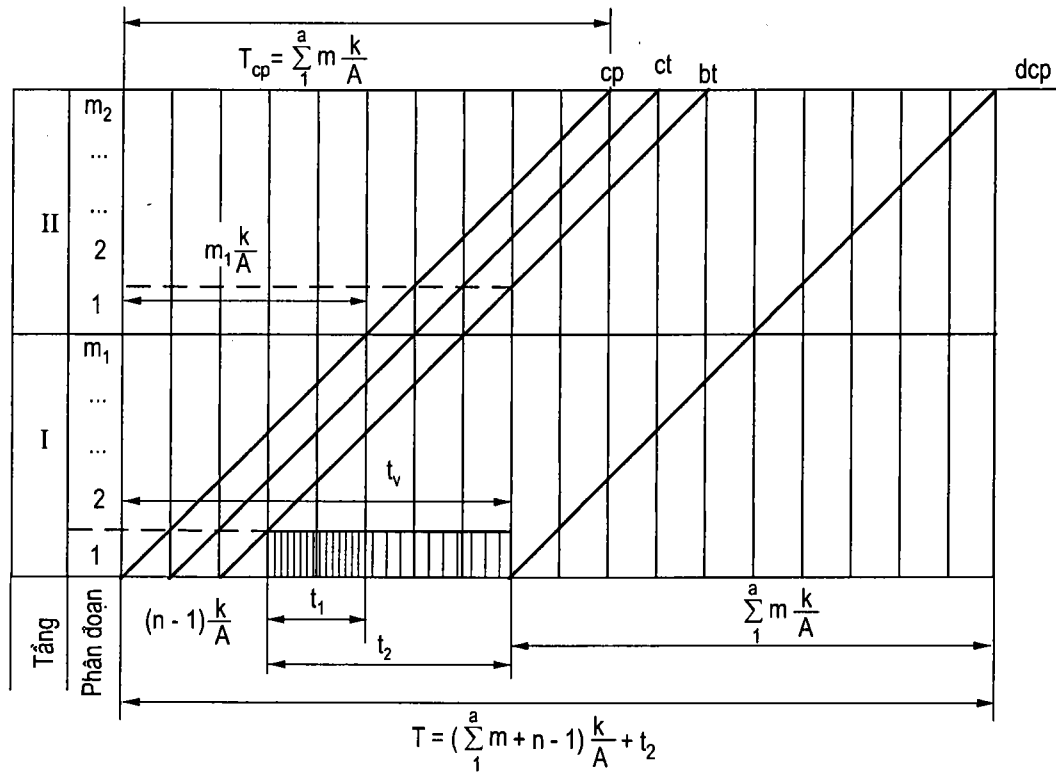
A - số ca làm việc trong ngày.

Thời gian đặt cốppha dàn giáo trên một tầng nhà, một mặt phải bằng:

$$m \frac{k}{A}$$

mặt khác phải bằng hoặc lớn hơn:

$$(n-1) \frac{k}{A} + t_1$$



Hình 2.7

vì dây chuyền đặt cốppha dàn giáo chỉ có thể bắt đầu ở tầng trên, sau khi thời gian gián đoạn kỹ thuật t_1 đã kết thúc, mới cho phép tầng dưới chịu lực:

$$\frac{mk}{A} \geq \frac{(n-1)k}{A} + t_1$$

Số phân đoạn tối thiểu tại mỗi tầng phải bằng:

$$m_{\min} = \frac{At_1}{k} + n - 1$$

thì mới đảm bảo yêu cầu là các công tác có thể gián đoạn nhau, nhưng dây chuyền của từng công tác vẫn liên tục.

Thời gian thi công tất cả a tầng nhà là:

$$T = (am + n - 1) \frac{k}{A} + t_2$$

Nếu khối lượng công tác của các tầng nhà không bằng nhau thì thời gian thi công sẽ là:

$$T = \left[\sum_{i=1}^a m_i + n - 1 \right] \frac{k}{A} + t_2$$

Số phân đoạn trong mỗi tầng nhà:

$$m_1 = \left[\frac{A(T-t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_1}{Q}$$

$$m_2 = \left[\frac{A(T-t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_2}{Q} = m_1 \frac{Q_2}{Q_1}$$

.....

$$m_a = \left[\frac{A(T-t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_a}{Q} = m_1 \frac{Q_a}{Q_1}$$

Q_1 - khối lượng công tác tầng thứ nhất;

Q_a - khối lượng công tác tầng thứ a.

Độ luân lưu cốppha v xác định bằng cách chia thời gian lắp dựng cốppha toàn bộ công trình T_v cho thời gian một lần sử dụng một bộ cốppha t_v :

$$v = \frac{T_v}{t_v} = \frac{\sum_1^a m \frac{k}{A}}{(n-1) \frac{k}{A} + t_2} = \frac{\sum_1^a m}{n-1 + \frac{At_2}{k}}$$

Số bộ cốppha:

$$b = \frac{\sum_1^a m}{v} = n-1 + \frac{At_2}{k}$$

Độ luân lưu cốppha và số bộ cốppha có thể xác định riêng rẽ cho cốppha thành và cốppha dáy.

Ví dụ: Thiết kế thi công đúc khung nhà bê tông cốt thép hai tầng (hình 2.8) theo phương pháp dây chuyền, với các số liệu cho như sau: $T = 35$ ngày; $k = 1$; $A = 1$; $t_1 = 2$ ngày; $t_2 = 9$ ngày.

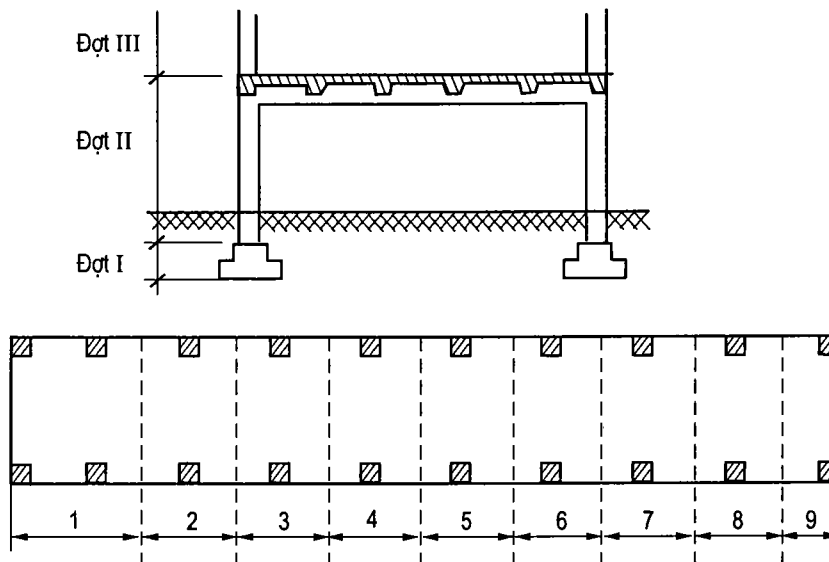
Khối lượng bê tông móng: $190m^3$

Khối lượng bê tông tầng một: $270m^3$

Khối lượng bê tông tầng hai: $250m^3$

Tổng khối lượng: $710m^3$

Phân chia khung nhà theo chiều cao thành ba đợt: đợt I gồm các móng cột, đợt II gồm tầng một, đợt III gồm tầng hai.



Hình 2.8

Tổng số các phân đoạn đổ bê tông là:

$$z \sum_1^a m = \frac{A}{k} (T - t_2) - n + 1 = \frac{1}{1} (35 - 9) - 4 + 1 = 23 \text{ phân đoạn}$$

Số phân đoạn tối thiểu tại mỗi tầng là:

$$m_{\min} = \frac{At_1}{k} + n - 1 = \frac{1.2}{1} + 4 - 1 = 5 \text{ phân đoạn}$$

Khối lượng bê tông trung bình của mỗi phân đoạn:

$$V_0 = \frac{710}{23} = 30,8 \text{ m}^3$$

Cho biết năng suất đổ bê tông móng của một đội công nhân là $36 \text{ m}^3/\text{ca}$ và năng suất đổ bê tông các kết cấu tầng nhà là $26,4 \text{ m}^3/\text{ca}$.

Số phân đoạn của đợt thi công I là:

$$m_1 = \frac{190}{36} = 5,2 \text{ (lấy chẵn là 5 phân đoạn)}$$

Số phân đoạn của đợt thi công II là:

$$m_2 = \frac{270}{26,4} = 10,2 \text{ phân đoạn}$$

Số phân đoạn của đợt thi công III là:

$$m_3 = \frac{250}{26,4} = 9,5 \text{ phân đoạn}$$

Theo khả năng đặt được các mạch ngừng tại các vị trí cho phép, ta phân mỗi tầng nhà thành 9 phân đoạn.

Vậy khối lượng đổ bê tông mỗi ca:

ở tầng một là: $V_2 = \frac{270}{9} = 30\text{m}^3$

ở tầng hai là: $V_3 = \frac{250}{9} = 27,8\text{m}^3$

Như vậy là đã thiết kế vượt định mức năng suất từ 5,3 đến 12,6%.

Số phân đoạn mỗi đợt đều từ 5 trở lên, như vậy đảm bảo các dây chuyền thi công bê tông liên tục.

Số các phân đoạn của cả ba đợt là:

$$m_1 + m_3 + m_2 = 5 + 9 + 9 = 23$$

Thời gian thi công bê tông toàn bộ công trình là:

$$T = \left(\sum_1^a m + n - 1 \right) \frac{k}{A} + t_2 = (23 + 4 - 1) \frac{1}{1} + 9 = 35 \text{ ngày}$$

Như vậy đảm bảo hoàn thành công tác đúng thời gian quy định.

Số bộ cốppha móng cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{A.t'_2}{k} = 4 - 1 + \frac{1.2}{1} = 5 \text{ bộ}$$

t'_2 - thời gian chờ đợi dỡ cốppha thành, lấy $t'_2 = 2$ ngày.

Độ luân lưu cốppha cột:

$$v = \frac{\Sigma m}{n - 1 + \frac{A.t'_2}{k}} = \frac{18}{4 - 1 + \frac{1.2}{1}} = 3,6 \text{ vòng}$$

Số bộ cốppha cột cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{A.t'_2}{k} = 4 - 1 + \frac{1.2}{1} = 5 \text{ bộ}$$

Độ luân lưu của cốppha dầm sàn:

$$v = \frac{\Sigma m}{n-1 + \frac{At_2''}{k}} = \frac{18}{4-1 + \frac{1.9}{1}} = 1,5 \text{ vòng}$$

t_2'' - thời gian chờ đợi dỡ cốppha đáy, lấy $t_2'' = 9$ ngày.

Số bộ cốppha dầm sàn cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{At_2''}{k} = 4 - 1 + \frac{1.9}{1} = 12 \text{ bộ}$$

Bài toán 2.8: Thiết kế cốppha đáy

Tính cốppha đáy ta dùng các công thức tính dầm đơn hoặc dầm liên tục chịu tải trọng phân phối đều.

1. Công thức tính mômen uốn của dầm đơn, chịu tải trọng phân phối đều:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{ql^2}{100} \text{ kG/cm}$$

q - tải trọng phân bố đều trên 1cm, tính bằng kG/m;

l - khẩu độ tính bằng cm.

2. Công thức tính độ võng của dầm đơn chịu tải trọng phân phối đều:

$$f = -\frac{5}{384} \cdot \frac{Pl^4}{100EI} \text{ cm} < \frac{3}{1000} l$$

3. Công thức tính mômen uốn của dầm đơn, chịu tải trọng tập trung ở giữa dầm:

$$M_{\max} = \frac{Pl^2}{4} \text{ kG/cm}$$

P - lực tập trung, tính bằng kG.

4. Công thức tính độ võng của dầm đơn, chịu tải trọng tập trung ở giữa dầm:

$$f = -\frac{Pl^3}{48EI}, \quad \text{cm}$$

5. Công thức tính chiều dày ván d hoặc chiều cao dầm h :

$$d \text{ hay } h = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{b[\sigma]_u}}, \quad \text{cm}$$

b - chiều rộng của dầm hay ván (cm);

$[\sigma]_u$ - ứng suất uốn cho phép của gỗ (kg/cm^2).

6. Tính cột chống đỡ bên dưới cốppha đáy theo công thức sau:

$$[\sigma]_{\text{ép}} \geq \frac{N}{\varphi F}$$

N - tải trọng đè lên cột (kG);

F - diện tích mặt cắt cột (mặt cắt đặc) (cm^2)

φ - hệ số uốn dọc, phụ thuộc vào độ mảnh λ

$$\lambda = \frac{\mu l}{i}$$

l - chiều dài cột (cm);

μ - hệ số phụ thuộc điều kiện chốt nối hai đầu cột;

i - bán kính chuyển hồi mặt cắt cột

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

I - mômen quán tính của cột (cm^4);

F - diện tích mặt cắt cột (cm^2).

Nếu cột hình tròn thì: $i = \frac{d}{4}$.

d - đường kính cột.

Khi biết μ , l, i thì tính được λ ; và từ λ tìm ra φ bằng cách tra bảng (bảng 2.5).

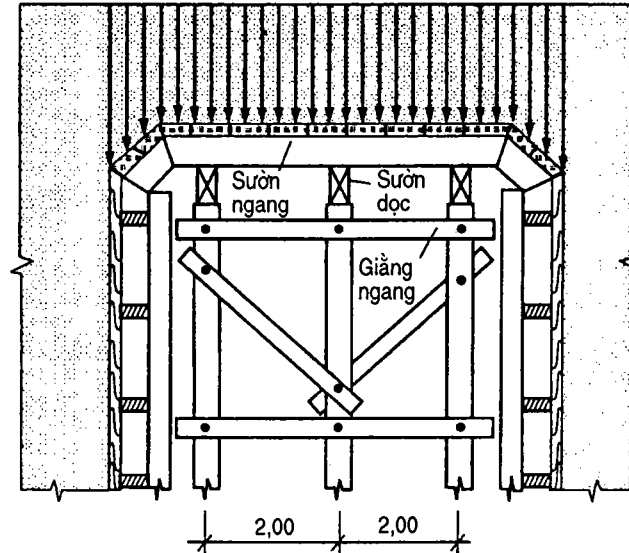
Bảng 2.5. Bảng tra hệ số φ dùng cho gỗ

λ	φ	λ	φ	λ	φ
0	1,00	70	0,58	140	0,16
10	0,99	80	0,47	150	0,14
20	0,97	90	0,38	160	0,12
30	0,93	100	0,31	170	0,11
40	0,87	110	0,25	180	0,10
50	0,80	120	0,22	190	0,09
60	0,71	130	0,18	200	0,08

Ghi chú: Cột chống có các giằng ngang ở hai đầu, nên coi như hai đầu cột bị ngàm và $\mu = 0,65$.

Ví dụ: Tính cốppha đáy (hình 2.9):

- Chiều dày lớp bê tông bên trên: 50cm
- Khoảng cách ngang giữa hai cột chống: 2m
- Khoảng cách dọc giữa hai cột chống: 1m
- Chiều cao cột chống: 5m



Hình 2.9

a) Các lực tác dụng lên cốppha đáy

1- Trọng lượng bê tông trên 1m dài (chiều rộng ván 30cm):

$$q_1 = 0,5 \times 0,30 \times 1 \times 2600 = 390 \text{ kG/m}$$

2- Lực động do đổ bê tông xuống ván: 200 kG/m²

3- Trọng lượng người đứng trên: 200 kG/m²

4 - Trọng lượng xe vận chuyển, cầu công tác: 300 kG/m²

5- Lực rung động do đầm máy: 130 kG/m²

Tổng cộng hoạt tải: 830 kG/m²

b) Tính chiều dày ván

Hoạt tải phân phối trên 1m dài ván:

$$q_2 = \frac{830 \times 30}{100} = 249 \text{ kG/m}$$

Tổng cộng lực phân bố trên 1m dài:

$$q = q_1 + q_2 = 390 + 249 = 639 \text{ kG/m}$$

Coi ván như dầm đơn chịu lực phân bố đều, có nhịp $l = 60\text{cm}$ (khoảng cách giữa các sườn ngang là 60cm).

Mômen lớn nhất của dầm:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{ql^2}{100} = \frac{639 \times 60^2}{8 \times 100} = 2875 \text{ kG/cm}$$

$$\text{Độ dày của ván: } d = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 2875}{30 \times 98}} = 2,40\text{cm}$$

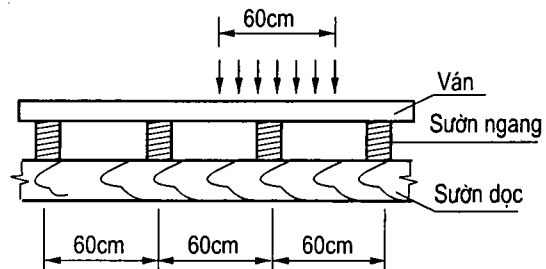
Ta dùng ván $30 \times 30\text{cm}$.

c) Tính kích thước sườn ngang (hình 2.10)

Lực phân bố trên thanh sườn ngang là lực phân bố trên diện tích ván sàn $60 \times 200\text{cm}$.

Ở phần trên ta đã tính được lực phân bố đều trên diện tích $30 \times 100\text{cm}$ là 639 kG/m . Vậy lực phân bố trên diện tích $60 \times 100\text{cm}$ là:

$$q = 639 \times 2 = 1278 \text{ kG/m}$$



Hình 2.10

Ta coi thanh sườn ngang là một dầm đơn chịu lực phân bố đều $q = 1278 \text{ kG/m}^2$ tựa lên hai sườn dọc và nhịp của nó bằng 2m.

Nếu tính thêm trọng lượng của ván:

$$q_v = 0,6 \times 1 \times 0,03 \times 800 = 14,4 \text{ kG/m}$$

thì: $q = 1278 + 14,4 = 1293 \text{ kG/m}$

Mômen uốn lớn nhất của thanh sườn ngang:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{ql^2}{100} = \frac{1 \times 1293 \times 200^2}{8 \times 100} = 64650 \text{ kG.cm}$$

Chọn chiều rộng thanh sườn là 10cm, thì chiều cao là:

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 64650}{10 \times 98}} = \sqrt{396} \approx 20\text{cm}$$

Kích thước thanh sườn ngang là $10 \times 20\text{cm}$.

Kiểm tra độ võng thanh sườn ngang:

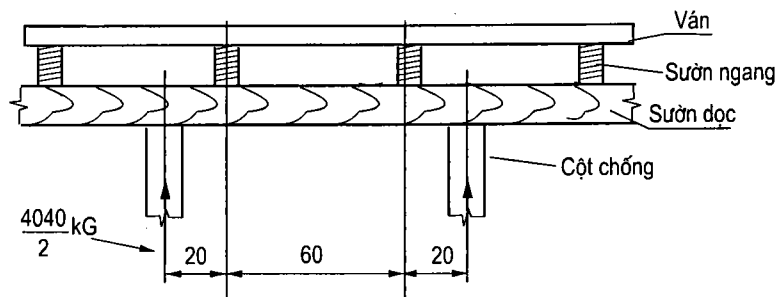
$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{10 \times 20^3}{12} = 6666,7\text{cm}^4$$

$$f_{\max} = -\frac{5ql^4}{384EI} = -\frac{5 \times 1293 \times 200^4}{384 \times 100 \times 1,2 \times 10^6 \times 6666,7} = 0,0033\text{cm}$$

$$f_{\text{cho phép}} = \frac{3}{1000}l = \frac{3 \times 200}{1000} = 0,60\text{cm}$$

Vậy: $f_{\max} < f_{\text{cho phép}}$

d) Tính kích thước sườn dọc (hình 2.11)



Hình 2.11

Trọng lượng ván truyền lên sườn dọc (ván dày 3cm):

$$2\text{m} \times 1\text{m} \times 0,03\text{m} \times 800\text{kg} = 48\text{ kg/m}$$

Trọng lượng hai thanh sườn ngang:

$$2 \times 0,10\text{m} \times 0,20\text{m} \times 1\text{m} \times 800\text{kg} = 32\text{kg}$$

Ở phần tính sườn ngang ta đã biết lực phân bố trên diện tích $60 \times 100\text{cm}$ là 1278 kG/m .

Vậy ta có thể tính lực phân bố trên diện tích $200 \times 100\text{cm}$:

$$\frac{1278 \times 200}{60} = 4260\text{kG}$$

Tải trọng tác dụng lên sườn dọc là:

$$P = 4260 + 48 + 32 = 4340\text{kG}$$

Ta coi sườn dọc là một dầm đơn giản, có nhịp 1m, chịu hai lực tập trung:

Mômen uốn lớn nhất của nó là:

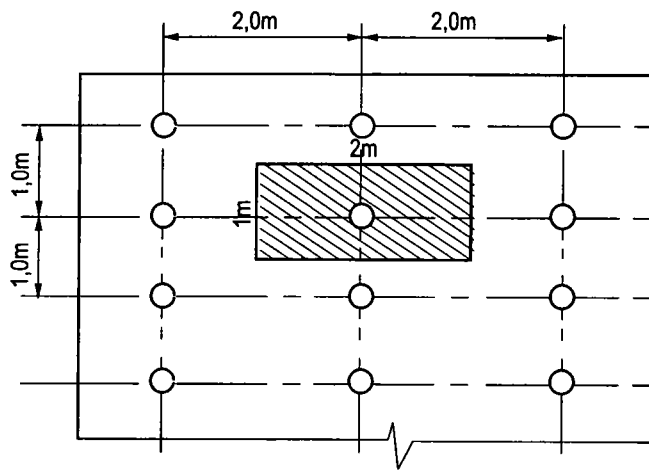
$$M_{\max} = \frac{4340}{2} \times 20 = 43400 \text{ kG/cm}$$

Chọn chiều rộng của sườn dọc là 10cm thì:

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]_u}} = \sqrt{\frac{6 \times 43400}{10 \times 98}} \approx 16,3 \text{ cm}$$

Kích thước của sườn dọc là 10 × 20cm.

e) Tính cột chống (hình 2.12)



Hình 2.12

Tải trọng tác dụng lên cột chống là phân lực phân bố trên diện tích 1 × 2m, như đã tính ở trên, thì bằng 4340kg, chưa kể trọng lượng sườn dọc.

Trọng lượng sườn dọc:

$$0,10\text{m} \times 0,20\text{m} \times 1\text{m} \times 800 = 16\text{kg}$$

Tải trọng truyền lên cột chống:

$$4340 + 16 = 4356\text{kG}$$

Phương pháp tính cột chống là chọn tiết diện cột trước, rồi kiểm tra khả năng chịu nén, khả năng chống uốn dọc. Nếu tiết diện thỏa mãn hai điều kiện trên là được.

Ta chọn cột chống gỗ tròn, đường kính 15cm.

Bán kính chuyển hồi của hình tròn:

$$i = \frac{d}{4} = \frac{15}{4} = 3,75\text{cm}$$

Hai đầu cột chống có các giằng ngang, nên coi như hai đầu ngàm, ta lấy:

$$\mu = 0,65$$

Độ mảnh:
$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{0,65 \times 500}{3,75} = 87$$

Tra bảng 2.5, ta có: $\lambda = 80 \dots \varphi = 0,47$

$$\lambda = 90 \dots \varphi = 0,38$$

với:
$$\lambda = 87 \dots \varphi = 0,47 - \frac{(0,47 - 0,38)7}{10} = 0,41$$

Diện tích của cột:
$$F = \pi R^2 = 3,14 \times 7,5^2 = 175 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{4356}{0,41 \times 175} = 62,2 \text{ kG/cm}^2$$

$$\sigma = 62,2 \text{ kG/cm}^2 < [\sigma]_{\text{nén}} = 67 \text{ kG/cm}^2$$

Như vậy cột $\phi 15\text{cm}$ khi chịu lực nén thì không bị oằn.

Bài toán 2.9: Thiết kế cốppha thành

a) Các lực ngang tác dụng lên cốppha thành (phụ lục 5)

1- Tải trọng động do đổ bê tông vào cốppha:

$$P_d = 200 \text{ kG/m}^2 \text{ (lượng bê tông đổ } < 200 \text{ lít)}$$

$$P_d = 400 \text{ kG/m}^2 \text{ (lượng bê tông đổ } 200 \div 700 \text{ lít)}$$

2- Tải trọng ngang của vữa bê tông khi đổ và đầm:

- Đầm bằng tay: $P = 1500H + P_d$

- Đầm bằng máy: $P = \gamma H + P_d$

γ - dung trọng của 1m^3 bê tông;

H - chiều cao lớp bê tông sinh ra áp lực ngang.

+ Khi đầm tay thì H lấy bằng lớp bê tông đổ trong 4 giờ

+ Khi đầm bằng đầm dùi: $H = 0,75\text{m}$.

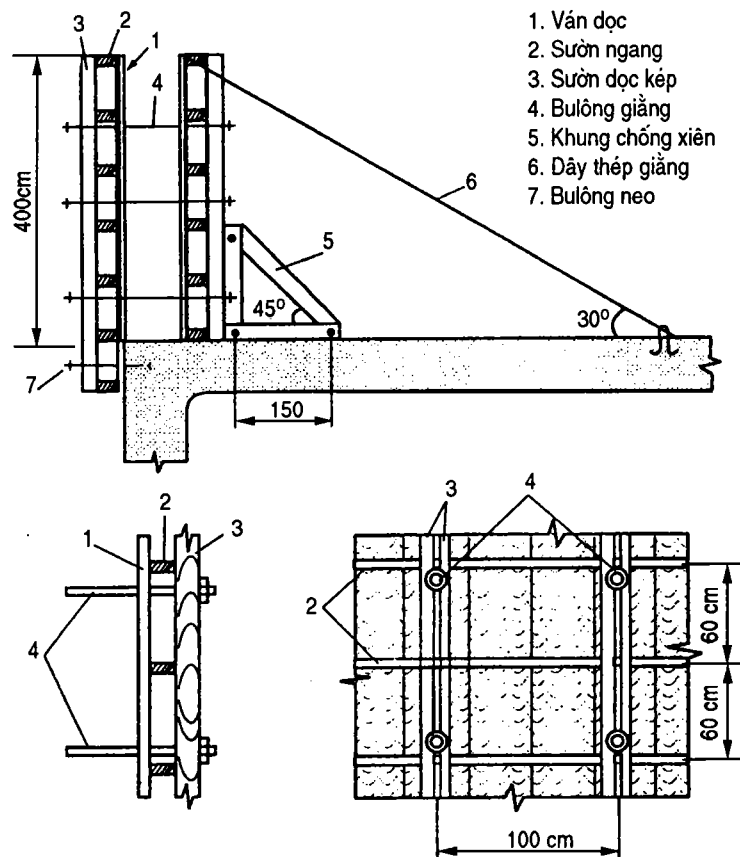
+ Khi đầm bằng đầm ngoài: $H = 2R$.

+ Khi đầm bằng đầm mặt: $H = R$

R - bán kính tác dụng của đầm máy.

Ví dụ: Hình 2.13 là cốt pha một tường bê tông đúc bằng thùng đựng vữa nhỏ và đầm bằng đầm dùi. Tải trọng ngang là:

$$P = \gamma H + P_d = 2500 \times 0,75 + 200 = 2075 \text{ kG/m}^2$$



Hình 2.13:

1. Ván dọc; 2. Sườn ngang; 3. Sườn dọc kép; 4. Bulông giằng;
5. Khung chống xiên; 6. Dây thép giằng; 7. Bulông neo.

b) Tính chiều dây ván (hình 2.14)

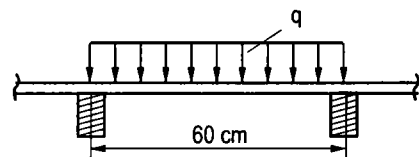
Nếu dùng ván rộng 25cm, thì lực phân bố trên 1m dài:

$$q = \frac{2075}{4} = 518 \text{ kG/m}$$

và:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{q l^2}{100} = \frac{1}{8} \times \frac{518}{100} \times 60^2$$

$$= 2420 \text{ kG.cm}$$



Hình 2.14

$$d = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 2420}{25 \times 98}} = \sqrt{5,9} = 2,43\text{cm}$$

lấy $d = 3\text{cm}$.

Nếu dùng ván rộng 30cm, thì:

$$q = \frac{2075 \times 3}{10} = 623 \text{ kG/m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{632}{100} \times 60^2 = 2900 \text{ kG.cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{6 \times 2900}{30 \times 98}} = 2,43\text{cm}$$

lấy $d = 3\text{cm}$.

Kiểm tra độ võng của ván rộng 25cm:

$$f_{\max} = -\frac{5}{384} \times \frac{q l^4}{100EI} = -\frac{5 \times 518 \times 60^4}{384 \times 100 \times 1,2 \times 10^6 \times 54} = 0,017\text{cm}$$

Mômen quán tính:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{25 \times 3^3}{12} = 54\text{cm}^4$$

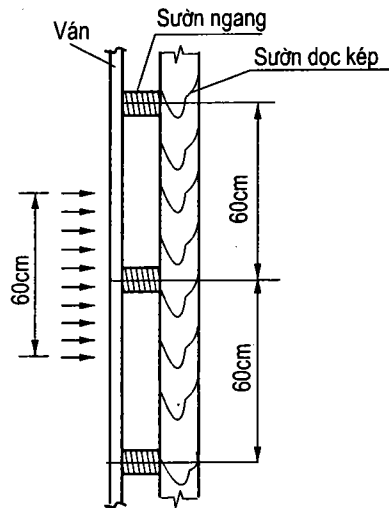
Độ võng cho phép:

$$f = \frac{3}{1000} l = \frac{3 \times 60}{1000} = 0,18\text{cm} > 0,017\text{cm}$$

c) Tính kích thước sườn ngang (hình 2.15)

Ta coi sườn ngang là một dầm đơn giản, chịu lực phân phối đều mà gối tựa là hai thanh sườn dọc kép, cách nhau 100cm.

Chiều cao của lớp vữa bê tông sinh ra áp lực ngang lớn nhất là 75cm, nhưng để đảm bảo an toàn ta coi áp lực ngang ấy do một thanh sườn ngang chịu, chiều cao lớp bê tông truyền áp lực ngang vào thanh ấy là 60cm.



Hình 2.15

Vậy lực phân bố trên 1 mét dài thanh sườn ngang là:

$$q = \frac{2075 \times 60}{100} = 1290 \text{ kG/m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times \frac{ql^2}{100} = \frac{1290 \times 100^2}{8 \times 100} = 16125 \text{ kG.cm}$$

Nếu chiều rộng thanh sườn ngang là 5cm, thì chiều cao h là:

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 16125}{5 \times 98}} = 14 \text{ cm}$$

Ta lấy kích thước thanh sườn này là 5 × 15cm.

Kiểm tra lại độ võng của thanh sườn ngang:

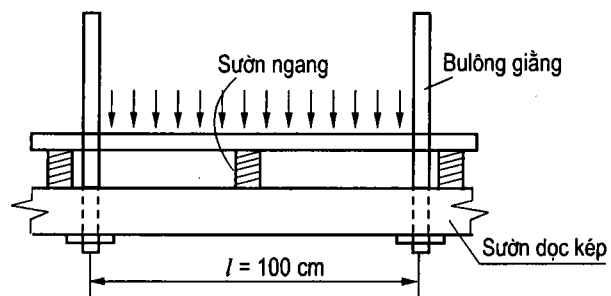
$$f_{\max} = \frac{5ql^4}{384EI \times 100} = \frac{5 \times 1290 \times 100^4}{384 \times 100 \times 1,2 \times 10^6 \times 1406} = 0,0096 \text{ cm}$$

$$\left(I = \frac{bh^3}{12} = \frac{5 \times 15^3}{12} = 1406 \text{ cm}^4 \right)$$

$$f_{\text{cho phép}} = \frac{3}{1000} l = \frac{3 \times 100}{1000} = 0,30 \text{ cm} > f_{\max}$$

d) Tính kích thước sườn dọc kép

Ta lấy trường hợp bất lợi nhất khi thanh sườn ngang nằm giữa hai bulông giằng, tức là nó ở cách bulông giằng 50cm. Ta coi thanh sườn dọc kép là một dầm đơn giản, nhịp 1m, mà gối tựa là những bulông giằng ấy, dầm này chịu lực tập trung ở chính giữa (hình 2.16).



Hình 2.16

Diện tích mà đỉnh là bốn bulông bằng 1m². Tải trọng phân bố đều trên diện tích ấy được truyền tập trung lên thanh sườn dọc kép. Vậy lực tập trung lên một thanh sườn dọc đơn là:

$$P = \frac{2075}{2} = 1038 \text{ kG}$$

$$M_{\max} = \frac{Pl}{4} = \frac{1038 \times 100}{4} = 25950 \text{ kG.cm}$$

Lấy chiều dày của thanh sườn dọc là 5cm, thì chiều cao của thanh sườn ấy là:

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \times 25950}{5 \times 98}} = 18,1\text{cm} , \text{lấy } 20\text{cm}$$

Kích thước thanh sườn dọc này là: 5 × 20cm.

Kiểm tra độ võng của thanh sườn dọc kép:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{5 \times 20^3}{12} = 3333,4\text{cm}^4$$

Độ võng lớn nhất:

$$f_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI} = \frac{1038 \times 100^3}{48 \times 1,2 \times 10^6 \times 3333,4} = 0,0056\text{cm}$$

$$f_{\max} < f_{\text{cho phép}} = 0,30\text{cm}$$

e) Kiểm tra cốppha chịu tải trọng gió khi chưa đúc bê tông tường (hình 2.17)

Lực gió: 100 kG/m²

Chiều cao tường: 4m

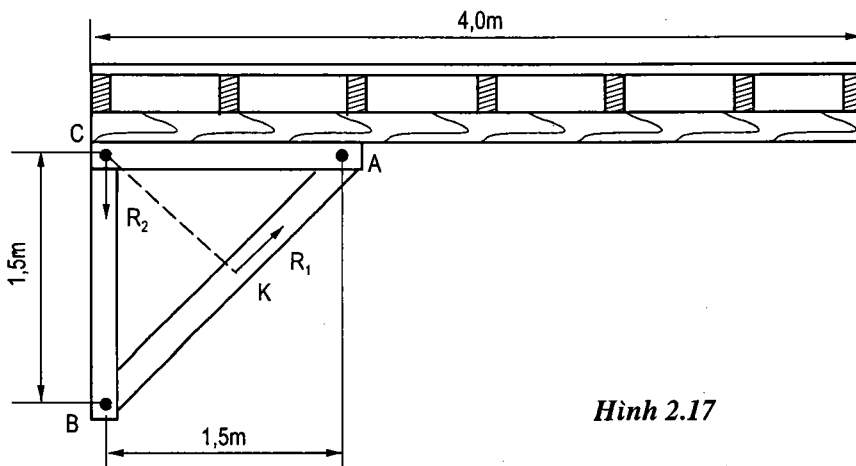
Cốppha tường được giữ chống gió bằng khung chống xiên và dây thép giằng, cứ cách 4m một.

Nếu gió thổi từ trái sang phải thì toàn bộ khung chống xiên chống lại sức gió lật.

Nếu gió thổi từ phải sang trái thì dây thép giằng và bulông neo giữ chân ván khuôn chống lại sức gió lật.

Diện tích chịu lực của một khung chống hoặc của một dây thép giằng là 4 × 4 = 16m².

Lực phải chịu là: 100 kG/m² × 16m² = 1600kG



Hình 2.17

- Tính thanh chống xiên AB:

Lực phân bố đều trên 1m dài của dầm thò đầu:

$$q = \frac{1600}{4} = 400 \text{ kG/m}$$

Lấy mômen đối với điểm C, ta có:

$$\begin{aligned} M_c &= (R_1 \times \overline{CK}) - \left(q \times \frac{l}{2} \right) \\ &= (R_1 \times 1,5 \sin 45^\circ) - \left(400 \times 4 \times \frac{4}{2} \right) = 0 \end{aligned}$$

$$R_1 = \frac{400 \times 4 \times 2}{1,5 \frac{\sqrt{2}}{2}} = 3047 \text{ kG}$$

Lấy mômen đối với điểm A, ta có:

$$(R_2 \times 1,5) - (q \times 0,5) = 0;$$

$$R_2 = \frac{400 \times 4 \times 0,5}{1,5} = 534 \text{ kG}$$

Hệ số an toàn chống lật $K = 1,3$.

Thanh AB chịu nén dọc thớ, mà $[\sigma_{\text{ép}}] = 67 \text{ kG/cm}^2$.

Vậy diện tích thanh AB:

$$F_{AB} = \frac{1,3 \times 3047}{67} = 59 \text{ cm}^2$$

Kích thước thanh AB: $6 \times 10 \text{ cm}$.

- Thanh CB chịu kéo dọc thớ, mà $[\sigma_{\text{ép}}] = 120 \text{ kG/cm}^2$

Diện tích thanh CB:

$$F_{CB} = \frac{K \cdot R_2}{[\sigma_{\text{kéo}}]} = \frac{1,3 \times 534}{120} = 5,8 \text{ cm}^2$$

Vậy diện tích tối thiểu của thanh CB là: $2 \times 3 \text{ cm}$.

- Khi gió thổi từ phải sang trái thì dây thép giằng 6 và bulông neo 7 chống lại: dây giằng chịu một nửa lực gió và bulông neo chịu một nửa (hình 2.16).

Lực gió thổi vào mặt cốppha mà dây giằng phải chịu là: $\frac{1600}{2 \cos 30^\circ} = 920 \text{ kG}$.

Lấy hệ số an toàn chống lật là: $K = 1,3$.

Khả năng chịu kéo của dây thép là 2250 kG/cm^2 .

Vậy diện tích tiết diện dây thép là:

$$F_a = \frac{1,3 \times 920}{2250} = 0,520 \text{ cm}^2$$

Dùng 2 dây thép $\phi 6 \text{ mm}$, ta có $F_a = 0,55 \text{ cm}^2$.