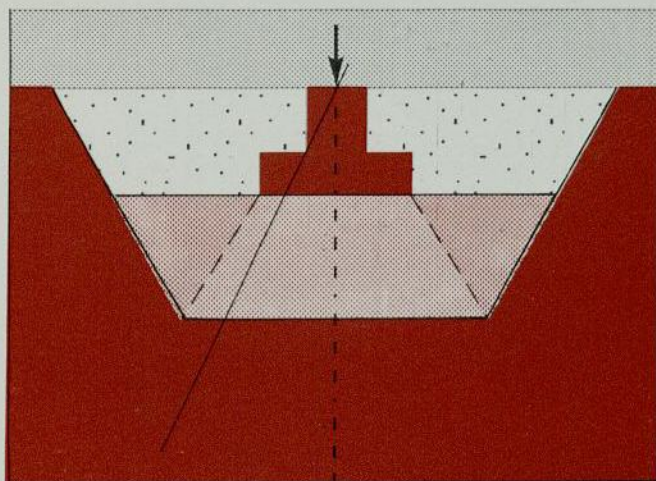


TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
GS, TS NGUYỄN VĂN QUẢNG - KS NGUYỄN HỮU KHÁNG

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN

NỀN VÀ MÓNG



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
GS. TS. NGUYỄN VĂN QUẢNG - KS. NGUYỄN HỮU KHÁNG

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN NỀN VÀ MÓNG

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2012

LỜI NÓI ĐẦU

NỀN VÀ MÓNG là môn học rất quan trọng của ngành Xây dựng. Sau khi học lý thuyết, sinh viên phải thực hiện một đồ án môn học **NỀN VÀ MÓNG**. Khi làm đồ án tốt nghiệp sẽ có một phần nền và móng hoặc làm đồ án tốt nghiệp chuyên đề **NỀN VÀ MÓNG**.

Để giúp sinh viên thực hiện tốt các đồ án này, chúng tôi cho tái bản có bổ sung cuốn "HUỚNG DẪN ĐỒ ÁN NỀN VÀ MÓNG".

Cuốn sách này bao gồm :

Phần thứ nhất : Hướng dẫn chung

Chương 1- Hướng dẫn đồ án môn học Nền và Móng

Chương 2- Hướng dẫn đồ án tốt nghiệp về Nền và Móng

Phần thứ hai : Thiết kế các loại Nền và Móng thông dụng

Chương 3 : Móng nông trên nền thiên nhiên

Chương 4 : Móng mềm

Chương 5 : Nền nhân tạo

Chương 6 : Móng cọc

Phần thứ 3 : Các phụ lục

Tài liệu này hướng dẫn những phần sau đây :

1. Đánh giá điều kiện địa chất công trình
2. Tập hợp tải trọng tác dụng xuống móng
3. Lựa chọn phương án Nền và Móng
4. Tính toán, thiết kế các loại Nền và Móng các công trình công nghiệp và dân dụng.
5. Tính toán kinh tế các giải pháp Nền và Móng
6. Thi công Nền và Móng

Ngoài ra cuốn sách còn giúp sinh viên biết cách trình bày các bản vẽ và thuyết minh của đồ án.

Tuy vậy khi làm các đồ án phức tạp, nhất là đồ án chuyên đề thì sinh viên còn phải tham khảo thêm các tài liệu khác có liên quan.

Phân công viết cuốn sách này như sau :

GS, TS Nguyễn Văn Quảng : Phần thứ nhất và chương 5 phần thứ hai

KS Nguyễn Hữu Kháng : Phần thứ hai, phần thứ ba và các phụ lục.

Cuốn sách nhất định còn những khiếm khuyết, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến phê bình của bạn đọc.

NHÓM TÁC GIẢ

TƯƠNG QUAN GIỮA CÁC ĐƠN VỊ HỆ MKGSS VÀ HỆ SI

Tên gọi các đại lượng	Đơn vị		Tương quan với đơn vị hệ SI
	Tên gọi	Ký hiệu	
Chiều dài	Centimet	cm	$10^{-2}m$
	Micrômet	μm	$10^{-6}m$
Lực	Kilôgam lực	KG	9,80665N
	Tấn lực	T	9806,65N
Tải trọng phân bố tuyến tính.	Kilôgam lực trên mét	KG/m	9,80665N/m
	Tấn lực trên mét	T/m	9806,65N/m
Tải trọng phân bố bề mặt và các ứng suất, cường độ,	Kilôgam lực trên mét vuông	KG/m ²	9,80665 Pa
	Kilôgam lực trên centimet vuông	KG/cm ²	0,098 MPa
	Tấn lực trên mét vuông	T/m ²	9806,65 Pa
Mô đun đàn hồi.	Kilôgam lực trên centimet vuông	KG/cm ²	0,098 MPa
Trọng lượng riêng.	Gam lực trên centimet khối	G/cm ³	9,80665 KN/m ³
	Tấn lực trên mét khối	T/m ³	9,80665 KN/m ³
Hệ số nén lún.	Centimet vuông trên kilôgam lực	cm ² /KG	0,1 cm ² /N

Ghi chú : Trong tính toán kỹ thuật có trường hợp cho phép quy tròn 9,80665 thành 9,81.
 Khi tính toán không yêu cầu chính xác quá cao thì quy tròn là 10

Phần thứ nhất

HƯỚNG DẪN CHUNG

Chương 1

HƯỚNG DẪN ĐỀ ÁN MÔN HỌC NỀN VÀ MÓNG

1.1. NHIỆM VỤ ĐỀ ÁN

1. Tập hợp tải trọng lên các móng được chỉ định tính toán (thường là 2 móng).
2. Đánh giá điều kiện địa chất công trình của khu đất xây dựng. Xác định tính chất cơ lý của đất nền. Tính toán sức chịu đựng của đất nền.
3. Nghiên cứu các phương án của một móng lớn (3 ÷ 4 phương án). Mỗi phương án cần :
 - Chọn và lập luận chiều sâu chôn móng, loại móng, loại nền.
 - Xác định kích thước móng
 - Tính độ lún cho móng
 - So sánh kinh tế các phương án

Chú ý : Khi ra đề bài cần cho điều kiện địa chất công trình tương đối phức tạp để yêu cầu sinh viên phải tính cả 3 phương án : móng trên nền thiên nhiên, móng trên nền nhân tạo (đệm cát, cọc cát, cọc xi măng-đất ...) và móng cọc. Như vậy để củng cố kiến thức cho sinh viên.

4. Tính toán thiết kế cụ thể cho một móng bằng phương án đã chọn (bao gồm xác định kích thước chi tiết cho móng, tính cốt thép cho móng, tính lún, kiểm tra ổn định của nền ...).

5. Nghiên cứu cấu trúc của lớp chống thấm (khi có tầng ngầm và mực nước ngầm cao).

6. Các đề nghị về thi công : Các biện pháp ngăn ngừa khả năng phá hoại cấu tạo của đất nền.

1.2. LỰA CHỌN ĐỀ TÀI

Lựa chọn đề tài được tiến hành tương ứng với hai chữ số cuối cùng của ký hiệu sinh viên.

1. Sơ đồ công trình : Phương án sơ đồ công trình được lấy số thứ hai cuối của ký hiệu. Phương án lẻ của kích thước và tải trọng đối với số lẻ, phương án chẵn đối với số chẵn.

2. Điều kiện địa chất : Số liệu của điều kiện địa chất lấy theo chữ số cuối cùng của ký hiệu. Với những số hiệu này được lấy những ký hiệu không có dấu ngoặc và tận cùng từ 0-4 còn có dấu ngoặc thì tận cùng từ 5-9.

Ví dụ : Ký hiệu sinh viên XD9-137

Kích thước và tải trọng : Theo phương án lẻ : Phương án của điều kiện địa chất 7.

Từ phương án địa chất, chọn số hiệu đất trong dấu ngoặc ví dụ ở đây là số hiệu (8) và (14), theo phụ lục 2 thì đó là á sét và cát hạt vừa.

1.3. NỘI DUNG BÀI TẬP LỚN ĐỐI VỚI SINH VIÊN NGÀNH XÂY DỰNG ĐÔ THỊ.

Sinh viên ngành xây dựng đô thị không phải làm đồ án, mà chỉ làm bài tập lớn về môn học Nền và móng.

Nội dung của bài tập lớn bao gồm :

1. Tập hợp tải trọng tại nơi lớn nhất để tính cho một móng.
2. Đánh giá điều kiện địa chất công trình.
3. Tính toán cụ thể cho một móng có thể là móng trên nền thiên nhiên, móng trên nền nhân tạo hoặc móng cọc (tùy theo điều kiện địa chất công trình).
4. Kiểm tra lún của móng và ổn định của nền.

Sinh viên không phải thể hiện trên bản vẽ lớn mà chỉ cần viết bản thuyết minh đầy đủ với những tính toán và hình vẽ chi tiết.

1.4. HƯỚNG DẪN PHƯƠNG PHÁP LÀM ĐỒ ÁN

1.4.1. Tập hợp tải trọng

Việc tập hợp tải trọng phải dựa trên thiết kế kết cấu bên trên của công trình và cơ sở của quy phạm hiện hành. Cần thiết phải thể hiện sơ đồ của diện tích đặt tải. Tính tải trọng nên tiến hành dưới dạng bảng, có phân chia theo tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời. Tải trọng tiêu chuẩn thì tự chọn, còn tải trọng tính toán thì phải lấy bằng tải trọng tiêu chuẩn nhân với hệ số vượt tải $n_1 = 1,2$.

Tải trọng tính toán của sàn

$$P = q_{sàn} \cdot F \cdot n \cdot m.$$

Trong đó : n- số lượng sàn ; F- diện tích sàn ; m- hệ số giảm tải lấy theo bảng 1.1.

Bảng 1-1

GIA TRỊ CỦA HỆ SỐ GIẢM TẢI TRỌNG TẠM THỜI M.

Số lượng sàn	Giá trị m	Số lượng sàn	Giá trị m
1	0,90	6	0,65
2	0,85	7	0,60
3	0,80	8	0,55
4	0,75	≥ 9	0,50
5	0,70		

Để tập trung sự chú ý của sinh viên vào phần chính của đồ án, việc tập hợp tải trọng được đơn giản hoá. Trọng lượng bản thân của tường và cột được xác định theo kích thước đã cho, còn các kích thước thiếu được lấy theo tỷ lệ. Phần tường có cửa ra vào và cửa sổ phải trừ bớt tải trọng đi. Nếu không biết kích thước cụ thể của các lỗ cửa thì có thể tính gần đúng, trừ đi khoảng 40% trọng lượng mảng tường. Tải trọng gió chỉ cần tính đến cho các công trình cao và hẹp (thí dụ hành lang bunke, ống khói ...) các trường hợp khác không cần tính tải trọng gió.

Tải trọng do cần trục được xác định từ những điều kiện sau :

Một cần trục bốn bánh, áp lực lớn nhất lên bánh xe và khoảng cách giữa các bánh xe dọc theo dầm dưới cần trục cho trước.

Trọng lượng của vật liệu được lấy theo sổ tay kỹ thuật. Tải trọng dưới mép móng (trọng lượng móng, áp lực của đất lên tường của tầng hầm ...) được xác định sau trong quá trình tính móng.

1.4.2. Đánh giá điều kiện địa chất công trình

Khi đánh giá điều kiện địa chất công trình, sinh viên dựa trên hai cơ sở của những tài liệu ban đầu đã có, cần phải làm sáng tỏ trong bản thuyết minh.

1. Vị trí địa lý của khu đất xây dựng.

2. Đặc điểm địa chất của khu đất xây dựng (sự bố trí và chiều sâu các hố khoan, mô tả các lớp đất từ trên xuống dưới, chiều dày các lớp, đặc điểm thế nằm của chúng).

3. Điều kiện địa chất thủy văn.

4. Dựa theo những chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của các lớp đất đã cho trong bảng phụ lục 2 mà tính thêm các chỉ tiêu cần thiết khác dùng cho tính toán nền móng sau này.

5. Xác định áp lực tính toán R trên mỗi lớp đất với chiều rộng của móng $b = 1m$. Phân loại đất theo hệ số nén và độ sệt.

6. Kết luận : Đánh giá xem, với điều kiện địa chất công trình như vậy, thì nên xử lý nền móng như thế nào.

Khi đánh giá tính nén ép của đất, có thể sử dụng cách phân loại sau :

+ Đất coi là chịu nén tốt nếu hệ số nén $m < 0,05 \text{ MPa}^{-1}$

+ Đất được coi là chịu nén trung bình khi hệ số nén $m = 0,05 \text{ MPa}^{-1}$

+ Đất được coi là chịu nén yếu khi hệ số nén $m > 0,5 \text{ MPa}^{-1}$

Bảng 1-2

ĐÁNH GIÁ TRẠNG THÁI CỦA ĐẤT THEO ĐỘ NHÃO I_L

<i>SÉT, ÁSÉT :</i>	
Đất ở trạng thái cứng khi	$I_L < 0$
Đất ở trạng thái nửa cứng khi	$0 \leq I_L \leq 0,25$
Đất ở trạng thái dẻo cứng khi	$0,25 < I_L \leq 0,50$
Đất ở trạng thái dẻo mềm	$0,50 < I_L \leq 0,75$
Đất ở trạng thái dẻo nhão	$0,75 < I_L \leq 1,0$
Đất ở trạng thái chảy.	$I_L > 1,0$
<i>Á CÁT</i>	
Đất ở trạng thái cứng	$I_L < 0$
Đất ở trạng thái dẻo	$0 \leq I_L \leq 1,0$
Đất ở trạng thái nhão	$I_L > 1,0$

Đối với các loại cát thì đánh giá độ chặt dựa theo hệ số rỗng e

$$e = \frac{\gamma_s (1 + 0,01W)}{\gamma} - 1$$

Bảng 1-3

Loại đất cát	Độ chặt của đất cát		
	Chật	Chật vừa	Xốp
Cát lẫn sỏi sạn	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$e > 0,70$
Cát hạt thô và cát hạt trung	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Cát hạt nhỏ	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

Đất thuộc loại yếu khi hệ số rỗng lớn (đất sét khi $e > 1,1$, sét pha khi có $e > 1,0$ và cát pha $e > 0,70$), có hệ số nén lớn $m > 0,5 \text{ MPa}^{-1}$, có môđun tổng biến dạng nhỏ $E < 5 \text{ MPa}$ và có trạng thái dẻo chảy $I_L > 0,75$, chảy $I_L > 1,0$.

Cách trình bày phần đánh giá điều kiện địa chất công trình xem ví dụ 1.

1.4.3. Nghiên cứu phương án móng

Những lập luận kinh tế kỹ thuật của từng phương án cần phải viết đủ và cụ thể.

Việc lựa chọn phương án là rất quan trọng. Các bước nghiên cứu phương án móng có thể tiến hành như sau :

1. Căn cứ vào tài liệu địa chất công trình, chọn địa điểm thuận lợi nhất để bố trí công trình. Vị trí công trình phải đặt trong phạm vi ranh giới của các hố khoan khi chọn vị trí đặt công trình phải chú ý cả về mặt san nền tiêu thủy cũng như địa tầng.

2. Dựa vào tính chất kết cấu công trình và điều kiện địa chất dự kiến 3 ÷ 4 phương án để nghiên cứu lựa chọn.

- Nên bắt đầu từ phương án đặt móng trên nền thiên nhiên. Chọn kiểu móng thí dụ móng đơn, móng băng, móng bè ... Kiểm tra điều kiện biến dạng. Nhất là khi trong nền có tầng đất yếu, thì nhất thiết phải kiểm tra điều kiện ổn định của nền và tính lún của móng. Khối lượng tính toán móng trên nền thiên nhiên là bắt buộc phải có trong đồ án.

- Nếu móng trên nền thiên nhiên không đảm bảo, thì tất yếu phải nghiên cứu các phương án móng trên nền nhân tạo (đệm cát, cọc cát ...) và móng cọc.

Những phương án biết chắc là không hợp lý (thí dụ không an toàn, khó thi công ...) thì không cần xét.

Việc xác định kích thước của móng trong giai đoạn chọn phương án chỉ cần dựa vào các tải trọng thẳng đứng lớn nhất và cho rằng chúng được đặt đúng tâm. Nếu nền nhân tạo được xét thí dụ đệm cát, cọc cát ...) thì phải tính toán đầy đủ kích thước của móng và nền nhân tạo để có số liệu so sánh kinh tế. So sánh kinh tế phương án phải dựa vào khối lượng cụ thể và theo đơn giá của nhà nước quy định cũng như những hệ số điều chỉnh giá của địa phương nơi xây dựng công trình. Ngoài việc so sánh kinh tế còn cần thiết phải so sánh về kỹ thuật thi công. Chú ý điều kiện thiết bị thi công, an toàn cho nền móng và an toàn lao động. Việc lựa chọn phương án trên cơ sở so sánh đầy đủ các điều kiện kinh tế kỹ thuật là thể hiện trình độ hiểu biết về nền móng và là căn cứ để đánh giá chất lượng của đồ án.

1.4.4. Tính toán móng

Sau khi lựa chọn phương án móng thích hợp thì tiến hành tính toán cụ thể cho 2 móng được thầy giáo hướng dẫn chỉ định. Hai móng đó phải là các móng quan trọng nhất trong công trình. Trong giai đoạn này cần chú ý :

1. Tập hợp đầy đủ tất cả các loại tải trọng tác dụng xuống móng.
2. Xác định đầy đủ các kích thước chi tiết của móng.
3. Xác định độ bền, tính thép cho móng.
4. Tính toán độ lún của móng.
5. Kiểm tra điều kiện ổn định của nền móng. Khi chịu tải lệch tâm và khi trong nền có lớp đất yếu.
6. Lập bảng dự trữ vật liệu và quy cách cốt thép cho móng được tính.

1.4.5. Tính lún

Việc tính lún là một nội dung quan trọng của đồ án nên khi ra đề bài, giáo viên nên cho điều kiện địa chất phức tạp và đất yếu để sinh viên tập tính lún cho thành thạo. Đây là một việc làm rất cần thiết. Khi sinh viên ra công tác thực tế sau này. Khi tính lún cần chú ý :

1. Đối với móng trên nền thiên nhiên phải tính lún theo phương pháp chia tầng lấy tổng (tổng các tầng phân tố). Tính độ lún tổng cộng, độ lún lệch, độ lún ảnh hưởng. Cần kiểm tra ổn định của nền khi trong nền có lớp đất yếu.

2. Đối với móng cọc chống thì không cần tính lún. Cọc chống là khi mà đầu cọc chống được vào lớp đá hoặc đất rất tốt (có môđun biến dạng $E \geq 30000$ KPa hay 30 MPa). Móng cọc treo (cọc ma sát) thì phải tính lún, có thể tính lún theo phương pháp chia tầng lấy tổng hoặc phương pháp tầng tương đương.

3. Tính lún cho móng trên đệm cát theo phương pháp phân tử hữu hạn, có kể đến sự làm việc đồng thời giữa nền và công trình (do tiến sĩ Nguyễn Văn Quảng đề xuất). Đó là phương pháp có độ chính xác cao. Ngoài ra vẫn có thể sử dụng phương pháp thông thường là tính theo tổng các lớp phân tố. Độ lún tổng cộng là độ lún của đệm cát và độ lún của các lớp đất nền dưới đệm cát (trong vùng ảnh hưởng nén) cộng lại.

Độ lún của móng trên nền gia cố bằng cọc cát, cọc đất - xi măng, cọc vôi thì có thể tính theo phương pháp lớp tương đương.

Sau khi tính lún, cần so sánh với giới hạn cho phép của quy phạm. Nếu không đạt yêu cầu thì phải thay đổi, điều chỉnh lại thiết kế nền móng. Các thí dụ tính toán xem ở phần sau.

1.4.6. Nghiên cứu móng cọc

Móng cọc là một nội dung quan trọng trong giáo trình Nền và móng. Do đó trong đồ án môn học, nhất thiết phải tính toán thiết kế móng cọc. Thiết kế móng cọc còn có thể là phần chính trong đồ án, nếu đất nền là đất yếu và sau khi so sánh kinh tế thấy cọc là giải pháp thích hợp nhất.

Chú ý : Khi nhà có tầng hầm thì không nên dùng móng cọc.

Khi nghiên cứu móng cọc nên so sánh nhiều phương án, dùng cọc (cọc đóng, cọc nổi, cọc xoắn vít, cọc hình vuông đặc, cọc tròn rỗng ..) nghiên cứu nhiều loại cọc, nhưng khi tính thì chỉ chọn một vài loại thôi.

1.4.7. Xét cấu trúc lớp chống thấm

Cấu trúc các lớp, chống thấm được xét đến khi nhà có tầng hầm và mực nước ngầm cao.

Khi thiết kế cấu trúc chống thấm cho tầng hầm cần đặc biệt chú ý mực nước ngầm và tính chất đất nền. Tùy theo mực nước dưới đất nằm thấp hơn đáy móng, ngập ít hoặc ngập nhiều chiều cao của tầng hầm, mà thiết kế chống thấm theo các mức độ khác nhau. Ở nước ta vấn đề chống thấm cho công trình ngầm rất phức tạp, nên hết sức chú ý nghiên cứu cho kỹ và thiết kế cho đảm bảo.

Trong đồ án cần thể hiện các bản vẽ cần thiết về cấu trúc chống thấm với các ghi chú cụ thể chi tiết.

1.4.8. Các đề nghị về công tác thi công

Người thiết kế cần lường trước những khó khăn trong khi thi công nền móng và có những đề nghị khắc phục.

Thí dụ :

Khi mực nước ngầm nằm ở độ cao xấp xỉ đáy móng, trong lúc thi công cần có biện pháp bảo vệ để tránh cho đất ở đáy hố móng khỏi bị phá hoại kết cấu nguyên.

- Khi đất nền là cát pha bão hòa nước thì phải hết sức chú ý khi đào hố móng và thi công móng. Nếu mực nước ngầm nằm cao hơn đáy móng thì phải có biện pháp thoát nước hố móng. Nếu mực nước dưới đất rất cao thì phải hạ mực nước đó xuống bằng hệ thống bơm chân kim.

- Nếu móng mới xây dựng cạnh công trình cũ, thì phải có cọc ván cừ để bảo vệ cho công trình cũ không bị biến dạng.

- Nếu thành hố móng khi đào sụt lở, thì phải có biện pháp chống sụt lở.

- Khi thi công các công trình xen cấy, để tránh chấn động, không dùng cọc đóng, mà dùng cọc ép, cọc xoắn vít.

Tóm lại người thiết kế phải đề ra những biện pháp thi công hợp lý để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, kinh tế và an toàn.

1.5. CÁCH TRÌNH BÀY ĐỒ ÁN

1.5.1. Viết bản thuyết minh

Trong bản thuyết minh báo cáo phải viết đầy đủ những luận cứ khoa học, cách giải quyết và tính toán cần thiết đáp ứng những nhiệm vụ được giao.

Nội dung của bản thuyết minh bao gồm :

1. Bản vẽ sơ đồ công trình mặt cắt và mặt bằng với kích thước đầy đủ. Trên đó chỉ ra những móng được chỉ định để tính toán.

2. Tập hợp tải trọng công trình trên các móng cần tính toán, thiết kế. Cần trình bày quá trình tính toán, rồi viết các kết quả dưới dạng bảng biểu.

3. Đánh giá điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn. Cần trình bày các nội dung sau :

a) Bản đồ bố trí các hố khoan. Trên đó có các đường đồng mức địa hình. Bố trí công trình vào vị trí thích hợp để có khối lượng san nền ít nhất và điều kiện địa chất tốt nhất.

b) Các mặt cắt địa chất công trình.

c) Đánh giá địa chất nền. Ngoài những chỉ tiêu thí nghiệm tính chất cơ lý của đất, còn cần phải tính toán ra các chỉ tiêu cần thiết khác như hệ số rỗng e của đất, độ sệt I_L để đánh giá trạng thái đất, cường độ tính toán quy ước R_0 và cường độ

tính toán R của đất ... Trên cơ sở đó mới đánh giá được tính chất xây dựng của đất nền.

d) Đánh giá điều kiện địa chất thủy văn.

4. Lựa chọn các phương án xử lý nền, thiết kế móng.

Phần này nêu ra những phương án cần nghiên cứu, phân tích các yếu tố kinh tế - kỹ thuật - công nghệ. Từ những lập luận này, chọn ra các phương án để đi sâu tính toán. Thí dụ, có thể chọn 3 phương án để tính toán so sánh như : móng trên nền thiên nhiên, móng trên một loại nền nhân tạo nào đó, móng cọc.

5. Móng trên nền thiên nhiên

Trình bày toàn bộ những nội dung tính toán : lựa chọn loại móng (móng đơn, móng băng, móng bè ...); xác định chiều sâu chôn móng; kích thước móng, tính lún; tính thép cho móng. Cần có các bản vẽ kèm theo.

6. Móng cọc :

Lựa chọn loại cọc (cọc đóng, cọc nhồi, cọc xoắn vít, kích thước cọc, chiều dài cọc ...). Tính toán sức chịu cọc, thiết kế đài cọc và toàn bộ móng cọc. Tính lún cho móng cọc (nếu là cọc treo).

7. Móng trên nền nhân tạo

Chọn loại nền nhân tạo (đệm cát, cọc cát, giếng cát thoát nước, cọc xi măng - đất, cọc vôi đất ...). Lập luận tại sao lại chọn loại nền đó; tính toán, thiết kế gia cố nền; thiết kế móng. Tính lún.

8. So sánh kinh tế các phương án

Kết quả tính toán nên trình bày dưới dạng bảng biểu. Trên cơ sở so sánh kinh tế - kỹ thuật, chọn ra phương án tối ưu.

9. Áp dụng phương án đã chọn, tính toán cho một móng khác. Cần trình bày đầy đủ, chi tiết phần tính toán, thiết kế cụ thể nền móng. Tính lún, kiểm tra độ bền. Các bản vẽ cần thể hiện đầy đủ và chi tiết

10. Các bản vẽ và thuyết minh kỹ thuật chống thấm cho tầng hầm, phần ngầm (nếu có).

11. Những ý kiến chỉ dẫn về thi công nền móng

1.5.2. Thể hiện các bản vẽ

Bản vẽ thể hiện trên tờ giấy krôki cỡ A₀ bằng mực đen.

Thành phần bản vẽ bao gồm :

1. Sơ đồ mặt cắt công trình (tỷ lệ 1 : 200).

2. Mặt bằng móng (tỷ lệ 1 : 100).

3. Các phương án nền móng vẽ trên mặt cắt địa chất (tỷ lệ 1 : 100).

4. Bản vẽ chi tiết móng trên nền thiên nhiên (tỷ lệ 1 : 50) gồm mặt cắt móng, mặt bằng đáy móng có vẽ cốt thép với đầy đủ các kích thước; quy cách.

5. Bản vẽ chi tiết móng cọc (tỷ lệ 1 : 50). Trong đó có thể hiện đầy đủ về cọc và đài cọc, chi tiết cốt thép.

6. Bản vẽ chi tiết về móng trên nền nhân tạo (tỷ lệ 1 : 50).

7. Chi tiết chống thấm cho tầng hầm (nếu có).

1.5.3. Những điều cần chú ý khi thực hiện đồ án

1. Đề bài phải rõ ràng, đầy đủ. Nếu có điều gì chưa rõ thì sinh viên cần hỏi ngay và giáo viên giải thích.

2. Trong quá trình thực hiện đồ án, thông thường giáo viên hướng dẫn, kiểm tra sinh viên ở 3 giai đoạn :

- Xong phần đánh giá điều kiện địa chất công trình và lựa chọn các phương án.
- Xong phần tính toán chi tiết các phương án.
- Viết xong thuyết minh (nháp) và vẽ chì (chi tiết).

3. Ngoài cuốn hướng dẫn này sinh viên còn cần tham khảo sách lý thuyết và các quy trình quy phạm có liên quan.

Chương 2

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CÓ PHẦN NỀN MÓNG CHO SINH VIÊN NGÀNH XÂY DỰNG DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP

Trong khi làm đồ án tốt nghiệp, sinh viên ngành xây dựng dân dụng và công nghiệp thường được giao nhiệm vụ tính toán thiết kế kết cấu, thiết kế tổ chức thi công và lập biện pháp kỹ thuật thi công cho các công trình nhà ở và xí nghiệp hoặc các công trình công cộng loại vừa và nhỏ.

Trong đồ án tốt nghiệp, nhất thiết phải có phần nền móng.

Phần thiết kế nền móng có thể chiếm 10%, 25%, 50% khối lượng toàn bộ đồ án tốt nghiệp. Trong một số trường hợp đặc biệt, có thể có đồ án chuyên đề về nền móng.

Sau đây là yêu cầu, nội dung và phương pháp thực hiện loại đồ án này.

2.1. ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CÓ 10% NỀN MÓNG

2.1.1. Công trình : Cho một trong những loại sau đây

- Nhà ở từ 3 tầng đến 5 tầng
- Nhà công cộng loại nhỏ
- Nhà công nghiệp loại nhỏ

2.1.2. Điều kiện địa chất công trình

Thí dụ 2.1.

- Từ 0^m00 đến 1^m20 là đất lấp
- 1^m20 - 7^m50 là sét pha dẻo cứng
- 7^m50 - 15^m50 bùn
- 15^m00 - 16^m50 cát nhỏ chặt vừa

Thí dụ 2.2

- Từ 0^m00 đến 3^m20 là đất lấp
- 3^m20 - 5^m80 là sét dẻo mềm
- 5^m80 - 9^m50 bùn
- 9^m50 - 18^m00 cát nhỏ chặt vừa

Thí dụ 2.3

- Từ 0^m00 đến 0^m80 là đất lấp
- 0^m80 - 5^m70 bùn
- 5^m70 - 12^m00 sét dẻo mềm

12^m00 - 15^m00 sét pha dẻo cứng

Theo những thí dụ nêu trên, giáo viên cho sinh viên các trụ địa chất điển hình, đơn giản để để lựa chọn phương án giải quyết nền móng.

2.1.3. Lựa chọn phương án

Yêu cầu sinh viên lập luận để chọn ra 1 đến 2 phương án xử lý nền móng thích hợp.

2.1.4. Nội dung tính toán nền móng

Có thể giao cho sinh viên những nhiệm vụ như sau :

1. Tính toán cụ thể một móng bằng 2 phương án, rồi so sánh, chọn phương án tốt nhất, rẻ nhất.

2. Hoặc là tính toán cụ thể hai móng bằng một phương án như nhau. Rồi tiến hành tính lún tổng cộng, tính độ chênh lệch lún của 2 móng đó.

2.1.5. Yêu cầu về thuyết minh và bản vẽ

1. Về phần thuyết minh :

- Tập hợp tải trọng
- Đánh giá điều kiện địa chất công trình
- Lựa chọn phương án
- Tính toán cụ thể nền móng (gần giống như đồ án môn học)

2. Về bản vẽ :

- Nếu vẽ trên tờ krôki khổ A₀ thì cần thể hiện trên một bản vẽ.
- Nếu vẽ trên tờ krôki khổ A₁ thì cần hai bản vẽ. Vẽ đầy đủ, chi tiết nghiêm túc bằng mực đen.

2.2. ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CÓ 25% NỀN MÓNG

2.2.1. Công trình : Có thể cho trong những loại công trình sau đây

- Nhà ở 5 tầng
- Nhà công cộng loại vừa
- Nhà công nghiệp loại vừa

2.2.2. Điều kiện địa chất công trình : Phức tạp vừa, xử lý nền móng tương đối khó

Thí dụ 2.4 : Hồ khoan 1

Từ 0^m00 đến 3^m00 là đất lấp

3^m00 - 5^m50 sét pha dẻo mềm

5^m50 - 18^m00 bùn

18^m00 - 20^m00 cát nhỏ chặt vừa

20^m00 - 22^m00 cát trung chặt vừa.

Thí dụ 2.5 : Hố khoan 2

Từ 0^m00 đến 2^m70 là đất lấp

2^m70 - 8^m00 sét dẻo mềm

8^m00 - 26^m00 bùn

26^m00 - 28^m00 cát nhỏ chặt vừa.

Thí dụ 2.6 : Hố khoan 3

Từ 0^m00 đến 0^m80 là đất trồng trọt

0^m80 - 8^m50 sét pha dẻo nhão

8^m50 - 17^m00 sét pha dẻo mềm

17^m00 - 20^m00 bùn

20^m00 - 25^m00 cát nhỏ chặt vừa.

Cũng tương tự như những thí dụ này, giáo viên cho các trụ địa chất tương đối phức tạp và tương đối khó xử lý để sinh viên suy nghĩ, tính toán, cân nhắc và lựa chọn những phương án thích hợp.

2.2.3. Nội dung và yêu cầu tính toán nền móng

1. Lập luận để đưa ra 3 phương án so sánh chọn
2. Tính toán cụ thể từ 2 đến 3 phương án nền móng
3. So sánh kinh tế - kỹ thuật các phương án đó, chọn phương án tốt nhất
4. Dùng phương án đã chọn, tính cho một móng gần móng đã tính trước (nhưng có trọng tải khác).
5. Tính độ lún tổng cộng và độ lún chênh lệch giữa hai móng

2.2.4. Yêu cầu về thuyết minh và các bản vẽ

1. Bản thuyết minh viết tương tự như đồ án môn học (xem phần trước)
2. Cần thiết lập 4 bản vẽ cỡ A₁.

Bản thuyết minh ban đầu phải viết nháp thầy hướng dẫn kiểm tra, tu chỉnh rồi mới được viết chính thức.

Các bản vẽ phải vẽ bằng bút chì trước thầy hướng dẫn thông qua rồi mới vẽ bằng bút mực đen.

2.3. ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CÓ 50% NỀN MÓNG

2.3.1. Công trình

1. Nhà ở từ 3 đến 9 tầng (kể cả khách sạn)

2. Nhà công cộng loại vừa và lớn
3. Nhà công nghiệp loại vừa

2.3.2. Điều kiện địa chất công trình

Phức tạp vừa, khó xử lý nền móng (xem mục 2.2). Giáo viên có thể cho sinh viên một vài mặt cắt địa chất có cấu tạo địa chất như ở mục 2.2, nhưng cho địa tầng không đồng đều, biến đổi đột ngột, nhạy với lún không đều để tăng thêm mức độ phức tạp.

Thí dụ 2.7 : Thiết lập mặt cắt địa chất gồm hố khoan 1 và hố khoan 2 (xem mục 2.2.2)

Thí dụ 2.8 : Thiết lập mặt cắt địa chất gồm hố khoan 2 và hố khoan 3 (xem mục 2.2.2)

Thí dụ 2.9 : Thiết lập mặt cắt địa chất gồm hố khoan 3 và hố khoan 1 (xem mục 2.2.2).

2.3.3. Nội dung và yêu cầu tính toán nền móng : Có thể thực hiện một trong những yêu cầu sau.

1. Giáo viên hướng dẫn chỉ định tính toàn bộ móng cho một ngôi nhà 5 tầng theo một phương án thích hợp nhất. Thiết kế đến chi tiết để có thể thi công được. Kiểm tra lún một vài móng nặng nhất.

2. Nếu nhà ở cao hơn 5 tầng, nhà công cộng loại lớn và nhà công nghiệp loại vừa thì có thể cho sinh viên tính toán 1 đến 2 móng bằng 3 phương án móng trên nền thiên nhiên, móng cọc và móng trên nền nhân tạo. So sánh kinh tế 3 phương án đó, chọn phương án tốt nhất. Dùng phương án đó thiết kế chi tiết cho một móng gần móng cũ (nhưng có tải trọng khác). Làm bảng thống kê vật liệu cho móng đó và làm dự toán thi công để thực hiện nó. Tính lún tổng cộng và độ lún chênh lệch cho 2 móng gần nhau (cũng một phương án xử lý nền móng).

3. Tính 2 móng băng và móng băng giao thoa bằng bê tông cốt thép cho một ngôi nhà. Rồi so sánh chọn một. Hoặc tính móng băng giao thoa và móng bè cho một công trình. Rồi so sánh chọn một.

4. Đối với nhà công nghiệp loại vừa, có thể cho tính một móng dưới cột nặng nhất và một móng máy. Hoặc có thể cho tính móng của một xi lô, một bun ke, một ống khói ...

2.3.4. Yêu cầu về thuyết minh và các bản vẽ

1. Về thuyết minh viết đầy đủ chi tiết những phần tính toán được giao. Trình tự viết như trong báo cáo thuyết minh đồ án nền móng, nhưng chú trọng những phần chính.

2. Cần thể hiện kết quả thiết kế nền móng trên 6 bản vẽ cỡ A1.

2.4. ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CHUYÊN ĐỀ NỀN MÓNG

Đồ án chuyên đề nền móng là loại đồ án rất khó, mang tính chất khoa học và sáng tạo nên số lượng rất hạn chế. Phải chọn học sinh thật giỏi và có giáo viên hướng dẫn nhiều kinh nghiệm thì mới hoàn thành được.

Đề tài của đồ án chuyên đề nên móng nên lấy từ thực tế sản xuất hoặc từ các đề tài nghiên cứu khoa học.

2.4.1. Các dạng đề tài khoa học

1. Tính toán móng băng có kể đến các sự làm việc đồng thời giữa nền và công trình (áp dụng cho một công trình thực tế xây dựng trên đất yếu).

2. Tính toán móng băng giao thoa bằng các phương pháp theo lý thuyết dầm và bản trên nền đàn hồi.

3. Thiết kế móng bè. Tính lún cho móng bè

4. Tính toán đệm cát có kể đến sự làm việc đồng thời giữa móng, đệm cát và đất nền dưới đệm cát.

5. Xác định mật độ cọc cát tối ưu cho các loại nền đất yếu ở Việt Nam.

6. Tính lún cho các công trình xây dựng trên nền đất yếu gia cố bằng cọc cát.

7. So sánh khả năng thoát nước lỗ rỗng và độ cố kết của nền đất yếu của cọc cát, giếng cát, tấm thoát nước thẳng đứng Geodrain.

8. Tổng kết kinh nghiệm sử dụng cọc nêm ở Việt Nam.

9. Tổng kết kinh nghiệm sử dụng cọc tiết diện nhỏ trong việc xây dựng xen cây ở Hà Nội.

10. Xử lý nền móng bằng cọc xoắn vít.

11. Gia cố nền bằng cọc tre

12. Gia cố nền bằng cọc xi măng.

13. Gia cố nền bằng cọc trụ vật liệu rời

14. Đệm cát có cốt

15. Tổng kết kinh nghiệm sử dụng (thiết kế và công nghệ thi công) ở Việt Nam.

2.4.2. Các dạng đề tài nâng cao kiến thức

1. Giao cho sinh viên toàn bộ xử lý nền móng cho một ngôi nhà ở 5 tầng, bao gồm :

- Viết yêu cầu kỹ thuật khảo sát địa chất công trình.

- Xử lý kết quả, xử lý số liệu khảo sát.

- Chọn phương án xử lý nền, thiết kế móng.

- Tính toán, thiết kế toàn bộ nền móng cho một ngôi nhà.

- Dự toán vật liệu và kinh phí.

- Lập quy trình kỹ thuật và tổ chức thi công. Cuối cùng viết bản thuyết minh chi tiết và lập toàn bộ hồ sơ, các bản vẽ về nền móng của ngôi nhà. Yêu cầu đến mức gần như hồ sơ thiết kế sản xuất thực tế để có thể thi công được.

2. Thiết kế toàn bộ nền móng cho một ngôi nhà công cộng (thư viện, nhà văn hoá, nhà hát, khách sạn, cửa hàng, trụ sở ...) loại vừa và nhỏ.

(Nội dung yêu cầu như ở mục 1 của 2.4.2)

3. Thiết kế toàn bộ nền móng cho một hạng mục công trình (phân xưởng, kho chứa, loại xi lô, bun ke, ống khói ...) trong một nhà máy công nghiệp loại vừa và nhỏ. Chú ý thiết kế cả công trình bao che và các loại móng nhà. (Nội dung, yêu cầu như ở mục 1 của 2.4.2)

2.4.3. Yêu cầu về thuyết minh và bản vẽ

- Bản thuyết minh và bản vẽ
- Bản vẽ cỡ A₁ : từ 10 đến 12 bản vẽ.

Phần thứ hai

THIẾT KẾ CÁC LOẠI NỀN MÓNG THÔNG DỤNG

Chương 3

MÓNG CHÔN NÔNG TRÊN NỀN THIÊN NHIÊN

Trong chương này chỉ xét việc thiết kế một số loại móng : móng đơn bê tông cốt thép dưới cột, móng băng bằng bê tông, bê tông cốt thép dưới tường ... còn không xét việc thiết kế các loại móng băng, băng giao thoa dưới dầm cột, móng bè dưới nhà khung, nhà với tường chịu lực ... Các loại móng này được tính theo loại móng có độ cứng hữu hạn trên nền đàn hồi trong chương 4.

3.1. THỨ TỰ THIẾT KẾ

1. Xác định tải trọng tác dụng xuống móng
2. Đánh giá điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn của khu đất xây dựng
3. Chọn độ sâu chôn móng
4. Xác định kích thước sơ bộ của đế móng
5. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn thứ hai
6. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn thứ nhất (nếu cần)
7. Tính toán độ bền và cấu tạo móng
8. Trình bày thuyết minh và bản vẽ

3.2. ĐÁNH GIÁ ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH, ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

Người thiết kế nền và móng được cung cấp "Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình" của khu đất sẽ được kiến thiết công trình. Trong báo cáo này có nêu vị trí khu đất, các phương pháp thăm dò được dùng. Mặt bằng bố trí các hố thăm dò (khoan, xuyên tĩnh, xuyên động, SPT, cắt quay, nén ngang). Mô tả các lớp đất từ trên xuống dưới : tên gọi lớp đất, màu sắc, chiều dày lớp đất, bảng chỉ tiêu cơ học và vật lý của các lớp đất.

- Các trụ địa chất ở các hố thăm dò và kết quả xuyên tĩnh, xuyên động, SPT ... nếu có.

- Các mặt cắt địa chất.

Mực nước ngầm (nếu có) thì thể hiện trong các trụ địa chất, trong các mặt cắt địa chất. Trong thuyết minh của báo cáo khảo sát địa chất có nêu mực nước ngầm xuất hiện ở cao trình nào, thay đổi theo mùa ra sao, nước ngầm có mang tính chất ăn mòn vật liệu làm móng hay không . Kiến nghị về giải pháp nền móng, các vấn đề cần lưu ý khi thi công nền móng.

Căn cứ vào "Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình", người thiết kế tính toán các chỉ tiêu vật lý cần thiết (nếu trong bảng chỉ tiêu cơ lý chưa có) như hệ số rỗng e , độ sệt I_L để đánh giá trạng thái của đất.

Dựa theo loại đất, trạng thái các lớp đất, góc ma sát trong, lực dính đơn vị c , mô đun biến dạng E , sức cản mũi xuyên động, xuyên tĩnh, số SPT, căn cứ vào đặc điểm kết cấu và tải trọng công trình, công trình lân cận, khả năng thi công người ta chọn loại nền, móng chọn lớp đất chịu lực.

3.3. XÁC ĐỊNH TẢI TRỌNG TÁC DỤNG XUỐNG ĐỈNH MÓNG

Dựa theo tiêu chuẩn tải trọng và tác động TCVN 2737-1995, dựa theo đặc điểm kết cấu của công trình, người ta xác định tải trọng tác dụng xuống đỉnh móng theo sơ đồ tĩnh định hay siêu tĩnh.

Khi xác định tải trọng của nhà khung theo sơ đồ siêu tĩnh theo các phương pháp của cơ học kết cấu người ta coi chân cột được ngàm vào đỉnh móng ; do đó phải chọn cao trình đỉnh móng hợp lý để khỏi phải xác định lại tải trọng. Khi xác định tải trọng tác dụng xuống móng cần tìm các tổ hợp bất lợi nhất và cần xét hết các tải trọng tác dụng, cần tránh bỏ sót.

TCVN 2737 - 1995 quy định

Tổ hợp tải trọng cơ bản : gồm các tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời dài hạn và ngắn hạn.

Tổ hợp tải trọng đặc biệt : gồm các tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời dài hạn, tải trọng tạm thời ngắn hạn có thể xảy ra và một trong các tải trọng đặc biệt. Tải trọng đặc biệt là tải trọng xuất hiện trong các trường hợp đặc biệt như động đất, tai nạn, do đất sụt lún, tải trọng dùng để tính khả năng chống cháy của kết cấu.

Nếu tổ hợp cơ bản chỉ có một tải trọng ngắn hạn thì tải trọng đó được lấy giá trị toàn bộ. Nếu tổ hợp cơ bản có hai tải trọng ngắn hạn trở lên thì trị tính toán của tải trọng đó được lấy bằng cách nhân với hệ số tổ hợp bằng 0,9 còn trị tính toán của tải trọng thường xuyên luôn được lấy toàn bộ.

Trong tổ hợp đặc biệt, trị tính toán của tải trọng thường xuyên được lấy toàn bộ còn trị tính toán của các tải trọng ngắn hạn được lấy với hệ số tổ hợp bằng 0,8.

Hệ số tổ hợp dùng để xét đến sự tác dụng không đồng thời của các loại tải trọng tạm thời tác dụng ngắn.

3.4. CHỌN ĐỘ SÂU CHÔN MÓNG

Độ sâu chôn móng phụ thuộc điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn, đặc điểm kết cấu công trình thiết kế, trị số tải trọng tác dụng xuống móng ; đặc điểm tôn nền, độ sâu chôn móng công trình lân cận, vật liệu làm móng, đặc điểm

địa hình khu đất xây dựng. Cụ thể là đáy móng phải đặt lên lớp đất tốt ít nhất là 15cm để tránh vùng giáp ranh của lớp đất tốt với đất yếu lúc đó đất tốt bị yếu đi. Chiều cao thân móng tuyệt đối cứng (bằng đá, gạch, bê tông, bê tông đá học) lớn hơn móng bê tông cốt thép (khi các điều kiện khác như nhau) do đó độ sâu chôn móng cứng tuyệt đối lớn hơn móng bê tông cốt thép.

Đối với nhà khung dầm cột lắp ghép, để lắp ghép cột vào móng, thì phải bảo đảm các yêu cầu cấu tạo. Móng phải đặt ở độ sâu tránh được ảnh hưởng sự trương nở của loại đất có tính trương nở khi bị ướt nước.

Khi xây dựng các nhà, công trình mới có móng chôn sâu hơn móng của công trình lân cận thì phải bảo đảm điều kiện : góc α tạo bởi đường nằm ngang qua đáy hố móng mới sâu hơn và đoạn thẳng nối điểm mép đáy hố móng sâu hơn với mép gần nhất của đáy móng nông hơn phải bảo đảm điều kiện :

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \operatorname{tg} \varphi_1 + \frac{c_1}{p_1}$$

Trong đó : φ_1, c_1 - trị tính toán thứ nhất tuần tự của góc ma sát trong và lực dính đơn vị của đất.

p_1 - áp lực tính toán do đáy móng nông hơn tác dụng xuống nền.

Theo DTU của Pháp thì

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{3}$$

Độ sâu chôn móng phụ thuộc vào nhiều yếu tố nhưng cần bảo đảm cho móng đủ chiều cao chịu lực, để móng khỏi trôi lên trên bề mặt, để móng đặt lên lớp đất đủ khả năng chịu lực, tránh ảnh hưởng xấu quá mức đối với công trình lân cận.

3.5. XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC SỐ BỘ CỦA ĐẾ MÓNG

Diện tích đế móng đơn dưới cột, trụ xác định theo công thức :

$$F = \frac{N_0^{lc}}{R - \gamma_{tb} h} \quad (3.1)$$

Nếu móng chịu tải trung tâm thì nên làm đế vuông

Nếu móng chịu tải lệch tâm thì cần tăng diện tích lên để chịu mô men

$F^* = kF$ và cần làm đế móng chữ nhật với $\frac{l}{b} = k_n$. Từ đó :

$$b = \sqrt{\frac{F^*}{k_n}} = \sqrt{\frac{kF}{k_n}} \quad (3.2)$$

Đối với móng băng dưới dãy cột, dưới tường thì bề rộng đế móng

$$b = \frac{N_0^{lc}}{l(R - \gamma_{tb} h)} \quad (3.3)$$

Trường hợp móng băng dưới tường nhà, tường chắn, thuộc về bài toán phẳng do đó cắt ra một dải 1m theo chiều dọc tường để tính.

Trong công thức trên :

$$R = \frac{m_1 \cdot m_2}{k_{tc}} (Aby_{II} + Bhy'_{II} + Dc_{II} - h_0 \gamma'_{II})$$

m_1, m_2 - tra bảng 3.1.

$A, B, C = f(\varphi_{II})$ tra bảng 3.2.

Nếu nhà không tầng hầm thì trong (3.4) không có $\gamma'_{II} h$

Kiểm tra kích thước đế móng theo điều kiện áp lực.

Áp lực đế móng :

- Móng chịu tải trung tâm :

$$p^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} = \frac{N_o^{tc} + N_{dm}^{tc}}{F} = \frac{N_o^{tc}}{F} + \gamma_{tb} h \quad (3.5)$$

Kiểm tra điều kiện áp lực theo công thức :

$$p^{tc} \leq R \quad (3.6)$$

Móng chịu tải lệch tâm :

$$p_{\max}^{tc} = \frac{N_o^{tc}}{F} \left(1 \pm \frac{6e}{l} \right) + \gamma_{tb} h \quad (3.7)$$

Trong đó :

$$e = \frac{M^{tc}}{N_o^{tc}}$$

hoặc :

$$p_{\max}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} \left(1 \pm \frac{6e'}{l} \right) \quad (3.8)$$

Trong đó : $N^{tc} = N_o^{tc} + N_{dm}^{tc}$

$$e' = \frac{M^{tc}}{N^{tc}}$$

Kiểm tra điều kiện áp lực theo công thức :

$$\left. \begin{aligned} p_{\max}^{tc} &\leq 1,2R \\ p_{tb}^{tc} &\leq R \end{aligned} \right\} \quad (3.9)$$

Khi trong nền có lớp đất yếu hơn đất phía trên thì phải kiểm tra áp lực lên lớp đất yếu.

Kiểm tra điều kiện áp lực nhằm bảo đảm cho vùng biến dạng dẻo trong nền bê, do đó có thể coi nền là biến dạng tuyến tính và chỉ khi nền biến dạng tuyến tính thì mới xác định được ứng suất trong nền theo các công thức của lý thuyết đàn hồi và mới tính toán được biến dạng của đất nền theo các phương pháp hiện nay.

3.6. KIỂM TRA KÍCH THƯỚC ĐỂ MÓNG THEO ĐIỀU KIỆN BIẾN DẠNG CỦA NỀN

Biến dạng của nền là do tải trọng của móng truyền xuống, của các móng lân cận hoặc sự gia tải gần móng. Ngoài ra cũng có thể do sự chuyển vị ngang của đất ở vùng có độ dốc lớn, do sự xói ngầm.

Mục đích của việc kiểm tra theo điều kiện biến dạng là nhằm bảo đảm cho biến dạng không vượt quá các trị số giới hạn cho phép để có thể sử dụng công trình một cách bình thường, để nội lực bổ sung do sự lún không đều của nền gây ra trong kết cấu siêu tĩnh không quá lớn để kết cấu khỏi bị hư hỏng và để bảo đảm mỹ quan của công trình. Đối với nhà khung :

$$\left. \begin{array}{l} S_{ld} \leq S_{gh} \\ \Delta S \leq \Delta S_{gh} \end{array} \right\} \quad (3.10)$$

S_{ld} - độ lún tuyệt đối, lớn nhất của một móng tính bằng, cm.

ΔS - độ lún lệch tương đối.

Đối với nhà tường chịu lực :

$$\left. \begin{array}{l} S_{tb} \leq S_{tbgh} \\ \Delta S \leq \Delta S_{gh} \end{array} \right\} \quad (3.11)$$

Ở đây :

S_{tb} - độ lún trung bình của các móng trong công trình cm.

ΔS - độ võng xuống hoặc võng lên tương đối

- Đối với công trình cao cứng :

$$\left. \begin{array}{l} S_{tb} \leq S_{tbgh} \\ i \leq i_{gh} \end{array} \right\} \quad (3.12)$$

i - độ nghiêng

Trong các công thức (3.10) ÷ (3.12) các đại lượng bên trái xác định bằng tính toán còn về bên phải là các trị giới hạn cho phép tra theo bảng 3.5.

Theo kinh nghiệm sử dụng các công trình thì một số loại công trình được kiến thiết trên những loại đất nền tương đối tốt, nếu thoả mãn điều kiện áp lực thì điều kiện biến dạng cũng thoả mãn do vậy không cần kiểm tra. Điều này được quy định trong bảng 3-6 (Bảng 17 của TCXD45 - 78).

Độ lún tuyệt đối của nền được tính theo :

- Phương pháp cộng lún các lớp phân tố khi đất có chiều dày lớn có thể coi là nửa không gian, móng có bề rộng b hoặc đường kính D không quá 10m. Lúc đó giới hạn nên lấy đến độ sâu mà ứng suất gây lún bằng 20% ứng suất bản thân. (Khi dưới đó còn đất yếu thì lấy đến độ sâu $\sigma^{gl} = 0,1\sigma^{bt}$).

Độ lún tính theo :

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{E_i} \sigma_{zi}^{gl} h_i \quad (3.13)$$

$$\beta_i = 1 - \frac{2\mu_i^2}{1 - \mu_i} . \text{ Quy phạm quy định lấy } \beta_i = 0,8$$

μ_i - Hệ số nở hông của lớp đất thứ i có chiều dày h_i có mô đun biến dạng E_i .

σ_{zi}^{gl} - Ứng suất gây lún ở chính giữa lớp phân tố thứ i .

Ứng suất gây lún cần xác định cho phù hợp với loại móng. Khi móng đơn thì tính theo bài toán không gian, khi móng băng dưới tường thì xác định theo bài toán phẳng. Nếu có các móng ở gần, có sự gia tải lên đất gần móng thì phải xác định ứng suất gây lún của móng có kể đến ảnh hưởng của các tải trọng trên.

n - Số lượng lớp phân tố được chia ra trong phạm vi giới hạn nền.

Khi nền đất có chiều dày hữu hạn trên đá cứng thì xảy ra hiện tượng tập trung ứng suất. Độ lún tính theo :

$$S = \sigma_{z=0}^{gl} \cdot bM \cdot \sum_{i=1}^n \frac{K_i - K_{i-1}}{E_i} \quad (3.14)$$

$\sigma_{z=0}^{gl}$ - ứng suất gây lún trung bình tại đáy móng.

M - hệ số kể đến hiện tượng tập trung ứng suất, phụ thuộc tỷ số $\frac{2H}{b}$ hoặc $\frac{H}{r}$,

(r - bán kính đáy móng tròn), tra bảng 3.11.

E_i - mô đun biến dạng lớp đất thứ i

K_i, K_{i-1} - hệ số phụ thuộc hình dáng đáy móng, tỷ số các cạnh $n = \frac{l}{b}$ và

$$m = \frac{2z}{b} \text{ hoặc } \frac{z}{r} \text{ tra bảng 3.12.}$$

Kết quả đo độ lún của nhiều công trình cho thấy khi móng có kích thước lớn (bề rộng hoặc đường kính lớn hơn 10m), nên là đất có chiều dày rất lớn có thể coi là nửa không gian và đất tương đối tốt thì lúc đó tính lún theo (3.14) cho kết quả phù hợp hơn. Trường hợp này chiều dày của lớp biến dạng tuyến tính xác định theo :

$$H = H_0 + tb \quad (3.15)$$

$H_{o,t}$ đối với đất loại sét lấy lần lượt bằng 9m và 0,15 đối với nền đất cát : 6m và 0,10. Nếu nền gồm cả cát và sét thì H lấy trị trung bình.

Độ lún trung bình :

$$S_{lb} = \frac{S_1F_1 + S_2F_2 + \dots + S_nF_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (3.16).$$

S_i - độ lún móng thứ i có diện tích đáy F_i

n - số lượng móng trong công trình.

Độ lún lệch tương đối giữa các móng :

$$\Delta S = \frac{S_{max} - S_{min}}{L} \quad (3.17)$$

L - khoảng cách giữa hai móng có độ lún S_{max} , S_{min} trong công trình.

Độ võng xuống tương đối của móng tường :

$$\Delta S = \frac{2S_2 - S_1 - S_3}{2L} \quad (3.18)$$

S_1, S_3 - độ lún của hai điểm ở đầu và cuối tường.

S_2 - độ lún của điểm chính giữa.

L - khoảng cách giữa điểm 1 và 3.

Độ võng lên tương đối :

$$\Delta S = \frac{S'_1 + S'_3 - 2S'_2}{2L} \quad (3.19)$$

S'_2 - độ lún của điểm chính giữa

S'_1 , S'_3 - độ lún của điểm đầu và điểm cuối tường.

Độ nghiêng :

$$i = \frac{S_1 - S_2}{l} \quad (3.20)$$

Ở đây S_1 , S_2 - độ lún của hai điểm ở mép móng

l - khoảng cách giữa hai điểm đó.

Nếu kiểm tra điều kiện biến dạng không thoả mãn thì tăng diện tích đế móng hoặc tăng độ sâu chôn móng, tăng độ sâu chôn móng sẽ giảm độ lún được nhiều còn tăng diện tích đáy móng giảm độ lún được ít. Nếu các biện pháp trên vẫn không bảo đảm thì phải dùng các loại nền móng khác.

Bảng 3-1

Loại đất	Hệ số m_1	Hệ số m^2 đối với nhà và công trình có sơ đồ kết cấu cứng với tỷ số giữa chiều dài của nhà (công trình) hoặc tầng đơn nguyên với chiều cao L/H bằng	
		≥ 4	$\leq 1,5$
Dất hòn lớn có chất nhét là cát và đất cát không kể đất phần và bụi	1,4	1,2	1,4
<i>Cát mịn :</i>			
- Khô và ít ẩm	1,3	1,1	1,3
- No nước	1,2	1,1	1,3
<i>Cát bụi :</i>			
- Khô và ít ẩm	1,2	1,0	1,2
- No nước	1,1	1,0	1,2
Dất hòn lớn có chất nhét là sét và đất sét có chỉ số chảy $I_L \leq 0,5$	1,2	1,0	1,1
Như trên, khi $I_L > 0,5$	1,1	1,0	1,0

Ghi chú :

- Sơ đồ kết cấu cứng là những nhà và công trình mà kết cấu của nó có khả năng đặc biệt để chịu nội lực thêm gây ra bởi biến dạng của nền, muốn thế phải dùng các biện pháp nêu ở điều 3.75 của tiêu chuẩn này.
- Đối với nhà có sơ đồ kết cấu mềm thì hệ số m_2 lấy bằng 1.
- Khi tỷ số chiều dài trên chiều cao của nhà, công trình nằm giữa các trị số trên thì hệ số m_2 xác định bằng nội suy.

Bảng 3-2

Trị tính toán của góc ma sát trong φ_{11} (độ)	Các hệ số			Trị tính toán của góc ma sát trong φ_{11} (độ)	Các hệ số		
	A	B	D		A	B	D
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	1	3,14	24,5 25 25,5 26	0,75 0,78 0,81 0,84	4 4,11 4,24 4,37	6,56 6,67 6,78 6,90
2	0,03	1,12	3,32				
3	0,04	1,19	3,41				
3,5	0,05	1,22	3,46				
4	0,06	1,25	3,51				
4,5	0,07	1,28	3,56	26,5	0,87	4,51	7,02
5	0,08	1,31	3,61	27	0,9	4,65	7,11
5,5	0,09	1,35	3,66	27,5	0,94	4,79	7,27
6	0,10	1,39	3,71	28	0,98	1,93	7,40

1	2	3	4	5	6	7	8
6,5	0,11	1,43	3,76	28,5	1,02	5,08	7,53
7	0,12	1,47	3,81	29	1,06	5,24	7,67
7,5	0,13	1,51	3,87	29,5	1,1	5,41	7,81
8	0,14	1,55	3,93	30	1,15	5,59	7,95
8,5	0,15	1,59	3,99	30,5	1,2	5,78	8,16
9	0,16	1,63	4,05	31	1,21	5,97	8,25
9,5	0,17	1,68	4,11	31,5	1,29	6,16	8,40
10	0,18	1,73	4,17	32	1,34	6,35	8,55
10,5	0,19	1,78	4,23	32,5	1,39	6,56	8,71
11	0,20	1,83	4,29	33	1,44	6,78	8,87
11,5	0,21	1,88	4,35	33,5	1,49	6,99	9,01
12	0,23	1,91	4,42	34	1,55	7,21	9,21
12,5	0,24	1,99	4,49	34,5	1,61	7,44	9,4
13	0,25	2,05	4,56	35	1,67	7,69	9,59
13,5	0,27	2,11	4,62	35,5	1,71	7,96	9,78
14	0,29	2,17	4,69	36	1,81	8,25	9,98
14,5	0,3	2,23	4,77	36,5	1,88	8,51	10,18
15	0,32	2,29	4,85	37	1,95	8,81	10,38
15,5	0,34	2,36	4,92	37,5	2,03	9,11	10,59
16	0,36	2,43	5	38	2,11	9,41	10,8
16,5	0,37	2,5	5,08	38,5	2,19	9,76	11,03
17	0,39	2,57	5,15	39	2,28	10,1	11,26
17,5	0,41	2,61	5,23	39,5	2,37	10,16	11,5
18	0,43	2,72	5,31	40	2,46	10,81	11,71
18,5	0,45	2,8	5,39	40,5	2,56	11,23	11,99
19	0,47	2,88	5,48	41	2,66	11,63	12,25
19,5	0,49	2,97	5,57	41,5	2,77	12,06	12,51
20	0,51	3,06	5,66	42	2,87	12,5	12,77
20,5	0,53	3,15	5,75	42,5	3	13	13,05
21	0,55	3,21	5,81	43	3,12	13,5	13,31
21,5	0,58	3,34	5,91	43,5	3,21	14	13,61
22	0,61	3,44	6,01	44	3,37	14,5	13,96
22,5	0,63	3,54	6,11				
23	0,66	3,65	6,21	45	3,65	15,61	14,64
23,5	0,69	3,76	6,31				
24	0,72	3,87	6,45				

Bảng 3-3

ÁP LỰC TÍNH TOÁN QUY ƯỚC R_0 TRÊN ĐẤT HÒN LỚN VÀ ĐẤT CÁT

Loại đất	R_0 (kpa)	
	Chặt	Chặt vừa
Đất hòn lớn	600	
- Cuội (dăm) lẫn cát		
- Sỏi (sạn) từ những mảnh vụn :		
Đá kết tinh		
Đá trầm tích	500	
	300	
Đất cát		
	Chặt	Chặt vừa
- Cát thô không phụ thuộc độ ẩm	600	500
- Cát thô vừa không phụ thuộc độ ẩm	500	400
- Cát mịn :		
ít ẩm	400	300
ẩm và no nước	300	200
- Cát bụi :		
ít ẩm	300	250
ẩm	200	150
no nước	150	100

Bảng 3-4

ÁP LỰC TÍNH TOÁN R_0 TRÊN ĐẤT SÉT (KHÔNG LÚN ƯỚT)

Loại đất sét	Hệ số rỗng e	R_0 (kpa) ứng với chỉ số chảy của đất	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
Á cát	0,5	300	300
	0,7	250	200
Á sét	0,5	300	250
	0,7	250	180
Sét	1,0	200	100
	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,10	250	100

Ghi chú :

Đối với đất loại sét có giá trị trung gian e và I_L cho phép xác định R bằng cách nội suy lúc đầu theo e đối với các trị $I_L = 0$ và $I_L = 1$ sau đó theo I_L giữa các trị R_0 đã tìm được đối với $I_L = 0$ và $I_L = 1$.

Trong các bảng 3.3 và 3.4 trị R_0 ứng với móng có bề rộng $b_1 = 1m$ và độ sâu chôn móng $h_1 = 2m$.

$$\text{Khi } h \leq 2m : R = R_0 \left[1 + k_1 \frac{b - b_1}{b_1} \right] \frac{h + h_1}{2h_1}$$

$$\text{Khi } h > 2m \quad R = R_0 \left[1 + k_1 \frac{b - b_1}{b_1} \right] + K_2 \gamma_{II}(h - h_1)$$

Trong đó :

b và h : chiều rộng và chiều sâu dặt móng thực tế.

γ_{II} - trị tính toán của trọng lượng thể tích của đất nằm phía trên đáy móng, KN/m^3 .

k_1 - hệ số tính đến ảnh hưởng của chiều rộng móng, lấy $k_1 = 0,125$ đối với nền đất hòn lớn và đất cát, trừ cát bụi ; $k_1 = 0,05$ đối với nền cát bụi và đất sét ;

k_2 - hệ số tính đến ảnh hưởng của độ sâu chôn móng, đối với nền đất hòn lớn và đất cát lấy $k_2 = 0,25$; đối với nền á cát và á sét lấy $k_2 = 0,2$, đối với nền sét $k_2 = 0,15$.

Bảng 3-5

(BẢNG 16 TCXD 45-78)

Tên và đặc điểm kết cấu của công trình	Trị số biến dạng giới hạn của nền			
	Biến dạng tương đối		Độ lún tuyệt đối lớn nhất và trung bình (cm)	
	Dạng	Độ lớn	Dạng	Độ lớn
1	2	3	4	5
1. Nhà sản xuất và nhà dân dụng một và nhiều tầng bằng khung hoàn toàn				
1.1. Khung bê tông cốt thép không có tường chèn	Độ lún lệch tương đối	0,002	Độ lún tuyệt đối lớn nhất Sgh	8
1.2. Khung thép không có tường chèn	-	0,004	-	12
1.3. Khung bê tông cốt thép có tường chèn	-	0,001	-	8
1.4. Khung thép có tường chèn	-	0,002	-	12
2. Nhà và công trình không xuất hiện nội lực thêm do lún không đều.	-	0,006	-	15
3. Nhà nhiều tầng không khung, tường chịu lực bằng				
3.1. Tấm lớn.	vồng hoặc vồng tương đối	0,0007	Độ lún trung bình Sghtb	10
3.2. Khối lớn và thể xây bằng gạch có cốt hoặc có giằng bê tông cốt thép	-	0,0012	-	15
3.3. Không phụ thuộc vật liệu của tường.	Độ nghiêng theo hướng ngang igh	0,005	-	-
4. Công trình cao cứng				
4.1. Công trình máy nâng bằng kết cấu bê tông cốt thép				
a. Nhà làm việc và thân xilô kết cấu toàn khối đặt trên cùng một bản móng	Độ nghiêng ngang và dọc igh	0,003	Độ lún trung bình Sghtb	40
b. Như trên, kết cấu lắp ghép	-	0,003	-	30
c. Nhà làm việc đặt riêng rẽ	Độ nghiêng ngang igh	0,003	-	25
	Độ nghiêng dọc igh	0,004	-	25
d. Thân xilô đặt riêng rẽ, kết cấu toàn khối	Độ nghiêng ngang và dọc igh	0,004	Độ lún trung bình Sghtb	40
e. Như trên, kết cấu lắp ghép	-	0,004	-	30
4.2. Ống khói có chiều cao H (mét)				
$H \leq 100m$	nghiêng igh	0,005	Độ lún trung bình Sghtb	40
$100 < H \leq 200m$	-	$\frac{1}{2H}$	-	30
$200 < H \leq 300m$	-	$\frac{1}{2H}$	-	20
$H > 300m$	-	$\frac{1}{2H}$	-	10
4.3. Công trình khác, cao đến 100m và cứng	nghiêng igh	0,004	Độ lún trung bình Sghtb	20

(BẢNG 17.TCXD 45-78)

Loại nhà	Các phương án điều kiện địa chất không cần tính lún đối với nhà nêu ở cột 1.
1	2
<p>A. Nhà sản xuất của các xí nghiệp công nghiệp</p> <p>1. Nhà 1 tầng có kết cấu ít nhạy với sự lún không đều (ví dụ khung thép hoặc bê tông cốt thép trên móng đơn với gối tựa khớp của giàn và thanh giằng v.v...) và gồm cả cấu trúc có sức nâng 500 KN.</p> <p>2. Nhà nhiều tầng (đến 6 tầng) có lưới cột không quá 6 × 9m.</p> <p>B. Nhà ở và nhà công cộng :</p> <p>Nhà có dạng chữ nhật trong mặt bằng không có bước nhảy theo chiều cao, khung hoàn toàn hoặc không khung có tường chịu lực bằng gạch, bằng khối lớn hoặc tấm lớn.</p> <p>a. Dài gồm nhiều đơn nguyên cao đến 9 tầng</p> <p>b. Nhà kiểu tháp khung toàn khối cao đến 14 tầng</p> <p>C. Nhà và công trình sản xuất nông nghiệp một và nhiều tầng không phụ thuộc vào sơ đồ kết cấu và hình dạng trên mặt bằng</p>	<p>1. Đất hòn lớn có hàm lượng cát ít hơn 40% và sét ít hơn 30%</p> <p>2. Cát có độ thô bất kỳ trừ cát bụi, chặt và chặt vừa.</p> <p>3. Cát có độ thô bất kỳ nhưng chặt</p> <p>4. Cát có độ thô bất kỳ nhưng chặt vừa</p> <p>5. Á cát, á sét và sét có chỉ số sét $I_L < 0,5$ và hệ số rỗng e trong khoảng $0,4 \div 0,9$.</p> <p>6. Như điểm 5 trên nhưng hệ số rỗng $e = 0,5 \div 1,0$.</p> <p>7. Đất cát có $e < 0,7$ kết hợp với đất sét nguồn gốc biển có $e < 0,7$ và $I_L < 0,5$ không phụ thuộc vào thứ tự thế nằm của đất.</p>
<p>Ghi chú :</p> <p>1. Bảng này cho phép sử dụng khi :</p> <p>a) Đất gồm nhiều lớp nằm ngang trong nền nhà và công trình (độ nghiêng không quá 0,1) thuộc những loại đất liệt kê ở bảng này).</p> <p>b) Nếu bề rộng các móng băng riêng biệt nằm dưới các kết cấu chịu lực hoặc diện tích của các móng trụ không chênh lệch nhau quá hai lần.</p> <p>c) Đối với nhà và công trình có chức năng khác với chức năng nêu ở bảng nhưng giống nhau về kết cấu, tải trọng và đất có tính nén lún không vượt quá tính nén lún của đất nêu ở bảng.</p> <p>2. Bảng này không áp dụng cho các nhà sản xuất có tải trọng trên sàn lớn hơn 20 KN/m^2.</p>	

Xác định ứng suất trong đất do ngoại tải gây ra :

Tải trọng phân bố đều trên diện chữ nhật : ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng qua trọng tâm diện tích đáy móng 0 :

$$\sigma_z^I = K_{oi} \cdot p$$

p- áp lực gây lún tại đế móng.

K_{oi} - hệ số phụ thuộc $\frac{l}{b}$ và $\frac{2z}{b}$ tra bảng 3.7

l, b - cạnh dài, cạnh ngắn diện tích đáy móng.

Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng đi qua các điểm góc A, B, C, D :

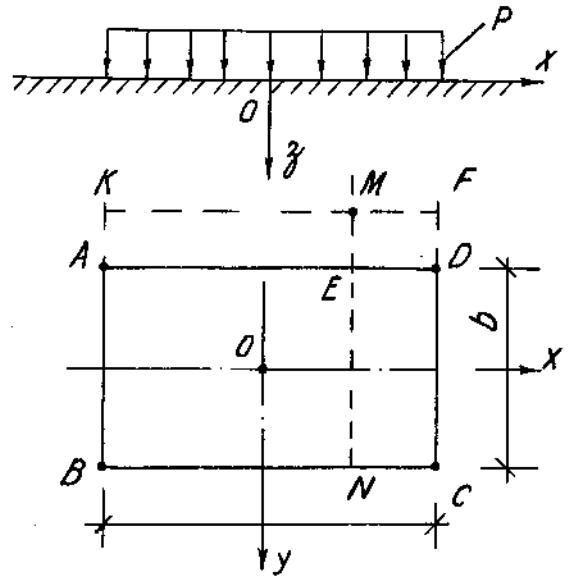
$$\sigma_{zg}^{gi} = K_g p$$

K_g - hệ số phụ thuộc $\frac{l}{b}$ và $\frac{z}{b}$, tra bảng

3.8. Ứng suất gây lún tại các điểm bất kỳ trong nền chịu tải phân bố đều trên diện chữ nhật xác định theo phương pháp điểm góc. Muốn vậy phải vẽ thêm để biến điểm xét thành điểm góc. Chẳng hạn khi điểm M nằm ngoài diện gia tải thì :

$$\sigma_z = p (K_{gMKBN} - K_{gMKAE} + K_{gMNCF} - K_{gMEDF})$$

$$K_{gMKAE} = f\left(\frac{l_i}{b_i}, \frac{z}{b_i}\right) = f\left(\frac{MK}{ME}, \frac{z}{ME}\right)$$



Hình 3-1 : Tải trọng phân bố đều trên diện chữ nhật

Bảng 3-7

m = 2z/b hoặc m = z/r	Hệ số k_0 đối với các móng												
	Hình tròn	Chữ nhật với tỷ số các cạnh											
		1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	4	5	≥ 10 (móng băng)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,968	0,972	0,974	0,975	0,976	0,976	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,800	0,830	0,848	0,859	0,866	0,870	0,875	0,878	0,879	0,880	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,652	0,682	0,703	0,717	0,727	0,740	0,746	0,749	0,753	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,496	0,532	0,558	0,578	0,593	0,612	0,623	0,630	0,636	0,639	0,642
2,0	0,285	0,336	0,379	0,414	0,441	0,463	0,481	0,505	0,520	0,529	0,540	0,545	0,550
2,4	0,214	0,257	0,294	0,325	0,352	0,374	0,392	0,419	0,437	0,449	0,462	0,470	0,477
2,8	0,165	0,201	0,232	0,260	0,284	0,304	0,321	0,350	0,369	0,383	0,400	0,410	0,420
3,2	0,130	0,160	0,187	0,210	0,232	0,251	0,267	0,294	0,314	0,329	0,348	0,360	0,374
3,6	0,106	0,130	0,153	0,173	0,192	0,209	0,224	0,250	0,270	0,283	0,305	0,320	0,337
4,0	0,087	0,108	0,127	0,145	0,161	0,176	0,190	0,214	0,233	0,248	0,270	0,285	0,306
4,4	0,073	0,091	0,107	0,122	0,137	0,150	0,163	0,185	0,203	0,218	0,239	0,256	0,280
4,8	0,067	0,077	0,092	0,105	0,118	0,130	0,141	0,161	0,178	0,192	0,213	0,230	0,258
5,2	0,053	0,066	0,079	0,091	0,102	0,112	0,123	0,141	0,157	0,170	0,191	0,208	0,239
5,6	0,046	0,058	0,069	0,079	0,089	0,099	0,108	0,124	0,139	0,152	0,172	0,189	0,223
6,0	0,040	0,051	0,060	0,070	0,078	0,087	0,095	0,110	0,124	0,136	0,155	0,172	0,208
6,4	0,036	0,045	0,053	0,062	0,070	0,077	0,085	0,098	0,111	0,122	0,141	0,158	0,196
6,8	0,032	0,040	0,048	0,055	0,062	0,069	0,076	0,088	0,100	0,110	0,128	0,144	0,184
7,2	0,028	0,036	0,042	0,049	0,056	0,062	0,068	0,080	0,090	0,100	0,117	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,038	0,044	0,050	0,056	0,062	0,072	0,082	0,091	0,107	0,123	0,166
8,0	0,022	0,029	0,035	0,040	0,046	0,051	0,056	0,066	0,075	0,084	0,098	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,032	0,037	0,042	0,046	0,051	0,060	0,069	0,077	0,091	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,029	0,034	0,038	0,042	0,047	0,055	0,063	0,070	0,084	0,098	0,144
9,2	0,018	0,022	0,026	0,031	0,035	0,039	0,043	0,051	0,058	0,065	0,078	0,091	0,137
9,6	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,047	0,054	0,060	0,072	0,085	0,132
10,0	0,015	0,019	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,044	0,050	0,056	0,067	0,079	0,126
11,0	0,011	0,017	0,020	0,023	0,027	0,029	0,033	0,040	0,044	0,050	0,060	0,071	0,114
12	0,009	0,015	0,018	0,020	0,024	0,026	0,028	0,034	0,038	0,044	0,051	0,060	0,104

Ghi chú : Đối với những trị trung gian của m và n, đại lượng k_0 được xác định bằng nội suy.

Bảng 3-8

Hệ số kg

z/b	Hệ số kg													
	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	5	6	10
0	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,25000
0,2	0,2486	0,2489	0,2490	0,2491	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492	0,2492
0,4	0,2401	0,2420	0,2429	0,2434	0,2437	0,2439	0,2441	0,2442	0,2443	0,2443	0,2443	0,2443	0,2443	0,2443
0,6	0,2229	0,2275	0,2300	0,2315	0,2324	0,2329	0,2335	0,2338	0,2340	0,2341	0,2341	0,2342	0,2342	0,2342
0,8	0,1999	0,2075	0,2120	0,2147	0,2165	0,2176	0,2188	0,2194	0,2198	0,2199	0,2200	0,2202	0,2202	0,2202
1,0	0,1752	0,1851	0,1911	0,1955	0,1981	0,1999	0,2020	0,2031	0,2037	0,2040	0,2042	0,2044	0,2045	0,2046
1,2	0,1516	0,1626	0,1705	0,1758	0,1793	0,1818	0,1849	0,1865	0,1873	0,1878	0,1882	0,1885	0,1887	0,1888
1,4	0,1308	0,1423	0,1508	0,1569	0,1613	0,1644	0,1685	0,1705	0,1718	0,1725	0,1730	0,1735	0,1738	0,1740
1,6	0,1123	0,1241	0,1329	0,1396	0,1445	0,1482	0,1530	0,1557	0,1574	0,1584	0,1590	0,1598	0,1601	0,1604
1,8	0,0969	0,1083	0,1172	0,1241	0,1294	0,1334	0,1389	0,1423	0,1443	0,1455	0,1463	0,1474	0,1478	0,1482
2,0	0,0840	0,0947	0,1034	0,1103	0,1158	0,1202	0,1263	0,1300	0,1324	0,1339	0,1350	0,1363	0,1368	0,1374
2,2	0,0732	0,0832	0,0917	0,0984	0,1039	0,1084	0,1149	0,1191	0,1218	0,1235	0,1248	0,1264	0,1271	0,1277
2,4	0,0642	0,0734	0,0813	0,0879	0,0934	0,0979	0,1047	0,1092	0,1122	0,1142	0,1156	0,1175	0,1184	0,1192
2,6	0,0566	0,0651	0,0725	0,0788	0,0842	0,0887	0,0955	0,1003	0,1035	0,1058	0,1073	0,1095	0,1106	0,1116
2,8	0,0502	0,0580	0,0649	0,0709	0,0761	0,0805	0,0875	0,0923	0,0957	0,0982	0,0999	0,1024	0,1036	0,1048
3,0	0,0447	0,0519	0,0583	0,0640	0,0690	0,0732	0,0801	0,0851	0,0887	0,0913	0,0931	0,0959	0,0973	0,0987
3,2	0,0401	0,0467	0,0526	0,0580	0,0627	0,0668	0,0735	0,0786	0,0823	0,0850	0,0870	0,0900	0,0916	0,0933
3,4	0,0361	0,0421	0,0477	0,0527	0,0571	0,0611	0,0677	0,0727	0,0765	0,0793	0,0814	0,0847	0,0864	0,0882
3,6	0,0326	0,0382	0,0433	0,0480	0,0523	0,0561	0,0624	0,0674	0,0712	0,0741	0,0763	0,0799	0,0816	0,0837
3,8	0,0296	0,0348	0,0395	0,0439	0,0479	0,0516	0,0577	0,0626	0,0664	0,0694	0,0717	0,0753	0,0773	0,0796
4,0	0,0270	0,0318	0,0362	0,0403	0,0441	0,0474	0,0535	0,0588	0,0620	0,0650	0,0674	0,0712	0,0733	0,0758
4,2	0,0247	0,0291	0,0333	0,0371	0,0407	0,0439	0,0496	0,0543	0,0581	0,0610	0,0634	0,0674	0,0696	0,0724
4,4	0,0227	0,0268	0,0306	0,0343	0,0376	0,0407	0,0462	0,0507	0,0544	0,0574	0,0597	0,0639	0,0662	0,0692
4,6	0,0209	0,0247	0,0283	0,0317	0,0348	0,0378	0,0430	0,0474	0,0510	0,0540	0,0564	0,0606	0,0630	0,0663
4,8	0,0193	0,0229	0,0262	0,0294	0,0324	0,0352	0,0402	0,0444	0,0480	0,0509	0,0533	0,0576	0,0601	0,0635
5,0	0,0179	0,0212	0,0248	0,0274	0,0302	0,0328	0,0376	0,0417	0,0451	0,0480	0,0504	0,0547	0,0573	0,0610
6,0	0,0127	0,0151	0,0174	0,0196	0,0218	0,0238	0,0276	0,0310	0,0340	0,0366	0,0388	0,0431	0,0460	0,0506
7,0	0,0094	0,0112	0,0130	0,0147	0,0164	0,0180	0,0210	0,0238	0,0263	0,0286	0,0306	0,0346	0,0376	0,0428
8,0	0,0073	0,0087	0,0101	0,0114	0,0127	0,0140	0,0165	0,0187	0,0209	0,0228	0,0246	0,0283	0,0311	0,0367
9,0	0,0058	0,0069	0,0080	0,0091	0,0102	0,0112	0,0132	0,0152	0,0161	0,0186	0,0202	0,0235	0,0262	0,0319
10,0	0,0047	0,0056	0,0065	0,0074	0,0083	0,0092	0,0109	0,0125	0,0140	0,0154	0,0167	0,0198	0,0222	0,0280

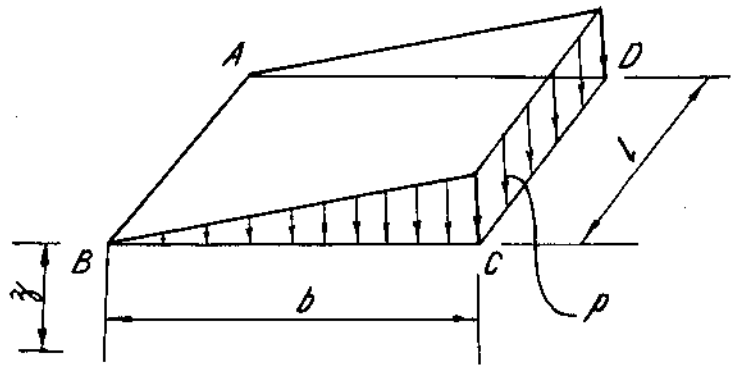
Tải trọng phân bố theo luật tam giác trên diện tích chữ nhật :

Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng đi qua các điểm góc A,B có tải trọng bằng 0:

$$\sigma_z = K'T \cdot p$$

Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng đi qua các điểm góc C,D có tải trọng bằng p:

$$\sigma_z = K_T \cdot p$$



Hình 3-2 : Tải trọng phân bố theo luật tam giác trên diện tích chữ nhật

Trong đó K_T tra bảng 3.9 $K'T$ tra bảng 3.10 đều phụ thuộc $\frac{l}{b}$ và $\frac{z}{b}$. Ở đây b là cạnh mà theo đó tải trọng thay đổi.

Đối với ứng suất gây lún tại các điểm khác ta có thể dùng phương pháp điểm góc để xác định bằng cách sử dụng K_g , K_T , $K'T$.

Bảng 3-9

BẢNG GIÁ TRỊ HỆ SỐ K_T

l/b \ z/b	0,00	0,25	0,50	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0
0,15	0,250	0,136	0,101	0,025	0,012	0,008	0,005	0,001
0,30	0,250	0,186	0,116	0,051	0,026	0,017	0,010	0,004
0,60	0,250	0,206	0,160	0,085	0,050	0,031	0,016	0,007
1,00	0,250	0,209	0,170	0,108	0,069	0,045	0,024	0,009
1,50	0,250	0,210	0,173	0,113	0,080	0,056	0,033	0,014
2,00	0,250	0,211	0,175	0,117	0,087	0,064	0,041	0,019
3,00	0,250	0,211	0,175	0,119	0,090	0,071	0,047	0,025
6,00	0,250	0,211	0,176	0,120	0,092	0,075	0,051	0,029
10,00	0,250	0,212	0,177	0,121	0,093	0,076	0,052	0,032
20,00	0,250	0,212	0,177	0,121	0,093	0,076	0,052	0,033

Bảng 3-10

BẢNG GIÁ TRỊ HỆ SỐ $K'T$

z/b \ l/b	0,00	0,25	0,50	1,00	1,50	2,00	3,00	5,00
0,15	0,000	0,020	0,021	0,015	0,010	0,007	0,004	0,001
0,30	0,000	0,031	0,037	0,028	0,020	0,013	0,007	0,003
0,60	0,000	0,035	0,053	0,051	0,039	0,029	0,015	0,006
1,00	0,000	0,036	0,060	0,068	0,053	0,039	0,022	0,009
1,50	0,000	0,037	0,061	0,075	0,063	0,049	0,029	0,012
2,00	0,000	0,037	0,062	0,078	0,068	0,055	0,035	0,017
3,00	0,000	0,037	0,063	0,078	0,071	0,059	0,041	0,022
6,00	0,000	0,037	0,063	0,079	0,071	0,062	0,046	0,026
10,00	0,000	0,038	0,064	0,080	0,072	0,063	0,047	0,028
20,00	0,000	0,038	0,064	0,080	0,072	0,063	0,048	0,030

Bảng 3-11

HỆ SỐ M

$\frac{2H}{b} = m$	$0 < m \leq 0,5$	$0,5 < m \leq 1,0$	$1,0 < m \leq 2,0$	$2,0 < m \leq 3,0$	$3,0 < m \leq 5$
M	1	0,95	0,90	0,80	0,75

Bảng 3-12

HỆ SỐ K ĐỂ TÍNH LÚN KHI NỀN LÀ LỚP ĐẤT CÓ CHIỀU DÀY HỮU HẠN TRÊN ĐÁ CỨNG.

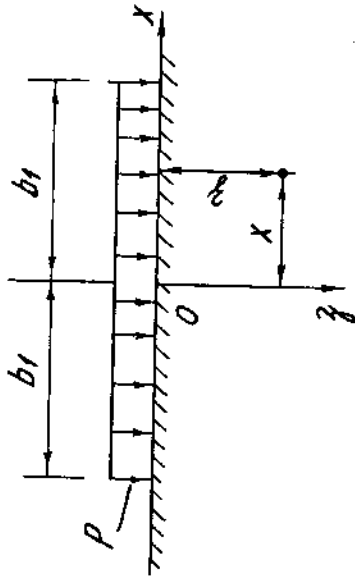
$m = \frac{2z}{b}$	Móng tròn	Móng chữ nhật với tỷ số giữa các cạnh l/b					
		1	1,5	2	3	5	∞
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,045	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,052
0,4	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,104
0,6	0,135	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,156
0,8	0,179	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,208
1,0	0,233	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,260
1,2	0,266	0,299	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311
1,4	0,308	0,342	0,349	0,349	0,349	0,349	0,362
1,6	0,348	0,381	0,395	0,397	0,397	0,397	0,412
1,8	0,382	0,415	0,437	0,442	0,442	0,442	0,462
2,0	0,411	0,446	0,476	0,484	0,484	0,484	0,511
2,2	0,437	0,474	0,511	0,524	0,525	0,525	0,560
2,4	0,461	0,499	0,543	0,561	0,566	0,566	0,605
2,6	0,482	0,522	0,573	0,595	0,604	0,604	0,648
2,8	0,501	0,542	0,601	0,626	0,640	0,640	0,687
3,0	0,517	0,560	0,625	0,655	0,674	0,674	0,726
3,2	0,532	0,577	0,647	0,682	0,706	0,708	0,763
3,4	0,546	0,592	0,668	0,707	0,736	0,741	0,798
3,6	0,558	0,606	0,688	0,730	0,764	0,772	0,831
3,8	0,569	0,618	0,708	0,752	0,791	0,808	0,862
4,0	0,579	0,630	0,722	0,773	0,816	0,830	0,892
4,2	0,588	0,641	0,737	0,791	0,839	0,853	0,921
4,4	0,596	0,651	0,751	0,809	0,861	0,889	0,949
4,6	0,604	0,660	0,764	0,824	0,888	0,908	0,976
4,8	0,611	0,668	0,776	0,841	0,902	0,932	1,001
5,0	0,618	0,676	0,787	0,855	0,921	0,955	1,026
5,2	0,624	0,683	0,798	0,868	0,939	0,977	1,050
5,4	0,630	0,690	0,808	0,881	0,955	0,998	1,073
5,6	0,635	0,697	0,818	0,893	0,971	1,018	1,095
5,8	0,640	0,703	0,827	0,904	0,989	1,038	1,117
6,0	0,645	0,709	0,836	0,913	1,000	1,057	1,138

Trường hợp băng tải trọng phân bố đều cường độ p :

Ứng suất gây lún σ_z tại điểm có tọa độ x, y, z :

$$\sigma_z = K_z \cdot p$$

K_z - Hệ số phụ thuộc $\frac{x}{b_1}$ và $\frac{z}{b_1}$ tra bảng 3.13



Hình 3-3 : Băng tải trọng phân bố đều

Bảng 3.13

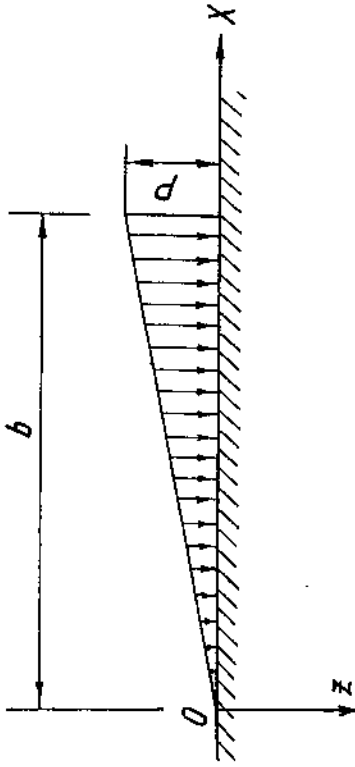
HỆ SỐ $K_z = \frac{\sigma_z}{p}$ CHO TRƯỜNG HỢP BĂNG TẢI TRỌNG PHÂN BỐ ĐỀU

$\frac{x}{b_1}$ \ / \ $\frac{z}{b_1}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,998	0,996	0,996	0,996	0,989	0,961	0,499	0,010	0,005	0,000	0,000	0,000
0,3	0,993	0,998	0,987	0,985	0,966	0,910	0,498	0,030	0,005	0,001	0,000	0,000
0,5	0,960	0,960	0,954	0,942	0,907	0,808	0,496	0,090	0,019	0,002	0,001	0,000
0,7	0,906	0,905	0,900	0,887	0,830	0,732	0,489	0,148	0,042	0,005	0,004	0,001
1,0	0,822	0,820	0,815	0,807	0,728	0,651	0,479	0,218	0,084	0,017	0,005	0,003
1,5	0,670	0,666	0,661	0,647	0,607	0,552	0,449	0,262	0,145	0,050	0,015	0,007
2,0	0,540	0,540	0,543	0,535	0,511	0,475	0,409	0,288	0,185	0,071	0,029	0,013
3,0	0,397	0,395	0,395	0,389	0,379	0,354	0,334	0,273	0,211	0,114	0,059	0,032
4,0	0,306	0,305	0,304	0,303	0,292	0,291	0,275	0,243	0,205	0,134	0,083	0,051
5,0	0,242	0,242	0,242	0,241	0,239	0,237	0,231	0,215	0,188	0,140	0,094	0,065

Ứng suất gây lún trong nền do băng tải trọng tam giác (Hình 3-4).

$$\sigma_z = K'_z p$$

K'_z - Hệ số phụ thuộc $\frac{x}{b}$ và $\frac{z}{b}$ tra bảng 3.14



Hình 3-4 : Băng tải trọng phân bố theo luật tam giác

Bảng 3-14

TRỊ SỐ $K'_z = \frac{\sigma_z}{p}$ CHO TRƯỜNG HỢP BĂNG TẢI TRỌNG PHÂN BỐ THEO LUẬT TAM GIÁC

$\frac{x}{b}$ / $\frac{z}{b}$	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
0,00	0	0	0	0	0,25	0,50	0,75	0,50	0	0	0
0,25	-	-	0,001	0,075	0,256	0,480	0,643	0,424	0,015	0,003	-
0,50	0,002	0,003	0,023	0,127	0,263	0,410	0,477	0,363	0,056	0,017	0,003
0,75	0,006	0,016	0,042	0,153	0,248	0,335	0,361	0,293	0,108	0,024	0,009
1,0	0,014	0,025	0,061	0,159	0,223	0,275	0,279	0,241	0,129	0,045	0,013
1,5	0,020	0,048	0,096	0,145	0,178	0,200	0,202	0,185	0,124	0,062	0,041
2,0	0,033	0,061	0,092	0,127	0,146	0,155	0,163	0,153	0,108	0,069	0,050
3,0	0,050	0,064	0,080	0,096	0,103	0,104	0,108	0,104	0,090	0,071	0,050
4,0	0,051	0,060	0,067	0,075	0,078	0,085	0,082	0,075	0,073	0,600	0,049
5,0	0,047	0,052	0,057	0,059	0,062	0,063	0,063	0,065	0,064	0,051	0,047
6,0	0,041	0,041	0,050	0,051	0,052	0,053	0,053	0,053	0,050	0,050	0,045

Ví dụ 3-1:

Tính độ lún của điểm O trọng tâm và điểm E, F của móng đế chữ nhật $2,4 \times 2\text{m}$, ứng suất gây lún tại đáy móng $\sigma_{\max}^{gl} = 280\text{KPa}$, $\sigma_{\min}^{gl} = 180\text{KPa}$. Điều kiện đất như trên hình 3.5. Điều kiện áp lực ở đế móng đã thỏa mãn.

Giải :

Chia đất nền dưới đáy móng thành các lớp phân tố chiều dày $h_i = 0,4\text{m}$.

$$\text{Ứng suất bản thân} \quad \sigma_z^{bt} = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i$$

Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng qua trọng tâm diện tích đáy móng :

$$\sigma_{zi}^{gl} = K_{oi} \sigma_z^{gl} = 0$$

$$\text{ở đây } \sigma_z^{gl} = \frac{\sigma_{\max}^{gl} + \sigma_{\min}^{gl}}{2} = \frac{280 + 180}{2} = 230\text{KPa}$$

$$K_{oi} \text{ tra bảng 3.7 dựa theo } \frac{l}{b} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ và } \frac{2z}{b} = \frac{2z}{2}$$

$$\text{Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng qua E :} \\ \sigma'_{zE} = 2K_g \cdot 180 + 2K_T \cdot 100$$

$$K_g \text{ tra theo bảng 3.8 dựa theo } \frac{l_i}{b} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ và } \frac{z}{b_i} = \frac{z}{1}$$

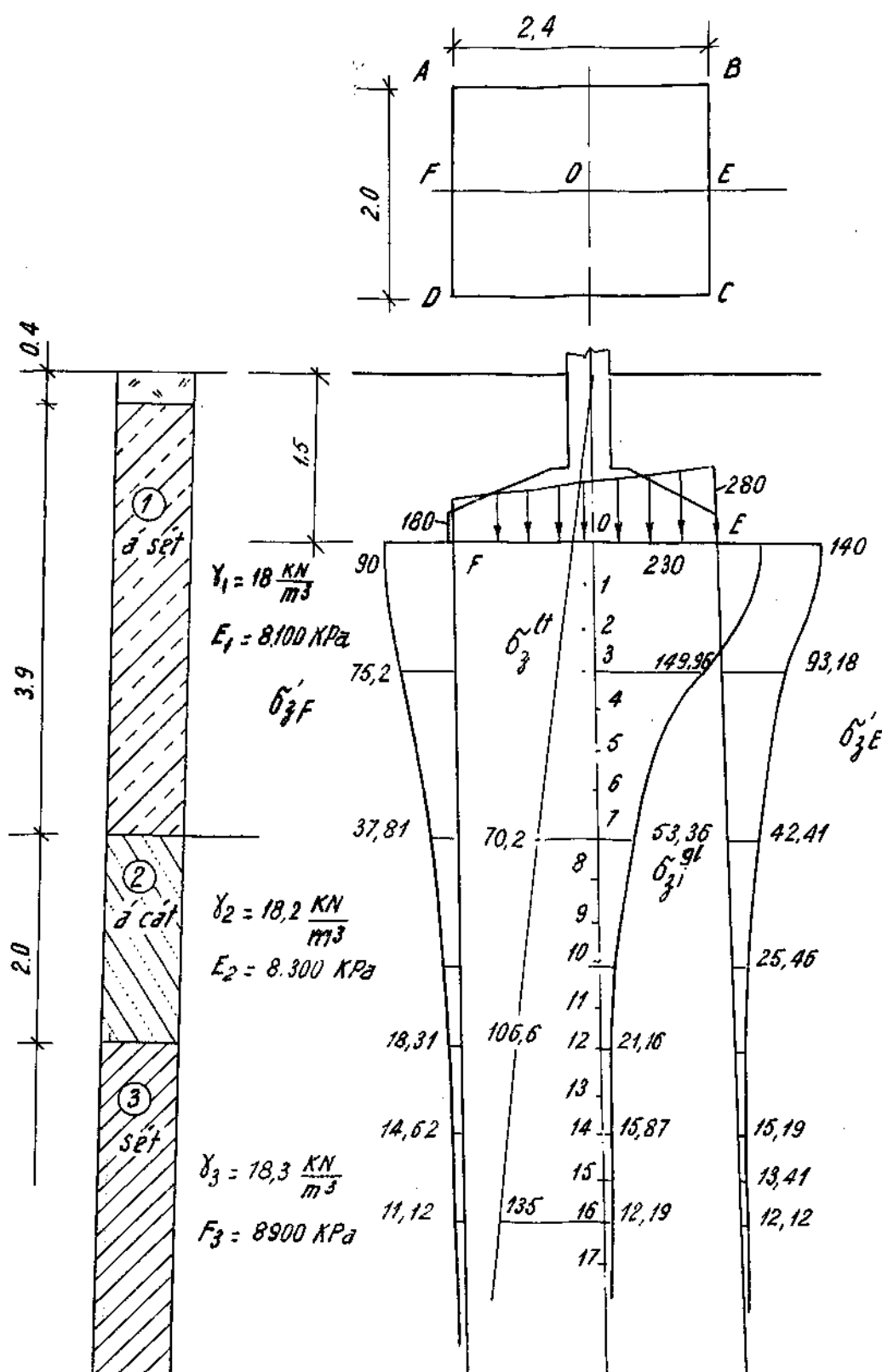
$$K_T \text{ tra theo bảng 3.9 dựa theo } \frac{l_i}{b_i} = \frac{1}{2,4} \text{ và } \frac{z}{b_i} = \frac{z}{2,4}$$

Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng qua F :

$$\delta_{zF} = 2K_g \cdot 180 + 2K'_T \cdot 100$$

$$K'_T \text{ tra bảng 3.10 dựa theo } \frac{l_i}{b_i} = \frac{1}{2,4} = 0,4167 \text{ và } \frac{z}{b_i} = \frac{z}{2,4}$$

Các kết quả tính toán đưa vào các bảng.



Hình 3-5

Lớp đất	Điểm	Độ sâu z(m)	Ứng suất bản thân $\sigma_z^{bt} = \sum \gamma_i \cdot h_i$	$\frac{2z}{b}$	K_{oi}	$\sigma_{zi}^g =$ $K_{oi} \cdot 230$
1. Á sét $\gamma_1 = 18 \text{KN/m}^3$ $E_1 = 8100 \text{ KPa}$	0	0		0	1,000	230
	1	0,4		0,4	0,968	222,64
	2	0,8		0,8	0,830	190,9
	3	1,2		1,2	0,652	149,96
	4	1,6		1,6	0,496	114,08
	5	2,0		2,0	0,379	87,17
	6	2,4		2,4	0,294	67,62
2. Á cát $\gamma_2 = 18,2 \text{KN/m}^3$ $E_2 = 8300 \text{ KPa}$	7	2,8	70,20	2,8	0,232	53,36
	8	3,2		3,2	0,187	43,01
	9	3,6		3,6	0,153	35,19
	10	4,0		4,0	0,127	29,21
	11	4,4		4,4	0,107	24,61
3. Sét $\gamma_3 = 18,3 \text{KN/m}^3$ $E_3 = 8900 \text{ KPa}$	12	4,8	106,60	4,8	0,092	21,16
	13	5,2	113,92	5,2	0,079	18,17
	14	5,6	121,24	5,6	0,069	15,87
	15	6,0	128,86	6,0	0,060	13,8
	16	6,4	135,88	6,4	0,053	12,19
	17	6,8	143,2	6,8	0,048	11,04
	18	7,2	150,52	7,2	0,042	9,66

Giới hạn nền lấy đến điểm 15.

Độ lún :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,8 \cdot 0,4}{8100} \left(\frac{230}{2} + 222,64 + 190,9 + 149,96 + 114,08 + 87,17 + \right. \\
 &\quad \left. + 67,62 + \frac{53,36}{2} \right) + \frac{0,8 \cdot 0,4}{8300} \left(\frac{53,36}{2} + 43,01 + 35,19 + 29,21 + \right. \\
 &\quad \left. + 24,61 + \frac{21,16}{2} \right) + \frac{0,8 \cdot 0,4}{8900} \left(\frac{21,16}{2} + 18,17 + 15,87 + \frac{13,8}{2} \right) = \\
 &= 0,0384809 + 0,0065265 + 0,0018524 = 0,0469 \text{m} = 4,69 \text{cm}
 \end{aligned}$$

Lớp đất	Điểm	Độ sâu z,m	$\frac{z}{b_i}$	K_{g_i}	$\sigma_{zE} =$ $2.K_{g_i}.180$	$\frac{z}{b'_i}$	K_T	$\sigma_{zT} =$ $2.K_T.100$	$\sigma'_{zE} =$ $\sigma_{zE} + \sigma_{zT}$
1	0'	0	0	0,2500	90	0,00	0,250	50	140
	1'	0,4	0,4	0,2441	87,88	0,1667	0,2238	44,75	132,63
	2'	0,8	0,8	0,2188	78,77	0,3333	0,1736	34,71	113,48
	3'	1,2	1,2	0,1849	66,56	0,5	0,13312	26,62	93,18
	4'	1,6	1,6	0,1530	55,08	0,667	0,1101	22,02	77,10
	5'	2,0	2,0	0,1263	45,47	0,8333	0,087	17,44	62,91
	6'	2,4	2,4	0,1047	37,69	1	0,0642	12,85	50,54
2	7'	2,8	2,8	0,0875	31,5	1,167	0,0545	10,91	42,41
	8'	3,2	3,2	0,0735	26,46	1,3333	0,0449	8,99	35,45
	9'	3,6	3,6	0,0624	22,46	1,5	0,0353	7,07	29,53
	10'	4,0	4,0	0,0535	19,26	1,667	0,0301	6,2	25,46
	11'	4,4	4,4	0,0462	16,63	1,8333	0,0267	5,34	21,97
3	12'	4,8	4,8	0,0402	14,47	2	0,0224	4,49	18,96
	13'	5,2	5,2	0,0356	12,82	2,167	0,0207	4,14	16,96
	14'	5,6	5,6	0,0316	11,38	2,3333	0,019	3,81	15,19
	15'	6,0	6,0	0,0276	9,94	2,5	0,01735	3,47	13,41
	16'	6,4	6,4	0,025	8,99	2,6667	0,0157	3,133	12,12
	17'	6,8	6,8	0,0223	8,04	2,8333	0,014	2,8	10,84
	18'	7,2	7,2	0,0201	7,24	3	0,0123	2,47	9,71

Giới hạn nên lấy đến điểm 15'

Độ lún :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,8 \cdot 0,4}{8100} \left(\frac{140}{2} + 132,63 + 113,48 + 93,18 + 77,10 + 62,94 \right. \\
 &\quad \left. 50,54 + \frac{42,41}{2} \right) + \frac{0,8 \cdot 0,4}{8300} \left(\frac{42,41}{2} + 35,45 + 29,53 + 25,46 \right. \\
 &\quad \left. + 21,97 + \frac{18,96}{2} \right) + \frac{0,8 \cdot 0,4}{8900} \left(\frac{18,96}{2} + 16,96 + 15,19 + \frac{13,41}{2} \right) = \\
 &= 0,024535 + 0,005517 + 0,001738 = 0,0318\text{m} = 3,18\text{cm}
 \end{aligned}$$

Lớp đất	Điểm	Độ sâu z,m	$\frac{z}{b_i}$	K_{gi}	$\frac{\sigma_{zF}}{2K_{gi}.180}$	$\frac{z}{b'_i}$	K'_T	$\frac{\sigma'_{zT}}{2K'_T.100}$	$\frac{\sigma'_{zF}}{\sigma_{zF} + \sigma'_{zT}}$
1	0"	0	0	0,2500	90	0	0	0	90
	1"	0,4	0,4	0,2441	87,88	0,1667	0,0217	4,3475	92,23
	2"	0,8	0,8	0,2188	78,77	0,3333	0,02198	4,4	83,17
	3"	1,2	1,2	0,1849	66,56	0,5	0,04322	8,64	75,20
	4"	1,6	1,6	0,1530	55,08	0,667	0,04112	8,225	63,30
	5"	2,0	2,0	0,1263	45,47	0,8333	0,03904	7,81	53,28
	6"	2,4	2,4	0,1047	37,69	1,0	0,036947	7,39	45,08
2	7"	2,8	2,8	0,0875	31,5	1,1667	0,03154	6,31	37,81
	8"	3,2	3,2	0,0735	26,46	1,3333	0,02614	5,23	31,69
	9"	3,6	3,6	0,0624	22,46	1,5	0,020739	4,15	26,61
	10"	4,0	4,0	0,0535	19,26	1,667	0,02023	4,05	23,31
	11"	4,4	4,4	0,0462	16,63	1,8333	0,01973	3,95	20,58
3	12"	4,8	4,8	0,0402	14,47	2	0,019224	3,84	18,31
	13"	5,2	5,2	0,0356	12,82	2,167	0,17702	3,54	16,36
	14"	5,6	5,6	0,0316	11,38	2,3333	0,01619	3,24	14,62
	15"	6,0	6,0	0,0276	9,94	2,5	0,01467	2,93	12,87
	16"	6,4	6,4	0,025	8,99	2,6667	0,01315	2,63	11,62
	17"	6,8	6,8	0,0223	8,04	2,8333	0,01163	2,33	10,37
	18"	7,2	7,2	0,0201	7,24	3	0,010112	2,02	9,26

Giới hạn nên lấy đến điểm 15". Độ lún :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,8 \cdot 0,4}{8100} \left(\frac{90}{2} + 92,23 + 83,17 + 75,20 + 63,30 + 53,28 + 45,08 + \frac{37,81}{2} \right) + \\
 &+ \frac{0,8 \cdot 0,4}{8300} \left(\frac{37,81}{2} + 31,69 + 26,61 + 23,31 + 20,58 + \frac{18,31}{2} \right) + \\
 &+ \frac{0,8 \cdot 0,4}{8900} \left(\frac{18,31}{2} + 16,36 + 14,62 + \frac{14,62}{2} \right) = 0,0188114 + 0,005022 \\
 &+ 0,001706 = 0,0255m = 2,55cm
 \end{aligned}$$

Ví dụ 3.2 : Tính độ lún của điểm O trọng tâm diện tích đáy móng B-4 do tải trọng các móng B-3, B-4, B-5 gây ra, như trên hình 3-6. Tôn nền dày 0,4m. Đất nền gồm:

Lớp 1 : Sét pha có trọng lượng riêng đất tự nhiên $\gamma_1 = 17 \text{ KN/m}^3$, modun biến dạng tổng quát $E_1 = 8500 \text{ KPa}$.

Lớp 2 : Sét có $\gamma_2 = 17,5 \text{ KN/m}^3$, $E_2 = 9000 \text{ KPa}$. Ứng suất gây lún tại đế các móng đều bằng 240 KPa.

Giải : Chia nền thành các lớp phân tố dày 0,4m. Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng qua O của móng B-4 do tải trọng trên móng này gây ra :

$$\sigma_{zi}^{gl} = K_{oi} \sigma_z^{gl} = K_{oi} \cdot 240 \text{ KPa}$$

K_{oi} tra bảng 3.7 dựa theo $\frac{l}{b} = \frac{2,4}{2} = 1,2$ và tỷ số $\frac{2z}{b}$ trong đó z tính từ đáy móng trở xuống. Ứng suất tại các điểm nằm trên trục đứng qua O do tải trọng trên móng B-3 và B-5 gây ra.

$$\begin{aligned} & \sigma_{zi}^{gl'} \cdot (K_{GONKG} - K_{GONMF}) \cdot 2 \cdot 2 \\ & = 4.240 (K_{GONKG} - K_{GONMF}). \end{aligned}$$

Hệ số K_g tra theo bảng 3.8

Trong đó K_{GONKG} tra theo $\frac{l_i}{b_i} = \frac{NK}{ON} = \frac{4,2}{1,2} = 3,5$ và $\frac{z_i}{b_i} = \frac{z_i}{1,2}$

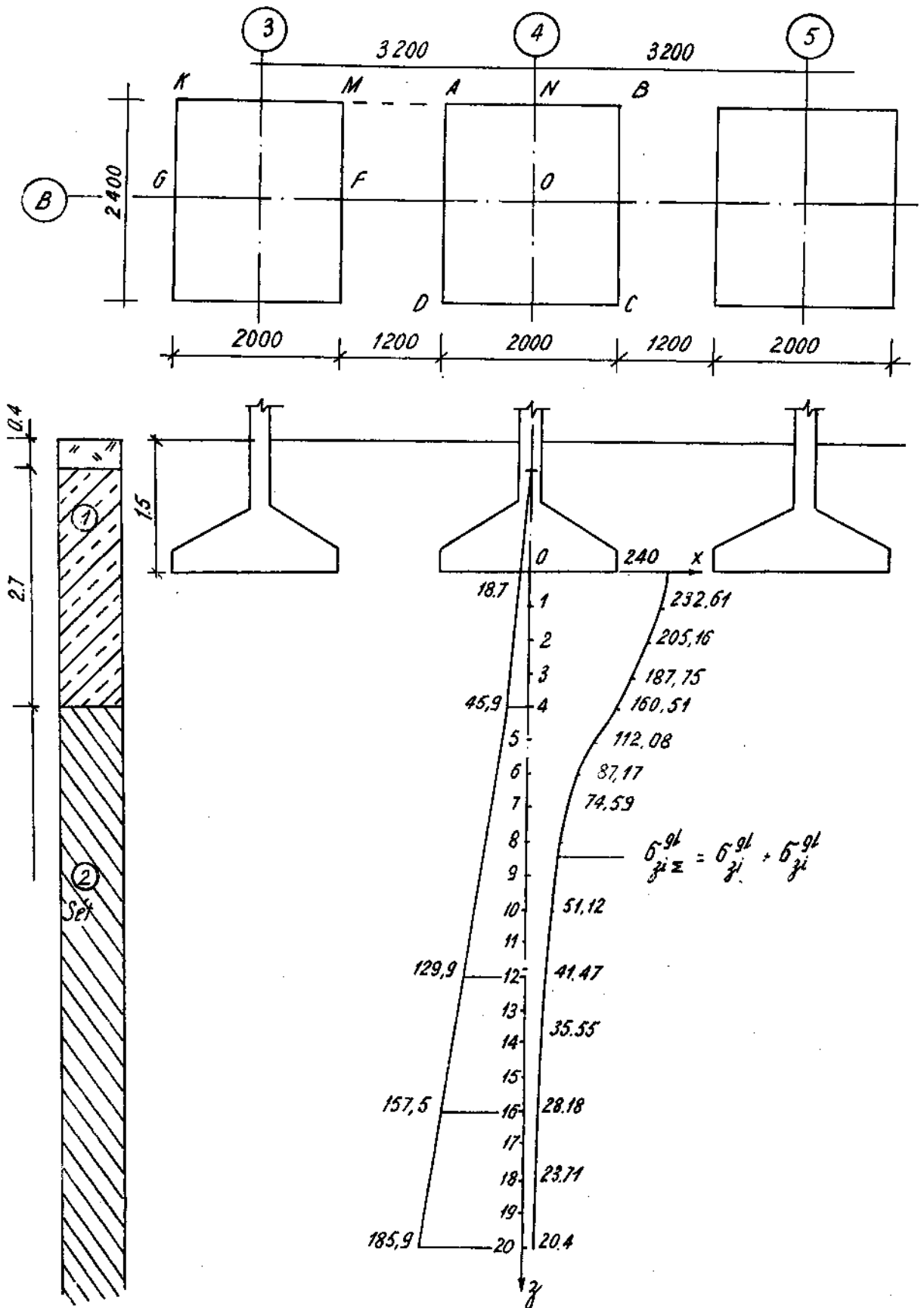
Còn K_{GONMF} tra theo $\frac{l_i}{b_i} = \frac{NM}{ON} = \frac{2,2}{1,2} = 1,833$ và $\frac{z_i}{b_i} = \frac{z_i}{1,2}$

Ứng suất gây lún tại các điểm nằm trên trục đứng qua O do tải trọng cả 3 móng gây ra :

$$\sigma_{zi\Sigma}^{gl} = \frac{\sigma_{gl}}{z_i} + \sigma_{zi}^{gl'}$$

Ứng suất do trọng lượng bản thân $\sigma_{zi}^{bt} = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i$

Các tính toán đưa vào bảng.



Hình 3-6 : Tính lún có kể ảnh hưởng các móng lân cận

Lớp đất	Điểm	Độ sâu z(m)	Ứng suất bản thân σ_z^{bt} KPa	ứng suất gây lún do móng B-4 gây ra			σ_{zi}' do móng B-3, B-5 gây ra					$\sigma_{\Sigma}^{g'} = \sigma_{zi}^{g'} + \sigma_{zi}'$
				$\frac{2z}{b}$	K_{oi}	$\sigma_{zi}^{g'}$	$\frac{z}{b_i}$	Kg1	Kg2	$4(Kg1 - Kg2)$	σ_{zi}'	
1. Sét pha	0	0	18,7	0	1,000	240	0	0,2500	0,2500	0,0000	0	240
	1	0,4		0,4	0,968	232,32	0,33	0,2459	0,2456	0,0012	0,288	232,61
	2	0,8		0,8	0,830	199,2	0,67	0,2330	0,2268	0,0249	5,96	205,16
	3	1,2		1,2	0,652	156,48	1	0,2030	0,1981	0,0928	22,27	187,75
2. Sét	4	1,6	45,9	1,6	0,496	119,04	1,33	0,1775	0,1667	0,1728	41,47	160,51
	5	2,0		2,0	0,379	90,96	1,67	0,1537	0,1317	0,088	21,12	112,08
	6	2,4		2,4	0,294	70,56	2	0,1331	0,1158	0,0692	16,61	87,17
	7	2,8		2,8	0,232	55,68	2,33	0,1168	0,0971	0,0788	18,91	74,59
	8	3,2		3,2	0,187	44,88	2,67	0,1026	0,0814	0,0848	20,35	65,23
	9	3,6		3,6	0,153	36,72	3	0,0906	0,069	0,0864	20,74	57,46
	10	4,0		4,0	0,127	30,48	3,33	0,0806	0,0591	0,086	20,64	51,12
	11	4,4	122,9	4,4	0,107	25,68	3,67	0,0711	0,0508	0,0812	19,49	45,17
	12	4,8	129,9	4,8	0,092	22,08	4	0,0643	0,0441	0,0808	19,39	41,47
	13	5,2		5,2	0,079	18,96	4,33	0,0579	0,0387	0,0768	18,43	37,39
	14	5,6		5,6	0,069	16,56	4,67	0,0525	0,0348	0,0708	16,49	35,55
	15	6,0	150,9	6,0	0,060	14,4	5	0,0472	0,0302	0,068	16,32	30,72
	16	6,4	157,9	6,4	0,053	12,72	5,33	0,0435	0,0274	0,0644	15,46	28,18
	17	6,8	164,9	6,8	0,048	11,52	5,67	0,0397	0,0246	0,0604	14,5	26,02
	18	7,2	171,9	7,2	0,042	10,08	6	0,036	0,0218	0,0568	13,63	23,71
	19	7,6	178,9	7,6	0,038	9,12	6,33	0,0334	0,0200	0,0536	12,86	21,98
	20	8,0	185,9	8,0	0,035	8,4	6,67	0,0307	0,0182	0,05	12	20,4

Giới hạn nền lấy đến điểm 16 có độ sâu 6,4m kể từ đáy móng.

Độ lún của điểm O trọng tâm móng B-4.

$$S = \sum \frac{0,8 \sigma_{zi}^{g'}}{E_i} h_i = \frac{0,8 \cdot 0,4}{8500} \left(\frac{240}{2} + 232,61 + 205,16 + 187,75 + \frac{160,51}{2} \right) +$$

$$+ \frac{0,8 \cdot 0,4}{9000} \left(\frac{160,51}{2} + 112,08 + 87,17 + 74,59 + 65,23 + 57,46 + 51,12 + 45,17 + \right.$$

$$\left. 41,47 + 37,39 + 35,55 + 30,72 + \frac{28,18}{2} \right) = 0,057m = 5,7cm$$

Nếu không kể đến ảnh hưởng tải trọng các móng lân cận thì giới hạn nền lấy đến điểm 12.

$$S = \frac{0,8 \cdot 0,4}{8500} \left(\frac{240}{2} + 232,32 + 199,2 + 156,48 + \frac{119,04}{2} \right) + \frac{0,8 \cdot 0,4}{9000}$$

$$\left(\frac{119,04}{2} + 90,96 + 70,56 + 55,68 + 44,88 + 36,72 + 30,48 + 25,68 + \frac{22,08}{2} \right) =$$

$$= 0,044m = 4,4cm.$$

Như vậy kể đến ảnh hưởng của tải trọng các móng lân cận trong trường hợp này độ lún đã tăng lên 1,3cm tức là tăng lên 29,55%.

Ví dụ 3.3 :

Tính độ lún của nền dưới móng đế chữ nhật $l = 3\text{m}$, $b = 2\text{m}$. Áp lực gây lún ở đáy móng $\sigma_{z=0}^{\text{đl}} = 190\text{KPa}$. Điều kiện áp lực ở đáy móng đã thoả mãn. Điều kiện đất như trên hình 3.7

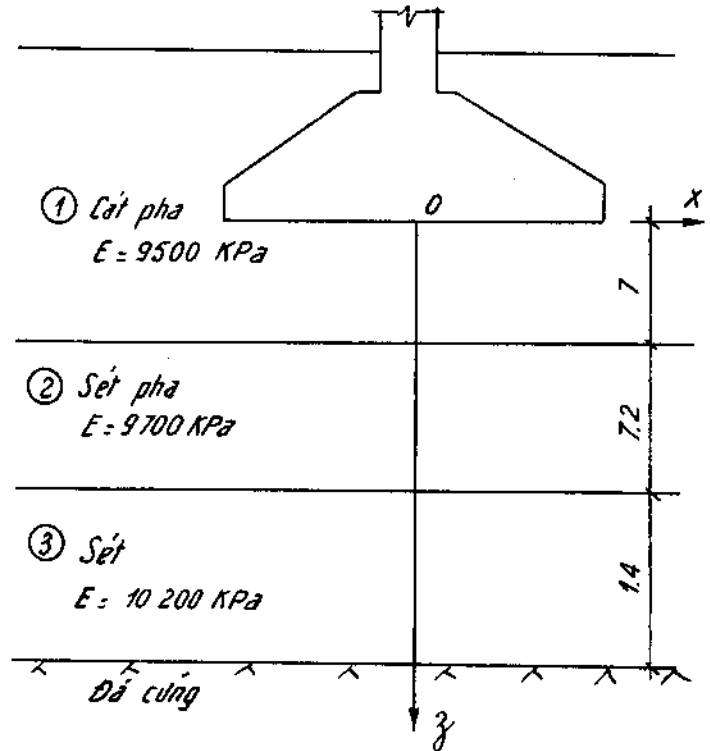
Giải :

$$\frac{2H}{b} = \frac{2(1 + 1,2 + 1,4)}{2} = 3,6$$

Tra bảng 3.11 được $M = 0,75$.

$$\text{Với } \frac{l}{b} = \frac{3}{2} = 1,5,$$

Theo bảng 3.12 với các tỷ số $\frac{2z}{b}$ ta tra được các hệ số K_i và K_{i-1} như bảng dưới



Hình 3-7 : Tính lún khi nền đất có chiều dày hữu hạn trên đá cứng

Lớp đất	Chiều dày (m)	E (KPa)	$\frac{2z}{b}$	K_i	K_{i-1}
1. Cát pha	1	9500	1	0,2500	0,000
2. Sét pha	1,2	9700	2,2	0,511	0,250
3. Sét	1,4	10200	3,6	0,688	0,511

$$\text{Độ lún : } S = bM \sigma_{z=0}^{\text{đl}} \sum_1^3 \frac{K_i - K_{i-1}}{E_i}$$

$$S = 2 \cdot 0,75 \cdot 190 \left(\frac{0,250 - 0,000}{9500} + \frac{0,511 - 0,250}{9700} + \frac{0,688 - 0,511}{10200} \right) =$$

$$S = 0,020\text{m} = 2\text{cm}.$$

Ví dụ 3.4 : Tính độ lún của nền dưới móng bè có kích thước đáy là $15 \times 30\text{m}$. Móng chôn sâu 1,5m. Điều kiện áp lực ở đáy móng đã thoả mãn. Áp lực tiêu chuẩn ở đáy móng $p^{lc} = 160\text{KPa}$.

Đất từ đáy móng trở xuống gồm :

1. Sét pha dày 2m, có modun biến dạng $E = 10400$ KPa.
2. Cát pha dày 4m, có $E = 10700$ KPa.
3. Sét chiều dày chưa kết thúc trong phạm vi lỗ khoan sâu 27m. Có $E = 10800$ KPa.

Giải : Móng có kích thước lớn nên ứng suất gây lún ở đáy móng lấy bằng áp lực tiêu chuẩn ở đế móng. Nền đất có chiều dày lớn và có modun biến dạng bảo đảm để tính theo nền đất có chiều dày hữu hạn trên đá cứng.

$$H = H_0 + tb$$

$$H_0 = 9\text{m} ; t = 0,15$$

$$H = 9 + 0,15 \cdot 15 = 11,25\text{m}.$$

$$\frac{2H}{b} = \frac{2 \cdot 11,25}{15} = 1,5$$

Tra bảng 3.11 được $M = 0,90$ tính toán tiếp theo đưa vào bảng, với

$$\sqrt{\frac{l}{b}} = \frac{30}{15} = 2$$

Lớp đất	Chiều dày (m)	E(KPa)	$\frac{2z}{b}$	K_i	K_{i-1}
1. Sét pha	2	10400	0,27	0,0675	0,000
2. Cát pha	4	10700	0,80	0,200	0,0675
3. Sét	5,25	10800	1,50	0,373	0,200

$$\text{Độ lún } S = 160 \cdot 15 \cdot 0,90 \cdot \left(\frac{0,0675 - 0,000}{10400} + \frac{0,200 - 0,0675}{10700} + \frac{0,373 - 0,200}{10800} \right) = 0,014\text{m} = 1,4\text{cm}.$$

3.7. TÍNH TOÁN NỀN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ NHẤT (theo sức chịu tải, ổn định).

Để nền móng đủ độ bền, đủ độ ổn định thì :

$$N \leq \frac{\phi}{K_{tc}} \quad (3.21)$$

N- tải trọng tính toán theo phương nào đó, có thể là lực dọc, lực ngang hay mô men.

ϕ - sức chịu tải của nền theo cùng phương đó.

K_{tc} - hệ số tin cậy . $K_{tc} \geq 1,2$.

Khi nền là đá cứng :

$$\phi = 7b \cdot R_{dc} \quad (3.22)$$

$$l = l - 2e_l ; \quad \bar{b} = b - 2e_b$$

R_{dc} - cường độ tính toán của mẫu đá khi nén ở trạng thái bão hoà nước.

3.7.1. Khi nền đất

Nghiệm giải tích :

$$\phi = T\bar{b} (A_I b \gamma_I + B_I h \gamma'_I + D_I C_I) \quad (3.23)$$

$T\bar{b}$ như các công thức trên

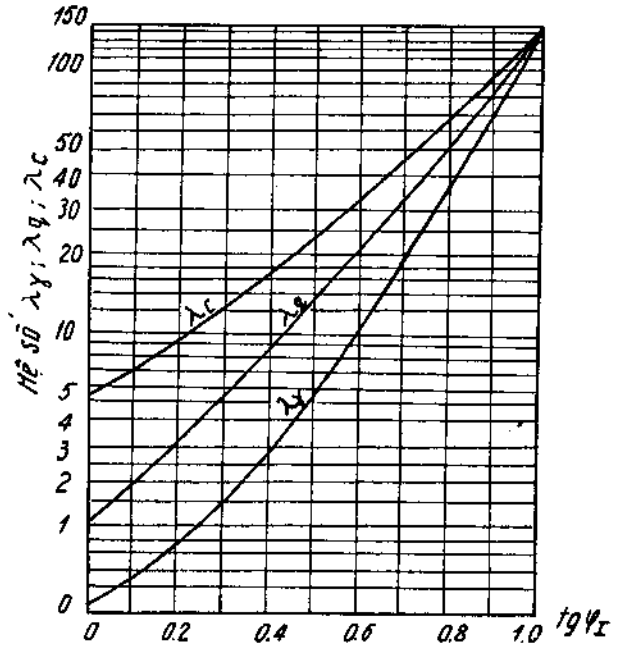
$$A_I = \lambda_\gamma i_\gamma N_\gamma \quad (3.25)$$

$$B_I = \lambda_q i_q \cdot N_q \quad (3.26)$$

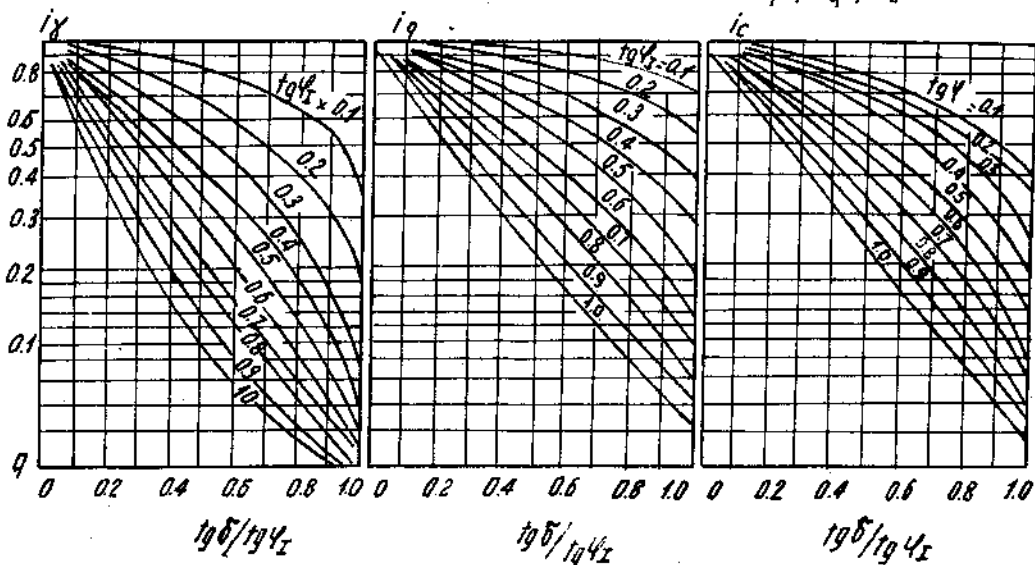
$$D_I = \lambda_c i_c N_c \quad (3.27)$$

$\lambda_\gamma, \lambda_q, \lambda_c$ - các hệ số sức chịu tải tra đồ thị hình 3.8, phụ thuộc trị tính toán thứ nhất của góc ma sát trong φ_I .

i_γ, i_q, i_c - hệ số kể đến ảnh hưởng góc nghiêng tải trọng δ tra theo các đồ thị ở hình 3.9, dựa theo δ, φ_I .



Hình 3-8 : Biểu đồ các hệ số sức chịu tải $\lambda_\gamma, \lambda_q, \lambda_c$



Hình 3-9 : Biểu đồ các hệ số nghiêng tải trọng

$$N_y = 1 + \frac{0,25}{n} \quad (3.28)$$

$$N_q = 1 + \frac{1,5}{n} \quad (3.29)$$

$$N_c = 1 + \frac{0,3}{n} \quad (3.30)$$

$$n = \frac{l}{b}$$

l, b - cạnh dài và cạnh ngắn đáy móng. Khi lực đặt lệch tâm thì thay l, b bằng \bar{l}, \bar{b} .

γ_1, γ'_1 - trị tính toán thứ nhất của trọng lượng riêng đất ở dưới đáy móng và từ đáy móng trở lên.

c_1 - trị tính toán thứ nhất của lực dính đơn vị của đất.

h - độ sâu chôn móng. Khi cốt nền ở các phía móng chênh nhau thì lấy theo phía cốt thấp.

Phương pháp này dùng được khi bảo đảm đồng thời hai điều kiện : đất nền đồng nhất ; phụ tải ở các phía móng chênh nhau không quá 25%.

3.7.2. Phương pháp mặt trượt trụ tròn

Phương pháp mặt trượt trụ tròn ứng dụng để đánh giá ổn định của nền móng có các đặc điểm sau :

Mặt trượt trụ tròn phải đi qua một mép móng, phía có áp lực max. Các phân tố trượt có chứa diện tích đáy móng thì trọng lượng phân tố đó bằng trọng lượng đất trong phân tố đó cộng với tổng hợp lực của áp lực đáy móng trong phạm vi phân tố đó.

Giả thiết các tâm trượt bất kỳ, tìm hệ số an toàn K tương ứng với các mặt trượt đó :

$$K = \frac{\sum M_{\text{giữ}}}{\sum M_{\text{trượt}}} \quad (3.31)$$

Để nền móng ổn định thì $K_{\min} \geq 1,2$

Phương pháp mặt trượt trụ tròn dùng được trong mọi trường hợp khi nền đất.

3.7.3. Khi móng chịu tải trọng ngang trị số lớn : phải kiểm tra sự trượt theo đáy móng. Để móng không bị trượt thì

$$K_{tc} = \frac{\sum T_{\text{giữ}}}{\sum T_{\text{trượt}}} \geq 1,2 \quad (3.32)$$

Trong đó $\sum T_{\text{giữ}}, \sum T_{\text{trượt}}$ - tổng hình chiếu trên mặt trượt các lực tính toán cản trượt và gây trượt.

Ví dụ 3.5 :

Móng đáy chữ nhật $l = 2,4\text{m}$, $b = 2\text{m}$, chôn sâu $h = 1,4\text{m}$, chịu tải trọng nghiêng một góc $\delta = 8^\circ$ so với trục đứng, đặt lệch tâm $e_1 = 0,15\text{m}$, $e_2 = 0,10\text{m}$. Nền là sét pha có $\gamma_1 = 17\text{KN/m}^3$, $\varphi_1 = 16^\circ$; $c_1 = 29\text{ KPa}$.

Giải :

Thành phần thẳng đứng sức chịu tải của nền :

$$\phi = T B (A_I \bar{b}_I \gamma_I + B_I h \gamma'_I + D_I c_I)$$

$$T = l - 2e_l = 2,4 - 2 \cdot 0,15 = 2,1 \text{ m}$$

$$B = b - 2e_b = 2,0 - 2 \cdot 0,10 = 1,8 \text{ m}$$

$$A_I = \lambda_\gamma i_\gamma n_\gamma$$

$$B_I = \lambda_q i_q n_q$$

$$D_I = \lambda_c i_c n_c$$

$$n = \frac{l}{b} = \frac{2,4}{2} = 1,2$$

$$n_\gamma = 1 + \frac{0,25}{n} = 1 + \frac{0,25}{1,2} = 1,20833$$

$$n_q = 1 + \frac{1,5}{n} = 1 + \frac{1,5}{1,2} = 2,25$$

$$n_c = 1 + \frac{0,3}{n} = 1 + \frac{0,3}{1,2} = 1,25$$

với $\varphi_I = 16^\circ$, $\text{tg}\varphi_I = \text{tg}16^\circ = 0,2867$, tra đồ thị hình 3.8, được $\lambda_\gamma = 1,3$; $\lambda_q = 4,4$, $\lambda_c = 11,8$.

$$\text{tg}\delta / \text{tg}\varphi_I = \text{tg}8^\circ / \text{tg}16^\circ = 0,1405 / 0,2867 = 0,4901$$

tra đồ thị ở hình 3.9 được :

$$i_\gamma = 0,56 \quad i_q = 0,75 \quad i_c = 0,68$$

$$A_I = 1,3 \cdot 0,56 \cdot 1,20833 = 0,88$$

$$B_I = 4,4 \cdot 0,75 \cdot 2,25 = 7,425$$

$$D_I = 11,8 \cdot 0,68 \cdot 1,25 = 10,03$$

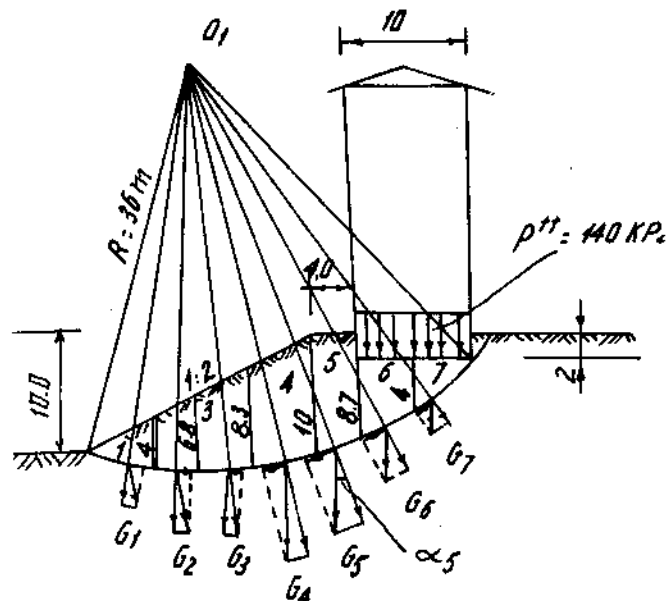
$$\phi = 2,1 \cdot 1,8 (0,88 \cdot 1,8 \cdot 17 + 7,425 \cdot 1,4 \cdot 17 + 10,03 \cdot 29) = 1869,26 \text{ KN}$$

Để nền dưới móng này ổn định thì thành phần thẳng đứng của tải trọng tính toán theo tổ hợp bất lợi nhất :

$$N^{tt} \leq \frac{\phi}{1,4} = \frac{1869,26}{1,4} = 1335,2 \text{ KN}$$

Ví dụ 3.6 :

Kiểm tra độ ổn định của nền công trình như trên hình 3.10. Công trình đặt trên móng bè kích thước đáy $10 \times 30 \text{ m}$ đặt trên bề mặt mái dốc. Áp lực tính toán do tổ hợp bất lợi nhất gây ra ở đáy móng là 140 KPa . Đất là sét pha đồng nhất trên chiều dày lớn. Đất có trọng lượng riêng $\gamma_I = 18 \text{ KN/m}^3$; $\varphi_I = 18^\circ$; $c_I = 12 \text{ KPa}$.



Hình 3.10 : Tính toán ổn định của nền theo phương pháp mặt trượt trụ tròn.

Tính toán tiến hành cho 1m theo chiều dọc của mái dốc. Giả thiết tâm trượt O_1 . Vẽ mặt trượt cung tròn qua mép đáy móng và chân mái dốc. Chia lăng thể trượt thành 7 phân tố trượt.

Phân tố trượt	Trọng lượng phân tố G_i , KN	Góc α độ	Lực ma sát $G_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_1$, KN	Lực gây trượt $T_i = G_i \sin \alpha_i$, KN	Chiều dài cung trượt, m
1	$G_1 = 0,5 \cdot 5 \cdot 7,4 \cdot 1,8 = 205,2$	10°	$N_{1f} = 65,66$	-35,63	6,0
2	$G_2 = 0,5(4+6,8) \cdot 4,6 \cdot 1,8 = 447,1$	2°	$N_{2f} = 145,18$	-15,6	4,8
3	$G_3 = 0,5(6,8+8,3) \cdot 4,3 \cdot 1,8 = 584,4$	5°	$N_{3f} = 189,16$	50,93	4,3
4	$G_4 = 0,5(8,3+10) \cdot 4,9 \cdot 1,8 = 807$	14°	$N_{4f} = 254,42$	195,23	5,0
5	$G_5 = 0,5(10+8,7) \cdot 4 \cdot 1,8 = 673,2$	20°	$N_{5f} = 205,54$	230,25	4,3
6	$G_6 = 0,5(6,7+4) \cdot 5,18 + 140 \cdot 5,1 = 1181,5$	29°	$N_{6f} = 335,76$	572,8	5,7
7	$G_7 = 0,5 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 1,8 + 140 \cdot 5,1 = 880$	39°	$N_{7f} = 222,21$	553,8	6,3
					$\sum l_i = 36,4\text{m}$

Hệ số an toàn

$$K = \frac{\sum M_{\text{giữ}}}{\sum M_{\text{trượt}}} = \frac{\sum_{i=1}^7 G_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_1 R + \sum_{i=1}^2 G_i \sin \alpha_i R + \sum_{i=1}^n l_i c_i R}{\sum_{i=3}^z c_i \sin \alpha_i R}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^7 G_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_1 + \sum_{i=1}^2 G_i \sin \alpha_i + \sum_{i=1}^7 c_i l_i}{\sum_{i=3}^7 G_i \sin \alpha_i}$$

$$= \frac{65,66 + 145,18 + 189,16 + 254,42 + 205,54 + 335,76 + 222,21 + 35,63 + 15,6 + 36,4 \cdot 1,2}{50,93 + 195,23 + 230,25 + 572,8 + 553,8}$$

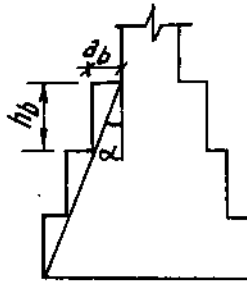
$$K = 1,189 < K_{\min} = 1,2$$

Như vậy không bảo đảm ổn định, phải có biện pháp gia cố mái dốc hoặc đẩy lùi công trình cách xa đỉnh mái dốc hơn ...

3.8. TÍNH TOÁN ĐỘ BỀN VÀ CẤU TẠO MÓNG

3.8.1. Móng cứng tuyệt đối

Là các móng xây bằng đá, gạch, đổ bằng bê tông, bê tông đá học. Các móng này cần cấu tạo sao cho không xuất hiện ứng suất kéo trong thân móng để móng khỏi bị nứt. Muốn vậy phải lấy $\cot \alpha = \frac{h_b}{a_b}$ theo các trị số cho trong bảng 3.15.



Hình 3-11 : Cấu tạo móng cứng tuyệt đối

Bảng 3-15

TRỊ SỐ $\text{COT}\alpha = \frac{H_B}{A_B}$ ĐỐI VỚI MÓNG BÊ TÔNG

Móng bê tông	Mác bê tông	Áp lực trung bình dưới đáy móng do tải trọng tính toán gây ra	
		$\leq 150 \text{ KPa}$	$> 150 \text{ KPa}$
Móng đơn	< 100	1,65	2,00
	≥ 100	1,50	1,65
Móng băng	< 100	1,50	1,75
	≥ 100	1,35	1,50

Bảng 3-16

TRỊ $\text{COT}\alpha = \frac{H_B}{A_B}$ CỦA MÓNG ĐÁ HỘC VÀ BÊ TÔNG ĐÁ HỘC

Móng đá hộc và bê tông đá hộc khi mác vừa	Áp lực trung bình dưới đáy móng do tải trọng tính toán gây ra	
	$\leq 200 \text{ KPa}$	$> 200 \text{ KPa}$
50 ÷ 100	1,25	1,50
10 ÷ 35	1,50	1,75
4 ÷ 10	1,75	2,00

Chiều cao của bậc móng đá hộc lấy bằng hai lần đá xây, phụ thuộc vào kích thước của đá, $h_b = 33 \div 60 \text{ cm}$. Đối với móng bê tông đá hộc thì $h_b \geq 30 \text{ cm}$.

3.8.2. Móng đơn bê tông cốt thép dưới cột

3.8.2.1. Xác định chiều cao

3.8.2.1.1. Theo điều kiện đâm thủng

Người ta cho rằng nếu chiều cao móng không đủ thì nó sẽ bị đâm thủng. Sự đâm thủng xảy ra dưới dạng tháp đâm thủng xuất phát từ chân cột và nghiêng một góc 45° so với trục đứng. Để móng không bị đâm thủng thì phải bảo đảm điều kiện :

$$N_{ct} \leq 0,75R_k h_o b_{tb}$$

Trong đó : N_{ct} - lực đâm thủng do áp lực phản lực tính toán gây ra.

$0,75R_k h_o b_{tb}$ - sức chống đâm thủng của thân móng.

3.8.2.1.1.1. Trường hợp móng đáy vuông chịu tải trung tâm thì chiều cao làm việc của móng xác định theo công thức :

$$h_o \geq \frac{b_c}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_o''}{0,75R_k + p''}} \quad (3.33)$$

Trong đó :

b_c - cạnh tiết diện chân cột vuông

N_o'' - lực dọc tính toán xác định đến đỉnh móng

R_k - cường độ chịu kéo tính toán của bê tông

p'' - áp lực phản lực tính toán của đất nền tác dụng lên đáy móng

3.8.2.1.1.2. Đối với móng chịu tải lệch tâm hoặc móng đáy chữ nhật chịu tải trung tâm hay lệch tâm :

$$h_o \geq \frac{N_{ct}}{0,75R_k \cdot b_{tb}} \quad (3.34)$$

Trong đó : b_{tb} - trung bình cộng của cạnh ngắn đáy trên và đáy dưới tháp dầm
thùng $b_{tb} = \frac{b_c + b_d}{2}$

N_{ct} - lực dầm thùng, bằng tổng hợp lực của áp lực phản lực tính toán trung bình ở phía p''_{max} nhân với diện tích đế móng ngoài đáy tháp dầm thùng ở phần cuối cạnh dài đáy móng (diện tích gạch chéo ở hình 3.12).

3.8.2.1.2. Theo cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn :

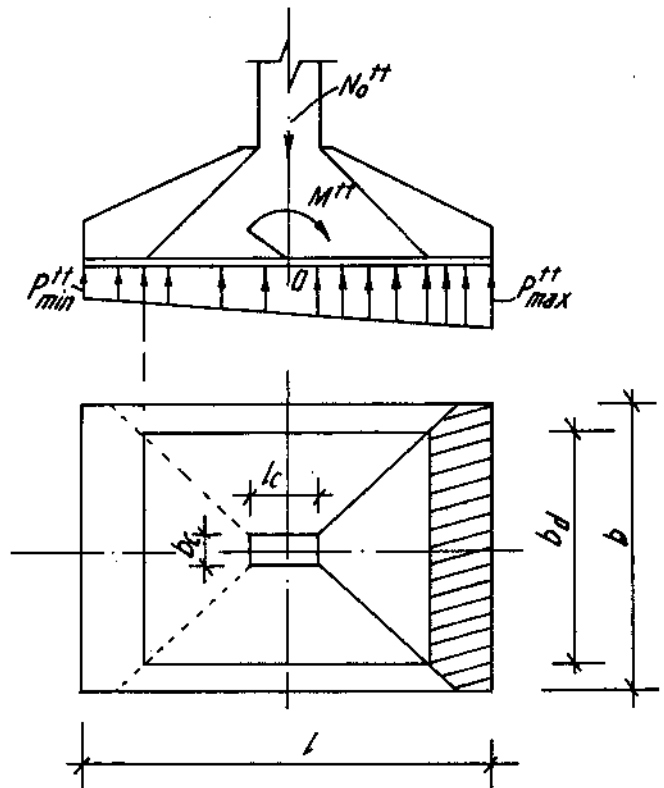
Chiều cao làm việc của móng được xác định theo :

$$h_o \geq L \sqrt{\frac{p'' \cdot b''}{0,4b_{tr} \cdot R_n}} \quad (3.35)$$

Trong đó :

L - khoảng cách từ mép móng đến nơi chiều cao móng thay đổi mà tại đó ta xác định chiều cao.

b_{tr} - cạnh phía trên của móng nơi chiều cao móng thay đổi mà tại đó ta xác định chiều cao. Khi xác định chiều cao làm việc toàn



Hình 3-12 : Tính toán móng đáy chữ nhật theo dầm thùng

phần của móng thì L lấy từ mép móng đến mép chân cột theo phía cạnh dài còn b_{tr} lấy bằng cạnh dài tiết diện ngang chân cột.

p'' - áp lực tính toán trung bình trên phần L .

b'' - cạnh dài đế móng

R_n - cường độ chịu nén tính toán của bê tông

Chiều cao của móng h_m xác định theo :

$$h_m = h_o + a_{bv}$$

a_{bv} - chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép.

Móng đơn bê tông cốt thép dưới cột có thể cấu tạo kiểu bậc hoặc vát.

Móng đơn bê tông cốt thép dưới cột thép :

Móng đơn bê tông cốt thép được chôn sẵn các bu lông để liên kết với chân cột. Thiết kế móng đơn bê tông cốt thép dưới cột thép hoàn toàn giống như móng đơn bê tông cốt thép dưới cột bê tông cốt thép nhưng chiều cao móng ngoài việc phải bảo đảm đủ độ bền chống đâm thủng, chống uốn còn phải bảo đảm điều kiện ngàm bu lông vào móng lúc đó chiều cao móng phải

$$h_m \geq l_{ng} + 100\text{mm} \quad (3.36)$$

l_{ng} - độ sâu chôn bu lông vào móng.

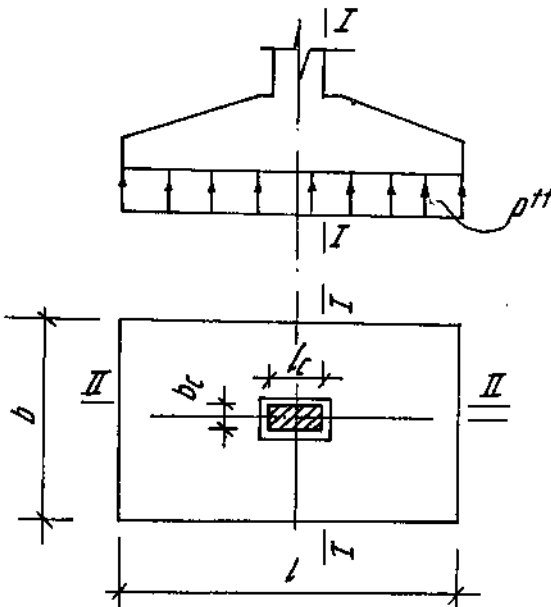
100mm - chiều dày lớp bê tông ở đáy móng bảo vệ bu lông.

3.8.2.2. Tính thép cho móng :

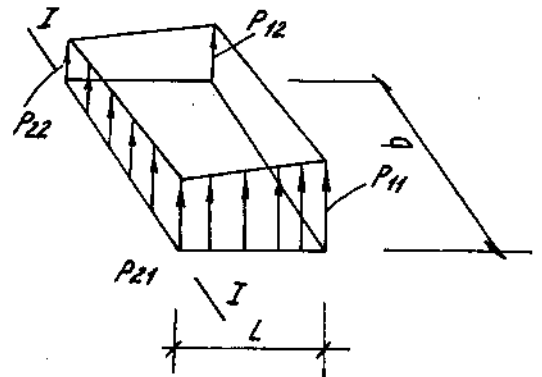
Thép bố trí cho đáy móng để chịu mômen do áp lực phản lực của nền gây ra. Lúc đó coi cánh móng như những công son ngàm vào tiết diện đi qua chân cột.

3.8.2.2.1. Móng chịu tải trung tâm :

Mô men uốn tương ứng với mặt ngàm qua chân cột vuông góc với cạnh dài đế móng



Hình 3-13 : Móng dáy chữ nhật chịu tải trung tâm



Hình 3-14 : Cánh móng chịu tải lệch tâm tổng quát

$$M_I = \frac{b(l - l_c)^2}{8} p'' \quad (3.37)$$

Mô men tương ứng với mặt ngàm qua chân cột, vuông góc với cạnh ngắn đáy móng

$$M_{II} = \frac{l(b - b_c)^2}{8} p'' \quad (3.38)$$

trong hai công thức trên :

l , b - cạnh dài, cạnh ngắn đế móng.

l_c , b_c - cạnh dài, cạnh ngắn tiết diện chân cột.

p'' - áp lực phản lực tính toán của nền tác dụng lên đáy móng do tải trọng tính toán xác định đến đỉnh móng gây ra.

3.8.2.2.2. Móng chịu tải lệch tâm tổng quát (Hình 3.14)

Mô men tương ứng mặt ngàm đi qua chân cột vuông góc với cạnh dài đế móng.

$$M_I = bL^2 \frac{2p_1 + p_2}{6} \quad (3.39)$$

Trong đó :

b - cạnh ngắn đáy móng chữ nhật

L - khoảng cách theo cạnh dài từ mép móng đến mặt ngàm.

$$p_1 = \frac{p_{11} + p_{12}}{2} ; p_2 = \frac{p_{21} + p_{22}}{2}$$

p_{11} , p_{12} - áp lực phản lực tính toán ở các góc mép đáy conson. Trong đó p_{11} là áp lực max.

p_{21} , p_{22} - áp lực phản lực tính toán ở các điểm mép qua mặt ngàm.

Diện tích tiết diện ngang cốt thép để chịu mô men uốn M_I có thể xác định theo công thức gần đúng :

$$F_{aI} = \frac{M_I}{0,9h_o R_a} \quad (3.40)$$

Diện tích tiết diện cốt thép để chịu mô men uốn M_{II}

$$F_{aII} + \frac{M_{II}}{0,9h'_o R_a} \quad (3.41)$$

Trong đó :

R_a - cường độ tính toán của cốt thép.

h'_o - chiều cao làm việc tính từ đỉnh móng đến trục cốt thép dấy trên.

3.8.3. Móng băng bê tông cốt thép dưới tường

Chiều cao làm việc của móng xác định theo điều kiện chống cắt :

$$Q \leq l h_o R_k \quad (3.42)$$

trong công thức này về phải là sức chống cắt của thân móng còn về trái là lực cắt do áp lực phản lực của đất gây ra.

$$Q = p^{tt} \cdot a l \quad (3.43)$$

Do vậy

$$h_o \geq \frac{p^{tt} \cdot a}{R_k} \quad (3.44)$$

Trong đó a- khoảng cách từ mép móng đến tiết diện qua chân tường, l có thể lấy bằng 1m theo chiều dài móng.

Mô men uốn tại mặt ngàm qua chân tường :

$$M = p^{tt} \frac{a^2}{2} \quad (3.45)$$

p^{tt} - áp lực tính toán tác dụng lên đế móng.

Diện tích tiết diện ngang cốt thép bố trí trên đoạn $l = 1m$:

$$F_a = \frac{M}{0,9 h_o R_a} \quad (3.46)$$

Khi theo phương dọc móng băng dưới tường không bị uốn thì thép dọc đặt theo cấu tạo. Nếu đất dọc theo móng băng không đồng nhất nhiều hoặc tải trọng xuống móng khác nhau nhiều theo chiều dọc thì móng sẽ uốn theo chiều dọc băng và phải tính toán có kế đến sự uốn đó và cần làm sườn móng.

Ví dụ 3.7 :

Thiết kế móng dưới cột dây B (cột dây giữa) của nhà khung bê tông cốt thép 5 tầng, có tường chèn. Tiết diện cột $0,3 \times 0,5m$. Tải trọng tính toán ở chân cột tại cốt $-0,6m$ tổ hợp cơ bản bất lợi nhất :

$$N_o^{tt} = 1380KN$$

$$M_o^{tt} = 394KNm$$

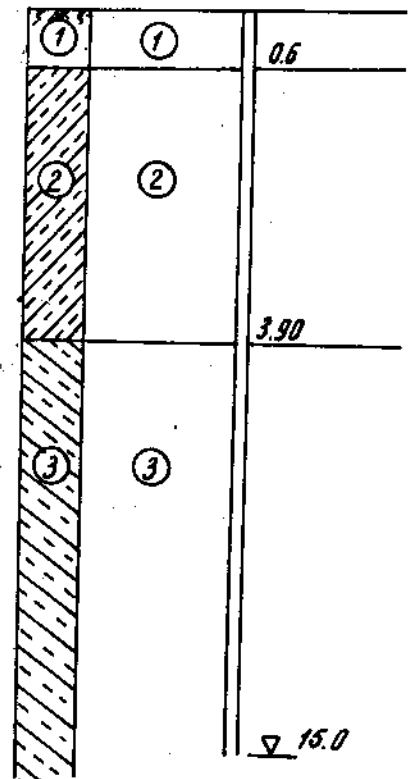
$$Q^{tt} = 40KN$$

Tải trọng tiêu chuẩn :

$$N_o^{tc} = 1150KN$$

$$M_o^{tc} = 328,33 KNm$$

$$Q^{tc} = 33,33 KN$$



Hình 3-15 : Trụ địa chất cho ví dụ 3.1

Theo các mặt cắt địa chất từ trên xuống gồm các lớp đất có chiều dày thay đổi không nhiều trong mặt bằng và trung bình bằng các trị trong cột địa chất ở hình 3.15 lớp 1 - đất trồng trọt, dày 0,6m ; lớp 2 - cát pha, dày 3,3m lớp 3 - sét pha chưa gặp giới hạn dưới trong phạm vi độ sâu lỗ khoan 15m. Chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất như trong bảng dưới : tôn nền 0,4m so với mặt đất thiên nhiên.

TT	Lớp đất	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	W%	W _L %	W _p %	C _{II} (KPa)	φ_{II}	E (KPa)
1	Đất trồng trọt	15	-	-	-	-	-	-	-
2	Cát pha	17	27,2	23,5	27,4	21,4	43	26°	9000
3	Sét pha	18	26,5	29	37,4	25,0	46	24°	9400

Tra bảng 3.5 đối với nhà khung bê tông cốt thép có tường chèn ta được :

$$S_{gh} = 8\text{cm}$$

$$\Delta S_{gh} = 0,001$$

Chọn độ sâu chôn móng $h = 1,5\text{m}$ trong đó có tôn nền 0,4m. Như vậy đế móng đặt trong lớp cát pha. Giả thiết $b = 1,6\text{m}$.

Cường độ tính toán của lớp cát pha :

$$R = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} (A b \gamma_{II} + B h \gamma'_{II} + D c_{II})$$

Tra bảng 3.1 : $m_1 = 1,2$; $m_2 = 1,0$ vì nhà khung không thuộc loại tuyệt đối cứng $K_{tc} = 1,0$ vì chỉ tiêu cơ lý của đất lấy theo kết quả thí nghiệm trực tiếp đối với đất

Tra bảng 3.2 với $\varphi_{II} = 26^\circ$ ta có $A = 0,84$; $B = 4,37$; $D = 6,90$.

$$\gamma'_{II} = \frac{0,4 \cdot 16,5 + 0,6 \cdot 15 + 0,5 \cdot 17}{0,4 + 0,6 + 0,5} = \frac{24,1}{1,5}$$

$$\gamma'_{II} = 16,07\text{KN/m}^3$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,0}{1,0} (0,84 \cdot 1,6 \cdot 17 + 4,37 \cdot 1,5 \cdot 16,07 + 6,9 \cdot 43)$$

$$= 509,87 \text{ KPa.}$$

Diện tích sơ bộ của đế móng :

$$F = \frac{N_o^{tc}}{R - \gamma_{tb} h} = \frac{1150}{509,87 - 20 \cdot 1,5} = 2,397\text{m}^2$$

vì móng chịu tải lệch tâm khá lớn nên ta tăng diện tích đế móng lên :

$$F^* = 1,4 \cdot F = 3,356\text{m}^2$$

Chọn $\frac{l}{b} = 1,2$

$$b = \sqrt{\frac{3,356}{1,2}} = 1,67 \text{ lấy } b = 1,7\text{m}$$

$$l = 2\text{m}$$

Áp lực tiêu chuẩn ở đế móng :

$$p_{\min}^{\text{tc}} = \frac{N_0^{\text{tc}}}{l} b \left(1 \pm \frac{6e}{l} \right) + \gamma_{\text{tbh}}$$

$$e = \frac{M^{\text{tc}}}{N_0^{\text{tc}}} = \frac{M_0^{\text{tc}} + Qh'}{N_0^{\text{tc}}} = \frac{328,33 + 33,33 \cdot 0,9}{1150} = 0,3116\text{m}$$

$$p_{\min}^{\text{max}} = \frac{1150}{2 \cdot 1,7} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,3116}{2,0} \right) + 20 \cdot 1,5$$

$$p_{\max}^{\text{tc}} = 684,4\text{KPa}$$

$$p_{\min}^{\text{tc}} = 52,05\text{KPa}$$

Cường độ tính toán của lớp cát pha ứng với bề rộng đế móng $b = 1,7\text{m}$.

$$R = \frac{1,2 \cdot 10}{1,0} (0,84 \cdot 1,7 \cdot 17 + 4,37 \cdot 1,5 \cdot 16,07 + 6,9 \cdot 43)$$

$$R = 511,579 \text{ KPa}$$

$$1,2R = 613,895 \text{ KPa}$$

Ở đây $p_{\max}^{\text{tc}} > 1,2R$ không thỏa mãn điều kiện áp lực. Ta tăng kích thước đế móng lên

$$b = 1,7\text{m} ; l = 2,2\text{m}$$

$$p_{\min}^{\text{max}} = \frac{1150}{1,7 \cdot 2,2} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,3116}{2,2} \right) + 20 \cdot 1,5$$

$$p_{\max}^{\text{tc}} = 598,79 \text{ KPa}$$

$$p_{\min}^{\text{tc}} = 76,18 \text{ KPa}$$

$$p_{\text{tb}}^{\text{tc}} = 337,5 \text{ KPa}$$

$$p_{\max}^{\text{tc}} = 598,79 < 1,2R = 613,9 \text{ KPa}$$

$$p_{\text{tb}}^{\text{tc}} = 337,5 < R = 511,6 \text{ KPa}$$

như vậy điều kiện áp lực đã thỏa mãn. Ta sơ bộ chọn kích thước đế móng $l \times b = 2,2 \times 1,7\text{m}$.

Kiểm tra điều kiện biến dạng :

Ứng suất gây lún ở đế móng

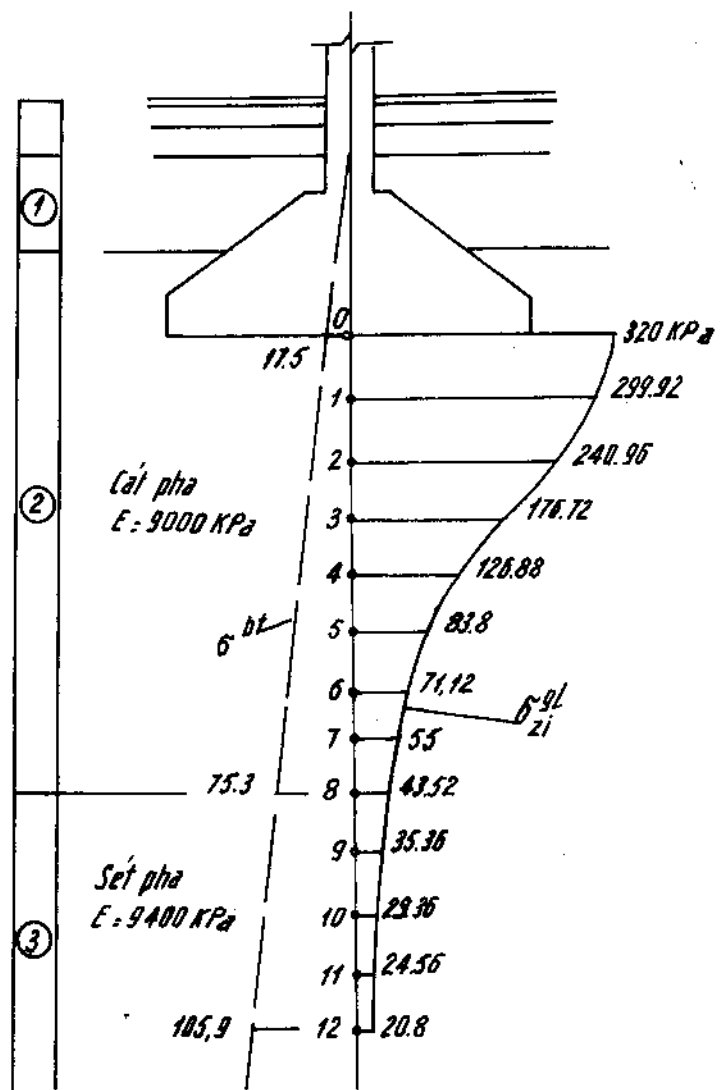
$$\sigma_{z=0}^{\text{đ}} = p_{\text{tb}}^{\text{tc}} - \gamma h = 337,5 - 0,6 \cdot 1,5 - 0,5 \cdot 17.$$

$$\sigma_{z=0}^{\text{đ}} = 320\text{KPa}$$

Chia đất nền dưới đế móng thành các lớp phân tố có chiều dày $h_i \leq \frac{b}{4}$.

Ở đây ta chia thành các lớp có $h_i = \frac{b}{4} = \frac{1,7}{4} = 0,425\text{m}$

và lập bảng để tính :



Hình 3-16 : Biểu đồ ứng suất gây lún σ_z và biểu đồ ứng suất bản thân

Điểm	Độ sâu z (m)	$\frac{l}{b}$	$\frac{2z}{b}$	k_0	σ_z (KPa)
0	0	$\frac{2,2}{1,7} = 1,3$	0	1,000	320
1	0,425		0,5	0,9375	299,92
2	0,85		1,0	0,75	240,96
3	1,275		1,5	0,5523	176,72
4	1,70		2,0	0,3965	126,88
5	2,125		2,5	0,2619	83,8
6	2,55		3,0	0,2223	71,12
7	2,975		3,5	0,1719	55
8	3,40		4	0,136	49,52
9	3,825		4,5	0,1105	35,36
10	4,25		5	0,09175	29,36
11	4,675		5,5	0,07675	24,56
12	5,10		6	0,065	20,8

Tại độ sâu 5,10m kể từ đáy móng $\sigma_{21}^{gl} = 20,8 \text{ KPa} \approx 0,2 \sigma^{bt}$ do vậy ta lấy giới hạn nền đến độ sâu 5,1m kể từ đáy móng.

Độ lún của nền xác định theo công thức :

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{\beta_{oi}}{E_i} \sigma_{21}^{gl} h_i = 0,8 \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{21}^{gl}}{E_i} h_i$$

$$S = 0,8 \cdot 0,425 \cdot \left[\frac{1}{9000} \left(\frac{320}{2} + 299,92 + 240,96 \right. \right.$$

$$\left. \left. + 176,72 + 126,88 + 83,8 + 71,12 + 55 + \frac{43,52}{2} \right) \right.$$

$$\left. + \frac{1}{9400} \cdot \left(\frac{43,52}{2} + 35,36 + 29,36 + 24,56 + \frac{20,8}{2} \right) \right]$$

$$= 0,34 \left[\frac{995,2024}{9000} + \frac{121,44}{9400} \right] = 0,042\text{m}$$

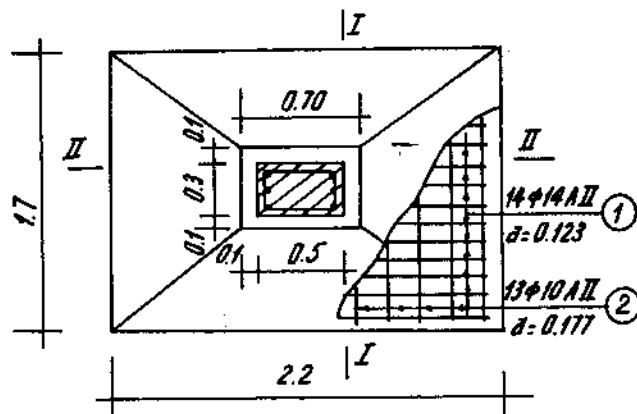
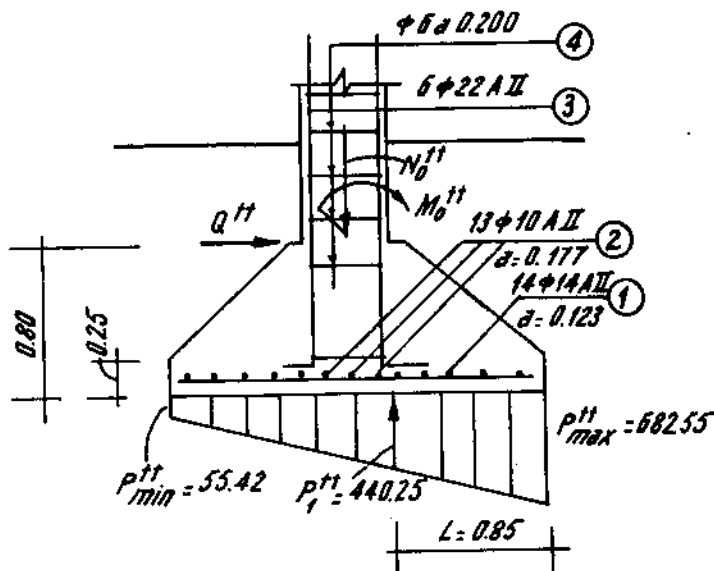
Độ lún của móng

$$S = 4,2\text{cm} < S_{gh} = 8\text{cm}$$

Như vậy thỏa mãn điều kiện độ lún tuyệt đối còn độ lún lệch tương đối ΔS giữa các móng M2 trong dãy cột trục B sẽ bảo đảm $\Delta S < \Delta S_{gh}$ vì điều kiện địa chất dưới các móng không thay đổi mấy và tải trọng tác dụng xuống các móng của dãy này cơ bản như nhau. Điều kiện $\Delta S \leq \Delta S_{gh}$ giữa các móng M2 của dãy cột B với các móng dãy khác sẽ kiểm tra khi thiết kế móng cho các dãy cột đó.

Tính toán độ bền và cấu tạo móng.

Dùng bê tông mác 200, $R_n = 9000 \text{ KPa}$, $R_k = 750 \text{ KPa}$, thép AII, $R_a = 280000 \text{ KPa}$. Khi tính toán độ bền của móng ta dùng tải trọng tính toán của tổ hợp bất lợi nhất. Trọng lượng của móng và đất trên các bậc không làm cho móng bị uốn và không gây ra đâm thủng móng nên không kể đến. Áp lực tính toán ở đế móng :



Hình 3-17 : Xác định chiều cao và thép cho móng

$$p_{\min}^{tt} = \frac{N_o^{tt}}{l \cdot b} \left(1 \pm \frac{6e}{l} \right)$$

$$= \frac{1380}{2,2 \cdot 1,7} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,3116}{2,2} \right)$$

$$p_{\max}^{tt} = 682,553 \text{KPa}$$

$$p_{\min}^{tt} = 55,42 \text{KPa}$$

$$p_{tb}^{tt} = 341,28 \text{KPa}$$

Theo tam giác đồng dạng ta tìm được

$$p_i^{tt} = 440,25 \text{KPa}$$

Chiều cao làm việc của móng xác định theo kết cấu bê tông cốt thép chịu uốn.

$$h_o \geq L \sqrt{\frac{P_o^{tt} \cdot b^{tt}}{0,4 \cdot b_{tr} \cdot R_n}}$$

$$L = 0,85 \text{m} ; b^{tt} = l = 2,2 \text{m} ;$$

$$b_{tr} = l_c = 0,5 \text{m} ; R_n = 7000 \text{ kPa.}$$

$$P_o^{tt} = \frac{p_{\max}^{tt} + p_i^{tt}}{2} = \frac{682,553 + 440,25}{2} = 561,4 \text{ kPa.}$$

$$h_o \geq 0,85 \sqrt{\frac{561,4 \cdot 2,2}{0,4 \cdot 0,5 \cdot 9000}} = 0,704 \text{m}$$

Làm lớp bê tông lót dày 10cm, vữa xi măng cát vàng mác 75 đá 4 × 6, do đó lớp bảo vệ cốt thép lấy bằng 0,035m. Chiều cao toàn bộ của móng.

$$h_m = h_o + a' = 0,704 + 0,035 = 0,739 \text{m.}$$

Lấy chiều cao móng $h_m = 0,8 \text{m.}$

Chiều cao làm việc của móng $h_o = h_m - a' = 0,8 - 0,035 = 0,765 \text{m.}$

Kiểm tra chiều cao làm việc của móng theo điều kiện đâm thủng :

Vẽ tháp đâm thủng ta có diện tích gạch chéo ngoài đáy tháp đâm thủng ở phía có áp lực p_{\max}^{tt} xấp xỉ bằng :

$$F_{ct} = 0,085 \cdot 1,7 = 0,1445 \text{m}^2$$

Áp lực tính toán trung bình trong phạm vi diện tích gây đâm thủng :

$$p_{tb}^{tt} = \frac{p_{\max}^{tt} + p_i^{tt}}{2}$$

$$p_i^{tt} = 55,42 + p'_1$$

$$p'_1 = \frac{627,13 \cdot 2,115}{2,2} = 602,9 \text{KPa}$$

$$p_i^{tt} = 55,42 + 602,9 = 658,32 \text{KPa}$$

$$p_{tb}'' = \frac{682,55 + 658,32}{2} = 670,43 \text{ KPa}$$

Lực gây đâm thủng :

$$N_{ct} = p_{tb}'' \cdot F_{dth} = 670,43 \cdot 0,1445 \text{ m}^2 = 96,88 \text{ KN.}$$

Lực chống đâm thủng :

$$0,75 R_{k h_0 b_{tb}}$$

$$b_{tb} = \frac{b_c + b_d}{2} = \frac{b_c + b_c + 2h_0}{2} = b_c + h_0 = 0,3 + 0,765 = 0,795 \text{ m}$$

$$0,75 R_{k h_0 b_{tb}} = 0,75 \cdot 750 \cdot 0,765 \cdot 0,795 = 342,1 \text{ KN}$$

$$N_{ct} \leq 0,75 R_{k h_0 b_{tb}}$$

$$96,88 \text{ KN} < 342,1 \text{ KN}$$

Như vậy móng không bị phá hoại theo đâm thủng

Mô men tương ứng với mặt ngàm I-I

$$M_I = bL^2 \frac{2p_{\max}'' + p_I''}{6} = 1,7 \cdot 0,85^2 \cdot \frac{2 \cdot 682,553 + 440,25}{6} = 369,5714 \text{ KNm}$$

Mô men tương ứng với mặt ngàm II-II :

$$M_{II} = l \cdot B^2 \frac{2p_{tb}'' + p_{tb}''}{6} = 2,2 \cdot 0,7^2 \cdot \frac{2 \cdot 341,28 + 341,28}{6} = 183,94816 \text{ KNm.}$$

Diện tích tiết diện cốt thép để chịu mô men M_I

$$F_{aI} = \frac{M_I}{0,9 h_0 R_a} = \frac{369,5714}{0,9 \cdot 0,765 \cdot 280000} = 0,0019171 \text{ m}^2$$

Chọn 14 ϕ 14 $F_a = 0,002154 \text{ m}^2$

Khoảng cách giữa trục hai cốt thép cạnh nhau

$a = 0,123 \text{ m}$. Chiều dài mỗi thanh : 2,15m

$$F_{aII} = \frac{M_{II}}{0,9 \cdot h'_0 \cdot R_a} = \frac{183,94816}{0,9 \cdot 0,751 \cdot 280000} = 0,000972 \text{ m}^2$$

Chọn 13 ϕ 10 $F_a = 0,0010215 \text{ m}^2$

Khoảng cách giữa trục 2 cốt thép cạnh nhau :

$$a = 0,177 \text{ m}$$

Chiều dài mỗi thanh : 1,65m

Bố trí thép cho móng như trong hình 3.17

3.8.4. Móng đơn bê tông cốt thép dưới cột lắp ghép

Các phần tính toán cơ bản giống như móng đơn bê tông cốt thép dưới cột đổ tại chỗ nhưng móng phải tạo sẵn cốt để chôn cột vào bảo đảm các yêu cầu kỹ thuật như trình bày trên hình 3.18. Còn đối với cột hai nhánh thì xem trong cuốn "Nền và móng các công trình dân dụng, công nghiệp". Nhà xuất bản Xây dựng 1996. Tùy thuộc thành cốt cao hay thấp mà có thể không đặt cốt thép cho thành cốt, đặt theo cấu tạo hoặc phải đặt theo tính toán.

Các thí nghiệm cho thấy đặc điểm làm việc của mối nối giữa cột với cốt móng phụ thuộc rất nhiều vào độ lệch tâm tương đối của điểm đặt lực dọc trong cột.

Trong tính toán cũng cần kể đến một hiện tượng là khi hàm lượng cốt dọc trong thành cốt lớn thì thành cốt có thể bị phá hoại do sự phá vỡ liên kết giữa bê tông chèn cốt và cột. Lúc đó phần lớn lực dọc trong mối nối sẽ truyền qua chân cột xuống đáy cốt. Trường hợp đó phải kiểm tra độ bền bê tông chịu ép mặt của chân cột.

Cốt dọc đặt trong thành cốt xác định theo tính toán tại các mặt cắt I-I và II-II như đối với cấu kiện chịu nén trung tâm và lệch tâm (Hình 3.19). Diện tích cốt thép dọc bố trí cho thành cốt

- Khi $e = 0$ (Hình 3.20a) xác định theo công thức

$$F_a \geq \frac{N - R_n F}{R_{ac}} \quad (3.47)$$

Trong đó $F = b_1 h_1 - b_2 h_2$

- Khi $e_0 < 0,3 h_0$ ($S_b > 0,8 S_0$) (Hình 3.20b) xác định theo :

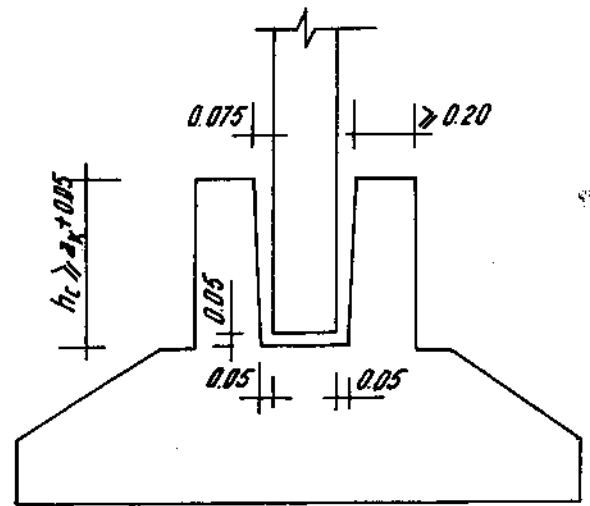
$$F_a = F'_a = \frac{N e - R_n S_0}{R_a c h_a} \quad (3.48)$$

trong đó $e = e_0 + 0,5 h_a$

$$S_0 = 0,5(b_1 h_0^2 - b_2 h_2 h_a)$$

- Khi $e_0 \geq 0,3 h_0$ ($S_b < 0,8 S_0$) thuộc trường hợp nén lệch tâm lớn (Hình 3.20c), theo công thức :

$$F_a = F'_a = \frac{N(e - h_0 + d)}{R_a h_a} \quad (3.49)$$



Hình 3-18 : Móng dưới cột lắp ghép.
 a_k : cạnh dài của tiết diện cột

d- Khoảng cách từ mép chịu nén của tiết diện đến trọng tâm diện tích vùng chịu nén, xác định theo công thức

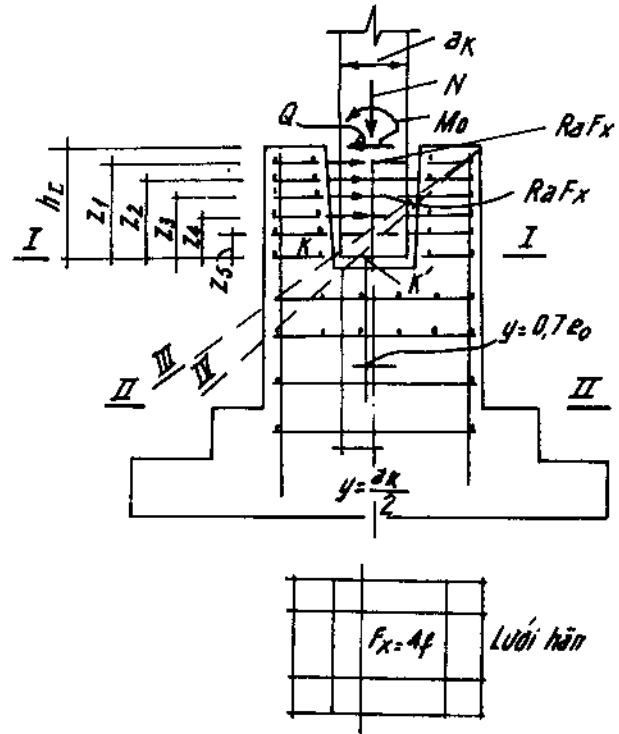
$$F_b = \frac{N}{R_b} \quad (3.50)$$

Các cốt dọc được phân bố theo chu tuyến của thành cốt, cốt thép ngang trong thành cốt móng được tính toán theo điều kiện cường độ về mô men trên tiết diện nghiêng. Kết quả thí nghiệm cho thấy trong thành bên cốt móng có thể xuất hiện vết nứt nghiêng

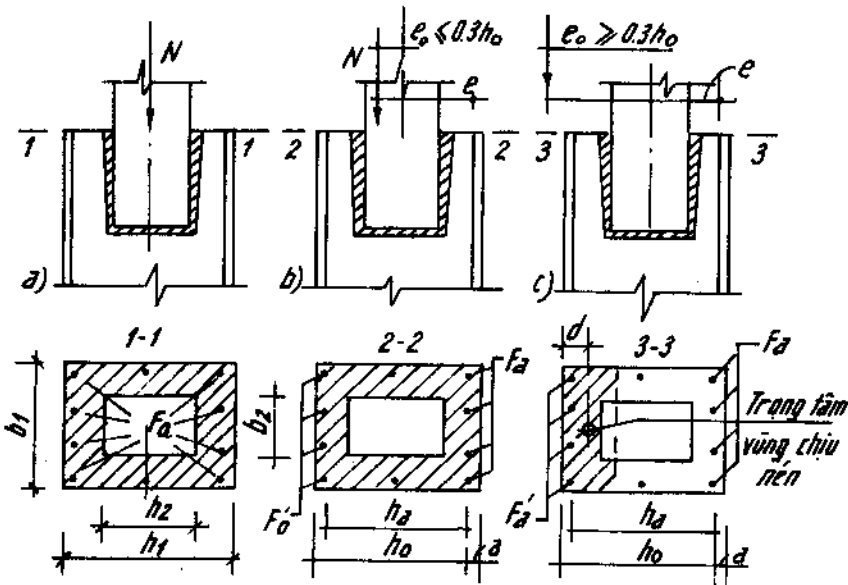
Diện tích tiết diện cốt ngang bố trí cho thành cốt xác định theo tính toán phụ thuộc vào tỷ số của độ lệch tâm e_0 của lực N và kích thước cột a_k trong mặt phẳng tác dụng của mô men.

- Khi $e_0 > \frac{a_k}{2}$ theo mặt cắt xiên

đi qua điểm k- điểm quay quy ước của cột (không tính đến cốt dọc) :



Hình 3-19 : Sơ đồ nội lực để tính cốt thép cho thành cốt



Hình 3-20 : Sơ đồ tính cốt dọc cho thành cốt
a- Khi nén đúng tâm ; b- Nén lệch tâm bé ; c- Nén lệch tâm lớn

$$F_x = \frac{M_o + Qh_c - N a_k / 2}{R_a \Sigma Z_i} \quad (3.51)$$

Trong đó :

F_x - diện tích tiết diện ngang của tất cả các cốt thép trong 1 lưới đặt song song với mặt phẳng uốn.

$$F_x = 4f_x$$

f_x - diện tích tiết diện ngang của 1 cốt ngang song song với mặt phẳng uốn.

- Khi $\frac{a_k}{2} > e_o > \frac{a_k}{6}$ theo mặt cắt nghiêng IV - IV đi qua điểm K' (không kể đến cốt dọc) :

$$F_x = \frac{M + Qh_c - N \cdot 0,7e_o}{R_a \Sigma Z_i} \quad (3.52)$$

Các cốt ngang của thành cốt cần dùng lưới hàn, tạo thành chu tuyến kín với các cốt thép đặt gần mép trong và mép ngoài của thành cốt.

Đường kính của cốt thép lưới lấy theo tính toán nhưng $\geq 8\text{mm}$ và $\geq 0,25\Phi$ cốt dọc của cốt.

Khoảng cách giữa các lưới của 1/3 phía trên cùng của thành cốt : 0,10m còn của phần dưới : 0,20m nhưng khoảng cách đó $\leq 0,25$ chiều sâu ngàm cốt.

Lưới ngang nên đặt thấp hơn đáy cốt một khoảng bằng $a_k/2$.

Sự ép mặt bê tông móng dưới chân cột được kiểm tra theo công thức :

$$N \leq \mu \gamma R_n b_k h_k \quad (3.53)$$

Trong đó :

μ - hệ số lấy như sau :

khi $e_o = 0$ thì $\mu = 1$

khi $e_o \leq \frac{h_c}{6}$ thì $\mu = 0,75$

$$\gamma = \sqrt[3]{\frac{b_l h_l}{b_k h_k}} \quad (3.54)$$

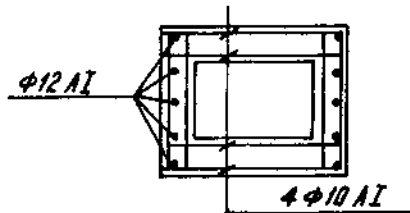
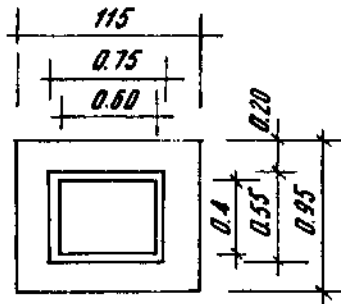
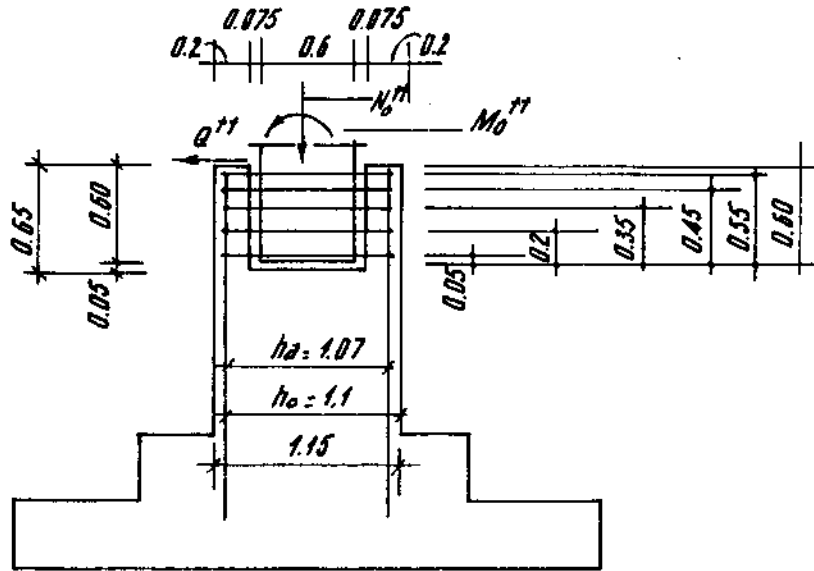
nhưng không lớn hơn 2.

Nếu theo công thức 3.53 không thỏa mãn thì phần móng dưới chân cột phải đặt các lưới thép.

Ví dụ 3.8 :

Tính toán thép đặt cho thành móng cốt của cột lắp ghép có kích thước tiết diện ngang $0,4 \times 0,6\text{m}$. Lực dọc tính toán $N_o^{tt} = 2150\text{KN}$; mô men tính toán $M_o^{tt} = 688,5\text{KNm}$; lực ngang tính toán $Q^{tt} = 95 \text{ KN}$. Các kích thước như trong hình 3.21. Bê tông móng mác 150, thép AI.

Xác định cốt thép dọc cho thành cốt



Hình 3-21 : Tính toán và bố trí thép cho thành cọc móng dưới cột lắp ghép.

Độ lệch tâm :

$$e_o = \frac{M_o'' + Q'' \cdot h_c}{N_o''} = \frac{688,5 + 95 \cdot 0,6}{2150} = 0,347\text{m}$$

$$0,3h_o = 0,3 \cdot 1,11 = 0,333\text{m}$$

$e_o = 0,347\text{m} > 0,3h_o = 0,333\text{m} \rightarrow$ thuộc trường hợp lệch tâm lớn

$$F_a = F'_a = \frac{N(e - h_o + d)}{R_a h_a}$$

$$e = e_o + 0,5h_a = 0,347 + 0,5 \cdot 1,07 = 0,882\text{m}$$

Diện tích vùng bê tông chịu nén

$$F_b = \frac{N}{R_n} = \frac{2150}{7000} = 0,307143\text{m}^2 \rightarrow d = 0,16\text{m}$$

$$F_a = F'_a = \frac{2150(0,882 - 1,11 + 0,16)}{230.000 \cdot 0,17}$$

Diện tích tối thiểu cho phép của tiết diện cốt thép dọc đặt cho thành cọc :

$$F_a = 0,001 \cdot 1,115 \cdot 0,95 = 0,0010925m^2$$

Lấy 12 ϕ 12 AI $\rightarrow F_a = 0,0013572m^2$

Xác định tiết diện cốt thép ngang của thành cọc :

$$e_o = 0,347m > \frac{a_k}{2} = \frac{0,6}{2} = 0,3m$$

$$F_x = \frac{M_o + Qh_c - N_o a_k / 2}{R_a \sum Z_i}$$

$$\sum Z_i = 0,05 + 0,20 + 0,35 + 0,45 + 0,55 = 1,60m$$

$$F_x = \frac{688,5 + 95 \cdot 0,6 - 2150 \cdot 0,6 / 2}{230000 \cdot 1,6} = 0,000299m^2$$

Lấy 4 ϕ 10 $\rightarrow F_x = 0,000314m^2$. Dùng lưới hàn như trên hình 3.21, thép này đặt nằm ngang.

3.9. TRÌNH BÀY THUYẾT MINH VÀ THỂ HIỆN BẢN VẼ

Khi thiết kế móng nông trên nền thiên nhiên, trong phần thuyết minh cần nêu thiết kế dựa theo "Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình của ...", lập ngày tháng năm..... do tiến hành.

- Các đại lượng tự chọn và lý do chọn các đại lượng đó như độ sâu chôn móng.
- Các quá trình tính toán, kết quả tính toán.

Bản vẽ cần thể hiện :

- Mặt bằng móng, tỷ lệ 1/100
- Chi tiết các móng thiết kế TL 1/20 hoặc 1/25 hay $\frac{1}{50}$; $\frac{1}{10}$ gồm mặt cắt và mặt bằng có thể hiện các trục định vị, cách thức bố trí thép.
- Bảng thống kê thép móng.
- Ghi chú : - lớp lót - mác bê tông móng, - thép móng.

Nếu có thiết kế dầm giằng móng thì có thể lập bản vẽ riêng mặt bằng dầm giằng móng và chi tiết dầm giằng hoặc cũng có thể vẽ chung trong bản vẽ móng.

Bản vẽ phải đủ kích thước, cao trình, trục định vị, phải bảo đảm độ đậm đặc cần thiết.

Trong đồ án môn học phải thiết kế một số phương án rồi chọn hoặc trong một số trường hợp của đồ án tốt nghiệp phải tính toán chọn phương án thì lúc đó mặt bằng móng chỉ thể hiện mặt bằng của phương án chọn.

Chương 4

TÍNH TOÁN MÓNG MỀM

4.1. KHÁI NIỆM

Tính toán móng mềm nằm trong phần "Tính toán kết cấu trên nền đàn hồi" - một bộ phận của cơ học công trình. Bộ phận này xét đến việc tính toán các loại kết cấu như móng băng, băng giao thoa, móng bè, móng vỏ, móng hộp, móng đập thủy điện, sàn nhà công nghiệp, tấm sân bay, tấm đường ôtô, âu thuyền...

Khác với móng cứng, móng mềm có khả năng uốn đáng kể dưới tác dụng của tải trọng công trình. Sự uốn này làm phân bố lại ứng suất tiếp xúc dưới đáy móng. Do vậy khi tính toán ta không thể bỏ qua sự uốn của kết cấu móng. Nền đất thực chất không phải là một vật thể hoàn toàn đàn hồi, ngoài biến dạng đàn hồi còn có biến dạng dư. Để đơn giản tính toán với độ chính xác đủ dùng trong thực tế, dầm bản, hộp, vỏ trên nền đất được coi là kết cấu trên nền đàn hồi.

Việc tính toán các kết cấu vừa nêu có kể đến sự uốn sẽ tiết kiệm vật liệu hơn so với khi bỏ qua sự uốn của chúng. Độ chính xác của các kết quả tính toán kết cấu trên nền đàn hồi phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại mô hình nền được sử dụng, đặc tính của bê tông khi chịu tác dụng lâu dài của tải trọng... Trong đó mô hình nền ảnh hưởng đến kết quả tính toán nhiều hơn cả.

Hiện nay người ta dùng hai loại mô hình nền để tính toán kết cấu trên nền đàn hồi :

- Nền biến dạng đàn hồi cục bộ, cho rằng độ lún chỉ xảy ra trong phạm vi diện gia tải, do Winkler đề xuất năm 1867.

- Nền biến dạng tổng quát, khi chịu tải thì biến dạng xảy ra cả trong và ngoài phạm vi diện gia tải.

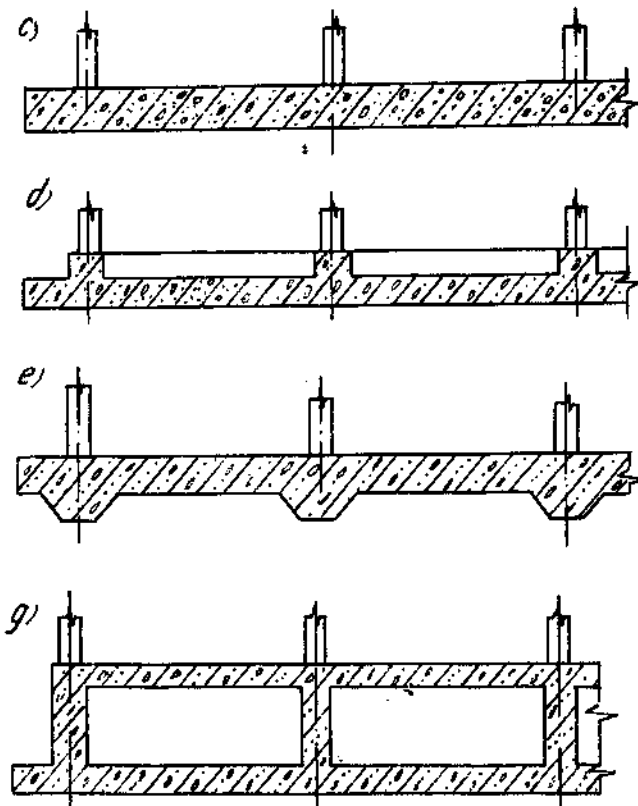
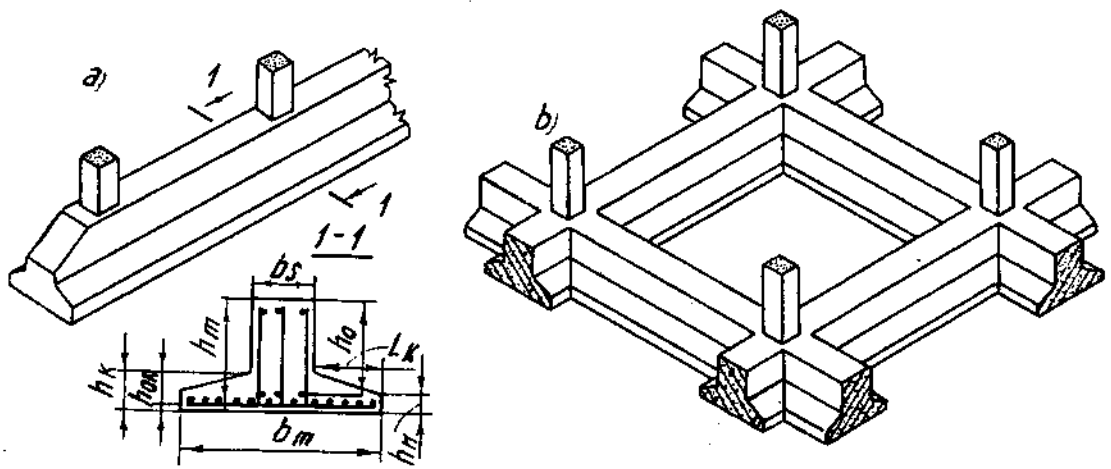
Nền biến dạng đàn hồi cục bộ chỉ xét đến độ lún ở nơi đặt lực, không xét đến biến dạng ở ngoài diện gia tải. Điều đó cho phép coi nền đàn hồi như gồm các lò xo đàn hồi không liên quan với nhau. Cường độ phản lực của đất tại mỗi điểm tỷ lệ bậc nhất với độ lún đàn hồi tại điểm đó :

$$p_x = -CW_x \quad (4-1)$$

Trong đó :

W_x - độ lún của đất trong phạm vi diện gia tải.

C - hệ số nền đàn hồi, có thứ nguyên là lực/thể tích và coi là không đổi cho từng loại đất, có thể lấy theo bảng 4.1.



Hình 4-1: Các loại móng mềm

- a. Móng băng dưới dầm cột ; b. Móng băng giao thoa dưới các dầm cột ;
 c. Móng bản phẳng ; d. Móng bản sườn trên ; e. Móng bản sườn dưới ; g. Móng hộp.

TRỊ SỐ CỦA HỆ SỐ NỀN C

Loại nền	Hệ số nền C (KN/m ³)
- Đá Bazan	8000000 ÷ 12000000
- Granit (đá hoa cương), đá Pocsia, đá diorit	3500000 ÷ 5000000
- Đá cát kết sa thạch	800000 ÷ 2500000
- Đá vôi (chật), dolômit, đá phiến cát	400000 ÷ 800000
- Đá phiến sét	200000 ÷ 600000
- Tup	100000 ÷ 300000
- Đất hòn lớn	50000 ÷ 100000
- Cát hạt to và cát hạt trung	30000 ÷ 50000
- Cát hạt nhỏ	20000 ÷ 40000
- Cát bụi	10000 ÷ 15000
- Sét cứng	100000 ÷ 200000
- Đất loại sét dẻo	10000 ÷ 40000
- Nền cọc	50000 ÷ 150000
- Gạch	4000000 ÷ 5000000
- Đá xây	5000000 ÷ 6000000
- Bê tông	8000000 ÷ 15000000
- Bê tông cốt thép	8000000 ÷ 15000000

Ngoài ra còn có các bảng khác với trị số C khác với bảng trên. Hệ số nền C cũng có thể xác định theo công thức của Tiến sĩ E.Rausch phụ thuộc môđun biến dạng của nền, diện tích đáy móng và tỷ số các cạnh đáy móng. Giáo sư O. A. Xavinov đề xuất công thức xác định hệ số nền phụ thuộc vào môđun biến dạng của nền, bề rộng và diện tích đáy móng.

Mô hình nền biến dạng đàn hồi cục bộ đơn giản, nhiều nhà bác học đã đưa ra các phương pháp tính toán đơn giản và được áp dụng rất rộng rãi trong thực tế.

Theo hình dạng trong mặt bằng, kết cấu được chia ra :

$$\frac{l}{b} \geq 7 \text{ gọi là dầm.}$$

$$\frac{l}{b} < 7 \text{ gọi là bản.}$$

l - cạnh dài ; b - cạnh ngắn đáy móng.

Khi tính toán móng mềm ta cần biết độ cứng EJ của tiết diện dầm, dải hoặc độ cứng trụ D của bản, vì các độ cứng này tham gia vào các công thức tính toán. Muốn biết độ cứng thì ta phải biết các kích thước của tiết diện. Bề dài, bề rộng móng ta

xác định, căn cứ vào đặc điểm công trình, tải trọng, điều kiện địa chất công trình... rồi kiểm tra điều kiện áp lực, điều kiện biến dạng, sức chịu tải, ổn định. Các kích thước khác của tiết diện móng như chiều cao, cánh, sườn thì ta tự chọn theo quy định cấu tạo rồi tính toán kiểm tra lại. Cách thứ hai là kích thước sơ bộ của tiết diện được xác định theo tính toán dựa theo giả thuyết sơ bộ là áp lực phản lực của đất nền phân bố theo luật đường thẳng.

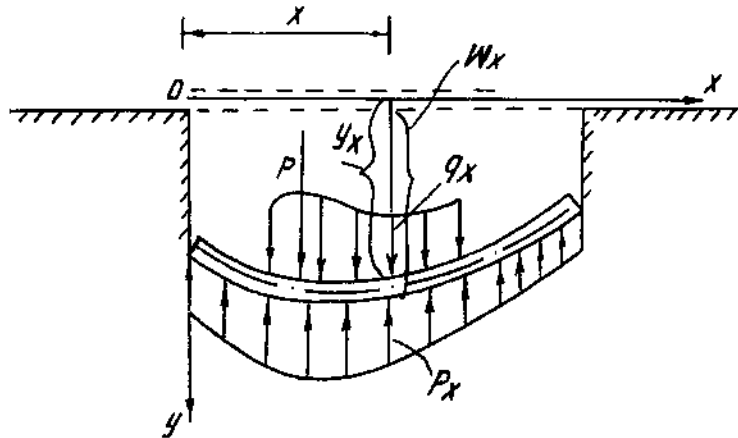
4.2. PHƯƠNG PHÁP HỆ SỐ NỀN

Xét một dầm đặt trên nền đàn hồi, chịu lực tập trung P và lực phân bố q_x .

Phản lực của nền tại một điểm tỷ lệ bậc nhất với độ lún đàn hồi tại điểm đó :

$$p_x = -CbW_x = -KW_x \quad (4-2)$$

C - hệ số nền ; b - bề rộng đáy dầm.



Hình 4-2 : Dầm trên nền biến dạng đàn hồi cục bộ

Phản lực của nền KW_x có thể coi là tải trọng liên tục không đồng đều. Nó có dấu trừ vì phản lực hướng lên trên trong lúc W_x lại hướng xuống dưới. Để bảo đảm đáy dầm tiếp xúc với nền thì độ võng của dầm Y_x tại một điểm phải bằng độ lún của nền tại cùng điểm đó :

$$Y_x = \dot{W}_x \quad (4-3)$$

Phương trình vi phân của trục dầm bị uốn :

$$\frac{d^2 y_x}{dx^2} = -\frac{M_x}{EJ} \quad (4-4)$$

Lấy vi phân hai lần phương trình (4-4) và chia cho EJ được :

$$\frac{d^4 y_x}{dx^4} + 4a^4 y_x = \frac{q_x}{EJ} \quad (4-5)$$

Trong đó : $a = \sqrt[4]{\frac{K}{4EJ}} \quad \frac{1}{m}$

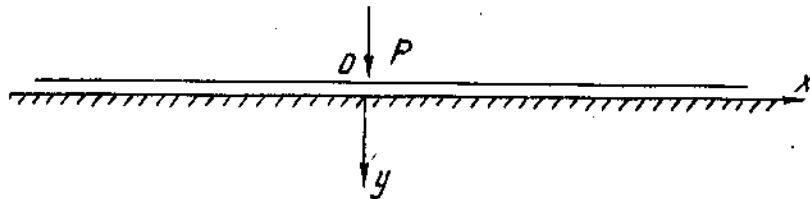
a là đặc trưng của dầm trên nền đàn hồi. Khi q_x là hằng số hay hàm bậc nhất, nghiệm tổng quát của (4-5) là :

$$Y = C_1 e^{ax} \cos ax + C_2 e^{ax} \sin ax + C_3 e^{-ax} \cos ax + C_4 e^{-ax} \sin ax - \frac{q}{K}$$

Khi không có tải trọng phân bố thì trong (4-6) không có $\frac{q}{K}$

C_1, C_2, C_3, C_4 - các hằng số tích phân xác định theo điều kiện biên của sự uốn khi $x = 0$ và $x = \infty$.

4.2.1 Dầm dài vô hạn trên nền đàn hồi chịu lực tập trung P (Hình 4.3).



Hình 4-3

Sử dụng lời giải (4-6), và các điều kiện biên của trường hợp này người ta tìm được :

Độ võng :

$$y = \frac{P}{8a^3 EJ} \xi_1 \quad (4-7)$$

Mômen uốn :

$$M = -\frac{P}{4a} \xi_2 \quad (4-8)$$

Lực cắt :

$$Q = \frac{P}{2} \xi_3 \quad (4-9)$$

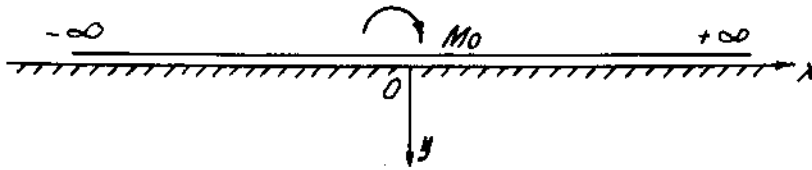
Trong đó :

$$\xi_1 = e^{-ax} (\cos ax + \sin ax) \quad (4-10)$$

$$\xi_2 = e^{-ax} (\sin ax - \cos ax) \quad (4-11)$$

$$\xi_3 = e^{-ax} \cos ax \quad (4-12)$$

4.2.2. Dầm dài vô hạn trên nền đàn hồi chịu mô men M_0 (Hình 4.4).



Hình 4-4

Sử dụng (4-6) với $q = 0$, dùng các điều kiện biên của bài toán ta được :

$$Y = \frac{M_0 \cdot a^2}{K} \xi_4 \quad (4-13)$$

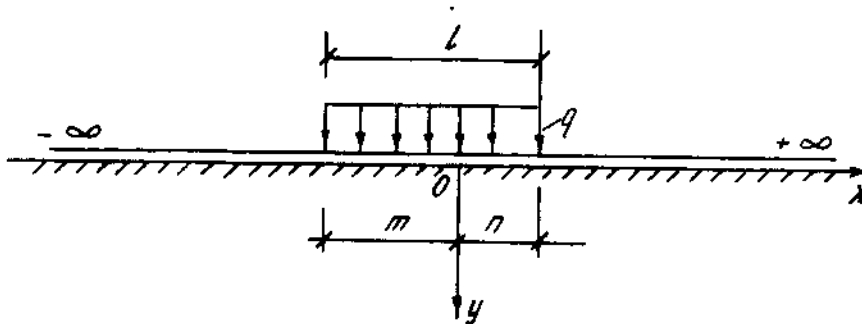
$$M = -\frac{M_0}{2} \xi_3 \quad (4-14)$$

$$Q = -\frac{M_0}{2} a \xi_1 \quad (4-15)$$

$$\xi_4 = e^{-ax} \sin ax \quad (4-16)$$

Các hệ số $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4$ tra bảng 4.2.

4.2.3. Dầm dài vô hạn chịu tải trọng phân bố đều trên đoạn l



Hình 4-5 : Dầm dài vô hạn chịu tải phân bố đều trên đoạn l

Đối với điểm O bất kỳ như trên hình 4-5, phương trình độ võng có thể tìm được bằng cách lấy tích phân từ O đến m và O đến n, biểu thức độ võng

$Y = \frac{P}{8EJa^3} e^{-ax} (\cos ax + \sin ax)$ cho trường hợp lực tập trung tác dụng trên dầm dài vô hạn đặt trên nền đàn hồi, coi rằng các phân tố lực như những lực tập trung, ta được :

$$Y = \frac{q}{2C} (2 - e^{an} \cos an - e^{-am} \cos am) \quad (4-17)$$

C - hệ số nền.

Từ (4-17) ta có thể tìm được các công thức để xác định mô men uốn M và lực cắt Q.

TRỊ SỐ CỦA HÀM $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ ĐỂ TÍNH DẦM DÀI VÔ HẠN TRÊN NÉN ĐÀN HỒI

$$\eta_1 = e^{-mz}(\cos mz + \sin mz) ; \quad \eta_3 = e^{-mz}, \cos mz$$

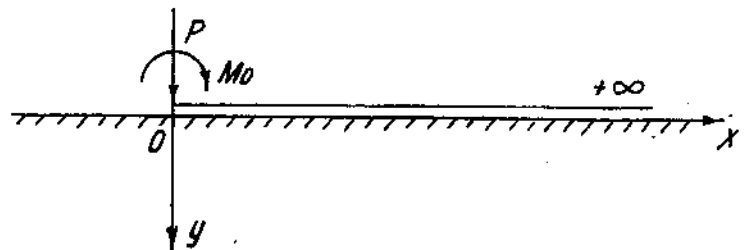
$$\eta_2 = e^{-mz}(\cos mz - \sin mz) ; \quad \eta_4 = e^{-mz} \sin mz$$

mz	η_1	η_4	η_2	η_3	mz
0,0	1,000	0,0000	1,0000	+1,0000	0,0
0,1	0,9907	+0,0903	0,8100	+0,9003	0,1
0,2	0,9651	+0,1627	0,6398	+0,8024	0,2
0,3	0,9267	+0,2189	0,4888	+0,7077	0,3
0,4	0,8784	+0,2610	0,3564	+0,6174	0,4
0,5	0,8231	+0,2908	0,2115	+0,5323	0,5
0,6	0,7628	+0,3099	0,1431	+0,4530	0,6
0,7	0,6997	+0,3199	0,0599	+0,3708	0,7
$\pi/4$	0,6448	+0,3224	0,0000	+0,3224	0,785
0,8	0,6354	+0,3223	-0,0093	+0,3131	0,8
0,9	0,5712	+0,3185	-0,0657	+0,2527	0,9
1,0	0,5083	+0,3096	-0,1108	+0,1988	1,0
1,1	0,4476	+0,2967	-0,1457	+0,1510	1,1
1,2	0,3899	+0,2807	-0,1716	+0,1091	1,2
1,3	0,3355	+0,2626	-0,1897	+0,0729	1,3
1,4	0,2849	+0,2430	-0,2011	+0,0419	1,4
1,5	0,2384	+0,2226	-0,2068	+0,0158	1,5
$\pi/2$	0,2079	+0,2079	-0,2079	0,000	1,571
1,6	0,1959	+0,2018	-0,2077	-0,0059	1,6
1,7	0,1576	+0,1812	-0,2047	-0,0235	1,7
1,8	0,1234	+0,1610	-0,1985	-0,0376	1,8
1,9	0,0932	+0,1415	-0,1899	-0,0484	1,9
2,0	0,0667	+0,1231	-0,1794	-0,0563	2,0
2,1	0,0439	+0,1057	-0,1675	-0,0618	2,1
2,2	0,0241	+0,0896	-0,1518	-0,0652	2,2
2,3	0,0080	+0,0748	-0,1416	-0,0668	2,3
$3\pi/4$	0,0000	+0,0670	-0,1340	-0,0670	2,356
2,4	-0,0056	+0,0613	-0,1282	-0,0669	2,4
2,5	-0,0166	0,0491	-0,1149	-0,0658	2,5
2,6	-0,0254	+0,0383	-0,1019	-0,0636	2,6
2,7	-0,0320	+0,0287	-0,0895	-0,0608	2,7
2,8	-0,0360	+0,0204	-0,0777	-0,0573	2,8
2,9	-0,0403	+0,0132	-0,0666	-0,0534	2,9
3,0	-0,04226	+0,00703	-0,05632	-0,04929	3,0
3,1	-0,04314	+0,00187	-0,04688	-0,04501	3,1
π	-0,04321	+0,00000	-0,04321	-0,04321	3,112
3,2	-0,04307	-0,00238	-0,03831	-0,04069	3,2
3,3	-0,04224	-0,00582	-0,03060	-0,03612	3,3
3,4	-0,04079	-0,00853	-0,02374	-0,03227	3,4
3,5	-0,03887	-0,01050	-0,01769	-0,02828	3,5
3,6	-0,03659	-0,01209	-0,01211	-0,02450	3,6
3,7	-0,03407	-0,01310	-0,00787	-0,02097	3,7

mz	η_1	η_4	η_2	η_3	mz
3,8	-0,03138	-0,01369	-0,00101	-0,01770	3,8
3,9	-0,02862	-0,01392	-0,00077	-0,01169	3,9
5 π /4	-0,02786	0,01393	0,00000	-0,01393	3,927
4,0	-0,02583	-0,01386	+0,00189	-0,01197	4,0
4,1	-0,02309	-0,01356	0,00403	-0,00953	4,1
4,2	-0,02042	-0,01307	0,00572	0,00735	4,2
4,3	-0,01787	0,01243	0,00699	-0,00511	4,3
4,4	-0,01546	-0,01168	0,00791	-0,00377	4,4
4,5	-0,01320	-0,01086	0,00852	-0,00234	4,5
4,6	-0,01112	-0,00999	0,00786	-0,00113	4,6
4,7	-0,00921	-0,00909	0,00898	-0,00011	4,7
6 π /4	-0,00898	-0,00898	0,00898	0,00000	4,712
4,8	-0,00718	-0,00820	0,00892	+0,00072	4,8
4,9	-0,00593	-0,00732	0,00870	0,00130	4,9
5,0	-0,00455	0,00616	0,00837	0,00191	5,0
5,1	-0,00334	-0,00564	0,00795	0,00230	5,1
5,2	-0,00229	-0,00187	0,00746	0,00259	5,2
5,3	-0,00139	-0,00115	0,00692	0,00277	5,3
5,4	-0,00063	-0,00319	0,00636	0,00287	5,4
7 π /4	0,00000	-0,00290	0,00579	0,00290	5,438
5,5	+0,00001	-0,00288	0,00578	0,00290	5,5
5,6	0,00053	-0,02233	0,00520	0,00287	5,6
5,7	0,00095	-0,00181	0,00161	0,00279	5,7
5,8	0,00127	-0,00111	0,00109	0,00268	5,8
5,9	0,00152	-0,00102	0,00356	0,00251	5,9
6,0	0,00169	-0,00069	0,00307	0,00338	6,00
6,1	0,00180	-0,00060	0,00261	0,00221	6,1
6,2	0,00185	-0,00017	0,00219	0,00202	6,2
8 π /4	0,00187	0,00000	0,00187	0,00187	6,233
6,3	0,00187	+0,00003	0,00181	0,00181	6,3
6,4	0,00184	0,00019	0,00146	0,00165	6,4
6,5	0,00179	0,00032	0,00115	0,00117	6,5
6,6	0,00172	0,00042	0,00087	0,00012	6,6
6,7	0,00162	0,00050	0,00063	0,00113	6,7
6,8	0,00152	0,00055	0,00012	0,00097	6,8
6,9	0,00111	0,00058	0,00024	0,00082	6,9
7,0	0,00129	0,00060	0,00009	0,00069	7,0
9 π /4	0,00120	0,00060	0,00000	0,00060	7,08

4.2.4. Dầm dài nửa vô hạn trên nền đàn hồi chịu lực tập trung P và mô men M_0 .

Sử dụng điều kiện biên của trường hợp này người ta tìm được :



Hình 4-6 : Dầm dài nửa vô hạn chịu lực tập trung và mô men

$$Y = \frac{2a}{K} (P \xi_3 - aM_0 \xi_2) \quad (4.18)$$

$$M = \frac{I}{a} (-P \xi_4 + aM_0 \xi_1) \quad (4.19)$$

$$Q = -(P \xi_1 + 2aM_0 \xi_4) \quad (4.20)$$

Khi tính toán kết cấu trên nền đàn hồi, tùy thuộc khoảng cách từ điểm đặt lực đến đầu mút dầm có thể chia ra ba loại như sau :

Dầm dài vô hạn khi $l > 2,5a$

Dầm ngắn : $0,75 a < l \leq 2,5a$

Dầm cứng : $l \leq 0,75a$

4.2.5. Dầm cứng : áp lực phản lực có thể xác định theo công thức của sức bền vật liệu đối với trường hợp nén trung tâm hay lệch tâm.

4.2.6. Dầm ngắn

Khi dầm ngắn thì tải trọng tác dụng tại vị trí bất kỳ của dầm sẽ gây ra độ võng đáng kể ở các tiết diện đầu mút dầm, do đó giải bài toán này phức tạp hơn nhiều. Bài toán này có thể giải theo phương pháp thông số ban đầu của việc sĩ Crulov, phương pháp tải trọng ảo của Timôfeev.

4.3. MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ TÍNH TOÁN MÓNG MỀM

Việc tính toán móng băng giao thoa dưới các dầm cột rất phức tạp, có thể tham khảo trong [25], [34].

Tính toán bản móng trên nền đàn hồi có thể tham khảo [5], [33], [34], [35], [41]...

Hiện nay có các chương trình tính móng băng, băng giao thoa dưới các dầm cột, móng bè theo mô hình nền biến dạng cục bộ và có các chương trình tính hệ khung phẳng, khung không gian trên nền đàn hồi nhằm kể đến sự phối hợp làm việc giữa kết cấu bên trên, móng và nền.

So sánh ba phương pháp tính toán móng băng, móng bè :

- Không kể đến ảnh hưởng độ cứng kết cấu bên trên
- Kể đến ảnh hưởng độ cứng kết cấu bên trên của nhà, công trình
- Kể đến ảnh hưởng độ cứng kết cấu bên trên và biến dạng của cột khung.

Cho thấy trị số mô men trong hai phương pháp sau khác nhiều, với phương pháp thứ nhất. Có khi theo phương pháp này cho trị mô men âm nhưng theo phương pháp kia lại cho mômen dương tại cùng một tiết diện. Tính toán móng có kể đến ảnh hưởng của độ cứng kết cấu bên trên còn cho thấy sự phân bố nội lực trong kết cấu bên trên khác với kết quả tính toán coi rằng cột được ngàm cứng ở phía dưới. Khi xét đến khả năng chuyển vị của các cột khung, mô men uốn trong khung có thể tăng lên đáng kể, đặc biệt khi nền có tính nén lún thay đổi trong mặt bằng.

Vấn đề, cấu tạo móng băng, băng giao thoa dưới dầm cột, móng bè có thể tham khảo [30], [49], [55]...

Chương 5

NỀN NHÂN TẠO

Khi nền đất yếu, không đủ sức chịu, thì cần phải gia cố. Có nhiều biện pháp gia cố nền. Ở đây chỉ hướng dẫn cho sinh viên những phương pháp gia cố nền thông dụng ở nước ta.

5.1. ĐỆM CÁT

Đệm cát là một giải pháp nền nhân tạo được áp dụng rộng rãi ở những vùng sẵn vật liệu làm đệm cát (cát vàng hạt thô và cát vàng mờ hạt trung).

Khi thay thế lớp đất yếu bằng lớp đệm cát, thì sẽ đảm bảo cho nền sức chịu tải, công trình có độ lún ít và giảm sự lún không đều.

Phương pháp thi công đơn giản, vật liệu rẻ tiền, chịu lực tốt. Như vậy là đệm cát có nhiều ưu điểm. Tuy nhiên, khi mực nước ngầm cao, có áp và lớp đất yếu phải thay thế bằng lớp đệm cát dày hơn 3m thì không nên dùng đệm cát. Vì lúc đó phải chi phí rất lớn về việc hạ mực nước ngầm, thi công rất khó và khối lượng cát rất lớn.

Việc xác định kích thước đệm cát một cách chính xác là một bài toán phức tạp, vì đệm cát và lớp đất yếu có tính chất hoàn toàn khác nhau. Ngoài ra còn phải xét đến sự làm việc đồng thời giữa nền và công trình.

Dưới đây giới thiệu một số phương pháp tính toán đệm cát và các thí dụ.

5.1.1. Phương pháp đơn giản

Gọi phương pháp này là đơn giản, vì người ta coi lớp đệm cát như một lớp đất nền thiên nhiên, có biến dạng tuyến tính. Do đó có thể áp dụng lý thuyết và những công thức của cơ học đất.

Chính vì đơn giản hóa như vậy, nên độ lún tính toán thường khác độ lún thực tế. Qua quan trắc lún thực tế độ lún thường lớn hơn tính toán. Tuy nhiên độ lún của móng vẫn trong giới hạn cho phép, nên phương pháp tính toán này vẫn được áp dụng rộng rãi khi công trình không lớn và không quan trọng lắm.

Sơ đồ tính toán đệm cát trình bày trên hình 5.1.

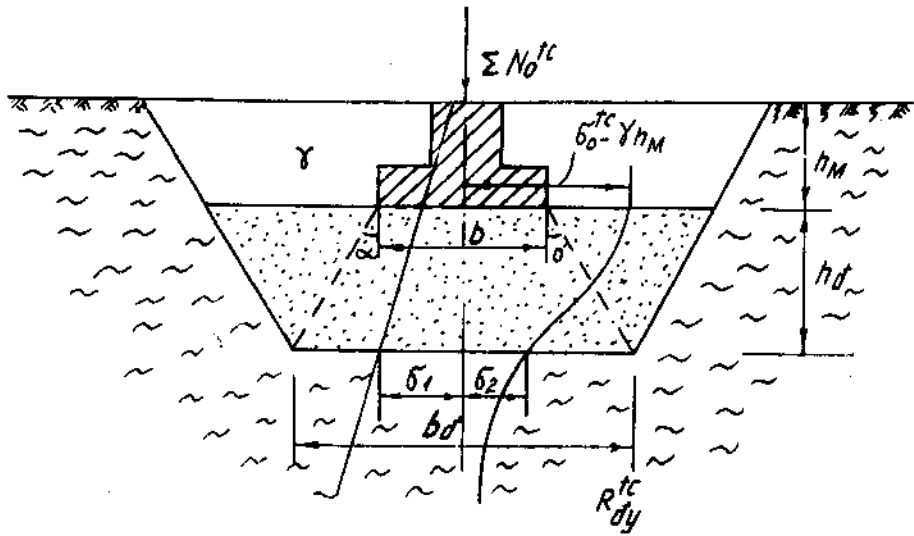
Để đảm bảo cho đệm cát ổn định và biến dạng trong giới hạn cho phép, thì phải đảm bảo điều kiện :

$$\sigma_1 + \sigma_2 \leq R_{dy} \quad (5-1)$$

Trong đó :

σ_1 - ứng suất thường xuyên do trọng lượng bản thân của đất trên cốt đáy móng và đệm cát tác dụng trên mặt lớp đất yếu.

$$\sigma_1 = \gamma_d h_d + \gamma h_M \quad (5-2)$$



Hình 5-1 : Sơ đồ tính toán dệm cát

Ở đây :

γ và γ_d - dung trọng của đất và của lớp dệm cát.

h_M và h_d - chiều sâu đặt móng và chiều dày dệm cát

σ_2 - ứng suất do công trình gây nên, truyền trên mặt lớp đất yếu, dưới đáy lớp dệm cát.

$$\sigma_2 = K_o(\sigma_o^{tc} - \gamma h_M) \quad (5-3)$$

K_o - hệ số phụ thuộc vào $m = \frac{2z}{b}$ và $n = \frac{l}{b}$ tra bảng 3.7.

z - chiều sâu điểm đang xét

l - chiều dài đáy móng

b - chiều rộng đáy móng

σ_o^{tc} - ứng suất tiêu chuẩn trung bình dưới đáy móng xác định như sau :

a) Trường hợp móng chịu tải trọng trung tâm :

$$\sigma_o^{tc} = \gamma b h_M + \frac{\Sigma N_o^{tc}}{F} \quad (5-4)$$

b) Trường hợp móng chịu tải trọng lệch tâm :

$$\sigma_o^{tc} = \frac{\sigma_{max}^{tc} + \sigma_{min}^{tc}}{2} \quad (5-5)$$

$$\sigma_{max}^{tc} = \gamma t b h_M + \frac{\Sigma N_o^{tc}}{F} \pm \frac{\Sigma M^{tc}}{W} \quad (5-6)$$

Trong đó :

ΣN_o^{tc} - tổng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng của công trình tác dụng lên móng

ΣM^{tc} - tổng mô men do tải trọng công trình tác dụng vào móng

F - diện tích đáy móng

W - Momen chống uốn của tiết diện đáy móng

γ_{tb} - dung trọng trung bình của móng và đất lấp lên móng.

Áp lực tính toán ở trên mặt lớp đất yếu, thể hiện mức chịu của lớp đất yếu dưới đáy lớp đệm cát được xác định theo công thức sau :

$$R_{dy} = \frac{m_1 m_2}{K_{tc}} (A b_y \gamma_{II} + B h_y \gamma'_{II} + D c_{II}) \quad (5-7)$$

Ở đây :

A, B, D - các hệ số phụ thuộc φ_{II} tra bảng 3-2

+ Đối với móng băng :

$$b_y = \frac{\Sigma N_o^{tc}}{\sigma_2 l} \quad (5-8)$$

+ Đối với móng chữ nhật :

$$b_y = \sqrt{\Delta^2 + F_y} - \Delta \quad (5-9)$$

$$\Delta = \frac{l - b}{2} \quad (5-10)$$

$$F_y = \frac{\Sigma N_o^{tc}}{\sigma_2} \quad (5-11)$$

γ_{tb} - dung trọng trung bình của các lớp đất kể từ mặt đất thiên nhiên đến đáy lớp đệm (có kể đến sức đẩy nổi của nước).

c_{II} - trị tính toán thứ hai lực dính của đất nền ở đáy đệm cát

Để đơn giản trong tính toán, chiều dày lớp đệm cát h_d có thể xác định theo công thức gần đúng sau đây :

$$h_d = Kb \quad (5-12)$$

Trong đó :

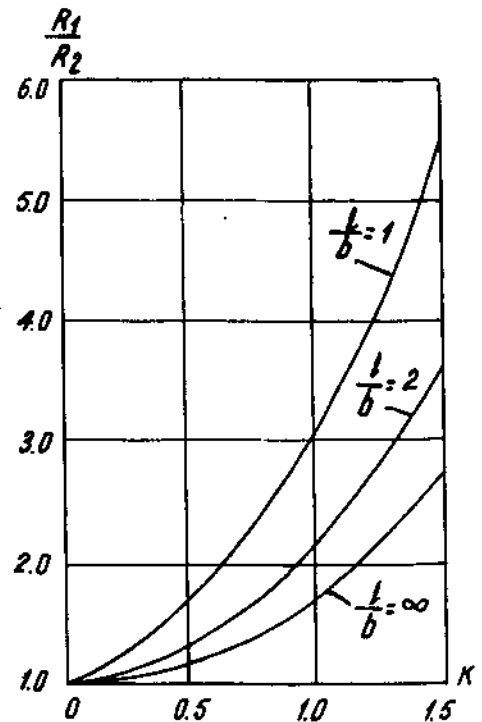
K - hệ số phụ thuộc tỷ số $\frac{l}{b}$ và $\frac{R_1}{R_2}$

(xem hình 5-2).

l - chiều dài đáy móng

b - chiều rộng đáy móng

R_1 - cường độ tính toán của đệm cát có thể xác định như sau :



Hình 5-2 : Biểu đồ xác định hệ số K

- Thí nghiệm nén tĩnh tại hiện trường
- Xuyên động, xuyên tĩnh
- Tra bảng xác định R_0 ứng với độ chặt của cát.

R_2 - áp lực tính toán của lớp đất yếu nằm dưới lớp đệm cát, thường xác định bằng thí nghiệm nén tĩnh tại hiện trường hoặc tính theo c, φ .

Chiều rộng đáy đệm cát xác định theo công thức :

$$b_d = b + 2h_d \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (5-13)$$

Theo kinh nghiệm thiết kế để đảm bảo được yêu cầu về ổn định, thì góc truyền lực α thường lấy bằng góc ma sát trong của cát hoặc có thể lấy trong giới hạn $\alpha = 30^\circ \div 45^\circ$.

Sau khi xác định được kích thước đệm cát, thì phải kiểm tra lại điều kiện (5-3) và bảo đảm độ lún trong giới hạn cho phép.

$$S = S_1 + S_2 \leq S_{gh}$$

$$\Delta S \leq \Delta S_{gh}$$

Trong đó :

S_1 - độ lún của riêng đệm cát

S_2 - độ lún của các lớp đất nằm dưới đáy đệm cát (tính đến chiều sâu vùng chịu nén)

S_{gh} - độ lún giới hạn cho phép

ΔS_{gh} - độ lún lệch tương đối giới hạn cho phép

ΔS - độ lún lệch tương đối, xác định theo tính toán.

Ví dụ 5.1 :

Thiết kế móng cột nhà khung bê tông cốt thép 5 tầng. Tiết diện cột $350 \times 420\text{mm}$. Cao trình nền nhà ở các phía cột đều bằng nhau. Tổ hợp tải trọng cơ bản nguy hiểm nhất bằng $N_0^{tt} = 960 \text{ KN}$, $M_0^{tt} = 120 \text{ KNm}$, $H^{tt} = 67,5 \text{ KN}$.

Trị tiêu chuẩn của các tải trọng đó là :

$$N_0^{tc} = 800 \text{ KN}, M_0^{tc} = 100 \text{ KNm}, H^{tc} = 56,25 \text{ KN}$$

Theo báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình, khu đất xây dựng khá bằng phẳng. Từ trên xuống dưới gồm các lớp đất có chiều dày ít thay đổi trong mặt bằng :

- 1 - Đất trống trọt dày trung bình 0,5m
- 2 - Sét xám xanh dày trung bình 3m
- 3 - Á cát chiều dày trung bình 2,5m
- 4 - Á sét có chiều dày chưa kết thúc trong phạm vi lỗ khoan sâu 15m.

Chỉ tiêu cơ học và vật lý các lớp đất như trong bảng sau :

TT	Lớp đất	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	W%	W _L %	W _p %	φ_{II}°	c _{II} (KPa)	E(KPa)
1	Đất trồng trọt	15							
2	Sét	18,1	26,9	43	46	27	11°	14	4000
3	Á cát	20,5	26,6	18	21	15	22°	20	9500
4	Á sét	19	26,6	31	41	27	18°	28	10200

Căn cứ điều kiện địa chất công trình, tải trọng và đặc điểm công trình ta chọn giải pháp móng đơn bê tông cốt thép trên đệm cát. Làm lớp bê tông lót dày 10 cm, mác 75 vữa xi măng cát.

Chọn độ sâu chôn móng $h = 1,5m$ kể đến đáy lớp bê tông lót. Dùng cát hạt thô vừa làm đệm, đầm đến độ chặt trung bình. Tra bảng TCXD 45-78 (bảng 2-3). Cường độ tính toán quy ước của cát làm đệm : $R_o = 400$ KPa. Cường độ này ứng với $b = 1m$, $h = 2m$. Ở đây $h = 1,5m$, giả thiết $b = 1,5m$. Cường độ tính toán của cát tính theo công thức tính đổi của quy phạm.

Khi $h \leq 2m$

$$R = R_o \left(1 + K_1 \frac{b - b_1}{b_1} \right) \frac{h + h_1}{2h_1}$$

Ở đây đối với cát hạt thô vừa nên hệ số kể đến ảnh hưởng của bề rộng móng $K_1 = 0,125$.

$$R = 400 \left(1 + 0,125 \cdot \frac{1,5 - 1}{1} \right) \times \frac{1,5 + 2}{2 \cdot 2} = 371,875 \text{ KPa.}$$

Diện tích đáy móng :

$$F = \frac{N_o^{tc}}{R - \gamma_{tb}h} = \frac{800}{371,9 - 2 \cdot 1,5} = 2,34m^2$$

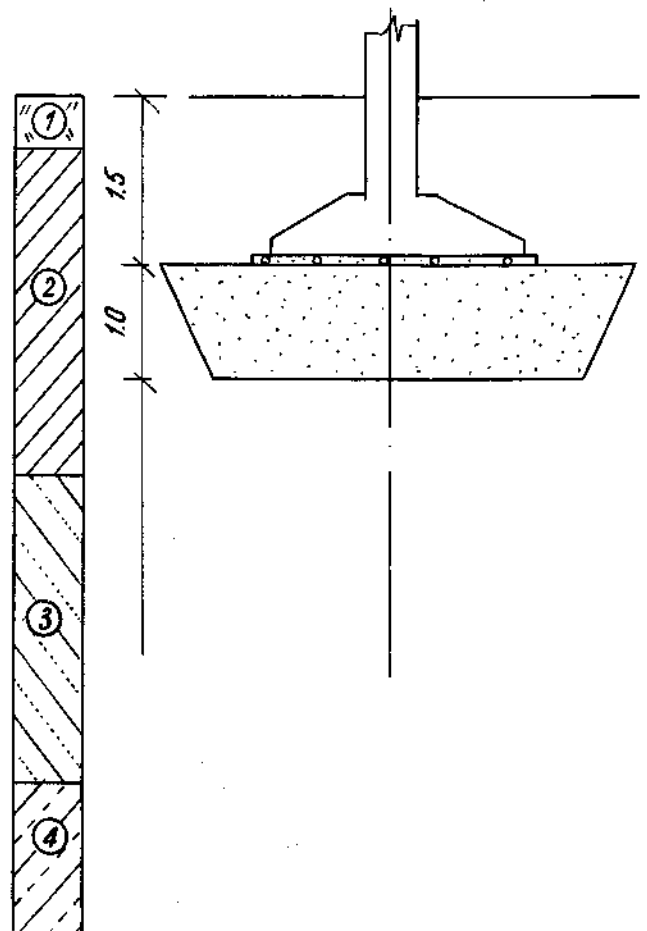
Tăng diện tích móng lên vì chịu tải lệch tâm :

$$F' = 1,1F = 2,574 \text{ m}^2$$

$$\text{chọn } \frac{l}{b} = 1,2$$

$$b = \sqrt{\frac{2,574}{1,2}}$$

$$b = 1,4645m \text{ lấy } b = 1,5m.$$



Hình 5-3

$$l = 1,2b = 1,8\text{m.}$$

$$\sigma_{\max}^{\text{tc}} = \frac{N_o^{\text{tc}}}{l \cdot b} \cdot \left(1 \pm \frac{6e}{l}\right) + \gamma_{\text{tb}} h = \frac{800}{1,5 \cdot 1,8} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,18}{1,8}\right) + 20 \cdot 1,5$$

$$\sigma_{\max}^{\text{tc}} = 504,07 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{\min}^{\text{tc}} = 148,52 \text{ KPa}$$

$$1,2R = 1,2 \cdot 371,88 = 446,26 \text{ KPa} < \sigma_{\max}^{\text{tc}} = 504,07 \text{ KPa.}$$

Không thỏa mãn điều kiện áp lực. Tăng kích thước móng lên : $l = 1,9\text{m}$; $b = 1,6\text{m}$

$$\sigma_{\max}^{\text{tc}} = \frac{800}{1,6 \cdot 1,9} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,18}{1,9}\right) + 20 \cdot 1,5$$

$$\sigma_{\max}^{\text{tc}} = 440,11 \text{ KPa}, \quad \sigma_{\min}^{\text{tc}} = 146,21 \text{ KPa.}$$

$$\sigma_{\text{tb}}^{\text{tc}} = 293,16 \text{ KPa.}$$

Cường độ tính toán của cát đệm ứng với $b = 1,6\text{m}$.

$$R = 400 \left(1 + 0,125 \frac{1,6 - 1}{1}\right) \frac{1,5 + 2}{2 \cdot 2} = 376,25 \text{ KPa}$$

$$1,2R = 1,2 \cdot 376,25 = 451,5 \text{ KPa} > \sigma_{\max}^{\text{tc}} = 440,11 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{\text{tb}}^{\text{tc}} = 293,16 \text{ KPa} < R = 376,25 \text{ KPa.}$$

Thỏa mãn điều kiện áp lực tại đáy móng. Chọn chiều cao đệm cát $h_d = 1\text{m}$.
Kiểm tra chiều cao đệm cát theo điều kiện áp lực lên lớp đất yếu (sét dẻo mềm)

$$\sigma_{z=h+h_d}^{\text{bt}} + \sigma_{z=h_d}^{\text{gl}} \leq R_{\text{đy}}$$

$$R_{\text{đy}} = \frac{m_1 m_2}{K_{\text{tc}}} (A b_y \gamma_{\text{II}} + B H_y \gamma'_{\text{II}} + D c_{\text{II}})$$

$$H_y = h + h_d = 1,5 + 1 = 2,5\text{m.}$$

$$\gamma'_{\text{II}} = \frac{0,5 \cdot 1,5 + 2,0 \cdot 1,81}{0,5 + 2} = 17,48 \text{ KN/m}^3.$$

$$\Delta = \frac{l - b}{2} = \frac{1,9 - 1,6}{2} = 0,15\text{m}$$

$$F_y = \frac{N^{\text{tc}}}{\sigma_{z=h_d}^{\text{gl}}}$$

$$N^{\text{tc}} = N_o^{\text{tc}} + F_y \gamma_{\text{tb}} = 800 + 1,9 \cdot 1,6 \cdot 1,5 \cdot 20 = 891,2 \text{ KN}$$

$$F_y = \frac{891,2}{\sigma_{z=h_d}^{gl}}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{z=0}^{gl} &= \sigma_{tb}^{tc} - \gamma h = 293,16 - (0,5 \cdot 15 + 1 \cdot 18,1) \\ &= 263,16 \text{ KPa.}\end{aligned}$$

$$\sigma_{z=h_d}^{gl} = K_o \sigma_{z=0}^{gl} = K_o \cdot 263,16$$

$$K_o = f\left(\frac{l}{b}; \frac{2z}{b}\right)$$

$$\frac{l}{b} = \frac{1,9}{1,6} = 1,2; \quad \frac{2z}{b} = \frac{2h_d}{b} = \frac{2 \cdot 1}{1,6} = 1,3135$$

tra bảng được $K_o = 0,613$.

$$\sigma_{z=h_d}^{gl} = 0,613 \cdot 263,16 = 161,32 \text{ KPa.} \quad F_y = \frac{891,2}{161,32} = 5,5245 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}b_y &= \sqrt{F_y + \Delta^2} - \Delta = \sqrt{5,5245 + 0,15^2} - 0,15 \\ &= 2,2052 \text{ m} \rightarrow b = 2,2 \text{ m}\end{aligned}$$

$$R_{dy} = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,205 \cdot 2,2 \cdot 18,1 + 1,835 \cdot 2,5 \cdot 17,48 + 4,295 \cdot 14) = 163,35 \text{ KPa.}$$

$$\sigma_{z=h}^{bt} = 0,5 \cdot 1,5 + 1 \cdot 18,1 = 25,6 \text{ KPa.}$$

$$\sigma_{z=h+h_d}^{bt} = \sigma_{z=2,5}^{bt} = 25,6 + 1 \cdot 18,1 = 43,7 \text{ KPa.}$$

$$\sigma_{z=h_d}^{gl} + \sigma_{z=h+h_d}^{bt} = 161,32 + 43,7 = 205,02 \text{ KPa} > R_{dy}$$

Không thỏa mãn điều kiện áp lực tại lớp đất yếu ở đáy đệm cát. Phải tăng chiều cao đệm cát lên $h_d = 1,5 \text{ m}$.

$$H_y = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ m.}$$

$$\gamma_{tt} = \frac{0,5 \cdot 15 + 2,5 \cdot 18,1}{0,5 + 2,5} = 17,58 \text{ KN/m}^3$$

$$\frac{l}{b} = \frac{1,9}{1,6} = 1,2; \quad \frac{2z}{b} = \frac{2h_d}{b} = \frac{2 \cdot 1,5}{1,6} = 1,875$$

tra bảng được $K_o = 0,4156$.

$$\sigma_{z=h_d}^{bt} = \sigma_{z=1,5 \text{ m}}^{gl} = 0,4156 \cdot 263,16 = 109,359 \text{ KPa.}$$

$$\sigma_{z=h+h_d}^{bt} = 0,5 \cdot 1,5 + 2,5 \cdot 18,1 = 52,75 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{z=h_d}^{gl} + \sigma_{z=h+h_d}^{bt} = 109,359 + 52,75 = 162,11 \text{ KPa}$$

$$F_y = \frac{891,2}{109,359} = 8,1493 \text{ m}^2$$

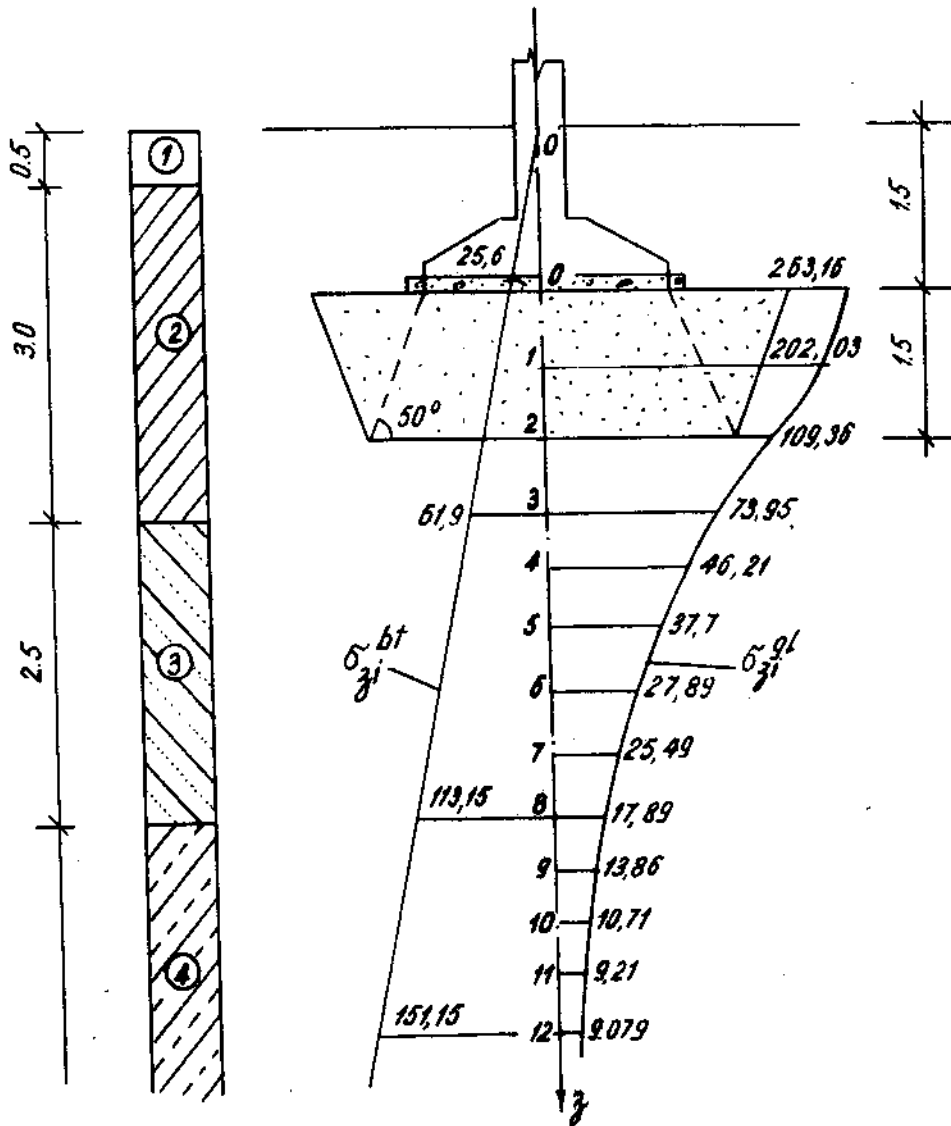
$$b_y = \sqrt{8,1493 + 0,15^2} - 0,15 = 2,8586 \text{ m.}$$

$$R_{dy} = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,205 \cdot 2,9 \cdot 18,1 + 1,835 \cdot 317,58 + 4,295 \cdot 14)$$

$$R_{dy} = 184,45 \text{ KPa} > \sigma_{z=h_d}^{gl} + \sigma_{z=h+h_d}^{bt} = 162,11 \text{ KPa.}$$

Như vậy chiều cao đệm cát đã thỏa mãn điều kiện áp lực lên lớp đất yếu (sét dẻo mềm) tại đáy đệm cát.

Kiểm tra chiều cao đệm cát theo điều kiện biến dạng. Tra bảng quy phạm với cát thô vừa, chặt vừa được $E = 35000 \text{ KPa}$.



Hình 5-4

Điểm	Độ sâu zm	$\frac{2z}{b}$	$\frac{l}{b}$	K_{oi}	$\sigma_{zi}^{gl} = K_{oi} \sigma_{z=0}^{gl}$	σ_{zi}^{bt}
0	0	0	1,2	1,000	263,16	25,6
1	0,75	0,9375		0,7677	202,03	
2	1,5	1,875		0,4156	109,36	
3	2,0	2,5		0,281	73,95	61,9
4	2,5	3,125		0,1957	51,49	
5	3,0	3,75		0,1433	37,7	
6	3,5	4,375		0,1195	31,45	
7	4,0	5,0		0,0855	22,50	
8	4,5	5,625		0,068	17,69	113,15
9	5,0	6,25		0,0556	14,64	
10	5,5	6,875		0,047	12,37	
11	6,0	7,5		0,039	10,26	
12	6,5	8,125		0,0345	9,079	151,15

Lấy giới hạn nền đến điểm 10.

Độ lún của nền

$$\begin{aligned}
 S &= 0,8 \left[\left(\frac{263,16}{2} + 202,03 + \frac{109,36}{2} \right) \frac{0,75}{35000} + \frac{109,36 + 73,95}{2 \cdot 4000} \cdot 0,5 + \right. \\
 &+ \left(\frac{73,95}{2} + 51,49 + 37,7 + 31,45 + 22,50 + \frac{17,69}{2} \right) \cdot \frac{0,5}{9500} + \\
 &\left. + \left(\frac{17,69}{2} + 14,64 + \frac{12,37}{2} \right) \cdot \frac{0,5}{10200} \right] = 0,027\text{m}.
 \end{aligned}$$

Đối với nhà này $S_{gh} = 8 \text{ cm} > S = 2,7\text{cm}$ thỏa mãn điều kiện lún tuyệt đối.

Như vậy kích thước đáy móng và chiều dày đệm cát lấy như trên là được :

Lấy góc $\alpha = 50^\circ$.

Bề rộng đáy đệm cát :

$$\begin{aligned}
 b_d &= b + 2h_d \cot \alpha \\
 &= 1,6 + 2 \cdot 1,5 \cdot \cot 50^\circ = 3,78 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tính toán độ bền và cấu tạo móng :

Dùng bê tông mác 200 có $R_n = 9000 \text{ KPa}$.

Áp lực tính toán tại đáy móng :

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\max}^{tt} &= \frac{N_o^{tt}}{F} \left(1 \pm \frac{6e}{l} \right) \\
 &= \frac{960}{1,6 \cdot 1,9} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,18}{1,9} \right) \\
 \sigma_{\max}^{tt} &= 179,5 \text{ KPa} ; \sigma_{\min}^{tt} = 136,3 \text{ KPa}.
 \end{aligned}$$

Theo quy tắc tam giác đồng dạng ta tính được :

$$\sigma_1^{tt} = 153,1 \text{ KPa}$$

$$\sigma_o^{tt} = \frac{\sigma_{max}^{tt} + \sigma_1^{tt}}{2} = \frac{179,5 + 153,1}{2} = 166,3 \text{ KPa.}$$

Chiều cao làm việc của móng :

Theo công thức tính cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn :

$$h_o \geq L \sqrt{\frac{\sigma_o^{tt} \cdot b_{tt}}{0,4 b_{tr} R_n}}$$

$$L = 0,74 \text{ m}; b_{tt} = l = 1,9 \text{ m};$$

$$b_{tr} = l_c = 0,42 \text{ m.}$$

$$h_o \geq 0,74 \sqrt{\frac{166,3 \cdot 1,9}{0,4 \cdot 0,42 \cdot 9000}}$$

$$= 0,338 \text{ m.}$$

$$\text{Chiều cao móng } h_m = h_o + a$$

$$= 0,338 + 0,075 = 0,413 \text{ m.}$$

$$\text{lấy } h_m = 0,5 \text{ m.}$$

Chiều cao làm việc của móng :

$$h_o = h_m - a = 0,5 - 0,03 = 0,47 \text{ m.}$$

Làm móng vát như hình bên

Momen quay quanh mặt ngàm I-I :

$$M_I = bL^2 \cdot \frac{2\sigma_{max}^{tt} + \sigma_1^{tt}}{6} = 1,6 \cdot 0,74^2 \cdot \frac{2 \cdot 179,5 + 153,1}{6} = 74,78 \text{ KNm}$$

$$\sigma_{Ib}^{tt} = \frac{\sigma_{max}^{tt} + \sigma_{min}^{tt}}{2} = \frac{179,5 + 136,3}{2} = 157,9 \text{ KPa.}$$

Momen quay quanh mặt ngàm II-II :

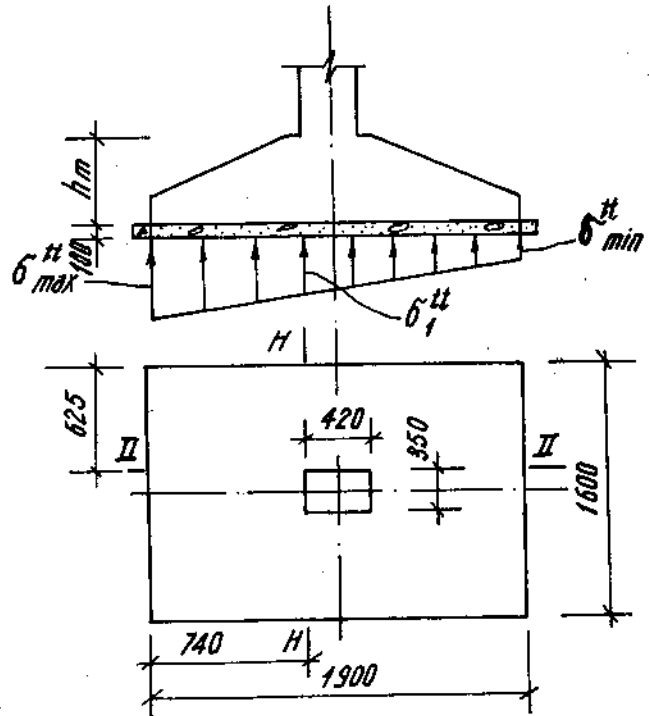
$$M_{II} = l B^2 \frac{\sigma_{Ib}^{tt}}{2} = 1,9 \cdot 0,625^2 \cdot \frac{157,9}{2} = 58,6 \text{ KNm}$$

Dùng thép AII có $R_a = 280000 \text{ KPa.}$

$$F_{aI} = \frac{M_I}{0,9 h_o R_a} = \frac{74,78}{0,9 \cdot 0,47 \cdot 280000} = 0,0006314 \text{ m}^2 = 6,314 \text{ cm}^2$$

Chọn 10 $\phi 10$, $F_a = 7,85 \text{ cm}^2 > 6,314 \text{ cm}^2$

Khoảng cách giữa các trục thanh $a = 167 \text{ mm.}$



Hình 5-5.

Chiều dài mỗi thanh 1850mm.

Diện tích tiết diện cốt thép để chịu mô men M_{II} :

$$F_{a_{II}} = \frac{M_{II}}{0,9 h'_0 R_a} = \frac{58,6}{0,9 \cdot 0,46 \cdot 280000} = 0,0005055 m^2 = 5,06 cm^2$$

Chọn 10 $\phi 10$, $F_a = 7,85 cm^2 > 5,06 cm^2$.

Khoảng cách giữa trục các thanh cốt thép cùng dẫy :

$$a' = 200 mm.$$

Chiều dài mỗi thanh : 1550mm.

Chú ý :

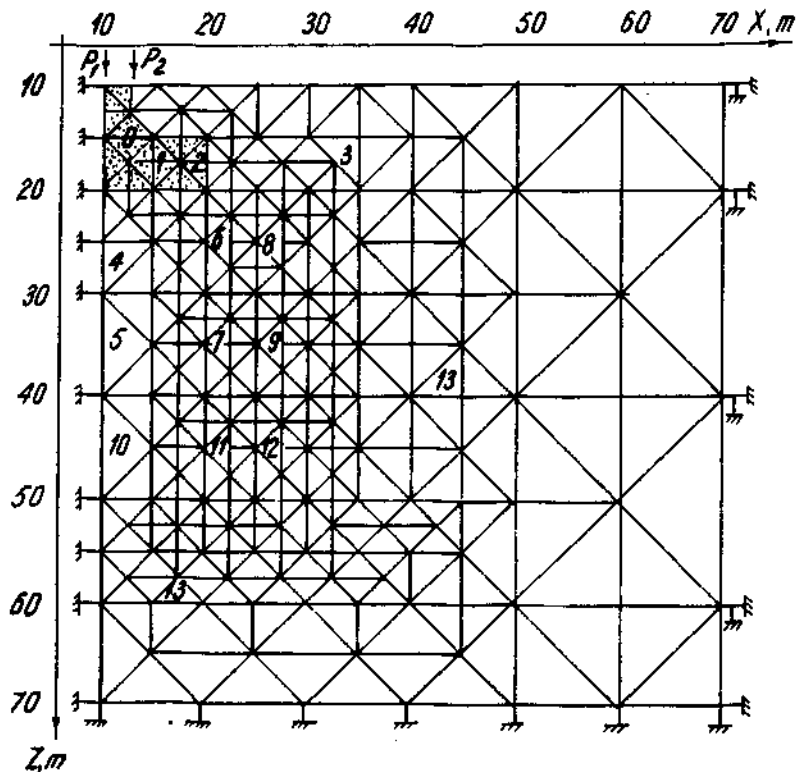
Nếu đất nền rất yếu $E < 3 MPa$ thì dùng cát vàng hạt to. Các trường hợp khác có thể dùng cát vàng hạt to (50%) trộn với cát trung (50%) hoặc hoàn toàn cát trung vàng mờ.

5.1.2. Tính toán đệm cát bằng phương pháp phần tử hữu hạn (do tiến sĩ Nguyễn Văn Quảng đề xuất).

Như trên đã nói khi tính lún cho móng theo phương pháp đơn giản, thông thường người ta phải xác định mô đun biến dạng E của đệm cát bằng xuyên động, còn mô đun biến dạng của đất nền dưới đệm cát thì xác định bằng cách thí nghiệm mẫu đất nguyên dạng lấy từ hố khoan.

Trong thực tế có rất nhiều công trình xây dựng trên đệm cát. Nguyên nhân là do tính toán theo các phương pháp cổ điển, thì không thể xét đến một cách đầy đủ sự làm việc đồng thời giữa nền và công trình ; không thể xác định được chính xác trạng thái ứng suất và biến dạng của nền, cũng như quan hệ giữa đệm cát với nền đất yếu.

Để khắc phục được những nhược điểm của các phương



Hình 5-6 : Sơ đồ tính toán móng trên đệm cát

pháp cổ điển nói trên, cần thiết phải dùng phương pháp phần tử hữu hạn với sự hỗ trợ của máy tính điện tử.

Chúng tôi đã sử dụng chương trình "TEOMEXAHИKA CPEEP" của trường Đại học xây dựng Leningrad (Liên Xô cũ), để thực hiện việc nghiên cứu, tính toán trạng thái ứng suất - biến dạng trong nền có đệm cát, sự làm việc đồng thời giữa nền và móng ; từ đó tính toán được kích thước của móng, kích thước của đệm cát, độ lún của nền móng trong các điều kiện địa chất và tải trọng công trình khác.

Sau đây chúng tôi chỉ trích giới thiệu một vài phần cần thiết để sinh viên nắm được phương pháp và vận dụng vào đồ án nền móng của mình.

Sơ đồ tính toán móng trên đệm cát bằng phương pháp phần tử hữu hạn trình bày trên hình 5-6.

Các đặc trưng cơ bản của móng bê tông cốt thép, của đất lấp lên móng, của đệm cát và của nền đất yếu cấu thành sơ đồ tính toán ghi trong bảng dưới.

Số liệu các lớp	Tên gọi các yếu tố tính toán	Môđun biến dạng E (MPa)	Hệ số nở hông (μ)	Dung trọng γ (KN/m ³)	Lực dính c (KPa)	Góc ma sát trong φ°	Độ sệt I _L
0-2	Móng bê tông cốt thép	$2,4 \cdot 10^4$	0,16	24	$1,15 \cdot 10^4$	45	-
3	Đất lấp (cát hạt nhỏ)	20	0,25	17	1	30	-
4-12	Đệm cát vàng hạt to	30	0,30	18	0	35	-
13	Đất yếu	3	0,42	15	2	5	1

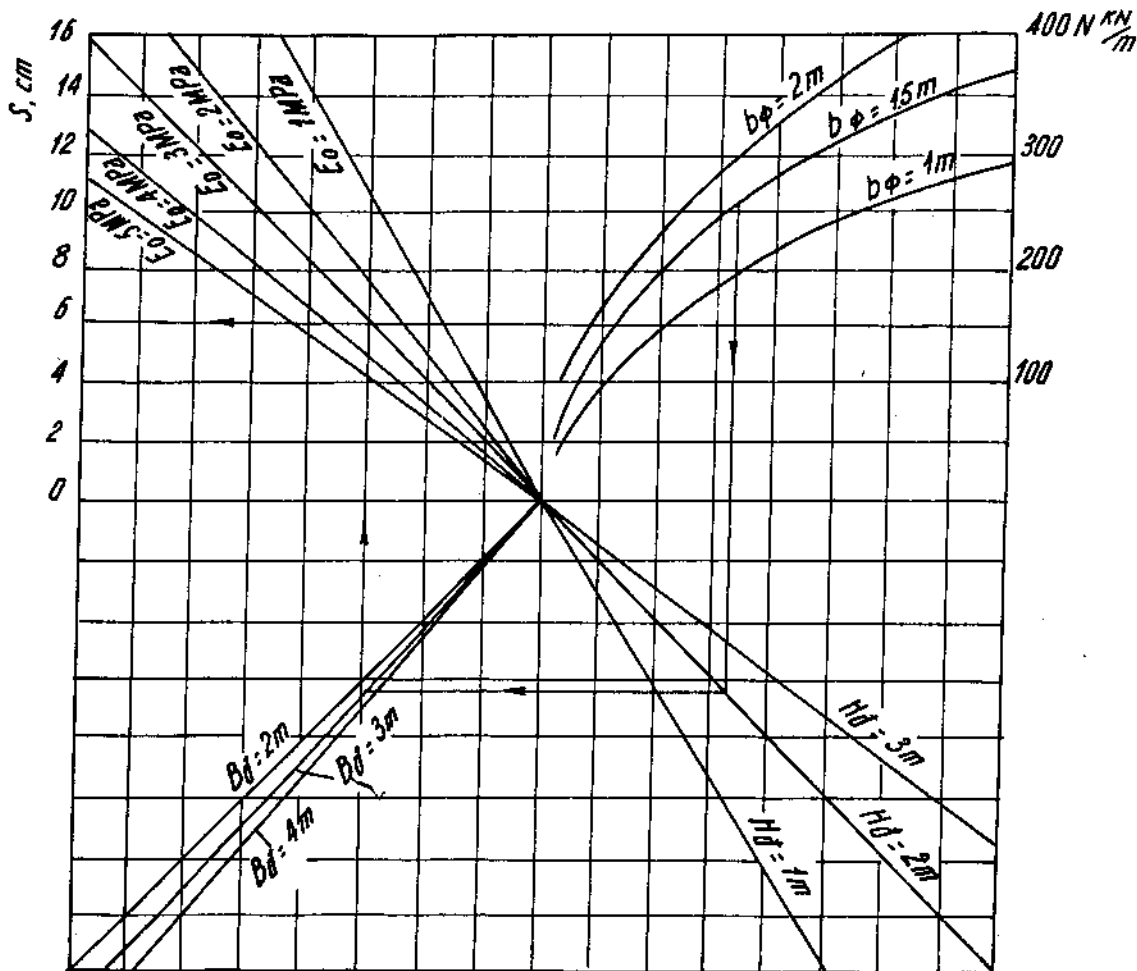
Nhờ máy tính điện tử, chúng tôi đã thực hiện được hàng ngàn phép tính cho nhiều tình huống khác nhau. Chúng tôi đã xác định được trạng thái ứng suất và biến dạng trong đệm cát, trong nền đất yếu, xác định được quan hệ giữa tải trọng công trình với độ lún, tính chất đất nền với độ lún, tính chất đệm cát với độ lún và quan hệ tương tác giữa chúng với nhau. Trên cơ sở đó xác định được kích thước móng, kích thước đệm cát trên nền đất yếu căn cứ vào tải trọng công trình và tính chất đất nền.

Tập hợp tất cả kết quả tính toán cho các trường hợp khác nhau được thể hiện trên toán đồ (Hình 5-7).

Cách sử dụng toán đồ này như sau :

1. Chỉ tính toán cho đệm cát dưới móng băng
2. Nền đất yếu dưới đệm cát có $E = 1-5$ MPa
3. Tải trọng công trình $N = 100 \div 400$ KN/m

Các bước tính toán :



Hình 5-7 : Toán đồ tính móng băng trên đệm cát

Bước 1 :

Căn cứ vào tải trọng công trình (theo cột N, KN/m) theo mũi tên sang phía trái, chọn chiều rộng của đáy móng b_ϕ . Tải trọng càng lớn, thì móng càng lớn. Ở đây chủ yếu tính cho các ngôi nhà thông dụng ở nước ta hiện nay (từ 3 đến 7 tầng). Chiều rộng thông dụng của móng băng là $1 \div 2$ m. Để việc lựa chọn chiều rộng móng b_ϕ cho phù hợp, ta nên tính toán sơ bộ trước theo phương pháp thông dụng.

Bước 2 : Chọn chiều dày của đệm cát H_d .

Theo mũi tên xuống phía dưới, có thể chọn H_d từ 1m đến 3m. Công trình càng nặng, thì đệm cát càng dày. Ở đây chỉ giới thiệu 3 loại chiều dày đệm cát thông dụng $H_d = 1$ m, 2m và 3 m. Tùy tình hình cụ thể, có thể chọn $H_d = 1m50$, 2m50 nhưng không nên chọn trên 3m.

Bước 3 : Chọn chiều rộng đệm cát B_d

Theo mũi tên sang phía trái, gặp các đường $B_d = 2m$, $B_d = 3m$ và $B_d = 4m$. Công trình càng nặng thì chọn chiều rộng móng càng lớn và chiều rộng đệm cát càng lớn. Có thể chọn $B_d = 2,5m$ và 3m50 nhưng không trên 4 m.

Bước 4 : Xác định độ lún tổng hợp S của cả móng, đệm cát và nền đất yếu dưới đệm cát.

Muốn vậy ta theo mũi tên đi từ dưới lên trên ; gặp đúng loại đất nền dưới đệm cát có môđun biến dạng E tương ứng. Rồi lại từ đó, theo mũi tên sang trái, gặp trục tung với độ lún S (cm).

Ví dụ 5.2 :

Tính toán đệm cát cho ngôi nhà ở 5 tầng, có tải trọng trên móng băng là $N = 250 \text{ KN/m}$. Nền đất yếu có môđun biến dạng $E = 3 \text{ MPa}$.

Từ trục $N \text{ KN/m}$ ứng với tải trọng $N = 250 \text{ KN/m}$ theo mũi tên về phía trái, gặp đường $b\phi 1m50$ (chọn chiều rộng đáy móng $b\phi = 1m50$).

Theo mũi tên xuống phía dưới gặp đường $H_d = 2m$ (chọn chiều dày đệm cát $H_d = 2m$).

Rồi theo mũi tên sang phía trái, gặp đường $B_d = 3m$ (chọn chiều rộng đệm cát $B_d = 3m$).

Cuối cùng, theo mũi tên lên phía trên, gặp đường đặc trưng cho đất nền, có $E = 3 \text{ MPa}$, rồi rẽ sang phía trái, gặp trục S, xác định được độ lún $S = 6 \text{ cm}$.

Như vậy là xác định được : chiều rộng đáy móng $b\phi = 1m50$, chiều rộng đệm cát $B_d = 3m$, chiều dày đệm cát $H_d = 2m$ và biết ngay độ lún sẽ là $S = 6cm$.

Tính toán đệm cát theo phương pháp phần tử hữu hạn là một phương pháp hiện đại, sinh viên có thể áp dụng cho thiết kế sản xuất sau này. Còn trong đồ án của giai đoạn học tập ở trường, thì chỉ nên dùng để chọn phương án và để kiểm tra tính cổ điển.

Ngoài ra chúng tôi còn xin giới thiệu một công thức tính toán độ lún đệm cát do tác giả thiết lập để sinh viên kiểm tra cách tính toán của mình theo phương pháp cổ điển.

$$S = 0,07 \frac{N^{1,92}}{b_{\phi}^{1,242} \cdot H_d^{0,667} \cdot B_d^{0,15} \cdot E^{0,562}}$$

5.2. CỌC CÁT

Khi lớp đất yếu cần gia cố dày hơn 3m, thì nên dùng cọc cát để gia cố nền. Thi công cọc cát phải bằng cát vàng hạt to. Cọc cát thi công đảm bảo yêu cầu kỹ thuật thì rất tốt vì nó có hai tác dụng.

1. Thoát nước lỗ rỗng, tăng nhanh quá trình cố kết, làm cho công trình lún nhanh đến ổn định.

2. Ép chặt nền đất, làm cho cường độ (mức chịu) của đất nền tăng rõ rệt. Sức chịu của đất nền có thể tăng lên từ 2 đến 4 lần so với trước khi gia cố.

Ở nước ta cọc cát được dùng tương đối phổ biến. Tuy nhiên, khi đất nền quá nhão yếu ($e > 1,1$; $I_L > 1$; $E < 3 \text{ MPa}$) thì dùng cọc cát kém hiệu quả.

5.2.1. Tính toán nền cọc cát

Thi công gia cố nền cọc cát bằng máy chuyên dùng ép rung. Ống thép tạo lỗ và nhồi cát vào lòng đất có đường kính $d = 400 \div 500$ mm.

Trước khi đóng cọc cát phải biết hệ số rỗng thiên nhiên của lớp đất yếu e_0 (theo kết quả khảo sát địa chất công trình).

Sau khi nén chặt bằng cọc cát thì đất nền có hệ số rỗng nén chặt e_{nc} . Độ chặt của cát trong cọc cát phải đạt độ chặt $I_D = 0,7 \div 0,8$.

Hệ số rỗng nén chặt xác định theo công thức :

$$e_{nc} = e_{max} - I_D (e_{max} - e_{min})$$

Trong đó :

e_{max} - hệ số rỗng của cát ở trạng thái xốp nhất

e_{min} - hệ số rỗng của cát ở trạng thái chặt nhất.

Diện tích đất nền được nén chặt bằng cọc cát là :

$$F_{nc} = 1,4b(l + 0,4b) \quad (5-17)$$

Ở đây :

b - chiều rộng đáy móng (tính bằng m)

l - chiều dài đáy móng (m)

Diện tích nén chặt này phải có cạnh lớn hơn chiều rộng của đáy móng ít nhất là $0,2b$.

Tỷ lệ diện tích tiết diện của tất cả các cọc cát F_c đối với diện tích nền được nén chặt F_{nc} được xác định như sau :

$$\frac{F_c}{F_{nc}} = \Omega = \frac{e_0 - e_{nc}}{1 + e_0} \quad (5-18)$$

Từ đó, số lượng cọc cát cần thiết để nén chặt nền đất yếu là :

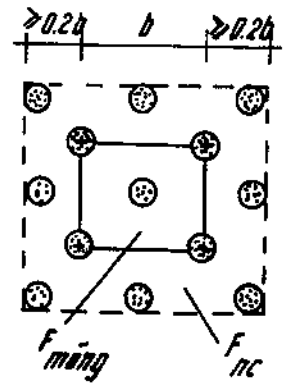
$$n = \frac{\omega \cdot F_{nc}}{f_c} \quad (5-19)$$

Ở đây :

f_c - diện tích tiết diện mỗi cọc cát (lấy bằng diện tích tiết diện ống thép khi tạo lỗ và nhồi cọc cát).

Cọc cát được bố trí theo đỉnh lưới hình tam giác đều. Đó là sơ đồ bố trí cọc cát hợp lý nhất để đảm bảo cho đất được nén chặt đều trong khoảng cách giữa các cọc cát. Khoảng cách giữa các cọc cát xác định theo công thức :

$$L = 0,95d \sqrt{\frac{\gamma_{nc}}{\gamma_{nc} - \gamma_0}} \quad (5-20)$$



Hình 5-8

Trong đó :

d - đường kính cọc cát

γ_o - dung trọng của đất ở trạng thái tự nhiên

γ_{nc} - dung trọng của đất sau khi nén chặt bằng cọc cát.

$$\gamma_{nc} = (1 + W) \frac{\gamma_s}{1 + e_{nc}} \quad (5-21)$$

Ở đây :

W - độ ẩm của đất ở trạng thái tự nhiên.

Cọc cát chỉ có tác dụng nén chặt đất nền theo chiều sâu, nên số lượng cát chứa đầy trong cọc đáp ứng được yêu cầu độ chặt cần thiết theo thiết kế. Trọng lượng cát cần thiết cho mỗi mét dài của cọc cát được xác định theo công thức :

$$G = \frac{f_c \cdot \gamma_s}{1 + e_{nc}} \left(1 + \frac{W}{100} \right) \quad (5-22)$$

Trong đó : γ_s - Trọng lượng riêng hạt cát dùng làm cọc cát

W - độ ẩm của cát khi thi công cọc, %

Chiều dài cọc cát tính bằng chiều sâu vùng chịu nén tích cực H_a của nền dưới móng. Theo kinh nghiệm có thể xác định như sau :

1. Chiều dài cọc cát dưới móng hình vuông hoặc hình chữ nhật $l_c \geq 3b$ (b là chiều rộng móng).

2. Chiều dài cọc cát dưới móng băng.

$l_c \geq 4b$ (b - chiều rộng móng băng)

3. Đối với móng bè, cho chiều rộng $B > 10m$ chiều dài cọc cát xác định như sau :

$l_c \geq 9m + 0,15B$ (khi đất nền là sét)

$l_c \geq 7m + 0,15B$ (khi đất nền là bùn gốc cát)

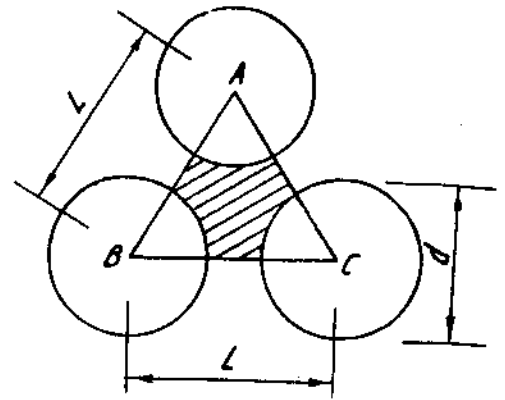
Ví dụ 5.3 :

Lựa chọn loại nền và xác định kích thước móng dưới cột. Cột có tiết diện $0,60m \times 0,60m$ chịu tác dụng của tải trọng thẳng đứng là $N_o^{tc} = 940 KN$. Đất nền của móng là một lớp cát bụi có chiều dày $12m$. Mức nước ngầm cách mặt đất $1,20m$.

Tính chất cơ lý của đất như sau :

$$\gamma = 18,1 KN/m^3, \gamma_s = 26,8 KN/m^3, W = 0,26$$

$$\varphi_{II} = 28^\circ, c = 0 ; \text{ cát bụi có } e_{max} = 0,96 \text{ và } e_{min} = 0,55.$$



Hình 5-9

Bài giải :

Trước hết, kiểm tra trạng thái của nền cát bụi theo độ chặt :

$$\gamma_{ck} = \frac{\gamma}{1 + W} = \frac{18,1}{1 + 0,26} = 14,1 \text{ KN/m}^3$$

$$e_o = \frac{\gamma_s - \gamma_{ck}}{\gamma_{ck}} = \frac{26,8 - 14,1}{14,1} = 0,9$$

Như vậy lớp cát bụi ở đây có trạng thái rời xốp (vì có $e = 0,90 > 0,80$). Để gia cố nền, chúng ta dùng phương pháp nén sâu, tức là phương pháp nền cọc cát.

Theo phương pháp tính toán đã biết, ta chọn chiều sâu chôn móng là $h = 1,00\text{m}$ và sơ bộ chọn chiều rộng của móng là $b = 2\text{m}70$.

Ứng với $\varphi_{II} = 28^\circ$, tra bảng ta có $A = 0,98$; $B = 4,93$ còn D không cần vì $c = 0$.

Xác định được :

$$R = 1(0,98 \times 2,7 + 4,93 \cdot 1,0) \cdot 18,1 = 136 \text{ KN/m}^2$$

Do đó diện tích chính thức của móng là :

$$F = \frac{N_o^{tc}}{R - \gamma_{tb} h} = \frac{940}{136 - 20 \cdot 1} = 8,1\text{m}^2$$

Đáy móng hình vuông có $b = \sqrt{8,1} = 2,84\text{m}$.

Chọn $b = 2,90\text{m}$

Diện tích nền được nén chặt bằng cọc cát là :

$$F_{nc} = 1,4b (l + 0,4b)$$

$$F_{nc} = 1,4 \cdot 2,9 (2,9 + 0,4 \cdot 2,9) = 16,8\text{m}^2$$

Chiều rộng diện tích nền được nén chặt là :

$$b_{nc} = \sqrt{F_{nc}} = \sqrt{16,8} = 4,1\text{m} .$$

Ta chọn độ chặt cần thiết cho nền là $I_D = 0,75$ do đó hệ số rỗng nén chặt là :

$$e_{nc} = e_{max} - I_D (e_{max} - e_{min})$$

$$e_{nc} = 0,96 - 0,75(0,96 - 0,55) = 0,65$$

Tỷ lệ diện tích (theo công thức 5-18) là :

$$\Omega = \frac{F_c}{F_{nc}} = \frac{e_o - e_{nc}}{1 + e_o} = \frac{0,90 - 0,65}{1 + 0,90} = 0,158$$

Chọn loại cọc cát có đường kính $d = 0,42\text{m}$.

Diện tích cọc cát là

$$f_c = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,42^2}{4} = 0,138\text{m}^2$$

Số lượng cọc cần thiết là :

$$n = \Omega \frac{F_{nc}}{f_c} = 0,158 \cdot \frac{16,8}{0,138} = 20 \text{ cái}$$

Dung trọng của đất nền sau khi nén chặt :

$$\gamma_{nc} = \frac{\gamma_s}{1 + e_{nc}} (1 + W) = \frac{26,8}{1 + 0,65} (1 + 0,26)$$

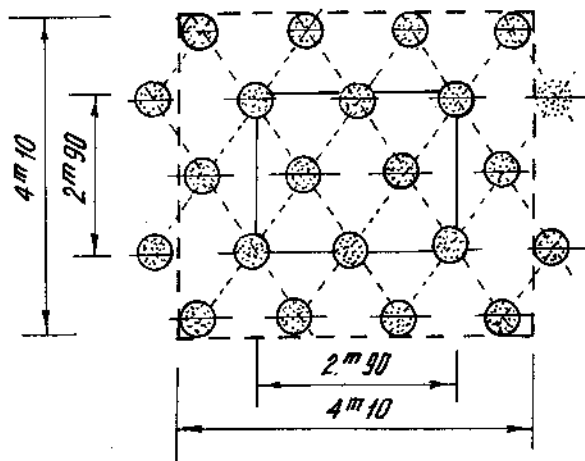
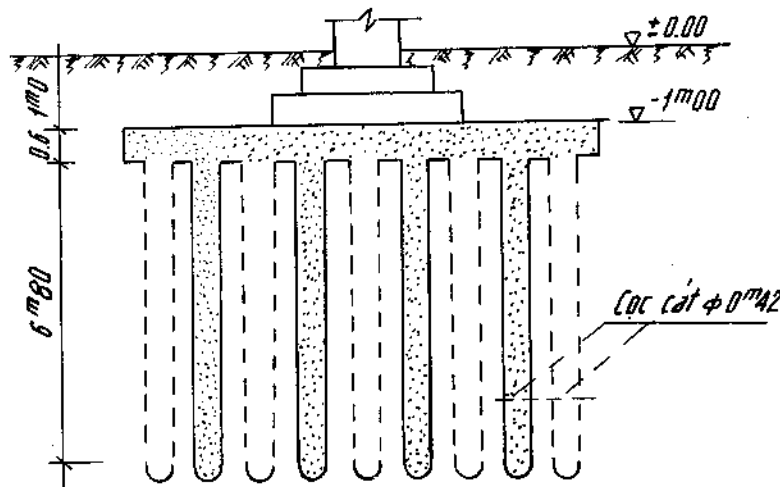
$$\gamma_{nc} = 20,4 \text{ KN/m}^3$$

Khoảng cách giữa các cọc cát là

$$L = 0,95d \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{nc}}{\gamma_{nc} - \gamma_o}}$$

$$L = 0,95 \cdot 0,42 \cdot \sqrt{\frac{20,4}{20,4 - 18,1}} = 1,2 \text{ m}$$

Bố trí cọc cát theo lưới tam giác (như hình vẽ) do cấu tạo, ta chọn 22 cọc để bố trí cho hợp lý hơn.



Sơ đồ cấu tạo nền cọc cát trong thí dụ 5.3

Xác định trọng lượng cát cần thiết trong mỗi mét cọc cát (theo công thức 5-22) với $\gamma_s = 26,5 \text{ KN/m}^3$ và $W_1 = 12\%$ nên :

$$G = \frac{f_c \gamma_s}{1 + e_{nc}} \left(1 + \frac{W}{100} \right)$$
$$= \frac{0,138 \times 26,5}{1 + 0,65} \cdot \left(1 + \frac{12}{100} \right) = 2,5 \text{ KN}$$

Xác định chiều sâu nén chặt bằng cọc cát :

Chiều sâu chịu nén tích cực (tính từ đáy móng) xác định theo phương pháp tăng tương đương bằng chiều sâu nén chặt.

Đối với cát và móng cứng hình vuông, tra bảng trong giáo trình cơ học đất ta có :

$$A\omega_{\text{const}} = 0,99$$

Chiều dày lớp tương đương là :

$$h_{td} = A\omega_{\text{const}} b = 0,99 \cdot 2,9 = 2\text{m}90$$

Chiều sâu chịu nén tích cực :

$$H_a = 2h_{td} = 2 \cdot 2\text{m}90 = 5\text{m}80.$$

Để xét đến hiện tượng đất bị tơi ra ở phần trên khi thi công cọc cát, người ta thường cộng thêm 1m chiều dài cho cọc cát, do đó xác định theo chiều dài cọc cát là 6,8m.

Chương 6

MÓNG CỌC

6.1. CÁC LOẠI CỌC

Ngày nay cọc được dùng nhiều trong thực tiễn. Theo phương pháp thi công cọc được chia ra :

6.1.1. Cọc đóng

Là cọc chế tạo sẵn và được hạ xuống đất bằng búa đóng cọc, bằng máy rung, bằng phương pháp ép, phương pháp xoắn. Khi cần thì khoan dẫn để hạ cọc được dễ dàng hơn, nhưng khoan dẫn làm giảm sức chịu tải của cọc ma sát. Trong xây dựng dân dụng và công nghiệp hay được dùng hơn cả là cọc bê tông cốt thép hình lăng trụ. Loại cọc này với các kích thước :

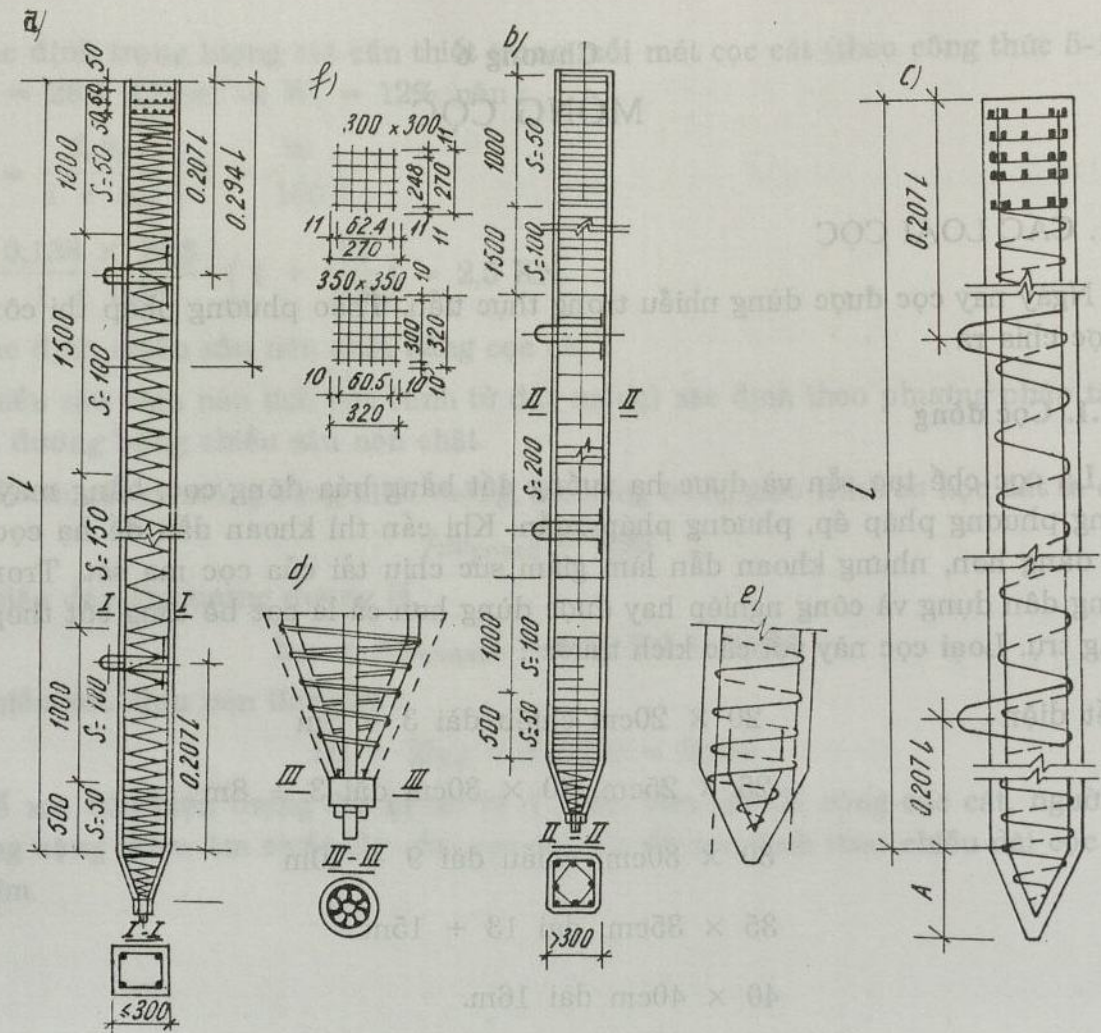
Tiết diện	20 × 20cm chiều dài 3 ÷ 7m
	25 × 25cm, 30 × 30cm dài 3 ÷ 8m
	30 × 30cm, chiều dài 9 ÷ 10m
	35 × 35cm, dài 13 ÷ 15m
	40 × 40cm dài 16m.

Các cọc dài 3 ÷ 6m thì chiều dài hơn kém nhau 0,5m .

Cọc dài 7 ÷ 16m hơn kém nhau 1m .

Bê tông cọc mác 200, 250, 300. Khi tiết diện < 30 × 30cm, tùy chiều dài cọc có thể dùng 4 ϕ 12 làm cốt thép dọc. Khi cọc 35 × 35cm dùng 4 ϕ 16. Khi tiết diện > 35 × 35cm dùng 8 ϕ 16 ÷ 30.

Cốt đai dùng ϕ 6 hoặc ϕ 8 có thể đai lò xo hoặc đai ngang. Thép cọc xem ở hình 6.1 các móc cầu cách đầu cọc và mũi cọc 0,207l để mô men dương max bằng trị tuyệt đối lớn nhất của mô men âm trong cọc do trọng lượng bản thân cọc gây ra khi cầu cọc. Khi đóng cọc thì đầu cọc chịu sự va đập của búa còn mũi cọc chịu phản lực của đất nên ở các vùng đó ứng suất trong cọc sẽ lớn vì vậy đai đặt dày hơn. Khi cọc được hạ vào các loại đất sét cứng, cát chặt vừa và chặt thì cần gia cường mũi (Hình 6.1d). Khi cần cọc chiều dài lớn để cắm xuống đất tốt dưới sâu thì nối các đoạn cọc. Cọc ống bê tông cốt thép có thể nối bằng mặt bích bu lông hoặc hàn còn cọc bê tông cốt thép hình lăng trụ thì nối bằng phương pháp hàn. Cũng có thể chế tạo cọc tiết diện 15 × 15cm ; 17 × 17cm, 22 × 22cm.



Hình 6-1: Cấu tạo cọc bê tông cốt thép hình lăng trụ

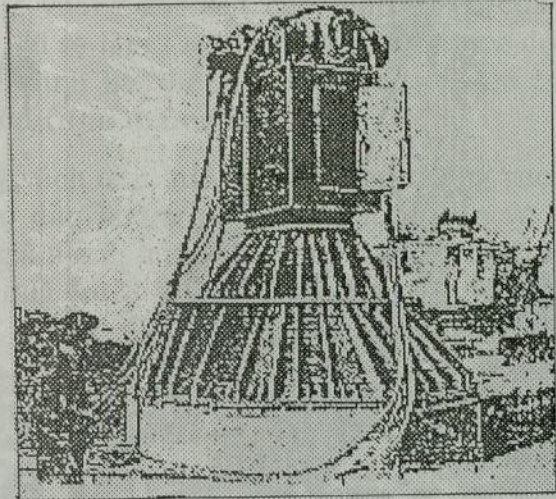
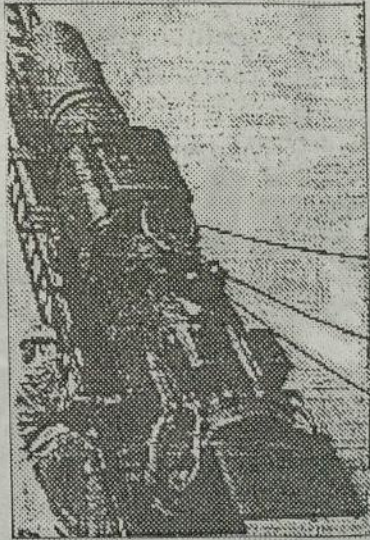
- a. Dùng đai lò xo, mũi cọc có gia cường ; b. Đai ngang ; c. Khi mũi cọc không gia cường ;
 d. Mũi cọc gia cường ; e. Khi cốt thép dự ứng lực ; f. Lưới thép hàn đặt cho đầu cọc.

6.1.2. Cọc nhồi

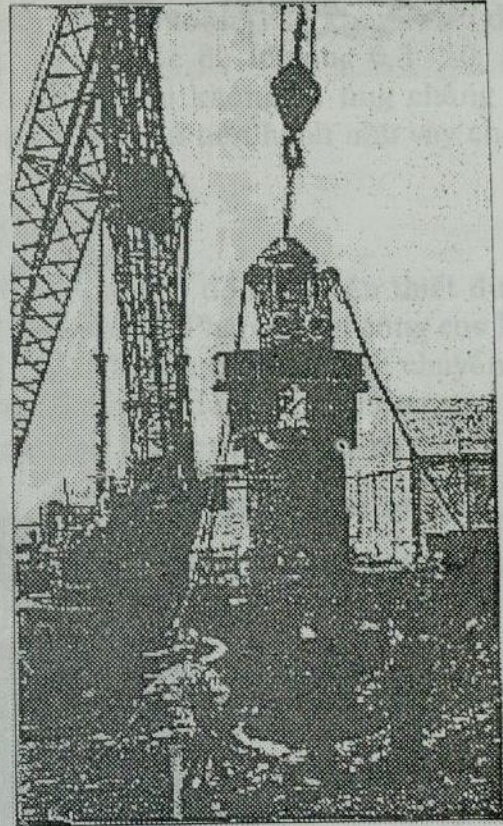
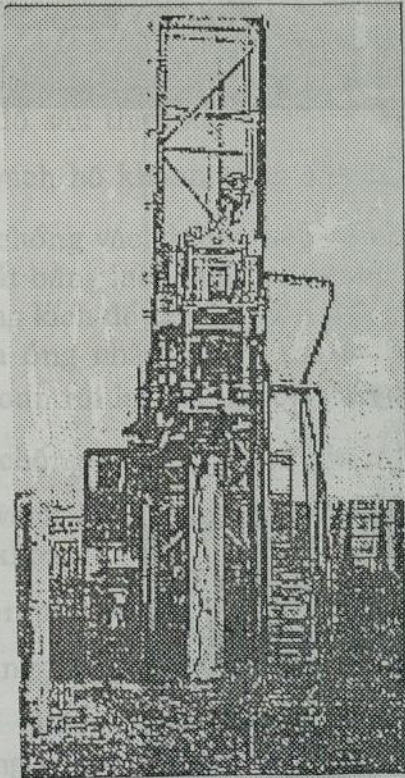
Cọc nhồi được đổ bê tông tại chỗ trong các lỗ tạo sẵn bằng phương pháp khoan hoặc đóng ống thiết bị. Trong đó cọc khoan nhồi được ứng dụng nhiều. Hiện nay có nhiều hãng trên thế giới chế tạo nhiều loại máy thi công cọc khoan nhồi, gồm hai loại chủ yếu : Khoan xoay và khoan đập. Khoan xoay có thể có lưỡi khoan xoắn, lưỡi khoan thừng, mũi khoan cánh, mũi chèo (loại bánh xe răng).

Các lưỡi khoan này dùng để tạo lỗ và lấy mùn khoan lên. Loại máy khoan này dùng khi địa tầng đất dính và đất rời. Chèo có thể được chế tạo từ hợp kim có cường độ cao hoặc gắn kim cương và được dùng để khoan qua đất cứng hay đá.

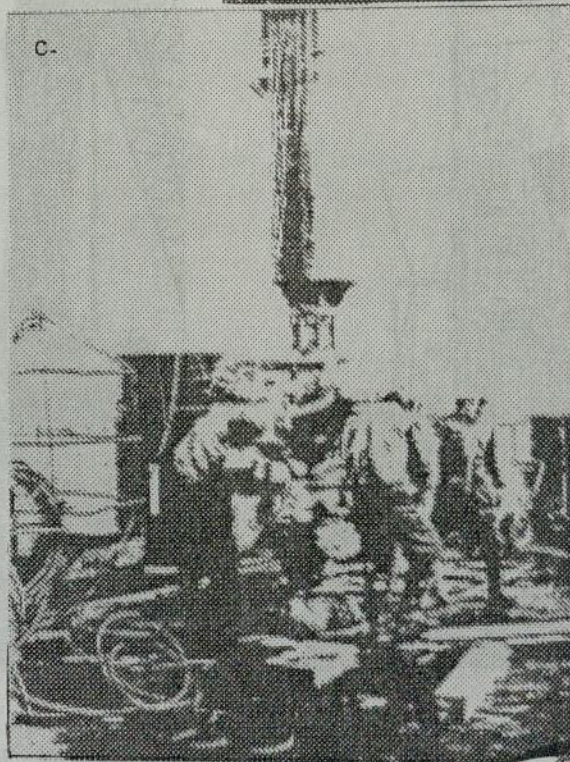
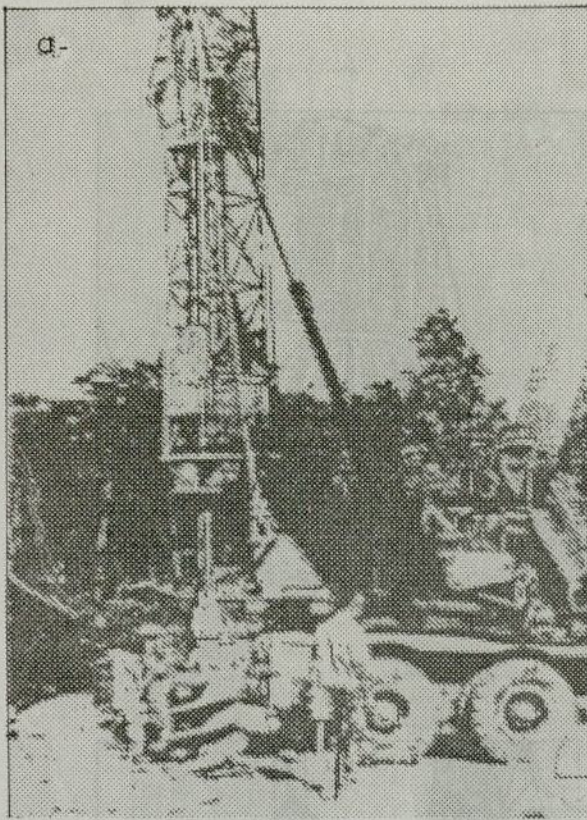
Máy khoan đập dùng đầu búa trọng lượng lớn, mũi bằng hợp kim có độ cứng lớn. Dùng tời nâng đầu búa lên rồi thả cho rơi tự do để đập vỡ đất đá. Khi đất đá đã bị đập nát thì kéo đầu búa lên, dùng tời khác thả một gầu đặc biệt xuống hố để



a	c
b	d



Hình 6-2 : Một số phương pháp hạ cọc
 a. Đóng bằng búa diesel ; b. Hạ bằng cách ép rung ; c, d. Hạ cọc bằng máy rung



Hình 6-3 : Một số cách khoan tạo lỗ thi công cọc nhồi
a. Khoan giếng xoắn ; b. Khoan xoay ; c. Chèoan khoan đá.

lấy vụn khoan. Khoan đập dùng khi khoan qua đá hoặc đất cứng. Trước khi khoan tạo lỗ người ta định vị lỗ khoan. Muốn vậy từ mốc dẫn trắc đạc, xác định vị trí tim cọc bằng hai máy kinh vĩ đặt ở hai trục vuông góc sao cho hình chiếu của chúng vuông góc với nhau tại tâm O. Máy thứ hai sẽ làm thêm nhiệm vụ kiểm tra độ thẳng đứng của cần khoan. Từ tim cọc O xác định hai điểm mốc kiểm tra nằm trên hai trục và cách O các khoảng $5d \leq l \leq 10d$ (d là đường kính cọc).

Dùng máy rung hoặc kích để hạ ống vách dẫn hướng hoặc ống chống vách. Ống vách dẫn hướng và bảo vệ đóng vai trò dẫn hướng cho công tác khoan và bảo vệ khỏi sự sụt lở của đất yếu phía trên và giảm ảnh hưởng rung động đối với công trình lân cận. Chiều dài mỗi đoạn ống không quá 3m và nối với nhau bằng khớp nối ngoài.

Đưa thiết bị khoan vào vị trí : Tim mũi khoan, chèo hay búa khoan phải đúng tim cọc. Kiểm tra sự cân bằng của tháp khoan. Chèn chặt để trong quá trình khoan, xe khỏi dịch chuyển vị trí. Hạ mũi khoan vào miệng hố. Khi mũi khoan chạm đáy hố, cho máy khoan bắt đầu quay.

Khi khoan qua đất dính có khả năng tự giữ vách thì không cần dùng biện pháp bổ sung để giữ vách.

Khi khoan qua đất yếu hoặc đất rời thì dùng biện pháp bảo vệ vách hố khoan bằng cách hạ ống chống vách hoặc dùng huyền phù bentonit. Khi khoan nếu đất đã đầy gầu hoặc lưới khoan thì rút cần khoan lên với tốc độ khoảng 0,3 - 0,5 m/s không rút nhanh hơn vì có thể sập vách hố khoan khi không có ống chống vách. Đất lấy lên được đổ ra nơi quy định. Công việc khoan cứ tiến hành như vậy cho đến khi đạt độ sâu thiết kế.

Giữ vách hố khoan bằng ống chống vách :

Ống chống vách bằng thép có chiều dày 6 ÷ 8 mm có độ cứng cần thiết được hạ xuống đất bằng kích hoặc máy rung. Thiết bị Benoto của Pháp để thi công cọc khoan nhồi dùng kích để tạo lực nén thẳng đứng và hai kích nằm ngang tạo ra chuyển động xoay của ống nhằm giảm ma sát khi hạ ống. Hạ xong đoạn ống chống vách, tiến hành khoan rồi lại nối, hạ ống xong lại khoan. Ống chống vách phải hạ thẳng đứng.

Ống chống vách có thể được rút lên hoặc để lại trong đất khi đổ bê tông.

Giữ vách hố khoan bằng huyền phù bentonit : Huyền phù bentonit được bơm vào hố khoan.

Huyền phù bentonit phải bảo đảm các tính chất sau :

- Dung trọng cần đạt 10,5 ÷ 11,5 KN/m³.
- Độ nhớt cho phép 20'' ÷ 36''. Độ nhớt của huyền phù có tác dụng chống sự lắng đọng và tạo điều kiện tốt để mang mùn khoan lên đồng thời làm tăng ổn định vách hố khoan.
- Độ thoát nước cho phép 10 - 25cm³ sau 30 phút. Trường hợp phức tạp thì 2 ÷ 3cm³ sau 30 phút. Nếu độ thoát nước lớn sẽ thay đổi chất lượng huyền phù và tạo ra lớp vỏ sét dày bao quanh vách lỗ khoan và độ bám dính của nó.

- Độ dày vỏ sét cho phép $2 \div 4\text{mm}$. Nếu huyền phù tạo ra lớp vỏ sét dày thì dễ bong. Bề dày vỏ sét phụ thuộc độ thoát nước.

- Hàm lượng cát cho phép $2 - 4\%$. Huyền phù càng ít cát thì chất lượng càng cao.

- Độ pH cho phép $7 < \text{pH} < 9,5$. Độ pH gây ra những phản ứng hóa học trong huyền phù, có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng huyền phù.

- Ứng suất trượt tĩnh đặc trưng cho độ bền cấu trúc của huyền phù sét. Ứng suất trượt tĩnh chống sự mất nước, tăng tính xúc biến của huyền phù. Để chống mất huyền phù thì ứng suất trượt tĩnh phải đạt $100 - 120 \text{mg/cm}^3$. Các tính chất trên phải được thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và phải thường xuyên kiểm tra ngoài hiện trường để điều chỉnh kịp thời trong quá trình khoan.

Thành phần và tính chất của huyền phù bentonit được chọn phụ thuộc thành phần hóa học của nước ngầm.

Huyền phù bentonit có trọng lượng riêng lớn hơn trọng lượng riêng của nước lại cao hơn mực nước ngầm trong hố khoan. Huyền phù sét chui vào lỗ hổng của đất và tạo ra lớp vỏ sét có tác dụng giữ vách khỏi sập. Sau khi khoan đợt cuối cùng, dùng khoan 30 phút, dùng thước dây thả xuống để kiểm tra chiều sâu hố khoan.

Nếu mùn khoan đọng ở đáy hố khoan thì cần làm sạch mùn khoan bằng phương pháp thổi rửa.

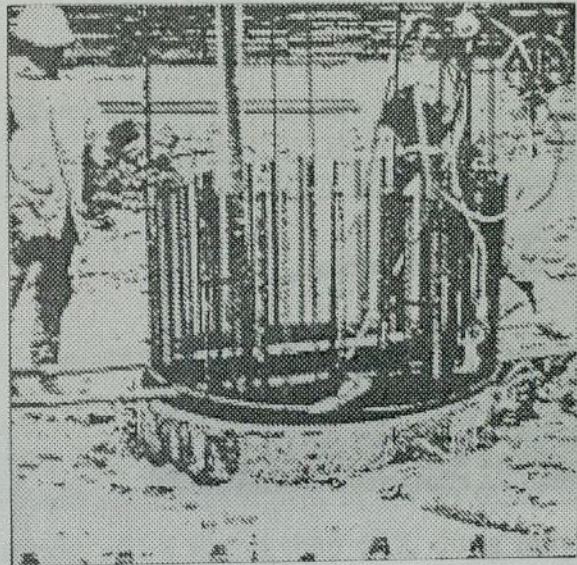
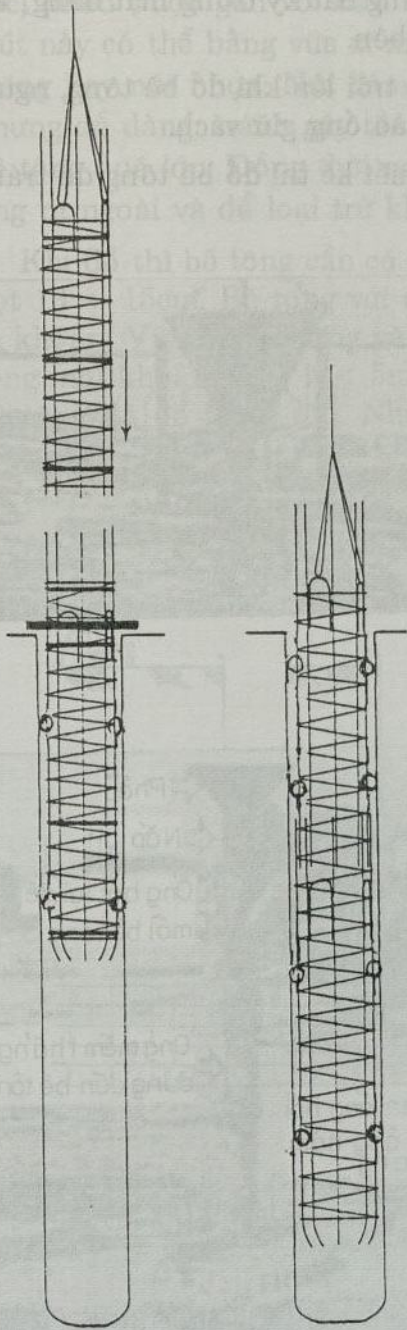
Trước khi tiến hành thổi rửa người ta lắp bộ giá đỡ cho ống thổi rửa. Giá đỡ có cấu tạo đặc biệt bằng hai nửa vòng tròn có bản lề ở hai góc. Cấu tạo này cho phép dễ dàng lắp và tháo ống thổi rửa. Ống thổi rửa có đường kính $25,4\text{cm}$, chiều dài mỗi đoạn là 3m , có một số đoạn ống dài $0,5\text{m}$, $1,5\text{m}$, 2m để lắp ráp theo chiều sâu thực tế lỗ khoan.

Các đoạn ống được nối với nhau bằng ren ngoài. Dùng cần cẩu để lắp ráp và thả ống thổi rửa xuống gần đáy hố khoan rồi lắp bộ phận phía trên có 2 cửa : một cửa để thả ống dẫn khí nén có đường kính $\phi 45$ dài bằng 80% chiều dài cọc, một cửa nối với ống dẫn $\phi 150$ để thu hồi huyền phù bentonit và cát về máy lọc làm sạch huyền phù bentonit nhằm dùng lại.

Xả khí nén với áp suất khoảng 700KPa qua ống dẫn khí nén. Khí nén sẽ đẩy mùn khoan và huyền phù theo ống về máy lọc cát. Áp lực này được giữ không đổi trong cả quá trình thổi rửa. Người ta bơm liên tục huyền phù bentonit mới vào hố khoan. Công việc thổi rửa coi là xong nếu sau khi thổi rửa, thả dây đo được độ sâu bằng độ sâu hố khoan.

Tùy đặc điểm chịu lực mà cọc khoan nhồi có thể được đặt cốt thép. Cốt thép có thể đặt suốt chiều dài hoặc chỉ phần khoảng 12m phía trên. Khi cọc chịu uốn, chịu lực nhỏ, cọc nghiêng thì cốt thép được đặt suốt chiều dài cọc. Các cốt thép dọc được hàn với các cốt đai tạo thành lồng thép. Cốt đai có thể dùng kiểu lò xo hoặc đai vòng. Cấu đoạn lồng thép lên, hạ vào lỗ khoan. Lồng thép phải cách đáy lỗ khoan để tạo lớp bê tông bảo vệ không nhỏ hơn 5cm .

Nối các lồng thép lại với nhau bằng hàn điện với đoạn chồng lên nhau 900mm , chiều dài mỗi hàn $5 - 20\text{cm}$, chiều cao đường hàn 5mm . Để tạo lớp bê tông tối thiểu

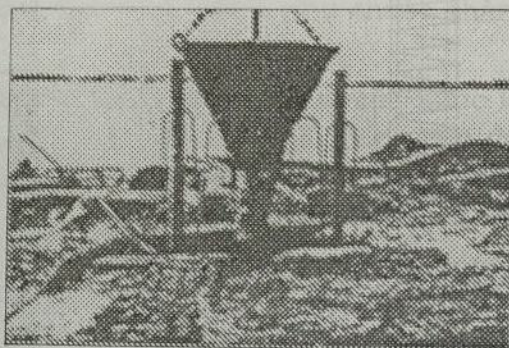


Hình 6-4 : Đặt lồng cốt thép cho cọc khoan nhồi.

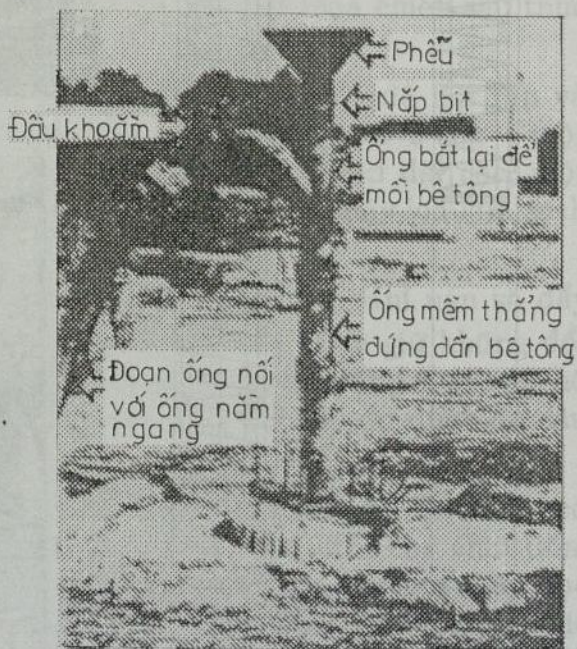
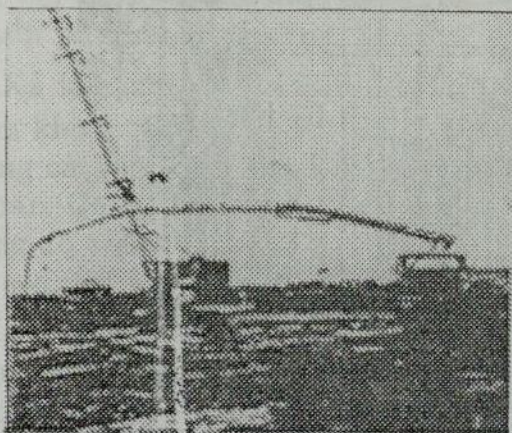
4cm bảo vệ cốt thép và để lồng thép cách đều vách hố khoan, người ta liên kết các đệm định vị kiểu con kê, con lăn, gối trượt bằng bê tông vào các vị trí xác định trên lồng cốt thép. Đối với cọc, người ta đặt các đệm định vị cách nhau khoảng 3m, và có ít nhất 3 cái đệm định vị trên cùng một cao độ. Đối với barét (tạo lỗ bằng gầu đào, rồi đổ bê tông như cọc khoan nhồi và có hình dạng bất kỳ trong mặt bằng) thì có thể dùng một đệm định vị cho $4m^2$ diện tích mặt bên.

Để lồng thép khỏi dịch chuyển vị trí và khỏi bị đẩy trôi lên khi đổ bê tông, người ta dùng 3 thanh thép $\phi 12$ hàn với lồng thép và hàn vào ống giữ vách.

Sau khi khoan, thổi rửa, hạ lồng thép đến độ sâu thiết kế thì đổ bê tông để tránh hiện tượng lắng đọng, sập vách hố khoan.



a	b
c	d

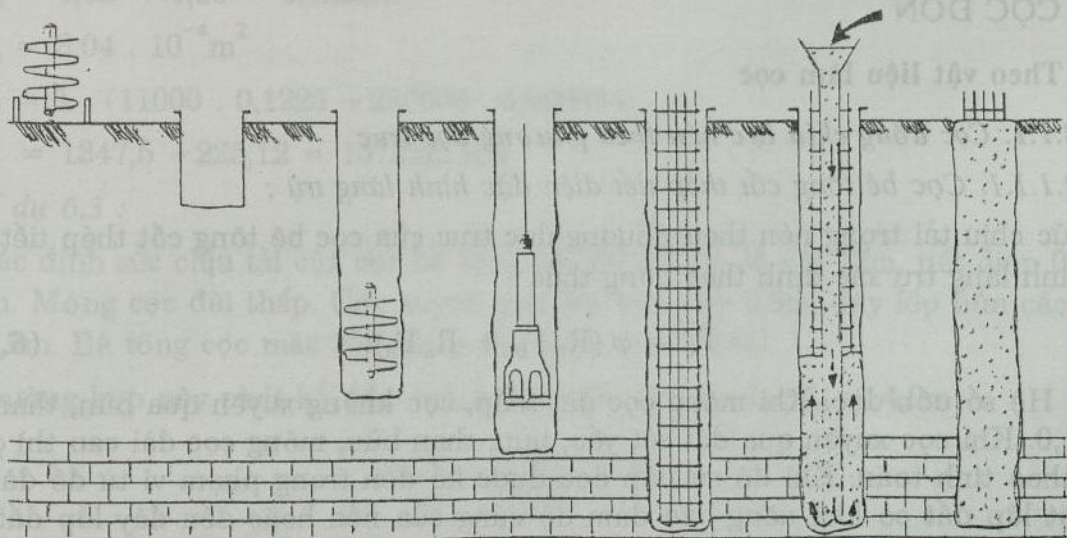


Hình 6-5 : Đổ bê tông cọc khoan nhồi

a,b. Đổ qua phễu vào ống chuyển dịch thẳng đứng ; c, d. Bơm bê tông

Để đổ bê tông người ta phải tháo ống thổi khí và ống thu huyền phù bentonit và thay vào đó vòi bơm hoặc phễu đổ bê tông. Ống thổi rửa và phễu tạo thành đường dẫn bê tông. Phễu phải đủ độ cứng, góc của phễu $\beta = 60 \div 80^\circ$ để bê tông dễ tụt xuống. Thể tích phễu phải phù hợp với quá trình cung cấp vữa và đường kính cọc, phễu được gắn với đầu trên ống đỡ bằng ren. Phải tạo nút hãm ở đáy phễu. Nút này có thể bằng vữa xi măng có các sợi thép, nhựa mảnh, cát bọc trong giấy xi măng hay nút nhựa. Nút hãm phải bảo đảm cho bê tông đầy phễu rơi xuống từ từ nhưng dễ dàng, tránh gây tắc cục bộ, tránh phân ly do chiều cao rơi tự do của vữa bê tông quá lớn. Đồng thời nó tạo ra pittông đẩy nước và huyền phù bentonit trong ống ra ngoài và để loại trừ khoảng chân không khi đổ bê tông.

Khi đổ thì bê tông cần có độ sụt $16 \div 18\text{cm}$ còn khi bơm thì độ sụt bê tông cần đạt $13 \div 15\text{cm}$. Bê tông với độ sụt này được bơm hoặc đổ liên tục qua ống xuống lỗ khoan. Vừa đổ bê tông và rút ống lên nhưng chân ống luôn phải chìm trong bê tông một khoảng $2 < h < 5\text{m}$. Bê tông đổ sau sẽ đùn ra khỏi đáy ống rồi đẩy phần bê tông đã đổ trước lên. Như vậy phần bê tông đổ đầu tiên bị bắn sẽ bị đẩy lên trên cùng.



Hình 6-6 : Sơ đồ công nghệ tạo cọc khoan nhồi

Bê tông để thi công cọc nhồi phải có lượng xi măng tối thiểu $350 \text{ kg}/\text{m}^3$ vữa bê tông. Bê tông đổ vào choán chỗ sẽ đẩy huyền phù bentonit ra ngoài, người ta đào hố thu và hút về máy lọc cát để làm sạch huyền phù nhằm sử dụng lại.

Đổ bê tông xong tháo giá đỡ của ống, cắt 3 thanh thép $\phi 12$, dùng máy rung rút ống lên. Thời gian đổ bê tông một cọc không quá 3 giờ khi cọc dài $\leq 30\text{m}$ và ≤ 5 giờ đối với cọc dài $> 30\text{m}$.

Trong quá trình thi công cọc tiếp theo nếu thấy bê tông của cọc thi công trước đó bị dùn lên thì phải có biện pháp xử lý kịp thời.

Cọc khoan nhồi đường kính lớn có các ưu điểm như sức chịu tải lớn có thể chịu được hàng chục nghìn KN, khi thi công ít gây tiếng ồn và không gây chấn động mạnh như khi đóng cọc.

Tuy nhiên, cọc khoan nhồi cũng có các nhược điểm :

- Có thể sập vách hố khoan làm cho thân cọc bị khuyết tật trầm trọng như thất lại, có những vùng cốt thép cọc không có lớp bê tông bảo vệ, khi thân cọc qua đất yếu nếu không để ống chống vách lại trong đất thì thân cọc bị phình ra. Bê tông đổ vào cọc không được đầm chặt nên chất lượng bê tông thường không cao.

Do vậy việc kiểm tra chất lượng bê tông cọc và sức chịu tải của cọc khoan nhồi là rất hệ trọng.

Hiện nay có nhiều phương pháp kiểm tra như siêu âm, phóng xạ, camera truyền hình, khoan lấy mẫu, phương pháp động, thử tải trọng tĩnh.

Nội dung các phương pháp này có thể tham khảo trong [10], [21], [65].

6.2. XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI TRỌNG THEO PHƯƠNG THẲNG ĐỨNG CỦA CỌC ĐÓN

6.2.1. Theo vật liệu làm cọc

6.2.1.1. Cọc đóng chịu lực nén theo phương dọc trục

6.2.1.1.1. Cọc bê tông cốt thép tiết diện đặc hình lăng trụ :

Sức chịu tải trọng nén theo phương dọc trục của cọc bê tông cốt thép tiết diện đặc hình lăng trụ xác định theo công thức

$$P_v = \varphi (R_b F_b + R_a F_a) \quad (6.1)$$

φ - Hệ số uốn dọc. Khi móng cọc dài thấp, cọc không xuyên qua bùn, than bùn $\varphi = 1,0$. Khi cọc xuyên qua đất sét yếu, bùn, than bùn, móng cọc dài cao thì φ xác định theo tính toán. Khi đó sự uốn dọc được kể đến trong phạm vi từ đế dài đến bề mặt lớp đất có khả năng bảo đảm độ cứng của nền hoặc đến đáy lớp đất yếu. Trị số của φ lấy theo bảng 6.1.

Bảng 6-1

HỆ SỐ UỐN DỌC

l_w/b	14	16	18	20	22	24	26	28	30
l_w/d	12,1	13,9	15,6	17,3	19,1	20,8	22,5	24,3	26
φ	0,93	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73	0,68	0,64	0,59

R_b, R_a - Cường độ chịu nén tính toán của bê tông, của thép

F_b, F_a - Diện tích tiết diện của bê tông, của cốt thép dọc.

Ví dụ 6.1 :

Xác định sức chịu tải của cọc bê tông cốt thép C6-20 tiết diện $0,20 \times 0,20\text{m}$, dài 6m. Bê tông mác 200, thép dọc chịu lực gồm 4 ϕ 10 AI. Móng cọc đài thấp, cọc không cắm qua bùn.

$$R_b = 9000 \text{ KPa} ; R_a = 230000 \text{ KPa}$$

$$F_b = 0,2 \times 0,2 = 0,04\text{m}^2$$

$$F_a = 0,000314\text{m}^2$$

$$P_v = 1 \cdot (9000 \cdot 0,04 + 230000 \cdot 0,000314) \\ = 360 + 72,22 = 432,22 \text{ KN}$$

Ví dụ 6.2 :

Xác định sức chịu tải của cọc bê tông cốt thép C12 - 35 cọc dài 12m, tiết diện $0,35 \times 0,35 \text{ m}$. Bê tông mác 250, thép dọc gồm 4 ϕ 16 AII. Cọc không cắm qua bùn, than bùn, móng cọc đài thấp.

$$R_b = 11000 \text{ KPa} , R_a = 280000 \text{ KPa.}$$

$$F_b = 0,35 \times 0,35 = 0,1225\text{m}^2$$

$$F_a = 8,04 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$$

$$P_v = 1 \cdot (11000 \cdot 0,1225 + 280000 \cdot 0,000804) \\ = 1347,5 + 225,12 = 1572,62 \text{ KN}$$

Ví dụ 6.3 :

Xác định sức chịu tải của cọc bê tông cốt thép C12-35 dài 12m, tiết diện $0,35 \times 0,35\text{m}$. Móng cọc đài thấp. Cọc xuyên qua lớp bùn dày 2,6m, đáy lớp bùn cách đáy đài 4,9m. Bê tông cọc mác 250, thép dọc gồm 4 ϕ 16 AII.

Trường hợp này phải kể đến ảnh hưởng của sự uốn dọc. $l_{tt} = 4,9\text{m}$

$$\frac{l_{tt}}{b} = \frac{4,9}{0,35} = 14$$

Tra bảng 5.1 ta có $\varphi = 0,93$.

$$P_v = 0,93 (11000 \cdot 0,1225 + 280000 \cdot 0,000804) \\ = 1462,54 \text{ KN}$$

6.2.1.1.2. Cọc ống bê tông cốt thép :

Sức chịu tải trọng nén theo phương dọc trục của cọc ống bê tông cốt thép theo vật liệu làm cọc được xác định theo công thức :

$$P_v = (R_b F_b + R_a F_a + 2,5 R_x F_x), \quad (6.2)$$

Các ký hiệu giống như trong công thức (6.1)

R_x - cường độ tính toán của cốt xoắn.

F_x - diện tích quy đổi của cốt xoắn.

$$F_x = \frac{\pi \cdot D_n \cdot f_x}{t_x}$$

D_n - đường kính vòng xoắn.

f_x - diện tích tiết diện cốt xoắn

t_x - khoảng cách giữa các vòng xoắn

Ví dụ 6.4 :

Xác định sức chịu tải trọng nén theo phương thẳng đứng của cọc ống bê tông cốt thép có đường kính ngoài 0,6m, đường kính trong 0,400m. Thép dọc gồm 16 ϕ 20AII. Cốt xoắn ϕ 6AI, vòng xoắn đường kính $D_1 = 0,520$ m cách nhau ở vùng giữa cọc là 0,100m. Bê tông mác 300.

$$R_b = 13500 \text{ KPa.}$$

$$F_x = \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 0,0000282\text{m}^2$$

$$t_x = 0,1\text{m} ; D_n = 0,52\text{m}$$

$$F_x = \frac{3,14 \cdot 0,52 \cdot 0,0000282}{0,1} = 0,00046\text{m}^2$$

$$F_a = 5,026 \cdot 10^{-3}\text{m}^2$$

$$F_b = \frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_{tr}^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_{tr}^2)$$

$$F_b = \frac{3,14}{4} (0,55^2 - 0,40^2) = 0,1118625\text{m}^2$$

$$P_v = 1 (13500 \cdot 0,1118625 + 280000 \cdot 0,005027 + 2,5 \cdot 180000 \cdot 0,00046) = \\ = 1510,14 + 1407,56 + 207 = 3124,7 \text{ KN.}$$

6.2.1.1.3. Cọc gỗ :

Sức chịu tải trọng nén dọc thớ của cọc gỗ xác định theo công thức

$$P_v = m R_n F \quad (6.3)$$

Trong đó :

m - hệ số điều kiện làm việc. Cọc gỗ phải thường xuyên nằm dưới mực nước thấp nhất và lúc đó $m = 0,70$.

R_n - Cường độ chịu nén tính toán dọc thớ của gỗ.

F - diện tích tiết diện ngang của cọc

Ví dụ 6.5 :

Xác định sức chịu tải của cọc bằng gỗ thông đường kính 0,22m.

Cường độ chịu nén dọc trục của gỗ thông : $R = 13000 \text{ KPa}$.

$$P_v = 0,7 \cdot 13000 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{4} = 345,745 \text{ KN}$$

6.2.1.2. Cọc nhồi chịu lực nén

Sức chịu tải trọng nén của cọc nhồi theo vật liệu làm cọc được xác định theo công thức :

$$P_v = \varphi (m_1 m_2 R_b F_b + R_a F_a) \quad (6.4)$$

Trong đó :

φ , R_b , F_b , R_a , F_a - như trong công thức (6.1)

m_1 - hệ số điều kiện làm việc. Đối với cọc được nhồi bê tông theo phương thẳng đứng thì $m_1 = 0,85$.

m_2 - hệ số, điều kiện làm việc kể đến ảnh hưởng của phương pháp thi công cọc. Khi thi công trong đất sét với chỉ số chảy I_L cho phép khoan lỗ và nhồi bê tông không cần chống vách, khi trong thời gian thi công mực nước dưới đất thấp hơn mũi cọc thì $m_2 = 1,0$.

Khi thi công trong các loại đất cần phải dùng ống chèn và nước dưới đất không xuất hiện trong lỗ khoan thì $m_2 = 0,9$. Khi thi công trong các loại đất cần dùng ống chèn và đổ bê tông dưới huyền phù sét thì $m_2 = 0,7$.

Ví dụ 6.6 :

Xác định sức chịu tải trọng nén theo phương thẳng đứng theo vật liệu làm cọc của cọc nhồi đường kính 0,50m bằng bê tông cốt thép. Thép dọc chịu lực gồm 8 ϕ 10AI, bê tông mác 200. Lỗ khoan phải dùng ống chèn, nước ngầm không xuất hiện trong lỗ khoan khi nhồi bê tông do đó $m_2 = 0,9$.

$$\begin{aligned} P_v &= 1 (0,85 \cdot 0,9 \cdot 9000 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,5^2}{4} + 23000 \cdot 6,28 \cdot 10^{-4}) = \\ &= 1351,1812 + 144,44 = 1495,6212 \text{ KN.} \end{aligned}$$

Ví dụ 6.7 :

Xác định sức chịu tải của cọc nhồi bằng bê tông đường kính 0,4m bê tông mác 200 đổ theo phương pháp ống chuyển vị thẳng đứng dưới nước sét.

Đổ bê tông bằng ống chuyển vị thẳng đứng $m_1 = 0,85$ dưới nước sét $m_2 = 0,7$

$$P_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 0,70 \cdot 9000 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} = 672,588 \text{ KN}$$

Ngoài ra còn có các công thức khác như của BS8004 (British Standard) Anh quốc :

$$P_v = R'F$$

P_v - tải trọng cho phép lên cọc khoan nhồi theo vật liệu.

F- diện tích tiết diện ngang cọc

R'- cường độ cho phép của bê tông

$$R' = KR.$$

R- cường độ bê tông

K = 0,25 - Hệ số an toàn

Khi bê tông mác 250 thì R = 25 MPa và $R' = \frac{25}{4} = 6,25$ MPa.

Theo DTU (Document Technique Unifie) của Pháp :

Tải trọng cho phép lên cọc khoan nhồi theo vật liệu cọc :

$$P_v = R'_b \cdot F$$

F- diện tích tiết diện ngang cọc.

R'_b - cường độ cho phép của bê tông

$$R'_b = \rho'_b \cdot KR_n$$

$$\rho'_b = \frac{5}{6}$$

K- Hệ số phụ thuộc phương pháp đổ bê tông và tiết diện cọc.

R_n- cường độ của bê tông sau 28 ngày, được quy định trị số phụ thuộc phương pháp thi công cọc nhồi. Kết quả tính toán một số trường hợp cụ thể theo 20 TCN21-86, BS8004 và DTU cho thấy theo vật liệu làm cọc 20TCN21-86 cho trị lớn nhất,DTU cho trị bé nhất còn BS8004 cho trị trung gian.

6.2.1.3. Cọc chịu lực kéo đúng tâm

Sức chịu lực kéo đúng tâm của cọc bê tông cốt thép được kiểm tra theo điều kiện

$$P_{nh} < P_k \quad (6.5)$$

Trong đó :

P_{nh}- lực nhỏ (kéo) đúng tâm tác dụng xuống cọc.

P_k- sức chịu kéo đúng tâm của cọc bê tông cốt thép, xác định theo công thức :

$$P_k = R_a F_a \quad (6.6)$$

Như vậy sức chịu kéo đúng tâm của cọc không kể đến sức chịu kéo của phần bê tông tiết diện cọc.

Ví dụ 6.8 :

Xác định sức chịu kéo lực kéo đúng tâm của cọc C6-25 dài 6m, tiết diện 0,25 × 0,25m thép dọc gồm 4 ϕ 12AI bê tông mác 200.

$$P_k = 230000 \cdot 4,52 \cdot 10^{-4} = 94,92 \text{ KN}$$

6.2.2. Xác định sức chịu lực nén của cọc theo cường độ của đất

6.2.2.1. Sức chịu lực nén của cọc chống

Sức chịu lực nén của cọc chống xác định theo công thức :

$$P_d = mRF \quad (6.7)$$

Trong đó :

m- hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất $m = 1$.

F- diện tích tiết diện ngang của chân cọc

R- cường độ tính toán của đất đá dưới chân cọc chống, được lấy như sau :

- Đối với loại cọc đóng có mũi tì lên đá cứng, đất hòn to (như cuội sỏi, dăm sạn) lẫn cát và khi tì lên đất loại sét ở trạng thái cứng (trừ đất hoang thổ và đất có tính trương nở) $R = 20000$ KPa.

- Đối với cọc nhồi, cọc ống có nhét bê tông lòng ống, được ngàm vào đá không nhỏ hơn 0,50m thì xác định theo công thức :

$$R = \frac{R_n}{k_d} \left(\frac{h_n}{d_n} + 1,5 \right)$$

Trong đó :

R_n - trị số tiêu chuẩn của cường độ chịu nén tạm thời theo một trục của mẫu đá khi nén trong điều kiện bão hoà nước.

k_d - hệ số an toàn đối với đất $k_d = 1,4$

h_n - độ sâu tính toán ngàm cọc vào đá

d_n - đường kính ngoài của phần cọc ngàm vào đá.

Đối với cọc ống tì lên bề mặt đá cứng và mặt đá được phủ một lớp đất không xói lở có chiều dày không nhỏ hơn 3 đường kính cọc ống, xác định theo công thức :

$$R = \frac{R_n}{k_d}$$

Ví dụ 6.9 :

Xác định sức chịu tải của cọc bê tông cốt thép có đường kính ngoài 0,8m, ngàm vào đá 0,55m, lòng ống được đổ bê tông. Cường độ chịu nén tức thời theo một trục của đá $R_n = 10000$ KPa.

Cường độ tính toán của đá dưới chân cọc :

$$R = \frac{10000}{1,4} \left(\frac{0,55}{0,8} + 1,5 \right) = 15625 \text{ KPa}$$

$$P_d = 1.15625 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} = 7850 \text{ KN}$$

Ví dụ 6.10 :

Xác định sức chịu tải của cọc nhồi bằng bê tông có đường kính 0,4m. Cọc ngâm vào đá $h_n = 0,6m$. Đá có cường độ chịu nén tức thời theo một trục $R_n = 150000$ KPa. Cường độ chịu nén tính toán của đá dưới chân cọc xác định theo công thức :

$$R = \frac{R_n}{k_d} \cdot \left(\frac{h_n}{d_n} + 1,5 \right) = \frac{15000}{1,4} \left(\frac{0,6}{0,4} + 1,5 \right) \\ = 32142,86 \text{ KPa.}$$

$$P_d = 1.32142,86 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,42^2}{4} = 4037,14 \text{ KN}$$

Theo ví dụ 6.7 ta đã tính được sức chịu tải của cọc nhồi bằng bê tông mác 200, đường kính cọc 0,4m theo vật liệu làm cọc là 672,588 KN vậy ta lấy trị 672,588KN để đưa vào thiết kế, hoặc tăng mác bê tông, bố trí thép cho cọc để tăng sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc để nó khỏi bé quá so với sức chịu tải của cọc theo cường độ của đá nền.

6.2.2.2. Sức chịu tải trọng nén của cọc treo (cọc ma sát). Theo kết quả thí nghiệm đất trong phòng :

Theo tiêu chuẩn thiết kế móng cọc 20 TCN-21.86 thì cọc treo là cọc có mũi không tỳ lên đá cứng, cuội sỏi dăm sạn có chất nhét là cát ở trạng thái chặt, đất loại sét ở trạng thái cứng.

Sức chịu tải của cọc ma sát là do ma sát giữa mặt xung quanh cọc và đất bao quanh và của đất nền ở chân cọc tạo ra.

$$P_d = m(m_R R_f + u \sum_{i=1}^n m_{fi} f_{li}) \quad (6.8)$$

Trong đó :

m - hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất. Đối với cọc đóng tiết diện vuông đặc hoặc rỗng, chữ nhật, cọc ống đường kính $d \leq 0,8m$ (về sau ta gọi các cọc này là loại cọc thứ nhất) thì $m = 1$. Đối với cọc nhồi, cọc ống có $d > 0,8m$ và cọc trụ (về sau ta gọi các cọc này là loại cọc thứ hai) thì m lấy như sau : Khi mũi cọc tỳ lên lớp đất sét phủ với chỉ số độ ẩm (mức độ no nước) $S_r < 0,85$ và lên đất hoang thổ thì $m = 0,8$. Trong các trường hợp khác $m = 1$.

m_R, m_{fi} - hệ số điều kiện làm việc của đất, chúng kể đến ảnh hưởng của phương pháp thi công cọc đối với cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc và xung quanh cọc. Đối với loại thứ nhất m_R, m_{fi} tra theo bảng 6.4. Đối với loại cọc thứ hai thì m_{fi} tra bảng 6.5 còn m_R lấy bằng 1 đối với mọi trường hợp nhưng loại cọc có mở rộng chân đế bằng phương pháp nổ mìn thì $m_R = 1,3$ và cọc có bầu mở rộng mà bê tông bầu đổ dưới nước thì $m_R = 0,9$.

f - diện tích tiết diện ngang chân cọc (hoặc diện tích tiết diện ngang của bầu mở rộng tại nơi đường kính lớn nhất).

u- chu vi tiết diện ngang cọc đối với cọc nhồi thì lấy bằng tiết diện ngang lỗ khoan, ống thiết bị.

l_i - chiều dày của lớp đất thứ i tiếp xúc với cọc.

f_i - cường độ tính toán của lớp đất thứ i theo mặt xung quanh cọc KPa.

R- cường độ tính toán của đất dưới chân cọc KPa. Đối với loại cọc thứ nhất thì R theo bảng 6.2. Đối với loại cọc thứ hai thì lấy như sau :

- Cọc nhồi tạo lỗ bằng cách đóng ống thiết bị có mũi bịt bằng nắp hoặc nút bê tông mà nút đó để lại trong đất khi đổ bê tông và rút ống lên ; cọc nhồi đập, rung, thi công bằng cách khoan hoặc đóng ống thiết bị rồi đổ hỗn hợp bê tông và đầm bằng ống có mũi vát nhọn mà trên ống này có gắn máy rung vẫn dùng để hạ cọc thì R tra theo bảng 6.2.

- Đối với cọc ống không đổ bê tông lòng ống, có chừa lại lõi đất trong lòng ống, ở gần chân cọc $\geq 0,5m$ (với điều kiện lõi đất tạo nên từ đất có cùng đặc tính như đất dưới mũi cọc ống) thì cường độ R tra theo bảng 6.2 với hệ số điều kiện làm việc kể đến phương pháp hạ cọc ống theo điểm 4 của bảng 6.4, nhưng lúc đó R chỉ tính theo diện tích vành ống.

- Đối với đất sét khi thi công cọc nhồi có mở hoặc không mở rộng đế, cọc ống có $d > 0,8m$ hạ có moi đất một phần hoặc hoàn toàn rồi đổ bê tông lấp lòng ống, cọc trực thì R tra bảng 6.6.

Cường độ của cát và đất hòn to có độn cát dưới chân cọc.

+ Cọc nhồi mở rộng hoặc không mở rộng chân, cọc ống đường kính $d > 0,8m$ hạ xuống có moi đất ra, cọc trụ xác định theo :

$$R = 0,65 \beta (\gamma_1' d \cdot A_k^0 + \alpha \gamma_1 h B_k^0). \quad (6.9)$$

+ Cọc ống $d > 0,8m$ hạ xuống không moi đất ra và hạ vào đất hòn to lẫn cát và đất cát một khoảng $\geq 0,5m$ thì :

$$R = \beta (\gamma_1' d A_k^0 + \alpha \gamma_1 h B_k^0) \quad (6.10)$$

Trong 2 công thức (6.9) và (6.10)

$\alpha, \beta, A_k^0, B_k^0$ - xác định theo bảng 6.7 phụ thuộc φ_1 .

γ_1' - trọng lượng thể tích của đất ở chân cọc

γ_1 - trị trung bình của trọng lượng thể tích các lớp đất từ chân cọc trở lên.

d- đường kính của cọc hoặc của bầu mở rộng.

h- độ sâu tính từ mặt đất thiên nhiên hoặc cao độ san nền (khi san bạt đất đi) đến mũi cọc hoặc đáy bầu mở rộng.

Khi cọc đóng mũi tỳ lên cát xốp hay đất sét có chỉ số chảy (chỉ số sét) $I_L > 0,6$ thì phải xác định sức chịu tải trọng của cọc bằng cách thử tải trọng tĩnh.

Bảng 6.2.

CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN R CỦA ĐẤT DƯỚI MŨI CỌC ĐÓNG VÀ CỌC ỚNG KHÔNG ĐỔ BÊ TÔNG LÒNG ỚNG (KPA) (BẢNG 1 20TCN 21-86)

Độ sâu hạ mũi cọc, m	Cường độ tính toán R của đất dưới mũi cọc đóng và cọc ống không đổ bê tông lòng ống (KPa)						
	Cát chặt trung bình						
	Cát sỏi	Cát thô	-	Cát vừa	Cát nhỏ	Cát bụi	-
	Đất sét có độ sệt I_L						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	7500	$\frac{6600}{4000}$	3000	$\frac{3100}{2000}$	$\frac{2000}{1200}$	1100	600
4	8300	$\frac{6800}{5100}$	3800	$\frac{3200}{2500}$	$\frac{2100}{1600}$	1250	700
5	8800	$\frac{7000}{6200}$	4000	$\frac{3400}{2800}$	$\frac{2200}{2000}$	1300	800
7	9700	$\frac{7300}{6900}$	4300	$\frac{3700}{3300}$	$\frac{2400}{2200}$	1400	850
10	10500	$\frac{7700}{7300}$	5000	$\frac{4000}{3500}$	$\frac{2600}{2400}$	1500	900
15	11700	$\frac{8200}{7500}$	5600	$\frac{4400}{4000}$	2900	1650	1000
20	12600	$\frac{8500}{7500}$	6200	4800	3200	1800	1100
25	13400	9000	6800	5200	3500	1950	1200
30	14200	9500	7400	5600	3800	2100	1300
35	15000	10000	8000	6000	4100	2250	1400

Ghi chú :

1- Trong bảng 1, các trị số của R ghi dưới dạng phân số thì tử số ứng với đất cát còn mẫu số ứng với đất sét.

2- Trong bảng 1 và 2 độ sâu hạ mũi cọc hay cọc ống và độ sâu trung bình của lớp đất khi san nền bằng cách bạt đi, đắp vào hoặc do đất bồi đến 3m được tính từ mặt đất thiên nhiên còn khi bạt đi đắp vào hoặc do đất bồi từ 3 đến 10m thì được tính từ cao trình quy ước nằm cao hơn 3m so với mặt san nền bạt đi hay thấp hơn cốt đắp đất 3m.

3- Đối với các độ sâu hạ cọc và độ sệt I_L của đất sét nằm giữa các trị trong bảng thì R và f xác định theo nội suy tương ứng theo bảng 1 và 2.

4- Đối với cát chặt mà độ chặt xác định theo kết quả xuyên tĩnh trị số của R theo bảng 1 đối với cọc hạ xuống đất không dùng biện pháp xói nước hay khoan dẫn thì tăng lên 100%. Khi xác định độ chặt theo các phương pháp khảo sát khác và không có xuyên tĩnh thì đối với cát chặt trị R theo bảng 1 cần tăng lên 60% nhưng không quá 20000 KPa.

(BẢNG 2 20TCN 21-86)

Độ sâu trung bình của lớp đất, m	Cường độ tính toán theo mặt xung quanh cọc và cọc ống f (KPa)								
	Cát chặt trung bình								
	Cát thô và cát trung	Cát nhỏ	Cát bụi	-	-	-	-	-	-
	Đất sét khi độ sệt I_L bằng								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	35	23	15	12	8	4	4	3	2
2	42	30	21	17	12	7	5	4	4
3	48	35	25	20	14	8	7	6	5
4	53	38	27	22	16	9	8	7	5
5	56	40	29	24	17	10	8	7	6
6	58	42	31	25	18	10	8	7	6
8	62	44	33	26	19	10	8	7	6
10	65	46	34	27	19	10	8	7	6
15	72	51	38	28	20	11	8	7	6
20	79	56	41	30	20	12	8	7	6
25	86	61	44	32	20	12	8	7	6
30	93	66	47	34	21	12	9	8	7
35	100	70	50	36	22	13	9	8	7

Ghi chú :

- 1- Khi xác định cường độ tính toán của đất theo mặt xung quanh cọc và cọc ống theo bảng 2, nhất thiết phải kể đến các yêu cầu nêu trong ghi chú 2 và 3 cho bảng 1.
- 2- Khi xác định theo bảng 2 cường độ tính toán của đất theo mặt xung quanh cọc, tầng đất được phân ra các lớp đồng nhất không dày quá 2m.
- 3- Trị số của cường độ tính toán của cát chặt theo mặt xung quanh cọc và cọc ống cần tăng lên 30% so với trị số trong bảng 2.

Bảng 6-4

HỆ SỐ ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC M_R VÀ M_F CỦA CỌC ĐÓNG
(BẢNG 3 20TCN21 - 86)

Phương pháp hạ cọc và loại đất	Hệ số điều kiện làm việc của đất khi xác định sức chịu tải của cọc đóng làm việc theo sơ đồ cọc ma sát	
	Dưới mũi cọc m_R	Theo mặt xung quanh cọc m_f
1. Hạ bằng cách đóng cọc đặc và cọc rỗng bịt mũi bằng búa cơ học (búa treo) búa hơi và búa diesel 2. Hạ bằng cách đóng cọc vào hố khoan dẫn và đóng sâu xuống hơn 1m so với đáy hố khoan khi đường kính :	1,0	1,0

a. Bàng cạnh cọc tiết diện vuông	1,0	0,5
b. Nhỏ hơn 5cm so với cạnh cọc vuông	1,0	0,6
c. Nhỏ hơn 15cm so với cạnh cọc vuông hay đường kính cọc tròn (đối với trụ điện)	1,0	1,0
3. Hạ vào cát có dùng nước xối nhưng mét cuối cùng hạ không dùng nước xối.	1,0	0,9
4. Hạ bằng cách rung và ép rung vào đất		
a. Cát chặt vừa :		
- Cát thô và cát trung	1,2	1,0
- Cát nhỏ	1,1	1,0
- Cát bụi	1,0	1,0
b. Đất sét với độ sệt $I_L = 0,5$		
á cát	0,9	0,9
á sét	0,8	0,9
sét	0,7	0,9
c. Đất sét với độ sệt $I_L \leq 0$	1,0	1,0
5. Hạ cọc rỗng mũi hở bằng loại búa bất kỳ :		
a. Khi đường kính lòng ống không quá 40cm	1,0	1,0
b. Khi đường kính lòng ống trên 40cm	0,7	1,0
6. Hạ bằng phương pháp bất kỳ loại cọc ống bịt mũi đến độ sâu $\geq 10m$ có tạo bầu bằng cách nổ mìn trong cát chặt vừa và đất sét có $I_L \leq 0,5$ khi đường kính bầu mở rộng bằng		
a. 1,0m không phụ thuộc vào các loại đất vừa nêu	0,9	1,0
b. 1,5m trong cát và á cát	0,8	1,0
c. 1,5m trong á sét và sét	0,7	1,0

Ghi chú : Hệ số m_R và m_t theo điểm 4 bảng 3 đối với đất sét có độ sệt $0 < I_L < 0,5$ xác định bằng nội suy

Bảng 6-5

Loại cọc và phương pháp thi công	Hệ số điều kiện làm việc của đất m_t đối với			
	cát	á cát	á sét	sét
1. Cọc nhồi theo mục 2.6a khi đóng ống thiết bị mũi ống được bịt nắp	0,8	0,8	0,8	0,8
2. Cọc nhồi nén rung	0,9	0,9	0,9	0,9
3. Cọc khoan nhồi kể cả loại có mở rộng đế, đổ bê tông :				
a- Bàng phương pháp khô (khi không có nước trong lỗ khoan)	0,7	0,7	0,7	0,6
b. Dưới nước hay dưới nước sét	0,6	0,6	0,6	0,6
4. Cọc ống ($d > 0,8$) hạ bằng phương pháp rung có moi đất ra	1,0	0,9	0,7	0,6
5. Cọc trụ	0,7	0,7	0,7	0,6

Bảng 6-6

Độ sâu chân cọc (m)	Cường độ tính toán R, KPa, dưới chân cọc nhồi cốt hoặc không cốt bầu mở rộng, cọc trụ, cọc ống $d > 0,8m$ hạ xuống cốt moi đất ra và đổ bê tông lòng ống khi đất sét có chỉ số chảy I_L :						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	850	750	650	500	400	300	250
5	1000	850	750	650	500	400	350
7	1150	1000	850	750	600	500	450
10	1350	1200	1050	950	800	700	600
12	1550	1400	1250	1100	950	800	700
15	1800	1650	1500	1300	1100	1100	800
18	2100	1900	1700	1500	1300	1150	950
20	2300	2100	1900	1650	1450	1250	1050
30	3300	3000	2600	2300	2000		
40	4500	4000	3500	3000	2500		

Bảng 6-7

Hệ số		Hệ số A_k° , B_k° α β khi trị tính toán thứ nhất của góc ma sát trong φ_1 của đất bằng								
		23°	25°	27°	29°	31°	33°	35°	37°	39°
A_k°		9,5	12,6	17,3	24,4	34,6	48,6	71,3	108,0	163,0
B_{k_0}		18,6	24,8	32,8	45,5	64,0	87,6	127,0	185,0	260,0
α khi $\frac{h}{d} =$	4,0	0,78	0,79	0,80	0,82	0,84	0,85	0,85	0,85	0,87
	5,0	0,75	0,76	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
	7,5	0,68	0,70	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84
	10,0	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81
	12,5	0,58	0,61	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
	15,0	0,55	0,58	0,61	0,65	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79
	17,5	0,51	0,55	0,58	0,62	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78
	20,0	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65	0,68	0,72	0,75	0,78
	22,5	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
> 25	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	0,67	0,70	0,74	0,77	
β khi d	$\leq 0,8m$	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22
	$= 4,0m$	0,25	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17

Ghi chú :

Đối với các trị số trung gian của φ_1 , $\frac{h}{d}$ và d trị số của A_k° , B_k° , α và β xác định bằng nội suy

Bảng 6-8

Loại đất	Hệ số điều kiện làm việc của cọc xoắn khi tải trọng		
	Nén	Nhớ	Thay đổi đầu
1. Sét và á sét			
a- Cứng, nửa cứng và dẻo cứng	0,8	0,7	0,7
b- Dẻo mềm	0,8	0,7	0,6
c- Dẻo chảy	0,7	0,6	0,4
2. Cát và cát pha			
a. Cát ít ẩm và cát pha cứng	0,8	0,7	0,5
b. Cát ẩm và cát pha dẻo	0,7	0,6	0,4
c. Cát bão hoà và cát chảy	0,6	0,5	0,3

Bảng 6-9

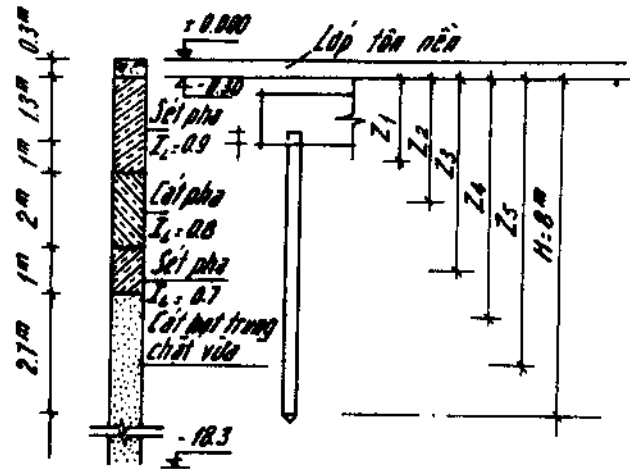
Trị tính toán thứ nhất của góc ma sát trong φ_1 (độ) của đất trong vùng làm việc	Hệ số	
	A	B
13	7,8	2,8
15	8,4	3,3
16	9,4	3,8
18	10,1	4,5
20	12,0	5,5
22	15,0	7,0
24	18,0	9,2
26	23,1	12,3
28	29,5	16,5
30	38,0	22,5
32	48,4	31,0
34	64,9	44,4

Ví dụ 6.11 :

Xác định sức chịu tải của cọc C7-30 như trong hình 6.7 cọc được hạ vào đất bằng búa diesel. Lớp cát hạt trung chặt vừa chưa gặp đáy lớp trong phạm vi độ sâu lỗ khoan 18m kể từ cốt thiên nhiên.

Cường độ tính toán của đất ở chân cọc với độ sâu $H = 8m$ (kể từ cốt thiên nhiên đến chân cọc) tra bảng 6.2 đối với cát hạt trung chặt vừa, có nội suy ta được $R = 3800$ KPa. Cường độ tính toán của đất theo mặt xung quanh cọc : chia đất thành các lớp đồng nhất có chiều dày $\leq 2m$. Cụ thể lớp cát hạt trung mà cọc cắm vào 2,7m chia làm 2 lớp 1m và 1,7m ta có :

- $z_1 = 1,8\text{m}$
- $f_1 = 3,8 \text{ KPa}$
- $z_2 = 3,3\text{m}$
- $f_2 = 7,3\text{KPa}$
- $z_3 = 4,8\text{m}$
- $f_3 = 9,8 \text{ KPa}$
- $z_4 = 5,8\text{m}$
- $f_4 = 57,6 \text{ KPa}$
- $z_5 = 7,15\text{m}$
- $f_5 = 60,3 \text{ KPa}$



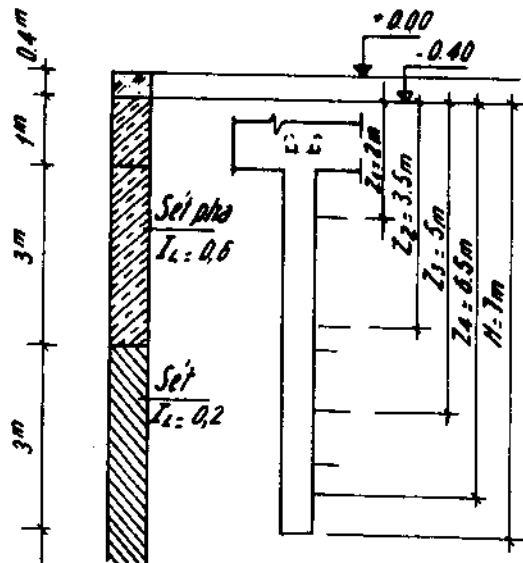
Hình 6-7 : Sơ đồ xác định sức chịu tải của cọc ma sát

Các hệ số

- $m = 1$
- $m_R = 1$
- $m_f = 1.$

Theo công thức (6.8) ta có :

$$\begin{aligned}
 P_d &= 1 [1.3800.0,3 \times 0,3 + \\
 &4.03 (1.3,8 \times 1 + 1.7,3.2 + \\
 &1.9,8.1+1.57,6.1+1.60,3 \times 1,7) \\
 &= 342 + 1,2 (3,8 + 14,6 + \\
 &+ 9,8 + 57,6 + 102,51) \\
 P_d &= 342 + 225,972 \\
 &= 567,972\text{KN}.
 \end{aligned}$$



Hình 6-8 : Sơ đồ xác định sức chịu tải của cọc nhồi, làm việc theo kiểu cọc treo.

Ví dụ 6.12 :

Xác định sức chịu tải của cọc

nhồi đường kính 0,5m dài 6,3m như trong hình vẽ 6.8. Cọc được nhồi bằng phương pháp khô (không có nước trong lỗ khoan). Cọc chôn vào đất 0,3m có các râu thép cắm sẵn trong cọc để ngàm vào đất. Tôn nền cao lên 0,4m so với cốt thiên nhiên. Lớp sét bên dưới chưa kết thúc trong phạm vi lỗ khoan sâu 15m.

Chia lớp sét pha phân 3m mà cọc xuyên qua thành 2 lớp 2m và 1m, chia lớp sét phân 3m mà cọc xuyên qua thành 2 lớp 2m và 1m với độ sâu $H = 7\text{m}$, tra bảng 6.7 ta có :

$$R = 850 \text{ KPa.}$$

Theo các độ sâu z_i , tra bảng 6.3 để xác định cường độ ma sát giữa mặt xung quanh cọc và đất bao quanh f_i và tra bảng 6.5 để xác định m_{f_i} tương ứng ta có :

$$z_1 = 2\text{m}, \quad f_1 = 12 \text{ KPa}, \quad m_{f_1} = 0,7$$

$$z_2 = 3,5 \rightarrow f_2 = 15 \text{ KPa}, \quad m_{f_2} = 0,7$$

$$z_3 = 5\text{m} \rightarrow f_3 = 56 \text{ KPa}, \quad m_{f_3} = 0,6$$

$$z_4 = 6,5\text{m} \rightarrow f_4 = 59 \text{ KPa}, \quad m_{f_4} = 0,6.$$

Hệ số $m_R = 1$.

Diện tích tiết diện ngang cọc :

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = 3,1416 \cdot \frac{0,5^2}{4} = 0,19625\text{m}^2$$

Chu vi tiết diện ngang cọc :

$$U = \pi d = 3,14 \times 0,5 = 1,57\text{m}$$

Theo công thức (6.8) :

$$P_d = 1[1.850.0,19625 + 1,57(0,7.12.2 + 0,7.15.1 + 0,6.56.2 + 0,6.59.1)]$$

$$P_d = 527,8\text{KN.}$$

6.2.2.3. Xác định sức chịu tải trọng nén và tải trọng nhổ của cọc xoắn.

Theo "Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc 20 TCN21-86" thì sức chịu tải P_d của cọc xoắn có đường kính cánh $D \leq 1,2\text{m}$ và chiều dài $L \leq 10\text{m}$, chịu lực nén hoặc nhổ dọc trục được xác định theo công thức (6.9). Còn khi $D > 1,2\text{m}$ hoặc $L > 10\text{m}$ thì phải lấy theo kết quả thí nghiệm cọc xoắn bằng tải trọng tĩnh.

$$P_d = m[(A_{cI} + B_{\gamma I h})F + f.u(L - D)] \quad (6.9)$$

Trong đó :

m - hệ số điều kiện làm việc, tra bảng 6.8 phụ thuộc vào loại tải trọng tác dụng lên cọc và điều kiện đất.

A, B - các hệ số không thứ nguyên, tra bảng 6.9 phụ thuộc vào trị tính toán thứ nhất của góc ma sát trong của đất φ_I trong vùng làm việc (vùng làm việc là lớp đất kề cánh xoắn, có chiều dày bằng D) ;

c_I - trị tính toán thứ nhất của lực dính đơn vị của đất loại sét hoặc thông số tuyến tính của đất cát trong vùng làm việc.

γ_I - trị tính toán thứ nhất của trọng lượng riêng tính đối của đất nằm ở phía trên cao trình cánh xoắn của cọc.

h - độ sâu đặt cánh của cọc, kể từ mặt đất thiên nhiên, còn khi san khu đất bằng cách đào, ủi thì tính từ cao trình được san.

F - hình chiếu của diện tích cánh, tính theo đường kính ngoài bằng m^2

khi cọc xoắn chịu tải trọng nén, và hình chiếu diện tích làm việc của cánh tức là trừ đi diện tích mặt cắt của thân cọc, tính bằng m^2 khi cọc xoắn chịu tải trọng nhỏ.

f - trị tính toán của cường độ ma sát của đất theo mặt xung quanh cọc xoắn, xác định theo bảng 6.3 (giá trị tính đối đối với tất cả các lớp đất trong phạm vi hạ cọc).

u - chu vi thân cọc

L - chiều dài thân cọc hạ vào đất

D - đường kính cánh xoắn của cọc.

Ví dụ 6.13 : Xác định sức chịu tải trọng nén theo phương thẳng đứng của cọc xoắn như trong hình 6.9, cọc có đường kính $d = 0,24m$ đường kính cánh bằng $0,9m$. San nền bằng cách đắp đất cao hơn $0,6m$.

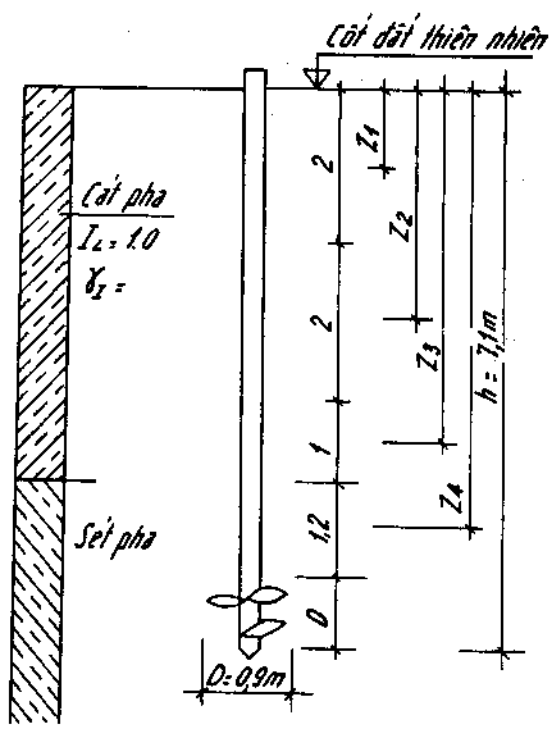
Lớp cát pha có $I_L = 1,0, \gamma_{I_1} = 16,79KN/m^3$

Lớp sét pha có $I_L = 0,5 ; \varphi_{I_2} = 18^\circ$

$c_{I_2} = 62 KPa, \gamma_{I_2} = 17,5KN/m^3$.

Trị tính đối của γ_I :

$$\gamma_I = \frac{\gamma_{I1}h_1 + \gamma_{I2}h_2}{h_1 + h_2}$$



Hình 6-9 :

$$\gamma_I = \frac{16,79 \cdot 5 + 17,5 \cdot 2,1}{5 + 2,1} = 17 \text{ KN/m}^3$$

Với sét pha dẻo mềm, tra bảng 6.8 có $m = 0,8$

Với $\varphi_{12} = 18^\circ$ tra bảng 6.9 được $A = 10,1$; $B = 4,5$.

Diện tích của cánh :

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,9^2}{4} = 0,63585 \text{ m}^2$$

Chu vi tiết diện ngang thân cọc :

$$u = \pi d = 3,14 \cdot 0,24 = 0,7536 \text{ m.}$$

Chia lớp cát pha thành 3 lớp 2m, 2m và 1m

Lớp sét pha còn lại 1 lớp dày 1,2m.

Trang bảng 6.3 ứng với loại đất, trạng thái của đất và độ sâu Z_i ta có :

$$z_1 = 1 \text{ m} \rightarrow f_1 = 2 \text{ KPa.}$$

$$z_2 = 3 \text{ m} \rightarrow f_2 = 5 \text{ KPa.}$$

$$z_3 = 4,5 \text{ m} \rightarrow f_3 = 5,5 \text{ KPa.}$$

$$z_4 = 5,6 \text{ m} \rightarrow f_4 = 24,6 \text{ KPa.}$$

Trị tính đối của cường độ ma sát giữa mặt xung quanh cọc và đất bao quanh

$$f = \frac{f_1 h'_1 + f_2 h'_2 + f_3 h'_3 + f_4 h'_4}{h'_1 + h'_2 + h'_3 + h'_4}$$

$$= \frac{2 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5,5 \cdot 1 + 24,6 \cdot 1,2}{2 + 2 + 1 + 1,2}$$

$$f = 7,906 \text{ KPa.}$$

Theo công thức (6.9) :

$$P_d = 0,8 [(10,1 \cdot 62 + 4,5 \cdot 17,7,1) 0,63585 + 0,7536 \cdot 7,906 (7,1 - 0,9)]$$

$$= 0,8 [(626,2 + 543,15) \cdot 0,63585 + 36,9304]$$

$$= 0,8 (743,25 + 36,9304) = 624,1519 \text{ KN.}$$

Ví dụ 6.14 :

Xác định sức chịu tải trọng nhỏ của cọc xoắn với các điều kiện như trong ví dụ 6.13. Tra bảng 6.8 ta được $m = 0,7$ (cọc cắm trong đất sét pha ở trạng thái dẻo mềm chịu lực nhỏ).

Diện tích của riêng phần cánh cọc (không kể diện tích tiết diện ngang thân cọc) :

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$F = \frac{3,14}{4} (0,9^2 - 0,24^2) = 0,590634\text{m}^2$$

Theo công thức (5.9) ta có sức chống nhổ của cọc.

$$P_n = 0,7[(10,1.62 + 4,5.17.7,1)0,590634 + 7,906 \cdot 0,7536 (7,1 - 0,9)]$$

$$P_n = 0,7[(626,2 + 543,15).0,590634 + 36,9304] = 509,32\text{KN}$$

Theo quy phạm thì khi xác định sức chịu tải trọng nén của cọc xoắn, các đặc trưng của đất trong bảng (6.9) ứng với đất nằm dưới cánh xoắn còn khi xác định sức chịu tải trọng nhổ của cọc thì ứng với đất nằm trên cánh xoắn. Trong ví dụ này đất ở ngay trên cánh xoắn và ngay dưới cánh xoắn đều là sét pha dẻo mềm do vậy các hệ số A và B trong ví dụ 6.13 và 6.14 đều tra theo $\varphi_I = 18^\circ$.

6.2.2.4. Xác định sức chịu tải trọng nén theo phương thẳng đứng của cọc có kể đến ma sát âm

Khi cọc xuyên qua lớp than bùn dày $> 0,3\text{m}$ và san nền bằng cách đắp đất hoặc bị gia tải tương đương với đất đắp thì cường độ tính toán của đất từ đáy lớp than bùn dưới cùng trở lên được lấy như sau :

* Khi đắp cao thêm $< 2\text{m}$ thì đất đắp và than bùn lấy với $f_i = 0$ còn các lớp đất ở trạng thái tự nhiên thì f_i lấy dấu (+).

* Khi đắp cao $2 + 5\text{m}$ thì đất đắp và đất phía trên than bùn lấy bằng 0, trị f_i trong bảng 6.3 với dấu (-) còn than bùn lấy bằng -5 KPa .

* Khi đắp cao hơn 5m thì đất đắp, đất phía trên lớp than bùn lấy theo trị f_i với dấu (-) còn than bùn lấy $f = -5\text{ KPa}$.

Ví dụ 6.15 :

Xác định sức chịu tải của cọc đóng C9-30 theo cường độ của đất như trong hình 6.10. Lớp cát hạt trung chặt vừa chưa kết thúc trong phạm vi độ sâu lỗ khoan 17m kể từ bề mặt đất thiên nhiên.

Đề dài đặt ở độ sâu $1,3\text{m}$ kể từ bề mặt lớp đất đắp, thân cọc chôn vào dài một khoảng $0,3\text{m}$ trong đó có một phần đầu cọc, được phá bê tông bằng búa hơi cho thợ cốt thép dọc ra rồi hàn các đoạn thép nối vào để chôn vào dài, bảo đảm điều kiện ngầm cọc.

Ở đây lớp đất đắp dày 2m, thuộc trường hợp đắp đến 3m theo ghi chú 2 của bảng 6.2, độ sâu hạ mũi cọc và độ sâu trung bình của lớp được tính từ cốt thiên nhiên.

Thân cọc nằm trong lớp đất đắp 0,7m. Độ sâu z_1 ta tính từ bề mặt đất đắp đến giữa lớp 0,7m nên $z_1 = 1,65m$ từ z_2 đến z_6 tính từ mặt đất thiên nhiên. $z_1 = 1,65m$ tra bảng 6.3 ta có $f_1 = 10,6$ KPa. Theo quy định lấy $-0,4$ trị f_1 nên

$$f_1 = -0,4 \cdot 10,6 = -4,24 \text{ KPa.}$$

$$z_2 = 1,0m \rightarrow f_2 = 4 \text{ KPa} \rightarrow$$

$$0,4f_2 = -0,4 \cdot 4 = -1,6 \text{ KPa.}$$

$z_3 = 2,5m$. Theo quy định của quy phạm cường độ tính toán của ma sát lớp than bùn lấy bằng -5 KPa. Lớp cát pha chia làm 2 lớp nhỏ 2m và 1m.

$$z_4 = 4 \text{ m,} \quad f_4 = 27 \text{ KPa}$$

$$z_5 = 5,5m, \quad f_5 = 30 \text{ KPa}$$

$$z_6 = 7,0 \text{ m,} \quad f_6 = 60 \text{ Kpa}$$

Ứng với độ sâu $H = 8m$ tra bảng 6.2 với cát hạt trung chặt vừa $R = 3800$ KPa.

Theo công thức (5.8) :

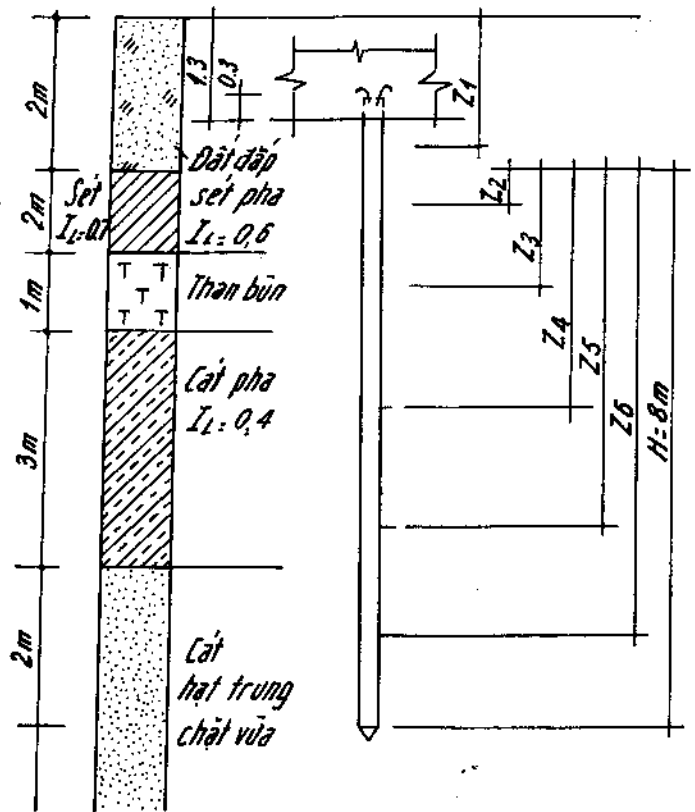
$$P_d = 1[1.3800 \cdot 0,3 \cdot 0,3 + 0,34(-1.4,24 \cdot 0,7 - 1,1 \cdot 6,2 - 1,5 \cdot 1 + 1,27 \cdot 2 + 1,30 \cdot 1 + 1,60 \cdot 2)] = 573,3984 \text{ KN.}$$

6.2.2.5. Xác định sức chịu tải trọng nhỏ của cọc đóng, cọc nhồi theo sức cản của đất.

$$P_{nh} = m \cdot u \sum_{i=1}^n m_{f_i} f_i \cdot l_i \quad (6.10)$$

Trong đó :

u, m_{f_i}, f_i, l_i như trong công thức (6.8)



Hình 6-10 : Sơ đồ xác định sức chịu tải của cọc có kể đến ma sát âm.

m - hệ số điều kiện làm việc được lấy như sau :

- Khi cọc cắm vào đất < 4m thì m = 0,6
- ≥ 4m thì m = 0,8

Ví dụ 6.16 :

Xác định sức chịu lực nhỏ của cọc đóng theo sức cản của đất với các điều kiện như trong ví dụ 6.11 hình vẽ 6.7.

Ở đây cọc cắm vào đất > 4m nên m = 0,8. Chu vi tiết diện ngang cọc $4 \times 0,3 = 1,2\text{m}$. Theo công thức (6.10) ta có sức chịu lực nhỏ của cọc trong trường hợp này.

$$P_{nh} = 0,8.1,2(1,3,8,1 + 17,3,2 + 1,9,8,1 \\ + 1,57,6,1 + 1,60,3,1,7) = 180,78\text{KN}$$

Ví dụ 6.17:

Xác định sức chịu tải nhỏ của cọc nhồi theo sức cản của đất như trong ví dụ 6.12 hình 6.8.

Theo công thức (6.10)

$$P_{nh} = 0,8.157(0,7.12,2 + 0,7.15,1 + 0,6.56,2 + 0,6.59,1) = 288,75\text{KN}$$

6.2.3. Xác định sức chịu tải trọng nén theo phương thẳng đứng của cọc theo kết quả xuyên tĩnh.

Xuyên tĩnh là dùng kích ép vào đất với tốc độ không đổi khoảng 2cm/sec một chiếc cọc tròn thu nhỏ bằng kim loại gồm cán xuyên là ống kim loại thành dày và chùy xuyên. Chùy xuyên gồm mũi hình nón (côn) có góc ở đỉnh thường bằng 60° đường kính 35,7mm có cơ cấu để đo lực cản mũi xuyên và có thể có máng xông để đo ma sát.

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XUYÊN

Công trình
 Thiết bị xuyên. Máy xuyên tĩnh. Gouda Hà Lan
 Phương pháp xuyên - Xuyên tĩnh không liên tục
 Có áo ma sát

Số hiệu hồ xuyên XM3
 Cao độ miệng hố 0,00
 Tổng độ sâu 26m
 Ngày thí nghiệm 27.3.1996
 Người thí nghiệm

Người theo dõi

Độ sâu (m)	Số dọc		Cường độ KG/cm ²		Độ sâu (m)	Số dọc		Cường độ KG/cm ²		Biểu đồ sức kháng xuyên					
	X	Y	q _c	f _s		X	Y	q _c	f _s	0 20 40 60 80 100 q _c			KG/cm ²		
1,0	2	10	4	1,067	8,0	11	18	27	0,933						
2	8	9	16	0,133	2	9	15	18	0,800						
4	7	11	14	0,533	4	4	11	8	0,933	$q_c^{TB} = 11,87 \text{ KG/cm}^2$ $f_s^{TB} = 0,49 \text{ KG/cm}^2$					
6	7	8	8	0,533	6	11	15	22	0,533						
8	5	8	10	0,400	8	11	18	22	0,933	$q_c^{TB} = 5,90 \text{ KG/cm}^2$ $f_s^{TB} = 0,923 \text{ KG/cm}^2$					
2,0	6	9	12	0,400	9,0	14	17	28	0,400						
2	7	10	14	0,400	2	11	19	22	1,067	$q_c^{TB} = 20 \text{ KG/cm}^2$ $f_s^{TB} = 0,833 \text{ KG/cm}^2$					
4	8	13	16	0,667	4	7	18	14	1,467						
6	8	13	16	0,667	6	13	20	26	0,933	$q_c^{TB} = 6,5 \text{ KG/cm}^2$ $f_s^{TB} = 0,24 \text{ KG/cm}^2$					
8	7	12	14	0,667	8	8	17	10	1,200						
30	5	9	10	0,533	10,0	5	12	10	0,933	$q_c^{TB} = 29,86 \text{ KG/cm}^2$ $f_s^{TB} = 1,16 \text{ KG/cm}^2$					
2	5	9	10	0,533	2	11	15	22	0,533						
4	6	9	12	0,400	4	11	18	22	0,933	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
6	6	9	12	0,400	6	10	15	20	0,667						
8	5	8	10	0,400	8	7	13	14	0,800	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
40	5	8	10	0,400	11,0	4	9	8	0,667						
2	6	10	12	0,533	2	4	5	8	0,133	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
4	7	10	14	0,400	4	3	6	6	0,400						
6	5	10	10	0,667	6	3	4	6	0,133	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
8	4	7	8	0,400	8	3	4	6	0,133						
5,0	2	5	4	0,400	12,0	3	4	6	0,133	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
2	2,5	4	5	0,200	2	3	4	6	0,133						
4	2,5	4	5	0,200	4	3	4,5	6	0,200	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
6	2	3,5	4	0,200	6	17	20	34	0,400						
8	3	4	6	0,133	8	19	26	38	0,933	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
60	3	5	6	0,267	13,0	17	25	34	1,067						
2	3	5	6	0,267	2	26	35	52	1,200	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
4	6	7	12	0,133	4	18	34	36	2,133						
6	2	4	4	0,267	6	17	29	34	1,600	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
8	2,5	4	5	0,200	8	16	29	32	1,733						
7,0	3	5	6	0,267	14,0	16	27	32	1,467	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
2	3	4	6	0,133	2	18	28	36	1,333						
4	4	7	8	0,400	4	14	22	28	1,067	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					
6	3	4	6	0,133	6	14	26	28	1,600						
8	21	23	42	0,267	8	7	T8	T4	1,467	- q _c sức kháng mũi xuyên --- f _s ma sát đơn vị					

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XUYÊN

Công trình

Thiết bị xuyên. Máy xuyên tĩnh. Gouda Hà Lan
Phương pháp xuyên - Xuyên tĩnh không liên tục

Cố áo ma sát

Người theo dõi

Số hiệu hố xuyên XM3

Cao độ miệng hố 0,00

Tổng độ sâu 26m

Ngày thí nghiệm 27.3.1996

Người thí nghiệm

Độ sâu (m)	Số cọc		Cường độ KG/cm ²		Độ sâu (m)	Số cọc		Cường độ KG/cm ²		Biểu đồ sức kháng xuyên
	X	Y	q _c	f _s		X	Y	q _c	f _s	
										0 20 40 60 80 100 q _c
										0 10 20 kg/cm ²
15,0	14	24	28	1,333	21,0	30	46	60	2,133	15
2	24	36	48	1,600	2	24	36	48	1,600	16
4	22	29	44	0,933	4	25	37	50	1,600	17
6	18	30	36	1,600	6	21	33	42	1,600	18
8	6	15	12	1,200	8	20	31	40	1,467	19
16,0	3	8	6	0,667	22,0	9	17	18	1,067	20
2	25	45	5	0,267	2	4	14	8	1,333	21
4	7	8	14	0,133	4	5	15	10	1,333	22
6	24	28	48	0,533	6	28	31	56	0,400	23
8	9	19	18	1,333	8	42	48	84	0,800	24
17,0	26	33	52	0,933	23,0	46	57	92	1,467	25
2	30	39	60	1,200	2	36	54	22	2,400	26
4	18	22	36	0,533	4	32	48	64	2,133	27
6	27	42	54	2,000	6	29	46	58	2,267	
8	10	20	20	1,333	8	30	47	60	2,267	
18,0	14	28	28	1,867	24,0	38	55	76	2,267	
2	38	45	76	0,933	2	47	65	94	2,400	
4	18	30	36	1,600	4	45	63	90	2,400	
6	19	33	38	1,867	6	36	55	72	2,533	
8	26	31	52	0,667	8	42	58	84	2,133	
19,0	24	35	48	1,467	25,0	38	59	76	2,800	
2	28	46	56	2,400	2	46	63	92	2,267	
4	23	40	46	2,267	4	15	35	30	2,267	
6	26	46	52	2,267						
8	28	40	56	1,600						
20,0	33	42	66	1,200						
2	24	37	48	1,733						
4	29	41	58	1,600						
6	33	45	66	1,600						
8	28	43	56	2,000						

q_c^{TB} = 55.34 KG/cm²
f_s^{TB} = 1.74 KG/cm²

- q_c sức kháng mũi xuyên
--- f_s Ma sát đơn vị

Hiện nay có các loại máy xuyên tĩnh :

- Loại chỉ cho biểu đồ sức cản mũi côn q_c ,
- Loại cho sức cản mũi xuyên q_c và tổng ma sát thành Q_T
- Loại cho sức cản mũi xuyên q_c và ma sát thành đơn vị q_s
- Loại cho sức cản mũi xuyên q_c , ma sát thành đơn vị q_s và áp lực trong nước lỗ rỗng q_w .

Theo 20 TCN112-84 và 20 TCN 174-89 dựa theo tài liệu kỹ thuật thống nhất của Pháp đều quy định chỉ dùng sức cản mũi xuyên tĩnh để tính sức chịu tải của cọc khi dùng bất cứ loại xuyên tĩnh nào.

Sức cản phá hoại của cọc ma sát :

$$P'_x = P_{\text{mũi}} + P_{\text{xq}} \quad (6-11)$$

$P_{\text{mũi}} = q_p F$ - sức cản phá hoại của đất ở mũi cọc.

$$P_{\text{xq}} = u \sum_{i=1}^n q_{si} h_i - \text{sức cản phá hoại của đất ở toàn bộ thành cọc}$$

q_p - sức cản phá hoại của đất ở chân cọc

$$q_p = k \cdot q_c \quad (6-12)$$

q_c - sức cản mũi xuyên trung bình của đất trong phạm vi $3d$ phía trên chân cọc và $3d$ phía dưới chân cọc.

K - hệ số tra bảng 6-10 phụ thuộc loại đất, loại cọc.

q_{si} - lực ma sát thành đơn vị của cọc ở lớp đất thứ i có chiều dày h_i

$$q_{si} = \frac{q_{ci}}{\alpha_i} \quad (6-13)$$

q_{ci} - sức cản mũi xuyên của lớp đất thứ i .

α_i - hệ số phụ thuộc loại đất, loại cọc, tra bảng 6-10.

Tải trọng cho phép tác dụng xuống cọc :

Theo 20 TCN112-84 :

$$P_x = \frac{P_{\text{mũi}}}{3} + \frac{P_{\text{xq}}}{2} \quad (6-14)$$

Theo 20 TCN174-89 thì kiến nghị dùng công thức :

$$P_x = \frac{P_{\text{mũi}}}{2+3} + \frac{P_{\text{xq}}}{2} \quad (6-15)$$

Ngoài ra còn có rất nhiều công thức tính theo xuyên tĩnh khác như của 20 TCN21-86, phương pháp của Meyerhof, Vesic... mà ở đây không trình bày.

Ví dụ 6.18 :

Xác định sức chịu tải của cọc theo kết quả xuyên tĩnh. Cọc bê tông cốt thép tiết diện $25 \times 25\text{cm}$, dài 12 mét nối từ 2 đoạn 6m. Đai cọc cách mặt đất 0,8m. Mũi cọc hạ vào đất đạt độ sâu 12,2m. Từ trên xuống gồm các lớp đất.

1. Sét dẻo mềm có $q_c = 1121$ KPa ; $f_s = 78,8$ KPa, dày 5 mét
2. Sét pha dẻo mềm, dày 3,5m, có $q_c = 1810$ KPa, $f_s = 76$ KPa
3. Cát hạt nhỏ chặt vừa, chiều dày chưa kết thúc trong phạm vi hố xuyên sâu 20m có $q_c = 5600$ KPa, $f_s = 174$ KPa.

Bảng 5-9

GIÁ TRỊ HỆ SỐ K VÀ α THEO M. BUSTAMANTE VÀ L. GIANSELLI

Loại đất	q_c (KPa)	Yếu tố chịu tải K $q_p = K \cdot q_c$		Hệ số α $q_s = \frac{q_c}{\alpha}$				Giá trị $q_{s, \text{max}}$ cực đại (KPa)					
		Cọc khoan	Cọc đóng	Cọc khoan		Cọc đóng		Cọc khoan		Cọc đóng		Cọc bơm	
				Thanh Bê tông	Ống	Thanh Bê tông	Thanh sắt	Thanh Bê tông	Ống	Thanh Bê tông	Thanh sắt	Áp suất yếu	Áp suất cao
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Đất loại sét chảy, bùn	0 - 2000	0,4	0,5	30	30	30	30	15	15	15	15	35	-
Đất loại sét cứng vừa	2000 - 5000	0,35	0,45	40	80	40	80	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35	80	120
Đất loại sét cứng và rất cứng	>5000	0,45	0,55	60	120	60	120	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35	80	200
Bụi hoặc cát chảy	0-2500	0,4	0,5	(60) 120	150	(60) 80	(120) 160	35	35	35	35	80	-
Cát chặt trung bình	2500 - 10.000	0,4	0,5	(100) 180	(200) 250	100	(200) 250	(120) 80	(80) 35	(120) 80	80	120	- 200
Cát chặt đến rất chặt	> 10.000	0,3	0,4	150	300 (200)	150	300 (200)	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120	150	200
Đá phần mềm	> 5000	0,2	0,3	100	120	100	120	35	35	35	35	80	-
Đá phần phong hóa, mảnh vụn	> 5000	0,2	0,4	60	80	60	80	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120	150	200

Ghi chú :

* Cần thận trọng khi lấy giá trị ma sát thành cọc của đất loại sét mềm yếu và bùn, vì khi tác dụng một tải trọng nhỏ lên nó hoặc ngay cả dưới tác dụng của trọng lượng bản thân cũng làm cho loại đất này lún và tạo ra ma sát âm.

** Các giá trị trong ngoặc có thể sử dụng khi :

- Đối với cọc nhồi, vách hố được giữ tốt, khi thi công, không gây phá hoại vách hố và nhồi bê tông cọc đạt chất lượng cao.

- Đối với cọc đóng có tác dụng làm chặt đất khi hạ cọc.

*** Giá trị sức cản mũi cọc nêu trong bảng 5.9 trên đây tương ứng với mũi cọc đơn giản.

Giải :

Theo số liệu bài ra thì cọc xuyên qua lớp đất 1 là 4,2m và lớp 3 là 3,7m. Tra bảng 6.9, ta được α và K.

$$\text{Lớp sét dẻo mềm } \alpha = 30 ; q_s = \frac{q_c}{\alpha} = \frac{1121}{30} = 37,37 \text{ KPa}$$

$$\text{Lớp sét pha dẻo mềm } \alpha = 30 ; q_s = \frac{q_c}{\alpha} = \frac{1810}{30} = 60,3 \text{ KPa.}$$

$$\text{Lớp cát hạt nhỏ chặt vừa : } \alpha = 100, q_s = \frac{5600}{100} = 56 \text{ Kpa.}$$

$$K = 0,5 q_p = Kq_c = 0,5 \cdot 5600 = 2800 \text{ KPa.}$$

Sức cản phá hoại của cọc :

$$P'_x = q_p F + u \sum_{i=1}^n q_{si} h_i$$

$$P'_x = 2800 \cdot 0,25 \cdot 0,25 + 0,25 \cdot 4(37,37 \cdot 4,2 + 60,3 \cdot 3,5 + 56 \cdot 3,7) = \\ = 175 + 575,2 = 750,2 \text{ KKN}$$

Tải trọng cho phép tác dụng xuống cọc :

$$P_x = \frac{P_{mũi}}{3} + \frac{P_{xq}}{2} = \frac{175}{3} + \frac{575,2}{2} = 345,9 \text{ KKN}$$

6.2.4. Xác định sức chịu tải của cọc theo kết quả xuyên tiêu chuẩn SPT.

Xuyên tiêu chuẩn SPT (Standard Penetration Test) là đóng ống lấy mẫu vào đất. Ống có đường kính ngoài 51mm, đường kính trong 35mm. Ống mẫu gồm lưới sắt, ống giữ mẫu (gồm hai nửa) và đầu nối liên kết với nhau bằng ren. Cần bao gồm các đoạn thép tròn liên kết với đầu nối bằng ren. Quả búa nặng 63,5 kg được nâng lên bằng hệ thống tời với chiều cao rơi tự do 75cm.

Thí nghiệm tiến hành trong lỗ khoan $\phi \geq 80\text{mm}$. Phải làm sạch mùn ở đáy hố khoan trước khi thí nghiệm. Đóng ống mẫu xuống 15cm kể từ đáy hố khoan bằng búa. Không tính đến số nhát đập trong khoảng 15cm này vì đất dưới đáy hố khoan bị phá vỡ kết cấu. Sau đó đóng xuống tiếp 30cm với chiều cao búa rơi 75cm và ghi số nhát đập để xuyên vào được 30cm. Số nhát đập để xuyên được 30cm gọi sức chống xuyên N của đất ở độ sâu đã cho.

Dựa theo SPT nhiều nhà khoa học đã tìm được các công thức để xác định sức chịu tải của cọc.

Chẳng hạn sức chịu tải của cọc trong đất rời, theo Meyerhof (1976) :

$$P = mNF + n\bar{N}F_s \quad (6.16)$$

P - sức chịu tải của cọc tính bằng KN

$m = 400$ cho cọc đóng

$m = 120$ cho cọc khoan nhồi

N - số SPT của đất ở chân cọc

\bar{N} - số SPT trung bình của đất trong phạm vi chiều dài cọc

$n = 2$ cho cọc đóng

$n = 1$ cho cọc khoan nhồi

F - diện tích tiết diện ngang chân cọc (m^2)

F_s - diện tích mặt xung quanh cọc (m^2)

Tải trọng cho phép xuống cọc :

$$P' = \frac{P}{4} \quad (6.17)$$

Ví dụ 6.19 : Tính sức chịu tải theo sức cản của đất của cọc khoan nhồi đường kính 1m khi chân cọc cắm vào lớp cuội sỏi 1m. Điều kiện địa chất từ trên xuống dưới gồm :

TT	Lớp đất	Chiều dày, m	Số SPT N_{30}
1	Đất lấp sét pha	2,2	
2	Bùn	14	5
3	Cát bụi	17	19
4	Cát hạt trung	8	42
5	Cuội sỏi	sâu 58m chưa kết thúc	118

Giải :

Bỏ qua ma sát thành của lớp bùn và đất lấp.

Sức chịu tải của cọc khoan nhồi trong trường hợp này xác định theo (6.16)

$$P = 120NF + 1 \cdot \bar{N}F_s$$

$$N = 118$$

$$\bar{N} = \frac{19 \cdot 17 + 42 \cdot 8 + 118 \cdot 1}{17 + 8 + 1} = 29,885$$

$$P = 120 \cdot 118 \cdot \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} + 3,14 \cdot 1 \cdot 26 \cdot 29,885 = 13562,26 \text{KN}$$

Tải trọng cho phép xuống cọc :

$$P' = \frac{P}{4} = \frac{13562,26}{4} = 3390,56 \text{KN}$$

Sức chịu tải của cọc trong đất dính theo David (1979)

$$P = RF + f_s F_s \quad (6.18)$$

$$R = c_u N_c \quad (6.19)$$

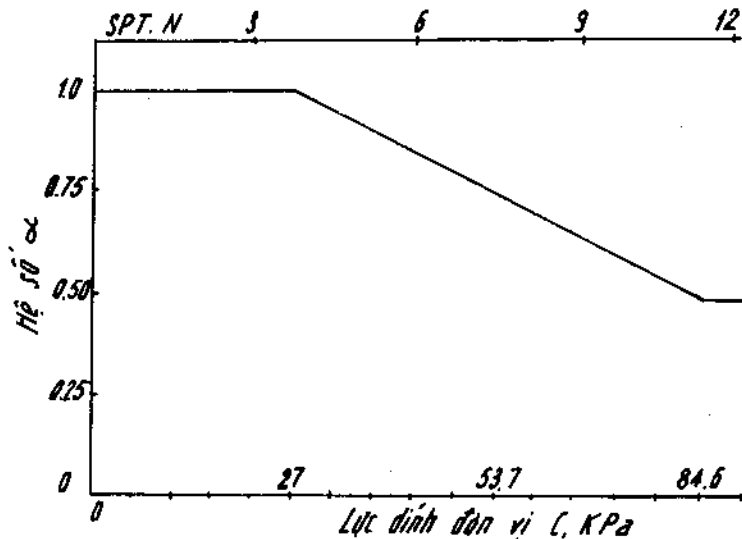
N_c - hệ số sức chịu tải, $N_c = 9$ đối với móng sâu.

c_u - lực dính không thoát nước theo SPT :

$$c_u = \frac{N}{1,4} \text{ (T/m}^2\text{) hay } c_u = 7,14N \text{ (KPa)} \quad (6.20)$$

$$f_s = \alpha \cdot c_u \quad (6.21)$$

α - hệ số thực nghiệm, tra đồ thị, hình 6.11



Hình 6-11 : Hệ số α (Theo David 1979).

6.2.5. Xác định sức chịu tải trọng đúng của cọc theo phương pháp thử bằng tải trọng động

Mục đích của phương pháp này là để kiểm tra sức chịu tải của cọc và để chọn búa đóng cọc thích hợp. Dùng búa máy hoặc máy rung để hạ cọc vào đất đến cốt cần thiết, sau đó cho cọc nghỉ một thời gian.

Thời gian nghỉ không ít hơn : 3 ngày đêm đối với đất cát trừ cát nhỏ, cát bụi no nước. 6 ngày đêm đối với đất sét hoặc đất không đồng nhất.

Sau đó dùng búa đóng 5 ÷ 10 nhát mạnh và thưa trong khoảng 2 ÷ 5 phút (hoặc dùng máy rung để hạ cọc) rồi tìm độ chối thực của cọc. Số cọc thử tải trọng động đến 1% tổng số cọc nhưng ≥ 5 cọc. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thử động được xác định theo công thức :

$$P = m \cdot \frac{P_{gh}^{lc}}{k_d} \quad (6.22)$$

Trong đó :

m - hệ số điều kiện làm việc $m = 1$

k_d - hệ số an toàn đối với đất, lấy như sau : Khi thử cọc trong điều kiện như nhau với số lượng < 6 thì $k_d = 1$, nếu số cọc thử ≥ 6 thì k_d xác định theo phương pháp thống kê theo ГОСТ 20522.

P_{gh}^{lc} - trị tiêu chuẩn của sức chịu tải giới hạn của cọc, xác định như sau, khi thử ít hơn 6 cọc trong điều kiện đất như nhau thì

$P_{gh}^{lc} = P_{gh}$. Khi thử ≥ 6 cọc thì P_{gh}^{lc} xác định theo phương pháp thống kê.

Khi thử bằng tải trọng động, nếu độ chồi dư $e \geq 0,002m$ thì P_{gh} xác định theo công thức :

$$P_{gh} = \frac{nFM}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4\wp}{nFe} \cdot \frac{Q_n + \varepsilon^2(q + q_1)}{Q_n + q + q_1}} - 1 \right] \quad (6.23)$$

Nếu độ chồi dư đo được $e < 0,002m$ thì phải chọn búa có năng lượng đập lớn hơn để có $e > 0,002m$. Nếu không có loại búa máy đóng cọc với năng lượng đập lớn hơn thì P_{gh} xác định theo công thức khác của 20 TCN21-86.

Trong công thức (6.23)

n - hệ số tra bảng 6.11 phụ thuộc vào vật liệu cọc KN/m^2

M - hệ số, khi hạ cọc bằng búa thì $M = 1$. Khi hạ cọc bằng máy rung thì tra bảng trong [10].

\wp - Năng lượng đập tính toán của búa, $KN.m$ lấy theo bảng 6.12 hay năng lượng tính toán của máy rung, tra bảng.

F - diện tích, tiết diện ngang cọc ;

e - độ chồi dư thực tế, bằng quãng đường cọc xuyên vào đất sau một nhát đóng của búa, hoặc bằng quãng đường cọc xuyên vào đất do máy rung hoạt động trong 1 phút, m ;

Q_n - trọng lượng toàn phần của búa máy hoặc máy rung, KN ;

ε - hệ số phục hồi sự đập, khi hạ cọc bê tông cốt thép bằng búa máy có dùng đệm bằng gỗ thì $\varepsilon^2 = 0,2$; khi hạ bằng máy rung $\varepsilon^2 = 0$;

q - trọng lượng cọc và đầu cọc ;

q_1 - trọng lượng đệm lót (khi hạ bằng máy rung thì $q_1 = 0$).

Bảng 6-11

Loại cọc	Hệ số n , KPa
1. Cọc bê tông cốt thép có đầu bịt	1500
2. Cọc gỗ không có đệm lót	1000
3. Cọc gỗ có đệm lót	800

Bảng 6-12

Loại búa	Năng lượng đập tính toán của búa Δp , KN.m
1. Búa treo hay búa đập đơn	QH
2. Búa diesel kiểu ống	0,9QH
3. Búa diesel kiểu cần	0,4QH
4. Búa diesel khi đóng kiểm tra từng nhát một	Q(H - h)

Ghi chú : ở mục 4 :

h - chiều cao sự bật (nảy) đầu tiên của búa diesel xác định bằng thước đo m.
 Khi tính toán sơ bộ cho phép lấy đối với búa kiểu cần h = 0,6m, đối với búa dạng ống h = 0,4m.

Q - trọng lượng quả búa.

Ví dụ 6.20 :

Xác định sức chịu tải của các cọc C9 - 30. Số lượng cọc thử : 4 cọc trong điều kiện đất như nhau khi thử đã dùng búa C995. Kết quả thử cho thấy độ chối của cọc thứ 3 là lớn nhất và bằng e = 0,008m. Cọc C9-30 có trọng lượng q = 20,5 KN.

Diện tích tiết diện ngang cọc.

F = 0,3 × 0,3 = 0,09 m². Trọng lượng đệm gỗ và thớt thép của máy trên đầu cọc q₁ = 2KN.

Cọc bê tông cốt thép có đệm lót bằng gỗ n = 1500 KPa. Búa C995 là búa diesel kiểu ống có :

- Trọng lượng quả búa Q = 12,5KN.
- Trọng lượng toàn phần của búa Q_n = 26,0KN.
- Chiều cao rơi tối đa của quả búa H = 3m.

Theo công thức (6.23)

$$P_{gh} = 1500 \cdot 0,09 \cdot 1 \left[\sqrt{1 + \frac{40,9 \cdot 12,5 \cdot 3}{1500 \cdot 0,09 \cdot 0,008} \cdot \frac{26 + 0,2(20,5 + 2)}{26 + 20,5 + 2}} - 1 \right]$$

$$P_{gh} = 67,5 \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{135 \cdot 30,5}{1,08 \cdot 48,5}} - 1 \right]$$

$$P_{gh} = 67,5 \cdot [\sqrt{1 + 125 \cdot 0,6289} - 1]$$

$$P_{gh} = 67,5(8,9226 - 1)$$

$$P_{gh} = 534,77KN$$

Đây chính là trị sức chịu tải bé nhất $P_{gh \min}$ trong số 4 cọc thử. Do đó $P_{gh}^{jc} = P_{gh \min} = 534,77\text{KN}$. Theo công thức (6.22) ta có sức chịu tải của cọc theo kết quả thử bằng tải trọng động :

$$P = m \frac{P_{gh}^{jc}}{k_d} = 1 \cdot \frac{534,77}{1}$$

$$P = 534,77\text{KN}$$

6.2.6. Xác định sức chịu tải trọng nén theo phương thẳng đứng của cọc theo phương pháp thử tải trọng tĩnh.

Mục đích của phương pháp này là để kiểm tra sức chịu tải của cọc. Người ta gia tải trọng tĩnh lên cọc theo từng cấp rồi đo độ lún của cọc cho đến khi cọc lún ổn định dưới cấp tải trọng đó. Dụng đồ thị $S = f(P)$ dựa theo kết quả thử.

Trị tiêu chuẩn của sức chịu tải của cọc theo kết quả thử bằng tải trọng tĩnh xác định theo đồ thị $S = f(P)$ tương ứng với độ lún Δ xác định theo công thức :

$$\Delta = \xi S_{gh} \quad (6.24)$$

Trong đó :

S_{gh} - độ lún giới hạn cho phép

$$\xi = 0,2.$$

Nếu Δ xác định theo công thức đó $> 0,04\text{m}$ thì trị tiêu chuẩn của sức chịu tải của cọc lấy theo đồ thị trên ứng với $\Delta = 4\text{cm}$.

Sức chịu tải tính toán của cọc theo kết quả thử tải trọng tĩnh xác định theo công thức :

$$P = m \cdot \frac{P_{gh}^{jc}}{k_d} \quad (6.25)$$

m - hệ số điều kiện làm việc, khi thử tải trọng nén thì $m = 1,0$;

P_{gh}^{jc} - trị tiêu chuẩn của sức chịu tải giới hạn của cọc khi thử tải trọng tĩnh

k_d - hệ số an toàn đối với đất.

Khi thử < 6 cọc trong điều kiện đất như nhau thì P_{gh}^{jc} lấy bằng trị $P_{gh \min}$ trong các kết quả thử và hệ số $k_d = 1$. Nếu thử > 6 cọc thì P_{gh}^{jc} và k_d xác định bằng cách xử lý các số liệu thí nghiệm bằng phương pháp thống kê.

Thí nghiệm nén tĩnh đến 0,5% tổng số cọc tại công trình đang xét nhưng không ít hơn 2 cọc.

Người ta còn dùng phương pháp thử bằng tải trọng tĩnh để xác định sức chịu tải trọng ngang, tải trọng nhỏ của cọc.

Ví dụ 6.21 :

Xác định sức chịu tải trọng nén của cọc theo kết quả thử bằng tải trọng tĩnh trình bày ở hình 6.12 của cọc dài 8m để làm móng cho nhà công nghiệp một tầng.

Số lượng cọc thử 3 chiếc trong điều kiện đất như nhau. Đồ thị này cho sức chịu tải bé nhất. Với loại nhà này:

$$S_{gh} = 8\text{cm}, \text{ (tra bảng 3.5)}$$

$$\Delta = 0,2.8 = 1,6\text{cm}$$

Với $\Delta = 1,6\text{cm}$ theo đồ thị trên hình 6.12 ta được trị $P_{gh \min}$, sức chịu tải của cọc.

$$P_{gh \min} = 330\text{KN}$$

Theo (6.25) ta có sức chịu tải tính toán của cọc

$$P = m \cdot \frac{P_{gh}^{tc}}{K_d}$$

$$P = 1 \cdot \frac{330}{1} = 330\text{KN}$$

Ví dụ 6.22 :

Xác định sức chịu tải của cọc theo kết quả thử tải trọng tĩnh của cọc dài 5m để làm móng cọc cho nhà gạch có giằng bê tông cốt thép. Kết quả bé nhất của 2 cọc thử bằng tải trọng tĩnh thể hiện trên hình 6.13.

Đối với loại nhà này, độ lún trung bình giới hạn cho phép $S_{gh \text{ tb}} = 15\text{cm}$

$$\Delta = 0,2.15 = 3\text{cm}$$

Với $\Delta = 3\text{cm}$, đồ thị hình 6.13 cho ta trị $P_{gh \min} = 365\text{KN}$.

Sức chịu tải tính toán của cọc :

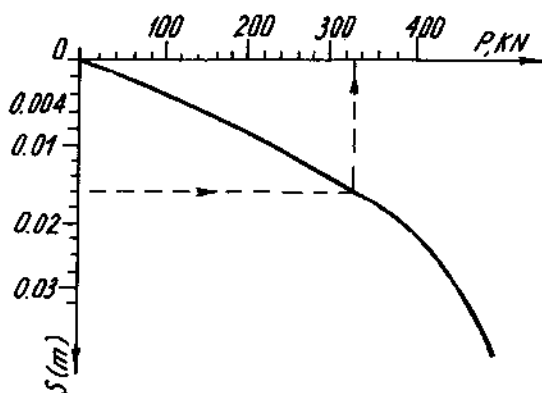
$$P = 1 \cdot \frac{365}{1} = 365\text{KN}.$$

Để thiết kế móng cọc cho công trình ta lấy trị bé nhất, trong hai trị số sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc và theo cường độ của đất nền.

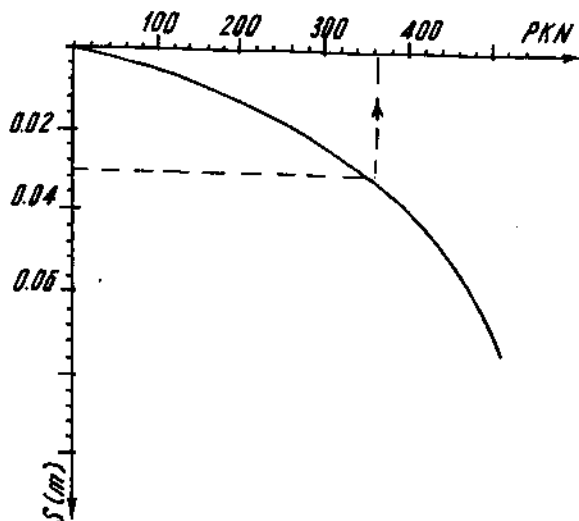
6.3. THIẾT KẾ MÓNG CỌC

Khi thiết kế móng cọc ta tiến hành theo trình tự sau :

1. Đánh giá điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn
2. Xác định tải trọng tác dụng xuống móng, tìm các tổ hợp bất lợi
3. Chọn độ sâu đặt đế đài.



Hình 6-12 : Đồ thị $S = f(P)$ theo kết quả thử tải trọng tĩnh đối với cọc.



Hình 6-13 : Đồ thị $S = f(P)$ theo kết quả thử cọc bằng tải trọng tĩnh.

4. Chọn loại cọc, chiều dài, kích thước tiết diện, phương pháp thi công.
5. Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc và theo đất.
6. Xác định số lượng cọc trong móng. Kiểm tra lực truyền xuống cọc.
7. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn thứ nhất.
8. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn thứ hai (đối với móng cọc ma sát).
9. Tính toán độ bền và cấu tạo đài cọc.
10. Viết thuyết minh và thể hiện bản vẽ.

6.3.1. Đánh giá điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn

Xem 3.2

6.3.2. Xác định định tải trọng xuống móng

Xem 3.3

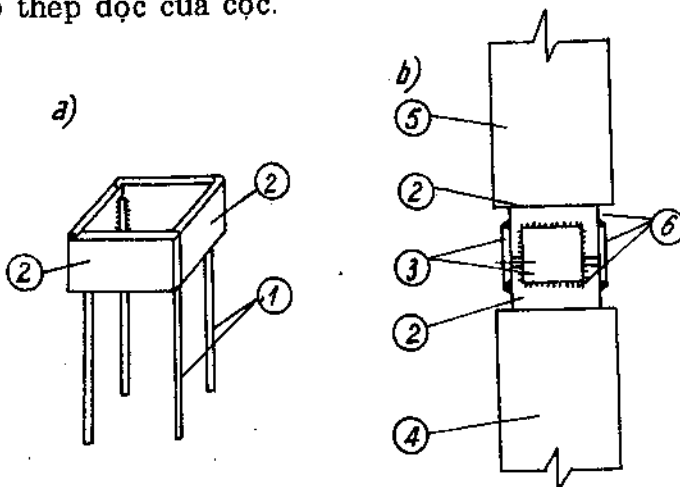
6.3.3. Chọn độ sâu đặt đế đài

Độ sâu đế đài móng cọc đài thấp cần bảo đảm cho đài đủ chiều cao chịu lực, để đài khỏi trôi lên trên bề mặt, không làm hư hại nền móng công trình lân cận.

6.3.4. Chọn loại cọc, chiều dài, kích thước tiết diện, phương pháp thi công

Dựa theo tải trọng công trình, điều kiện địa chất công trình, khả năng thi công ta chọn loại cọc hình dạng, kích thước cọc. Cọc phải được cắm vào đất tốt. Khi khảo sát đất để thiết kế móng cọc, cần khảo sát vào đất sâu hơn mũi cọc một khoảng không nhỏ hơn 5m. Khi dùng bãi cọc dưới toàn bộ công trình hoặc móng cọc độc lập dưới cột nhà khung có tải trọng xuống cột lớn hơn 3000KN thì phải có 50% số lỗ thăm dò sâu hơn mũi cọc tối thiểu 10m. Khi mũi cọc tỳ lên đá cứng thì phải khoan khảo sát vào đá sâu hơn mũi cọc tối thiểu 1,5m.

Khi địa tầng có lớp đất tốt nằm dưới sâu, cọc phải có chiều dài lớn để cắm vào lớp đất tốt. Nếu dùng cọc chế tạo sẵn thì dùng giải pháp nối cọc. Đối với cọc ống bê tông cốt thép có thể nối bằng mặt bích buloong hoặc hàn. Đối với cọc thép, thì nối bằng phương pháp hàn, cọc bê tông cốt thép hình lăng trụ thì nối bằng cách hàn và các cách khác. Tuy nhiên biện pháp hàn bảo đảm tin cậy hơn cả và hay được dùng trong thực tế. Để nối cọc bằng biện pháp hàn, người ta hàn sẵn các bản thép vào thép dọc của cọc.



Hình 6-14 : Biện pháp nối cọc
 a. Hàn các tấm thép vào thép dọc của cọc ; b. Chi tiết nối hai đoạn cọc với nhau.

1. Thép dọc của cọc ; 2. Bản thép hàn vào thép dọc ; 3. Bản thép để hàn nối cọc ; 4. Đoạn cọc dưới ; 5. Đoạn cọc trên ; 6. Đường hàn.

6.3.5. Xác định số lượng cọc

Để các cọc ít ảnh hưởng lẫn nhau, có thể coi là cọc đơn, các cọc được bố trí trong mặt bằng sao cho khoảng cách giữa tim các cọc $a \geq 3d$. Trong đó d là đường kính cọc. Có thể bố trí các cọc theo mạng ô vuông, ô chữ, mạng không đều.

Áp lực tính toán do phản lực đầu cọc tác dụng lên đáy đài :

$$p'' = \frac{P}{(3d)^2} \quad (6.26)$$

P - sức chịu tải của cọc, lấy bằng trị bé trong hai trị xác định theo vật liệu làm cọc và theo đất nền.

Diện tích sơ bộ của đáy đài :

$$F_{sb} = \frac{N_o''}{p'' - \gamma_{tb}hn} \quad (6.27)$$

N_o'' - lực dọc tính toán xác định cốt đỉnh đài.

h - độ sâu đặt đáy đài.

n - hệ số vượt tải, $n = 1,1$

γ_{tb} - trị trung bình của trọng lượng riêng đài cọc và đất trên các bậc đài.
 $\gamma_{tb} = 20 \div 22 \text{ KN/m}^3$

Trọng lượng tính toán sơ bộ của đài và đất trên các bậc :

$$N_{sb}'' = n \cdot F_{sb} \cdot h \cdot \gamma_{tb}$$

Số lượng cọc sơ bộ

$$n_c = \frac{N_o'' + N_{sb}''}{P} \quad (6.28)$$

Sau khi tính được số lượng cọc sơ bộ, ta chọn số lượng cọc chẳng hạn n'_c để bố trí. Nếu móng cọc chịu tải lệch tâm thì ta tăng số cọc lên để chịu mô men, chẳng hạn lúc đó số cọc là n''_c , sau đó bố trí các cọc trong mặt bằng với các yêu cầu khoảng cách giữa tim các cọc $\geq 3d$ (thường lấy $= 3d$) và khoảng cách từ tim cọc biên đến mép đài $\geq 0,7d$. Sau khi bố trí các cọc trong mặt bằng ta được diện tích đáy đài thực tế F_{dtt} .

Trọng lượng tính toán của đài và đất trên các bậc :

$$N_d'' = n \cdot F_{dtt} \cdot h \cdot \gamma_{tb} \quad (6.29)$$

Xác định lực truyền xuống cọc : khi móng cọc chịu tải trung tâm :

$$P'' = \frac{N_o'' + N_{dtt}''}{n'_c} \quad (6.30)$$

Kiểm tra lực truyền xuống cọc

$$P'' \leq P_v \quad (6.31)$$

$$P'' + P_c \leq P_d^* \quad (6.32)$$

Trong đó : P_d^* xác định theo trạng thái đất dựa theo 20TCN 21-86, theo kết quả xuyên tĩnh, theo kết quả xuyên tiêu chuẩn SPT, hoặc theo kết quả thử tải đối với cọc.

P_c - trọng lượng của cọc.

Nếu lực truyền xuống cọc không bảo đảm các điều kiện trên thì tăng số cọc hoặc tăng sức chịu tải của cọc bằng cách tăng chiều dài cọc, tăng tiết diện ngang cọc...

Khi móng cọc chịu tải lệch tâm tổng quát thì xác định lực truyền xuống các cọc dầy biên theo công thức :

$$P_{\max}^{\text{tt}} = \frac{N_o^{\text{tt}} + N_d^{\text{tt}}}{n_c} \pm \frac{M_x^{\text{tt}} \cdot y_{\max}}{n_c \sum y_i^2} \pm \frac{M_y^{\text{tt}} \cdot x_{\max}}{n_c \sum x_i^2} \quad (6.33)$$

Trong đó :

n_c - số lượng cọc trong móng

$M_x^{\text{tt}}, M_y^{\text{tt}}$ - mô men tính toán tương ứng với trục x, trục y

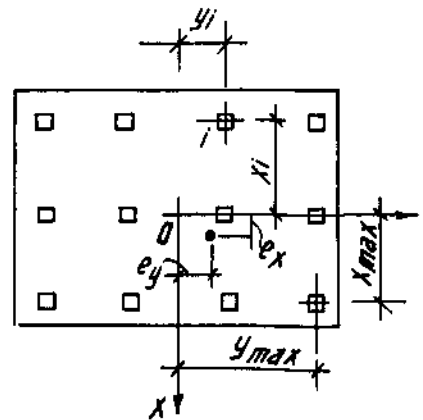
$$M_x^{\text{tt}} = N^{\text{tt}} \cdot e_y$$

$$M_y^{\text{tt}} = N^{\text{tt}} \cdot e_x$$

$$N^{\text{tt}} = N_o^{\text{tt}} + N_d^{\text{tt}}$$

x_{\max}, y_{\max} - khoảng cách từ tim cọc biên đến trục y, trục x.

x_i, y_i - khoảng cách từ tim cọc thứ i đến các trục đi qua trọng tâm diện tích tiết diện các cọc tại mặt phẳng đáy đài.



Hình 6-15 : Sơ đồ xác định lực xuống cọc.

Lực truyền xuống cọc thứ i cũng xác định theo (6.33) nhưng thay x_{\max} bởi x_i , y_{\max} bởi y_i và lúc đó chú ý đến dấu cộng trừ cho phù hợp.

Kiểm tra lực truyền xuống cọc :

$$P_{\max}^{\text{tt}} \leq P_v$$

$$P_{\max}^{\text{tt}} + P_c \leq P_d^*$$

P_d^* - như trong (6.32)

Trường hợp móng cọc chống thì

$$P_{\max}^{\text{tt}} + P_c \leq P_v$$

$$P_{\max}^{\text{tt}} + P_c \leq P_d^*$$

Ở đây P_d^* là của cọc chống.

6.3.6. Kiểm tra nền móng cọc theo trạng thái giới hạn thứ nhất (theo sức chịu tải, ổn định)

Đối với móng cọc chống có n cọc, sức chịu tải giới hạn của móng :

$$N_{gh} = R_{gh} \cdot F_c \cdot n \quad (6.34)$$

R_{gh} - cường độ giới hạn của nền dưới chân cọc chống ứng với khi hình thành xong mặt trượt trong nền.

Để nền móng cọc chống ổn định thì :

$$N_{gh} \geq 1,2 (N_o'' + N_d'' + nP_c) \quad (6.35)$$

Đối với móng cọc ma sát :

- Tính theo móng có đáy là đường nối mép ngoài các cọc biên

Sức chịu tải giới hạn của móng cọc ma sát :

$$N_{gh} = R_{gh} \cdot F' + U \sum f_i h_i \quad (6.36)$$

R_{gh} - cường độ giới hạn của nền dưới móng cọc ma sát ứng với trạng thái cân bằng giới hạn của nền, tức là khi hình thành xong mặt trượt trong nền.

F' - diện tích đáy móng tạo bởi các đường nối mép ngoài các cọc biên.

U - chu vi của móng có diện tích đáy F' .

f_i - ma sát thành đơn vị của lớp đất thứ i có chiều dày l_i mà cọc xuyên qua.

Để nền ổn định thì $N_{gh} \geq 1,2 (N_o'' + N_M'')$

N_M'' - trọng lượng tính toán của khối có diện tích đáy F' , chiều cao từ chân cọc đến cốt nền.

Theo phương pháp mặt trượt trụ tròn :

Mặt trượt có thể cắt qua cọc, đi qua chân cọc biên hoặc đi qua nền phía dưới. Xác định hệ số an toàn :

$$K = \frac{\sum M_{i \text{ giữ}}}{\sum M_{i \text{ trượt}}} \quad (6.37)$$

Trong đó :

$\sum M_{i \text{ giữ}}$ - tổng mô men cản lại sự trượt

$\sum M_{i \text{ trượt}}$ - tổng mô men gây trượt.

Khi mặt trượt trụ tròn đi qua các cọc thì sức chống lực cắt của các cọc sẽ cản lại sự trượt nhưng trong tính toán có thể bỏ qua.

Giả thiết hàng loạt tâm trượt bất kỳ, vẽ các mặt trượt tương ứng, xác định hệ số K tương ứng. Để nền móng cọc ma sát ổn định thì $K_{\min} \geq 1,2$.

6.3.7. Kiểm tra theo trạng thái giới hạn thứ hai (theo điều kiện biến dạng)

Nền của móng cọc chống biến dạng rất ít, luôn thỏa mãn điều kiện biến dạng do đó không cần kiểm tra. Nền móng cọc ma sát được kiểm tra theo điều kiện biến dạng. Người ta quan niệm rằng nhờ ma sát giữa mặt xung quanh cọc và đất bao

quanh, tải trọng của móng được truyền trên diện tích rộng hơn, xuất phát từ mép ngoài cọc tại đáy đài (khi móng cọc đài thấp) và nghiêng một góc $\alpha = \frac{\varphi_{tb}}{4}$

Trong đó :
$$\varphi_{tb} = \frac{\varphi_{I1}h_1 + \varphi_{I2}h_2 + \dots + \varphi_{In}h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

φ_{Ii} - trị tính toán thứ hai của góc ma sát trong lớp đất thứ i có chiều dày h_i mà cọc cắm qua.

Người ta coi móng khối quy ước có mặt cắt abcd như móng nông trên nền thiên nhiên và tính độ lún của nền dưới móng đó. Để tính được độ lún của nền thì mối quan hệ giữa biến dạng và ứng suất trong nền phải là bậc nhất. Muốn vậy, phải thỏa mãn điều kiện áp lực ở đáy khối quy ước :

- Đối với móng cọc chịu tải trung tâm :

$$\sigma^{tc} \leq R_M \quad (6.38)$$

- Đối với móng cọc chịu tải lệch tâm :

$$\sigma_{max}^{tc} \leq 1,2 R_M \quad (6.39)$$

$$\sigma_{tb}^{tc} \leq R_M \quad (6.40)$$

Ở đây

$$\sigma^{tc} = \frac{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}{F_M}$$

$F_M = L_M B_M$ - diện tích đáy móng khối quy ước

$$L_M = L + 2H \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_{tb}}{4} \quad (6.41)$$

$$B_M = B + 2H \operatorname{tg} \frac{\varphi_{tb}}{4} \quad (6.42)$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{\sigma_{max}^{tc} + \sigma_{min}^{tc}}{2}$$

$$\sigma_{max/min}^{tc} = \frac{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}{L_M B_M} \left(1 \pm \frac{6e_L}{L_M} \pm \frac{6e_B}{B_M} \right) \quad (6.43)$$

Khi lệch tâm theo một trục thì :

$$\sigma_{max/min}^{tc} = \frac{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}{L_M B_M} \left(1 \pm \frac{6e_L}{L_M} \right) \quad (6.44)$$

N_{abcd}^{tc} - trọng lượng tiêu chuẩn của khối móng quy ước có mặt cắt abcd.

e_L, e_B - độ lệch tâm theo phương cạnh dài và cạnh ngắn.

Khi lệch tâm theo một trục thì

$$e_L = \frac{M^{tc}}{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}$$

M^{tc} - mô men tiêu chuẩn tương ứng với trọng tâm đáy móng khối quy ước

R_M - cường độ tính toán của đất ở đáy khối quy ước.

Trường hợp móng cọc đóng :

$$R_M = \frac{m_1 m_2}{K_{tc}} (1,1 AB_M \gamma_{II} + 1,1 BH_M \gamma'_{II} + 3DC_{II}) \quad (6.45)$$

$\gamma_{II}, \gamma'_{II}$ - trị tính toán thứ hai của trọng lượng riêng đất tuần tự dưới đáy khối quy ước và từ đáy khối quy ước trở lên. Trị số 1,1 là kể đến sự tăng trọng lượng riêng đất do đóng cọc .

c_{II} - trị tính toán thứ hai của lực dính đơn vị của đất ngay dưới đáy khối quy ước. Số 3 kể đến sự tăng lực dính c.

A, B, D - hệ số tra bảng 3.2, dựa theo trị tính toán thứ hai của góc ma sát trong đất ở đáy khối quy ước.

Các trị số 1,1 và 3 chỉ đối với đất ở chân cọc đóng trong phạm vi $3d$ kể từ chân cọc trở xuống còn dưới sâu hơn thì không có sự tăng trọng lượng riêng và lực dính đơn vị của đất.

Dưới chân móng cọc khoan nhồi thì

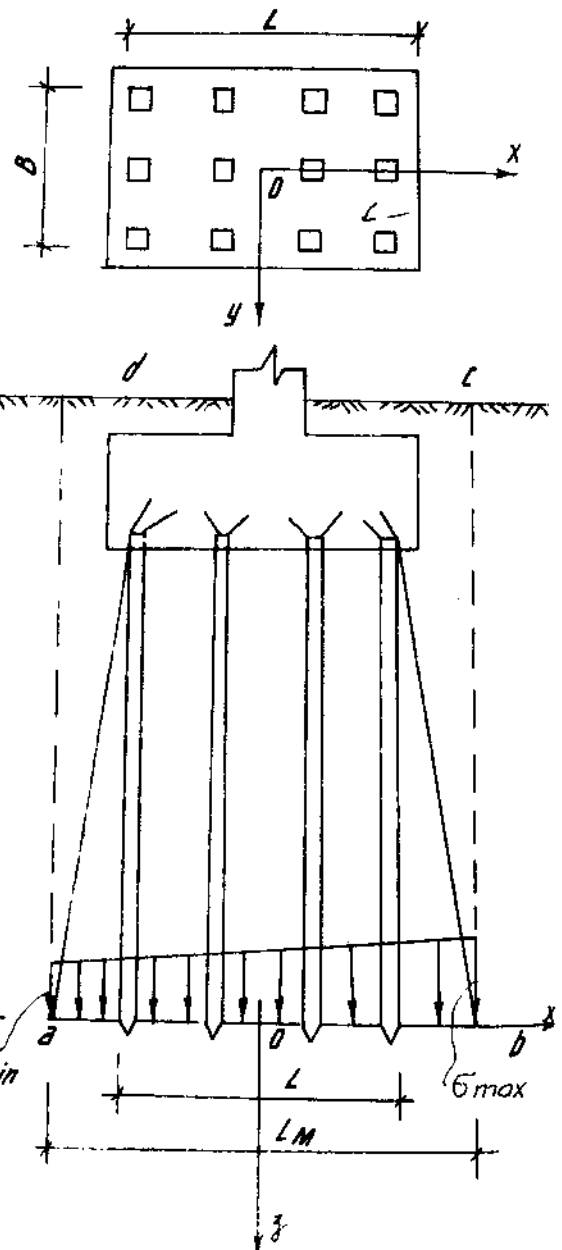
$$R_M = \frac{m_1 m_2}{K_{tc}} (AB_M \gamma_{II} + BH_M \gamma'_{II} + DC_{II}) \quad (6.46)$$

Việc tính toán độ lún của nền móng khối quy ước được tiến hành giống như móng nông trên nền thiên nhiên (xem 3.6).

Theo [28] khi móng cọc dạng băng gồm một dãy cọc thì độ lún của nền xác định theo :

$$S = \frac{P}{\pi E} (1 - \mu^2) \sigma_0 \quad (6.47)$$

Ở đây P - tải trọng xuống móng cọc, KN/m.



Hình 6.16 : Sơ đồ móng khối quy ước

E - môđun biến dạng của đất trong phạm vi giới hạn nên có kể đến sự nén chặt đất do kết quả đóng cọc, xác định theo số liệu thử bèn nén, xuyên tĩnh, thử tải trọng tĩnh cọc E (KPa).

μ - hệ số nở hông của đất

σ - đại lượng không thứ nguyên tra đồ thị phụ thuộc hệ số nở hông μ của đất, tỷ số $\frac{b}{H}$ trong đó b - bề rộng của móng ; H - độ sâu hạ cọc.

Độ lún của móng cọc dạng bè (móng bè trên bãi cọc) có thể tính theo :

$$S = \frac{0,12p \cdot b}{E} \quad (6.48)$$

p - áp lực trung bình tại đáy đài, KPa.

b - chiều rộng hoặc đường kính móng.

E - môđun biến dạng trung bình của tầng chịu nén kể từ mũi cọc và bằng bề rộng hoặc đường kính móng b. Khi nền gồm nhiều lớp :

$$E = \frac{1}{b} [E_1 h_1 k_1 + E_2 h_2 k_2 + \dots + E_i (b - \sum h_{i-1}) k_i] \quad (6.49)$$

E_1, E_2, E_i - môđun biến dạng lớp đất thứ 1, 2, i có chiều dày h_1, h_2, h_i .

k_1, k_2, k_i - hệ số kể đến độ sâu lớp đất, lấy theo bảng (6.13) dựa theo độ sâu đáy lớp.

Bảng 6-13

Độ sâu lớp đất theo phân lượng của b	(0 - 0,2)b	(0,2 - 0,4)b	(0,4 - 0,6)b	(0,6 - 0,8)b	(0,8 - 1)b
Hệ số k_i	1	0,85	0,6	0,5	0,4

* Tính toán độ bền và cấu tạo đài móng cọc độc lập

* Xác định chiều cao

Chiều cao làm việc của đài cọc được xác định theo điều kiện chống đâm thủng

$$N_{ct} \leq 0,75R_k h_o b_{tb} \quad (6.50)$$

Từ đó :

$$h_o \geq \frac{N_{ct}}{0,75R_k b_{tb}}$$

N_{ct} - lực gây đâm thủng bằng tổng phản lực các đầu cọc nằm ngoài phạm vi đáy thấp đâm thủng ở một phía cạnh dài đài cọc (khi móng cọc chịu tải lệch tâm thì tính cho phía có phản lực max của cọc).

$$\text{Chiều cao của đài } h_m = h_o + h_1 \quad (6.51)$$

h_1 - độ sâu chôn cọc vào đài.

* Tính toán thép đặt cho đài cọc :

Thép đặt cho đài để chịu mô men uốn. Người ta coi cánh đài được ngàm vào các tiết diện đi qua chân cột và bị uốn bởi phản lực các đầu cọc nằm ngoài mặt ngàm qua chân cột.

Mô men quay quanh mặt ngàm I-I :

$$M_I = \sum P_i r_i \quad (6.52)$$

r_i - khoảng cách từ mặt ngàm đến tim cọc thứ i .

P_i - phản lực đầu cọc thứ i tác dụng lên đáy đài.

Mô men quay quanh mặt ngàm II-II.

$$M_{II} = \sum P_i r'_i \quad (6.53)$$

r'_i - khoảng cách từ tim cọc thứ i đến mặt ngàm II-II qua chân cột.

Diện tích tiết diện ngang cốt thép chịu M_I, M_{II} :

$$F_{aI} = \frac{M_I}{0,9 h_o R_a} \quad (6.54)$$

$$F_{aII} = \frac{M_{II}}{0,9 h'_o R_a} \quad (6.55)$$

Ví dụ 6.21 :

Thiết kế móng cọc cho dầm cột giữa (trục B) của nhà khung bê tông cốt thép 7 tầng có tường chèn. Tiết diện cột $0,7 \times 0,3m$. Nền nhà cốt $\pm 0,00$ tôn cao hơn mặt đất thiên nhiên trung bình $0,45m$. Tải trọng tính toán tại đỉnh đài ở cốt $-0,55$ cấp nội lực bất lợi nhất thuộc tổ hợp cơ bản :

$$N_o^{tt} = 1450 \text{ KN} ; \quad M_o^{tt} = 385 \text{ KNm} ; \quad Q^{tt} = 50 \text{ KN}$$

$$N_o^{tc} = 1208,33 \text{ KN} ; \quad M_o^{tc} = 320,83 \text{ KNm} ; \quad Q^{tc} = 41,67 \text{ KN}$$

Điều kiện địa chất gồm các lớp :

1. Đất trồng trọt dày $0,6m$
2. Lớp sét dày $5,20m$, có chỉ số chảy $I_L = 0,6$
3. Cát hạt trung chặt vừa chưa gặp đáy lớp trong phạm vi độ sâu lỗ khoan $15m$.

TT	Lớp đất	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	e_o	W%	W _L %	W _p %	I_L	C_{II} KPa	φ_{II}^o	E KPa
1	Đất trồng trọt	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Sét	18,3	27,1	0,90	38,4	46	27	0,6	18	8°	6000
3	Cát hạt trung	18,7	26,8	0,713	18,9	-	-	-	1,8	30°	25000

Tải trọng tác dụng xuống móng khá lớn, ta dùng cọc cắm vào lớp cát hạt trung làm móng. Đáy đài đặt tại cốt -1,25m. Làm lớp bê tông lót vừa xi măng cát mác 50 dày 10cm. Dùng cọc C7-30 dài 7m, tiết diện $0,3 \times 0,3\text{m}$; thép dọc chịu lực gồm 4 $\phi 12\text{AI}$, bê tông mác 200, đầu cọc có mặt bích bằng thép. Cọc được hạ xuống bằng búa diesel không khoan dẫn. Vì móng chịu mô men khá lớn nên ta ngàm cọc vào đài bằng cách hàn vào mặt bích đầu cọc 4 đoạn thép $\phi 12\text{AI}$, mỗi đoạn dài 0,5m và chôn đầu cọc vào đài 10cm.

Sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc

$$\begin{aligned} P_v &= \varphi(R_b F_b + R_a F_a) \\ &= 1(9000 \cdot 0,3 \cdot 0,3 + 2,3 \cdot 10^5 \cdot 4,52 \cdot 10^{-4}) \\ &= 1(810 + 103,96) = 913,96\text{KN}. \end{aligned}$$

Xác định sức chịu tải của cọc theo cường độ đất nền: chân cọc tỳ lên lớp cát hạt trung chặt vừa nên cọc làm việc theo sơ đồ cọc ma sát. Sức chịu tải của cọc theo đất nền xác định theo công thức (5.8).

$$P_d = m(m_R R F + u \sum_{i=1}^n m_{fi} f_i h_i)$$

Chia đất nền thành các lớp đất đồng nhất như trong hình vẽ 6.7 (chiều dày mỗi lớp này $\leq 2\text{m}$). Ở đây Z_i và H tính từ cốt thiên nhiên, vì tôn nền 0,45m thuộc trường hợp đắp $< 3\text{m}$.

$H = 7,7\text{m}$ tra bảng (6.2) với cát hạt trung chặt vừa, cường độ tính toán của đất nền ở chân cọc $R = 3770\text{ KPa}$.

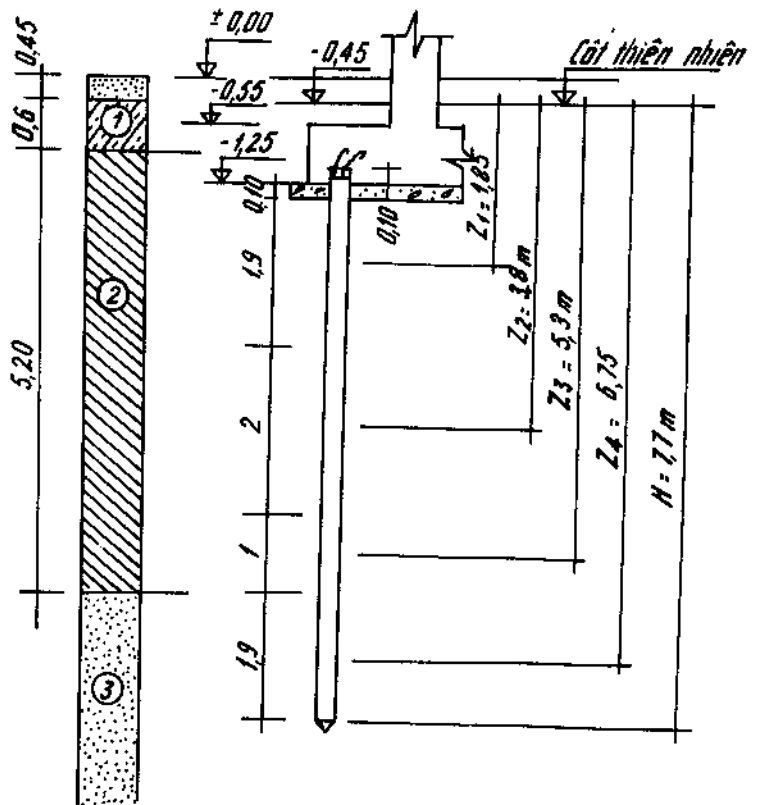
Cường độ tính toán của ma sát giữa mặt xung quanh cọc và đất bao quanh f_i tra theo bảng (6.3) có nội suy:

$$Z_1 = 1,85\text{m}, I_L = 0,6.$$

$$\rightarrow f_1 = 11,4\text{ KPa}, h_1 = 1,9\text{m}$$

$$Z_2 = 3,8\text{m}, I_L = 0,6 \rightarrow f_2 = 15,6\text{ KPa}, h_2 = 2\text{m}$$

$$Z_3 = 5,3\text{m}, I_L = 0,6 \rightarrow f_3 = 17,3\text{ KPa}, h_3 = 1\text{m}$$



Hình 6-17: Sơ đồ xác định sức chịu tải của cọc cho ví dụ 6.24

$$Z_4 = 6,75\text{m} \rightarrow f_4 = 59,5 \text{ KPa}, h_4 = 1,9\text{m}.$$

$$P_d = 1[1.3770.0,3.0,3 + 0,3.4(1.11,4.1,9 + 1.15,6.2 + 1.17,3.1 + 1.59,5.1,9)]$$

$$P_d = 339,3 + 1,2(21,66 + 31,2 + 17,3 + 113,05)$$

$$P_d = 339,3 + 219,85$$

$$P_d = 559,15\text{KN} ; P'_d = \frac{P_d}{1,4} = \frac{559,15}{1,4} = 399,4\text{KN}$$

Ở đây $P'_d = 399,4\text{KN} < P_v = 913,96\text{KN}$, do vậy ta lấy P'_d để đưa vào tính toán.

Áp lực tính toán giả định tác dụng lên đế đài do phản lực đầu cọc gây ra :

$$p'' = \frac{P'_d}{(3d)^2} = \frac{399,4}{(3 \cdot 0,3)^2} = \frac{399,4}{0,81} = 493,09 \text{ KPa}$$

Diện tích sơ bộ của đế đài :

$$F_d = \frac{N_o''}{p_{tt} - \gamma_{tb} h_n} = \frac{1450}{493,09 - 20 \cdot 1,25 \cdot 1,1} = 3,114\text{m}^2$$

Trọng lượng của đài và đất trên đài :

$$N_d'' = n \cdot F_d \cdot h \cdot \gamma_{tb} = 1,1 \cdot 3,114 \cdot 1,25 \cdot 20 = 85,635\text{KN}$$

Lực dọc tính toán xác định đến cốt đế đài :

$$N'' = N_o'' + N_d'' = 1450 + 85,635 = 1535,64\text{KN}.$$

Số lượng cọc sơ bộ :

$$n_c = \frac{N''}{P'_d} = \frac{1535,64}{399,4} = 3,84 \text{ cọc}$$

Lấy số cọc $n'_c = 6$ cọc vì móng chịu tải lệch tâm khá lớn. Bố trí các cọc trong mặt bằng như trong hình 6.8. Diện tích đế đài thực tế :

$$F'_d = 1,5 \cdot 2,3 = 3,45\text{m}^2.$$

Trọng lượng tính toán của đài và đất trên đài :

$$N_d'' = n \cdot F'_d \cdot h \cdot \gamma_{tb} = 1,1 \cdot 3,45 \cdot 1,25 \cdot 20 = 94,88\text{KN}.$$

Lực dọc tính toán xác định đến cốt đế đài :

$$N'' = 1450 + 94,88 = 1544,88\text{KN}$$

Mô men tính toán xác định tương ứng với trọng tâm diện tích tiết diện các cọc tại đế đài :

$$M'' = M_o'' + Q'' \cdot h$$

$$M'' = 385 + 50 \cdot 0,7$$

$$M^{II} = 420 \text{KN.m}$$

Lực truyền xuống các cọc dáy biên :

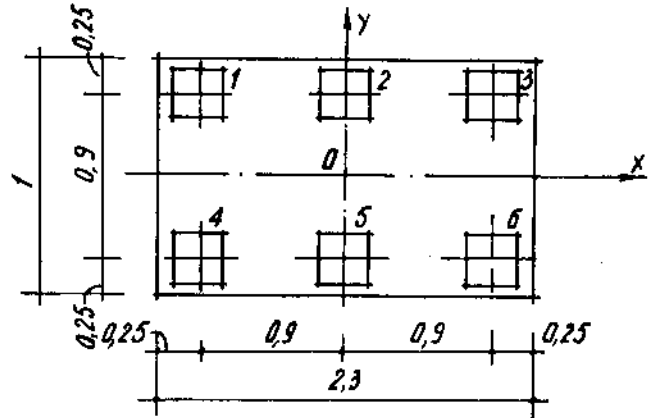
$$P_{\max}^{II} = \frac{N^{II}}{n'_c} \pm \frac{M_y^{II} \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2} =$$

$$= \frac{1544,88}{6} \pm \frac{420 \cdot 0,9}{4 \cdot 0,9^2}$$

$$= 257,48 \pm 116,67$$

$$P_{\max}^{II} = 374,15 \text{KN}$$

$$P_{\min}^{II} = 140,81 \text{KN.}$$



Hình 6-18 : Bố trí cọc trong mặt bằng

Trọng lượng tính toán của cọc :

$$P_c = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 6 \cdot 9,25 \cdot 1,1 = 17,08 \text{KN.}$$

Ở đây $P_{\max}^{II} + P_c = 391,23 < P'_d = 399,4 \text{KN}$, như vậy thỏa mãn điều kiện lực max truyền xuống cọc dáy biên và $P_{\min}^{II} = 140,81 \text{KN} > 0$ nên không phải kiểm tra theo điều kiện chống nhổ.

Kiểm tra nền móng cọc ma sát theo điều kiện biến dạng : Độ lún của nền móng cọc được tính theo độ lún của nền khối móng quy ước có mặt cắt là abcd.

Trong đó :

$$\alpha = \frac{\varphi_{tb}}{4}$$

$$\varphi_{tb} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \dots + \varphi_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

Ở đây :

$$\varphi_{tb} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2}{h_1 + h_2} = \frac{8^\circ \cdot 4,9 + 30 \cdot 1,9}{4,9 + 1,9} = 14,147^\circ$$

$$\alpha = \frac{\varphi_{tb}}{4} = \frac{14,147^\circ}{4} = 3,537^\circ$$

Chiều dài của đáy khối quy ước :

$$L_M = 1,8 + 2 \cdot \frac{0,3}{2} + 2,6,7 \cdot \text{tg}3,537^\circ = 2,86 \text{m}$$

Bề rộng của đáy khối quy ước :

$$B_M = 0,9 + \frac{2 \cdot 0,3}{2} + 2,6,8 \cdot 0,055616 = 1,96 \text{m}$$

Chiều cao khối móng quy ước $H_M = 8,15 \text{m}$. Xác định trọng lượng của khối quy ước : Trong phạm vi từ để dài trở lên có thể xác định theo công thức :

$$N_1^{tc} = L_M \times B_M \cdot h \cdot \gamma_{tb} = 2,86 \cdot 1,96 \times 1,35 \cdot 20$$

$$N_1^{tc} = 151,35 \text{ KN}$$

Trọng lượng đất sét trong phạm vi từ đế dài đến đáy lớp sét (phải trừ đi phần thể tích đất bị cọc chôn chỗ).

$$N_2^{tc} = (2,86 \cdot 1,96 \cdot 4,9 - 4,9 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 6) \cdot 18,3 = 454,23 \text{ KN}$$

Trị tiêu chuẩn trọng lượng cọc 30 × 30cm dài 7m :

$$7 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 25 = 15,75 \text{ KN}$$

Trọng lượng của cọc trong phạm vi lớp sét :

$$\frac{15,75}{7} \cdot 4,9 \cdot 6 = 66,15 \text{ KN}$$

Trọng lượng khối quy ước trong phạm vi lớp cát hạt trung chưa kể trọng lượng cọc :

$$N_3^{tc} = (2,86 \cdot 1,96 \cdot 1,9 - 1,9 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 6) \cdot 18,7 = 179,98 \text{ KN}$$

Trọng lượng 6 đoạn cọc trong phạm vi lớp cát hạt trung :

$$\frac{15,75}{7} \cdot 1,9 \cdot 6 = 25,65 \text{ KN}$$

Trọng lượng khối móng quy ước :

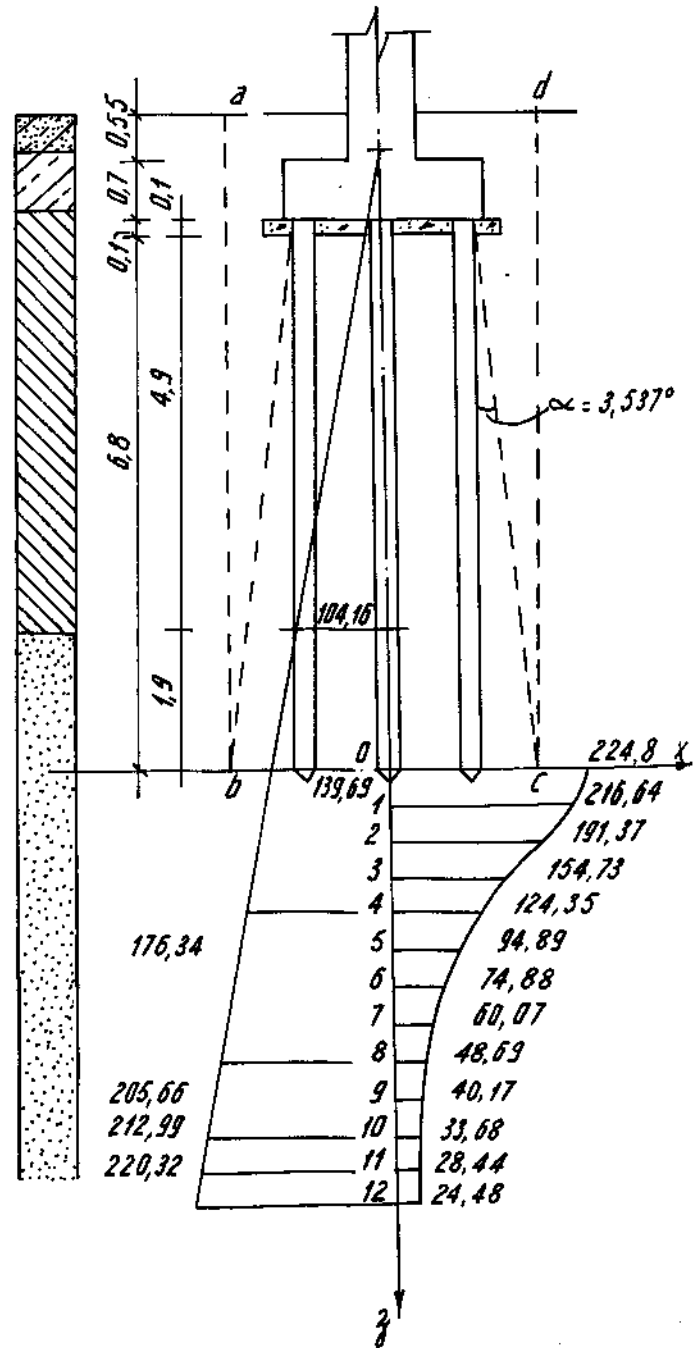
$$N_{q.u}^{tc} = 151,35 + 454,23 + 66,15 + 179,98 + 25,65 = 851,71 \text{ KN}$$

Trị tiêu chuẩn lực dọc xác định đến đáy khối quy ước :

$$N^{tc} = N_o^{tc} + n_{qu}^{tc} = 1208,33 + 851,71 = 2060,04 \text{ KN}$$

Mô men tiêu chuẩn tương ứng trọng tâm đáy khối quy ước :

$$M^{tc} = M_o^{tc} + Q_{tc} \cdot 7,6 = 350 + 316,667 = 666,67 \text{ KNm}$$



Hình 6-19 : Sơ đồ tính toán độ lún của nền móng cọc ma sát.

Độ lệch tâm :

$$e = \frac{M^{tc}}{N^{tc}} = \frac{666,67}{2060,04} = 0,3236m$$

Áp lực tiêu chuẩn ở đáy khối quy ước :

$$\begin{aligned}\sigma_{\max}^{tc} &= \frac{N_o^{tc} + N_{qu}^{tc}}{L_M \cdot B_M} \left(1 \pm \frac{6e}{L_M} \right) \\ &= \frac{2060,04}{2,96 \cdot 1,96} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,32362}{2,86} \right)\end{aligned}$$

$$\sigma_{\max}^{tc} = 617 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{\min}^{tc} = 118 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = 367,5 \text{ KPa.}$$

Cường độ tính toán của đất ở đáy khối quy ước :

$$R_M = \frac{m_1 m_2}{K_{tc}} (1,1 A B_M \gamma_{II} + 1,1 B H_M \gamma'_{II} + 3 D C_{II})$$

Ở đây :

$K_{tc} = 1,0$ vì các chỉ tiêu cơ lý của đất lấy theo số liệu thí nghiệm trực tiếp đối với đất.

Tra bảng 3.1 được

$m_1 = 1,4$; $m_2 = 1,0$ vì công trình không thuộc loại tuyệt đối cứng.

$\varphi_{II} = 30^\circ$, tra bảng 3.2 :

$A = 1,15$; $B = 5,59$; $D = 7,95$.

$\gamma_{II} = 18,7 \text{ KN/m}^3$

$$\gamma'_{II} = \frac{0,45 \cdot 17 + 0,6 \cdot 15 + 5,2 \cdot 18,3 + 1,9 \cdot 18,7}{0,45 + 0,6 + 5,2 + 1,9} = 18,079 \text{ KN/m}^3$$

$$R_M = \frac{1,4 \cdot 1}{1} (1,1 \cdot 1,15 \cdot 1,96 \cdot 18,7 + 1,1 \cdot 5,59 \cdot 7,95 \cdot 18,079 + 3 \cdot 7,95 \cdot 1,8)$$

$$R_M = 973,1 \text{ KPa}$$

$$1,2 R_M = 1167,8 \text{ KPa.}$$

Thỏa mãn điều kiện :

$$\sigma_{\max}^{tc} \leq 1,2 R_M$$

$$\sigma_{tb}^{tc} \leq R_M$$

Vậy ta có thể tính toán được độ lún của nền theo quan niệm nền biến dạng tuyến tính. Trường hợp này đất nền từ chân cọc trở xuống có chiều dày lớn, đáy của khối

quy ước có diện tích bé nên ta dùng mô hình nền là nửa không gian biến dạng tuyến tính để tính toán. Ứng suất bản thân : tại đáy lớp đất trồng trọt :

$$\sigma_{z=0,6}^{bt} = 0,6.15 = 9 \text{ KPa.}$$

Tại đáy lớp sét :

$$\sigma_{z=0,6+5,2}^{bt} = 9 + 5,2.18,3 = 104,16 \text{ KPa.}$$

Áp lực bản thân ở đáy khối quy ước :

$$\sigma^{bt} = 0,6.15 + 5,2.18,3 + 1,9.18,7 = 139,69 \text{ KPa.}$$

Ứng suất gây lún ở đáy khối quy ước :

$$\begin{aligned} \sigma_{z=0}^{gl} &= \sigma_{1b}^{tc} - \sigma^{bt} = 372,33 - 142,7 \\ &= 224,8 \text{ KPa.} \end{aligned}$$

Chia đất nền dưới đáy khối quy ước thành các lớp bằng nhau và bằng $\frac{B_M}{5} = 0,392\text{m}$.

Điểm	Độ sâu z (m)	$\frac{L_M}{B_M}$	$\frac{2z}{B_M}$	K_0	σ_{zi}^{gl} (KPa)	σ^{bt} , KPa
0	0	2,86	0	1,000	224,8	139,69
1	0,392	1,96	0,4	0,9726	218,64	
2	0,784	= 1,46	0,8	0,8513	191,37	
3	1,176		1,2	0,6883	154,73	
4	1,568		1,6	0,5398	121,35	
5	1,96		2,0	0,4221	94,89	176,34
6	2,352		2,4	0,3331	74,88	
7	2,744		2,8	0,2672	60,07	
8	3,136		3,2	0,2166	48,69	
9	3,528		3,6	0,1787	40,17	205,66
10	3,92		4,0	0,1498	33,68	212,99
11	4,312		4,4	0,1265	28,44	220,32
12	4,704		4,8	0,1089	24,48	227,65

Giới hạn nền lấy đến điểm 9 ở độ sâu 3,528m kể từ đáy khối quy ước.

Độ lún của nền :

$$\begin{aligned} s &= \sum_{i=1}^9 \frac{0,8}{E_i} \sigma_{zi}^{gl} h_i = \\ &= \frac{0,8 \cdot 0,392}{25000} \left(\frac{224,8}{2} + 218,64 + 191,37 + 154,73 + \right. \end{aligned}$$

$$+ 121,35 + 94,89 + 74,88 + 60,07 + 48,69 + \frac{40,17}{2} = 0,01376m$$

$$S = 1,38cm$$

Tra bảng 3.5 (bảng 16 TCXD 45-78) đối với nhà khung bê tông cốt thép có tường chèn được.

$$S_{gh} = 8cm$$

$$\Delta S_{gh} = 0,001.$$

Như vậy điều kiện $S < S_{gh}$ đã thỏa mãn.

Trong phạm vi các móng thuộc dãy này, điều kiện địa chất của đất dưới các móng ít thay đổi, tải trọng căn bản giống nhau do vậy độ lún lệch tương đối giữa các móng trong dãy này sẽ đảm bảo không vượt quá giới hạn cho phép còn độ lún lệch tương đối giữa các móng dãy này và các móng thuộc dãy khác sẽ kiểm tra khi thiết kế móng cho dãy cột khác.

Tính toán độ bền và cấu tạo đài cọc :

Dùng bê tông mác 200, thép AII

- Xác định chiều cao đài cọc theo điều kiện đâm thủng : vẽ tháp đâm thủng thì đáy tháp nằm trùm ra ngoài trục các cọc. Như vậy đài cọc không bị đâm thủng.

- Tính toán mô men và thép đặt cho đài cọc.

Mô men tương ứng với mặt ngàm I-I.

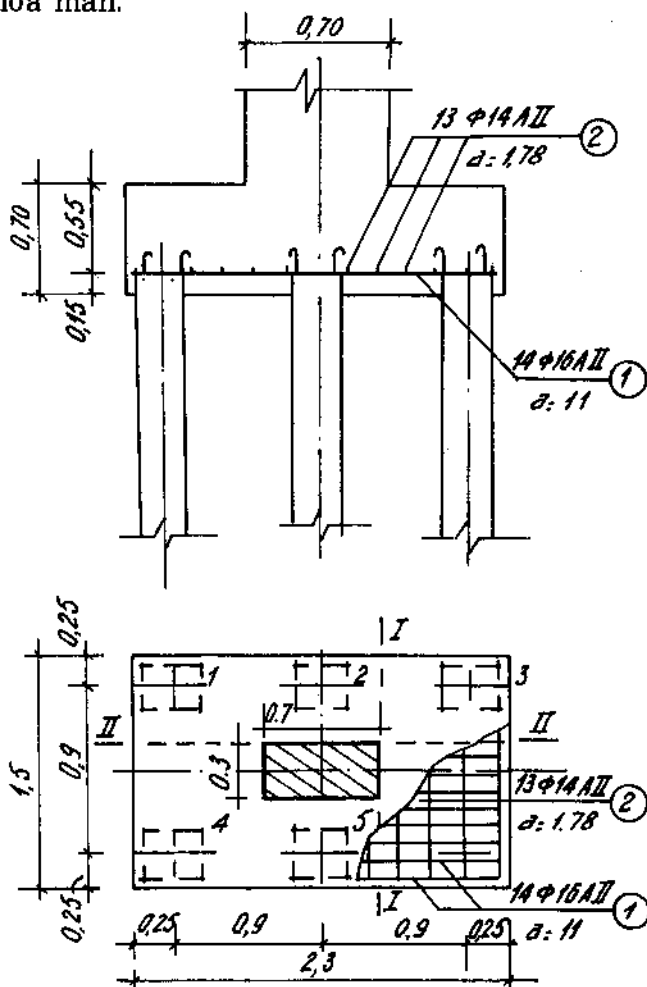
$$M_I = r_1(P_3 + P_6)$$

$$\text{Ở đây } P_3 = P_6 = P_{\max}$$

$$\begin{aligned} M_I &= 0,55(P_{\max} + P_{\max}) \\ &= 0,55 \cdot 2 \cdot 374,15 \end{aligned}$$

Mô men tương ứng với mặt ngàm II-II

$$M_{II} = r_2(P_1 + P_2 + P_3)$$



Hình 6-20 : Sơ đồ xác định chiều cao đài và thép.

$$= 0,3(104,81+257,48+374,15) = 257,754\text{KNm}$$

$$F_{aI} = \frac{M_I}{0,9h_oR_a} = \frac{374,15}{0,9 \cdot 0,55 \cdot 28 \cdot 10^4} = 0,00269949\text{m}^2$$

Chọn 14 $\phi 16\text{AII} \rightarrow F_a = 0,002814\text{m}^2$

Khoảng cách giữa tim 2 cốt thép cạnh nhau : 0,11m

Chiều dài mỗi thanh : 2,15m

$$F_{aII} = \frac{M_{II}}{0,9 \cdot 0,535 \cdot 28 \cdot 10^4} = \frac{227,754}{0,9 \cdot 0,535 \cdot 28 \cdot 10^4} = 0,0016893\text{m}^2$$

Chọn 13 $\phi 14$, $F_a = 0,0019799\text{m}^2$.

Khoảng giữa tim 2 cốt thép cạnh nhau 0,178m

Chiều dài mỗi thanh 1,45m

6.3.8. Trình bày thuyết minh và thể hiện bản vẽ

Trong thuyết minh thiết kế móng cọc cần nêu :

- Thiết kế dựa theo "Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình ... lập ngày ... tháng ... năm ... do ... tiến hành.

- Các đại lượng tự chọn và lý do chọn các đại lượng đó như độ sâu đặt đế đài, chọn loại cọc, chiều dài, kích thước tiết diện, cách thi công cọc, cách liên kết cọc vào đài.

- Tính toán, kết quả tính toán.

Bản vẽ cần thể hiện :

- Mặt bằng bố trí cọc và đài, tỷ lệ 1/100.

- Chi tiết các móng thiết kế, tỷ lệ 1/20, 1/25, hay 1/50, 1/10 gồm mặt cắt và mặt bằng có thể hiện thép bố trí cho đài.

- Cấu tạo cọc, chi tiết nối cọc nếu có.

- Nếu có thiết kế dầm giằng móng thì có thể lập bản vẽ riêng cho mặt bằng bố trí giằng, chi tiết giằng. Cũng có thể vẽ mặt bằng giằng cùng với mặt bằng bố trí cọc và đài.

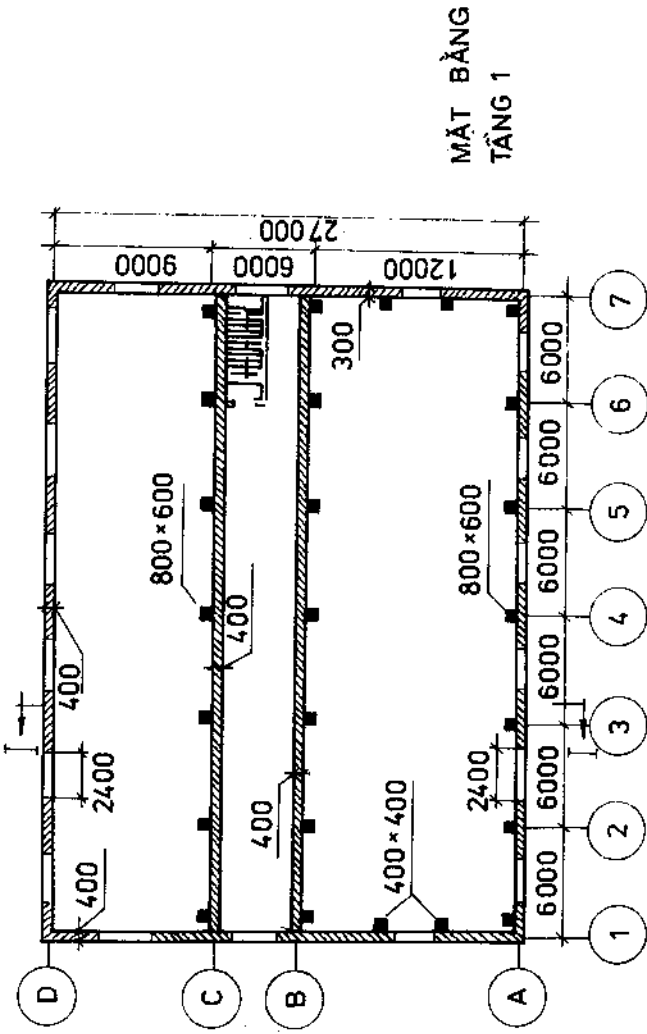
- Bảng thống kê thép.

- Ghi chú : quy định thử tải đối với cọc. Lớp lót, mác bê tông, nhóm thép.

Bản vẽ phải đủ kích thước, cao trình, trục định vị và phải bảo đảm độ đậm đặc cần thiết.

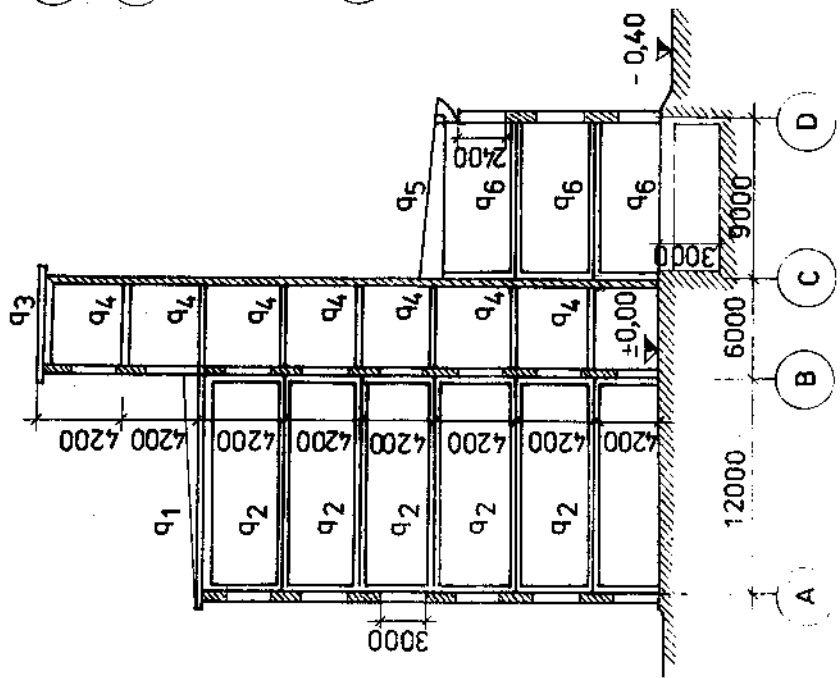
Phụ lục 1

CÁC SƠ ĐỒ CÔNG TRÌNH



MẶT BẰNG
TẦNG 1

NHÀ THÍ NGHIỆM HOÁ HỌC



MẶT CẮT I-I

Tải trọng tiêu chuẩn KN/m²

Tải trọng KN/m ²	Thường xuyên		Tam thời	
	P.án 1	P.án 2	P.án 1	P.án 2
q ₁	3,0	3,5	0,75	
q ₂	3,2	3,3	3,6	4,0
q ₃	2,0	2,5	0,75	
q ₄	4,0	6,0	7,0	7,5
q ₅	2,8	3,3	0,75	
q ₆	4,2	4,5	2,5	4,2

SƠ ĐỒ 1

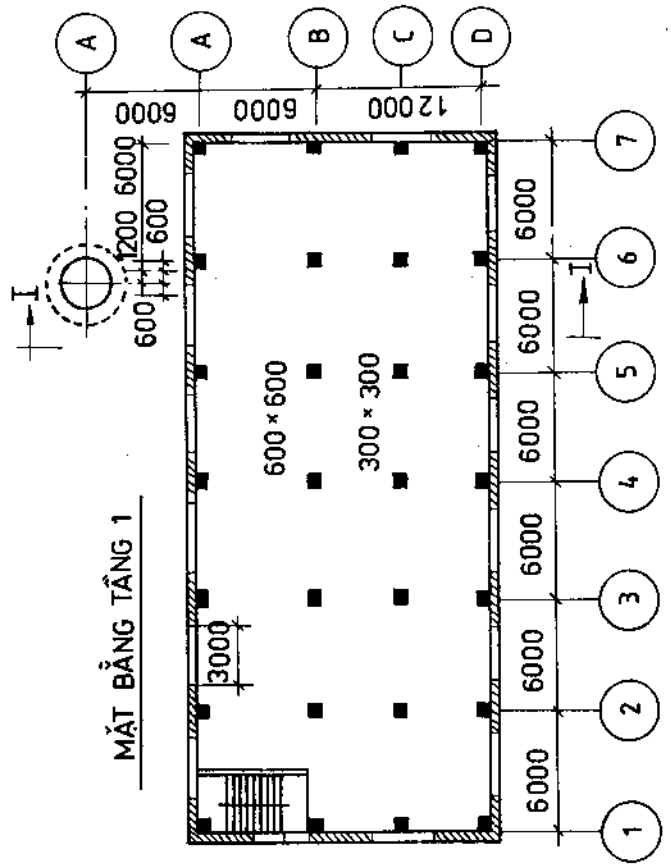
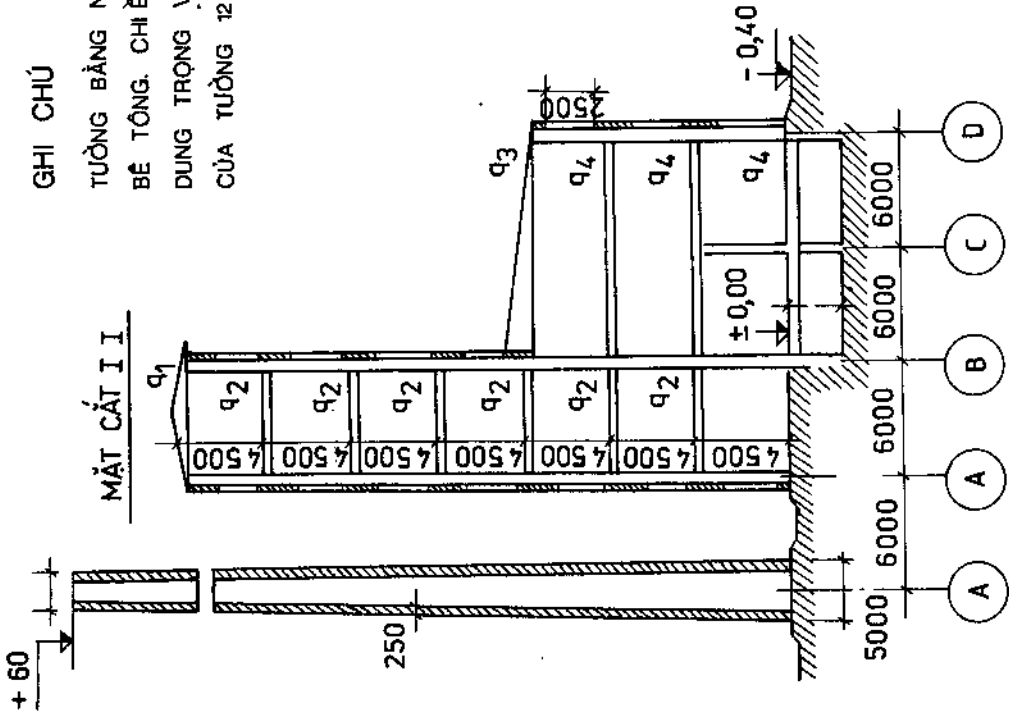
NHÀ MÁY HOÁ CHẤT

Tải trọng tiêu chuẩn KN/m²

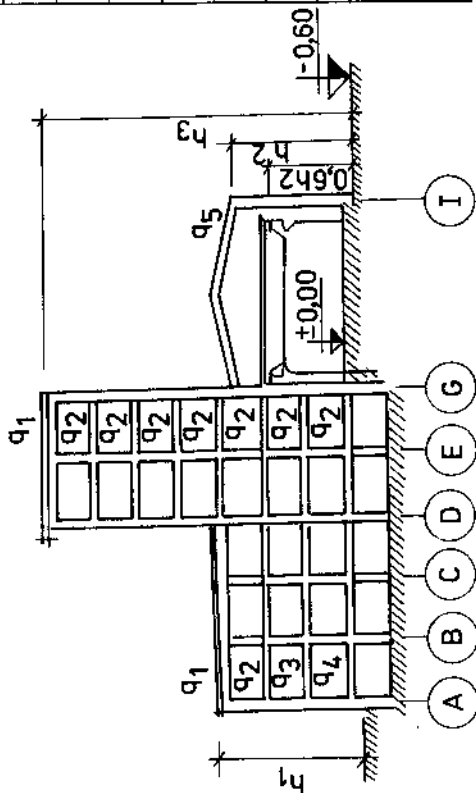
T. trọng KN/m ²	Thường xuyên			Tạm thời	
	P. án 1	P. án 2	P. án 1	P. án 1	P. án 2
q ₁	2,5	3,0	3,0	0,75	
q ₂	3,0	3,5	3,5	8,0	16,0
q ₃	3,5	4,0	4,0	0,75	
q ₄	4,0	4,5	4,5	4,8	5,5
Gió	-			Theo tiêu chuẩn VN	

GHI CHÚ

- TƯỜNG BẰNG NHƯỜNG TẮM
- BÊ TÔNG. CHIỀU DÀY 30CM.
- DUNG TRỌNG VẬT LIỆU
- CỬA TƯỜNG 12 KN/M³

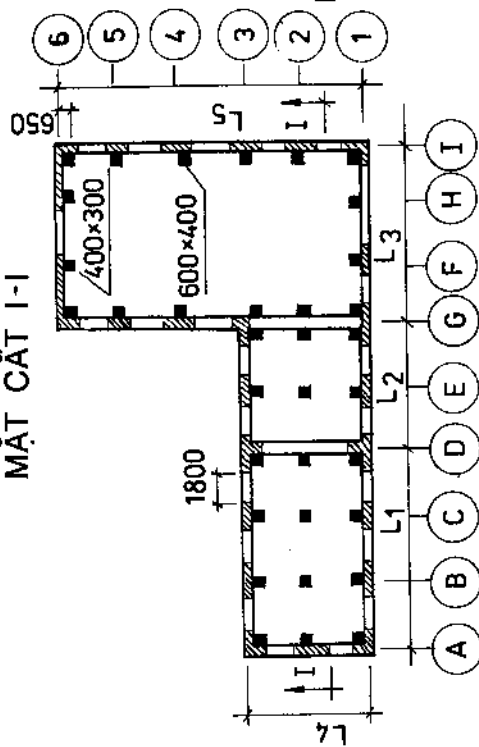


Đại lượng	P. án 1	P. án 2
L ₁	18,0	16,5
L ₂	12,0	11,0
L ₃	18,0	15,0
L ₄	12,0	11,0
L ₅	30,0	27,5
h ₁	12,0	11,0
h ₂	11,0	10,0
h ₃	28,0	26,0
h ₄	2,8	2,5



Q KN	Đại lượng	Nhịp m	
		18	15
200	Sức ép max lên bánh xe KN	195	185
	K/cách giữa các bánh xe (m)	4,4	4,4
	Trọng lượng xe tối KN	85	85

MẶT CẮT I-I



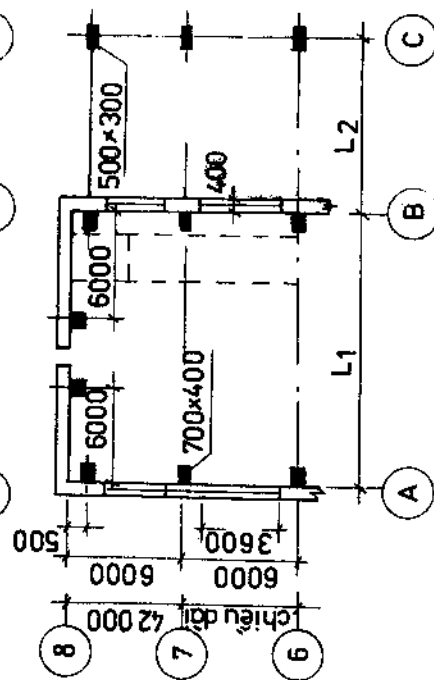
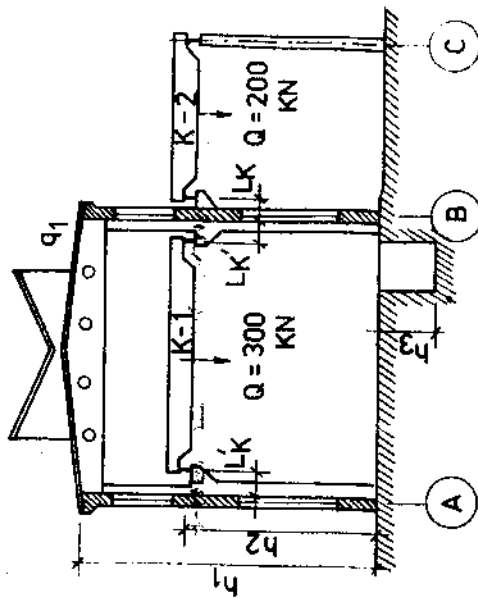
MẶT BẰNG TẦNG 1

TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN KPa

Tải trọng	T. xuyên		T. thời	
	P. án 1	P. án 2	P. án 1	P. án 2
q ₁	2,5	3,0	0,75	0,75
q ₂	3,5	2,5	4,0	4,5
q ₃	2,0	2,8	3,5	3,0
q ₄	4,0	4,5	5,5	5,0
q ₅	2,7	3,5	0,75	0,75

Cấu trúc diện			
Với nhịp (m)	15	18	24
Lực máx lên bánh xe KN	270 (185)	280 (195)	315 (220)
Chuẩn của máy trục (m)	5,10 (4,40)	5,10 (4,40)	5,10 (5,0)
Trọng lượng máy KN	120	120	120
	(8,5)	(8,5)	(8,5)
Trọng ngược cho các trị số của cấu trúc Q = 200 KN			

Trị số	P.án 1	P.án 2
l_1	24	18
l_2	18	15
h	10	12
h_1	14	12
h_2	10	8
h_3	2,0	2,5
L'_k	0,75	0,75
L_k	0,6	0,6



GHI CHÚ :
TƯỜNG BĂNG NHƯNG
TẤM BÊ TÔNG XI
LẤP GHEP

TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN KN/m²

Tải trọng	Trị số	P.án 1	P.án 2
T.xuyên	q_1	3,0	3,5
T.thời		0,75	

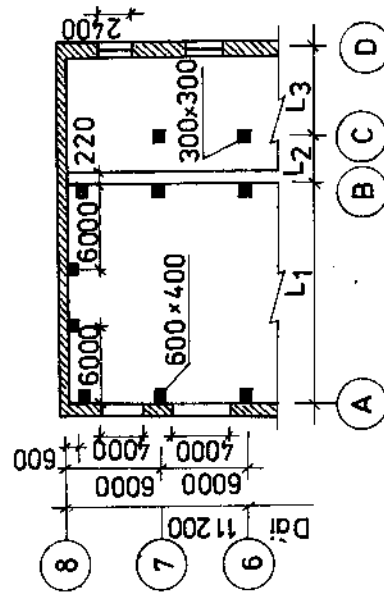
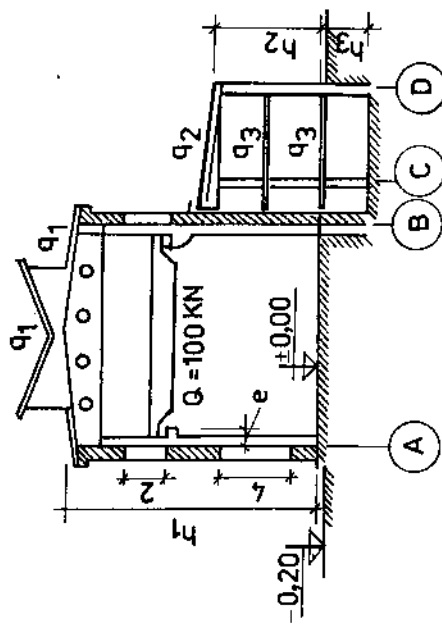
XUỐNG LẮP RÁP

KÍCH THUỐC, m

K.thước	P.án 1	P.án 2
L ₁	15,0	24,0
L ₂	2,5	3,5
L ₃	6,0	7,5
h ₁	18,0	12,0
h ₂	8,0	7,0
h ₃	2,4	2,6
e	0,50	0,75

CẦU TRỤC

Sức năng Q,KN	Đại lượng	Nhịp m	
		1	2
100	Sức ép max lên bánh xe KN	109	132
	K/cách giữa các bánh xe (m)	4,4	5,0
	Trọng lượng xe tời KN	36	36



TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN KPa

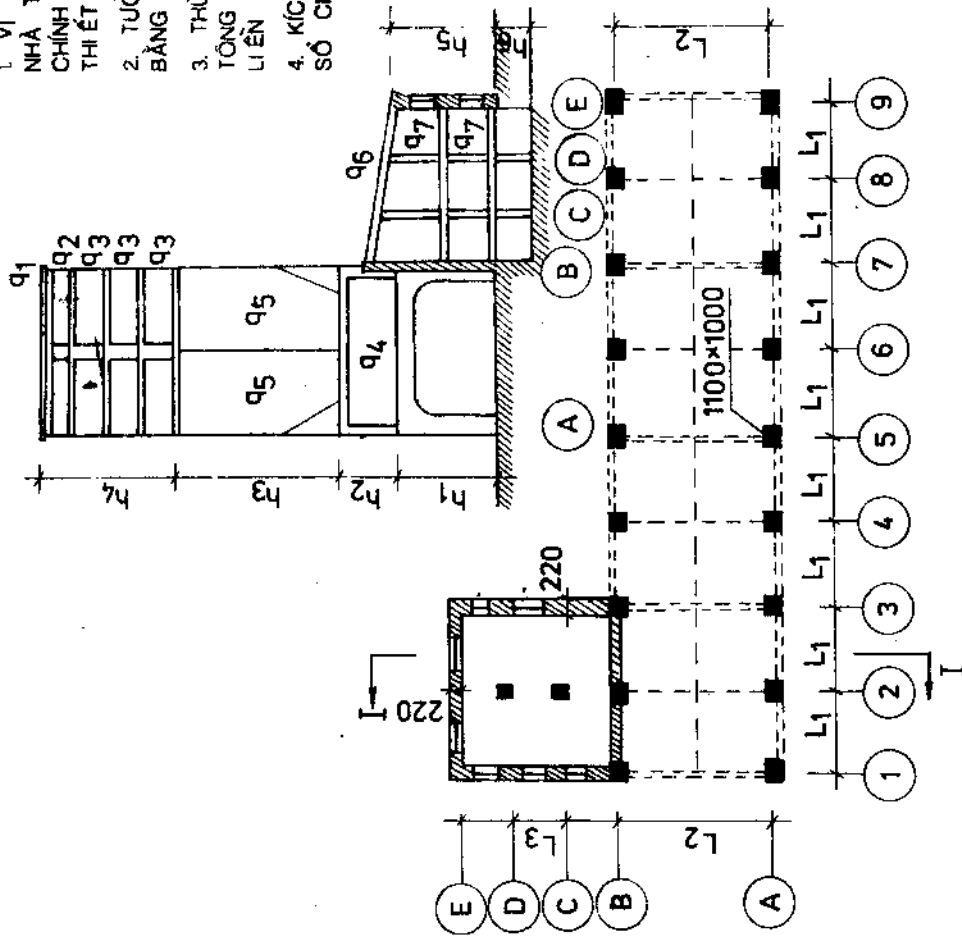
Tải trọng KPa	T.xuyên		T.thời	
	P.án 1	P.án 2	P.án 1	P.án 2
q ₁	25	30	0,75	0,75
q ₂	30	22	0,75	0,75
q ₃	50	30	50	35

SƠ ĐỒ 5

GHI CHÚ

1. VỊ TRÍ CÁC MÓNG CỦA NHÀ TẠM THỜI ĐƯỢC CHỈNH XÁC HOÀ KHI THIẾT KẾ
2. TƯỜNG NHÀ TẠM XÂY BẰNG GẠCH
3. THÙNG CHỨA BẰNG BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỒ LIỀN KHỚP.
4. KÍCH THƯỚC LỖ CỦA SỔ CHO TRƯỚC

MẶT CẮT I-I



KÍCH THUỐC, m

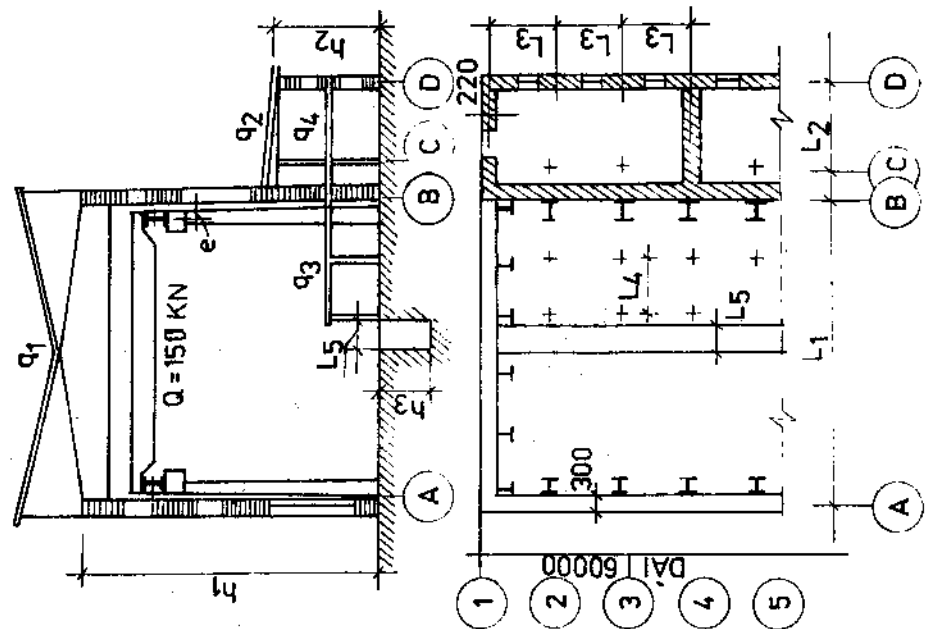
K.thước	P.án 1	P.án 2
l ₁	6,0	5,5
l ₂	12,0	11,0
h ₁	6,0	6,0
h ₂	5,0	5,0
h ₅	12,0	11,0
h ₄	12,0	11,0
l ₃	15,0	12,0
h ₅	8,0	7,0
h ₆	3,0	3,5

TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN KN/m²

T.trọng	Thường xuyên		Tạm thời	
	P.án 1	P.án 2	P.án 1	P.án 2
q ₁	3,0	2,5	0,75	
q ₂	2,5	2,0	4,0	4,0
q ₃	2,5	2,0	4,0	4,0
q ₄	2,5	3,0	5,0	4,5
q ₅	1,1	1,0	150	120
q ₆	2,5	2,8	0,75	
q ₇	2,0	2,5	3,0	4,0

Q. KN	Trị số	Nhịp, m	
		24,0	18,0
	Lực max lên bánh xe, KN	185	165
150	Chuẩn của cầu trục, m	5,0	4,4
	Trọng lượng máy, KN	53	53

K.thước	P.án 1	P.án 2
l_1	24,0	18,0
l_2	7,0	8,0
l_3	6,0	6,0
l_4	4,8	4,5
l_5	2,0	2,2
h_1	16,0	20,0
h_2	6,5	7,5
h_3	2,5	3,2
l	0,75	0,85

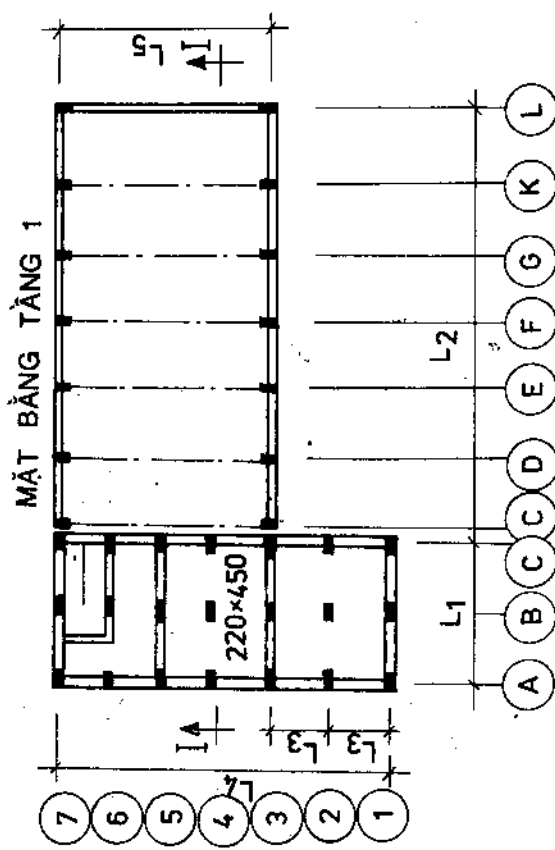
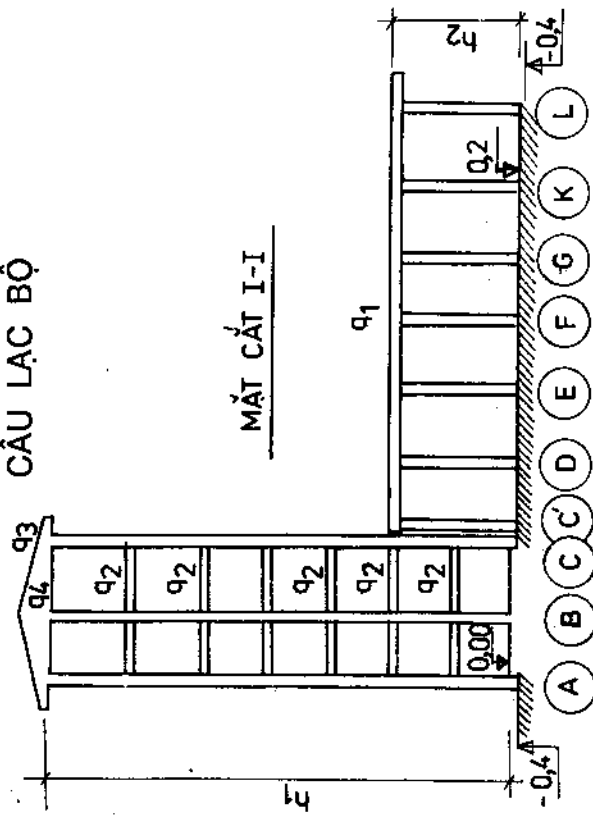


GHI CHÚ
 1. KHUNG ĐƯỢC LẮP TỪ NHỮNG TẤM BÊ TÔNG XI TƯỜNG PHẦN ĐỂ Ở XÂY BẰNG GẠCH.
 2. KÍCH THUỐC LỖ CỬA SỐ CHO TRƯỚC
 3. CỘT BẰNG THÉP

TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN KN/m²

T.trọng	T.tuyên		T.thời	
	P.án 1	P.án 2	P.án 1	P.án 2
q ₁	2,5	3,0	0,75	
q ₂	2,0	2,5	0,75	
q ₃	5,0	6,5	2,0	2,8
q ₄	3,0	3,5	5	6

CẦU LẠC BỘ



KÍCH THUỐC, m

K.thước	P.án 1	P.án 2
l ₁	12,0	13,0
l ₂	27,5	30,0
l ₃	3,5	4,0
l ₄	21,0	24,0
l ₅	14,0	16,0
Số tầng	7	8
h ₁	24,5	28
h ₂	8,0	9,0

TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN KN/m²

T.trọng	Thường xuyên		Tạm thời	
	P.án 1	P.án 2	P.án 1	P.án 2
q ₁	4,5	4,5	0,75	
q ₂	5,0	6,0	7,5	8,0
q ₃	2,5	2,0	0,75	
q ₄	3,0	3,5	0,8	1,0

GHI CHÚ

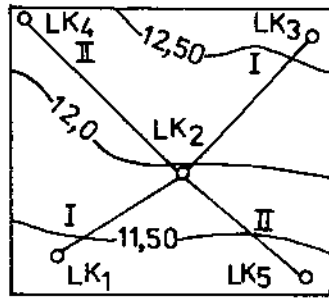
1. TƯỜNG XÂY GẠCH LỖ
2. CỘT BÊ TÔNG CỐT THÉP

Phụ lục 2
ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ SƠ ĐỒ CÔNG TRÌNH






Bảng : PL 2-1

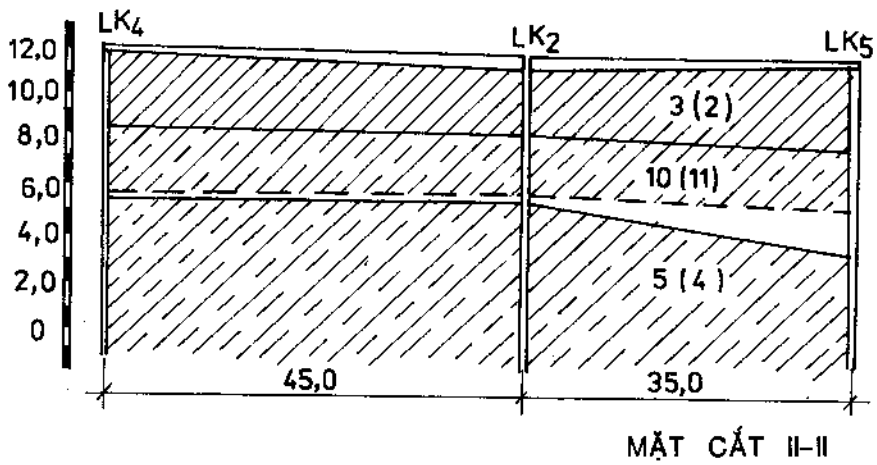
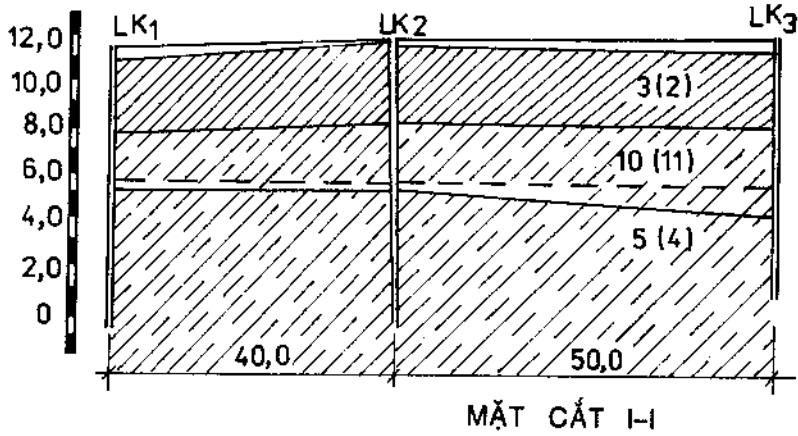
Các chỉ tiêu cơ lý của đất (Số liệu lớp đất xem trong các mặt cắt địa chất ở Hình 9 ÷ Hình 13).

Số hiệu lớp đất	Tên gọi lớp đất	Trọng lượng riêng của đất tự nhiên $\gamma = \rho g$ (KN/m ³)	Trọng lượng riêng của hạt đất γ_s (KN/m ³)	Độ ẩm W%	Giới hạn chảy W _L %	Giới hạn dẻo W _P %	Hệ số thấm K(m/s)	Góc ma sát trong φ_{II}^o	Lực dính đơn vị c _{II} KPa	Hệ số nén m (m ² /KN)	Modun biến dạng tổng quát E, KPa	
1	Sét	18,2	26,9	39	50	30	$3,1 \cdot 10^{-10}$	13	37	0,00011	7500	
2		18,2	27,1	45	46	28	$2,0 \cdot 10^{-10}$	12	18	0,00017	5000	
3		18,1	26,9	43	46	27	$2,2 \cdot 10^{-10}$	11	14	0,00021	4000	
4	Sét pha	21,5	26,0	15	24	11,5	$2,3 \cdot 10^{-8}$	24	12	0,00004	22000	
5		19,0	26,6	31	41	27	$4,3 \cdot 10^{-8}$	18	28	0,0001	12000	
6		18,2	26,7	31	39	26	$2,7 \cdot 10^{-8}$	17	19	0,00014	9000	
7		18,5	26,8	33,2	36	22	$2,5 \cdot 10^{-8}$	16	10	0,00012	10000	
8		18,0	26,8	27,5	37	23	$2,6 \cdot 10^{-8}$	14	17	0,00016	8000	
9		17,5	26,6	38	45	31	$1,0 \cdot 10^{-8}$	11	5	0,0002	7000	
10	Cát pha	20,5	26,6	15	21	15	$2,7 \cdot 10^{-7}$	22	20	0,00006	18000	
11		19,2	26,5	20	24	18	$2,1 \cdot 10^{-7}$	18	25	0,00009	14000	
12		18,3	26,4	30,8	31	25	$1,1 \cdot 10^{-7}$	15	28	0,000018	7800	
13	Cát hạt trung	19,2	26,5	18	-	-	$3,5 \cdot 10^{-4}$	35	1	0,00004	31000	
14		20,1	26,4	16	-	-	$2,0 \cdot 10^{-4}$	38	2	0,00003	40000	
15	Cát bụi	19,0	26,5	26	-	-	$3,1 \cdot 10^{-6}$	30	-	0,00013	10000	
16		19,0	26,8	25	-	-	$2,2 \cdot 10^{-6}$	28	-	0,00017	8000	
17	Đá phiến	26,7	Cường độ chịu nén tức thời theo 1 trục :						R=10.000 KPa R=15000 KPa			
18		27,0										



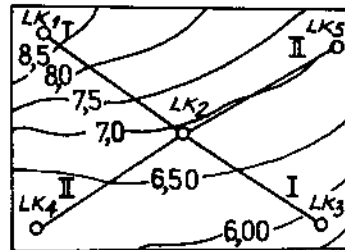
GHI CHÚ

-  Đất trồng trọt
-  Sét vàng xám
-  Cát pha
-  Sét pha
-  ---Mức nước ngầm

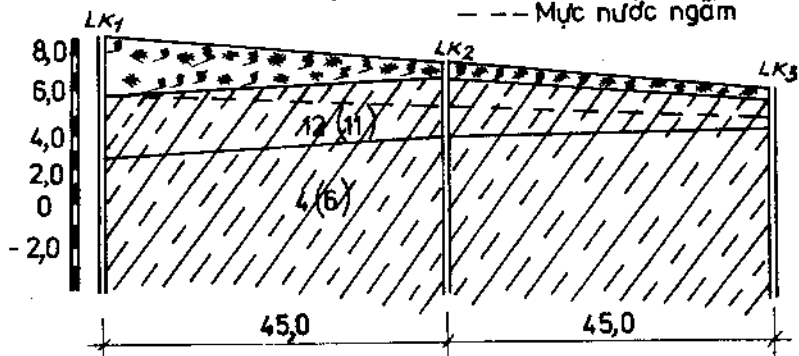


Hình 9

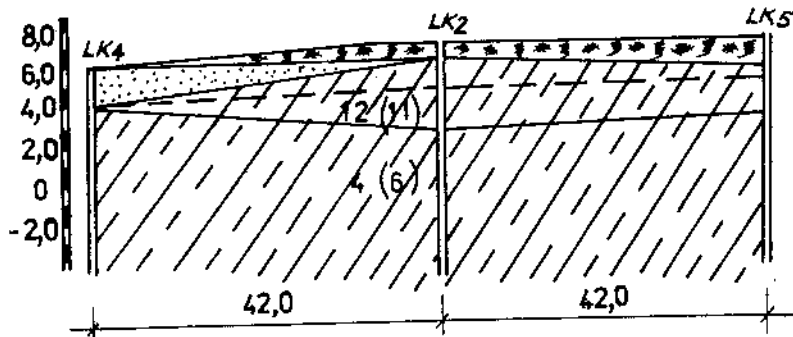
GHI CHÚ:



- Đất đắp ở cát lẫn vật liệu xây dựng
- Cát pha lẫn đất trông trọt
- Sét pha
- Cát bụi
- Mực nước ngầm



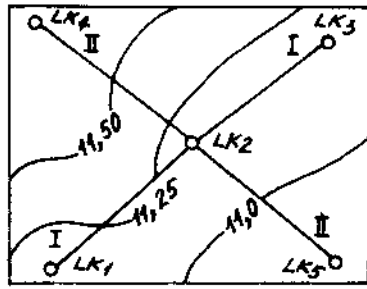
MẶT CẮT I-I



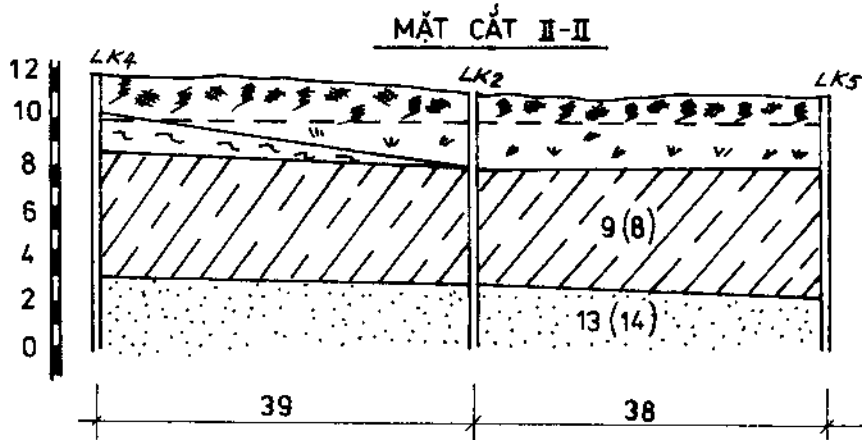
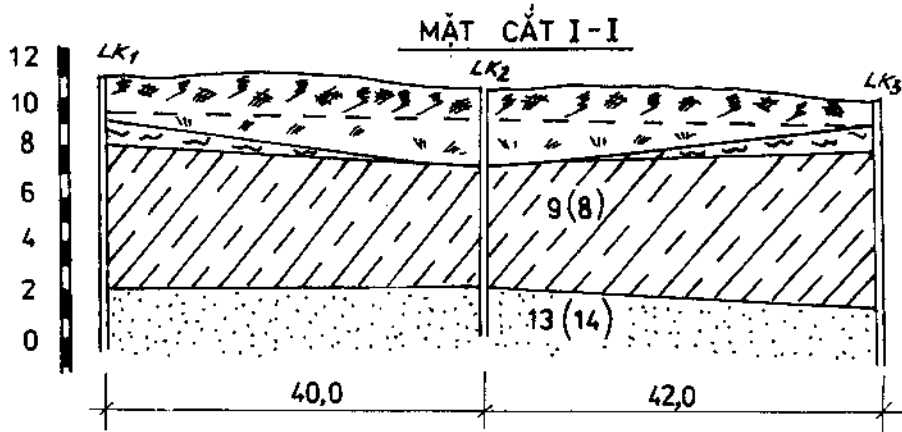
MẶT CẮT II-II

Hình 10

GHI CHÚ:

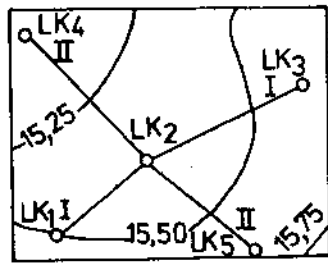


- Đất lớp sét pha lẫn than bùn
- Bùn lẫn xác thực vật
- Sét pha
- Cát hạt trung
- Mực nước ngầm

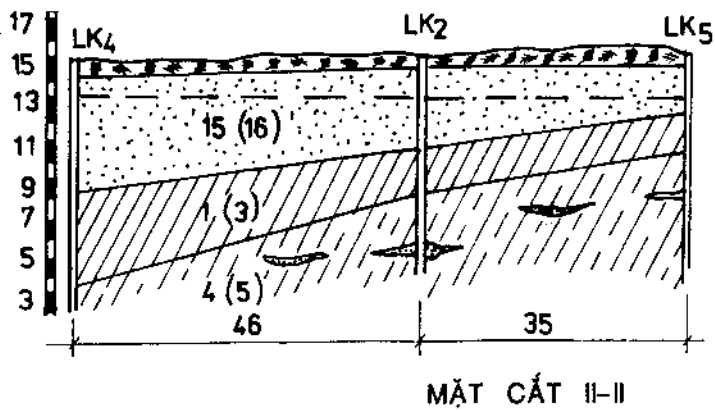
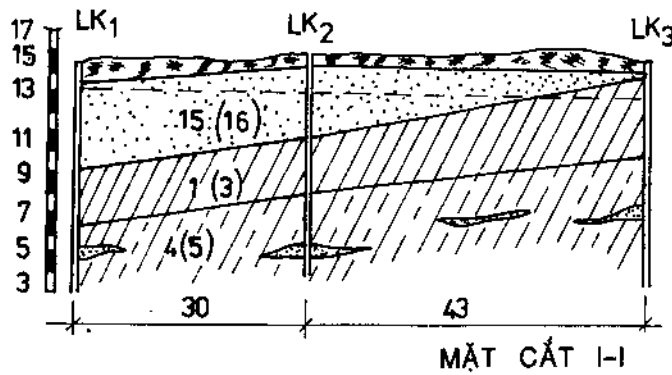


Hình 11

GHI CHÚ:

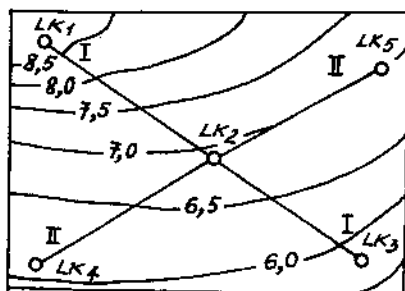


- Đất trồng trọt
- Cát bụi
- Sét
- Sét pha lẫn thấu kính cát
- Mức nước ngầm



Hình 12

GHI CHÚ:

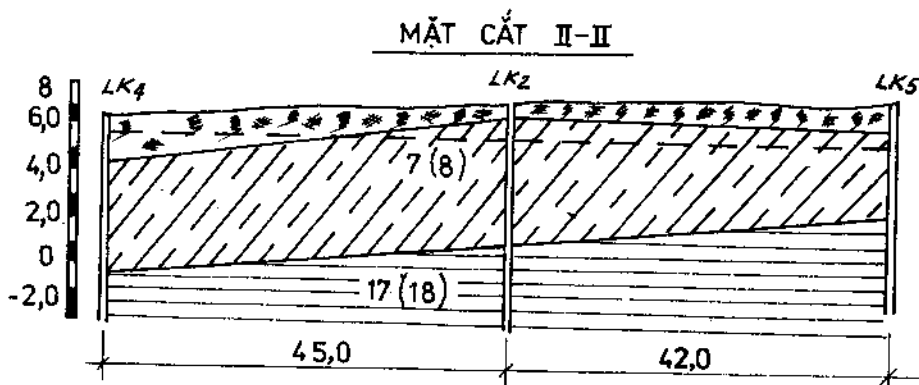
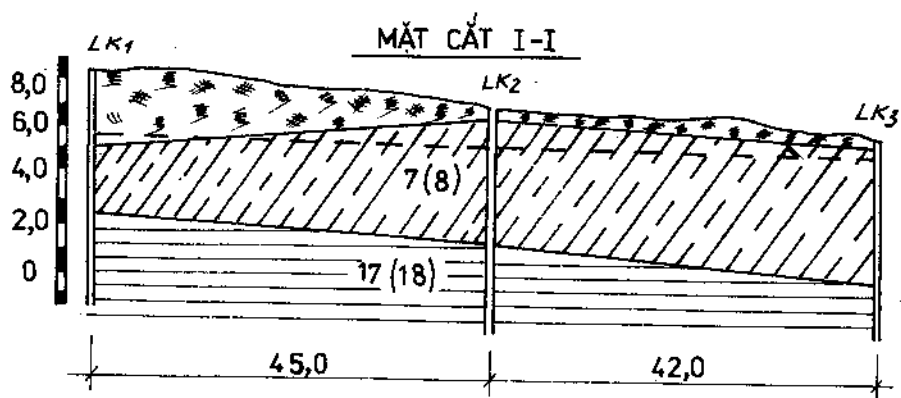


Đất lấp cát pha lẫn rác xây dựng

Sét pha

Đá phiến

---Mức nước ngầm



Hình 13

PHỤ LỤC 3

**(Phụ lục 3-1 TCVN 5574-1991)
CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN GỐC CỦA BÊ TÔNG**

Cường độ và ký hiệu	Giá trị cường độ KG/cm ² theo mức bê tông về nén									
	75	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Cường độ tính toán gốc về nén R_n	35	45	65	90	110	130	155	170	215	250
Cường độ tính toán gốc về kéo R_k	3,8	4,8	6	7,5	8,8	10	11	12	13,4	14,5

Chú thích :

- Cường độ tính toán R_n và R_k lấy bằng trị số cho trong bảng nhân với hệ số điều kiện làm việc (bảng 5, điều 2.5, 2.7) trong những điều kiện bình thường thì điều kiện làm việc $m_b = 1$ lấy R_n và R_k theo số liệu trong bảng.
- Với bê tông dùng xi măng nhôm ôxít (xi măng phen) giá trị R_k lấy trị số trong bảng nhân với 0,7.

**(Phụ lục 3-2 TCVN 5574-1991)
CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA CỐT THÉP**

Nhóm cốt thép	Các loại cường độ tính toán (KG/cm ²) và ký hiệu		
	Vẽ kéo R_a	Vẽ nén R'_a	Khi tính cốt đai và cốt xiên R_{ad}
CI (theo TCVN 1651-75)	2000	2000	1.600
CII	2600	2600	2.100
CIII	3400	3400	2.700
CIV	5000	3600	4000
Dây thép kéo nguội (theo TCVN 3101-79)	3000	3000	1.800 (2100)

Con số trong ngoặc (2100) dùng các dây thép là cốt ngang của khung hàn.

**CƯỜNG ĐỘ TIÊU CHUẨN CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN VÀ MÔĐUN
ĐÀN HỒI CỦA MỘT SỐ THÉP NHẬP NGOẠI.**

Nhóm cốt thép	Cường độ tiêu chuẩn R_{ac} KG/cm ²	Cường độ tính toán KG/cm ²			Môđun đàn hồi E_a KG/cm ²
		Vẽ kéo R_a	Vẽ nén R'_a	Tính cốt ngang R_{ad}	
a) Thép thanh					
AI	2400	2300	2300	1800	2.100.000
AII	3000	2800	2800	2200	2.100.000
AIII	4000	3600	3600	2800	2.100.000
AIV	6000	5000	4000	4000	2.000.000
b) Dây thép BI	5500	3150	3150	1900	2.000.000
B _p I				(2200)	
d = 3 - 4mm	5500	3500	3500	2600	1.700.000
				(2800)	
d = 5mm	5250	3400	3400	2500	1.700.000
				(2700)	
Con số trong ngoặc () dùng cho dây thép là cốt ngang của khung hàn.					

Phụ lục 3-4
PHẨM LOẠI CỦA CỐT THÉP CÁN NÓNG

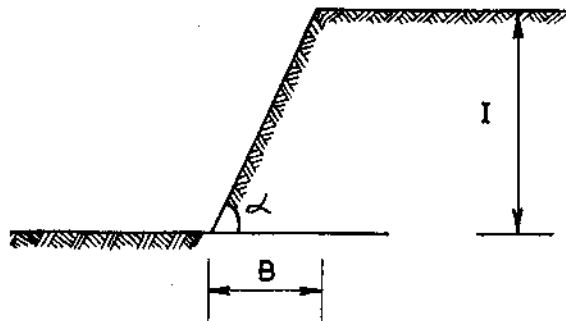
Đường kính tiêu chuẩn (đ.t.c) của thanh (mm)	Diện tích tính toán của tiết diện ngang (cm ²) khi số thanh là									Khối lượng lý thuyết trên 1m (kg)	Đường kính có chế tạo đối với thép nhóm			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		A-I	A-II	A-III	A-IV
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,7	1,98	2,26	2,54	0,222	x		x	
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	0,302	x		x	
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	0,395	x		x	
9	0,636	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	0,499	x		x	
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	0,617	x	x	x	x
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	0,888	x	x	x	x
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	1,208	x	x	x	x
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,1	1,578	x	x	x	x
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,9	1,998	x	x	x	x
20	3,142	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	2,466	x	x	x	x
22	3,801	7,6	11,4	15,2	19	22,81	26,61	30,41	34,21	2,984	x	x	x	x
25	4,909	9,82	14,73	19,64	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	3,85	x	x	x	x
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,1	49,26	55,42	4,83	x	x	x	x
32	8,043	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,3	64,34	72,38	6,31	x	x	x	x
36	10,179	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	7,99	x	x	x	
40	12,566	25,13	37,7	50,27	62,83	75,4	87,96	100,53	113,1	9,87	x	x	x	
45	15,904	31,81	47,71	63,62	79,52	95,42	111,33	127,23	143,13	12,49		x		
50	19,635	39,27	58,91	78,54	98,18	117,81	137,15	157,08	176,72	15,41		x		
55	23,76	47,52	71,28	95,04	118,8	142,56	166,32	190,08	213,84	18,65		x		
60	28,27	56,54	84,81	113,08	141,35	169,62	197,89	226,16	254,43	22,19		x		
70	38,48	76,96	115,44	153,92	192,4	230,88	269,36	307,84	346,32	30,21		x		
80	50,27	100,55	150,81	201,08	251,35	301,62	351,9	402,15	452,43	39,46		x		
90	63,62	127,24	190,86	254,48	318,1	381,72	445,34	508,96	572,58	49,94		x		

Chú thích :

1. Đường kính tiêu chuẩn của các thanh thép cán nóng có gờ tương ứng với đường kính tiêu chuẩn của các thanh tròn (tròn) có cùng một diện tích tiết diện ngang.
2. Đường kính tiêu chuẩn của các thanh thép cán nóng kéo nguội tương ứng với đường kính của thanh trước khi kéo.

Phụ lục 3-5
ĐỘ ĐỐC CHO PHÉP LỚN NHẤT CỦA HÀO, HỒ ĐÀO TẠM THỜI

Đất	Độ sâu hố đào, m					
	≤ 1,5m		≤ 3m		≤ 5	
	α°	$\frac{H}{B}$	α°	$\frac{H}{B}$	α°	$\frac{H}{B}$
Đất đắp, độ ẩm tự nhiên	76	1 : 0,25	45	1 : 1	38	1 : 1,25
Cát, ẩm nhưng không bão hòa	63	1 : 0,5	45	1 ; 1	45	1 : 1
Đất loại sét độ ẩm tự nhiên						
Á cát	76	1 : 0,25	56	1 : 0,67	50	1 : 0,85
Á sét	90	1 : 0	63	1 : 0,5	53	1 : 0,75
Sét	90	1 : 0	76	1 : 0,25	63	1 : 0,5



Phụ lục 3-6

ĐƠN GIÁ XÂY DỰNG CƠ BẢN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

(Ban hành theo Quyết định số 56 BXD/VKT ngày 30/3/1994
của Bộ trưởng Bộ Xây dựng và Quyết định số 1736/QĐUB ngày 23/8/1994
của ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội).

031.000 Đào đất công trình bằng thủ công

031.300 Đào móng công trình

Mã hiệu	Danh mục đơn giá	Đơn vị	Vật liệu	Nhân công	Máy	Đơn giá
	Đào móng bằng rộng \leq 3m, sâu \leq 1m					
031.311	đất cấp 1	m ³		5646		5646
031.312	đất cấp 2	m ³		8268		8268
031.313	đất cấp 3	m ³		12502		12502
031.314	đất cấp 4	m ³		19459		19459
	rộng \leq 3m, sâu \leq 2m					
031.321	đất cấp 1	m ³		6251		6251
031.322	đất cấp 2	m ³		8872		8872
031.323	đất cấp 3	m ³		13208		13208
031.324	đất cấp 4	m ³		20165		20165
	vận chuyển tiếp 10m					
031.391	đất cấp 1			313		313
031.392	đất cấp 2			323		323
031.393	đất cấp 3			353		353
031.394	đất cấp 4			373		373
031.400. Đào móng cột, trụ, hố kiểm tra						
	Đào móng cột : rộng > 1m, sâu \leq 1m					
031.431	đất cấp 1	m ³		5041		5041
031.432	đất cấp 2	m ³		7763		7763
031.433	đất cấp 3	m ³		12603		12603
031.434	đất cấp 4	m ³		20165		20165
	rộng > 1m, sâu > 1m					
031.441	đất cấp 1	m ³		7158		7158
031.442	đất cấp 2	m ³		10486		10486
031.443	đất cấp 3	m ³		15224		15224
031.444	đất cấp 4	m ³		23593		23593
	Vận chuyển tiếp 10m :					
031.451	đất cấp 1	m ³		313		313
031.452	đất cấp 2	m ³		323		323
031.453	đất cấp 3	m ³		353		353
031.454	đất cấp 4	m ³		373		373

Mã hiệu	Danh mục đơn giá	Đơn vị	Vật liệu	Nhân công	Máy	Đơn giá
041.000. Đắp đất công trình bằng thủ công						
041.100. Đắp đất nền móng công trình						
Đắp đất nền móng công trình						
041.111	đất cấp 1	m ³		5275		5275
041.112	đất cấp 2	m ³		6206		6206
041.113	đất cấp 3	m ³		6931		6931
041.114	đất cấp 4	m ³		6931		6931
041.400. Đắp cát công trình						
Đắp cát :						
041.411	trong mọi điều kiện	m ³	16019	5304		21323
050.000 Đào đất cát công trình bằng máy						
053.000 Đào móng công trình						
Đào móng bè trên cạn phạm vi						
≤ 30m bằng máy đào ≤ 0,8m ³						
053.111	đất cấp 1	100m ³		20378	165747	186125
053.112	đất cấp 2	100m ³		26688	196417	223105
053.113	đất cấp	100m ³		32894	247569	280463
053.114	đất cấp 4	100m ³		52444	316644	369088
Đào móng cột : bằng máy đào						
≤ 0,4m ³						
053.181	đất cấp 1	100m ³		30515	146227	176741
053.182	đất cấp 2	100m ³		40031	182856	222887
053.183	đất cấp 3	100m ³		49341	227916	277257
053.184	đất cấp 4	100m ³		78718	319780	398498
090.000 Đóng cọc bằng máy						
093.000 Đóng cọc bê tông cốt thép bằng máy trên mặt đất						
Đóng (thẳng) cọc btct trên mặt						
đất 1,2 T < búa ≤ 1,8T						
: đất cấp 1						
093.311	Cọc btct 20 × 20 L ≤ 12m	100m		41001	124718	1288469
093.312	Cọc btct 25 × 25 L ≤ 12m	100m		49506	1495308	1544814
093.313	Cọc btct 30 × 30 L ≤ 12m	100m		60964	1811486	1902347
093.314	Cọc btct 35 × 35 L ≤ 12m	100m		74368	2246226	2320594
: đất cấp 2						
093.321	Cọc btct 20 × 20 L ≤ 12m	100m		49506	1495808	1544814
093.322	Cọc btct 25 × 25 L ≤ 12m	100m		59451	1795675	1855126
093.323	Cọc btct 30 × 30 L > 12m	100m		74990	2174399	2246089
093.324	Cọc btct 35 × 35 L ≤ 12m	100m		89717	2696777	2786194
đất cấp 1 :						
093.411	Cọc btct 20 × 20 L > 12m	100m		39778	1201470	1241248
093.412	Cọc btct 25 × 25 L > 12m	100m		44102	1332064	1376166
093.413	Cọc btct 30 × 30 L > 12m	100m		54046	1632432	1686478

Mã hiệu	Danh mục đơn giá	Đơn vị	Vật liệu	Nhân công	Máy	Đơn giá
093.414	Cọc btct 35 × 35 L > 12m đất cấp 2 :	100m		62261	1880561	1942822
093.421	Cọc btct 20 × 20 L > 12m	100m		47993	1449599	1497592
093.422	Cọc btct 25 × 25 L > 12m	100m		55559	1678140	1733699
093.423	Cọc btct 30 × 30 L > 12m	100m		62666	2043805	2144471
093.424	Cọc btct 35 × 35 L > 12m	100m		83231	2512945	2597176
	Đóng (thẳng) cọc btct trên mặt đất 1,8T < búa ≤ 2,5T đất cấp 1					
093.512	Cọc btct 25 × 25 L ≤ 12m	100m		47561	1632661	1680222
093.513	Cọc btct 30 × 30 L ≤ 12m	100m		53343	1877560	1832903
093.514	Cọc btct 35 × 35 L ≤ 12m	100m		64207	2179602	2243809
093.515	Cọc btct 40 × 40 L ≤ 12m	100m		70124	2693890	2773014
	đất cấp 2					
093.522	Cọc btct 25 × 25 L ≤ 12m	100m		52965	1755110	1808075
093.523	Cọc btct 30 × 30 L ≤ 12m	100m		67233	2155112	2222345
093.524	Cọc btct 35 × 35 L ≤ 12m	100m		77827	2497971	2575758
093.525	Cọc btct 40 × 40 L ≤ 12m	100m		95770	3077566	3177326
	đất cấp 1					
093.612	Cọc btct 25 × 25 L > 12m	100m		43237	1632661	1675898
093.613	Cọc btct 30 × 30 L > 12m	100m		50155	1893887	1944012
093.614	Cọc btct 35 × 35 L > 12m	100m		57073	2155112	2212185
093.615	Cọc btct 40 × 40 L > 12m	100m		70014	2614910	2714954
	đất cấp 2					
093.622	Cọc btct 25 × 25 L > 12m	100m		51884	1763274	1815158
093.623	Cọc btct 30 × 30 L > 12m	100m		57073	2155112	2212185
093.624	Cọc btct 35 × 35 L > 12m	100m		68314	2579604	2647918
093.625	Cọc btct 40 × 40 L > 12m	100m		78259	2955116	3033375
094.900 Nối cọc BTCT bằng phương pháp hàn						
	Nối cọc BTCT bằng phương pháp hàn					
094.910	Cọc btct 40 × 40	1 mối	212835	10824	15029	238688
094.920	Cọc btct 35 × 35	1 mối	129038	9132	11762	149932
094.930	Cọc btct 30 × 30	1 mối	67906	8681	9802	86389
094.940	Cọc btct 25 × 25	1 mối	26099	3833	7841	37773
094.950	Cọc btct 20 × 20	1 mối	16622	3270	5881	25773
098.000 Thi công cọc cát bằng phương pháp ép rung						
	Thi công cọc cát bằng phương pháp ép rung : đất cấp 1					
098.110	Cọc L ≤ 7m, d = 330	100m	226628	75665	4729505	5031798
098.120	Cọc L ≤ 7m, d = 430	100m	395543	135440	5044806	5575789
	: đất cấp 2					
098.130	Cọc L ≤ 7m, d = 330	100m	226628	81069	5044806	5352503

Mã hiệu	Danh mục đơn giá	Đơn vị	Vật liệu	Nhân công	Máy	Đơn giá
098.140	Cọc $L \leq 7m$, $d = 430$ đất cấp 1	100m	395543	145168	5517756	6058467
098.210	Cọc $7m < L \leq 12m$, $d = 330$	100m	226628	86474	4256555	4569657
098.220	Cọc $7m < L \leq 7m$, $d = 430$ đất cấp 2	100m	395543	154788	4540325	5090656
098.230	Cọc $7m < L \leq 12m$, $d = 330$	100m	226628	91879	4540325	4858832
098.240	Cọc $7m < L \leq 12m$, $d = 430$ đất cấp 1	100m	395543	164517	4965981	5526041
098.310	Cọc $L > 12m$, $d = 330$	100m	226628	97283	3830899	4154810
098.320	Cọc $L > 12m$, $d = 430$ đất cấp 2	100m	395543	174137	4083140	4652820
098.330	Cọc $L > 12m$, $d = 330$	100m	226628	102688	4083140	4412456
098.340	Cọc $L > 12m$, $d = 430$	100m	395543	183865	4571855	5151263
099.000. Ép trước cọc bê tông cốt thép						
	Ép trước cọc btct : đất cấp 1					
099.111	Đoạn cọc 20×20 $L \leq 4m$	100m		133043	1733907	1866950
099.112	Đoạn cọc 25×25 $L \leq 4m$ đất cấp 2	100m		156683	2041998	2198681
099.121	Đoạn cọc 20×20 $L \leq 4m$	100m		152835	1991844	2144679
099.122	Đoạn cọc 25×25 $L \leq 4m$ đất cấp 1	100m		191318	2493388	2684706
099.211	Đoạn cọc 20×20 $L > 4m$	100m		123697	1612104	1735801
099.212	Đoạn cọc 25×25 $L > 4m$ đất cấp 2	100m		137441	1791227	1928668
099.221	Đoạn cọc 20×20 $L > 4m$	100m		134693	1755402	1890095
099.222	Đoạn cọc 25×25 $L > 4m$	100m		168778	2185297	2354075
210.000 Công tác bê tông đổ tại chỗ						
210.100 Bê tông gạch vữa						
	Bê tông gạch vữa : chiều rộng R > 100cm					
210.121	Vữa XM M25	m^3	95919	10241		106160
210.122	Vữa XM M50	m^3	120157	10241		130398
210.123	Vữa XM M75	m^3	145114	10241		155355
220.000 Bê tông đá dăm						
221.100 Bê tông lót móng						
	Bê tông lót móng : Chiều rộng $R \leq 250cm$					
221.111	Vữa BT, đá 4×6 M 100	m^3	243080	17068	7398	267546
221.112	Vữa BT, đá 4×6 M 150	m^3	276656	17068	7398	301122
	Chiều rộng $R > 250cm$					
221.121	Vữa BT, đá 4×6 M100	m^3	243080	12206	7398	262684
221.122	Vữa BT, đá 4×6 M150	m^3	276656	12206	7398	296260

Mã hiệu	Danh mục đơn giá	Đơn vị	Vật liệu	Nhân công	Máy	Đơn giá
221.200 Bê tông móng bè, móng băng						
	Bê tông móng bè, móng băng : chiều rộng R ≤ 250cm					
221.251	Vữa BT, đá 1 × 2 M150	m ³	318534	22653	7681	348868
221.252	Vữa BT, đá 1 × 2 M200	m ³	363246	22653	7681	393580
221.253	Vữa BT, đá 1 × 2 M250	m ³	396141	22653	7681	426475
	Chiều rộng > 250cm					
221.261	Vữa BT, đá 1 × 2 M150	m ³	334021	25343	7681	367045
221.262	Vữa BT, đá 1 × 2 M200	m ³	378733	25343	7681	411757
221.263	Vữa BT, đá 1 × 2 M250	m ³	411628	25343	7681	444652
Bê tông móng cột						
221.341	Vữa BT, đá 1 × 2 M 150	m ³	354708	35887	7681	398276
221.342	Vữa BT, đá 1 × 2 M200	m ³	399420	35887	7681	442988
221.343	Vữa BT, đá 1 × 2 M250	m ³	432316	35887	7681	475884
240.000 Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép						
240.100 Cốt thép móng						
	Cốt thép móng : đường kính cốt thép					
240.110	≤ 10mm	tấn	4261587	117091	20797	4399478
240.120	≤ 18mm	tấn	4261527	86269	87691	4390487
240.130	> 18mm	tấn	4119228	65684	88888	4273800
300.000 Sản xuất cấu kiện bê tông đúc sẵn						
300.200 Bê tông cọc, cột, cừ						
	Bê tông cọc, cột					
300.211	Vữa BT, đá 1 × 2 M200	m ³	345291	18516	10038	373845
300.213	Vữa BT, đá 1 × 2 M250	m ³	378028	18516	10038	406582
301.200 Cốt thép cột, cọc, cừ, xà dầm, giằng						
	Cốt thép cột, cọc, cừ, xà dầm, giằng : đường kính cốt thép					
301.211	≤ 10mm	tấn	4261587	154032	20797	4436116
301.212	≤ 18mm	tấn	4216955	84528	151765	4453248
301.213	> 18mm	tấn	4114955	80961	96501	4292417

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đề tài KC 10-07. Nghiên cứu tuyển chọn công nghệ thi công cọc đường kính lớn ở Việt Nam. GS . TS Bùi Anh Định chủ trì. Trường ĐHGTVT Hà Nội 1994.
2. Đề tài Kỹ thuật nền móng phục vụ xây chen. TS Nguyễn Trường Tiến chủ trì. Viện KHKTXD Hà Nội 1990.
3. Đỗ Bằng, Bùi Anh Định, Vũ Công Ngữ. Bài tập cơ học đất. Nhà xuất bản Giáo dục 1995.
4. Đơn giá xây dựng cơ bản thành phố Hà Nội (Ban hành theo Quyết định số 56 BXD/VKT ngày 30/3/1994 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng và Quyết định số 1736/QĐUB ngày 23/8/1994 của UBND thành phố Hà Nội.
5. Jemôskin B. N., Xinhitxum A. P. Các phương pháp thực hành tính dầm và bản móng trên nền đàn hồi. NXB KH và KT Hà Nội 1971.
6. Hoàng Văn Tân, Trần Đình Ngô, Phan Xuân Trường, Phạm Xuân, Nguyễn Hải. Những phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu. NXB KH và KT Hà Nội 1973.
7. Lê Đức Thắng. Tính toán móng cọc. NXB KH và KT Hà Nội 1973.
8. Lê Quý An, Nguyễn Công Mẫn, Hoàng Văn Tân. Tính toán nền móng theo trạng thái giới hạn. NXB KH và KT Hà Nội 1976.
9. Ngô Thế Phong, Lý Trần Cường, Trịnh Kim Đạm, Nguyễn Lê Ninh. Kết cấu bê tông cốt thép. NXB khoa học và kỹ thuật. Hà Nội 1996.
10. Nguyễn Văn Quảng, Nguyễn Hữu Kháng, Ưông Đình Chất. Nền và móng các công trình dân dụng và công nghiệp. NXB Xây dựng Hà Nội 1996.
11. Quy trình thiết kế kết cấu bê tông cốt thép QTXD 62-76 Bộ Xây dựng, Hà Nội 1977.
12. 20 TCN112-84. Hướng dẫn thực hành khảo sát đất xây dựng bằng thiết bị mới và sử dụng tài liệu vào thiết kế công trình.
13. 20 TCN160-87. Khảo sát địa kỹ thuật phục vụ cho thiết kế móng cọc.
14. 20 TCN21-86. Móng cọc. Tiêu chuẩn thiết kế.
15. 20 TCN174-89. Đất xây dựng. Phương pháp thí nghiệm xuyên tĩnh. NXB Xây dựng Hà Nội 1990
16. TCXD45-78. Nền nhà và công trình. Tiêu chuẩn thiết kế. NXB Xây dựng Hà Nội 1979.
17. TCVN 5573-1991. Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế. NXB Xây dựng. Hà Nội 1992

18. TCVN 5574-1991. Kết cấu bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế.
Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 1993.
19. Tuyển tập hội nghị địa chất công trình, cơ đất nền và móng toàn miền Bắc lần thứ hai 1968.
20. Tuyển tập hội nghị địa kỹ thuật quốc tế. Công nghệ mới trong nền móng công trình NTFE92.
21. Tuyển tập hội thảo khoa học. Công nghệ xây dựng nhà cao tầng. 9.1994.
22. Tuyển tập hội thảo về công nghệ mới trong xây dựng NTC'95. Hà Nội 3.1995.
23. Vũ Công Ngữ, Nguyễn Văn Bằng, Hoàng Cường. Các điều kiện kỹ thuật của móng nông.
Nhà xuất bản KH và KT, Hà Nội 1993.
24. Vũ Công Ngữ, Trần Nhật Dũng... Các điều kiện kỹ thuật của cọc ép dùng xử lý nền móng.
Nhà xuất bản KH và KT, Hà Nội 1992.
25. Vũ Công Ngữ. Tính toán móng nông.
Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật Hà Nội 1982.
26. Nguyễn Xuân Trọng dịch. J.legrand ... Móng cọc (máy vắn đề bổ túc cho kỹ sư xây dựng).
Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 1994.
27. Viện nghiên cứu nền và công trình ngầm mang tên Gerxevanov. Chỉ dẫn thiết kế nền nhà và công trình. Nguyễn Văn Quang, Nguyễn Bá Kế, Nguyễn Văn Túc dịch.
Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội 1980.
28. Viện nghiên cứu nền và công trình ngầm mang tên Gerxevanov. Hướng dẫn thiết kế móng cọc. Biên dịch Nguyễn Bá Kế, Nguyễn Văn Quang, Trịnh Việt Cường.
Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội 1993.
29. Ашрабов А.Б. Прочность железобетонных конструкции многоэтажных зданий. Издат 'Узбекистан 1980'
30. Байков В.Н. Сигалов Э.Е. Железобетонные конетрукции Стройиздат, Москва 1976.
31. Беляков Н.Ф. Николаева Г.Я, Стороженко А.А. Учебное пособие по основаниям и Фундаментам.
32. Березанцев В.Г. Расчёт Оснований сооружений. Стройиздат Москва 1970.
33. Власов В.З. Леонтьев Н.Н. Балки плиты и Оболочки На упругом основании. Гостроиздат. Москва 1960.

34. Гобунов - Посадов М.И. Маликова Т.А. Расчёт конструкций на упругом основаниию Москва Стройиздат 1973.
35. Горлов А-М, Серебрянный Р.В. Автоматизированный расчёт прямоугольных плит на упругом основании. Стройиздат Москва 1968.
36. Аалматов Б. И. Морарескул Н.Н. Науменко В.Г. Проектирование Фунданментов зданий и промышленных сооружеений. Изд "Высшая школа" 1986.
37. Журнаджи В.А. Николаев В.В. Механика грунтов, основания и Фундаменты. Издат "Высшая школа" Москва 1967.
38. Кальницкий А.А. Пешковкий Л.М. Расчет и Конструирование железобетонных фундаментов гражданских и промышленных зданий и сооружений. Москва "Высшая школа" 1978.
39. Кириллов В.С. Основания фундаменты Москва Транспорт 1980 .
40. Клепиков С.Н. Расчет безкаркасных Крупнопанельных зданий На Неравномерной осадки оснований издат "Будівельник" Киев 1966.
41. Коренев В.Г. Расчёт плит На упругом основании стройиздат, Москва 1962.
42. Лапшин ф.к. Основания и фундаменты в дипломном проектировании. Издат. Саратовского университета 1986.
43. Медков Е.И. Березаниев В.П. и др Механика грунтов основания и фундаменты. Издат "Трансиорт" Москва 1970.
44. Метелюк Н.С. Совершенствование расчёта сооружений возводимых в усложненных грунтовых условиях. Киев "Будивельник" 1980.
45. Метелюк Н.С. сваи и свайные фундаменты. Издат. Будівельник 1977.
46. Нииосп. Рекомендация по расчёту свайных фундаментов на вертикальную и горизонтальную нагрузки. Стройиздат, Москва 1971.
47. Ободовский А.А. Проектирование свайных фундаментов. Москва, Стройиздат 1977.
48. Савинов О.А. Современные Конструкции Фундаментов под Машин и их расчёт. Стройиздат, Москва 1979.
49. Сахновский К.В. Железобетонные конструкции стройиздат, Москва 1961.
50. Симвулиди И.А. Расчёт инженерных конструкций на упругом основании. Стройиздат Москва 1973.
51. Справочник проектировщика. Основания и фундаменты. Стройиздат. Ленинград 1964.
52. Тетиор А.Н. Проектирование фундаментов. Киев "Будівельник" 1981.

53. Торяник М.С. Вахненко П.Ф. Доля К.Х. Роговой С.И. Примеры расчета железобетонных Конструкций Москва, стройиздат 1979.
54. Трофименков Ю. Г. Ободовский А.А. Свайные фундаменты для жилых и промышленных зданий. Стройиздат. Москва 1970.
55. Члицкий Й.И. Ривкин С.А. и др. Железобетонные конструкции (Расчет и конструированные) издат. "Будівельник", киев 1972.
56. Цытович Н.А. Березанцев В.Г. Далматов Б.И. Основания и фундаменты. Издат. Высшая школа Москва 1970
57. Шуллер В. Конструкции высотных зданий. Стройиздат Москва 1979.
58. Щвец В.Б. Тарасов Б.Л. Щвец Н.С. Надёжность оснований и фундаментов. Москва. Стройиздат 1980.
59. British standard code of Practice for foundations BS 8004.1986
60. Leonardo zeevaert. Foundation Engineering for difficult subsoil condition. Copyright 1983 by Van Nostrand Reinhold company INC.
61. Nguyen Truong Tien Dynamic and static behaviour of driven piles 1987.
62. Terzaghi K. Peck R.B. Soil Mechanics in engineering practice. John wiley sons 1967.
63. Tomlinson M.J. Foundation Design and construction. John Wiley sons 1986.
64. Document Technique Unifie' No 13.1, No 13.2.
65. Les Pieux forés recueil de règles de l'art. Paris 1978.

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu

Phần thứ nhất HƯỚNG DẪN CHUNG

Chương 1

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC NỀN VÀ MÓNG

- | | |
|---|----|
| 1.1. Nhiệm vụ đồ án. | 5 |
| 1.2. Lựa chọn đề tài. | 5 |
| 1.3. Nội dung bài tập lớn đối với sinh viên ngành Xây dựng đô thị | 6 |
| 1.4. Hướng dẫn phương pháp làm đồ án. | 6 |
| 1.5. Cách trình bày đồ án. | 11 |

Chương 2

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP CÓ PHẦN NỀN MÓNG CHO SINH VIÊN NGÀNH XÂY DỰNG DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP.

- | | |
|---|----|
| 2.1. Đồ án tốt nghiệp có 10% nền móng. | 14 |
| 2.2. Đồ án tốt nghiệp có 25% nền móng. | 15 |
| 2.3. Đồ án tốt nghiệp có 50% nền móng. | 16 |
| 2.4. Đồ án tốt nghiệp chuyên đề nền móng. | 17 |

Phần thứ hai

THIẾT KẾ CÁC LOẠI NỀN MÓNG THÔNG DỤNG

Chương 3

MÓNG NÔNG TRÊN NỀN THIÊN NHIÊN

- | | |
|--|----|
| 3.1. Thứ tự thiết kế | 20 |
| 3.2. Đánh giá điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn. | 20 |
| 3.3. Xác định tải trọng tác dụng xuống móng | 21 |
| 3.4. Chọn độ sâu chôn móng | 21 |
| 3.5. Xác định kích thước sơ bộ của đế móng. | 22 |
| 3.6. Kiểm tra kích thước đế móng theo điều kiện biến dạng của nền. | 24 |
| 3.7. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn thứ nhất (theo sức chịu tải, ổn định). | 48 |
| 3.8. Tính toán độ bền và cấu tạo móng. | 52 |
| 3.9. Trình bày thuyết minh và thể hiện bản vẽ. | 68 |

Chương 4
TÍNH TOÁN MÓNG MỀM

4.1. Khái niệm	69
4.2. Phương pháp hệ số nền.	72
4.3. Một số vấn đề về tính toán móng mềm.	77

Chương 5
NỀN NHÂN TẠO

5.1. Dệm cát
5.2. Cọc cát

Chương 6
MÓNG CỌC

6.1. Các loại cọc	97
6.1.1. Cọc đóng	
6.1.2. Cọc nhồi	
6.2. Xác định sức chịu tải trọng theo phương thẳng đứng của cọc đơn	106
6.2.1. Theo vật liệu làm cọc	
6.2.2. Xác định sức chịu lực nén của cọc theo cường độ của đất	
6.2.3. Xác định sức chịu tải trọng nén theo phương thẳng đứng của cọc theo kết quả xuyên tĩnh.	
6.2.4. Xác định sức chịu tải của cọc theo kết quả xuyên tiêu chuẩn SPT.	
6.2.5. Xác định sức chịu tải trọng đứng của cọc theo phương pháp thử bằng tải trọng động.	
6.2.6. Xác định sức chịu tải của cọc theo phương pháp thử bằng tải trọng tĩnh.	
6.3. Thiết kế móng cọc.	136

Phần thứ ba
PHỤ LỤC

Phụ lục 1 : Các sơ đồ công trình;	153
Phụ lục 2 : Điều kiện địa chất công trình;	161
Phụ lục 3 : Cường độ bê tông, thép ;	167
Độ dốc hố đào;	
Đơn giá xây dựng cơ bản thành phố Hà Nội.	
Tài liệu tham khảo	176
Mục lục	180

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN NỀN VÀ MÓNG

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TRINH XUÂN SƠN

Theo dõi bản thảo : TRƯỜNG KIM HOÀN

Bìa : ĐINH VĂN ĐỒNG

Chế bản điện tử : PHÒNG VI TÍNH NXBXD

Trình bày : HỒNG THANH - BÌNH MINH

Sửa bản in : LAN HƯƠNG - HỮU CƯỜNG