

## MỤC LỤC

	Nội dung	Trang
	Lời nói đầu	4
	Mở đầu	5
<b>Chương 1. MÓNG NÔNG TRÊN NỀN THIÊN NHIÊN</b>		
1.1.	Khái niệm chung	7
1.2.	Vật liệu làm móng	7
1.3.	Cấu tạo móng nông	8
1.4.	Tính toán thiết kế móng nông	10
1.5.	Thi công móng nông	25
	Câu hỏi ôn tập	51
	Bài tập	52
	Nhiệm vụ bài tập lớn	54
<b>Chương 2. MÓNG CỌC</b>		
2.1.	Khái niệm chung về móng cọc	56
2.2.	Các loại cọc dùng trong móng cọc	57
2.3.	Cấu tạo bệ cọc	66
2.4.	Các thiết bị thi công móng cọc	67
2.5.	Thi công móng cọc	77
2.6.	Xác định sức chịu tải của cọc, chọn búa đóng cọc	86
	Câu hỏi ôn tập	99
	Nhiệm vụ bài tập lớn	100
<b>Chương 3. MÓNG SÂU</b>		
3.1.	Móng giếng chìm	101
3.2.	Móng cọc ống	108
3.3.	Móng cọc nhồi	117
	Câu hỏi ôn tập	118
<b>Chương 4. MỘT SỐ GIẢI PHÁP XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU</b>		
4.1.	Khái niệm chung	119
4.2.	Nén chặt bằng phương pháp cơ học	119
4.3.	Nén trước bằng cố kết - thoát nước	127
4.4.	Phương pháp phân áp	129
4.5.	Các phương pháp cải tạo đất	131
	Câu hỏi ôn tập	134
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	135

## LỜI NÓI ĐẦU

Nền và Móng là một trong những bộ phận thiết yếu của các công trình xây dựng gắn liền với nền đất. Khi tính toán thiết kế và cả khi xây dựng đòi hỏi chúng ta đều phải nghiên

cứ, khảo sát, thực nghiệm khá chặt chẽ. Những năm gần đây, nhiều phương pháp tính toán cùng các công nghệ thi công móng tiên tiến được áp dụng vào thực tiễn các công trình xây dựng ở Việt Nam.

Để giúp cho giáo viên, học viên có tài liệu nghiên cứu, giảng dạy, học tập và làm đồ án tốt nghiệp. Chúng tôi biên soạn giáo trình "Nền và Móng" dựa theo chương trình môn học đã được phê duyệt trong kế hoạch đào tạo của nhà trường. Quá trình biên soạn chúng tôi đã bám sát vào các "Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình giao thông đường bộ" mới ban hành và mục tiêu, yêu cầu đào tạo đặt ra cùng những tài liệu và kinh nghiệm giảng dạy trong những năm trước đây của nhà trường.

Toàn bộ cuốn giáo trình "Nền và Móng" gồm bài mở đầu và 4 chương với những nội dung cơ bản về tính toán và kỹ thuật xây dựng móng. Mỗi loại móng chúng tôi chỉ đề cập đến những nội dung cơ bản, những nguyên tắc chủ yếu trong tính toán, những công nghệ thi công chủ yếu; phân tích ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng. Cho nên trong giáo trình đã sử dụng nhiều bảng biểu và hình vẽ để khái quát những phương pháp tính toán và mô tả kỹ thuật cơ bản cùng một số trang bị thi công chủ yếu tạo thuận lợi trong khi học tập và nghiên cứu nội dung môn học.

Trong suốt quá trình biên soạn chúng tôi đã nhận được nhiều sự tham gia góp ý quý báu của các đồng chí là giáo viên và cán bộ thi công lâu năm có nhiều kinh nghiệm trong nhà trường và Tổng công ty xây dựng Trường Sơn.

Do được biên soạn lần đầu cùng với trình độ và thời gian hạn chế, nên chắc chắn sẽ không tránh khỏi những sai sót. Chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp quý báu của các bạn đọc.

THÁNG 6/2000  
NGƯỜI BIÊN SOẠN

## MỞ ĐẦU

### 1. Khái niệm chung

Như chúng ta đã biết hầu hết các công trình xây dựng đều phải tựa trên nền đất và truyền tải trọng xuống đất. Vì nền đất có cường độ nhỏ hơn nhiều so với vật liệu xây dựng công trình, cho nên phần tiếp giáp giữa công trình và nền đất thường được mở rộng thêm gọi là móng ( Hình 1).

Móng là bộ phận kéo dài xuống của công trình và nằm ngằm dưới đất. Móng có nhiệm vụ truyền tải trọng từ công trình bên trên xuống cho đất chịu. Mặt tiếp xúc nằm ngang giữa móng và đất gọi là đáy móng. Mặt tiếp xúc giữa móng và công trình gọi là đỉnh móng. Để đảm bảo điều kiện cường độ và ổn định thường người ta đặt móng thấp hơn mặt đất tự nhiên. Khoảng cách từ đáy móng tới mặt đất gọi là chiều sâu chôn móng. Độ sâu này phụ thuộc vào

tải trọng, địa chất, thủy văn và được quyết định bằng tính toán. Căn cứ vào độ sâu chôn móng; hiện nay người ta thường chia làm ba loại: Móng nông, móng sâu và móng cọc.

Nền công trình là vùng đất nằm dưới đáy móng, chịu tác dụng trực tiếp của tải trọng do công trình truyền xuống. Nếu công trình đặt trên các lớp đất đá tự nhiên thì nền công trình đó được gọi là nền thiên nhiên. Nếu khi xây dựng móng, người ta dùng một biện pháp nào đó làm tốt hơn các tính năng chịu lực của nền thì nền đó là nền được tăng cường (nền nhân tạo).

## 2. Ý nghĩa của công tác nền móng và đối tượng nghiên cứu của môn học

Khi thiết kế và xây dựng các công trình chúng ta luôn phải bảo đảm hàng loạt các yêu cầu cơ bản đặt ra dưới đây:

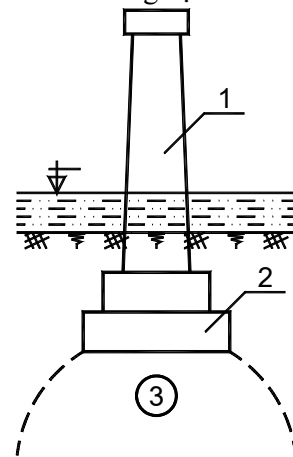
- Sự làm việc bình thường của công trình trong quá trình sử dụng.
- Bảo đảm cường độ và ổn định của từng bộ phận công trình.
- Thời gian xây dựng ngắn, giá thành công trình là rẻ nhất.

Qua thực tế xây dựng cho thấy hầu hết các công trình bị hư hỏng đều do nguyên nhân việc giải quyết chưa tốt vấn đề Nền và Móng.

Cho nên một công trình có sử dụng được tốt hay không, điều cơ bản đầu tiên là nhờ vào Nền và Móng.

Chính vì lẽ đó việc nghiên cứu Nền và Móng công trình một cách toàn diện, nhất là mặt cơ học của nó, có một ý nghĩa rất quan trọng đối với các cán bộ kỹ thuật xây dựng. Mặt khác chúng ta cần phải biết giải quyết thật tốt những trường hợp công trình có sự cố do nguyên nhân thuộc về nền đất gây ra. Phải biết tìm các biện pháp xử lý móng một cách thích hợp khi gặp những trường hợp phức tạp xảy ra trong thực tế xây dựng.

Nền và Móng là môn học sử dụng tổng hợp các kiến thức của các môn học khác như : Cơ học đất; Sức bền vật liệu; Cơ học kết cấu; Vật liệu xây dựng, Thủy văn v.v... để nghiên cứu nguyên lý tính toán thiết kế cũng như phương pháp thi công kết cấu móng; nghiên cứu các biện pháp xử lý nền đất yếu và các loại nền phức tạp khác v.v...



**Hình 1** Sơ đồ mô tả Nền và Móng  
1 - Công trình ; 2 - Móng ; 3 - Nền

# Chương 1

## MÓNG NÔNG TRÊN NỀN THIÊN NHIÊN

### 1.1. Khái niệm chung

Móng nông là loại móng có độ sâu chôn móng không quá 6m (thông thường từ 2 ÷ 3m) và được xây dựng trong hố móng đào trần ; Tỷ số giữa chiều sâu chôn móng và bề rộng móng nhỏ hơn từ 1,5 ÷ 2 lần. Móng nông được sử dụng trong điều kiện địa chất đơn giản, các lớp đất có khả năng chịu lực tốt có cấu tạo ổn định hoặc đá cơ bản ở gần mặt đất. Trong tính toán người ta thường bỏ qua sự làm việc của đất từ đáy móng trở lên vì độ sâu chôn móng không lớn.

### 1.2. Vật liệu làm móng

Tùy theo tính chất chịu lực của công trình và quy mô xây dựng ; Móng nông được làm bằng các vật liệu khác nhau như : Gạch, đá, bê tông và bê tông cốt thép. Đối với các công trình ngành xây dựng cầu - đường, các móng đỡ trụ cầu, cống, tường chắn đất thường được làm bằng đá hoặc xây vữa, bê tông và bê tông cốt thép.

#### 1.2.1. Móng xây đá hộc

Đá hộc dùng để xây móng phải là các loại đá cứng rắn, đồng chất, không nứt nẻ, không bị phong hoá. Thể tích của mỗi viên đá phải ít nhất bằng 0,001m<sup>3</sup>. Nên dùng các viên đá đều có cạnh ít nhất là 15cm. Cấm không được dùng các loại đá hộc tròn không sửa mặt. Cường độ tối thiểu của đá phải bằng 400kg/cm<sup>2</sup>. Trước khi đá đem dùng để xây phải được rửa sạch bùn, bụi, và các lớp chất bẩn khác làm ngăn trở vữa dính bám và bắt buộc phải cho đá hút no nước trước khi dùng ; Nên dùng cách phun nước để rửa đá.

Vữa dùng trong xây móng đỡ trụ cầu là vữa xi măng cát vàng có mác không dưới 100. Cát để làm vữa phải là loại hạt to rắn và không có tạp chất hữu cơ. Không cho phép dùng cát bẩn quá 8% lượng tạp chất khác và quá 2% các hợp chất sulfate và quá 1% lượng mi ca. Trước khi dùng vữa xây phải thí nghiệm thành phần hạt của cát để đáp ứng yêu cầu chất lượng theo thiết kế đồng thời phải ép mẫu vữa để quyết định cấp phối vữa.

Móng xây đá hộc thường được dùng trong các cầu nhỏ, cống, tường chắn thấp có khối lượng không lớn.

Móng bằng đá hộc xây có ưu điểm : tốn ít xi măng, tận dụng vật liệu nơi sẵn có đá xây. Nhưng có nhược điểm là công tác xây phải làm thủ công, tốc độ thi công chậm và khó cơ giới hoá.

#### 1.2.2. Móng bê tông

Là loại móng được dùng rộng rãi nhất hiện nay trong các điều kiện bình thường, mác bê tông không thấp hơn 150. Khi móng nằm trong môi trường có tác dụng phá hoại thì mác bê tông không thấp hơn 200. Xi măng dùng cho bê tông móng là loại xi măng poóc-lăng, xi măng puzolan. Lượng dùng xi măng cho 1m<sup>3</sup> bê tông móng không vượt quá 300kg và không ít hơn 230kg. Tỷ lệ nước - xi măng thường dùng từ 0,4 đến 0,65 và độ sụt không quá 4cm. Đối với móng có khối lượng lớn trong quá trình đổ bê tông móng được phép độn thêm 25% đá hộc để tiết kiệm xi măng và hạ nhiệt độ khối đổ bê tông.

#### 1.2.3. Móng bê tông cốt thép

Trường hợp móng chịu uốn lớn phải được làm bằng bê tông cốt thép, bê tông dùng mác không thấp hơn 200. Cốt thép dùng trong móng loại tròn trơn hoặc có gờ, đường kính từ 10 đến 30mm. Móng bê tông cốt thép có ưu điểm là khối lượng nhỏ, đó đó giảm đáng kể khối

lượng đất đào hố móng. Mặt khác có thể thiết kế móng bằng bê tông cốt thép lắp ghép, cho nên có khả năng cơ giới hoá quá trình thi công.

### 1.3. Cấu tạo móng nông

#### 1.3.1. Độ sâu đặt móng

Độ sâu đặt móng phải căn cứ vào các điều kiện địa chất, thủy văn và được xác định bằng tính toán. Đáy móng phải được đặt trên tầng đất ổn định, cường độ chịu lực tốt.

- Những trụ cầu nằm ở vị trí lòng sông có xói thì đáy móng phải được đặt thấp hơn đường xói lở ít nhất là 1m (bao gồm độ sâu xói chung và xói lở cục bộ). Chiều sâu đặt móng được xác định dựa trên tính toán thủy văn khi xác định khẩu độ cầu và tính toán xói lở tại vị trí trụ cầu và được xác định theo công thức ( 1.1 )

$$h_m = \Delta K + \Delta H \quad (1.1)$$

Trong đó :

$\Delta K$  - Là độ sâu đặt móng trong đất để bảo đảm độ ổn định của trụ, phụ thuộc vào từng loại đất nhưng không nhỏ hơn 2,5m.

$\Delta H$  - Là sai số có thể xảy ra khi tính toán độ sâu xói lở và được lấy bằng 10 đến 20% độ sâu xói lở tính toán tại vị trí trụ.

- Ở những nơi không có nước mặt thì mặt trên của móng móng trụ cầu thường đặt bằng hoặc thấp hơn mặt đất. Nếu trụ cầu đặt ở nơi có nước mặt thì mặt trên của móng thường thấp hơn mực nước thấp nhất 0,5m để bảo đảm yêu cầu về mỹ quan.

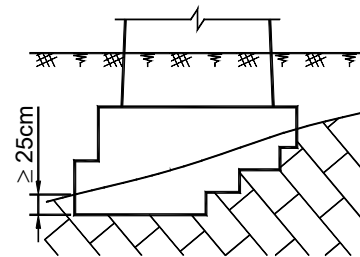
- Khi móng đặt trên tầng đá thì phải phá bỏ hết lớp phong hoá trên mặt và móng phải được ngàm vào trong lớp đá cứng ít nhất là 0,25m. Nếu lớp đá dưới đáy móng nằm nghiêng so với phương nằm ngang một góc đáng kể thì đáy móng có thể được làm thành các bậc như hình 1.1 để giảm bớt khối lượng thi công.

#### 1.3.2. Hình dạng cấu tạo móng

Hình dạng của móng phụ thuộc vào các điều kiện địa chất, thủy văn, tải trọng tác dụng và cấu tạo của công trình bên trên.

Kích thước của móng lớn hơn kích thước mặt bằng của đáy công trình bên trên ; Cho nên để tiết kiệm vật liệu, móng có cấu tạo thành các bậc như trên hình 1.2. Khoảng cách từ mép bậc móng trên cùng đến mép đáy công trình gọi là

gờ móng, thông thường  $\Delta = 0,2 \div 1m$ . Có hai lý do để làm gờ móng; trước hết là để phòng sự sai lệch vị trí có thể xảy ra trong khi thi công, lúc này có thể xô dịch công trình cho đúng vị trí thiết kế; mặt khác cần làm gờ cho móng để tạo điều kiện cho việc thi công phần bên trên.

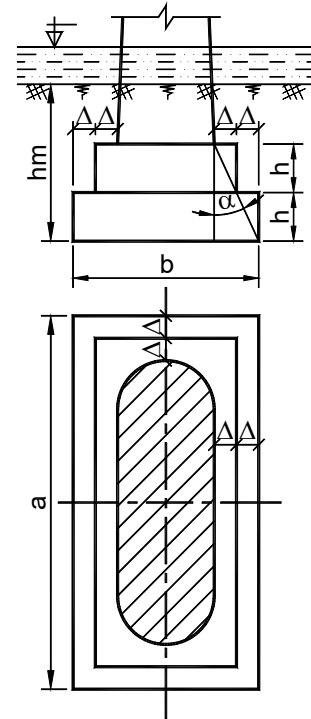


Hình 1.1 Móng đặt trên tầng đá nghiêng

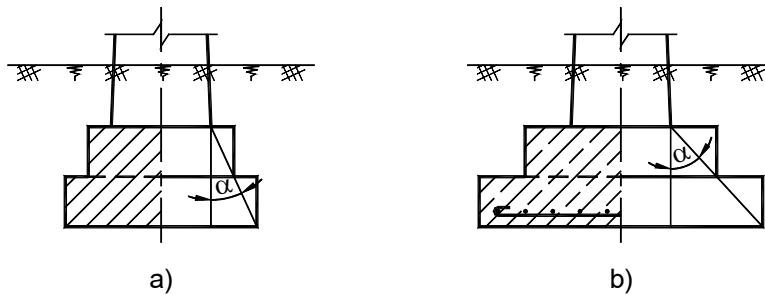
Kích thước của đáy móng được xác định phụ thuộc vào cường độ tính toán của đất nền. Nhưng do cường độ của vật liệu làm móng lớn hơn cường độ tính toán của đất nền rất nhiều. Vì vậy để đảm bảo cho đất nền chịu được tải trọng bên trên móng truyền xuống, móng phải được mở rộng theo chiều sâu một góc  $\alpha$ .

Để bảo đảm cho các bậc móng khỏi bị gãy dưới tác dụng của phản lực đất góc mở  $\alpha \leq 30^0$  khi đó mômen uốn ở gờ

móng nhỏ do vậy cường độ của vật liệu làm móng đủ khả năng chịu lực. Trường hợp này không cần kiểm tra móng về uốn và cắt, khi đó gọi là móng cứng (Hình 1.3a). Nhưng vì phải không chế góc mở của móng nên gặp trường hợp cần mở rộng đáy móng ta phải đồng thời tăng cả chiều dày móng và chiều sâu chôn móng. Đó là một nhược điểm của móng cứng khi chịu tải trọng lớn hoặc lệch tâm với tình hình địa chất phức tạp không cho phép tăng thêm chiều sâu chôn móng. Trong trường hợp như thế thì hợp lý hơn cả là dùng móng bê tông cốt thép, khi đó góc mở  $\alpha > 30^0$  và được gọi là móng mềm (Hình 1.3b).

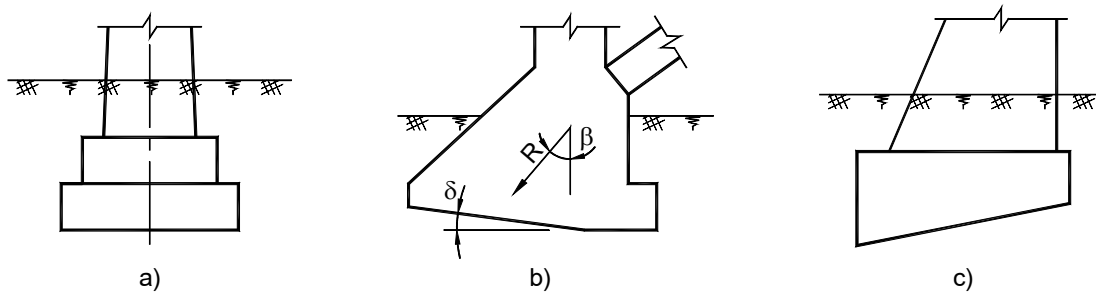


**Hình 1.2** Sơ đồ cấu tạo móng



**Hình 1.3** Móng cứng và móng mềm  
a) - Móng cứng  $\alpha \leq 30^0$  ; b) - Móng mềm  $\alpha > 30^0$

Đối với móng cứng, móng thường có cấu tạo một, hai hoặc ba bậc, chiều cao mỗi bậc từ 0,75 đến 2,5m. Khi thiết kế móng, cần thiết kế hình dạng đáy móng sao cho ứng suất dưới đáy móng phân bố đều. Trường hợp tải trọng tác dụng đúng tâm, móng có cấu tạo đối xứng như móng của trụ cầu (Hình 1.4a). Khi tải trọng tác dụng lên móng có độ lệch tâm lớn thì móng có cấu tạo không đối xứng để cho đường tác dụng của hợp lực gần trọng tâm hơn, do đó sự phân bố ứng suất dưới đáy móng tương đối đều.



**Hình 1.4** Móng cầu tạo đối xứng và không đối xứng  
a) - Móng trụ cầu ; b) - Móng móng cầu vòm ; c) - Móng tường chắn nền đường đắp

Đối với các công trình chịu lực đẩy ngang lớn, có thể xảy ra trường hợp công trình bị trượt ở đáy móng như móng cầu vòm hoặc tường chắn nền đường đắp (Hình 1.4b và c). Khi xác định hình dạng của móng nếu góc  $\beta$  (góc nghiêng của hợp lực R so với phương thẳng đứng) nhỏ hơn góc ma sát giữa móng và đất nền thì đáy móng có thể đặt nằm ngang. Nếu góc  $\beta$  quá lớn thì phải làm đáy móng nghiêng đi một góc  $\delta$ .

Thông thường các móng của công trình như móng trụ cầu, cống, tường chắn hầu hết thi công bằng đổ bê tông tại chỗ. Do vậy có nhược điểm là phải thi công theo trình tự nhất định nên kéo dài thời gian, phụ thuộc vào thời tiết. Để khắc phục những nhược điểm trên người ta còn dùng móng lắp ghép. Móng lắp ghép được thiết kế chia ra từng khối đúc sẵn; sau khi làm xong công tác hồ móng, tiến hành lắp đặt vào vị trí rồi liên kết các khối lại với nhau. Móng lắp ghép có ưu điểm nổi bật là rút ngắn được thời gian thi công, nhưng lại có nhược điểm là phải dùng nhiều cốt thép.

## 1.4. Tính toán thiết kế móng nông

### 1.4.1. Xác định tải trọng tác dụng lên móng

Khi tính toán và thiết kế nền móng phải căn cứ vào các tài liệu khảo sát địa chất, thủy văn, xét những tải trọng và tác động có khả năng phát sinh đối với công trình để sơ bộ chọn kích thước móng. Thực tế cho thấy tải trọng tác dụng lên móng khá phức tạp và có nhiều loại, nhưng không tác dụng đồng thời theo các phương dọc và ngang cầu. Do đó trong tính toán thiết kế phải xác định được các trường hợp tải trọng tác dụng đồng thời có thể xảy ra gây bất lợi cho trạng thái chịu lực của công trình. Các trường hợp các tải trọng tác dụng được xét trong tính toán và được phân biệt theo xác suất cùng xuất hiện một lúc được chia ra như sau:

- Tổ hợp tải trọng chính (Tổ hợp tải trọng cơ bản).

Bao gồm một số tải trọng tác dụng thường xuyên như: Tĩnh tải, hoạt tải, áp lực đất và lực ly tâm.

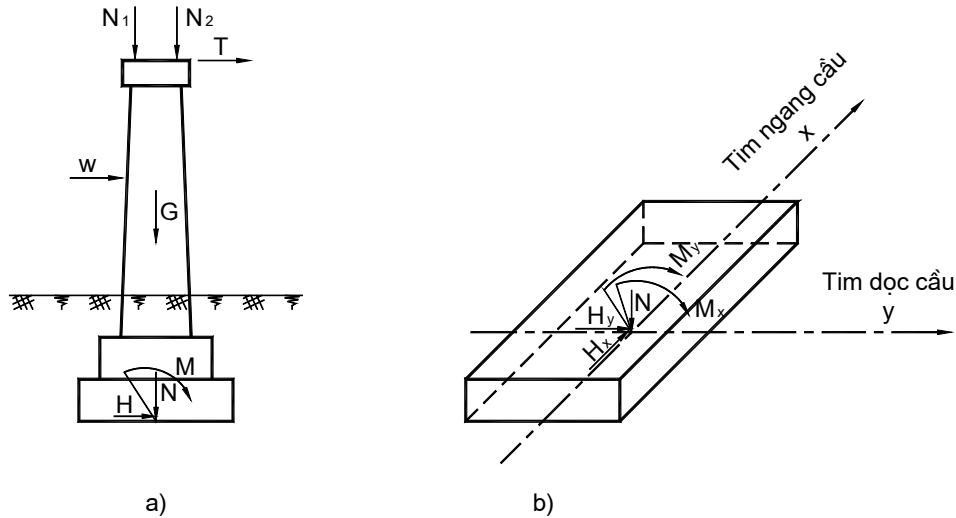
- Tổ hợp tải trọng phụ (Tổ hợp tải trọng bổ sung).

Bao gồm một số tải trọng trong tổ hợp chính và thêm một số tải trọng tác dụng không thường xuyên như: Lực hãm xe, lực gió, lực do co ngót và từ biến của bê tông, lực do va xô của tàu bè v.v... Khi thiết kế móng đối với tổ hợp này phải xét tải trọng tác dụng lên hai phương dọc cầu và ngang cầu.

- Tổ hợp tải trọng đặc biệt.

Bao gồm một số tải trọng tương đối lớn và ít tác dụng như: Tải trọng động đất hay tải trọng do thi công phát sinh cùng với những tải trọng khác.

Đối với mỗi tổ hợp tải trọng, sau khi xác định được các tải trọng tác dụng lên công trình; tiến hành rời các lực về trọng tâm đáy móng lấy hệ trục tọa độ xOy có gốc ở trọng tâm đáy móng (Hình 1.5). Như vậy theo hệ trục đã chọn thì Oy là phương dọc cầu còn Ox là phương ngang cầu.



**Hình 1.5** Sơ đồ tải trọng tác dụng khi tính toán móng

#### 1.4.2. Nội dung tính toán móng nông

Theo quy trình thiết kế cầu công theo trạng thái giới hạn 22TCN 18 - 79 quy định khi tính toán móng nông theo hai trạng thái giới hạn sau:

- *Trạng thái giới hạn thứ nhất*: Tính cường độ kết cấu móng (về vật liệu), tính cường độ của đất nền đặt móng, tính ổn định vị trí của móng (chống lật và chống trượt). Trong trường này phải dùng tải trọng tính toán và hệ số xung kích  $(1 + \mu) = 1,0$ .

- *Trạng thái giới hạn thứ hai (biến dạng)*: Tính độ lún của nền, chuyển vị ngang của đỉnh trụ, kiểm toán vị trí điểm đặt hợp lực chủ động. Trong trường này phải dùng tải trọng tiêu chuẩn và khi tính lún của nền chỉ dùng tải trọng tính tiêu chuẩn. Đối với móng nông mà chiều cao mố trụ phía trên móng nhỏ hơn 20m, không cần xác định chuyển vị ngang đỉnh mố trụ.

##### 1.4.2.1. Kiểm toán đất nền theo trạng thái giới hạn thứ nhất

###### 1 - Kiểm tra cường độ của đất nền.

Ứng suất dưới đáy móng phụ thuộc vào tải trọng, kích thước đáy móng và độ cứng của móng. Xác định giá trị của áp lực dưới đáy móng có độ cứng hữu hạn, ngày nay có nhiều phương pháp tính toán cho kết quả khá chính xác với độ tin cậy cao. Nhưng tất cả những phương pháp này khá phức tạp, phải nhờ sự trợ giúp của máy tính điện tử. Trong thực tế thiết kế hiện nay, chúng ta có thể đơn giản hoá bằng cách dùng các công thức của sức bền vật liệu để tính như trường hợp kết cấu chịu nén đúng tâm và lệch tâm.

- Khi tính cho tổ hợp tải trọng cơ bản

Xét đồng thời theo hai phương dọc cầu và ngang cầu. Ứng suất tại điểm I(x,y) dưới đáy móng (Hình 1.6) được xác định.

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x \quad (1.2)$$

Trong đó:



F - Diện tích đáy móng

$J_x$  và  $J_y$  - Mômen quán tính của diện tích đáy móng đối với trục  $Ox$  và  $Oy$ .

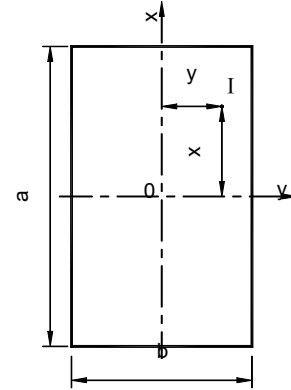
Đối với đáy móng mô trụ cầu hoặc công, tường chắn thường có tiết diện chữ nhật (Hình 1.6). Ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất tại các góc móng sẽ bằng.

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y} \quad (1.3)$$

Trong đó:  $W_x$  và  $W_y$  - Môđun kháng uốn của tiết diện đáy móng đối với trục  $Ox$

và  $Oy$

Trong công thức lấy dấu (+) với ứng suất nén, dấu (-) với ứng suất kéo.



Hình 1.6

- Khi tính cho tổ hợp tải trọng bổ sung

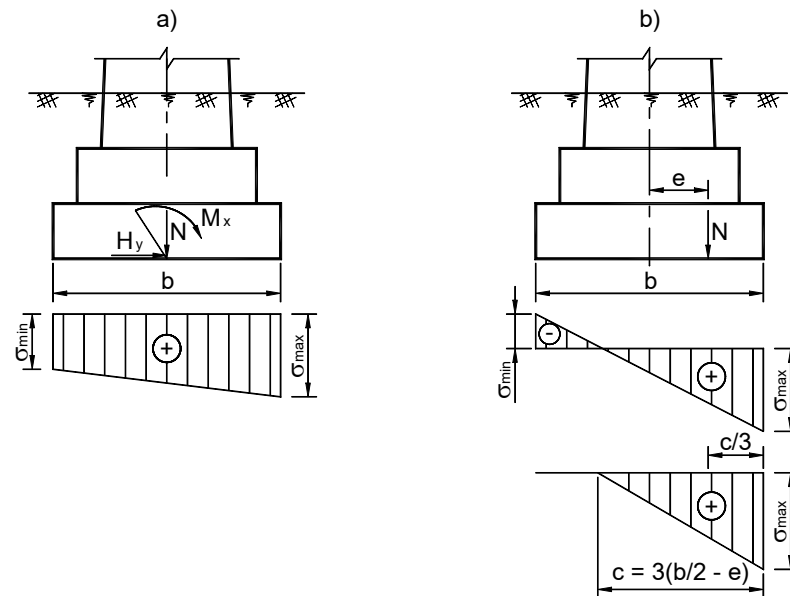
Đối với tổ hợp tải trọng này phải tính toán theo từng phương riêng biệt

+ Theo phương dọc cầu

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_x}{J_x} y_{\max} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_x}{W_x} \quad (1.4)$$

+ Theo phương ngang cầu

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_y}{J_y} x_{\max} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_y}{W_y} \quad (1.5)$$



Hình 1.7 Biểu đồ phân bố ứng suất dưới đáy móng

a) - Khi hợp lực nằm trong vùng lõi  $e \leq \rho$ ; b) - Khi hợp lực nằm ngoài vùng lõi  $e > \rho$

Trong các công thức ( 1.3 ) ; ( 1.4 ) và ( 1.5 ) nếu  $\sigma_{\min} \geq 0$  thì khi đó chứng tỏ hợp lực nằm trong vùng lõi của tiết diện đáy móng, biểu đồ phân bố ứng suất sẽ có dạng như trên hình

1.7a. Nhưng nếu  $\sigma_{\min} < 0$  thì hợp lực sẽ nằm ngoài vùng lõi của tiết diện đáy móng. Như vậy sẽ có một phần diện tích móng suất hiện ứng suất kéo, mà ứng suất kéo giữa đáy móng và đất không chịu được. Cho nên trong trường hợp này biểu phân bố ứng suất dưới đáy móng sẽ có sự phân bố lại như trên hình 1.7b.

Trong trường hợp này ứng suất  $\sigma_{\max}$  sẽ được tính theo công thức sau:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{\frac{c}{2} \cdot a} = \frac{2N}{3\left(\frac{b}{2} - e\right)a} \quad (1.6)$$

Trong đó:  $e = \frac{M}{N}$  - Độ lệch tâm của hợp lực N so với trọng tâm tiết diện

đáy móng.

a - Cạnh dài của tiết diện đáy móng.

b - Cạnh ngắn của tiết diện đáy móng.

Công thức ( 1.6 ) được xác định dựa trên hai điều kiện: Điểm đặt của hợp lực N trùng với trọng tâm của biểu đồ phân bố ứng suất dưới đáy móng và trị số của tổng hợp lực N bằng thể tích của biểu đồ phân bố ứng suất dưới đáy móng.

Khi xác định công thức tính toán ứng suất dưới đáy móng cần phải xác định vị trí điểm đặt của hợp lực N. Dựa trên cơ sở tính toán độ lệch tâm e của hợp lực N với bán kính tiết diện vùng lõi  $\rho$  của đáy móng.

- Nếu  $e \leq \rho$  thì  $\sigma_{\max}$  và  $\sigma_{\min}$  tính theo các công thức ( 1.3 ) ; ( 1.4 ) ; ( 1.5 ).

- Nếu  $e > \rho$  thì  $\sigma_{\min} = 0$  và  $\sigma_{\max}$  tính theo các công thức ( 1.6 ).

Trong đó :  $e = \frac{M}{N}$  là độ lệch tâm và  $\rho = \frac{W}{F}$  là bán kính của tiết diện vùng lõi của đáy

móng, với hình chữ nhật thì  $\rho = \frac{b}{6}$ .

Cường độ tính toán nén dọc trục của đất nền căn cứ vào loại đất; đối với đất nền không phải là đá được tính bằng ( $\text{kG/cm}^2$ ) theo công thức sau:

$$R = 1,2 \{R' [1 + k_1(b - 2) + k_2 \cdot \gamma(h - 3)]\} \quad (1.7)$$

Trong đó:  $R'$  - Cường độ quy ước của đất nền tính bằng ( $\text{kG/cm}^2$ ) được lấy theo Bảng 1 - 1 ; 1 - 2 và 1 - 3.

b - Chiều rộng đáy móng (cạnh nhỏ hoặc đường kính) tính bằng mét;

khí  $b > 6\text{m}$  thì lấy  $b = 6\text{m}$  và  $b < 2\text{m}$  thì lấy  $b = 2\text{m}$  để tính.

h - Chiều sâu đặt móng tính bằng mét; khí  $h < 3\text{m}$  thì lấy  $h = 3\text{m}$  để tính.

$\gamma$  - Dung trọng tính đối của đất ở phía trên đáy móng tính bằng ( $\text{T/m}^3$ )

được xác định theo công thức : 
$$\gamma = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i}$$

$\gamma_i$ - Dung trọng của mỗi lớp đất riêng biệt nằm phía trên đáy móng.

$h_i$  - Chiều dày của mỗi lớp đất (m)

$k_1$  và  $k_2$  - Hệ số lấy theo Bảng 1 - 4.

Bảng 1 - 1

TRỊ SỐ CƯỜNG ĐỘ QUY ƯỚC  $R'$  ( $\text{kG/cm}^2$ ) CỦA NỀN ĐẤT SÉT

Tên đất	Hệ số	Chỉ số sệt B						
	rỗng $\epsilon$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\geq 0,6$
Cát pha sét có chỉ số dẻo $\Phi < 5$	0,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	-
	0,7	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,5	-
Sét pha cát có chỉ số dẻo $10 \leq \Phi < 15$	0,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
	0,7	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	-
	1,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
Sét có chỉ số dẻo $\Phi > 20$	0,5	6,0	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
	0,6	5,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
	0,8	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	-
	1,1	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	-	-

Ghi chú:

- Khi  $\Phi = 5 \div 10$  thì lấy trị số bình quân  $R'$  giữa cát pha sét và sét pha cát.  
 $\Phi = 15 \div 20$  thì lấy trị số bình quân  $R'$  giữa sét pha cát và sét.
- Trị số cường độ tính toán quy ước  $R'$  đối với đất sét sệt cứng ( $B < 0$ ) quy định phụ thuộc kết quả thí nghiệm đất ( $R' = 1,5R_{cz}$ ) và lấy như sau: đối với đất cát pha sét  $R' = 4 \div 10 \text{ kG/cm}^2$ ; đối với đất sét pha cát  $R' = 6 \div 20 \text{ kG/cm}^2$ ; đối với đất sét  $R' = 8 \div 30 \text{ kG/cm}^2$

Bảng 1 - 2

TRỊ SỐ CƯỜNG ĐỘ QUY ƯỚC  $R'$  (KG/cm<sup>2</sup>) CỦA NỀN ĐẤT CÁT

Tên đất và độ ẩm có xét đến khả năng biến đổi sau này của đất		Trạng thái của đất	
		Chặt	Chặt vừa
Cát pha sỏi, cát thô không phụ thuộc vào độ ẩm		4,5	3,5
Cát hạt vừa	Ít ẩm	4,0	3,0
	Rất ẩm và bão hoà nước	3,5	2,5
Cát nhỏ	Ít ẩm	3,0	2,0
	Rất ẩm và bão hoà nước	2,5	1,5
Cát bột	Ít ẩm	2,5	2,0
	Rất ẩm	2,0	1,5
	Bão hoà nước	1,5	1,0

Bảng 1 - 3

TRỊ SỐ CƯỜNG ĐỘ QUY ƯỚC  $R'$  (KG/cm<sup>2</sup>) CỦA NỀN ĐẤT SỎI SẠN

Tên loại đất	$R'$
Đá dăm (cuội) có cát lấp đầy lỗ rỗng	6,0 ÷ 10,0
Sỏi (sạn) do các mảnh đá kết tinh vỡ ra	5,0 ÷ 8,0
Sỏi (sạn) do các mảnh đá trầm tích vỡ ra	3,0 ÷ 5,0

Bảng 1 - 4

TRỊ SỐ CÁC HỆ SỐ  $k_1$  VÀ  $k_2$  TRONG CÔNG THỨC (1.7)

Loại đất	$k_1$ ( $m^{-1}$ )	$k_2$
Cuội sỏi, cát pha sỏi, cát hạt to, cát hạt vừa	0,10	0,30
Cát nhỏ	0,08	0,25
Cát bột, cát pha sét	0,06	0,20
Sét pha cát và sét cứng, sét nửa cứng	0,04	0,20
Sét pha cát và sét dẻo cứng, sét dẻo mềm	0,02	0,15

Cường độ tính toán nén dọc của nền đá ( $kG/cm^2$ ) được xác định theo công thức sau:

$$R = m.k.R_{cz} \quad (1.8)$$

Trong đó:  $R_{cz}$  - Cường độ giới hạn (bình quân) chịu nén một trục của mẫu đá thí nghiệm ở trạng thái bão hoà nước.

$k$  - Hệ số đồng nhất của đá theo cường độ giới hạn chịu nén một trục; khi không có các số liệu thí nghiệm lấy  $k = 0,17$ .

$m$  - Hệ số điều kiện làm việc lấy bằng 3.

Ứng suất lớn nhất dưới đáy móng được xác định từ các công thức ( 1.3 ) ; ( 1.4 ) ; ( 1.5 ) và ( 1.6 ) phải thoả mãn các điều kiện kiểm toán sau:

- Móng đặt trên nền đất dưới tác dụng của tổ hợp tải trọng cơ bản:  $\sigma_{max} \leq R$ .

- Móng đặt trên nền đất dưới tác dụng của tổ hợp tải trọng bổ sung và tổ hợp tải trọng đặc biệt; trên nền đá dưới bất kỳ tổ hợp tải trọng nào:  $\sigma_{max} \leq 1,2R$ .

Nếu dưới đáy móng ở một độ sâu  $z$  nào đó cách đáy móng không lớn có một tầng đất yếu (Hình 1.8) thì phải kiểm tra cường độ của đỉnh tầng đất yếu theo điều kiện sau:

$$\sigma_z = 0,1.\gamma.(h + z) + K_0\sigma \leq R_z \quad (1.9)$$

Trong đó:

$\gamma$  - Dung trọng tính đối của đất từ đỉnh tầng đất yếu trở lên ( $T/m^3$ ).

$h$  - Chiều sâu đặt móng (m).

$z$  - Khoảng cát từ đáy móng đến đỉnh tầng đất yếu (m).

$$\sigma = \frac{N}{F} - \text{Ứng suất bình quân dưới đáy móng}$$

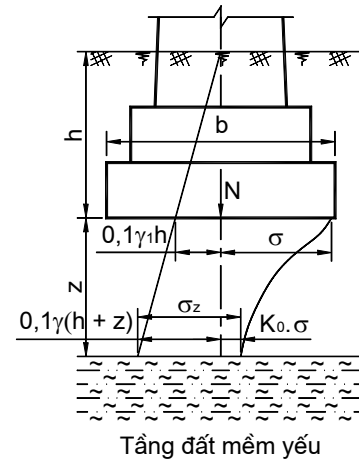
tính bằng ( $kG/cm^2$ ).

$K_0$  - Hệ số phân bố áp lực ở trọng tâm đáy

móng phụ thuộc vào tỷ số  $\frac{a}{b}$  và  $\frac{z}{b}$  xác định theo

Bảng 1 - 5

$R_z$  - Cường độ tính toán của tầng đất yếu tính bằng ( $kG/cm^2$ ).



**Hình 1.8** Biểu đồ phân bố ứng suất dưới đáy móng khi phía dưới có tầng đất yếu

**Bảng 1 - 5**

GIA TRỊ HỆ SỐ PHÂN BỐ ÁP LỰC  $K_0$  TRONG CÔNG THỨC ( 1.9 ) ĐỂ XÁC ĐỊNH TRỰC TIẾP CÁC ỨNG SUẤT LỚN NHẤT DO TẢI TRỌNG NGOÀI DƯỚI TÂM HÌNH CHỮ NHẬT CHỊU TẢI

$\beta = \frac{z}{b}$	Tỷ số cạnh của hình chữ nhật $\alpha = \frac{a}{b}$							
	1	1,5	2	3	6	10	20	Bài toán phẳng
0,25	0,898	0,904	0,908	0,912	0,934	0,940	0,960	0,960
0,50	0,696	0,716	0,734	0,762	0,789	0,792	0,820	0,820
1,00	0,336	0,428	0,479	0,500	0,518	0,522	0,549	0,550
1,50	0,194	0,257	0,288	0,348	0,360	0,373	0,397	0,400
2,00	0,114	0,157	0,188	0,240	0,268	0,279	0,308	0,310
3,00	0,058	0,076	0,108	0,147	0,180	0,188	0,209	0,210
5,00	0,008	0,025	0,040	0,076	0,096	0,106	0,129	0,130

## 2 - Kiểm toán ổn định vị trí của móng

Tải trọng tác dụng lên móng gồm có: Tải trọng thẳng đứng, mômen và tải trọng nằm ngang. Những tải trọng này thường làm cho móng dễ bị mất ổn định. Sự mất ổn định của móng thường được thể hiện ở ba trường hợp sau:

- Bị lật quanh trọng tâm đáy móng do mômen gây ra.
- Bị trượt do tải trọng ngang tác dụng quá lớn.
- Bị trượt kéo theo cả móng và khối đất nền.

- *Kiểm toán móng theo điều kiện ổn định chống lật.*

Trên hình 1.9 thể hiện hợp lực của các tải trọng thẳng đứng và nằm ngang được truyền xuống đáy móng một trụ cầu. Như vậy để dàng xác định được độ lệch tâm của hợp lực:

$$e = \frac{M}{N}. \text{ Căn cứ vào điều kiện cân bằng bền ta có nhận xét.}$$

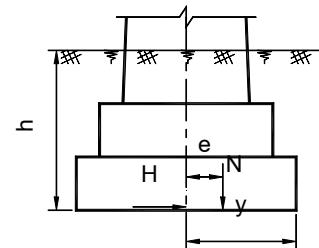
- Nếu  $e < y$  thì đường tác dụng của hợp lực  $N$  đi qua tiết diện đáy móng, móng ổn định.
- Nếu  $e = y$  thì đường tác dụng của hợp lực  $N$  đi qua cạnh của tiết diện đáy móng, móng ở trạng thái cân bằng giới hạn.
- Nếu  $e > y$  thì đường tác dụng của hợp lực  $N$  đi ra ngoài tiết diện đáy móng, móng mất ổn định và bị lật.

Muốn cho móng được ổn định thì mômen lật phải luôn nhỏ hơn mômen giới hạn, nghĩa là:

$$\frac{M_l}{M_{gh}} = \frac{\sum M_i}{M_{gh}} = \frac{N \cdot e}{N \cdot y_{\max}} = \frac{e}{y_{\max}} \leq m \quad (1.10)$$

Trong đó:  $m$  - Là hệ số điều kiện làm việc được lấy như sau:

- Khi móng đặt trên nền đá  $m = 0,8$ .
- Khi móng đặt trên nền đất  $m = 0,7$ .



**Hình 1.9** Hợp lực tại trọng tâm đáy móng khi tính ổn định lật và trượt

- *Kiểm toán móng theo điều kiện ổn định chống trượt.*

Khi móng chịu lực đẩy ngang lớn dễ xảy ra hiện tượng bị mất ổn định về trượt. Để bảo đảm cho móng ổn định không bị trượt phải bảo đảm sao cho lực ma sát dưới đáy móng lớn hơn lực đẩy ngang tác dụng vào móng, tức là:

$$\frac{T_{tr}}{T_g} = \frac{\sum H_i}{\sum N_i \cdot \text{tg}\varphi} \leq m \quad \text{hay} \quad \frac{H}{N \cdot f} \leq m \quad (1.11)$$

Trong đó: H - Tổng các lực ngang tác dụng lên móng.

N - Tổng các lực thẳng đứng tác dụng lên móng.

m - Là hệ số điều kiện làm việc được bằng 0,8.

f - Hệ số ma sát giữa đáy móng và đất nền lấy theo Bảng 1 - 6

Trường hợp đáy móng làm nghiêng như trên hình 1.10 cần phải kiểm tra trượt theo mặt phẳng nghiêng (A - B - C) và theo mặt phẳng (A - D). Kiểm tra ổn định chống trượt theo mặt phẳng (A - D) phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$\frac{\sum H_i}{\sum N_i \cdot \text{tg}\varphi_t + C \cdot F_{AD}} \leq m \quad (1.12)$$

Trong đó :

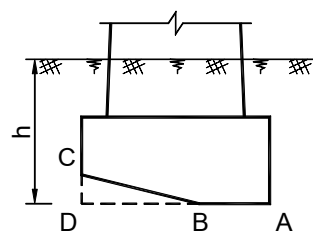
$\varphi_t$  - Góc nội ma sát tính toán của đất được xác định như sau:  $\varphi_t = \varphi_{tc} - 5^\circ$  ( $\varphi_{tc}$  - là góc ma sát tiêu chuẩn của đất).

C - Lực dính của đất nền dưới đáy móng.

$F_{AD}$  - Diện tích hình chiếu của móng trên mặt phẳng nằm ngang.

$\sum H_i$  và  $\sum N_i$  - Tổng các lực đẩy ngang và thẳng đứng tác dụng lên móng.

m - Hệ số điều kiện làm việc lấy bằng 0,8.



Hình 1.10

Bảng 1 - 6

#### HỆ SỐ MA SÁT CỦA ĐÁY MÓNG VỚI ĐẤT NỀN

Tình trạng địa chất		Hệ số ma sát ( f )
Đất sét và đá có bề mặt trơn phẳng	- Ở trạng thái ướt	0,25
	- Ở trạng thái khô	0,30
Đất sét pha cát và cát pha sét		0,30
Đất cát		0,40
Đất cuội sỏi		0,50
Đá bề mặt không trơn phẳng		0,60

- Kiểm toán móng theo điều kiện ổn định chống trượt sâu.

Trong một số trường hợp như mố cầu hoặc tường chắn đất khi chiều cao đất đắp phía sau lớn trên 10m. Sự trượt thường xảy ra cả móng và khối đất xung quanh móng theo dạng trượt vòng còn gọi là trượt sâu. Để kiểm toán ổn định, người ta giả thiết sự trượt xảy ra theo một mặt trụ tròn xoay. Tính toán phương pháp mặt trượt cung tròn trong tính toán ổn định mái đất nền đường đắp đã được trình bày trong lý thuyết ổn định mái dốc của cơ học đất. Phương pháp kiểm toán điều kiện ổn định chống trượt sâu được tiến hành như sau:

Giả định một tâm trượt 0 nào đó và vẽ mặt trượt tròn đi qua mép sau của móng (Hình 1.11). Chia khu vực trượt ra thành các phân tố bởi các đường thẳng đứng, bề rộng mỗi phân tố lấy khoảng 0,1R. Giả sử trọng lượng của các phân tố là  $G_i$ .

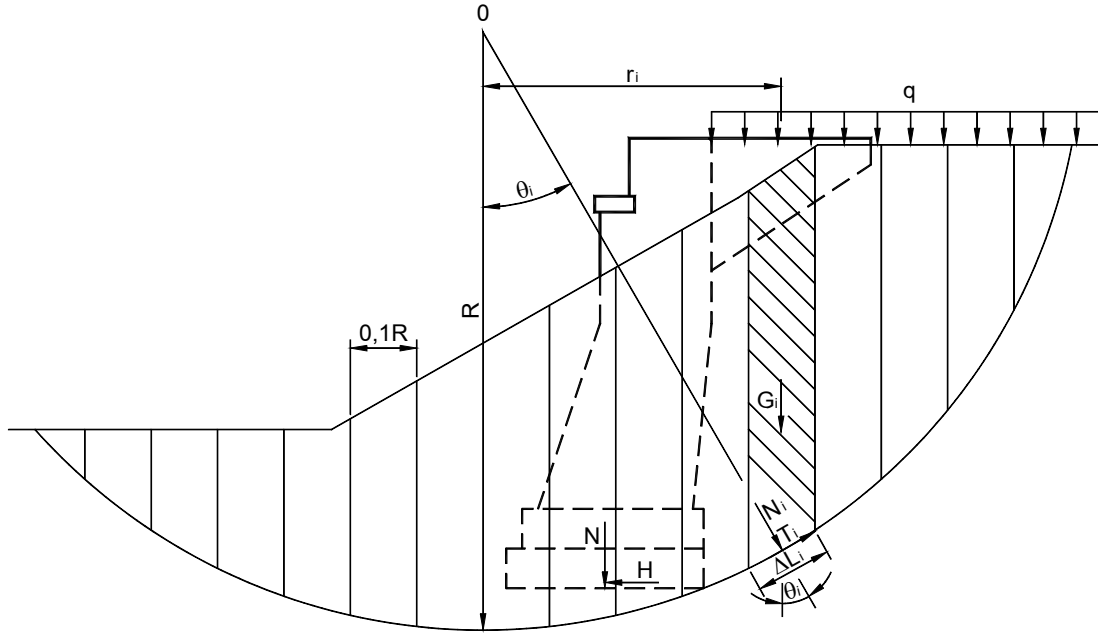
Mômen trượt do các lực ngoài tác dụng lên khu vực trượt (gồm các lực  $G_i$  và  $H_i$ ) lấy đối với tâm  $O$  sẽ là:

$$M_{tr} = \sum G_i \cdot r_i + \sum H_i \cdot h_i \quad (1.13)$$

Trong đó:

$H_i$  - Là các tải trọng ngang tác dụng lên các mảnh chia.

$h_i$  - Cánh tay đòn của các lực  $H_i$  (khoảng cách từ lực  $H_i$  đến trục nằm ngang đi qua  $O$ ).



**Hình 1.11** Sơ đồ kiểm toán trượt sâu của móng

Khối đất được giữ lại chống sự trượt là do lực ma sát và lực dính trên mặt trượt cung tròn. Mômen giữ khối đất ổn định được tính toán theo công thức sau:

$$M_g = (\sum N_i \cdot \text{tg}\varphi_t + \sum \Delta L_i \cdot C)R \quad (1.14)$$

Trong đó :  $N_i = G_i \cdot \cos\theta_i$  ( $\theta_i$  là góc hợp bởi phương của bán kính phân tử thứ  $i$  với phương thẳng đứng)

$\varphi_t$  - Góc nội ma sát tính toán của đất ( $\varphi_t = \varphi_{tc} - 5^\circ$ ).

$\Delta L_i$  - Chiều dài cung trượt của phân tử thứ  $i$ .

$C$  - Lực dính đơn vị của đất.

Lấy tỷ số mômen các lực giữ với mômen các lực trượt làm hệ số ổn định chống trượt sâu nghĩa là:

$$\eta = \frac{M_g}{M_{tr}} = \frac{(\sum N_i \cdot \text{tg}\varphi_t + \sum \Delta L_i \cdot C)R}{\sum G_i \cdot r_i + \sum H_i \cdot h_i} = \frac{(\sum G_i \cdot \cos\theta_i \cdot f + C \cdot L)R}{\sum G_i \cdot r_i + \sum H_i \cdot h_i} \quad (1.15)$$

Tuy nhiên, việc giải bài toán đặt ra bằng cách xác định hệ số ổn định đối với mặt trượt chọn tùy ý chưa kết thúc được, vì cần phải chọn trong tất cả các cung có thể trượt một cung trượt nguy hiểm nhất. Điều này được thực hiện bằng cách thử dần nhờ cho trước các vị trí khác nhau của điểm quay  $O$ ; để giảm bớt số lần thử, có một nguyên tắc tìm nhanh vị trí cung trượt nguy hiểm nhất đã được trình bày trong môn “Cơ học đất”.

Thông thường người ta cho rằng, khi giá trị  $\eta \geq 1,25$  móng sẽ được xem là ổn định.

#### 1.4.2.2. Kiểm toán đất nền theo trạng thái giới hạn thứ hai

Trong trạng thái giới hạn này cần phải kiểm toán về : Độ lún của đất nền và độ nghiêng lệch của đáy móng.

##### 1 - Quy định về tính lún.

Theo quy trình thiết kế cầu công theo trạng thái giới hạn 22TCN 18 - 79 quy định khi tính toán độ lún của nền móng mô trụ cầu như sau:

- Tính theo tải trọng tĩnh tiêu chuẩn và chuyển vị ngang của đỉnh trụ theo hướng dọc và ngang cầu tính theo tổ hợp tải trọng phụ các tải trọng tiêu chuẩn.

- Khi móng đặt trên nền đá thì không cần tính lún.

- Độ lún và chuyển vị của mô trụ cầu thuộc hệ siêu tĩnh ngoài phải hạn chế tùy theo kết quả tính toán kết cấu theo trạng thái giới hạn thứ nhất và thứ ba có xét ảnh hưởng của lún và chuyển vị.

- Trong mọi trường hợp trị số giới hạn cho phép (tính bằng cm) khi thiết kế thường không vượt quá trị số sau:

$$+ \text{Lún đều toàn bộ trụ : } S_{gh} = 1,5\sqrt{l}$$

$$+ \text{Chênh lệch lún đều toàn bộ trụ bên cạnh nhau : } \Delta S_{gh} = 0,75\sqrt{l}$$

$$+ \text{Chuyển vị ngang của đỉnh trụ : } \Delta = 0,5\sqrt{l}$$

Trong đó: l - Chiều dài nhịp ngắn kê trụ đó tính bằng m và lấy ít nhất là 25m.

Trị số độ lún toàn phần tính bằng cm của móng (Hình 1.12) được xác định theo phương pháp phân tầng cộng lún; được tính bằng công thức trong “Cơ học đất”.

$$S = 0,8 \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_i h_i}{E_i} \quad (1.16)$$

Trong đó:

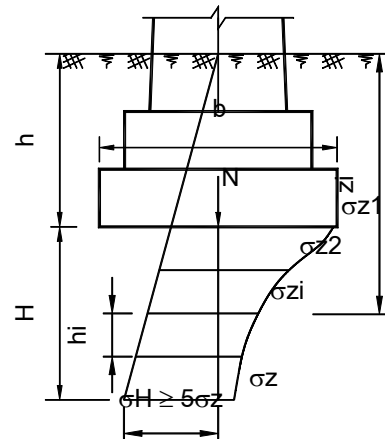
$\sigma_i$  - Áp lực bình quân do móng truyền xuống

$$\text{lớp đất thứ } i : \sigma_i = \frac{\sigma_{zi} + \sigma_{zi+1}}{2}$$

$h_i$  - Chiều dày lớp đất thứ i trong tầng chịu nén H ; tầng H này chia thành n lớp ; chiều dày mỗi lớp  $h_i = (0,2 \div 0,4)b$  tính bằng cm.

$E_i$  - Mô đun biến dạng lớp đất i ( $\text{kg/cm}^2$ ).

H - Chiều dày tầng chịu nén quy ước (cm) được xác định từ đáy móng đến độ sâu mà ở đó áp lực  $\sigma_z$  do tải trọng ngoài bằng 0,2 trị số áp lực tự nhiên.



Hình 1.12 Sơ đồ tính độ lún

##### 2 - Quy định về độ lệch tâm của hợp lực.

Khi tính nền móng mô trụ không xét đến ngàm trong đất, vị trí của hợp lực được đặc trưng bởi độ lệch tâm tương đối.

$$\frac{e_0}{\rho} \leq \alpha \quad (1.17)$$

Trong đó :  $e_0 = \frac{M_{tc}}{N_{tc}}$  - Độ lệch tâm của hợp lực thẳng đứng tiêu chuẩn  $N_{tc}$  đối với trọng tâm đáy móng.

$\rho = \frac{W}{F}$  - Bán kính lồi của tiết diện đáy móng, ở đây mômen kháng uốn W



lấy với trị số nhỏ, với hình chữ nhật thì :  $\rho = \frac{b}{6}$ .

$\alpha$  - Trị số hạn chế được lấy theo quy định sau:

- Trên nền đất.

+ Đối với trụ giữa.

Khi chỉ tính đến tĩnh tải :  $\alpha = 0,10$ .

Khi tính cho tổ hợp tải trọng bổ sung :  $\alpha = 1,00$ .

+ Đối với mỏ.

Khi chỉ tính đến tĩnh tải.

Với cầu đường sắt :  $\alpha = 0,50$ .

Với cầu đường ô tô :  $\alpha = 0,80$ .

Khi tính cho tổ hợp tải trọng bổ sung.

Với cầu đường sắt :  $\alpha = 0,60$ .

Với cầu đường ô tô loại lớn và vừa:  $\alpha = 1,0$  ; nhỏ  $\alpha = 1,2$ .

- Trên nền đá khi tính cho tổ hợp tải trọng bổ sung :  $\alpha = 1,2$ .

#### 1.4.2.3. Ví dụ áp dụng

Cho một trụ cầu trên hình 1.13. Tiết diện đáy móng là hình chữ nhật có kích thước:  $a = 7,9m$  ,  $b = 3,1m$ . Móng được đặt trên nền cát hạt to chặt vừa có dung trọng  $\gamma = 1,9T/m^3$  và mô đun biến dạng  $E = 300kG/cm^2$ . Các trị số hợp lực trong các tổ hợp tải trọng tính đến trọng tâm đáy móng là:

- Tổ hợp tải trọng cơ bản.

+ Tải trọng tính toán.

$N = 715$  Tấn ;  $M_x = 115Tm$  ;  $M_y = 205Tm$

+ Tải trọng tĩnh tiêu chuẩn.

$N = 455$  Tấn ;  $M_x = 26Tm$  ;  $M_y = 0$

- Tổ hợp tải trọng phụ.

*Theo phương dọc cầu.*

+ Tải trọng tính toán.

$N = 673$  Tấn ;  $H_y = 41$  Tấn ;  $M_x = 285Tm$ .

+ Tải trọng tiêu chuẩn.

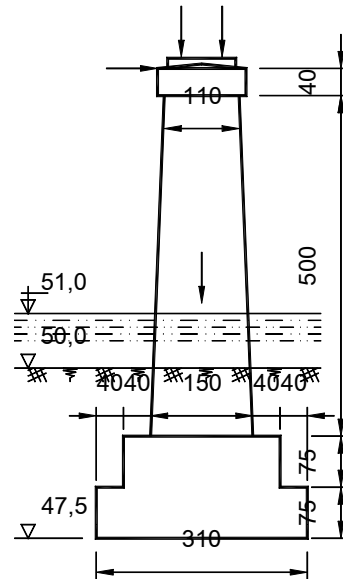
$N = 625$  Tấn ;  $H_y = 36,5$  Tấn ;  $M_x = 218Tm$

*Theo phương ngang cầu.*

+ Tải trọng tính toán.  $N = 698$  Tấn ;  $H_x = 64$  Tấn ;  $M_y = 368Tm$ .

+ Tải trọng tiêu chuẩn.  $N = 636$  Tấn ;  $H_x = 52$  Tấn ;  $M_y = 283Tm$ .

Hãy kiểm toán móng trụ cầu theo các trạng thái giới hạn.



Hình 1.13

#### Bài giải

1 - Kiểm toán móng theo trạng thái giới hạn thứ nhất.

a) - Kiểm tra cường độ của đất nền.

- Tính với tổ hợp tải trọng cơ bản

+ Xác định độ lệch tâm

$$e_y = \frac{M_x}{N} = \frac{115}{715} = 0,161m < \rho_y = \frac{b}{6} = \frac{3,1}{6} = 0,517m$$

$$e_x = \frac{M_y}{N} = \frac{205}{715} = 0,289\text{m} < \rho_x = \frac{a}{6} = \frac{7,9}{6} = 1,317\text{m}$$

+ Vậy hợp lực N nằm trong vùng lõi tiết diện đáy móng, ứng suất dưới đáy móng chỉ có ứng suất nén và ứng suất lớn nhất  $\sigma_{\max}$  tính theo công thức ( 1.3 ).

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{715}{7,9 \cdot 3,1} + \frac{115}{\frac{7,9 \cdot 3,1^2}{6}} + \frac{205}{\frac{3,1 \cdot 7,9^2}{6}} = 44,64\text{T/m}^2 = 4,464\text{kG/cm}^2$$

+ Xác định cường độ tính toán nén dọc của đất nền. Căn cứ vào điều kiện đất nền dưới đáy móng đã cho là cát hạt to ở trạng thái chặt vừa, tra bảng 1 - 2 cho  $R' = 3,5\text{kG/cm}^2$ ; trang bảng 1 - 4 cho  $k_1 = 0,1$  và  $k_2 = 0,3$ . Căn cứ vào hình 1.13 thì  $b = 3,1\text{m}$ ;  $h = 50 - 47,5 = 2,5\text{m} < 3\text{m}$  do vậy trong tính toán lấy  $h = 3\text{m}$ . Thay các giá trị vào công thức ( 1.7 ) ta sẽ có.

$$R = 1,2 \cdot \{3,5 \cdot [1 + 0,1 \cdot (3,1 - 2) + 0,3 \cdot 1,9 \cdot (3 - 3)]\} = 4,662\text{kG/cm}^2.$$

+ Qua kết quả kiểm tra cường độ đất nền với tổ hợp tải trọng cơ bản ta có:

$$\sigma_{\max} = 4,464\text{kG/cm}^2 < R = 4,662\text{kG/cm}^2 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

- Tính với tổ hợp tải trọng bổ sung.

Theo phương dọc cầu

+ Xác định độ lệch tâm

$$e_y = \frac{M_x}{N} = \frac{285}{673} = 0,423\text{m} < \rho_y = \frac{b}{6} = \frac{3,1}{6} = 0,517\text{m}$$

+ Vậy hợp lực N nằm trong vùng lõi tiết diện đáy móng, ứng suất dưới đáy móng chỉ có ứng suất nén và ứng suất lớn nhất  $\sigma_{\max}$  tính theo công thức ( 1.4 ).

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{673}{7,9 \cdot 3,1} + \frac{285}{\frac{7,9 \cdot 3,1^2}{6}} = 50,0\text{T/m}^2 = 5,0\text{kG/cm}^2$$

$$\text{Vậy: } \sigma_{\max} = 5,0\text{kG/cm}^2 < 1,2R = 5,546\text{kG/cm}^2 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

Theo phương ngang cầu

+ Xác định độ lệch tâm

$$e_x = \frac{M_y}{N} = \frac{368}{698} = 0,527\text{m} < \rho_x = \frac{a}{6} = \frac{7,9}{6} = 1,317\text{m}$$

+ Vậy hợp lực N nằm trong vùng lõi tiết diện đáy móng, ứng suất dưới đáy móng chỉ có ứng suất nén và ứng suất lớn nhất  $\sigma_{\max}$  tính theo công thức ( 1.5 ).

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{698}{7,9 \cdot 3,1} + \frac{368}{\frac{3,1 \cdot 7,9^2}{6}} = 39,91\text{T/m}^2 = 3,991\text{kG/cm}^2$$

$$\text{Vậy: } \sigma_{\max} = 3,991\text{kG/cm}^2 < 1,2R = 5,546\text{kG/cm}^2 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

b) - Kiểm tra ổn định vị trí của móng.

- Kiểm tra ổn định chống lật của móng

Theo phương dọc cầu

Kiểm toán theo điều kiện công thức ( 1.10 )

$$\frac{M_1}{M_{gh}} = \frac{N \cdot e_y}{N \cdot y_{max}} = \frac{e_y}{y_{max}} = \frac{e_y}{\frac{b}{2}} = \frac{0,423}{\frac{3,1}{2}} = 0,273 < m = 0,7 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

Theo phương ngang cầu

$$\frac{M_1}{M_{gh}} = \frac{N \cdot e_x}{N \cdot x_{max}} = \frac{e_x}{x_{max}} = \frac{e_x}{\frac{a}{2}} = \frac{0,527}{\frac{7,9}{2}} = 0,133 < m = 0,7 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

- Kiểm tra ổn định chống trượt của móng

Theo phương dọc cầu

Kiểm toán theo điều kiện ( 1.11 ). Tra bảng 1 - 6 cho hệ số ma sát  $f = 0,4$ .

$$\frac{T_{tr}}{T_g} = \frac{H_y}{N \cdot f} = \frac{41}{673 \cdot 0,4} = 0,152 < m = 0,7 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

Theo phương ngang cầu

$$\frac{T_{tr}}{T_g} = \frac{H_x}{N \cdot f} = \frac{64}{698 \cdot 0,4} = 0,229 < m = 0,7 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

2 - Kiểm toán móng theo trạng thái giới hạn thứ hai.

a) - Tính độ lún của móng.

Căn cứ vào kích thước móng đã cho để tính độ lún của móng theo công thức ( 1.16 ); đất nền dưới đáy móng được chia thành các lớp mỗi lớp có bề dày 1m. Trị số về ứng suất tự nhiên của bản thân khối đất và ứng suất do tải trọng ngoài được xác định như sau:

- Ứng suất tự nhiên do trọng lượng bản thân khối đất sinh ra :  $\sigma_{bt} = \gamma \cdot z$

- Ứng suất do tải trọng ngoài tại một điểm dưới tâm đáy móng:  $\sigma_z = K_0 \cdot \sigma$

$K_0$  - Hệ số tra theo bảng 1 - 5

$\sigma$  - Ứng suất trung bình tại đáy móng do tải trọng ngoài được tính với tĩnh tải tiêu chuẩn trong tổ hợp tải trọng cơ bản.

$$\sigma = \frac{N_{tc}}{F} = \frac{455}{7,9 \cdot 3,1} = 18,58 \text{ T/m}^2 = 1,858 \text{ KG/cm}^2$$

Kết quả tính toán ứng suất và tầng chịu nén quy ước được thực hiện theo bảng sau:

Điểm tính ứng suất cách đáy móng (m)	Trị số ứng suất (kG/cm <sup>2</sup> )		Điểm tính ứng suất cách đáy móng (m)	Trị số ứng suất (kG/cm <sup>2</sup> )	
	$\sigma_{bt} = \gamma \cdot z$	$\sigma_z = K_0 \cdot \sigma$		$\sigma_{bt} = \gamma \cdot z$	$\sigma_z = K_0 \cdot \sigma$
0	0,475	1,858	4	1,235	0,729
1	0,665	1,604	5	1,425	0,552
2	0,855	1,253	6	1,615	0,427
3	1,045	0,942	7	1,805	0,360

Trị số độ lún của móng tính theo công thức ( 1.16 )

$$S = 0,8 \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_i \cdot h_i}{E_i}$$

$$= 0,8 \frac{100}{300} \left[ \frac{1,858 + 2(1,604 + 1,253 + 0,942 + 0,729 + 0,552 + 0,427) + 0,360}{2} \right] = 1,76 \text{ cm}$$

$$S = 1,76\text{cm} < S_{\text{gh}} = 1,5\sqrt{l} = 1,5\sqrt{25} = 7,5\text{cm} \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

b) - Kiểm tra độ lệch tâm

Vị trí của hợp lực được đặc trưng bởi độ lệch tâm tương đối kiểm tra theo điều kiện ( 1. 17 ).

- Tính cho tính tải trong tổ hợp tải trọng cơ bản.

$$e_0 = \frac{M_{\text{tc}}}{N_{\text{tc}}} = \frac{26}{455} = 0,057\text{m}; \quad \rho = \frac{W_x}{F} = \frac{b}{6} = 0,517\text{m}$$

$$\frac{e_0}{\rho} = \frac{0,057}{0,517} = 0,11 > \alpha = 0,1 \Rightarrow \text{Không đạt để đảm bảo thỏa mãn điều kiện này thì}$$

phải hạ thấp cao độ đáy móng xuống cao độ 47m.

- Tính cho tổ hợp tải trọng bổ sung.

+ Theo phương dọc cầu.

$$e_0 = \frac{M_{\text{tc}}}{N_{\text{tc}}} = \frac{218}{625} = 0,349\text{m}; \quad \rho = \frac{W_x}{F} = \frac{b}{6} = 0,517\text{m}$$

$$\frac{e_0}{\rho} = \frac{0,349}{0,517} = 0,675 < \alpha = 1,0 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

+ Theo phương ngang cầu.

$$e_0 = \frac{M_{\text{tc}}}{N_{\text{tc}}} = \frac{283}{636} = 0,445\text{m}; \quad \rho = \frac{W_y}{F} = \frac{a}{6} = 1,317\text{m}$$

$$\frac{e_0}{\rho} = \frac{0,445}{1,317} = 0,338 < \alpha = 1,0 \Rightarrow \text{Đảm bảo.}$$

Như vậy qua các kiểm toán của móng trụ cầu đã cho theo các trạng thái giới hạn. Kết quả kiểm toán cho thấy trụ cầu đủ khả năng chịu lực nhưng để ổn định cần phải tăng độ sâu chôn móng hoặc mở rộng móng.

### 1.5. Thi công móng nông

Công tác thi công móng là một trong những công tác xây dựng gồm nhiều công việc khác nhau, có ảnh hưởng rất lớn đến tiến độ xây dựng và chất lượng cũng như điều kiện làm việc công trình.

Công tác thi công móng bao gồm các công tác cơ bản sau đây.

- Định vị hố móng.
- Đào đất hố móng.
- Bảo vệ đáy và thành hố móng.
- Dọn nền và xây móng.

Công tác định vị hố móng tuy đơn giản nhưng lại rất quan trọng. Một sai sót nhỏ của công tác này có thể gây những tác hại lớn không lường trước được.

Đối với những hố móng thi công trên cạn, trước khi đào đất phải có biện pháp ngăn nước mặt như đắp bờ xẻ rãnh bên ngoài hố móng. Hệ thống bờ rãnh không hợp lý, để nước mặt chảy vào hố móng sẽ làm cho đất nền thêm ẩm ướt, cường độ giảm đi và độ lún tăng lên.

Đối với những hố móng thi công nơi có nước mặt, trước hết phải có biện pháp làm vòng vây ngăn nước rồi bơm nước ra khỏi hố móng tiến hành đào đất. Vì vậy nếu thời gian thi công kéo dài thì phải dừng công việc ở ngoài sông vào mùa mưa lũ làm ảnh hưởng đến tiến độ xây dựng công trình.

Trong quá trình thi công đào và vận chuyển đất cần phải có biện pháp quy hoạch tốt, lựa chọn trình tự thi công hợp lý để bảo đảm năng suất và bảo vệ cho đất nền không bị phá hoại kết cấu tự nhiên.

### 1.5.1. Hố móng đào trần không chống vách

Hố móng không chống vách được áp dụng ở nơi đất nguyên thổ ít ẩm ướt. Khi độ dốc vách hố móng không được dốc hơn các trị số cho trong bảng 1 - 7. Các loại tải trọng tạm thời bất kỳ đều phải đặt cách xa mép hố móng ít nhất 1m (đất đào lên, vật liệu xây dựng, máy thi công v.v...).

Không được dùng hố móng đào trần không chống vách trong đất pha cát và đất hoàng thổ quá ẩm.

Khi chiều sâu hố móng sâu quá 5m, thì phải theo các tính toán về ổn định mà quyết định chọn độ dốc vách hố móng. Đối với đất pha sét, nếu có khả năng sẽ bị thấm ẩm sau mưa, thì độ dốc vách hố móng không được dốc quá 1 : 1.

Bảng 1 - 7  
ĐỘ NGHIÊNG CỦA VÁCH HỐ MÓNG ĐÀO TRẦN

Loại đất	Độ dốc mái đất theo chiều sâu hố móng	
	Nhỏ hơn 3m	Từ 3 đến 6m
Đất đắp, đất cát, đất sỏi	1 : 1,25	1 : 1,50
Đất pha cát	1 : 0,75	1 : 1,00
Đất pha sét	1 : 0,67	1 : 0,75
Đất sét	1 : 0,50	1 : 0,67
Đất hoàng thổ (khô)	1 : 0,50	1 : 0,75
Đá rời	1 : 0,10	1 : 0,25
Đá chặt	1 : 0,00	1 : 0,10

Nếu sau khi đào trần xong toàn bộ hoặc một phần hố móng, mà vách hố bị thấm ẩm thì có thể áp dụng các biện pháp đề phòng đất sụt lở, hay trượt, tạm thời ngừng công tác đào đất cho đến khi làm khô được vách hố, hạ được độ dốc vách hoặc đặt các chống vách.

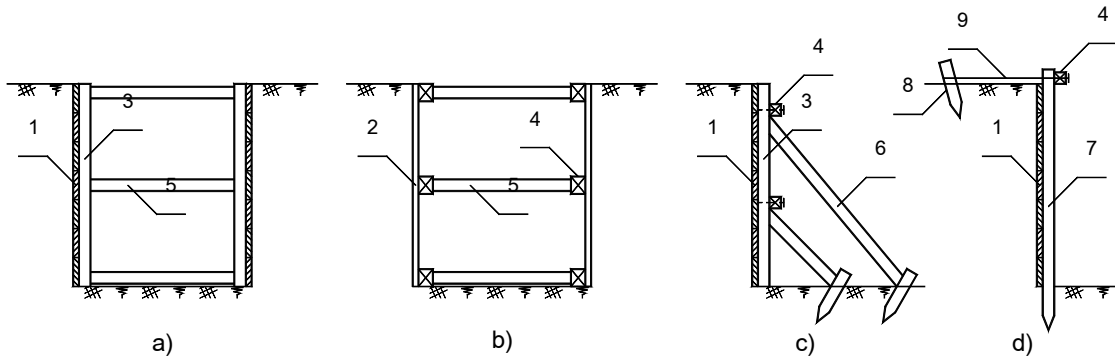
### 1.5.2. Hố móng có chống vách

Khi gặp đất mềm bão hoà nước, đất rời rạc không ổn định hoặc nơi mặt bằng thi công chật hẹp không đủ điều kiện làm hố móng không chống vách thường phải dùng biện pháp gia cố thành hố móng.

Tùy theo điều kiện cụ thể, có thể dùng một trong các biện pháp gia cố thành hố móng sau đây:

#### 1.5.2.1. Hố móng chống vách bằng ván lát

Biện pháp này được sử dụng trong trường hợp không có nước ngầm và đất không xấu quá, có thể giữ được thành thẳng đứng tạm thời trong một thời gian đủ để lát ván.



**Hình 1.14** Các biện pháp chống vách hố móng bằng ván lát

a và b) - Khi hố móng hẹp ; c và d) - Khi hố móng rộng

1 - Ván lát ngang ; 2 - Ván lát đứng ; 3 - Nẹp đứng ; 4 - Nẹp ngang ; 5 - Thanh chống ngang  
6 - Thanh chống xiên ; 7 - Cọc nẹp đứng ; 8 - Cọc neo ; 9 - Dây neo

Kết cấu chống vách hố móng bằng ván lát gồm ba bộ phận chính: ván lát bằng gỗ có thể đặt đứng hoặc nằm ngang, nẹp đỡ và thanh chống.

Khi hố móng hẹp thì thanh chống bố trí như trên hình 1.14a và 1.14b. Đối với hố móng rộng thì thanh chống có thể bố trí như trên hình 1.14c hoặc thay bằng hệ thống neo như trên hình 1.14d. Trong trường hợp dùng neo thì phải dùng ván lát ngang và nẹp đỡ phải cắm sâu vào đất khoảng 0,2m đối với đất tốt và 0,5 ÷ 1m đối với đất yếu. Các nẹp dùng gỗ có đường kính 12 ÷ 18cm.

Chiều dày của ván lát lấy theo tính toán, ít nhất dày 4cm khi nền là đất ẩm tự nhiên, và ít nhất dày 5cm khi nền là cát và đất ẩm nhiều.

Trường hợp ván đặt ngang thì tấm ván ngang trên cùng phải nhô cao hơn 15cm so với bờ hố móng.

Khi hố móng nông hơn 3m, đặt trong đất ẩm tự nhiên, nên đặt các ván lát cách quãng với khe hở bằng chiều rộng ván. Nếu hố móng sâu hơn 3m, hoặc nền đất tối xốp, hay quá ẩm, phải đặt các ván lát sát nhau.

Các thanh nẹp đứng đặt cách nhau từ 1,5 ÷ 2m tùy theo tính toán. Khoảng cách theo chiều thẳng đứng giữa các tầng chống ngang không nên lớn quá 1m. Phải đặt các thanh đỡ bên dưới đầu các thanh chống và đóng đinh chắc.

Đối với các hố móng rộng hơn 4m, dùng các bộ phận chống vách chế sẵn bằng thép loại I300 ÷ I550 và cột thép đóng sâu ngập quá 1m bên dưới hố móng. Các ván ngang được liên kết sẵn với các nẹp gỗ đứng 5 × 5cm thành các mảng lớn trước khi lắp vào hố móng cho thuận tiện. Các thanh chống ngang bằng gỗ hoặc thép hình I hay [.

Các bộ phận chống vách hố móng được tháo dần từ dưới lên trên trong quá trình xây móng cao dần và lấp đất dần hố móng. Không được tháo dỡ vách chống dần theo quá trình xây móng nếu nền đất là loại đất tối xốp hoặc đất không ổn định, hoặc hố móng nằm trong phạm vi lãng thể trượt.

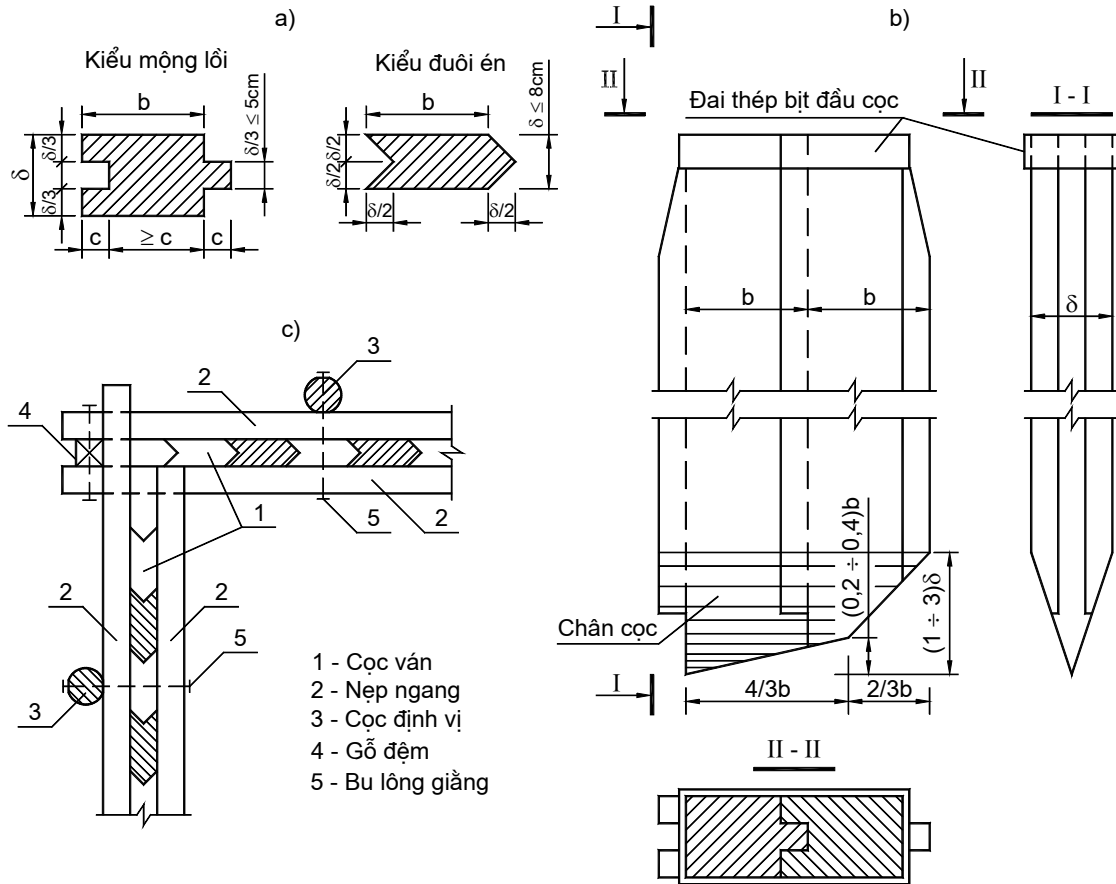
#### 1.5.2.2. Hố móng chống vách bằng tường cọc ván

Khi gặp trường hợp ở những nơi có mực nước ngầm cao hơn đáy hố móng thì ngoài yêu cầu chống đỡ thành hố móng còn phải bảo đảm tính không thấm nước khi thi công móng. Trong trường hợp này dùng tường cọc ván (tường cừ) gia cố thành hố móng là tốt nhất. Tường cọc ván có thể bằng gỗ, thép hoặc bê tông cốt thép. Độ ổn định của tường cọc ván chủ yếu do độ cắm sâu tính từ đáy móng quyết định.

Khi dùng tường cọc ván thì có thể hoặc không có thanh chống hoặc dùng hệ thống neo như đối với biện pháp dùng ván lát.

### 1 - Tường cọc ván gỗ

Cọc ván gỗ được làm từ những tấm ván dày ít nhất 2,5cm, chiều dài của cọc ván thường dùng từ 4 ÷ 6m. Thông thường phải dùng máy để chế tạo cọc ván gỗ và phải dùng loại mộng hình chữ nhật (kiểu mộng lồi), đối với loại cọc ván mỏng hơn 8cm thì cho phép dùng mộng hình tam giác (kiểu đuôi én).



**Hình 1.15** Tường cọc ván bằng cọc ván gỗ

a) - Tiết diện ngang cọc ; b) - Bó cọc ván khi đóng khí ; c) - Cấu tạo khung định hướng

Tỷ lệ yêu cầu giữa các kích thước theo hình cắt ngang của cọc ván gỗ ghi ở hình 1.15a. Chiều rộng và chiều cao của mộng chữ nhật phải bằng 1/3 chiều dày của cọc ván nhưng đồng thời chiều cao của mộng không được vượt quá 5cm. Chiều rộng của mộng cần phải đảm bảo cho mộng dễ lắp ghép. Chiều cao của mộng tam giác bằng nửa bề dày của cọc ván.

Cọc ván gỗ phải đóng thành từng nhóm gồm 2 đến 3 cọc ván bám chặt với nhau bằng đinh đĩa cách nhau 1 ÷ 1,5m. Ở gần đỉnh cọc ván phải đặt đinh đĩa cách nhau 0,5m. Đinh đĩa phải đóng chéo vào cọc ván theo hướng trái nhau để ngăn không cho cọc ván nọ trượt khỏi cọc ván kia. Các đinh đĩa cần phải đóng chìm vào gỗ để cho cọc ván đi qua khe kẹp định hướng dễ dàng.

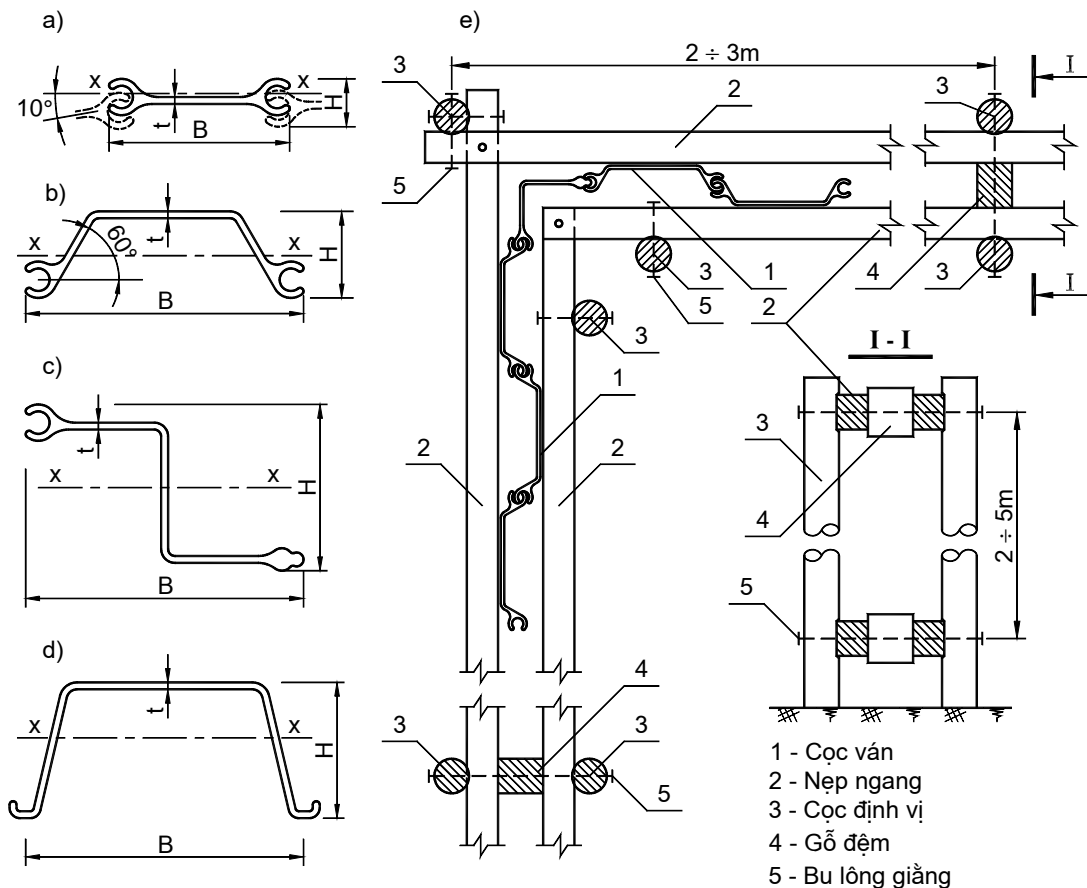
Đỉnh cọc ván phải được cưa thẳng góc với tim cọc ván. Các đầu cọc ván nằm trong một nhóm phải được liên kết với nhau bằng một đai thép hình chữ nhật (Hình 1.15b).

Các cọc ván lè và nhóm cọc ván phải có cùng một độ vát cạnh theo tim cọc của vòng vây ngăn nước. Chiều cao vát nhọn lấy bằng từ 1 đến 3 lần bề dày của cọc ván, mép của chỗ vát nhọn ở phía miệng đục phải được vát chéo để bảo đảm cho mép cọc ván đóng sau khít chặt với mép của cọc ván đã đóng trước.

Để đảm bảo cho cọc ván đóng xuống đúng vị trí, người ta thường dùng khung định hướng. Khung định hướng (Hình 1.15c) gồm các cọc định vị và các nẹp ngang. Cọc định vị bằng gỗ tròn đường kính  $18 \div 26\text{cm}$ . Nẹp ngang bằng gỗ tròn đường kính  $20 \div 22\text{cm}$  hoặc gỗ xẻ có tiết diện  $14 \times 14\text{cm}$ . Liên kết giữa nẹp ngang và cọc định vị bằng bu lông. Cọc định vị bố trí ngoài nẹp ngang với khoảng cách các cọc từ  $2 \div 2,5\text{m}$  và đóng sâu hơn cọc ván từ  $1 \div 1,5\text{m}$ .

## 2 - Tường cọc ván thép

Khi thi công những hố móng có chiều sâu lớn người ta thường dùng cọc ván thép. Cọc ván thép được chế tạo trong nhà máy có các loại tiết diện trên hình 1.16a; 1.16b; 1.16c và 1.16d, Bảng 1 - 8 cho đặc trưng cơ bản của một số loại cọc ván thép. Thường dùng hiện nay là loại cọc ván Larsen, các đoạn cọc ván dài từ  $8 \div 22\text{m}$ . Khi thi công nếu cần thiết có thể nối dài cọc ván bằng các bản nối dài ít nhất  $600\text{mm}$  với liên kết bằng hàn, bu lông hoặc đinh tán. Trước khi đóng cọc ván thép tại công trường phải kiểm tra cọc ván về hình dạng, độ thẳng của ngàm cọc. Thường dùng một đoạn cọc dài ít nhất  $2\text{m}$  kéo thử qua từng ngàm một của cọc ván để kiểm tra. Chân cọc ván thép phải cắt cho thẳng góc với đường trục của cọc ván.



**Hình 1.16** Tường cọc ván bằng cọc ván thép

a ; b ; c ; d) - Các tiết diện ngang cọc ; e) - Cấu tạo khung định hướng  
a) - Loại thẳng ; b) - Loại lòng máng ; c) - Loại chữ Z ; d) - Loại Larsen



*Bảng 1 - 8*

**CÁC ĐẶC TRUNG CƠ BẢN CỦA MỘT SỐ LOẠI CỌC VÁN THÉP**

Mặt cắt	Mã hiệu	Kích thước tiết diện (mm)				Diện tích mặt cắt (cm <sup>2</sup> )	Trọng lượng 1 mét dài (kg)	Mômen quán tính mặt cắt (cm <sup>4</sup> )	Môđun chống uốn mặt cắt (cm <sup>3</sup> )
		B	H	t	r				
Kiểu phẳng	SP - 1	400	103	-	10	$\frac{82}{205}$	$\frac{64}{160}$	$\frac{332}{961}$	$\frac{73}{188,5}$
	SP - 2	200	71	-	8	$\frac{39}{195}$	$\frac{30}{150}$	$\frac{80}{482}$	$\frac{28}{136}$
Kiểu lòng máng	SK - 1	400	75	10	10	$\frac{64}{160}$	$\frac{50}{125}$	$\frac{730}{2992}$	$\frac{114}{402}$
	SK - 2	400	125	10	10	$\frac{74}{185}$	$\frac{58}{145}$	$\frac{2243}{10420}$	$\frac{260}{843}$
Kiểu Larsen	L - IV	400	204,5	14,8	12	$\frac{94,3}{236}$	$\frac{74}{185}$	$\frac{4660}{39600}$	$\frac{405}{2200}$
	L - V	420	196	21	15	$\frac{127,6}{303}$	$\frac{100}{238}$	$\frac{6243}{50943}$	$\frac{461}{2962}$
Kiểu chữ Z	SD - 3	400	240	10	9	78	61	7600	630
	SD - 5	400	320	14	12	119	93	20100	1256

*Ghi chú* : - Các đặc trưng hình học thì từ số là đặc trưng của 1 cọc ván, mẫu số ứng với 1m rộng của tường cọc ván.  
 - Với cọc ván kiểu chữ Z các đặc trưng hình học tính cho 1 cọc ván.

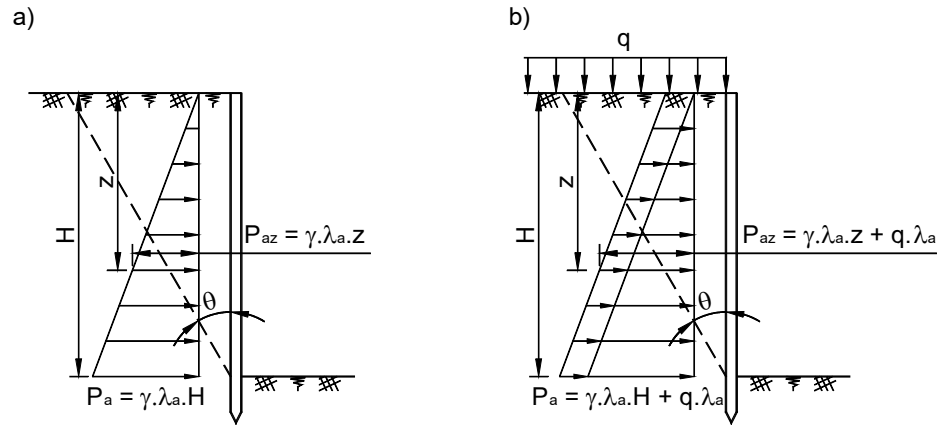
Muốn đảm bảo cho cọc ván đóng xuống đúng vị trí người ta cũng dùng một khung định hướng, theo chiều cao của cọc định vị từ 2 ÷ 3m có bố trí thêm các nẹp ngang (Hình 1.16e).

Để hạ cọc ván thép vào đất, có thể dùng búa hoặc búa kết hợp với biện pháp xói nước. Để tránh các hàng cọc ván khỏi nghiêng, xiên xẹo và bảo đảm khép kín theo chu vi thì đồng thời phải đặt toàn bộ tường hoặc một đoạn tường vào vị trí qua khung dẫn hướng. Sau đó đóng cọc ván thành 2 ÷ 3 đợt tùy theo độ sâu cần đóng. Các ngàm cọc ván thép đều phải bôi mỡ trước lúc đóng xuống để sau này dễ dàng khi nhổ cọc.

### 1.5.23. Tính toán chống vách hố móng.

#### 1 - Áp lực đất tác dụng lên ván lát và cọc ván.

Thông thường ván lát cũng như cọc ván chống vách hố móng chủ yếu là chịu tác dụng của áp lực đất. Áp lực ngang của đất tác dụng lên kết cấu chống vách hố móng khá phức tạp. Cho nên để đơn giản trong khi tính toán thường tính theo công thức của Cu-lông (Coulomb) đã được giới thiệu trong cơ học đất. Như ta đã biết mái đất bờ hố móng sẽ hình thành một lăng thể trượt, mặt trượt hợp với phương thẳng đứng một góc trượt:  $\theta = 45^\circ - \varphi/2$ . Do vậy áp lực tác dụng lên kết cấu chống hố móng theo phương ngang; tức là trọng lượng của lăng thể trượt và các tải trọng tác dụng trong phạm vi trên lăng thể trượt gây ra.



**Hình 1.17** Biểu đồ áp lực ngang của đất

a) - Khi mặt đất bờ hố móng không có tải trọng ; b) - Khi mặt đất bờ hố móng có tải trọng

- Cường độ áp lực ngang chủ động của đất  $P_{az}$  ( $T/m^2$ ) tại độ sâu  $z$  được xác định theo các công thức tính toán sau.

+ Khi mặt đất bờ hố móng không có tải trọng tác dụng (Hình 1.17a):

$$P_{az} = \gamma \cdot \lambda_a \cdot z \quad (1.18)$$

+ Khi mặt đất bờ hố móng có tải trọng phân bố  $q$  tác dụng (Hình 1.17b):

$$P_{az} = \gamma \cdot \lambda_a \cdot z + q \cdot \lambda_a \quad (1.19)$$

Trong đó :

$\gamma$  - Dung trọng tự nhiên của đất bờ hố móng ( $T/m^3$ ).

$z$  - Độ sâu điểm tính áp lực (m).

$\lambda_a$  - Hệ số áp lực chủ động :  $\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$ .

$\varphi$  - Góc ma sát trong của đất.

- Tương tự như trên cường độ áp lực ngang bị động của đất  $P_{bz}$  ( $T/m^2$ ) tại độ sâu  $z$  được xác định.

+ Khi mặt đất bờ hố móng không có tải trọng tác dụng

$$P_{az} = \gamma \cdot \lambda_b \cdot z \quad (1.20)$$

+ Khi mặt đất bờ hố móng có tải trọng phân bố  $q$  tác dụng:

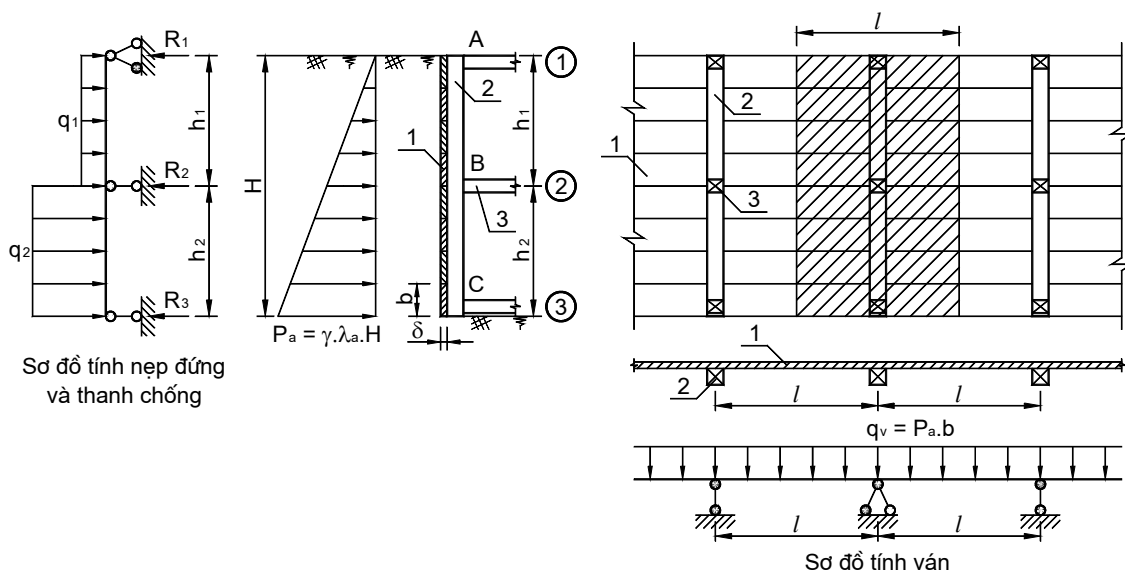
$$P_{az} = \gamma \cdot \lambda_b \cdot z + q \cdot \lambda_b \quad (1.21)$$

Trong đó :  $\gamma$  ;  $z$  và  $\varphi$  như ở trên.

$\lambda_b$ - Hệ số áp lực bị động :  $\lambda_b = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$ .

## 2 - Tính toán kết cấu chống vách hố móng bằng ván lát

Kết cấu chống vách hố móng bằng ván lát như đã giới thiệu gồm có ba bộ phận chính: ván lát bằng gỗ có thể đặt đứng hoặc nằm ngang, nẹp đỡ và thanh chống. Nội dung tính toán chủ yếu là kiểm tra khả năng chịu lực về cường độ các bộ phận dưới tác dụng của áp lực đất. Nhưng kết cấu loại ván lát đặt ngang và đứng tính chất chịu lực của các bộ phận có khác nhau. Ở đây ta xét cho trường hợp kết cấu có ván lát đặt ngang, còn trường hợp ván lát đặt đứng cũng dựa trên phương pháp tính toán gần tương tự.



**Hình 1.18** Biểu đồ áp lực và sơ đồ tính kết cấu chống vách hồ móng bằng ván lát ngang  
1 - Ván lát ngang; 2 - Nẹp đứng; 3 - Thanh chống ngang

a) - Tính ván

Theo sơ đồ tính toán và biểu đồ áp lực ngang của đất trên hình 1.18. Ta thấy tấm ván cuối cùng chịu áp lực lớn nhất. Thực tế ván lát là một dầm liên tục có gối là các nẹp đứng. Để đơn giản cho tính toán ta coi ván làm việc như dầm giản đơn có khẩu độ  $l$  bằng khoảng cách hai nẹp đứng.

- Giả thiết ván chịu lực phân bố đều theo chiều rộng  $b$ . Vậy tải trọng rải đều tác dụng lên ván là:

$$q_v = P_a \cdot b = \gamma \cdot \lambda_a \cdot H \cdot b \quad (1.22)$$

- Mômen uốn lớn nhất trong ván được xác định theo công thức:

$$M_{\max} = m \cdot q_v \cdot l^2 \quad (1.23)$$

Trong đó :  $m$  - Hệ số kể đến tính liên tục của ván; khi có hai gối (nẹp đứng) thì:  $m = 0,125$ ; khi có từ 3 gối trở lên thì:  $m = 0,1$ .

- Ứng suất lớn nhất phát sinh trong ván được xác định.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq R_u \quad (1.24)$$

$$\text{Khi } m = 0,1 \text{ thì : } \sigma_{\max} = \frac{m \cdot q_v \cdot l^2}{6} = \frac{3 \cdot q_v \cdot l^2}{5 \cdot b \cdot \delta^2} \leq R_u \quad (1.25)$$

Trong đó :  $R_u$  - Cường độ tính toán của gỗ làm ván lát.

$\delta$  - Chiều dày của ván.

- Nếu biết chiều dày của ván thì khoảng cách các nẹp đứng được xác định:

$$\sigma_{\max} = \frac{3 \cdot q_v \cdot l^2}{5 \cdot b \cdot \delta^2} \leq R_u \Rightarrow l \leq \delta \sqrt{\frac{5 \cdot R_u}{3 \cdot P_a}} \quad (1.26)$$

b) - Tính nẹp đứng

Thông thường kết cấu chống vách hố móng chỉ gồm hai hoặc ba thanh chống. Cho nên nẹp đứng là dầm giản đơn hoặc liên tục tựa lên các gối là các thanh chống ngang. Tải trọng tác dụng lên ván lát và từ ván lát truyền vào nẹp đứng. Vì vậy tải trọng tác dụng lên nẹp đứng không phải là phân bố đều. Để đơn giản cho tính toán ta coi tải trọng giữa hai thanh chống là phân bố đều tác dụng lên nẹp đứng. Cường độ của tải trọng phân bố đều được xác định là tải trọng tương đương bằng trị số tải trọng trung bình giữa hai thanh chống gần nhau.

Theo sơ đồ tính trên hình 1.18 ta có:

$$\text{- Trên đoạn AB : } q_{AB} = q_1 = \frac{\gamma \cdot \lambda_a \cdot h_1}{2} \cdot l$$

$$\text{- Trên đoạn BC : } q_{BC} = q_2 = \frac{\gamma \cdot \lambda_a \cdot H + \gamma \cdot \lambda_a \cdot h_1}{2} \cdot l$$

Trong đó:  $l$  - Khoảng cách giữa hai nẹp đứng.

- Mômen lớn nhất trong nẹp đứng được xác định:

$$\text{+ Khi chỉ có hai thanh chống: } M_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{27} P_a \cdot l \cdot H^2 \quad (1.27)$$

$$\text{+ Khi có ba thanh chống ngang: } M_{\max} = \frac{q_2 \cdot h_2^2}{10} \quad (1.28)$$

$$\text{- Kiểm toán nẹp đứng theo điều kiện bền: } \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq R_u \quad (1.29)$$

b) - Tính thanh chống ngang

Thanh chống ngang chịu áp lực từ nẹp đứng truyền sang. Trị số của áp lực này chính là phản lực gối của dầm là các nẹp đứng. Căn cứ vào sơ đồ tính trên hình 1.18 ta dễ dàng xác định được các phản lực  $R_i$ . Khi kiểm toán ta chỉ tính với trị số  $R_{\max}$ . Trị số  $R_{\max}$  được xác định theo hai trường hợp sau:

$$\text{- Khi có hai thanh chống: } R_{\max} = R_C = \frac{1}{3} P_a \cdot l \cdot H \quad (1.30)$$

$$\text{- Khi có ba thanh chống: } R_{\max} = R_B = R_2 = \frac{q_1 \cdot h_1}{2} + \frac{q_2 \cdot h_2}{2} \quad (1.31)$$

- Kiểm toán thanh chống ngang theo điều kiện bền của thanh chịu nén đúng tâm:

$$\sigma = \frac{R_{\max}}{\varphi \cdot F} \leq R_n \quad (1.32)$$

Trong đó:  $R_{\max}$  - Lực tác dụng lớn nhất lên thanh chống ngang được xác định theo công thức ( 1.30 ) hoặc ( 1.31 ).

$F$  - Diện tích mặt cắt chịu ép của thanh chống ngang.

$R_n$  - Cường độ tính toán chịu ép dọc trục của gỗ làm thanh chống ngang.

$\varphi$  - Hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh  $\lambda = \frac{l_0}{i_{\min}}$  ; với thanh chống ngang tính theo

thanh chịu nén có liên kết khớp ở hai đầu; để đơn giản lấy  $l_0$  bằng chiều rộng của hố móng.

+ Thanh chống tiết diện chữ nhật :  $\lambda = \frac{l_0}{0,289b}$  ( $b$  - Cạnh ngắn của hình chữ nhật).

+ Thanh chống tiết diện tròn :  $\lambda = \frac{l_0}{0,25d}$  (d - Đường kính gỗ làm thanh chống).

Đối với gỗ thì hệ số uốn dọc  $\varphi$  được xác định như sau:

+ Khi  $\lambda \leq 75$  thì :  $\varphi = 1 - 0,8 \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2$

+ Khi  $\lambda > 75$  thì :  $\varphi = \frac{3100}{\lambda^2}$

Đối với trường hợp ván lát đặt dọc do áp lực không phân bố đều suốt chiều dài ván. Cho nên trong trường hợp này cả ván lát, nẹp ngang và thanh chống làm việc khác với kết cấu có ván lát ngang.

- Mômen lớn nhất trong ván được tính như đối với nẹp đứng của ván lát ngang theo công thức ( 1.27 ) và ( 1.28 ) nhưng thay trị số  $l$  bằng  $b$ .

- Mômen lớn nhất trong nẹp ngang được tính như đối với ván lát của kết cấu ván lát ngang theo công thức ( 1.23 ) với  $m = 0,1$  nhưng trị số  $l$  là khoảng cách giữa các thanh chống

ngang và thay trị số  $q_v$  bằng  $\frac{1}{3} P_a \cdot H$  khi có hai tầng chống ngang và bằng  $\frac{\gamma \cdot \lambda_a \cdot H + \gamma \cdot \lambda_a \cdot h_1}{2}$

khi có ba tầng chống ngang.

- Đối với thanh chống ngang có thể tính tương tự như đối với kết cấu có ván lát ngang.

### 3 - Tính toán kết cấu chống vách hố móng bằng tường cọc ván

a) - Tường cọc ván có một tầng chống ngang.

Đối với những hố móng không sâu lắm, khi dùng kết cấu chống hố móng bằng tường cọc ván chỉ cần dùng một tầng chống ngang ở đầu cọc ván. Nội dung tính toán cho kết cấu chống vách này bao gồm tính duyệt về ổn định và cường độ cho 1m tường cọc ván dưới tác dụng của áp lực đất.

- Tính duyệt về ổn định.

+ Dưới tác dụng của áp lực đất chủ động vách hố móng. Tường cọc ván có xu thế quay quanh điểm A (Hình 1.19). Mômen lật được xác định bởi công thức tính toán sau:

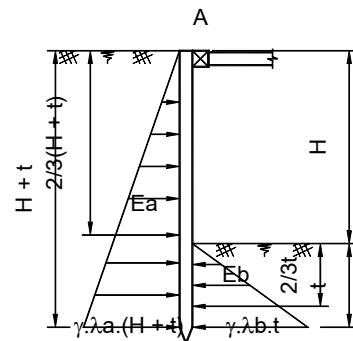
$$M_l = E_a \cdot \frac{2}{3} (H + t)$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot \lambda_a (H + t) (H + t)$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot (H + t)^2 \cdot \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

+ Dưới tác dụng của áp lực đất bị động dưới chân cọc ván phía hố móng. Tường cọc ván có xu thế quay quanh điểm A theo chiều ngược lại. Mômen giữ được xác định bởi công thức tính toán sau:

$$M_g = E_b \cdot \left( H + \frac{2}{3} t \right)$$



**Hình 1.19** Biểu đồ áp lực khi tính ổn định chống lật của tường cọc ván

$$E_b = \frac{1}{2} \gamma \cdot \lambda_b \cdot t^2 = \frac{1}{2} \gamma \cdot t^2 \cdot \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

+ Điều kiện ổn định của tường cọc ván.

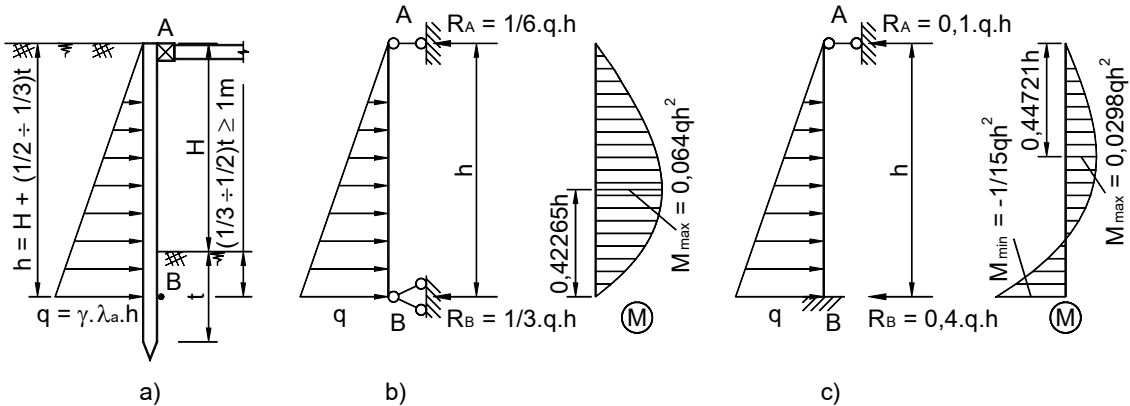
$$\frac{M_l}{M_g} = \frac{E_a \cdot \frac{2}{3} (H+t)}{E_b \cdot \left( H + \frac{2}{3} t \right)} = \frac{\frac{1}{3} (H+t)^2 \cdot \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)}{\frac{1}{2} t^2 \left( H + \frac{2}{3} t \right) \cdot \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)} \leq m = 0,8 \quad (1.33)$$

- Tính duyệt về cường độ.

Giả thiết sự làm việc của tường cọc ván như một dầm tựa lên hai gối. Gối trên tại điểm

A, gối dưới tại điểm quy ước B cách đáy hố móng một khoảng  $\left( \frac{1}{3} \div \frac{1}{2} \right) t$  nhưng không nhỏ

hơn 1m. Tại B được coi là ngàm khi đất cứng và là khớp nếu đất mềm, xốp. Áp lực tác dụng lên nó chỉ có áp lực chủ động. Sơ đồ tính toán và biểu đồ mômen như trên hình 1.20.



**Hình 1.20** Biểu đồ áp lực và sơ đồ tính kết cấu chống vách hố móng bằng tường cọc ván  
a) - Biểu đồ áp lực ; b) - Sơ đồ tính khi tại B là khớp ; c) - Sơ đồ tính khi tại B là ngàm

$$\text{Điều kiện bền của tường cọc ván: } \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq R_u \quad (1.34)$$

Trong đó:  $M_{\max}$  - Mômen lớn nhất trong tường cọc ván như trên hình 1.20.

$$+ \text{ Khi coi B là khớp (Hình 1.20b) : } M_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{27} qh^2$$

$$+ \text{ Khi coi B là ngàm (Hình 1.20c) : } M_{\max} = \frac{1}{15} qh^2$$

W - Môđun chống uốn của 1m tường cọc ván. Với cọc ván thép tra số liệu

$$\text{bảng 1 - 8, với cọc ván gỗ : } W = \frac{100 \cdot \delta^2}{6}$$

b) - Tường cọc ván có nhiều tầng chống ngang.

Đối với những hồ móng có chiều sâu lớn, để giảm mômen uốn và tăng độ ổn định cho tường cọc ván; người ta thường bố trí nhiều tầng chống ngang.

Đối với những tường cọc ván loại này, nói chung không tính duyệt về ổn định mà chỉ tính duyệt về cường độ. Với giả thiết coi cọc ván là dầm liên tục kê trên các gối tựa là các thanh chống ngang, còn chân cọc được coi là khớp hay ngàm tùy vào loại đất như đã nêu ở trên.

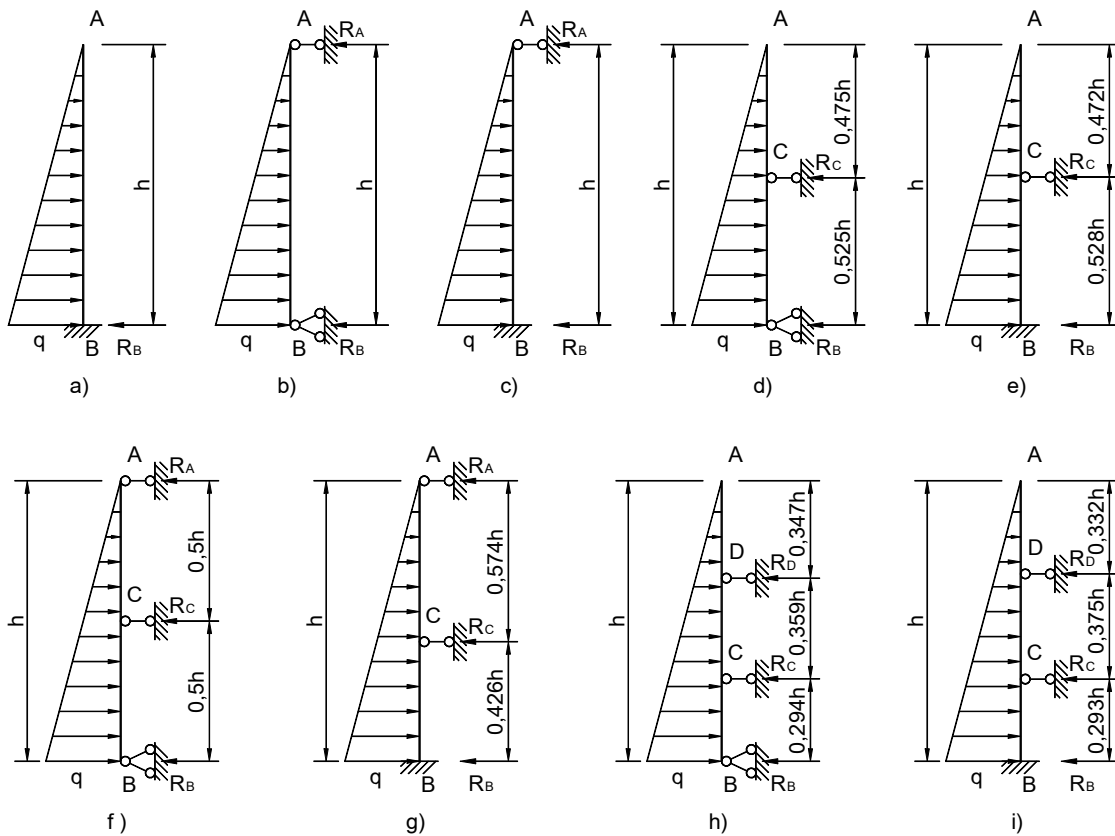
- Mômen uốn lớn nhất tính cho 1m rộng của tường cọc ván được tính theo công thức :

$$M_{\max} = \delta \cdot \gamma \cdot \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) h^3 \quad (1.35)$$

- Phản lực gối được tính theo công thức :

$$R = \beta \cdot \gamma \cdot \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) h^2 \quad (1.36)$$

Trong đó: Các hệ số  $\delta$  và  $\beta$  tra theo Bảng 1 - 9 tương ứng với sơ đồ tính cho trên hình 1.21.



**Hình 1.21** Biểu đồ áp lực và sơ đồ tính kết cấu chống vách hồ móng bằng tường cọc ván có nhiều tầng chống ngang

**Bảng 1 - 9**  
CÁC HỆ SỐ  $\delta$  VÀ  $\beta$  TRONG CÔNG THỨC ( 1.35 ) VÀ ( 1.36 )

Số tầng chống ngang	Sơ đồ tính toán	Vị trí $M_{\max}$ cách A	Hệ số $\delta$	Hệ số $\beta$			
				A	B	C	D
Không	Hình	h	0,16667		0,500		

Một tầng	1.20a						
	Hình 1.20b	0,57735h	0,06415	0,167	0,333		
	Hình 1.20c	H	0,06667	0,100	0,400		
	Hình 1.20d	0,475h	0,01786		0,183	0,317	
	Hình 1.20e	h	0,02852		0,238	0,262	
Hai tầng	Hình 1.20f	0,5h	0,01563	0,010	0,177	0,313	
	Hình 1.20g	0,374h	0,01200	0,034	0,183	0,283	
	Hình 1.20h	0,574h	0,00696		0,109	0,247	0,144
	Hình 1.20i	0,332h	0,00610		0,132	0,227	0,141

Khi tính tường cọc ván có nhiều tầng chống ngang cần phải tính toán không chỉ cho trường hợp hồ móng đã đào móng xong. Các trường hợp nguy hiểm có thể xảy ra trong cả quá trình thi công cũng phải được xét đến. Vì khi thi công thường đặt các thanh chống theo độ sâu đào đất và hút nước. Chẳng hạn theo sơ đồ trên hình 1.21f và 1.21g phải tính cọc ván theo các trường hợp sau:

- Trường hợp 1: Đào đất và hút nước khi thấp hơn tầng chống 1 (gối A) từ 0,75 đến 1m. Tường cọc ván phải tính theo sơ đồ hình 1.21b hoặc 1.21c.
- Trường hợp 2: Đặt tầng chống 2 (gối C), đào đất và hút nước hồ móng đến độ sâu thiết kế. Tường cọc ván phải tính theo sơ đồ hình 1.21f hoặc 1.21g.

c) - Tính toán độ cắm sâu của cọc ván về phương diện dòng thấm.

Độ cắm sâu của cọc ván vào nền đất, ngoài những yêu cầu đảm bảo độ ổn định và cường độ còn phải bảo đảm yêu cầu không xói ở đáy hồ móng khi hút nước để đào đất hồ móng.

Khi hút nước, các hạt đất ở đáy hồ móng chịu tác động một áp lực thủy động. Vì vậy điều kiện cân bằng của hạt đất không bị xói phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$[k].I.\gamma_n = \gamma_{dn} \quad (1.37)$$

Trong đó:  $I.\gamma_n$  - Áp lực thủy động đơn vị.

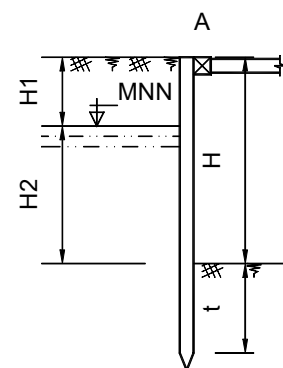
I - Gradient thủy lực (Độ lớn thủy lực).

$\gamma_n$  - Tỷ trọng của nước bằng  $1\text{T/m}^3$ .

[k] - Hệ số an toàn thường lấy  $[k] = 2 \div 2,5$ .

$$\gamma_{dn} - \text{Dung trọng đáy nổi của đất } \gamma_{dn} = \frac{\gamma_0 - 1}{1 + \epsilon}$$

$\gamma_0$  - Tỷ trọng (mật độ) của đất ( $\text{T/m}^3$ )



Hình 1.22

Theo sơ đồ trên hình 1.22, độ lớn thủy lực I liên quan đến



độ cắm sâu  $t$  cần thiết của cọc ván. Dễ dàng ta ó thể tính được  $I = \frac{H_2}{H_2 + 2t}$ ; Thay giá trị  $I$  vào điều kiện ( 1.37 ) ta rút ra được.

$$[k].I.\gamma_n = [k] \cdot \frac{H_2}{H_2 + 2t} \cdot \gamma_n = \gamma_{dn} \Rightarrow t = \frac{1}{2} \left( \frac{[k]H_2}{\gamma_{dn}} \cdot \gamma_n - H_2 \right) \quad (1.38)$$

Vì  $\gamma_n = 1T/m^3$  và đối với các loại đất có  $\gamma_0 = 2,6 \div 2,8T/m^3$  và  $\varepsilon = 0,55 \div 0,65$ . Do đó  $\gamma_{dn} \approx 1T/m^3$ . Khi đó công thức ( 1.38 ) tính độ cắm sâu của cọc ván có thể viết dưới dạng khác.

$$t = \frac{H_2}{2} ([k] - 1) \quad (1.39)$$

### 1.5.3. Vòng vây ngăn nước khi thi công móng ở nơi có nước mặt

Khi thi công móng ở những nơi có nước mặt; độ sâu mực nước càng lớn thì thi công móng càng trở nên phức tạp. Nội dung công việc cũng tương tự như đối với trường hợp thi công móng trên cạn, nhưng trước hết phải dùng biện pháp ngăn nước mặt chảy vào hố móng, tức là phải dùng kết cấu vòng vây. Vòng vây có nhiều loại; khi chọn loại vòng vây phải căn cứ vào chiều sâu mực nước, tốc độ dòng chảy, địa chất đáy sông... Dùng kết cấu vòng vây loại nào thì cũng phải bảo đảm các yêu cầu chung dưới đây.

- Vòng vây phải đủ cường độ và ổn định dưới tác dụng của áp lực nước và các lực khác (nếu có).

- Vòng vây không bị xói do nước và sóng vỗ.

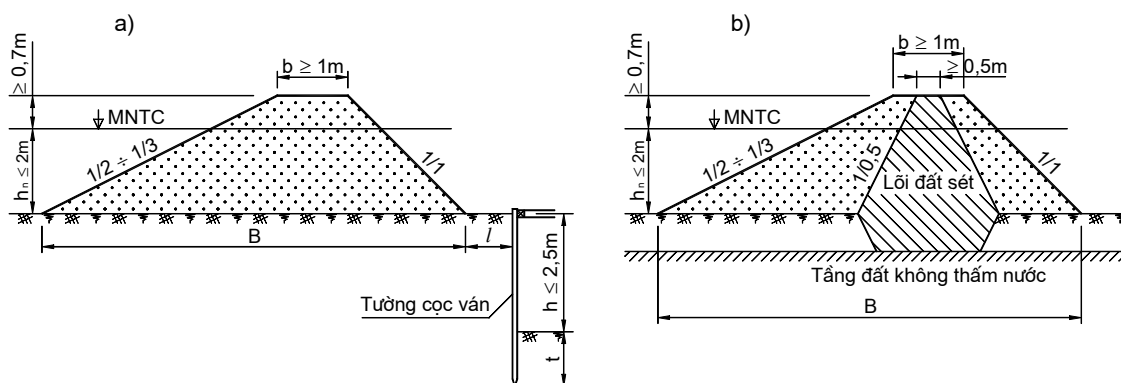
- Diện tích choán dòng chảy của vòng vây phải nhỏ nhất, trị số này được xác định bằng cách tính toán xói lở đáy sông và tốc độ của dòng chảy sau khi thu hẹp. Theo điều kiện thông thuyền thì sự thu hẹp này không quá 30%.

- Vòng vây phải chống thấm nước tốt và bảo vệ được nước không tràn vào hố móng.

Sau đây sẽ giới thiệu về cấu tạo, điều kiện sử dụng và tính toán một số loại vòng vây khi thi công móng mố trụ cầu.

#### 1.5.3.1. Vòng vây bằng đất

Ở nơi có mức nước lớn nhất trong thời gian thi công móng không sâu quá 2m, vận tốc dòng nước sau khi thu hẹp dưới 0,5m/giây, chiều sâu hố móng đào không quá 2,5m. Có thể dùng đất ít thấm nước để đắp vòng vây ngăn nước khi đào hố móng (Hình 1.23).



**Hình 1.23** Cấu tạo vòng vây bằng đất

a) - Vòng vây bằng đất có mái tự nhiên ; b) - Vòng vây có lõi đất sét để chống thấm

Chiều rộng đỉnh vòng vây thường lớn hơn 1m. Độ dốc mái taluy lấy theo góc ma sát trong của đất ở trạng thái bão hoà nước, nhưng không được dốc quá 1/2 ở phía ngoài và không được dốc quá 1/1 ở phía lòng hố móng, chân vòng vây phải cách mép hố móng một khoảng  $l = h \cdot \text{tg}(45^\circ - \varphi/2) \geq 1\text{m}$ . Đỉnh vòng vây phải cao hơn mực nước thi công ít nhất 0,7m. Để an toàn, thường lấy mực nước thi công bằng mực nước cao nhất trong 10 năm (tần suất 10% theo số liệu tính toán thủy văn). Khi tốc độ dòng nước lớn hơn 0,1m/giây thì mái ngoài vòng vây cần phải được gia cố bằng lát cỏ, cành cây hoặc đá hộc.

Vòng vây đắp bằng đất sét là tốt nhất (Hình 1.23a). Cũng có thể dùng đất cát nhưng phải có lõi đất sét để chống thấm (Hình 1.23b). Trước khi đắp đất cần dọn sạch sẽ đáy sông để bảo đảm chống thấm tốt. Đất đắp phải được đầm lên kỹ.

Tính toán ổn định chống trượt cho vòng vây

Lực gây trượt vòng vây là áp lực của nước (áp lực nước tĩnh và áp lực thủy động). Tính toán cho 1m dài vòng vây.

- Áp lực thủy tĩnh tác dụng lên vòng vây.

$$W_t = \frac{\gamma_n \cdot h_n^2}{2}$$

- Áp lực động của nước chảy tác dụng lên vòng vây.

$$W_d = \frac{v^2}{g} \cdot h_n$$

Trong đó:  $\gamma_n$  - Dung trọng của nước bằng 1T/m<sup>3</sup>.

$h_n$  - Chiều sâu mực nước (m).

$v$  - Vận tốc dòng nước (m/s).

$g$  - Gia tốc trọng trường bằng 9,81m/s<sup>2</sup>.

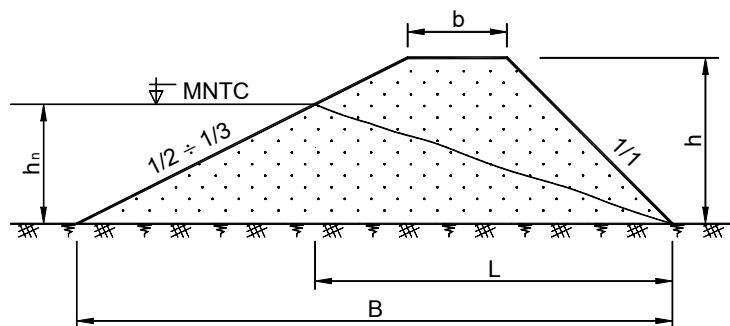
Vòng vây ổn định chống trượt nhờ vào lực ma sát giữa vòng vây và đáy sông theo điều kiện kiểm toán sau:

$$\frac{G \cdot f}{W_t + W_d} \geq 1,5 \tag{1.40}$$

Trong đó:  $G$  - Trọng lượng 1m dài vòng vây được xác định theo kích thước tiết diện vòng vây trên hình 1.24.

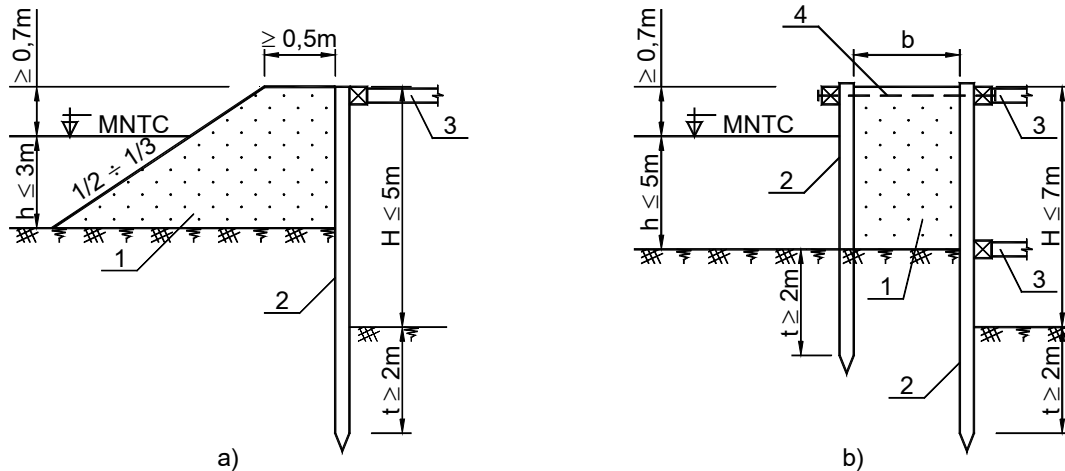
$$G = \frac{1}{2} \cdot (B + b) \cdot h \cdot 1 \cdot \gamma_{dn} \quad (\gamma_{dn} - \text{Dung trọng đất nổi của đất đắp vòng vây})$$

$f$  - Hệ số ma sát giữa vòng vây và đáy sông; thường lấy  $f = 0,3 \div 0,5$ .



Hình 1.24

1.5.3.2. Vòng vây cọc ván gỗ



**Hình 1.25** Cấu tạo vòng vây cọc ván gỗ

a) - Vòng vây cọc ván gỗ đơn ; b) - Vòng vây cọc ván gỗ kép

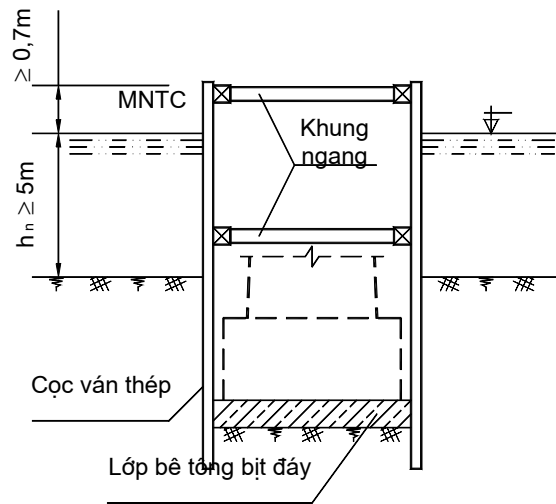
Vòng vây cọc ván gỗ có hai loại: vòng vây cọc ván gỗ đơn (Hình 1.25a) và vòng vây cọc ván gỗ kép (Hình 1.25b). Vòng vây cọc ván gỗ đơn được dùng ở những hố móng không sâu lắm khoảng 2 ÷ 3m và cho phép thu hẹp dòng chảy đến một mức độ nào đó. Khi chiều sâu mực nước từ 3 ÷ 5m thì nên dùng vòng vây cọc ván gỗ kép. Phía ngoài vòng vây cọc ván gỗ đơn và ở giữa hai tường cọc ván của vòng vây cọc ván gỗ kép thường người ta đắp đất để chống thấm. Chân tường cọc ván phải cắm sâu ít nhất là 2m. Vòng vây cọc ván gỗ kép thì khoảng cách b giữa hai tường cọc ván phụ thuộc vào chiều sâu nước mặt và chiều sâu hố móng và được xác định theo điều kiện sau:

$$b \geq (0,4 \div 0,6)H \text{ và } b \geq (0,5 \div 1,0)h_n \text{ nhưng không nhỏ hơn } 2m.$$

### 1.5.3.2. Vòng vây cọc ván thép

Vòng vây cọc ván thép được dùng khi mực nước sâu quá 5m, đất đáy sông chặt cứng hoặc đất có lẫn cuội sỏi. Vòng vây cọc ván thép có ưu điểm là khả năng chịu lực và chống thấm nước tốt. Khi chiều sâu mực nước từ 4 ÷ 6m thường làm vòng vây theo hình dạng mặt bằng đáy móng, nhưng có kích thước lớn hơn một chút để đề phòng sự sai lệch khi đóng cọc ván.

KHI MỰC NƯỚC MẶT CÓ CHIỀU SÂU TRÊN 8M, ĐỂ TĂNG ĐỘ CỨNG CHO VÒNG VÂY VÀ LỢI DỤNG ÁP LỰC NƯỚC XUNG QUANH ÁP CHẶT CÁC CỌC VÁN LẠI VỚI NHAU NGƯỜI TA THƯỜNG LÀM VÒNG VÂY CÓ DẠNG NHƯ HÌNH



**Hình 1.26** Cấu tạo vòng vây cọc ván thép

vòng vây đặt các khung ngang là các vành tròn và nó là bộ phận chịu lực chủ yếu. Các khung ngang được ghép bằng hai thép hình máng [ liên kết với nhau bằng các bản giằng. Các khung ngang được hàn vào cọc ván để giữ ổn định.

Chiều sâu đóng cọc ván căn cứ vào điều kiện ổn định của tường cọc ván và ổn định của đất, sao cho không trôi vào đáy hố móng sau khi hút nước khỏi hố móng. Trong các loại

nền đất dính kết, cát pha và cuội sỏi, thì đáy vòng vây cọc ván thấp hơn đáy hố móng ít nhất 1m. Đối với nền đất cát nhỏ và đất nhão, thì ít nhất là 2m; hơn nữa cao độ đáy vòng vây còn phụ thuộc vào đặc tính của chất đất, áp lực nước để sao cho đất không bị trôi đùn lên trong hố móng.

#### 1.5.4. Hút nước hố móng

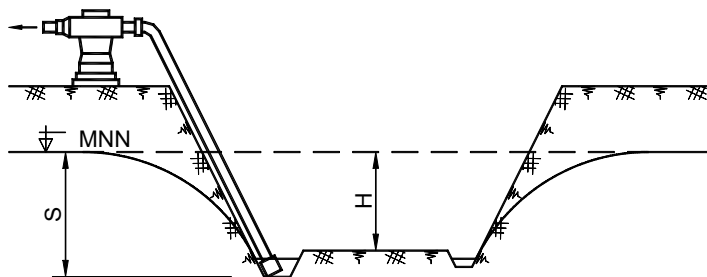
Trong quá trình đào đất cũng như để xây hoặc đổ bê tông móng được dễ dàng và đảm bảo chất lượng công trình cần phải giải quyết vấn đề hút nước khỏi hố móng. Việc chọn phương pháp hút nước còn phụ thuộc vào điều kiện địa chất, thủy văn và mức độ thấm nước nơi xây dựng móng.

##### 1.5.4.1. Hút nước lộ thiên

Với những hố móng đào trần không chống vách và nơi có nước ngầm phải hút nước lộ thiên. Biện pháp này là dùng máy bơm để hút nước trực tiếp từ hố móng rồi chuyển ra xa. Để bơm nước người ta đào một hệ thống rãnh sâu hơn đáy hố móng 0,5 ÷ 1m để tập trung nước (Hình 1.27)

Công việc hút nước tiến hành đồng thời với đào đất để làm cho đất ráo nước trước khi đào.

Khi hố móng đào đến cao độ thiết kế thì công việc bơm nước vẫn duy trì cho đến khi xây xong móng. Trong thời kỳ này, lưu lượng nước cần bơm đi có thể tính gần đúng theo công thức của loại giếng không hoàn chỉnh có đường kính lớn:



Hình 1.27 Sơ đồ bố trí hút nước lộ thiên

$$Q = \frac{\pi \cdot k(2H - S)S}{\ln R - \ln r} \quad (1.41)$$

Trong đó: R - Bán kính ảnh hưởng, xác định theo công thức Ryzakin:

$$R = 575S\sqrt{k \cdot H} \quad (1.42)$$

S - Độ sâu hạ thấp mực nước ngầm, tính từ đỉnh mực nước ngầm đến chiều sâu đáy hố móng chừng 0,5 ÷ 1m.

H - Độ dày của tầng nước ngầm.

k - Hệ số thấm của tầng đất trữ nước ngầm tra theo Bảng 1 - 10.

r - Bán kính quy đổi của hố móng.

$$r = \alpha \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (1.43)$$

F - Diện tích đáy hố móng.

$\alpha$  - Hệ số xét đến hình dạng của hố móng, khi chiều dài nhỏ hơn ba lần chiều rộng thì lấy  $\alpha = 1$ .

Bảng 1 - 10

HỆ SỐ THẤM NƯỚC k TRUNG BÌNH CỦA MỘT SỐ LOẠI ĐẤT

Loại đất	Hệ số thấm k (m/giây)
Sét và sét pha cát	$\leq 0,00001$

Cát hạt rất nhỏ có pha ít sét	0,00002 ÷ 0,00005
Cát rất nhỏ và pha sét	0,00005 ÷ 0,0001
Cát hạt nhỏ và cát hạt vừa có pha sét	0,0001 ÷ 0,001
Cát to có sỏi sạn nhỏ	0,001 ÷ 0,005
Sỏi to và sỏi vừa	0,005 ÷ 0,01

#### 1.5.4.2. Hút nước mặt và nước thấm khỏi hố móng khi có vòng vây

Khối lượng nước có thể có trong hố móng gồm: nước do mưa và nước do thấm. Lượng nước do mưa vào hố móng có thể tính theo công thức sau:

$$Q = \frac{m.F.h}{24} \quad (\text{m}^3/\text{giờ}) \quad (1.44)$$

Trong đó: F - Diện tích hố móng trong phạm vi của vòng vây (m<sup>2</sup>).

h - Lượng mưa trung bình một ngày đêm (m/ngày đêm).

m = 1 ÷ 1,5 - Hệ số xét sự tăng thêm lượng nước mưa từ các bộ phận vòng vây chảy vào hố móng.

Lượng nước thấm có thể sơ bộ xác định theo Bảng 1 - 11 hoặc theo công thức tính toán sau:

$$Q = q.k.H.L \quad (\text{m}^3/\text{giờ}) \quad (1.45)$$

Trong đó: q - Tỷ lệ lượng thấm nước, tra theo Bảng 1 - 12 hoặc Bảng 1 - 13 dựa vào sơ đồ trên hình 1.28a và 1.28b.

k - Hệ số thấm của đất (m/giây) tra theo Bảng 1 - 10.

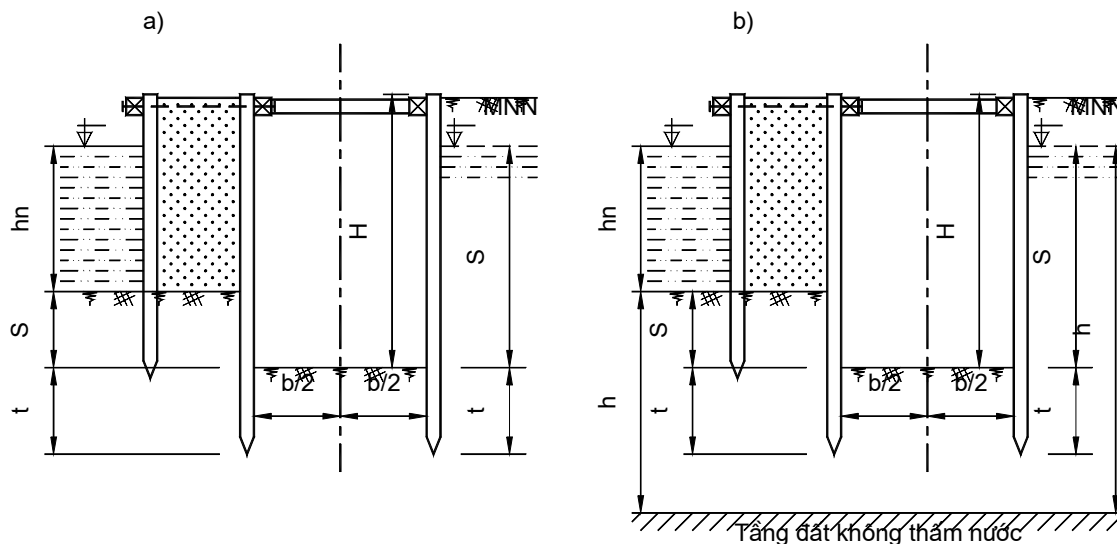
H - Chiều cao áp lực nước tính bằng m trên hình 1.28.

L - Chu vi tường cọc ván bảo vệ hố móng (m).

Bảng 1 - 11

TRỊ SỐ THAM KHẢO VỀ LƯỢNG NƯỚC THẤM

Loại đất	Nước thấm trên 1m <sup>2</sup> diện tích hố móng (m <sup>3</sup> /giờ)	Loại đất	Nước thấm trên 1m <sup>2</sup> diện tích hố móng (m <sup>3</sup> /giờ)
Cát hạt nhỏ và cát pha sét	0,05 ÷ 0,16	Cát hạt to	0,30 ÷ 0,50
Cát hạt vừa	0,10 ÷ 0,24	Đá có nứt nẻ	0,14 ÷ 0,25



**Hình 1.28** Sơ đồ để xác định tỷ lượng  $q$  trong công thức ( 1.20 )  
a) - Sơ đồ cho trị số tính toán bảng 1 - 12 ; b) - Sơ đồ cho trị số tính toán bảng 1 - 13

**Bảng 1 - 12**

TỶ LƯỢNG THẨM NƯỚC  $q$  THEO SƠ ĐỒ TRÊN HÌNH 1.28a

Quan hệ		Trị số $\frac{t}{0,5b}$											
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Trị số $\frac{S}{0,5b}$	0	1,14 4	0,95 6	0,82 2	0,74 4	0,66 7	0,62 2	0,57 8	0,54 4	0,50 0	0,46 7	0,44 4	0,42 2
	0,1	1,07 8	0,92 2	0,80 0	0,72 2	0,65 6	0,61 1	0,55 6	0,52 7	0,49 6	0,46 2	0,44 2	0,42 0
	0,2	1,02 9	0,88 2	0,78 9	0,70 0	0,63 3	0,58 9	0,54 4	0,51 1	0,49 1	0,45 9	0,44 0	0,41 8
	0,3	1,00 0	0,85 6	0,75 6	0,68 9	0,62 8	0,58 4	0,54 1	0,51 0	0,48 6	0,45 7	0,43 9	0,41 7
	0,4	0,96 2	0,83 3	0,74 4	0,67 8	0,62 2	0,57 8	0,53 9	0,50 8	0,48 1	0,45 4	0,43 8	0,41 5
	0,5	0,94 4	0,81 1	0,73 3	0,66 0	0,61 1	0,56 7	0,53 6	0,50 7	0,47 6	0,45 1	0,43 6	0,41 4
	0,6	0,91 1	0,78 9	0,71 1	0,65 6	0,60 7	0,56 0	0,53 3	0,50 6	0,47 1	0,44 9	0,43 5	0,41 2
	0,7	0,89 4	0,77 8	0,70 2	0,65 2	0,60 3	0,55 3	0,53 0	0,50 4	0,46 6	0,44 6	0,43 3	0,41 1
	0,8	0,87 8	0,76 7	0,69 2	0,64 7	0,59 8	0,54 7	0,52 8	0,50 3	0,46 1	0,44 3	0,43 2	0,40 9
	0,9	0,86 1	0,75 5	0,68 3	0,64 3	0,59 4	0,54 0	0,52 5	0,50 1	0,45 6	0,44 1	0,43 0	0,40 7
1,0	0,84 4	0,74 4	0,67 3	0,63 8	0,58 9	0,53 3	0,52 2	0,50 0	0,45 1	0,43 8	0,42 9	0,40 6	

*Bảng 1 - 13*

TỶ LƯỢNG THẨM NƯỚC q THEO SƠ ĐỒ TRÊN HÌNH 1.28b

Quan hệ		Trị số $\frac{S}{S+t}$				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Trị số $\frac{S+t}{h}$	0,1	0,989	1,033	1,078	1,144	1,322
	0,2	0,789	0,833	0,878	0,922	1,122
	0,3	0,678	0,700	0,733	0,789	0,967
	0,4	0,578	0,600	0,633	0,678	0,856
	0,5	0,489	0,511	0,556	0,600	0,771
	0,6	0,422	0,444	0,478	0,522	0,700
	0,7	0,367	0,389	0,416	0,456	0,611
	0,8	0,300	0,322	0,349	0,384	0,522
	0,9	0,233	0,256	0,267	0,300	0,411

Khi vòng vây đắp bằng đất thì lượng nước thấm qua 1m chu vi của vòng vây được xác định theo công thức:

$$q = \frac{k \cdot h_n^2}{2L} \quad (1.45)$$

Trong đó:  $h_n$  và L là chiều sâu mực nước và chiều dài đường thấm (Hình 1.24).

Khi lựa chọn máy bơm nước, căn cứ vào các yêu cầu sau:

- Năng suất máy bơm lớn hơn lượng nước cần hút theo dự kiến từ 1,5 ÷ 2 lần, phải được hút thử nghiệm hồ móng đó.
- Máy bơm phải nhỏ, gọn nhẹ và làm việc ổn định.
- Nên dùng máy bơm ly tâm.
- Để tăng hệ số hiệu dụng của máy bơm, nên dùng nhiều máy bơm năng suất nhỏ hơn là dùng ít máy bơm năng suất cao.

Nếu lượng nước hồ móng ít (dưới 50m<sup>3</sup>/giờ) có thể dùng máy bơm di động kiểu màng và kiểu tự hút với chiều cao hút nước đến 6m, và đặt trên bờ hồ móng. Nếu lượng nước cần bơm quá nhiều, nên đặt nhiều tầng máy bơm ly tâm. Các đặc trưng của một số máy bơm ly tâm ở Bảng 1 - 14.

*Bảng 1 - 14*

TÍNH NĂNG CỦA MỘT SỐ MÁY BƠM LY TÂM DI ĐỘNG

Các tính năng		Đơn vị tính	Số hiệu máy bơm			
			C - 203	C - 204	C - 247	C - 240
Năng suất		m <sup>3</sup> /giờ	24	120	35	120
Chiều cao hút nước		m	6	6	6	6
Chiều cao bơm		m	9	20	20	20
Đường kính ống dẫn	Cửa đường hút nước	mm	50	100	50	100
	Cửa đường bơm nước	mm	50	100	30	100

Công suất động cơ (Động cơ điện)		KW	1,5	8	-	-
Công suất động cơ (Động cơ đốt trong)		Mã lực	-	-	3	13
Kích thước kê cả xe goòng đỡ	Dài	mm	1000	1850	1200	1800
	Rộng	mm	550	850	550	1000
	Cao	mm	850	1200	1030	1500
Trọng lượng kê cả xe goòng và động cơ		kg	155	560	205	1050

### **1.5.5. Đào đất, vận chuyển đất và lấp đất hố móng**

#### **1.5.5.1. Các phương pháp đào đất hố móng**

Công tác đào đất hố móng, xây móng, lấp đất hố móng phải tiến hành trong thời gian ngắn, phải đảm bảo không làm phá hoại trạng thái tự nhiên của đất nền dưới đáy móng. Có thể đào đất bằng phương pháp thủ công, bằng phương pháp cơ giới, phương pháp thủy lực, hoặc kết hợp các phương pháp đó.

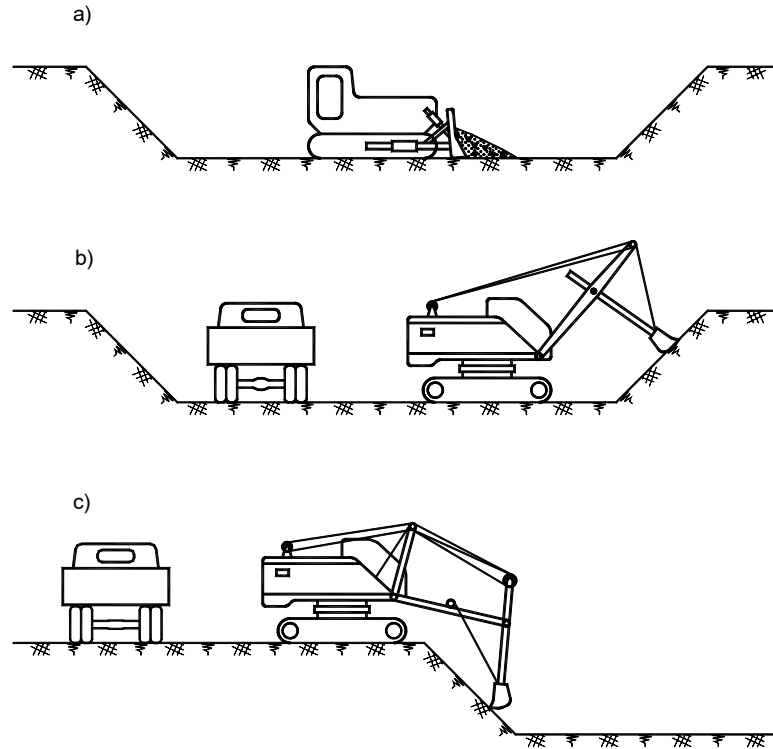
Việc lựa chọn phương pháp đào đất dựa trên các điều kiện địa chất, thủy văn nơi xây dựng móng, khả năng thiết bị thi công khác. Dưới đây sẽ trình bày về các phương pháp đào đất và phạm vi ứng dụng của chúng.

- Khi hố móng rộng và có mái dốc, đất nền có độ chặt trung bình, khô hoặc có độ ẩm bình thường. Dùng máy ủi hay máy cạp đất để đào đất hố móng. Dùng máy ủi hay máy cạp đất có lưỡi gạt để vận chuyển đất khỏi hố móng (Hình 1.29a).

- Khi hố móng rộng và có mái dốc, đất nền là đất sét chặt và đất sỏi có độ ẩm bình thường. Dùng máy xúc gầu thuận hoạt động dưới đáy hố móng để đào đất hố móng có tạo vách dốc nghiêng. Dùng ô tô tự đổ để vận chuyển đất khỏi hố móng (Hình 1.29b).

- Khi hố móng rộng và có mái dốc, đất nền ở trạng thái chặt và chặt vừa, khô hoặc rất ẩm. Dùng máy xúc gầu ngược để đào đất hố móng kết hợp với các biện pháp thoát nước hố móng. Dùng ô tô tự đổ hoặc máy ủi có lắp lưỡi gạt di chuyển trên bờ hố móng để vận chuyển đất (Hình 1.29c).





**Hình 1.29** Đào đất hố móng bằng cơ giới nơi không có nước mặt

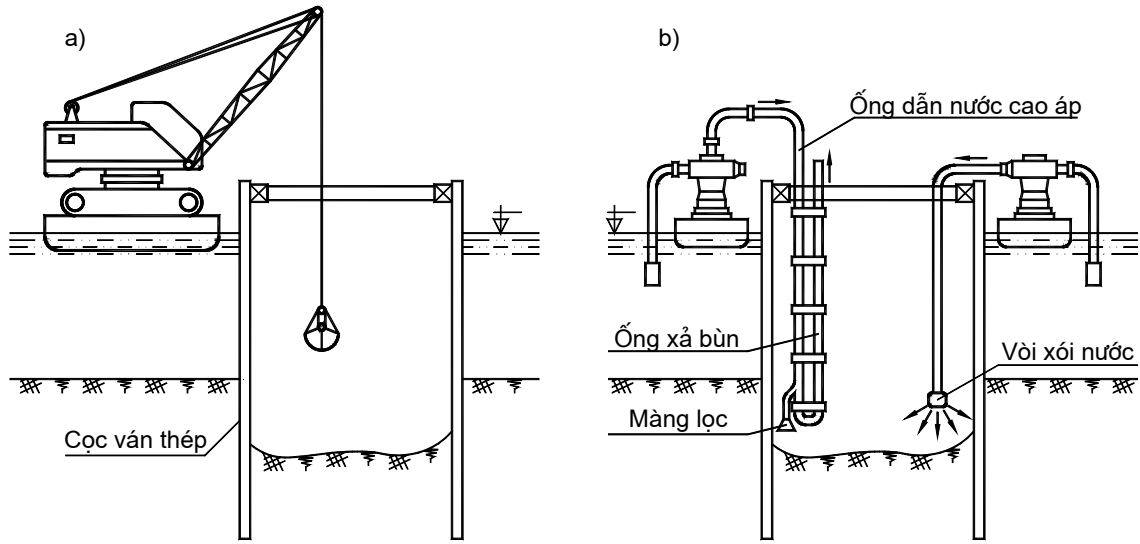
- Khi hố móng trong vòng vây cọc ván, đất nền ở trạng thái chặt vừa, dính kết yếu. Dùng máy xúc gầu ngoạm thả dây, đặt trên phao nổi để đào đất hố móng. Dùng các phương tiện nổi để vận chuyển đất khỏi hố móng hoặc đổ đất ngay ra sông bên ngoài vòng vây (Hình 1.30a).

- Khi hố móng trong vòng vây cọc ván, đất nền là đất dính kết yếu, và bị xói. Dùng máy hút bùn không khí hay máy hút bùn thủy lực để đào đất hố móng kết hợp với thoát nước. Dùng phương tiện bơm đổ đất ngay ra sông bên ngoài vòng vây (Hình 1.30b).

- Khi hố móng trong vòng vây cọc ván hay thùng chập không đáy, đất nền là đất rất chặt và đá. Dùng máy khoan cầm tay chạy bằng hơi ép để đào đất hố móng kết hợp với thoát nước. Dùng cần cẩu có móc thùng đựng đất và đổ ngay ra sông bên ngoài vòng vây.

Đào đất hố móng bằng phương pháp nào thì đất lấy từ hố móng lên phải vận chuyển đi đổ ở nơi đủ xa, sao cho không làm sụt lở thành hố móng, và không cản trở các hạng mục thi công tiếp theo. Nếu đổ đất đào ra sông cần tránh hậu quả xấu làm thu hẹp dòng chảy quá mức, tăng lưu tốc, gây xói mòn đáy sông và khu vực vòng vây đang thi công. Mặt khác nơi đổ đất không làm cản trở thông thuyền.

Việc đào và lấy đất bằng các máy ủi và máy xúc chỉ nên thực hiện đến cao độ cách đáy móng dự kiến khoảng 10 ÷ 30cm. Phần đất còn lại được đào bằng phương pháp thủ công trước khi thi công móng. Đối với trường hợp đáy hố móng là nền đá, cần đục bỏ lớp đá phong hoá, hoặc bị phá hoại trong lúc đào hố móng, sau đó phun nước rửa sạch bột đá vụn.



**Hình 1.30** Đào đất hố móng bằng cơ giới nơi có nước mặt  
a) - Đào đất bằng máy xúc gầu ngoạu ; b) - Đào đất bằng máy hút bùn thủy lực

Khi đã xây dựng móng xong, trong quá trình đắp đất lấp hố móng, cần đắp từng lớp dày không quá 20cm, và đầm chặt từng lớp đó. Hố móng của các trụ cầu giữa sông được lấp bằng đất trộn cát - đá dăm không cần đầm nén. Không dùng đất bột để lấp hố móng bất kỳ.

Trong quá trình đào đất, cần theo dõi kiểm tra tình trạng an toàn mọi mặt, và độ vững chắc ổn định của thành hố móng, vòng vây, trạng thái đất nền, tình hình thấm nước.

#### 1.5.5.2. Đào đất bằng phương pháp thủy lực

Phương pháp này sử dụng hợp lý khi nước lấp đầy hố móng, với chiều sâu ít nhất 3m. Trong suốt quá trình xói và hút nước ra khỏi hố móng, phải luôn giữ cho mức nước hố móng đủ ngập đầu ống hút, khi cần thiết phải bơm thêm nước vào hố móng. Chỉ nên dùng phương pháp xói hút để đào đất đến cách cao độ thiết kế  $0,3 \div 0,5\text{m}$ . Đất sỏi chặt và đất sét pha cát được đào bằng ống hút thủy lực và máy hút bùn. Khi xói nước làm toai đất ra để hút, áp lực của vòi phun nước phải đạt đến 9 atmôtphe, lưu lượng nước phải đạt đến  $90\text{m}^3/\text{giờ}$ . Năng suất của ống hút thủy lực vào khoảng  $6 \div 12\text{m}^3$  đất/giờ, thiết bị bơm dâng bằng khí nén vào khoảng  $2 \div 4\text{m}^3$  đất/giờ. Chiều sâu ngập trong nước của bộ phận buồng trộn được xác định trên cơ sở lượng  $1\text{m}^3$  bùn dâng lên độ cao h nhỏ nhất là 1,8m khi chiều sâu nhỏ nhất hạ buồng trộn là 1,5m; độ dâng cao h lớn nhất là 5m khi chiều sâu hạ buồng trộn đến 4,5m.

#### 1.5.6. Nghiệm thu hố móng

Khi nghiệm thu hố móng của mô trụ cầu lớn, và cầu trung. Cần kiểm tra chiều dày thực tế của lớp đất chịu lực, bằng cách khoan thăm dò sâu ít nhất 4m tính từ cao độ thiết kế của đáy móng. Nếu thấy có khả năng phát hiện nước áp lực, phải khoan thăm dò kiểm tra ngoài phạm vi hố móng. Trong trường hợp móng trên nền đá và đối với hố móng của các công trình nhỏ thì chỉ cần khoan thăm dò kiểm tra theo yêu cầu đặc biệt của ban nghiệm thu. Công tác thí nghiệm đất móng chỉ cần làm nếu thiết kế quy định, hay hội đồng nghiệm thu yêu cầu. Nội dung nghiệm thu gồm các vấn đề sau:

- Vị trí, kích thước và cao độ hố móng so với đồ án thiết kế.
- Điều kiện địa chất thực tế so với số liệu khảo sát.
- Quyết định cho phép xây dựng móng ở cao độ thiết kế hay ở cao độ khác

Các văn bản nghiệm thu hố móng được lấy làm căn cứ để sau này nghiệm thu phần xây móng. Nếu kết quả kiểm tra hố móng cho thấy có sự khác biệt nhiều giữa địa chất thực tế và đồ án, thì phải xem xét lại tài liệu thiết kế và chọn giải pháp thích hợp. Nhưng phải có đại diện của đơn vị thiết kế cùng tham gia vào việc quyết định cách tiến hành các công việc tiếp tục về sau.

### **1.5.7. Xây dựng móng**

#### **1.5.7.1. Đặt lớp đệm móng**

Khi đáy hố móng là loại đất dính (không phải là đá) cần phải đào hố móng đến cao độ cao hơn cao độ thiết kế khoảng  $0,1 \div 0,2\text{m}$ . Đến thời điểm ngay trước khi xây móng mới đào thêm, và san bằng đáy hố móng cho đúng cao độ thiết kế, bằng phương pháp đào sao cho không phá hoại cấu trúc tự nhiên của đất nền, và không làm giảm sức chịu tải của đất nền. Nếu hố móng đào bằng phương pháp thủy lực thì phải dừng ở cao độ hơn đáy móng  $0,3 \div 0,5\text{m}$ , sau đó được đào bằng thủ công.

Trường hợp đất nền là đất sét ướt, phải hút đi lớp đất nhão, rồi đầm một lớp đá dăm dày ít nhất 10cm làm lớp đệm móng. Bề mặt của lớp này không được cao hơn cao độ thiết kế của đáy móng.

Nếu đào tới cao độ đáy hố móng, và hút nước phát hiện thấy có mạch nước phun lên, cần phải tìm cách bịt lại, hoặc dẫn nước ra ngoài phạm vi móng.

Trong trường hợp đang xây móng có phát hiện nước ngầm chảy vào hố móng, phải bơm nước đó ra để cho nước không thấm vào lớp mới xây. Trong trường hợp này cần chừa sẵn các rãnh thoát nước, và hố tụ nước ở sát vòng vây ngăn nước, và ngoài phạm vi móng.

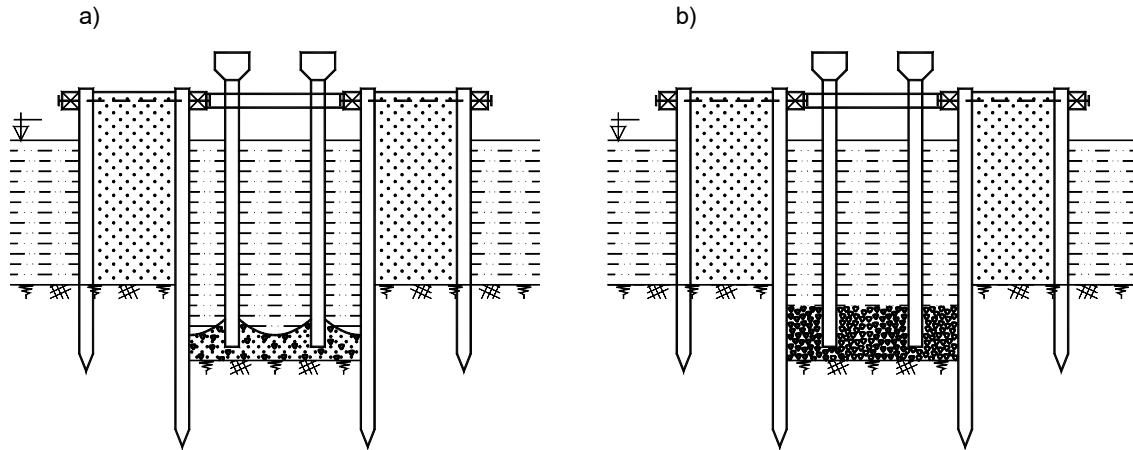
Trong trường hợp bất lợi nhất là khi dòng nước ngầm chảy vào mạnh, nếu hút được nước thì cả vữa cũng bị hút theo, và đất hố móng bị ùn lên, khi đó phải đổ lớp đệm móng bằng bê tông đổ dưới nước. Phương pháp đổ bê tông dưới nước thường theo hai phương pháp sau:

- Khi khối lượng bê tông ít, nước không sâu lắm thì áp dụng phương pháp dùng bao tải. Theo phương pháp này, bê tông phải có mác cao hơn mác yêu cầu 10% và phải có độ sụt  $16 \div 20\text{cm}$ . Bê tông được cho vào bao tải và buộc bằng dây thừng (nút buộc phải dùng loại dễ tháo). Hạ nhẹ nhàng bao tải gần sát đáy hố móng, đứng trên bờ kéo dây tháo nút mở ra cho bê tông tụt xuống. Đổ nhiều bao tải cùng một lúc, hết đợt này đến đợt khác nhưng phải tiến hành hết sức nhẹ nhàng, tránh xáo động. Kinh nghiệm cho thấy đối với hố móng nhỏ, đổ bê tông dưới nước theo phương pháp này vẫn hoàn toàn bảo đảm yêu cầu về cường độ.

- Trong trường hợp nước tương đối sâu và khối lượng bê tông cần đổ tương đối nhiều thì người ta dùng phương pháp ống dịch chuyển thẳng đứng; ống thẳng đứng bằng thép có đường kính  $250 \div 300\text{mm}$ , vỏ dày  $4 \div 5\text{mm}$ , ống được ghép với nhau từng đoạn dài  $1 \div 2\text{m}$ . Phía trên, ống được nối với thùng hình phễu để chứa bê tông. Ống có thể được treo bằng cần trục hoặc trên hệ thống dàn có thể nâng hạ dễ dàng.

Trình tự đổ bê tông theo phương pháp này như sau: Đầu tiên dùng một nút bằng gỗ hoặc bao tải cuộn chặt để nút ống (Hình 1.31a). Nút này được giữ bằng một dây ròng ngược. Khi đổ bê tông vào phễu, nút bị đẩy dần xuống dưới, nhấc ống lên khỏi đáy móng chừng  $0,2 \div 0,3\text{m}$  thì nút sẽ bật ra và bê tông tràn ra ngoài. Vừa tiếp tục đổ bê tông vừa nhấc dần ống lên nhưng luôn phải bảo đảm chân ống cắm vào lớp bê tông khoảng  $0,8 \div 1,5\text{m}$ . Theo phương pháp này thì chỉ có lớp bê tông đầu tiên là tiếp xúc với nước còn những phần bê tông đổ tiếp theo thì được lớp bê tông trên bọc kín.

Bán kính hoạt động của mỗi ống khoảng  $3 \div 4,5\text{m}$ . Vì vậy tùy theo diện tích hố móng mà tính được số ống đổ bê tông cho thích hợp.



**Hình 1.31** Sơ đồ đổ bê tông dưới nước

- a) - Đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp ống dịch chuyển thẳng đứng  
 b) - Đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp phun vữa (vữa dâng)

Khi dùng phương pháp phun vữa thì cũng bố trí ống thẳng đứng như phương pháp trên rồi xếp xếp đá sỏi xung quanh sau đó phun vữa xi măng - cát để lấp lỗ rỗng (Hình 1.31b) tạo thành khối liền. Phương pháp này còn gọi là phương pháp vữa dâng.

Giữa lớp bê tông bọt đáy đổ dưới nước nêu ở trên và tường cọc ván cần có lớp đệm cách ly, để sau này khi thi công xong có thể dễ dàng nhổ cọc ván. Chiều dày lớp bê tông bọt đáy này được xác định theo điều kiện cân bằng của trọng lượng nó với áp lực thủy tĩnh thẳng đứng có xét đến hệ số vượt tải 1,1, nhưng ít nhất phải dày 1m. Để cho bê tông chóng ninh kết người ta thường dùng một số chất phụ gia.

Phải đổ lớp bê tông bọt đáy đến cao độ cao hơn  $10 \div 15\text{cm}$  so với cao độ tính toán. Vì sau khi đổ bê tông dưới nước xong, đợi cho bê tông đông cứng và đạt khoảng 50% cường độ thiết kế, thì tiến hành hút nước trong hố móng và phá bỏ lớp mặt bên trên  $10 \div 15\text{cm}$  vì lớp bê tông này chất lượng xấu.

#### 1.5.7.2. Thi công bệ móng

Móng của mố trụ cầu thường được làm bằng vật liệu sau: xây đá vôi đá tự nhiên có cường độ thấp nhất  $400\text{kg/cm}^2$ , bê tông, bê tông độn đá hộc và bê tông cốt thép. Về các yêu cầu cụ thể và quy cách thi công các loại kết cấu này sẽ được trình bày cụ thể trong giáo trình môn “Xây dựng cầu”.

Công tác xây dựng móng phải được tiến hành ngay sau khi nạo vét hố móng đến cao độ thiết kế và ký kết các văn bản nghiệm thu.

Trong quá trình xây dựng móng, các bộ phận chống đỡ được tháo ra dần và thay bằng những thanh chống ngắn một đầu tỳ vào phần móng đã xây xong, hoặc thay bằng cách lấp đất dần và đầm chặt. Ở thời điểm đó khối xây của móng phải đạt ít nhất cường độ  $50\text{kg/cm}^2$ .

Độ sai lệch vị trí tim móng so với thiết kế không được lớn hơn  $\pm 25\text{mm}$ . Sai số về kích thước trên mặt bằng và về cao độ không được lớn hơn  $\pm 50\text{mm}$ .

### Câu hỏi ôn tập

1. Trình bày phương pháp xác định chiều sâu đặt móng và các kích thước cơ bản của móng nông.
2. Tại sao khi tính toán thiết kế móng nông phải theo hai trạng thái giới hạn. Điểm khác nhau cơ bản khi tính toán theo hai trạng thái giới hạn là gì?
3. Trình bày nội dung tính toán ứng suất của đất nền ngay dưới đáy móng trong các trường hợp:
  - Khi  $e \leq \rho$ .
  - Khi  $e > \rho$ .
  - Khi dưới đáy móng có tầng đất yếu cách đáy móng một độ sâu  $z$ .
4. Cường độ tính toán nén dọc của nền dưới đáy móng là đất và đá được xác định như thế nào? Các điều kiện khi kiểm toán cường độ của đất nền dưới đáy móng theo trạng thái giới hạn thứ nhất.
5. Tại sao phải tính lún cho móng? Theo quy trình 22TCN 18 - 79 quy định khi tính toán độ lún của nền móng mô trụ cầu như thế nào?
6. Tại sao phải kiểm tra độ lệch tâm của hợp lực tác dụng lên đáy móng? Theo quy trình 22TCN 18 - 79 quy định khi tính toán vấn đề này như thế nào?
7. Thiết lập công thức tính ổn định chống lật và chống trượt cho móng. Các điều kiện kiểm toán về độ ổn định chống lật và chống trượt.
8. Trình bày phương pháp tính toán ổn định chống trượt sâu của móng.
9. Trình bày điều kiện sử dụng và cấu tạo của kết cấu chống vách hố móng bằng ván lát.
10. Trình bày điều kiện sử dụng và các quy định về thi công chống vách hố móng bằng cọc ván gỗ và cọc ván thép.
11. Nội dung tính toán kết cấu chống vách hố móng bằng ván lát.
12. Nội dung tính toán kết cấu chống vách hố móng bằng tường cọc ván có một tầng chống ngang.
13. Thiết lập công thức tính độ cắm sâu của tường cọc ván theo yêu cầu về dòng thấm.
14. Trình bày các yêu cầu chung và điều kiện sử dụng, cấu tạo, một số tính toán của các loại vòng vây ngăn nước.
15. Trình bày nội dung các tính toán lượng nước thấm vào hố móng và bố trí máy bơm hút nước hố móng.
16. Trình bày phương pháp đào đất, vận chuyển và lấp đất hố móng.
17. Trình bày nội dung về công tác nghiệm thu hố móng.

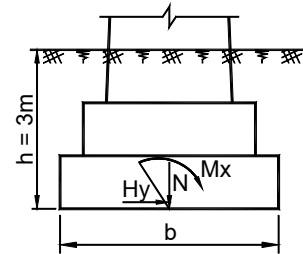
18. Tại sao phải đặt lớp đệm móng? Các phương pháp thi công trước khi đặt lớp đệm móng.
19. Trình bày nội dung công tác thi công bê tông dưới nước khi đổ lớp bê tông bịt đáy. Các yêu cầu cơ bản về thi công và tính toán.

### Bài tập

1 - Cho móng một trụ cầu trên hình 1.32. Tiết diện đáy móng là hình chữ nhật có kích thước:  $a = 9,5\text{m}$  và  $b = 3,3\text{m}$ . Móng được đặt trên nền cát hạt vừa ở trạng thái chặt bão hòa nước có dung trọng  $\gamma = 1,85\text{T/m}^3$ . Biết tải trọng tính toán trong tổ hợp tải trọng phụ theo phương dọc cầu tại trọng tâm đáy móng là:

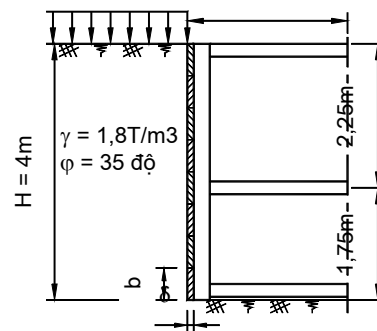
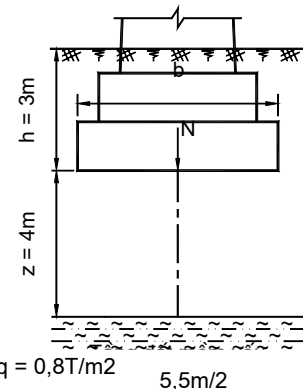
$$N = 650 \text{ Tấn}; H_y = 85 \text{ Tấn}; M_x = 380\text{Tm}.$$

HÃY TÍNH DUYỆT VỀ CƯỜNG ĐỘ CỦA ĐẤT NỀN VÀ ỔN ĐỊNH VỊ TRÍ CỦA MÓNG.



Hình 1.32

2 - Cho móng một trụ cầu trên hình 1.33. Tiết diện đáy móng là hình chữ nhật có kích thước:  $a = 8,8\text{m}$  và  $b = 3,2\text{m}$ . Móng được đặt trên nền sét pha cát có dung trọng  $\gamma = 1,75\text{T/m}^3$ , độ sệt  $B = 0,2$ , chỉ số dẻo  $\Phi = 12$ , hệ số rỗng  $\epsilon = 0,5$ . Biết tải trọng tính toán thẳng đứng tại trọng tâm đáy móng là:  $N = 605 \text{ Tấn}$ . Cách đáy móng  $4\text{m}$  có tầng đất yếu có cường độ tính toán là:  $R = 2,5\text{kG/cm}^2$ . Hãy tính duyệt về cường độ của đất nền dưới đáy móng và trên đỉnh tầng đất yếu.



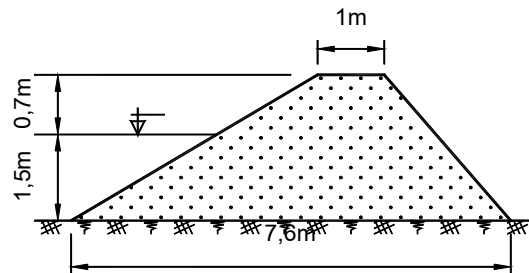
Hình 1.34

3 - Tính duyệt kết cấu chống hồ móng cho trên hình 1.34. Biết:

- Đất vách hồ móng có dung trọng  $\gamma = 1,8\text{T/m}^3$ , góc ma sát trong  $\varphi = 35^\circ$ .

- Mặt đất thiên nhiên bờ hồ móng chịu một tải trọng phân bố đều  $q = 0,8\text{T/m}^2$ .

- Kết cấu chống hồ móng bằng gỗ có cường độ tính toán:  $R_u = 120\text{kG/cm}^2$ ;  $R_n = 100\text{kG/cm}^2$ . Ván lát ngang có tiết diện  $b \times \delta = 20 \times 5\text{cm}$ . Nẹp đứng có tiết diện:  $15 \times 15\text{cm}$ , đặt cách nhau  $1,2\text{m}$ . Thanh chống ngang có tiết diện  $15 \times 15\text{cm}$

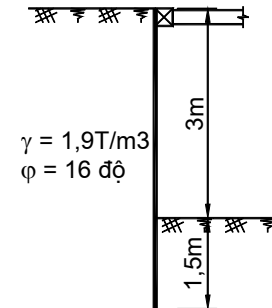


4 - Tính ổn định của vòng vây bằng đất cho trên hình 1.35. Biết: Đất đắp vòng vây có dung trọng đầy nổi  $\gamma_{dn} = 1,08T/m^3$ . Tốc độ dòng nước 1m/s, hệ số ma sát giữa vòng vây và đáy sông là  $f = 0,3$ .

Hình 1.35

6 - Tính lượng nước thấm và bố trí máy bơm hút nước cho hố móng chống vách bằng tường cọc ván theo sơ đồ hình 1.28a. Biết:

- Đất vách hố móng là cát hạt nhỏ có hệ số thấm  $k = 0,0001m/s$ .
- Hố móng có chiều rộng là  $b = 5m$  và chiều dài 20m.
- Chiều sâu  $H = 4,5m$  ;  $S = 3m$  ;  $t = 2m$ .



Hình 1.36

MÔN HỌC: NỀN VÀ MÓNG  
BÀI SỐ : 1

Thiết kế kỹ thuật và thiết kế thi công móng nông cho một trụ cầu. Với các điều kiện sau: (Cho cụ thể bằng số liệu của mỗi học viên).

1 - Biết tải trọng tác dụng trong các tổ hợp tải trọng tính đến mặt đất đáy sông.

- Tổ hợp tải trọng cơ bản.

+ Tải trọng tính toán:  $N_{tt}$  ;  $M_x^{tt}$  ;  $M_y^{tt}$

+ Tải trọng tính tiêu chuẩn:  $N_{tc}$  ;  $M_x^{tc}$  ;  $M_y^{tc}$

- Tổ hợp tải trọng bổ sung.

Theo phương dọc cầu trục Oy.

+ Tải trọng tính toán:  $N_{tt}$  ;  $H_y^{tt}$  ;  $M_x^{tt}$

+ Tải trọng tiêu chuẩn:  $N_{tc}$  ;  $H_y^{tc}$  ;  $M_x^{tc}$

Theo phương ngang cầu trục Ox.

+ Tải trọng tính toán:  $N_{tt}$  ;  $H_x^{tt}$  ;  $M_y^{tt}$

+ Tải trọng tiêu chuẩn:  $N_{tc}$  ;  $H_x^{tc}$  ;  $M_y^{tc}$

2 - Mặt cắt ngang thân trụ theo một trong hai kiểu. Với các dữ liệu về kích thước tiết diện ngang là: B và a hoặc B và d.

3 - Địa chất đáy sông nơi xây dựng trụ gồm hai lớp:

Lớp trên là đất cát hạt vừa chiều dày  $h_1$  có  $\gamma = 1,9T/m^3$  ;  $\Delta = 2,64$  ;  $\varphi = 32^0$

$\varepsilon = 0,6$  ;  $E = 300kG/cm^2$ .

Lớp dưới là đất sét pha có  $\gamma = 1,85T/m^3$  ;  $\Delta = 2,62$  ;  $\varphi = 16^0$ ;

$C = 0,12kG/cm^2$  ;  $\varepsilon = 0,55$  ;  $\Phi = 12$  ;  $B = 0,15$  ;  $E = 240kG/cm^2$ .

4 - Mức nước sông tại vị trí xây dựng là :  $h_n$

5 - Kết cấu phụ cho thi công dùng bằng gỗ, thép hoặc kết hợp gỗ thép tự chọn.

- Gỗ nhóm VI có cường độ tính toán như sau: Uốn tĩnh :  $R_u = 120kG/cm^2$  ; Nén dọc thớ  $R_n = 120kG/cm^2$  ; Kéo dọc thớ  $R_k = 100kG/cm^2$  ; Ép ngang thớ toàn bộ  $R_e^{90} = 24kG/cm^2$  ; Ép ngang thớ cục bộ  $R_{em}^{90} = 38kG/cm^2$  ; Cắt dọc thớ  $R_c = 19kG/cm^2$  ; Cắt ngang thớ  $R_c^{90} = 9,5kG/cm^2$  ; Môđun đàn hồi :  $E = 10^5KG/cm^2$ .

- Thép CT3 có cường độ tính toán :  $R = 2100kG/cm^2$  ;  $E = 2,1.10^6kG/cm^2$ .

YÊU CẦU HOÀN THÀNH

BẢN THUYẾT MINH TRÊN KHỔ GIẤY A4 ĐẶT DỌC GỒM: CÁC LỜI GIỚI THIỆU, NHIỆM VỤ BÀI TẬP LỚN THEO SỐ LIỆU CỦA MÌNH, LỰA CHỌN KÍCH THƯỚC MÓNG VÀ TÍNH DUYỆT MÓNG THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN, LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG MÓNG, THUYẾT MINH KỸ THUẬT VÀ TRÌNH TỰ THI CÔNG MÓNG, TÍNH TOÁN CÁC KẾT CẤU PHỤ TRỢ CHO THI CÔNG MÓNG.



## CHƯƠNG 2

### Móng cọc

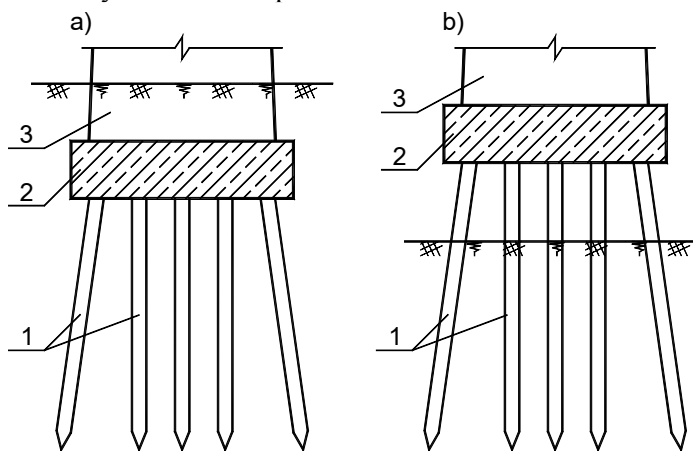
#### 2.1. Khái niệm chung về móng cọc

Móng cọc là loại móng dùng cọc để truyền tải trọng bên trên xuống tầng đất sâu của nền. Được sử dụng khi lớp đất trên là đất yếu còn các lớp đất tốt ở dưới sâu từ 6m trở lên.

Móng cọc có cấu tạo như trên hình 2.1 gồm có bộ cọc (đài cọc) và cọc.

Bộ cọc có tác dụng để liên kết các cọc lại và truyền tải trọng từ bên trên xuống cho các cọc chịu. Cọc là nhiệm vụ truyền tải trọng xuống cho đất chịu.

Tùy theo vị trí của bộ cọc mà được phân ra thành móng cọc bộ thấp (Hình 2.1a) khi có bộ cọc thấp hơn mặt đất một độ sâu nhất định để áp lực ngang của đất cân bằng với tải trọng ngang tác dụng từ công trình truyền xuống. Móng cọc bộ cao (Hình 2.1b) khi đáy bộ thông thường ở cao hơn mặt đất.



**Hình 2.1** Sơ đồ cấu tạo móng cọc

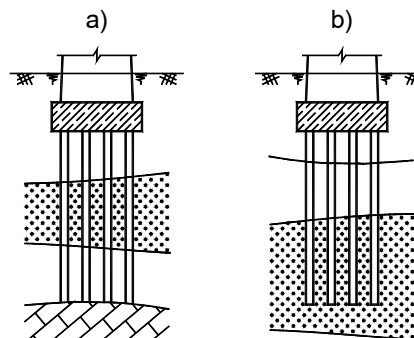
a) - Móng cọc bộ thấp ; b) - Móng cọc bộ cao

1 - Cọc ; 2 - Bộ cọc ; 3 - Công trình

Sự làm việc của cọc (sức chịu tải của cọc) nhờ vào hai thành phần  $P_\tau$  là ma sát của đất trên thân cọc và  $P_\sigma$  là sức kháng của đất nền dưới mũi cọc. Sức chịu của cọc có thể biểu thị bằng biểu thức ( $P_{Coc} = P_\tau + P_\sigma$ ) cho nên về mặt chịu lực cọc được chia làm hai loại:

- Cọc chống khi đó sức chịu của cọc chủ yếu nhờ vào sức kháng của đất dưới mũi cọc ( $P_\sigma \gg P_\tau$ ). Trong trường hợp này khi mũi cọc tựa trên nền cứng (Hình 2.2a).

- Cọc ma sát (còn gọi là cọc treo) khi đó sức chịu của cọc chủ yếu nhờ vào ma sát của đất trên thân cọc ( $P_\tau \gg P_\sigma$ ). Trong trường hợp này thì cọc chỉ đi qua những lớp đất thông thường (Hình 2.2b).



**Hình 2.2** Cọc chống và cọc ma sát

a) - Cọc chống ; b) - Cọc ma sát

So với các loại móng khác thì móng cọc có nhiều ưu điểm rõ rệt như: khả năng chịu được tải trọng lớn vì có thể đóng được cọc xuống các tầng đất sâu của nền, giảm được khối lượng thi công đất, tiết kiệm được vật liệu, có thể cơ giới hoá việc thi công dễ dàng v.v... Chính nhờ những ưu điểm nổi bật này mà móng cọc là loại

móng được dùng phổ biến hiện nay trong xây dựng. Mặt khác cùng với sự tiến bộ của khoa học - công nghệ mà ngày nay móng cọc càng được hoàn thiện cả về lý thuyết tính toán cũng như công nghệ thi công.

## **2.2. Các loại cọc dùng trong móng cọc**

Hiện nay có nhiều cách phân loại cọc: theo vật liệu làm cọc, theo tiết diện cọc, theo phương pháp hạ cọc. Sau đây sẽ giới thiệu các loại cọc theo vật liệu làm cọc và liên quan đến phương pháp hạ cọc.

### **2.2.1. Cọc gỗ**

Cọc gỗ hiện nay được dùng trong các công trình nhỏ hoặc công trình tạm thời chịu tải trọng nhẹ.

Cọc gỗ có ưu điểm là nhẹ, vận chuyển dễ dàng, chế tạo tương đối đơn giản. Tuy nhiên gỗ có nhược điểm là sức chịu tải không lớn, dễ bị hà và mục phá hoại nhất là chỗ nằm ở mực nước thường xuyên thay đổi, chiều dài và tiết diện bị hạn chế. Nếu có được phòng mục tốt trước khi dùng và có điều kiện để cho toàn bộ cọc gỗ luôn nằm dưới mực nước ngầm thì thời gian sử dụng khá lâu, có khi đến hàng trăm năm.

#### **2.2.1.1. Yêu cầu chất lượng gỗ làm cọc**

Gỗ để làm móng cọc cho móng, trụ cầu thường là loại gỗ dẻ, thông, muồng, tràm v.v... Cây gỗ để làm cọc phải thẳng, độ cong một chiều của cây gỗ không được vượt quá 1% chiều dài. Không được dùng các cây gỗ có độ cong hai chiều.

Đường kính thân cây gỗ thay đổi không vượt quá 1cm trên 1m dài. Thường dùng gỗ có đường kính 20 ÷ 32cm làm cọc. Đường kính thân cây gỗ ở đầu ngọn không nhỏ hơn 18cm. Cây gỗ phải rắn và không có tật. Đối với loại cọc đóng làm dàn giáo, với chiều dài tự do không lớn phải dùng gỗ nhóm 3. Các cọc gỗ định vị khung dẫn hướng để đóng cọc khác, cần ưu tiên chọn các cọc gỗ tốt.

#### **2.2.1.2. Sản xuất cọc**

Cọc gỗ có hai dạng: cọc đơn (làm bằng một cây gỗ), và cọc tổ hợp (ghép từ 3 ÷ 4 cây gỗ). Thân cây gỗ làm cọc được chặt hết cành, mấu, rễ và róc vỏ. Nên sản xuất cọc có chiều dài lớn hơn chiều dài thiết kế khoảng 0,2 ÷ 0,5m, để sau này cắt bỏ phần đầu cọc bị toè trong lúc đóng.

Đầu trên của cọc được cắt phẳng và vuông góc với trục dọc thân cọc và được gọt nhỏ bớt để đủ lồng đai thép, giữ đầu cọc khỏi nứt vỡ. Vòng đai này bằng thép bản, mặt cắt khoảng 50 × 12mm đến 100 × 20mm (Hình 2.3 a và b). Trường hợp đóng cọc bằng búa có kèm theo chụp đầu cọc, thì không cần làm đai thép đầu cọc.

Mũi cọc được đẽo vát thành hình chóp 3 hay 4 mặt (Hình 2.3a và b), mũi nhọn nằm đúng trên trục dọc cọc. Chiều dài đoạn đẽo vát nhọn lấy tùy theo độ chặt của đất nền thường bằng 1,5 đến 2 lần đường kính đầu dưới cọc. Để tránh mũi cọc bị dập nát khi đóng, phải đẽo từ đầu mũi cọc trên một đoạn dài 10cm. Trường hợp đất nền rắn chắc có thể làm vỏ chụp thép đầu mũi cọc (Hình 2.3b).

Khi cần thiết có thể nối hai cây gỗ để làm cọc cho đủ dài. Tại chỗ nối đường kính của hai đoạn nối phải bằng nhau, và không nhỏ hơn 20cm. Mặt phẳng khe nối phải thật phẳng, và vuông góc với trục dọc cọc. Liên kết mỗi nối cọc thường dùng hai kiểu: Kiểu lập lách (Hình 2.3c) và kiểu vòng đai (Hình 2.3d).

Vị trí mỗi nối cọc phải theo các yêu cầu sau:

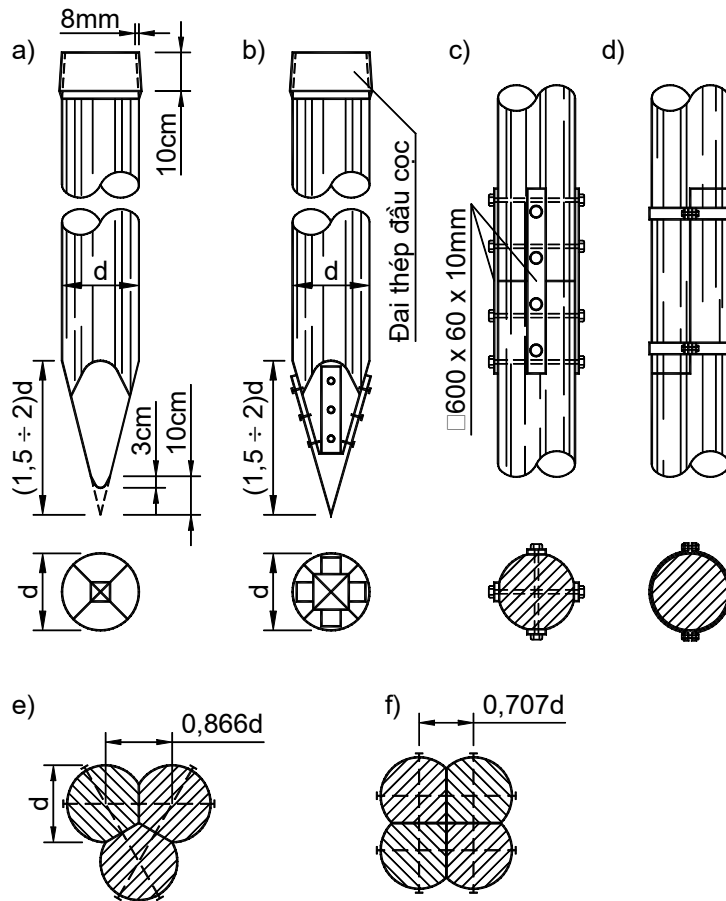
- Vị trí mỗi nối phải ngập sâu trong đất ít nhất là 2m.

- Độ chênh cao độ của các mối nối của hai cọc gần nhau trong nhóm cọc ít nhất là 0,75m.

- Trong một mố hay trụ, số mối nối cọc trên cùng một cao độ không được lớn hơn 25% tổng số cọc trong bệ móng.

Các cọc gỗ tổ hợp (bó cọc) có tiết diện như hình 2.3e và 2.3f có thể làm dài đến 25m, ghép từ 3 đến 4 cây gỗ bằng liên kết kiểu lập lách và bu lông  $\Phi 19 \div 25\text{mm}$  đặt cách nhau  $0,5 \div 1\text{m}$ , trên đoạn gần đầu cọc và đoạn gần mũi cọc thì cự ly bu lông sát gần nhau hơn  $0,3 \div 0,5\text{m}$ . Các mối nối riêng của các cọc trong bó cọc cần so le nhau ít nhất 1,5m, và không gần nhau 6 lần đường kính. Sau khi ghép thành cọc tổ hợp, mới vát nhọn mũi cọc, và lắp vỏ thép chụp mũi cọc. Đầu cọc tổ hợp cũng lồng vành đai chung bằng thép. Bảng 2 - 1 cho các đặc trưng mặt cắt cọc tổ hợp.

Khi sản xuất các loại cọc gỗ, phải bảo đảm sai số kích thước không lớn hơn quy định của Bảng 2 - 2.

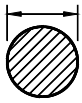
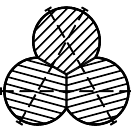
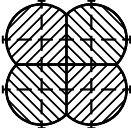


Hình 2.3 Cấu tạo cọc gỗ

Bảng 2 - 1

CÁC ĐẶC TRƯNG MẶT CẮT CỌC GỖ TỔ HỢP

Loại tiết diện	Diện tích tiết diện F (cm <sup>2</sup> )	Mômen quán tính I (cm <sup>4</sup> )	Môđun kháng uốn W (cm <sup>3</sup> )	Bán kính quán tính $\rho = \sqrt{\frac{I}{F}}$	Chiều dài tự do tính toán lớn nhất	Chu vi cọc
----------------	--	--------------------------------------	--------------------------------------	--	------------------------------------	------------

	$0,78540d^2$	$0,049087d^4$	$0,098175d^3$	$0,25000d$	$30d$	$3,14159d$
	$2,22032d^2$	$0,39230d^4$	$0,46665d^3$	$0,42034d$	$48d$	$6,28319d$
	$2,57080d^2$	$0,66963d^4$	$0,74025d^3$	$0,45230d$	$54d$	$6,28319d$

*Bảng 2 - 2*  
SAI SỐ CHO PHÉP CỦA KÍCH THƯỚC CỌC GỖ

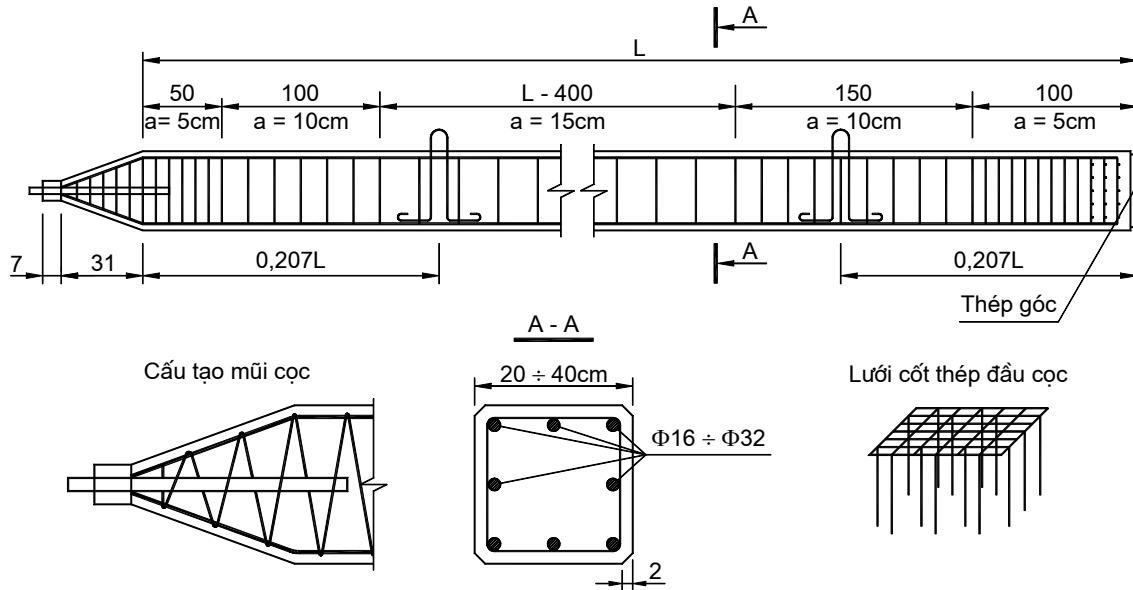
	<b>Sai số cho phép mm</b>
Đường kính đầu trên cọc	- 20
Chiều dài mũi cọc đẽo vát	$\pm 30$
Độ lệch tâm của mũi cọc so với trục dọc thân cọc	+ 10
Độ nghiêng của mặt phẳng đầu cọc và khe nối so với mặt phẳng vuông góc với trục dọc thân cọc	$\leq 1\%$

### 2.2.2. Cọc bê tông cốt thép

Cọc bê tông cốt thép là loại cọc được dùng phổ biến nhất hiện nay. So với cọc gỗ thì cọc bê tông cốt thép có nhiều ưu điểm nổi bật là: Khả năng chịu tải trọng lớn, tiết diện và chiều dài không bị hạn chế có thể chế tạo theo ý muốn, trong quá trình thi công có thể sử dụng cơ giới hoá được, nên chất lượng đảm bảo, điều kiện áp dụng không phụ thuộc vào tình hình nước ngầm (tuy nhiên khi dùng cọc ở nơi nước mặn cần phải chú ý đến hiện tượng ăn mòn cốt thép trong cọc. Hiện nay khắc phục hiện tượng này bằng cách quét một lớp chống thấm xung quanh cọc hoặc thêm các chất phụ gia chống ăn mòn khi chế tạo bê tông v.v...).

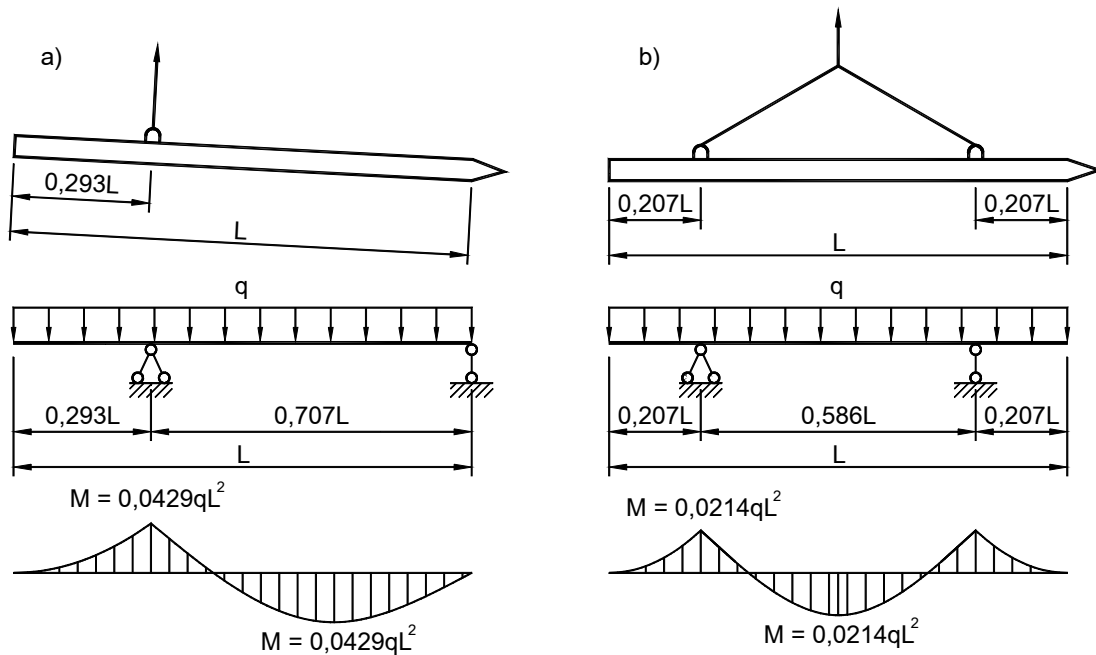
Tiết diện ngang của cọc đặc bê tông cốt thép thường dùng là: hình vuông, hình chữ nhật, hình tròn. Cốt thép trong cọc có hai loại là cốt thép dọc và cốt thép đai. Cốt thép dọc thường dùng loại: CT3 hoặc CT5 gồm 4 hoặc 8 thanh có đường kính  $\Phi 16 \div \Phi 32$ mm. Cốt thép đai có hai loại: cốt đai vòng rời hoặc cốt đai xoắn lò xo, thép dùng loại CT3 có đường kính  $\Phi 6 \div \Phi 8$ mm. Cốt thép đai ở hai đầu bố trí dày với bước là  $5 \div 10$ cm, đoạn giữa bố trí thưa hơn với bước là  $15 \div 20$ cm. Ở đầu cọc có bố trí một số lưới cốt thép tăng cường có đường

kính  $\Phi 6\text{mm}$ , kích thước ô lưới là  $5 \times 5\text{cm}$ . Ở đầu mũi cọc cốt thép dọc được bó lại thành đai thép. Khi vận chuyển để tránh cho cọc bị nứt cần bố trí hai móc treo cách đầu và mũi cọc một khoảng cách  $\frac{\sqrt{2}-1}{2}L = 0,207L$  (Hình 2.4). Khi cầu ở một điểm để lắp cọc vào giá búa thì vị trí móc treo cách đầu cọc là  $\frac{2-\sqrt{2}}{2}L = 0,293L$  (Hình 2.5a) Trong đó  $L$  là chiều dài cọc.



**Hình 2.4** Cấu tạo cọc bê tông cốt thép

Nhược điểm chính của cọc bê tông cốt thép là: trọng lượng quá lớn, cồng kềnh, gây khó khăn cho công tác vận chuyển và hạ cọc. Mặt khác chính do trọng lượng bản thân quá lớn cho nên cần phải có khối lượng cốt thép lớn để phù hợp với sơ đồ chịu lực trong quá trình vận chuyển và treo cọc, mà lượng cốt thép này sẽ không cần nhiều khi cọc đã ở trong móng, tức là công trình trên móng đã được sử dụng. Kinh nghiệm thực tế cho thấy rằng trong quá trình thi công cọc, hiện tượng nứt cọc (với khe nứt  $0,2 \div 0,25\text{mm}$ ) là hiện tượng thường hay xảy ra, ngay cả trong những trường hợp đã dùng nhiều cốt thép. Để nâng cao tính ổn định chống nứt và tiết kiệm thép người ta thường dùng cọc bê tông cốt thép dự ứng lực.



**Hình 2.5** Quy định về vị trí nâng, hạ cọc  
a) - Khi cầu ở một điểm ; b) - Khi cầu ở hai điểm

Bê tông dùng làm cọc có mác thấp nhất là 300 đối với bê tông cốt thép thường và mác 400 cho bê tông cốt thép dự ứng lực đối với móng cọc bê tông cao và 300 đối với móng cọc bê tông thấp.

Bảng 2 - 3 cho đặc trưng cọc BTCT dùng cho móng mô trụ cầu.

Bảng 2 - 3

**CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP MẶT CẮT ĐẶC**

Loại cọc	Mặt cắt ( cm )	Chiều dài cọc ( m )						
		5	8	12	13	15	16	20
		Trọng lượng ( Tấn )						
Cọc BTCT thường	30 × 30	1,20	1,84	2,74	-	-	-	-
	35 × 35	-	2,50	3,71	4,03	4,95	-	-
	40 × 40	-	-	-	5,28	6,45	-	-
Cọc BTCT dự ứng lực	30 × 30	1,20	1,84	2,74	2,96	3,41	-	-
	35 × 35	-	2,50	3,71	4,03	4,61	4,95	6,13
	40 × 40	-	-	-	-	-	6,45	8,04

**2.2.3. Cọc thép**

Các loại cọc thép dùng trong xây dựng cầu gồm: cọc ống thép, cọc ray, cọc ghép bằng các thép hình I, [. Nói chung chỉ dùng cọc thép trong các trường hợp hãn hữu như chịu tải trọng ngang lớn hoặc khi đóng sâu 15 ÷ 20m vào đất sỏi sạn.

- Cọc ống thép: làm bằng thép ống có đường kính  $D = 250 \div 600\text{mm}$ , chiều dày thành ống  $\delta = 8 \div 14\text{mm}$ . Khi cần đóng các loại cọc dài, có thể sản xuất từng đoạn cọc, có chiều dài phù hợp với khả năng vận chuyển và cầu lắp, sau đó nối ghép các đoạn cọc trước hoặc trong lúc đóng cọc. Mỗi nối các đoạn cọc có các bản thép nối ở bên ngoài và mỗi hàn điện tại công

trường. Đối với các cọc thép ống có  $D < 450\text{mm}$  có thể bịt mũi cọc bằng vỏ thép hình nón hàn từ thép bản.

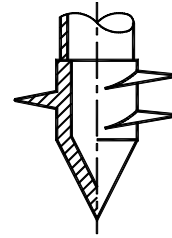
- Cọc ray: được làm từ các ray cũ, dưới dạng cọc đơn, hoặc cọc tổ hợp với liên kết hàn ghép.

- Cọc thép hình: thường ghép từ các thép hình I hoặc [. Mỗi nối cọc dùng liên kết bu lông hoặc liên kết hàn.

#### 2.2.4. Loại cọc hạ bằng phương pháp xoắn (cọc xoắn hay cọc vít)

Cọc xoắn (cọc vít) là loại cọc được hạ vào trong đất nhờ một thiết bị đặc biệt tạo ra mômen xoay làm cho cọc cắm sâu vào đất nền.

CỌC XOẮN GỒM CÓ HAI PHẦN CHÍNH: THÂN CỌC VÀ ĐẼ CỌC. THÂN CỌC LÀM BẰNG BÊ TÔNG CỐT THÉP HOẶC BẰNG THÉP. MŨI CỌC CÓ HÌNH MŨI KHOAN (HÌNH 2.6). ĐƯỜNG KÍNH CÁNH XOẮN CỌC CÓ THỂ ĐẠT TỚI 3M NHƯNG KHÔNG ĐƯỢC LỚN HƠN 4,5 LẦN ĐƯỜNG KÍNH CỌC. MŨI CỌC LÀM BẰNG THÉP HOẶC GANG HOẶC PHẦN NGOÀI BẰNG THÉP CÒN PHẦN TRONG BẰNG BÊ TÔNG CỐT THÉP.



**Hình 2.6**  
Cấu tạo mũi cọc xoắn

Ưu điểm của cọc xoắn là việc hạ cọc êm thuận. Đây là vấn đề rất quan trọng khi xây dựng những công trình mới nằm ngay bên cạnh những công trình cũ. Vì có cánh xoắn nên cọc xoắn chịu tải trọng dọc trục lớn, nhất là chịu kéo.

#### 2.2.5. Cọc có mũi mở rộng

Để tăng khả năng chịu lực của cọc người ta dùng biện pháp mở rộng mũi cọc. So với các loại cọc khác thì khả năng chịu lực của nó tăng lên rất nhiều. Khi có đất dẻo mềm ở dưới chân cọc và khi cọc tựa trên đất nền nửa đá hoặc đá thì việc mở rộng mũi cọc không thích hợp. Việc mở rộng mũi cọc được thực hiện bằng thuốc nổ. Trình tự thi công cọc này như sau: (Hình 2.7).

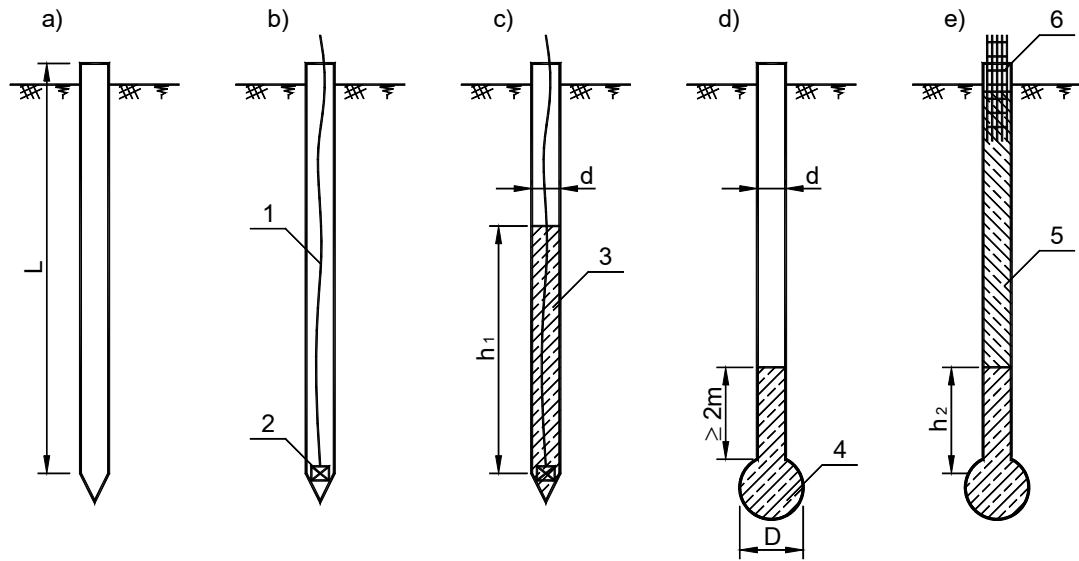
Sau khi đóng xuống đất một cọc rỗng bằng thép hoặc bê tông cốt thép, lấy hết đất trong lòng ra rồi đưa thuốc nổ và kíp điện xuống mũi cọc. Trên gói thuốc nổ phủ một lớp bê tông tươi có độ sụt ít nhất 20cm. Sau đó tiến hành cho nổ gói thuốc, mũi cọc bị phá vỡ, đất tại đó được nén chặt và tạo thành một bầu tròn và bê tông sẽ lấp kín bầu đó. Cuối cùng đổ tiếp bê tông có độ sụt từ 5 đến 10cm phần còn lại của thân cọc cùng với việc lắp các cốt thép cần thiết để liên kết với bộ cọc.

Trọng lượng khối thuốc nổ tập trung tùy thuộc vào yêu cầu mở rộng mũi cọc lấy theo Bảng 2 - 4. Sau mấy phát nổ đầu tiên phải chỉnh lý trọng lượng đó dựa theo thể tích của bê tông nhồi và các bầu mở rộng.

Bảng 2 - 4

LƯỢNG THUỐC NỔ HƯỚNG DẪN KHI NỔ MỞ RỘNG MŨI CỌC

Đường kính nổ mở rộng (m)	Nhỏ nhất	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
	Lớn nhất	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Lượng thuốc nổ (kg)		1	2	3	4	5	6	7	8



**Hình 2.7** Cọc mở rộng mũi

- a) - Đóng cọc rỗng vào trong nền đất ; b) - Lấy đất ra và đặt thuốc nổ xuống mũi cọc  
 c) - Đổ lớp bê tông với bề dày  $h_1$  ; d) - Tiến hành nổ lượng nổ mũi cọc bị phá vỡ  
 e) - Đặt cốt thép đầu cọc và đổ bê tông phần còn lại  
 1 - Dây điện ; 2 - Gói thuốc nổ và kíp ; 3 - Vữa bê tông ; 4 - Mũi cọc được mở rộng  
 5 - Bê tông đổ sau ; 6 - Cốt thép ở đầu cọc

Để bảo đảm cho khối lượng thuốc nổ chắc chắn sẽ nổ khi nó nằm dưới cột bê tông tươi thì cần phải: Khi chế tạo gói thuốc nổ, đặt mỗi khối nổ 4 kíp. Từ mỗi khối nổ đưa ra 2 đôi dây điện mỗi đôi nối song song vào 4 kíp nổ. Đặt dây điện luôn vào trong ống cao su, đầu dưới gắn chặt vào khối thuốc nổ, để tránh cho dây điện không bị hư hỏng do bê tông đổ vào lòng rỗng của các cọc ống. Để tránh cho khối thuốc nổ khỏi nổi bèn khi có nước trong lòng cọc phải buộc đá nặng  $15 \div 20\text{kg}$  vào hộp làm trọng tải bổ sung.

Trước khi nổ mìn phải đổ bê tông tươi vào lòng rỗng của cọc ống với mức độ thể nào để sau khi nổ bê tông lấp đầy vào mũi mở rộng và trong lòng rỗng của cọc ống vẫn còn cột bê tông cao hơn 2m.

Thể tích tối thiểu của bê tông đổ vào lòng rỗng cọc ống trước khi nổ mìn tính theo công thức:

$$V \geq 0,6D^3 + 2d^2 \quad (2.1)$$

Trong đó: V - Thể tích khối bê tông ( $\text{m}^3$ ).

D - Đường kính tính toán của bầu mũi mở rộng  $D = 1,3\sqrt[3]{V}$  (m).

d - Đường kính trong của cọc ống (m).

Khoảng cách tối thiểu giữa các tâm mũi mở rộng hoặc giữa tâm mũi mở rộng với mép công trình nằm cạnh phải ít nhất bằng 1,6 lần đường kính tính toán của mũi mở rộng.

### 2.2.6. Loại cọc hạ bằng phương pháp ép tĩnh

Cọc hạ bằng phương pháp ép tĩnh (còn gọi là cọc ép) lần đầu tiên do kỹ sư MEGA người Hungari áp dụng để sửa chữa một số công trình bị nghiêng lún. Cọc ép có ưu điểm là thi công êm thuận không gây ra những chấn động có hại như cọc đóng, nhưng khả năng chịu tải trọng không lớn. Nguyên lý của cọc ép như sau:

- Cọc được chế tạo thành từng đoạn ngắn.
- Dùng kích thủy lực để ép từng đoạn cọc xuống.
- Dùng ngay tải trọng công trình làm đối trọng cho kích thủy lực

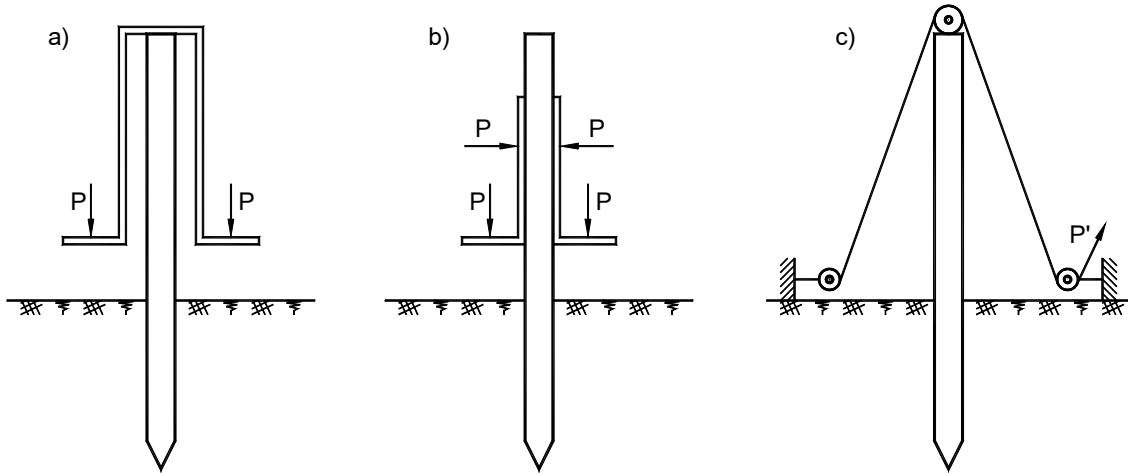


(Hình 2.8).

- Ép xong đoạn cọc này lại đặt đoạn cọc khác lên đỉnh đoạn cọc đã ép, liên kết chúng lại với nhau (bằng hàn hoặc bằng chốt) và ép tiếp. Cứ theo cách đó, ép cọc đến độ sâu thiết kế.

Về thiết bị máy ép có thể phân thành ba loại: Loại ép đỉnh (Hình 2.8a); loại ép hông (Hình 2.8b); loại ép bằng tời không cần kích thủy lực (Hình 2.8c).

Về phương pháp ép có: Phương pháp ép trước và phương pháp ép sau.



**Hình 2.8** Sơ đồ máy ép cọc

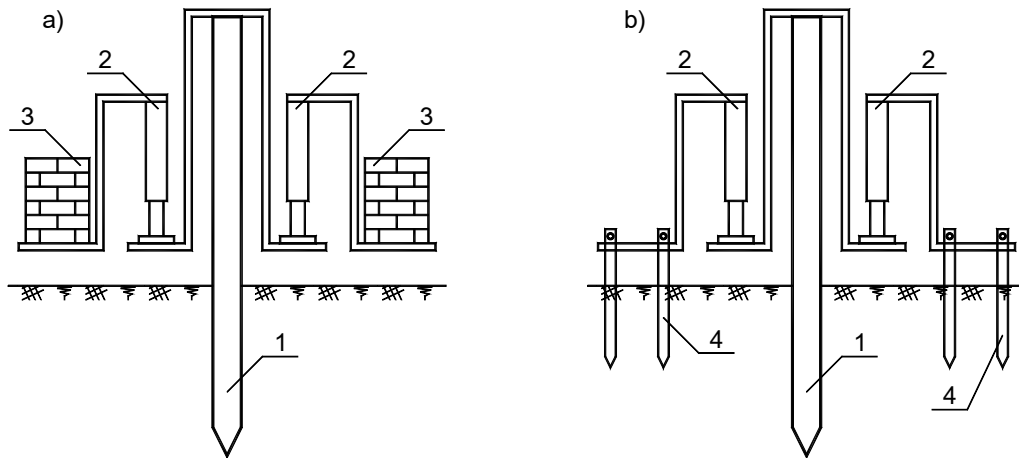
a và b) - Lực P tạo ra bằng kích thủy lực ; c) - Lực P' tạo ra bằng tời

### 2.2.6.1. Phương pháp ép trước

Cọc được ép trước khi chưa xây dựng công trình. Để tạo ra đối trọng cho phương pháp ép trước người ta dùng hai biện pháp:

- Dùng đối trọng bằng bê tông hoặc bằng gang, thép hay dùng phao nước theo nguyên tắc đòn bẩy (Hình 2.9a).

- Dùng các cọc xoắn để neo vào đất cách cọc ép một khoảng cách quy định tối thiểu phụ thuộc vào số cọc neo sử dụng (Hình 2.9b).



**Hình 2.9** Sơ đồ thi công ép cọc trước

a) - Ép cọc dùng đối trọng ; b) - Ép cọc dùng cọc neo

1 - Cọc ép ; 2 - Kích thủy lực ; 3 - Đối trọng ; 4 - Cọc neo

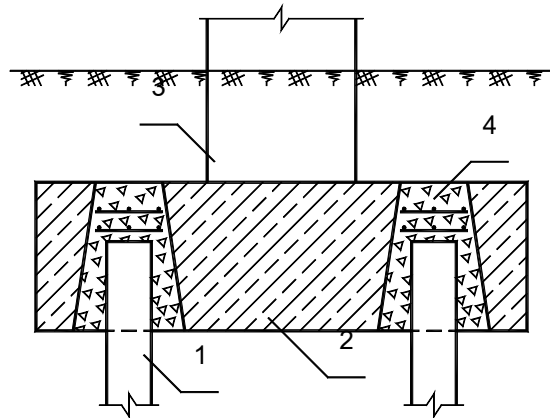
### 2.2.6.2. Phương pháp ép sau

Khi phần trên công trình được xây xong hoặc một phần công trình được xây xong sẽ tiến hành ép cọc. Với phương pháp này người ta dùng chính trọng lượng bản thân công trình (hoặc của một phần công trình) làm đối trọng cho kích thủy lực. Khi thi công theo phương pháp này người ta phải để chừa các lỗ ở bệ cọc để cọc xuyên qua trong quá trình ép. Sau khi ép tới độ sâu thiết kế người ta tìm cách liên kết cứng cọc với bệ cọc (Hình 2.10).

Ưu điểm cơ bản của phương pháp ép sau là: tiết kiệm được thời gian thi công, vì vừa ép cọc vẫn tiến hành thi công phần trên công trình, vừa thi công móng. Ngoài ra vì sử dụng trọng lượng bản thân của công trình làm đối trọng cho nên tiết kiệm được một phần chi phí. Đối với những nơi quá chật hẹp, các thiết bị ép trước không thể vào được vì quá công kênh thì phương pháp ép sau tỏ ra có nhiều lợi thế.

Tuy nhiên dùng phương pháp ép sau sẽ tốn nhiều thép hơn trong bệ cọc vì phải bố trí thép để neo máy và phải tăng cường cốt thép cho bệ cọc khi nó làm việc với máy ép. Ngoài ra cần phải chừa thêm một số lỗ dự trữ ở bệ cọc phòng khi có những cọc gặp chướng ngại vật, không thể ép tới độ sâu thiết kế.

### 2.3. Cấu tạo bệ cọc



**Hình 2.10** Lỗ chừa sẵn ở bệ cọc để liên kết cọc với bệ cọc khi thi công ép cọc sau

1 - Cọc ép ; 2 - Bệ móng ; 3 - Công trình  
4 - Lỗ chừa sẵn để liên kết cọc với bệ cọc

Bệ cọc có tác dụng liên kết các cọc lại với nhau. Trên bệ là thân hoặc mũ mố trụ. Đáy bệ có thể đặt sâu hoặc cao hơn mặt đất, đối với những trụ cầu ở giữa sông, đáy bệ phải đặt thấp hơn mực nước thấp nhất tối thiểu là 0,25m.

Bệ cọc thường được làm bằng bê tông hoặc bê tông cốt thép có thể đổ tại chỗ hoặc lắp ghép. Mác của bê tông không được thấp hơn 200 đối với bệ cọc lắp ghép và không được nhỏ hơn 150 đối với bệ cọc đổ tại chỗ.

Hình dáng và kích thước mặt bằng của đỉnh bệ cọc phụ thuộc vào hình dáng và kích thước của đáy công trình. Hình dáng và kích thước mặt bằng của đáy bệ cọc phụ thuộc vào diện tích cần thiết để bố trí đủ số lượng cọc móng theo những quy định về khoảng cách tối thiểu cũng như quy định về khoảng cách từ mép hàng cọc ngoài cùng tới mép của bệ cọc.

Đối với móng cọc bê tông, độ chôn sâu của đáy bệ cọc phụ thuộc vào điều kiện địa chất, chủ yếu là sức chịu tải của lớp đất ở ngay dưới đáy bệ cọc và còn phụ thuộc vào đặc tính cấu tạo của công trình.

Chiều dày của bệ cọc do tính toán quyết định, nhưng phải có chiều dày tối thiểu để bảo đảm độ ngàm của cọc vào trong bệ.

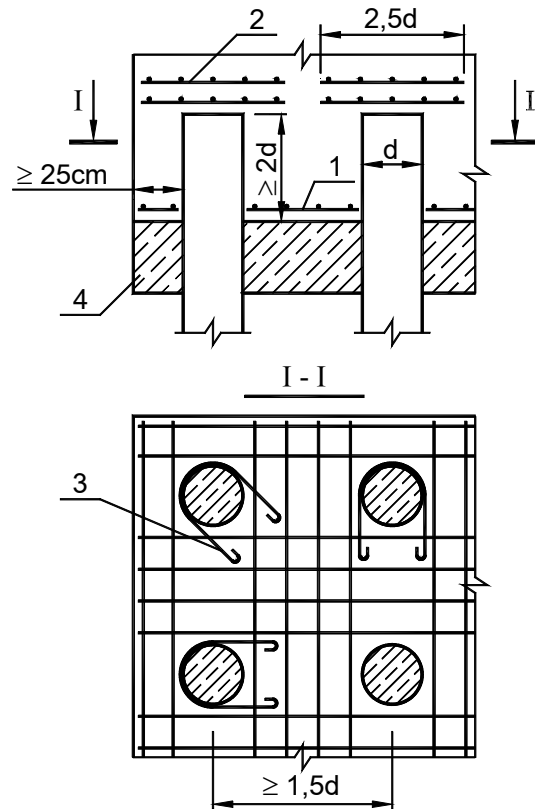
Độ ngàm của cọc trong bệ không được nhỏ hơn  $2d$  và không được nhỏ hơn 1,2m khi  $d > 60\text{cm}$  ( $d$  là đường kính hay cạnh cọc). Chiều dày phần bệ cọc tính từ đỉnh cọc đến mép mặt trên thường từ 0,5 đến 0,75m (như vậy chiều dày của bệ cọc tối thiểu phải bằng:  $h_{\min} \geq 2d + 0,5 \div 0,75\text{m}$ ). Trường hợp có cốt thép dọc ăn sâu vào trong bệ một đoạn lớn hơn  $20\Phi$  đối với cốt thép có gờ và  $40\Phi$  đối với cốt thép tròn trơn, thì độ ngàm sâu của cọc trong bệ chỉ cần 15cm. Khoảng cách từ mép hàng cọc ngoài cùng đến mép bệ không được nhỏ hơn 0,25m.

Để tăng cường khả năng chịu lực của các cọc, đối với các móng cọc bê tông cao cần phải đặt lưới cốt thép  $\Phi 20 \div \Phi 25\text{mm}$  đặt cách nhau  $10 \div 20\text{cm}$ . Đỉnh cọc nên đặt các lưới cốt thép  $\Phi 12\text{mm}$  cách nhau  $10 \div 15\text{cm}$ . Những cọc ngoài cùng phải có cốt thép đai móc vào trong bệ cọc (Hình 2.11).

## 2.4. Các thiết bị thi công móng cọc

### 2.3.1. Các loại búa đóng cọc

#### 2.3.1.1. Búa treo (Búa rơi tự do hay búa trọng lực)



**Hình 2.11** Cấu tạo bệ cọc

1 - Lưới cốt thép ở đáy bệ

2 - Lưới cốt thép ở đầu cọc

3 - Đai thép choàng đầu cọc

4 - Lớp bê tông bệ đáy

Là loại búa đơn giản nhất, quả búa là một khối hình trụ bằng thép hay gang đúc (Hình 2.12). Trọng lượng quả búa thường từ 100 ÷ 300kg, độ cao rơi của búa từ 3 ÷ 4m. Dùng tời tay hoặc tời máy để nâng quả búa. Để định hướng cho búa người ta làm rãnh ăn vào hai cột dẫn của giá đóng cọc. Khi nâng quả búa đến độ cao dự định thì kéo cần số cho quả búa rơi xuống tự do. Sau đó lại dùng dây treo để móc quả búa lên.

Năng lượng xung kích của búa treo được xác định:

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{Q}{2g}v^2 \quad (\text{kGm})$$

Trong đó: m - Khối lượng của quả búa.

Q - Trọng lượng (kg) của quả búa hay còn gọi là bộ phận xung kích.

g - Gia tốc trọng trường ( $g = 9,81\text{m/s}^2$ ).

v - Tốc độ rơi của quả búa với chiều cao rơi tự do H (m) khi đó:  $v = \sqrt{2gH}$

Do vậy:

$$W = \frac{Q}{2g}v^2 = \frac{Q}{2g}(\sqrt{2gH})^2 = \frac{Q}{2g}2gH = Q.H$$

(kGm)

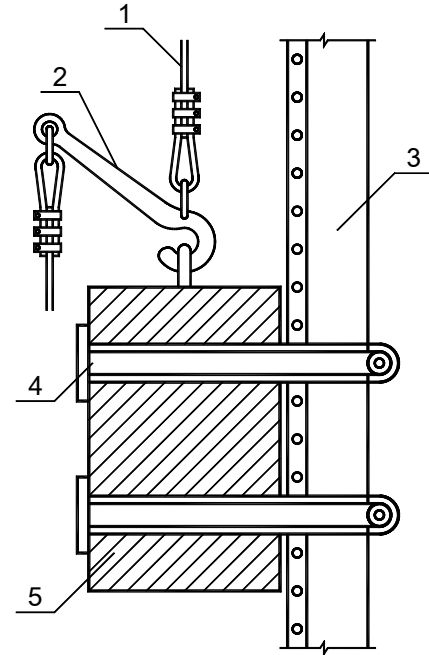
Nói chung loại búa treo có tốc độ đóng chậm, năng lượng xung kích nhỏ, tốc độ đóng chậm khoảng 4 đến 8 nhát trong một phút. Nhưng các thiết bị phụ trợ rất đơn giản và không gây ô nhiễm môi trường khi thi công đóng cọc.

### 2.3.1.2. Búa hơi nước

Búa hơi nước là loại búa sử dụng năng lượng của hơi nước hoặc hơi ép để nâng bộ phận xung kích lên cao, sau đó để nó rơi xuống do trọng lượng bản thân hoặc ép cho rơi xuống. Dựa trên cơ sở đó người ta chia búa hơi nước ra làm hai loại: Búa hoạt động một chiều và búa hoạt động hai chiều.

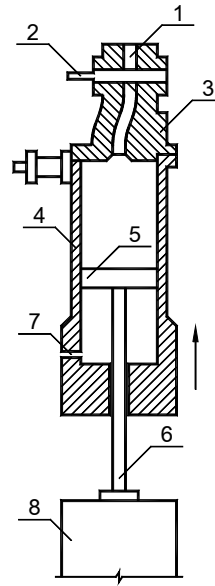
#### 1 - Búa hoạt động một chiều (Búa hơi đơn động)

Búa hoạt động một chiều có cấu tạo như trên hình 2.13. Loại búa này dùng xi lanh làm bộ phận xung kích (còn gọi là bộ phận va đập), còn piston thì cố định vào đầu cọc. Hơi nước hoặc hơi ép chỉ cung cấp để nâng xi lanh lên đến một độ cao nhất định, xả hơi qua van xả thì búa sẽ rơi xuống nhờ trọng lượng bản thân.



**Hình 2.12** Cấu tạo búa treo  
1 - Dây kéo ; 2 - Mỏ quạ  
3 - Cần trượt ; 4 - Khoá ; 5 - Búa

Một số búa hoạt động một chiều có các tính năng chủ yếu cho trong Bảng 2 - 5. Các loại búa này do Liên xô cũ sản xuất. Hiện nay chủ yếu dùng búa có trọng lượng phần đập từ 3000 đến 6000kg, tốc độ đóng cọc từ 20 đến 30 nhát trong một phút, với chiều cao rơi tối đa của phần đập 1,55m.



**Hình 2.13** Cấu tạo búa hoạt động một chiều  
 1 - Lỗ hơi ; 2 - Van phân phối hơi ; 3 - Nắp của xi lanh  
 4 - Thân xi lanh ; 5 - Piston ; 6 - Cần ; 7 - Lỗ thoát hơi ; 8 - Cọc

*Bảng 2 - 5*  
**CÁC TÍNH NĂNG KỸ THUẬT CỦA BÚA HOẠT ĐỘNG MỘT CHIỀU**

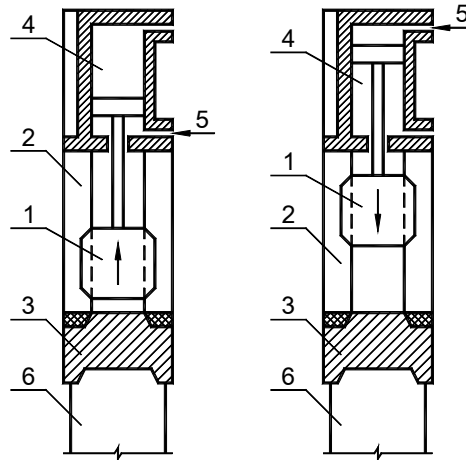
H- Các tính năng kỹ thuật chủ yếu	I- Đ ơ n vị						
		1100	1500	CCC M 007	CCC M 570	CCC M 582	CCC M 680
Trọng lượng toàn bộ	kg	1300	1750	1932	2700	4300	8845
Trọng lượng bộ phận xung kích	kg	1100	1500	1250	1800	3000	6000
Chiều cao tối đa nâng phần đập	mm	1550	1550	1440	1500	1300	1373
Năng lượng của một nhát búa	mm	1700	2300	1800	2700	3900	8200

Số lượng nhát búa trong một phút	Nhát	38	20 - 26	30	30	30	30
Bề mặt đốt nóng của lò hơi	m <sup>2</sup>	10	12	12	19	27	35
Đường kính trong của ống cao su	mm	25	25	32	38	50	75
Kích thước của búa	Chiều cao	mm	2420	4760	4840	4640	4960
	Chiều dài	mm	790	780	810	1180	1410
	Chiều rộng	mm	820	790	780	880	880
Khả năng đóng cọc nghiêng							1/1

## 2 - Búa hoạt động hai chiều (Búa hơi song động)

Búa hoạt động hai chiều có cấu tạo như trên hình 2.14. Loại búa này thường dùng piston làm bộ phận xung kích (phần đập), còn xi lanh thì cố định vào đầu cọc. Hơi nước hoặc hơi ép có tác dụng nâng piston lên sau đó ép piston xuống do đó gọi là song động. Loại búa này có ưu điểm cơ bản là: tốc độ đóng cọc nhanh, cọc chịu tác dụng của lực xung kích êm thuận, do đó dùng loại búa này đóng cọc bê tông cốt thép tốt hơn búa hoạt động một chiều.

Một số búa hoạt động hai chiều có các tính năng chủ yếu cho trong Bảng 2 - 6. Các loại búa này do Liên xô cũ sản xuất. Hiện nay chủ yếu dùng búa có trọng lượng phần đập từ 100 đến 1450kg, tốc độ đóng cọc từ 105 đến 275 nhát trong một phút, với khoảng di động của phần đập (hành trình của piston) từ 177 đến 500mm.



**Hình 2.14** Cấu tạo búa hoạt động hai chiều  
1 - Piston ; 2 - Thân máy ; 3 - Đế máy  
4 - Xilanh ; 5 - Van dẫn và xả hơi ; 6 - Cọc

*Bảng 2 - 6*  
**CÁC TÍNH NĂNG KỸ THUẬT**  
**CỦA BÚA HOẠT ĐỘNG HAI CHIỀU**

Các tính năng kỹ thuật chủ yếu	Đơn vị	Số hiệu của búa								
		CC CM 503	Y - 5	CCC M 502	CCC M 501	CCC M 708	C - 35	C - 32	CCC M 742 - A	BP - 28
Trọng lượng toàn bộ	kg	700	625	1432	2088	2968	3767	4095	4450	6550
Trọng lượng phần đập	kg	90	95	180	365	680	614	655	1130	1450
Hành trình của piston	mm	177	210	222	242	406	450	525	508	500
Đường kính xilanh	mm	177	240	248	317	215	200	240	254	330-480

Số nhát búa trong 1 phút	Nhát	140	140	275	225	140	135	125	105	120	
Năng lượng xung kích	kGm	275	220	530	570	950	1090	1590	1820	2500	
		250	200	300	510	900	950	1400	1700	2200	
Lượng dùng hơi ép	m <sup>3</sup> /phút	517	282	130	450	800	850	1200	1400	1800	
Bề mặt đun nóng lò hơi	m <sup>2</sup>	20	11	7,8	11,32	12,75	12,75	17	17	30	
Đ.K trong của ống cao su	mm	31	25	25	35	40	35	40	50	60	
				30	30	38	38	38	55	60	
Kích thước của búa	Chiều cao	mm	1450	1293	1613	1853	2491	2375	2390	2685	3190
	Chiều dài	mm	280	405	380	535	560	650	632	660	650
	Chiều rộng	mm	580	420	656	725	710	710	800	810	1003
Khả năng đóng cọc nghiêng		1/1									

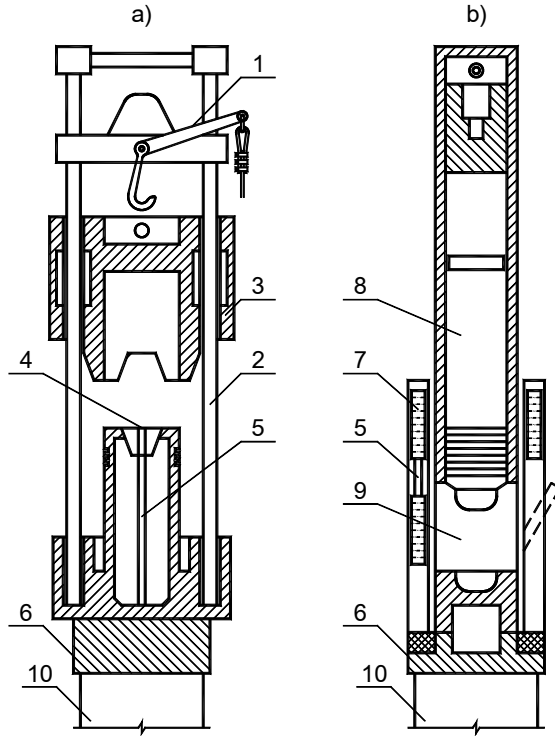
*Chú thích :*

- Áp suất thực tế của hơi nước hoặc hơi ép đưa vào búa phải đạt được từ 5 đến 8 at-môt-phe.
- Các loại búa : CCCM - 503, 502, 501 và Y - 5 có thể dùng để nhỏ cọc còn búa CCCM - 708, C - 32, C - 35 và C - 58 dùng để đóng cọc ván.

### 2.3.1.3. Búa điêzen

Búa điêzen là loại búa sử dụng phổ biến nhất hiện nay trong các loại búa đóng cọc. Nguyên lý làm việc của búa điêzen tương tự như động cơ điêzen, lợi dụng năng lượng nổ do sự cháy của hỗn hợp khí và nhiên liệu dầu ma dút để nâng bộ phận xung kích lên.

Búa điêzen có 3 loại: kiểu cột dẫn, kiểu hình ống và kiểu xi lanh dẫn. Kiểu cột dẫn có bộ phận xung kích là xi lanh còn kiểu hình ống thì bộ phận xung kích là piston (Hình 2.15).



**Hình 2.15** Cấu tạo búa điêzen

a) - Loại cột dẫn ; b) - Loại ống dẫn

1 - Tay móc để giật búa ; 2 - Cột dẫn ; 3 - Bộ phận van đập ; 4 - Mặt Piston  
5 - Ống dẫn dầu ; 6 - Đầu búa ; 7 - Thùng dầu 8 - Piston ; 9 - Xilanh ; 10 - Cọc

Búa điêzen hiện nay thường dùng trong thi công đóng cọc ở nước ta do nhiều hãng sản xuất của Liên xô cũ, Trung quốc, Pháp, Nhật Bản, Hàn Quốc Cộng hoà liên bang Đức, Thụy Điển, Hà lan v.v...

Búa điêzen kiểu cột dẫn thường có bộ phận xung kích nặng từ 600 đến 2500kg. Búa điêzen hình ống bộ phận này thường từ 1200 đến 8000kg.

Bảng 2 - 7 cho các tính năng chủ yếu của một số loại búa máy điêzen kiểu cột dẫn và kiểu hình ống dùng phổ biến hiện nay được sản xuất từ Liên xô cũ và hãng DELMAG của CHLB Đức.

Bảng 2 - 7

CÁC TÍNH NĂNG KỸ THUẬT CỦA BÚA ĐIÊZEN

	Trọng lượng toàn bộ	Trọng lượng bộ phận va đập	Chiều cao nâng của phần đập	Năng lượng của một nhát búa	Số nhát búa trong một phút	Chiều cao quả búa
	kg	kg	mm	kGm	Nhát	mm
của búa						
Búa điêzen cột dẫn của Liên xô cũ khả năng đóng cọc xiên 4/1						
C - 254	1400	600	1770	500	55 - 60	3150



C - 222A	2200	1250	1790	1000	55 - 60	3355
C - 268	3100	1800	2100	1400	55 - 60	3820
C - 330	4200	2500	2300	2000	50 - 55	4540
Búa diesel hình ống của Liên xô cũ khả năng đóng cọc xiên 3/1						
C - 858	2500	1250	3000	3300	43 - 55	3948
C - 859	3500	1800	3000	4800	43 - 55	4165
C - 949	5800	2500	3000	6700	43 - 55	4685
C - 951	7300	3500	3000	9400	43 - 55	4800
C - 974	9000	5000	3000	13500	43 - 55	5520
YP - 1 - 500	1100	500	3000	1300	43 - 55	3760
YP - 1 - 1250	2500	1250	3000	3300	43 - 55	4000
YP - 1 - 1800	3400	1800	3000	4800	43 - 55	4350
C - 994	1500	600	3000	1600	43 - 55	3825
C - 995	2600	1250	3000	3300	43 - 55	3955
C - 996	3650	1800	3000	4800	43 - 55	4335
C - 1047	5500	2500	3000	6700	43 - 55	4970
C - 1048	7650	3500	3000	9400	43 - 55	5145
CH - 54	10000	5000	3000	13500	43 - 55	5300
Búa diesel hình ống của hãng DELMAG (CHLB Đức) khả năng đóng cọc xiên 3/1						
D8 - 22	1950	800	-	2350	38 - 52	4700
D12	2850	1250	-	3060	42 - 60	4245
D15	2830	1500	-	3680	42 - 60	4245
D22 - 13	4950	2200	-	$\frac{3280}{6570}$	38 - 52	5260
D30 - 13	5550	3000	-	$\frac{4460}{8900}$	38 - 52	5260
D36 - 13	7490	3600	-	$\frac{5640}{11300}$	37 - 53	5285
D46 - 13	8490	4600	-	$\frac{7160}{14300}$	37 - 53	5285
D62 - 22	11870	6200	-	$\frac{10900}{21900}$	35 - 50	5910
D80 - 12	16315	8000	-	$\frac{17100}{26700}$	35 - 45	6200
Năng lượng xung kích từ số là giá trị nhỏ nhất còn mẫu số là giá trị lớn nhất						

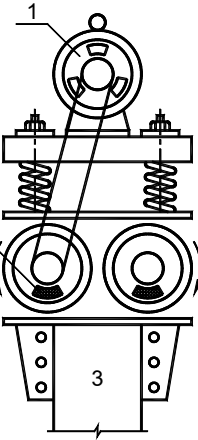
2.3.1.4. Búa chân động

Búa chấn động là loại búa tạo ra một năng lượng chấn động làm cho cọc một sự dịch chuyển dọc trục. Do sự dịch chuyển này làm cho một bộ phận của đất nền cũng chấn động, do đó lực ma sát của của đất trên thân cọc bị phá hoại và cọc sẽ lún dần xuống do trọng lượng bản thân cọc và trọng lượng của búa.

Búa chân có cấu tạo cơ bản gồm có một động cơ điện xoay chiều, các trục quay có gắn các khối lệch tâm. Khi động cơ điện hoạt động sẽ làm trục quay, nhưng do có gắn khối lệch tâm được bố trí quay ngược chiều nhau, do đó khi hoạt động các lực ngang bị triệt tiêu và cọc chỉ còn dao động thẳng đứng (Hình 2.16).

**KHI ĐÓNG CỌC BÚA ĐƯỢC LIÊN KẾT CỨNG VỚI ĐẦU CỌC ĐỂ CÙNG DAO ĐỘNG. CÓ THỂ DÙNG MỘT HOẶC GHÉP CÁC BÚA CÓ CÙNG TẦN SỐ DAO ĐỘNG VỚI NHAU.**

Các số liệu của búa chấn động của Liên xô cũ ghi trong Bảng 2 - 8.



**Hình 2.16** Cấu tạo búa rung  
1 - Động cơ điện  
2 - Khối lệch tâm ; 3 - Cọc

Bảng 2 - 8

**CÁC TÍNH NĂNG KỸ THUẬT CỦA BÚA MÁY CHẤN ĐỘNG**

Số hiệu của búa	Lực chấn động	Mômen tĩnh của phần lệch tâm	Số vòng quay trong một phút	Công suất động cơ	Trọng lượng búa rung
	Tấn	kGcm	Vòng	KW	Tấn
B - 8 (B - 2)	8,4	4000	445	22	2,1
B - 17 (B - 4)	17,5	10000	408	60	4,5
B - 30 (B - 4)	30,0	10000	540	60	4,5
B - 42 (B - 3)	42,5	23600	408	100	7,5
B - 160	100	35200	400/800	155	10,4
	125		450/900		
	160		505/1010		
B - 250	96/163	29000/5010	540	240	11,9
	117/202		600		
	145/250		665		
C - 834	5,0	536	960	5,5	1,9
C - 835	11,25	500	1440	7,0	1,1
C - 836	14,5	1440	960	13,0	4,6
C - 467M	21,8	-	960	22,0	6,5
BM - 7Y	7,0	322	1450	7,0	1,4
BM - 9	14,0	-	1440	14,0	1,68

BMC - 1	12,5	2300	730	28,0	4,9
S - 2	25,5	2460	970	22,0	3,3
S - 3	9,45	-	970	22,0	4,2

### 2.3.1.5. Búa thủy lực

Búa đóng cọc bằng phương pháp thủy lực làm việc dưới áp suất chất lỏng từ  $10 \div 16\text{Mpa}$  ( $100 \div 160\text{kG/cm}^2$ ).

Búa thủy lực cấu tạo trên hình 2.17 có thiết bị nén để tạo ra áp suất cho chất lỏng công tác theo nguyên lý gần giống với búa hơi nước. Vì vậy búa thủy lực cũng chia làm hai loại: búa hoạt động một chiều và hai chiều. Đối với búa thủy lực chất lỏng làm nhiệm vụ nâng và ép đẩy búa hoạt động.

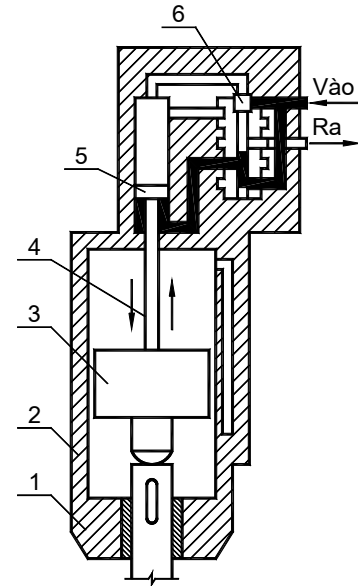
Búa thủy lực loại song động được dùng nhiều hiện nay và được chia làm ba loại theo tính năng đóng cọc là:

- Loại nhỏ để đóng các cọc bê tông cốt thép có tiết diện  $10 \times 10\text{cm}$  đến  $20 \times 20\text{cm}$ , đóng cọc thép và cọc ván thép với chiều dài 6m.
- Loại vừa để đóng các cọc bê tông cốt thép có tiết diện  $30 \times 30\text{cm}$ , cọc thép với chiều dài từ 6 đến 10m.
- Loại lớn để đóng các cọc bê tông cốt thép có tiết diện trên  $30 \times 30\text{cm}$  với chiều dài trên 10m, cọc thép có trọng lượng 2 tấn.

Búa thủy lực có ưu điểm rất cơ bản là: Đóng cọc êm thuận, không gây ô nhiễm môi trường xung quanh, năng lực đóng cọc rất lớn, dễ khởi động ngay cả khi làm việc trên nền đất mềm yếu, thiết bị phụ trợ gọn nhẹ hơn so với các loại búa khác. Hiện nay búa thủy lực được sử dụng trong công tác thi công đóng cọc ở nước ta chưa nhiều, nhưng trong một vài năm tới búa thủy lực sẽ là một loại búa được sử dụng chủ yếu trong thi công đóng cọc.

Bảng 2 - 9 cho các tính năng kỹ thuật chủ yếu của một số loại búa thủy lực của hãng sản xuất PTE - LTD Cộng hoà liên bang Đức.

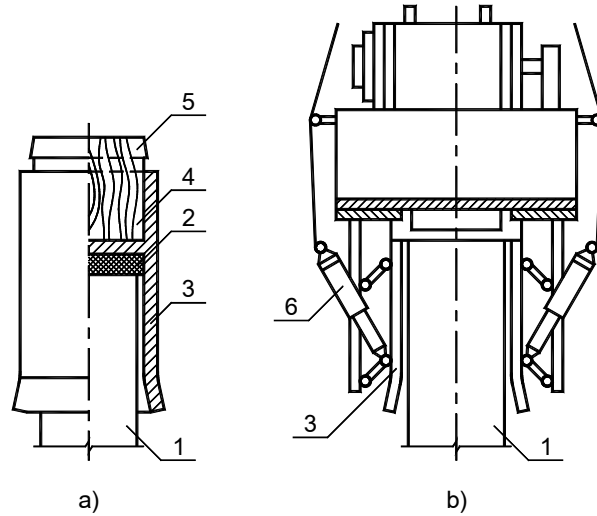
Nói chung các loại búa đóng cọc đã giới thiệu, dựa trên nguyên lý và nguồn năng lượng cung cấp khác nhau cho búa hoạt động. Tính năng kỹ thuật của từng loại búa cũng khác nhau, mỗi loại có những ưu nhược điểm riêng. Cho nên sử dụng búa máy trong thi công đóng cọc còn phụ thuộc vào các yếu tố khác như: mặt bằng nơi xây dựng, các điều kiện về địa chất thủy văn, yêu cầu về tiết diện và chiều dài cọc, dạng bố trí cọc trong móng. Dựa trên nhiều cơ sở tổng hợp để sử dụng búa đóng cọc một cách hợp lý nhất với các tính năng kỹ thuật của từng loại búa đóng cọc.



**Hình 2.17** Cấu tạo búa thủy lực  
 1 - Đế búa ; 2 - Thân búa  
 3 - Đầu búa ; 4 - Cản piston  
 5 - Piston ; 6 - Van phân phối

***2.3.2. Chụp đầu cọc (Đệm đầu cọc hay mũ cọc)***

Khi đóng cọc để bảo vệ đầu cọc tránh bị vỡ hỏng trên đỉnh cọc được lắp đệm đầu cọc (mũ cọc). Đối với các cọc gỗ chỉ cần dùng đai thép ở đầu cọc là đủ. Đối với cọc bê tông cốt thép thì cần phải có chụp đầu cọc để giảm chấn động tại đầu cọc. Khi đóng cọc bằng búa xung kích dùng chụp đầu cọc theo kiểu hình 2.18a. Nếu dùng búa rung để hạ cọc đặc bê tông cốt thép tiết diện  $30 \times 30\text{cm}$  đến  $40 \times 40\text{cm}$ , thì có thể dùng chụp đầu cọc tự kẹp như hình 2.18b để liên kết cọc với búa rung.



**Hình 2.18** Cấu tạo chụp đầu cọc BTCT

- a) - Chụp đầu cọc cho các loại búa xung kích  
b) - Chụp đầu cọc ACH - 40 cho loại búa rung

1 - Cọc ; 2 - Tấm đệm giảm xung kích ; 3 - Thân chụp 4 - Đệm gỗ ; 5 - Đai thép ; 6 - Lò xo kín

### 2.3.3. Giá búa đóng cọc, các thiết bị treo trực dẫn hướng

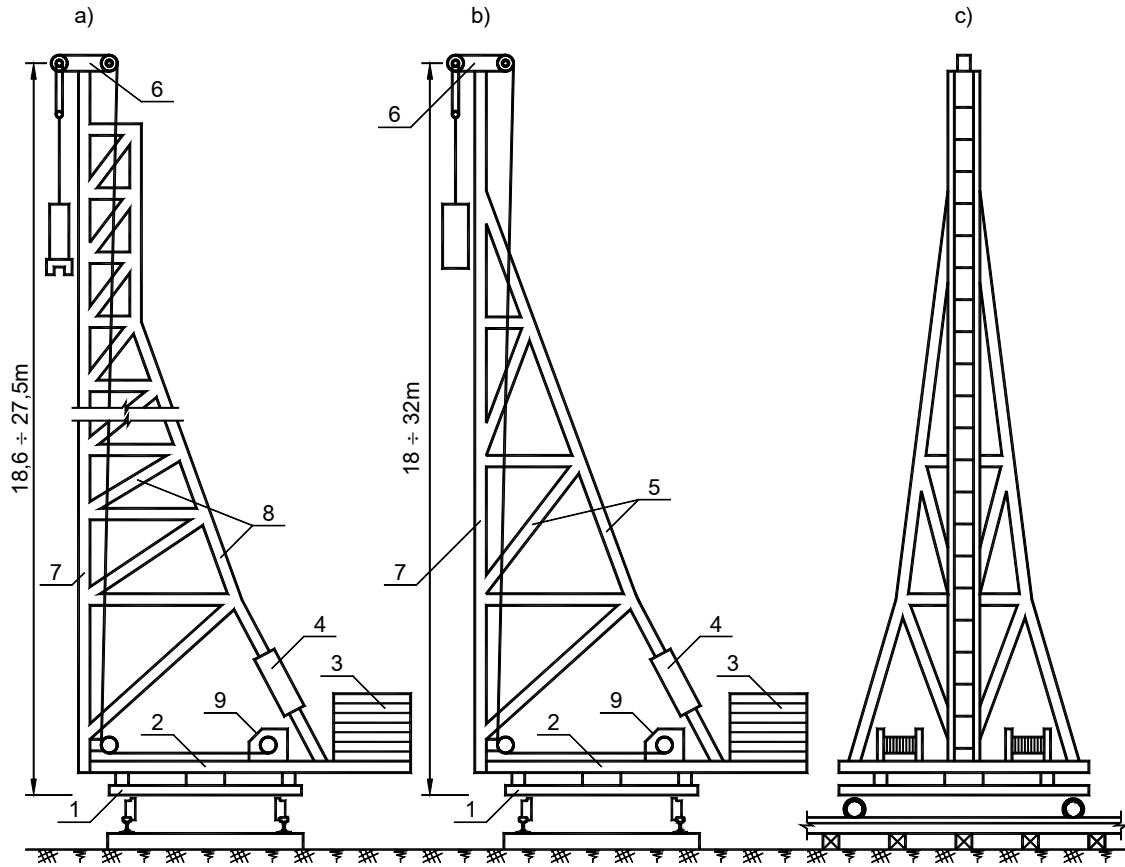
Giá búa dùng để treo quả búa, treo cọc, cắm cọc, treo và cắm ống xối nước, và để dẫn hướng cọc trong quá trình đóng cọc, để cho cọc đóng đúng vị trí và cao độ thiết kế. Giá búa sử dụng tùy theo trọng lượng bộ phận xung kích, chiều dài cọc để chọn cho phù hợp.

Giá búa có thể dùng loại tiêu chuẩn (Hình 2.19), còn gọi là loại giá búa chuyên dụng. Ngoài ra còn có giá búa được ghép từ các thanh dẫn hướng với một trong các phương tiện: cần trục ô tô, cần trục bánh xích, và các loại cần cẩu khác để đóng cọc.

Bảng 2 - 10 cho tính năng kỹ thuật chủ yếu của một số loại giá búa chuyên dụng của Liên xô cũ.

Căn cứ vào chiều dài và vật liệu làm cọc có thể chọn hoặc dựng giá búa đóng cọc theo kiểu sau:

- Đối với các cọc nhỏ, trọng lượng nhẹ và chiều dài ngắn có thể dùng vật liệu gỗ hoặc kết hợp gỗ thép để chế tạo giá búa ngay tại công trường.
- Đối với các loại búa trọng lực có bộ phận xung kích không quá 1250kg có thể dùng giá búa loại nhẹ và loại vừa.
- Đối với các loại búa trọng lực có bộ phận xung kích đến 6000kg có thể dùng giá búa hạng nặng.



**Hình 2.19** Sơ đồ cấu tạo giá búa tiêu chuẩn

- a) - Giá búa CII - 46 (C - 532) ; b) - Giá búa C - 955; C - 908; CII - 55; CII - 56  
 1 - Sàn để giá búa có lắp các bộ chạy ; 2 - Mâm quay ; 3 - Đồi trọng ; 4 - Xilanh thủy lực  
 5 - Các thanh liên kết chốt với nhau ; 6 - Đầu cần dẫn hướng ; 7 - Cần dẫn hướng  
 8 - Dàn giá búa ; 9 - Tời

Chiều cao cần thiết của giá búa xác định theo công thức:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 - h_6 \quad (2.1)$$

Trong đó:

- $h_1$  - Chiều cao các tổ múp
- $h_2$  - Chiều cao quả búa.
- $h_3$  - Chiều cao của mũ cọc.
- $h_4$  - Chiều cao của cọc dẫn.
- $h_5$  - Chiều dài của cọc cần đóng.
- $h_6$  - Chiều dài đoạn dưới của cọc, có thể dài qua bàn đế.  
 (Tuỳ theo chiều sâu mực nước, hoặc chiều sâu của hố móng để quyết định).

*Bảng 2 - 10*  
**CÁC TÍNH NĂNG KỸ THUẬT CỦA MỘT SỐ GIÁ BÚA**

--	--	--	--	--	--	--	--







## 2.5. Thi công móng cọc

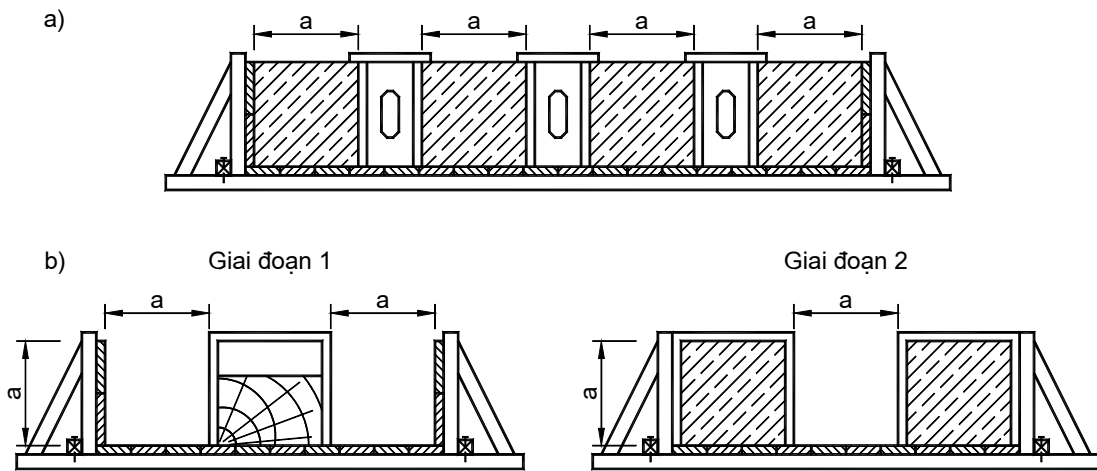
Như đã giới thiệu ở phần trước các loại cọc dùng trong móng cọc được sử dụng khá nhiều loại bằng các vật liệu gỗ, thép, và bê tông cốt thép. Đối với cọc gỗ thì chỉ dùng cho những công trình nhỏ tạm thời chịu tải trọng nhẹ, còn cọc thép thì rất hạn chế sử dụng, cho nên chỉ có cọc bê tông cốt thép là được sử dụng phổ biến hơn cả. Vì vậy trong mục này chúng tôi chỉ đề cập đến công tác thi công cho móng có cọc đặc bằng bê tông cốt thép, còn với móng có cọc bằng bê tông cốt thép tiết diện rỗng hoặc cọc thi công theo phương pháp khoan nhồi sẽ được đề cập đến trong chương 4 của giáo trình này.

### 2.5.1. Chế tạo cọc

Các cọc đặc bê tông cốt thép nên chế tạo tại các nhà máy hay xưởng chuyên dụng. Trường hợp ở nơi xa, không thuận tiện chuyên chở cọc từ xưởng đến, có thể chế tạo cọc ngay tại công trường. Cọc bê tông cốt thép thường hoặc bê tông cốt thép dự ứng lực thường có tiết diện vuông hay chữ nhật, mác bê tông thấp nhất là 300.

Khi đúc tại công trường, nên bố trí bãi đúc cọc gần nơi đóng cọc, và có điều kiện vận chuyển cọc thuận lợi. Trên bãi đúc, làm sàn đỡ bê tông cọc, có thể lát ván gỗ kê trên các thanh gố đặt trực tiếp trên đất, cách nhau  $0,7 \div 1m$ , sàn phải khít, vững và đảm bảo cho cạnh dưới

của cọc được thẳng. Khi số lượng cọc cần đúc nhiều, cần lát sàn đúc bằng bê tông dày 10 ÷ 20cm, bên dưới là lớp đệm đá dăm - cát dày 5 ÷ 7cm đầm chặt.



**Hình 2.20** Kết cấu ván khuôn đúc các cọc bê tông cốt thép

a) - Ván khuôn đổ bê tông cọc đặt cách quãng ; b) - Ván khuôn đổ bê tông cọc đặt liền

Tùy theo số lượng cọc chế tạo, kích thước của sàn bê tông, thời hạn hoàn thành công trình và điều kiện kinh tế mà có thể chọn phương pháp đúc cọc sau: Đúc trong ván khuôn đặt cách quãng với nhau ((Hình 2.20a), hoặc đúc trong ván khuôn đặt liền nhau, không có khoảng cách ((Hình 2.20b).

Thành cạnh bên của ván khuôn phải thật phẳng, phải đủ số thanh chống liên kết để giữ nguyên dạng ván khuôn khi đổ bê tông. Nên dùng loại ván khuôn thép để sử dụng nhiều lần. Bề mặt sàn, ván khuôn và các cọc đổ trước phải được quét chống dính bằng nước vôi đặc hoặc dầu máy thải v.v...

Trước khi đổ bê tông phải kiểm tra khung cốt thép và đặt nó đúng vị trí trong ván khuôn. Trong phạm vi một cọc, phải đổ bê tông liên tục.

Khi bê tông đạt cường độ  $25\text{kg/cm}^2$  thì cho phép tháo dỡ ván khuôn cạnh. Trong trường hợp dùng ván khuôn tháo lắp nhiều lần và trong trường hợp bê tông có tỷ lệ nước - xi măng thấp, chân động mạnh, cho phép tháo dỡ ván khuôn cạnh ngay sau khi hoàn thành việc đổ bê tông (khi có quy định cụ thể của thiết kế).

Các cọc chế tạo ra phải có bề mặt và cạnh bằng phẳng. Độ cong cục bộ cho phép của bề mặt cạnh cọc không được vượt quá 3mm trên 1m. Các chỗ lõm và sứt mẻ cục bộ không được sâu quá 10mm. Ở đỉnh cọc và mũi cọc không được phép có các chỗ lõm và sứt mẻ cục bộ. Trước khi nghiệm thu cọc không được phép trát chỗ lõm, chỗ sứt và khe nứt. Trên mỗi cọc phải viết các số hiệu cọc và ngày sản xuất bằng sơn đỏ. Sai số về kích thước và hình dạng của các cọc bê tông cốt thép so với thiết kế không được vượt quá trị số quy định ở Bảng 2 - 11.

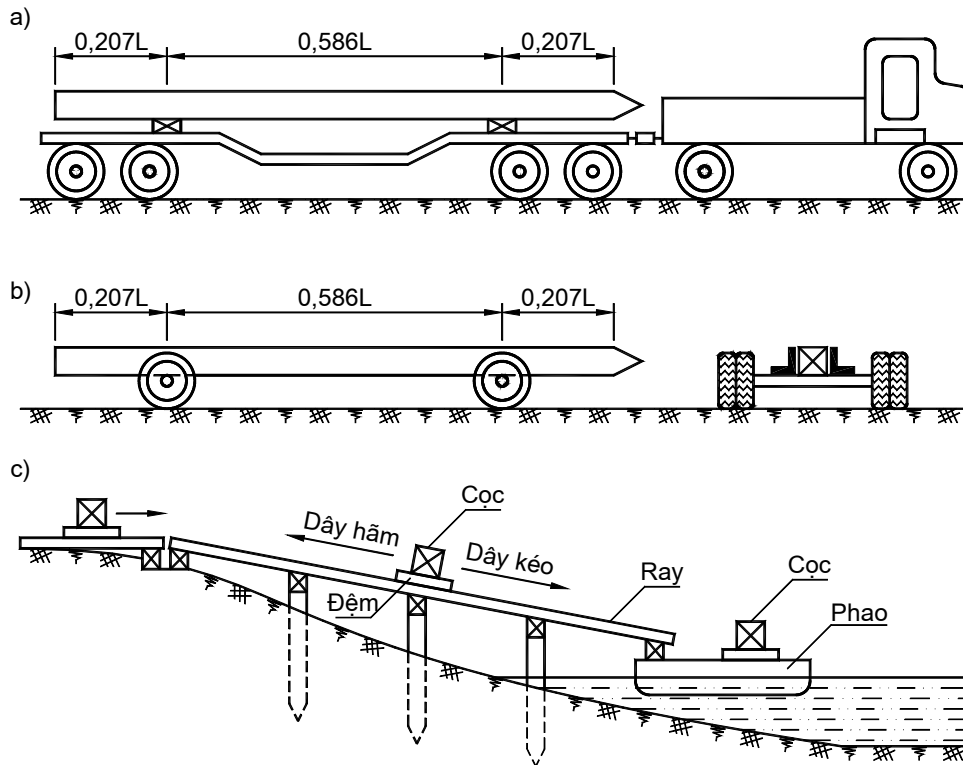
Bảng 2 - 11

SAI SỐ CHO PHÉP KHI SẢN XUẤT CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP

Loại sai số	Trị số sai số cho phép
Về chiều dài cọc	$\pm 1\%$
Về đường kính và kích thước cạnh của tiết diện ngang	$\pm 5\text{mm}$
Về độ lệch tâm của đầu nhọn mũi cọc	10mm
Về độ lệch tâm của mặt đỉnh cọc so với mặt phẳng thẳng góc với tim cọc	$\pm 2\%$
Về khoảng cách giữa các cốt thép dọc	$\pm 5\text{mm}$
Về khoảng cách giữa các cốt thép đai	$\pm 10\text{mm}$
Về bề dày của lớp bảo vệ	$\pm 5\text{mm}$
Về độ lệch tâm của đầu cốt thép dọc so với vị trí thiết kế ở đầu cọc	$\pm 5\text{mm}$

2.5.2. Vận chuyển cọc

Khi bê tông đạt được 70% cường độ thiết kế, cho phép cấu trúc và vận chuyển cọc. Khi cấu trúc và vận chuyển cọc phải được kê hoặc treo cọc tại điểm quy định trên hình 2.5.

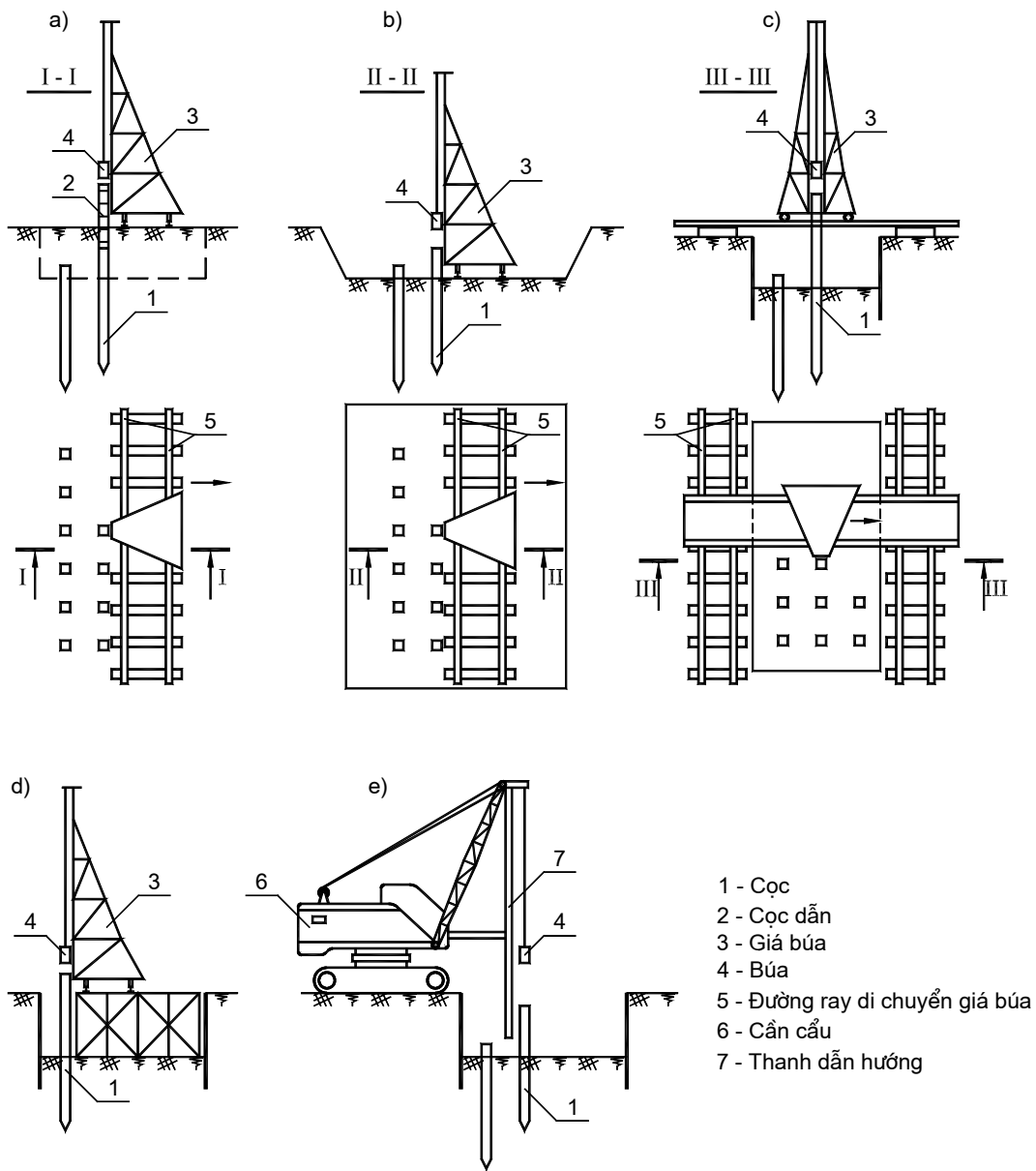


**Hình 2.21** Sơ đồ phương pháp vận chuyển cọc bê tông cốt thép  
 a) - Vận chuyển cọc trên rơ moóc ô tô kéo ; b) - Vận chuyển cọc bằng trục ô tô  
 c) - Trượt cọc trên mặt phẳng nghiêng kết hợp phao để chuyển cọc ra vị trí đóng

Phương tiện vận chuyển cọc có thể dùng ô tô, xe goòng hoặc dùng hai trục của ô tô để vận chuyển trong nội bộ công trường (Hình 2.21a và 2.21b).

Khi đường vận chuyển có độ dốc lớn (từ bãi đúc cọc đến bờ sông) thì dùng phương pháp trượt trên mặt phẳng nghiêng (Hình 2.21c) còn từ bờ sông đến vị trí đóng cọc tốt nhất là dùng phao để vận chuyển.

### 2.5.3. Đóng cọc



**Hình 2.22** Các sơ đồ đóng cọc trên nền đất cạn khô  
 a) - Đóng cọc trước đào hố móng sau ; b) ; c) ; d) ; e) - Đào hố móng trước và đóng cọc sau

Trước khi đóng cọc cần phải tiến hành các công việc sau:

- Xác định trục và chu vi của cửa bộ móng cũng như trục của các dẫy cọc, đánh dấu chính xác và chắc chắn bằng các cọc định vị xung quanh hố móng hoặc đánh dấu vào sàn đạo nếu sàn đạo bảo đảm chắc chắn. Ở những nơi nước sâu có thể định vị bằng khung định vị.
- Kiểm tra chất lượng cọc, nhất là số hiệu của cọc; chỉ khi nào bê tông cọc đạt 100% cường độ thiết kế mới tiến hành đóng cọc.
- Đánh dấu từ chân cọc đến đầu cọc bằng sơn khoảng 0,5m một vạch, trên đoạn gần đầu cọc cần đánh dấu mau hơn để theo dõi độ lún của cọc được chính xác.

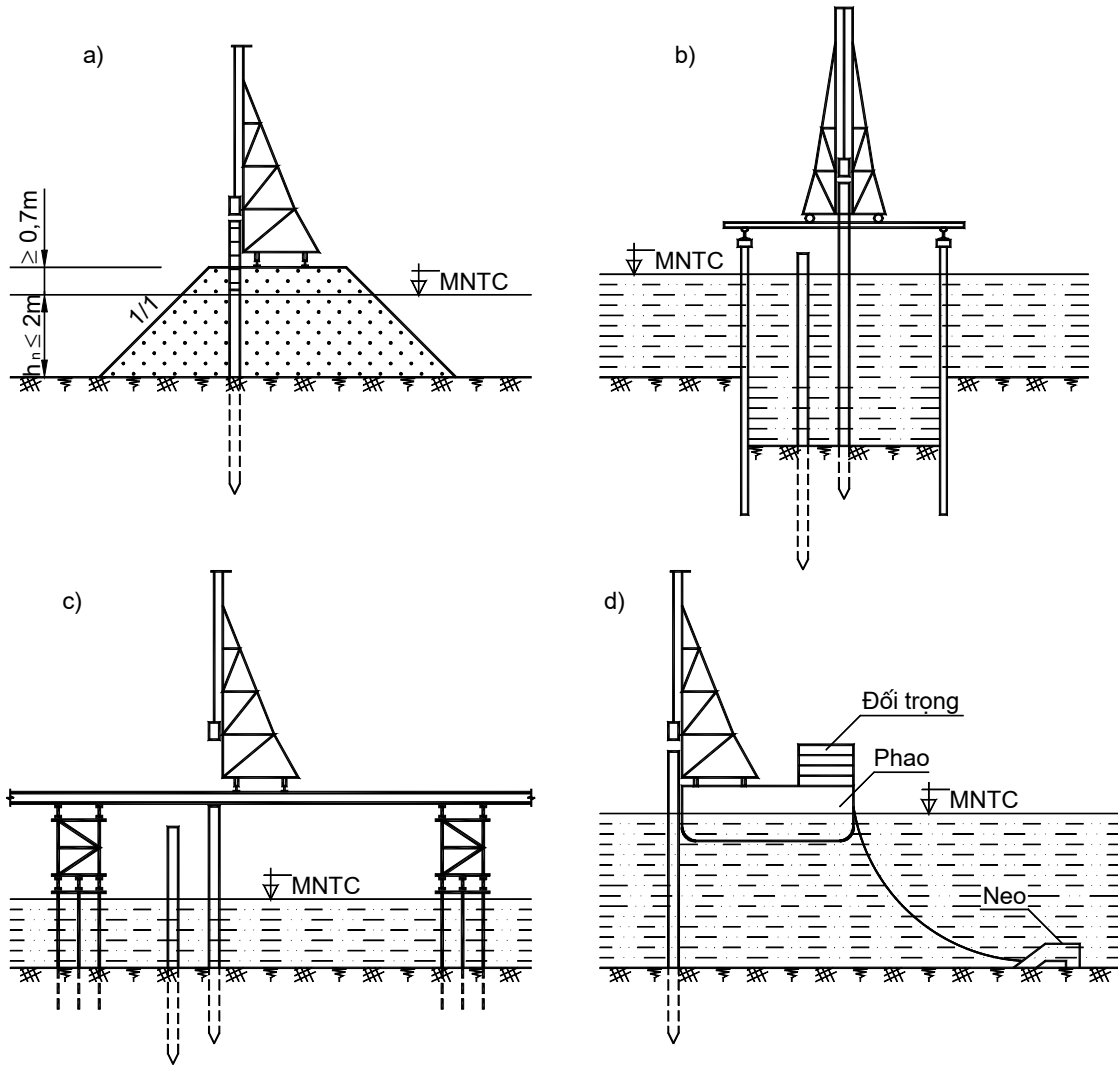
Tùy thuộc vào điều kiện địa chất, thủy văn, chiều dài và số lượng cọc cần đóng, thời hạn thi công, điều kiện trang bị hiện có để quyết định phương pháp đóng cọc dưới đây:

- Ở những nơi không có nước mặt, có thể dùng các giá búa di động chuyên dụng, hoặc các thiết bị tự hành, thanh dẫn có lắp thanh dẫn hướng làm giá búa đóng cọc (Hình 2.22). Nơi có mặt bằng thi công rộng rãi, nền đất tốt, làm sàn đạo trực tiếp trên mặt đất cho giá búa di chuyển (Hình 2.22a). Khi không có nước ngầm nếu hố móng rộng và không cần dùng cọc dẫn để đóng cọc thì có thể dùng phương pháp đóng cọc theo hình 2.22b. Nếu hố móng hẹp và dài thì có thể dùng phương pháp đóng cọc trên sàn di động dọc hố móng theo hình 2.22c, trường hợp hố móng hẹp và sâu, có nước ngầm thì có thể dùng phương pháp đóng cọc theo hình 2.22d và e.

- Ở những nơi có nước mặt không sâu quá 2m, có thể đắp đảo để làm sàn đạo dựng giá búa đóng cọc (Hình 2.23a). Khi mực nước sâu không quá 5m, có thể làm sàn đạo trên các trụ tạm bằng cọc gỗ, để đặt đường ray cho giá búa di chuyển, cũng có thể đặt đường ray trên đỉnh vòng vây cọc ván của hố móng (Hình 2.23b và 2.23c). Khi mực nước sâu quá 5m, nên đặt giá búa trên các phao nổi hoặc sà lan và cố định bằng hệ dây neo để đóng cọc (Hình 2.23d).

Lúc bắt đầu đóng cọc bằng búa hoạt động một chiều, hay búa trọng lực, búa điêzen cột dẫn phải giữ chiều cao nâng búa ít nhất 0,5m, sau đó đóng nhẹ một vài nhát rồi dừng lại để kiểm tra về vị trí và độ nghiêng của cọc. Ở cuối giai đoạn đóng mỗi cọc, có thể chiều cao nâng búa tăng đến trị số tối đa ghi trong lý lịch của búa, còn chiều cao nâng búa trọng lực phải lấy tương ứng với trọng lượng búa, kích thước và vật liệu làm cọc, điều kiện đất nền nhưng cũng không nên cao quá 4m. Giá búa cần được định vị và neo chắc chắn để cọc xuống được đúng vị trí.

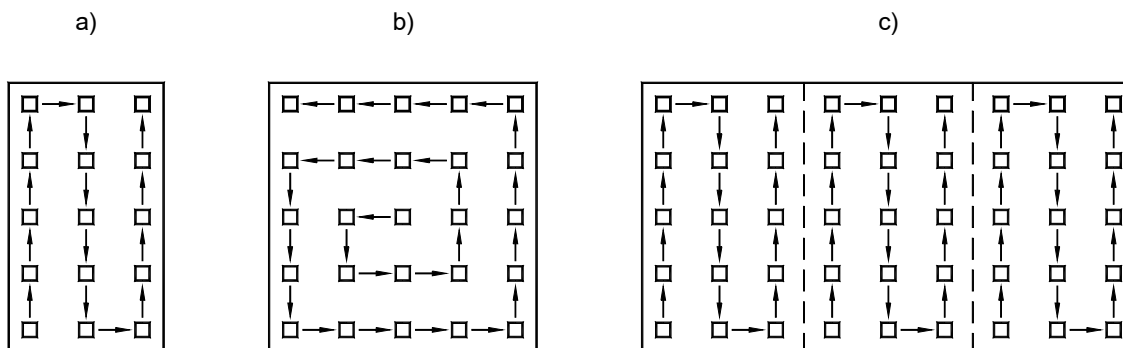
Trong quá trình đóng cọc, cần giữ cho dây treo búa xung kích hay búa rung ở trạng thái “mềm”, và theo dõi trạng thái mũi cọc và đầu cọc. Nếu xảy ra sự cố sai lệch hàng loạt, thì cần phải phân tích nguyên nhân và kiểm tra lại công nghệ đóng cọc.



**Hình 2.23** Các sơ đồ đặt giá búa đóng cọc nơi có nước mặt  
 a) - Đắp đảo để đóng cọc ; b) - Giá búa chạy trên ray đặt trên đỉnh vòng vây cọc ván thép  
 c) - Giá búa đặt trên cầu tạm để đóng cọc ; d) - Đặt giá búa trên phao để đóng cọc

Trình tự đóng cọc được chọn sao cho thời gian di chuyển giá búa, và cân cầu đặt cọc vào vị trí chuẩn bị đóng, cũng như thời gian thay đổi độ xiên của thanh dẫn hướng là ít nhất. Để tránh đất bị lèn quá chặt khi đóng nhiều cọc, khiến cho khó đóng các cọc sau, cần phải chọn trình tự đóng cọc từ đầu này đến đầu kia theo kiểu tuần tự từng hàng một hoặc từ trong ra ngoài (Hình 2.24a và 2.24b). Nếu đám cọc lớn trong hố móng dài thì có thể chia thành nhiều khu vực để đóng, đầu tiên đóng cọc ở hai phần đầu trước theo hướng từ trong ra, sau đó đóng đoạn giữa theo trình tự một chiều hay từ trong ra ngoài, hoặc dùng nhiều giá búa và các giá búa phải đóng đồng thời cùng một lúc (Hình 2.24c).





**Hình 2.24** Các sơ đồ trình tự đóng cọc trong hố móng  
a) - Đóng cọc tuần tự ; b) - Đóng cọc từ trong ra ngoài ; c) - Đóng cọc phân đoạn

Trong quá trình đóng cọc cần phải theo dõi và đo các số liệu về độ lún của cọc, chiều cao rơi của búa, quan sát các hiện tượng bất thường xảy ra. Thông qua các số liệu đó phân nào đánh giá được cấu tạo địa chất để so sánh với tài liệu thăm dò đã cho. Đồng thời căn cứ vào độ lún cuối cùng biết được khả năng chịu tải của cọc. Trước khi thi công chính thức nên đóng cọc thử để thí nghiệm.

Trong quá trình đóng cọc có nhiều nguyên nhân dẫn đến hiện tượng cọc bị nghiêng, cọc xuống không đều v.v...

- Nếu cọc bị nghiêng có thể do mũi cọc lệch, dụng cụ không thẳng, cọc gặp phải đá, lúc đó phải phân tích kỹ để tìm nguyên nhân. Nếu cọc đóng chưa sâu thì có thể dùng nêm hoặc tời để điều chỉnh, hoặc phải nhổ lên đóng lại. Song cần chú ý với cọc bê tông cốt thép có thể gây ứng suất kéo làm cho bê tông bị nứt.

- Khi cọc đóng sai vị trí cho phép, không nhổ lên được thì phải đóng thêm cọc khác ở ngay bên cạnh (nhưng phải được sự đồng ý của tư vấn giám sát và thiết kế).

Sai số về vị trí các cọc so với thiết kế không được vượt quá trị số ghi trong Bảng 2 - 12.

Bảng 2 - 12

**SAI SỐ CHO PHÉP TRONG VIỆC HẠ CỌC**

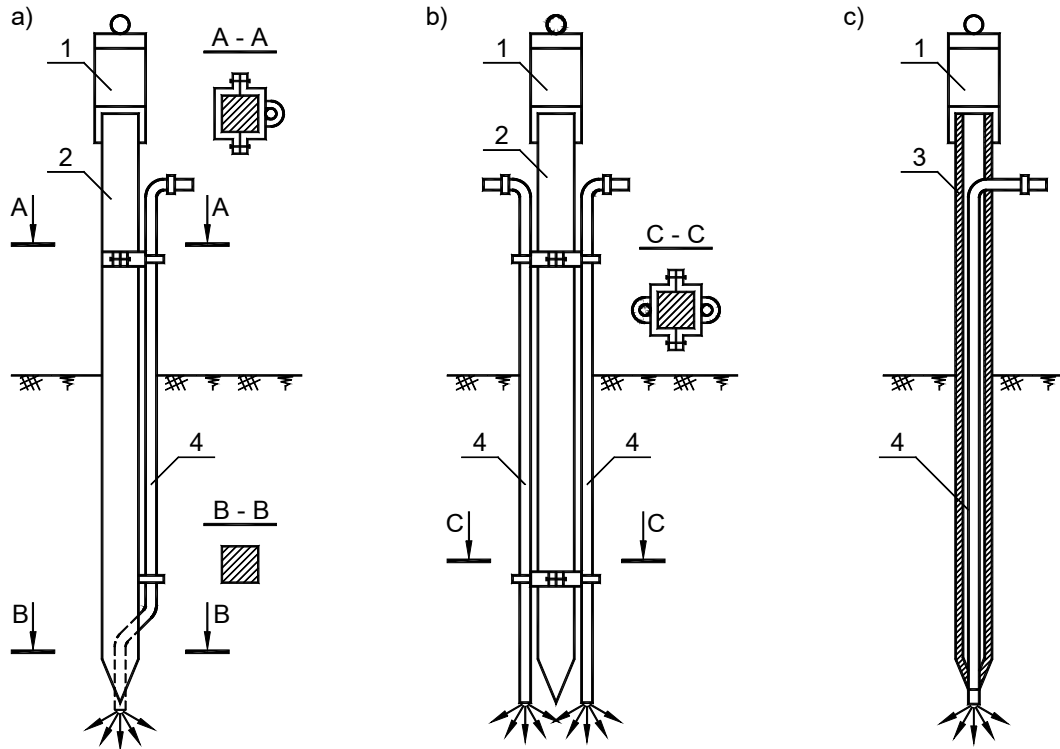
Loại cọc	Trị số sai số đối với các cọc có đường kính của thân cọc bằng cm		
	Dưới 60	60 ÷ 100	Trên 100
Cọc dưới đáy bệ	1d	0,8d	≤ 75cm
Hàng cọc dưới xà mũ	Dọc tim dầm	1d	
	Thẳng góc với tim dầm	0,25d	
Sai số về khoảng cách tính từ cọc đến mép móng	10%	10%	10%

**2.5.4. Xói nước để hạ cọc**

Khi đóng cọc vào nền đất có tầng cát hoặc cát sỏi, gặp khó khăn, có thể tiến hành đóng cọc đồng thời với việc xói nước. Trong đất sét chỉ được dùng biện pháp xói nước khi hạ cọc ống. Không được xói nước khi đóng cọc ở gần công trình ngầm, và các công trình lân cận có sẵn (nếu có nguy cơ gây lún, sụt lở đất dưới các công trình đó).

Biện pháp xói nước thường dùng kết hợp với búa xung kích, hay búa rung ở trong các hình thức sau:

- Biện pháp xói nước là biện pháp chủ yếu.
- Xói nước kết hợp đóng cọc bằng búa xung kích, hoặc búa rung một cách đồng thời hoạt động.
- Xói nước kết hợp đóng cọc bằng một trong hai loại búa trên theo cách luân phiên nhau hoạt động.



**Hình 2.25** Các sơ đồ hạ cọc bằng ống xói

a và b) - Khi cọc đặc ( a - Dùng 1 ống xói ; b - Dùng 2 ống xói ) ; c) - Khi cọc rỗng  
 1 - Búa ; 2 - Cọc BTCT đặc ; 3 - Cọc BTCT rỗng ; 4 - Ống xói

Khi mũi cọc hạ đến cách cao độ thiết kế  $1 \div 2m$  phải ngừng xói nước, và đóng cọc tiếp bằng búa xung kích hay búa rung cho đến lúc đạt độ chối tính toán.

Để bơm nước xói, dùng máy bơm ly tâm có công suất đến  $5m^3/phút$ , và áp lực đến  $20kG/cm^2$ . Máy bơm cần đặt gần nơi hạ cọc để đỡ tổn thất áp lực bơm. Trên đường ống dẫn nước có van bảo hiểm để xả nước áp lực đầu ống xói bị đất làm tắc.

Khi hạ cọc bê tông cốt thép mặt cắt đặc, nên xói nước đúng tâm bằng cách uốn cong đầu dưới của ống xói. Phần này ngâm trong cọc, đầu trên của nó dẫn ra ngoài và nối bằng cút (rắc co) với phần tháo lắp được của ống xói (Hình 2.25a). Nếu dùng hai ống xói thì bố trí chúng đối xứng nhau ở hai mặt bên cọc, và liên kết bằng cút (Hình 2.25b). Cút thứ nhất đặt ở gần mũi cọc, cút thứ hai và những cút tiếp theo được bố trí cách nhau  $10 \div 15m$  đối với cọc thẳng, và cách nhau  $5 \div 10m$  đối với cọc xiên.

Để xói hạ cọc rỗng có đầu dưới kín, phải chừa một lỗ ở mũi cọc cho đầu ống xuyên qua (Hình 2.25c). Để ống xói di chuyển được tự do trong lòng cọc, phần trên của cọc rỗng lắp thêm đoạn cọc dẫn (thường bằng thép) có chừa cửa sổ cho đoạn cong của ống xói đi qua.

Ống xói bằng thép, đường kính trong  $36 \div 106\text{mm}$ . Đầu ống xói được liên kết bằng hàn điện hoặc ren.

Áp lực và lưu lượng nước cần thiết ở đầu ống xói được chọn tùy theo loại đất, kích thước của cọc và độ sâu đóng cọc, có thể tham khảo Bảng 2 - 13.

Bảng 2 -13

ÁP LỰC NƯỚC VÀ LƯU LƯỢNG NƯỚC CẦN THIẾT ĐỂ XÓI HẠ CỌC

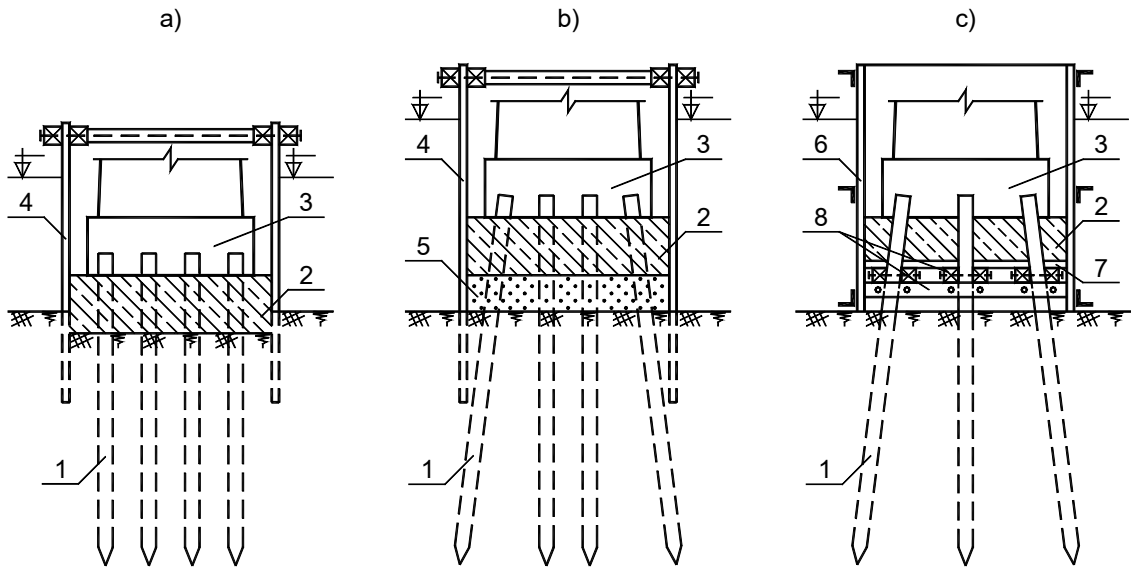
J- Loại đất	Độ sâu đóng cọc vào trong đất (m)	Áp lực cần thiết ở đầu ống xói ( $\text{kG/cm}^2$ )	Mặt cắt ngang của cọc ( cm )			
			30 ÷ 50		50 ÷ 70	
			Đường kính trong của ống xói nước trung tâm (mm)	Lưu lượng nước cho một cọc ( $\text{m}^3/\text{phút}$ )	Đường kính trong của ống xói nước trung tâm (mm)	Lưu lượng nước cho một cọc ( $\text{m}^3/\text{phút}$ )
Bùn, cát nhỏ, đất sét dẻo mềm, sét pha cát	5 ÷ 15	4 ÷ 8	37	400 ÷ 1000	50	1000 ÷ 1500
	15 ÷ 25	8 ÷ 10	68	1000 ÷ 1500	80	1500 ÷ 2000
	25 ÷ 35	10 ÷ 15	80	1500 ÷ 2000	106	2000 ÷ 3000
Cát, sét pha cát chặt, cát lẫn sỏi cuội, cát pha sét, đất sét chặt vừa	5 ÷ 15	6 ÷ 10	50	1000 ÷ 1500	68	1500 ÷ 2000
	15 ÷ 25	10 ÷ 15	80	1500 ÷ 2000	106	2000 ÷ 3000
	25 ÷ 35	15 ÷ 20	106	2500 ÷ 3000	106 ÷ 131	2500 ÷ 4000

### 2.5.5. Thi công bệ cọc

Sau khi đóng cọc, các đầu cọc thường ở các cao độ khác nhau, do đó phải cắt đầu cọc cho đúng cao độ thiết kế. Các cọc gỗ của móng mố trụ phải được cắt ít nhất 50cm dưới mức thấp nhất. Các cọc bê tông cốt thép được cắt đầu cọc bằng máy chuyên dụng để phá vỡ phần bê tông đầu cọc, sau đó uốn các cốt thép lộ ra theo chỉ dẫn của thiết kế.

Bệ cọc của móng mố trụ cầu thường được thi công trong vòng vây ngăn nước nơi có nước ngầm hoặc nước mặt, sau khi nghiệm thu công tác đóng cọc. Ở nơi cạn và không có nước ngầm, có thể thi công bệ cọc trong hố móng không có vòng vây ngăn nước. Kích thước vòng vây phải rộng hơn kích thước tương ứng của bệ cọc khoảng  $1 \div 1,5\text{m}$  để đủ chỗ lắp đặt ván khuôn, và làm rãnh thoát nước xung quanh mép vòng vây.

Khi lượng nước thấm vào hố móng ít, có thể dùng các biện pháp hút nước cạn, và đổ bê tông bệ cọc tiến hành như đối với móng nông. Khi có nước thấm nhiều, và nơi ngập nước, thì phải đổ bê tông bịt đáy vòng vây ít nhất 1m. Đỉnh lớp bê tông bịt đáy không được cao hơn bệ móng cọc. Tùy trường hợp cụ thể, lớp bê tông bịt đáy có thể bố trí ở cao độ đáy vòng vây, hoặc ở cao hơn (Hình 2.26)



**Hình 2.26** Các sơ đồ thi công bệ cọc ở cao hơn đáy sông  
 1 - Cọc ; 2 - Lớp bê tông bịt đáy ; 3 - Bệ cọc ; 4 - Vòng vây cọc ván ; 5 - Đệm cát  
 6 - Khung vây ; 7 - Ván khuôn đáy ; 8 - Xà kẹp

Lớp bê tông bịt đáy được thi công bằng một trong các phương pháp đổ bê tông dưới nước (đã giới thiệu ở chương 1).

Vòng vây ngăn nước để thi công bệ móng cọc có thể là vòng vây cọc ván thép, vòng vây đất, hoặc thùng chụp. Thùng chụp có thể làm bằng gỗ hoặc thép, đặt trên nền đáy sông, hoặc trên một sàn đỡ. Sàn đỡ này có hệ dầm đỡ các ván gỗ ghép khít. Các dầm đỡ sàn được cố định nhờ kết cấu kẹp đầu cọc của móng, hoặc treo vào các dầm thép gác lên các đỉnh cọc (Hình 2.26c).

Trong trường hợp dùng khung dẫn hướng để đóng cọc, thì vòng vây thi công bệ móng cọc thường được thi công dựa vào khung dẫn hướng đó.

## 2.6. Xác định sức chịu tải của cọc, chọn búa đóng cọc

Sức chịu tải của cọc là tải trọng tính toán lớn nhất mà cọc có thể chịu được. Không những chỉ trong thiết kế móng cọc mới tính toán sức chịu tải của cọc mà ngay cả trong công tác thi công có nhiều lúc cũng phải đề cập tới như: chiều sâu đóng cọc gỗ làm cầu tạm, sàn đạo để đóng cọc v.v...

Vì vậy phần này sẽ đề cập tới những phương pháp thường dùng để xác định sức chịu tải của cọc đơn trên phương diện sức kháng của đất nền và vật liệu làm cọc.

### 2.6.1. Khả năng chịu tải tính toán của cọc đơn theo đất nền, tính theo công thức lý thuyết

Theo quy trình thiết kế cầu công theo trạng thái giới hạn 22TCN 18 - 79. - Sức chịu tải tính toán nén dọc trục theo đất nền của một cọc được xác định theo công thức:

$$P_0 = 0,7m_2 \left( u \sum \alpha_i l_i f_i^H + FR^H \right) \quad (2.2)$$

- Sức chịu tải tính toán nén dọc trục theo đất nền đối với cọc chống:

$$P_0 = 0,7m_2 FR^H \quad (2.3)$$

- Sức chịu tải tính toán kéo dọc trục theo đất nền của một cọc được xác định theo công thức:

$$P_0 = 0,4m_2u\sum\alpha_i l_i f_i^H \quad (2.4)$$

Trong đó: 0,7 và 0,4 - Là hệ số đồng nhất.

$m_2$  - Hệ số điều kiện làm việc của cọc phụ thuộc vào số cọc trong móng và loại bệ cọc lấy theo Bảng 2 - 14.

Bảng 2 - 14

HỆ SỐ  $m_2$

Loại bệ cọc	Số cọc trong móng			
	1 ÷ 5	6 ÷ 10	11 ÷ 20	Từ 21 trở lên
Bệ cao	0,80	0,85	0,90	1,00
Bệ thấp	0,85	0,90	1,00	1,00

$u$  - Chu vi tiết diện cọc.

$\alpha_i$  - Hệ số xét đến loại đất và phương pháp đóng cọc lấy theo Bảng 2 - 15

Bảng 2 - 15

HỆ SỐ  $\alpha_i$

Loại móng	Đóng cọc bằng búa	Hạ cọc bằng phương pháp rung vào đất			
		Cát	Cát pha sét	Sét pha cát	Sét
Móng cọc	1,0	1,1	0,9	0,7	0,6
Móng cọc ống	0,9	1,0	0,9	0,7	0,6
Móng cột ống	-	0,9	0,7	0,6	0,5

$l_i$  - Chiều dày các lớp đất riêng rẽ mà cọc xuyên qua và ở dưới cao độ xói cục bộ ứng với lưu lượng nước tính toán.

$f_i^H$  - Lực ma sát giới hạn của các lớp đất, xác định theo Bảng 2 - 16, trong đó chiều sâu bình quân của lớp đất là khoảng cách từ mực nước thấp nhất (hoặc mặt đất tự nhiên ở nơi cạn) đến điểm giữa chiều dày lớp đất  $i$ . Khi có lớp bùn, thì lấy  $f_i^H = -0,5T/m^2$  không phụ thuộc vào chiều dày của lớp bùn.

Bảng 2 - 16

LỰC MA SÁT GIỚI HẠN  $f_i^H$  (T/m<sup>2</sup>)

Chiều sâu trung bình của tầng đất (m)	Cát và cát pha sét (*)			Sét pha cát và sét có hệ số độ sệt B						Đối với cọc mở rộng mũi và cọc khoan nhồi không phụ thuộc vào loại đất
	Hạt to và vừa	Hạt nhỏ	Cát bột	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	> 0,6	
1	3,5	2,3	1,5	3,5	2,3	1,5	1,2	0,5	0,2	0,8
2	4,2	3,0	2,0	4,2	3,0	2,0	1,7	0,7	0,3	1,1
3	4,8	3,5	2,5	4,8	3,5	2,5	2,0	0,8	0,4	1,3
4	5,3	3,8	2,7	5,3	3,8	2,7	2,2	0,9	0,5	1,4
5	5,6	4,0	2,9	5,6	4,0	2,9	2,4	1,0	0,6	1,5

7	6,0	4,3	3,2	6,0	4,3	3,2	2,5	1,1	0,7	1,6
10	6,5	4,6	3,4	6,5	4,6	3,4	2,6	1,2	0,8	1,7
15	7,2	5,1	3,8	7,2	5,1	3,8	2,8	1,4	1,0	1,8
20	7,9	5,6	4,1	7,9	5,6	4,1	3,0	1,6	1,2	2,0
25	8,6	6,1	4,4	8,6	6,1	4,4	3,2	1,8	-	2,2
30	9,3	6,6	4,7	9,3	6,6	4,7	3,4	2,0	-	2,4
35	10,0	7,0	5,0	10,0	7,0	5,0	3,6	2,2	-	2,6

(\*) Khi đóng cọc bằng cách xói và sau khi xói đóng tiếp đến cao độ thiết kế, phải nhân với hệ số 0,9.

F - Diện tích của tiết diện cọc.

$R^H$  - Cường độ giới hạn của nền đất ở mặt phẳng mũi cọc, xác định theo Bảng 2 - 17.

Khi hạ cọc bằng phương pháp rung thì trị số lực chống ở mũi cọc  $FR^H$  nhân với hệ số  $\alpha_i$ .

Bảng 2 - 17

SỨC CHỐNG GIỚI HẠN CỦA ĐẤT NỀN Ở MŨI CỌC  $R^H$  (T/m<sup>2</sup>)

Cát và cát pha sét chặt vừa (*)		Sạn	To	-	Vừa	Nhỏ	Bột
Sét pha cát và sét với hệ số độ sệt B		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Chều sâu đóng cọc tính bằng mét	4	820	530	380	280	180	120
	5	880	560	400	300	190	130
	7	950	600	430	320	210	140
	10	1050	680	490	350	240	150
	15	1170	750	560	400	280	160
	20	1260	820	620	450	310	170
	25	1340	880	680	500	340	180
	30	1420	940	740	550	370	190
35	1500	1000	800	600	400	200	

(\*) Trường hợp cát và cát pha sét ở trạng thái chặt, thì trị số  $R^H$  tăng lên 30%.

Khi địa chất dưới mũi cọc là đá hòn to (đá dăm, đá hòn, cuội) và đất dính ở trạng thái cứng (với  $B < 0$ ) thì lấy  $R^H = 2000T/m^2$ .

**2.6.2. Khả năng chịu tải tính toán của cọc đơn theo đất nền, xác định bằng phương pháp thử cọc**

Công tác thử cọc bao gồm: nén cọc thử bằng lực tĩnh thẳng đứng, đóng cọc thử bằng tải trọng động.

Mục đích của công tác thử cọc là:

- Căn cứ vào điều kiện địa chất thực tế để chọn công nghệ hạ cọc thích hợp cho hàng loạt cọc tiếp theo.

- Quyết định lại cao độ mũi cọc đóng vào đất theo đúng điều kiện thực tế địa chất và bảo đảm khả năng chịu lực cần thiết của cọc.

- Xác định độ lún của cọc đơn có phù hợp với thiết kế hay không.

Công tác thử cọc được thực hiện đúng đề cương thử cọc đã được duyệt. Trong đề cương này cần xét đến: điều kiện địa chất thủy văn, đặc điểm công trình, tổ hợp tải trọng tính toán móng, vị trí bộ móng so với mặt đất hay đáy sông. Nội dung đề cương thử cọc cần nêu rõ: sơ đồ kết cấu để tạo lực thử cọc, vị trí đóng cọc thử và khả năng dùng cọc thử trong móng

công trình sau khi thử xong, sơ đồ và trị số lực cần tạo ra để thử cọc, cách đo và sơ đồ đặt đồng hồ khi thử vật liệu, kích thước, kết cấu của cọc thử, phương pháp hạ cọc thử.

Căn cứ vào điều kiện địa chất cụ thể để định ra số lượng và vị trí các cọc thử: số lượng cọc được thử với tải trọng tĩnh chiếm 1% tổng số cọc trong móng, và ít nhất phải là 2 cọc. Số lượng cọc được thử với tải trọng động chiếm khoảng 2% số cọc trong móng và ít nhất phải là 5 cọc.

#### 2.6.2.1. Thử cọc với tải trọng tĩnh

Công tác này chỉ thực hiện khi có nghi ngờ về khả năng chịu lực của cọc, và khi có yêu cầu đặc biệt của đơn vị thiết kế.

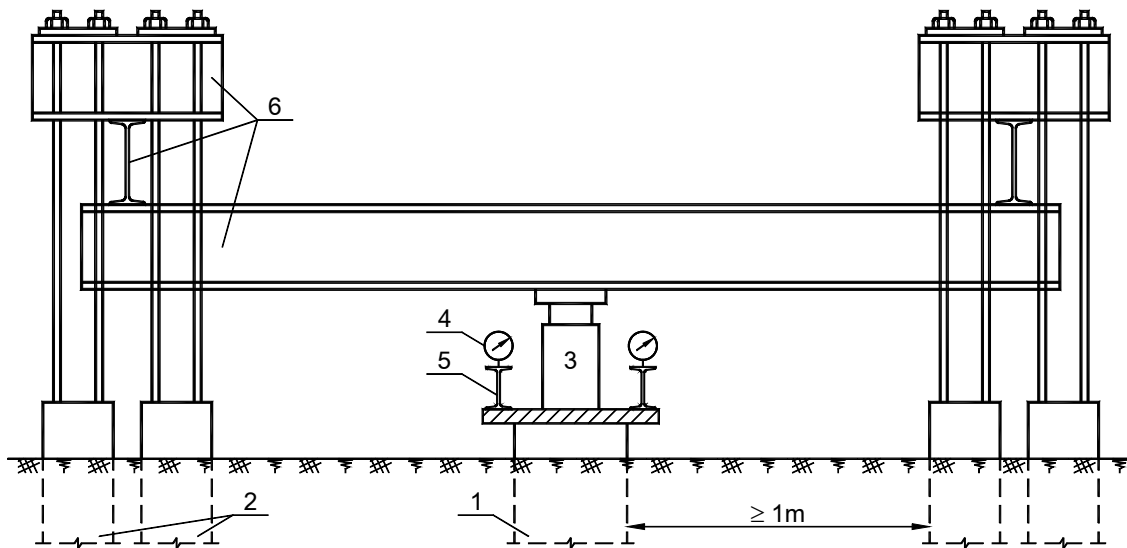
Đóng cọc thử bằng tải trọng tĩnh nghĩa là sau khi cọc đã đóng đến cao độ quy định, thì dùng kích để nén ép cọc xuống thẳng đứng. Từ kết quả đo độ lún suy ra tải trọng tĩnh giới hạn của cọc.

Các sơ đồ đặt tải trọng tĩnh lên cọc như hình 2.27 và 2.28 là phổ biến nhất hiện nay là dùng cọc neo hoặc vật liệu làm đối trọng kích thủy lực. Số lượng cọc neo được xác định căn cứ vào khả năng chịu kéo của cọc theo vật liệu và khả năng chịu nhỏ của cọc theo đất nền, nhưng không ít hơn 4 cọc. Cự ly giữa cọc neo và cọc thử ít nhất là 1m.

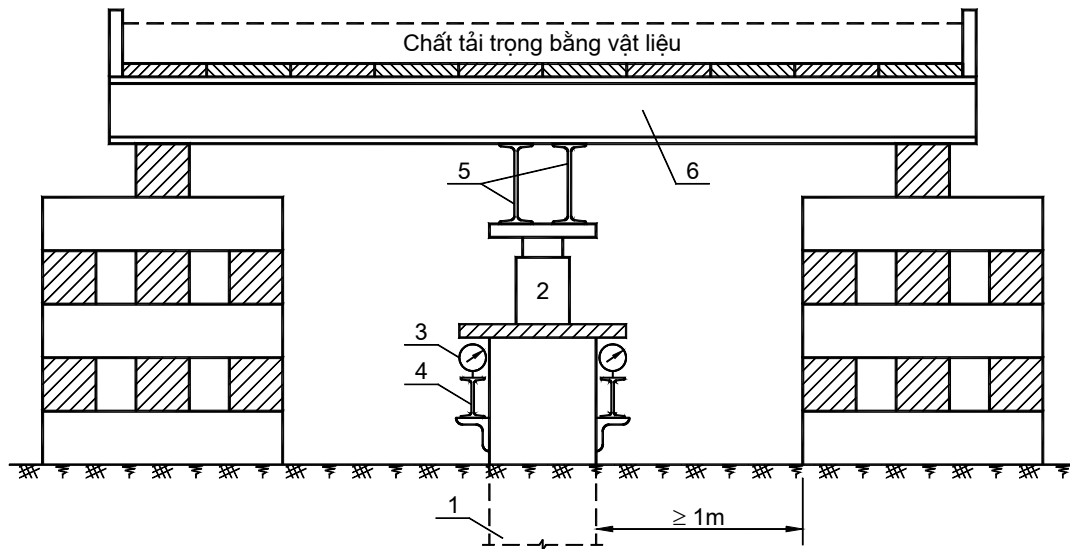
Yêu cầu khi thử cọc là:

- Kích dầu tốt, đảm bảo không hỏng trong quá trình thử.
- Cọc và hệ dầm truyền lực phải cố định, vững chắc, không bị chấn động do ảnh hưởng của ngoại lực.
- Trước khi nén thử cọc, phải kiểm tra tỉ mỉ các mối nối, các kích, các chêm, các dầm gánh v.v...

Các đồng hồ đo chuyển vị phải có độ chính xác đến 0,1mm. Thường đặt đối xứng hai đồng hồ qua tim cọc thử. Nên đặt cả đồng hồ đo độ nhỏ lên của các cọc neo, để phân tích ảnh hưởng của mỗi cọc neo đến cọc thử.



**Hình 2.27** Sơ đồ thí nghiệm tải trọng tĩnh dùng cọc neo làm đối trọng  
 1 - Cọc thí nghiệm ; 2 - Cọc neo ; 3 - Kích thủy lực ; 4 - Đồng hồ đo độ lún  
 5 - Dầm gắn đồng hồ ; 6 - Dầm liên kết các cọc neo



**Hình 2.28** Sơ đồ thí nghiệm tải trọng tĩnh dùng vật liệu làm đối trọng  
 1 - Cọc thí nghiệm ; 2 - Kích thủy lực ; 3 - Đồng hồ đo lún ; 4 - Dầm gắn đồng hồ  
 5 - Dầm đỡ ; 6 - Hệ thống kết cấu đỡ vật liệu

Tải trọng tĩnh để thử cọc được tăng dần từng cấp. Mỗi cấp tăng lấy bằng  $0,1P_{gh}$  ( $P_{gh}$  là tải trọng giới hạn do thiết kế dự kiến). Sau mỗi lần tăng tải cần ghi các số đo trên đồng hồ đo lún. Thời gian và số lần ghi độ lún ở mỗi cấp tải trọng theo quy định thí nghiệm.

Tải trọng ở mỗi cấp tăng tải được giữ cho đến khi đạt được sự ổn định về độ lún mới tăng cấp tiếp theo (Tiêu chuẩn ổn định độ lún được quy định như sau: đối với đất cát sau 30 phút, đối với đất sét sau 60 phút độ lún không lớn hơn 0,1mm).

Khử giảm tải cũng làm theo từng cấp, mỗi cấp giảm tải bằng hai lần cấp tăng tải. Trường hợp số lần tăng tải là lẻ, cần giảm tải trong đợt đầu bằng trị số cấp tăng tải. Sau mỗi lần giảm tải, cần ghi các trị số đo trên đồng hồ chuyên vị đo lún.

Quá trình tăng tải cần liên tục, không gián đoạn ngay cả trong trường hợp thí nghiệm kéo dài nhiều ngày. Ngừng tăng tải khi đã thấy dấu hiệu tăng tới tải trọng cực hạn. Các điều kiện đó cụ thể là:

- Khi tổng độ lún của cọc vượt quá 40mm, và độ lún của cấp tải trọng sau lớn hơn hoặc bằng gấp 5 lần độ lún của cấp tải trọng trước.

- Khi độ lún của cấp tải trọng sau mới chỉ lớn hơn 2 lần độ lún của cấp tải trọng trước, nhưng sau một ngày đêm vẫn chưa ngừng lún.

- Nếu cọc tỳ lên nền đá, nền cát sỏi sặt chặt, hay đất sét rất rắn, thì có thể dùng tăng tải khi độ lún nhỏ hơn 40mm, nhưng với điều kiện đã tăng tải đến trị số lớn nhất trong đề cương thí nghiệm, và trị số đó phải không nhỏ hơn 1,5 lần trị số tải trọng tính toán của cọc đơn trong bản tính móng cọc.

Trị số lún của cọc lấy bằng trung bình của số đọc trên 2 đồng hồ đo đặt đối xứng. Sai số cho phép giới hạn của số đọc trên 2 đồng hồ đo không được quá 50% khi độ lún nhỏ hơn 1mm, và 30% khi độ lún từ  $1 \div 5$ mm, và 20% khi độ lún lớn hơn 5mm.

Căn cứ vào kết quả đo, sẽ vẽ được đường cong quan hệ giữa độ lún của cọc và thời gian tác dụng của tải trọng, vẽ được đường cong quan hệ giữa độ lún với tải trọng tĩnh tác dụng lên cọc thử (Hình 2.29)

Quan hệ tải trọng - độ lún dùng để xác định tải trọng giới hạn của cọc. Theo kết quả thử cọc với tải trọng tĩnh, xác định sức chịu tải tính toán của cọc như sau:

$$P_0 = k.m.P_{gh} \quad (2.5)$$

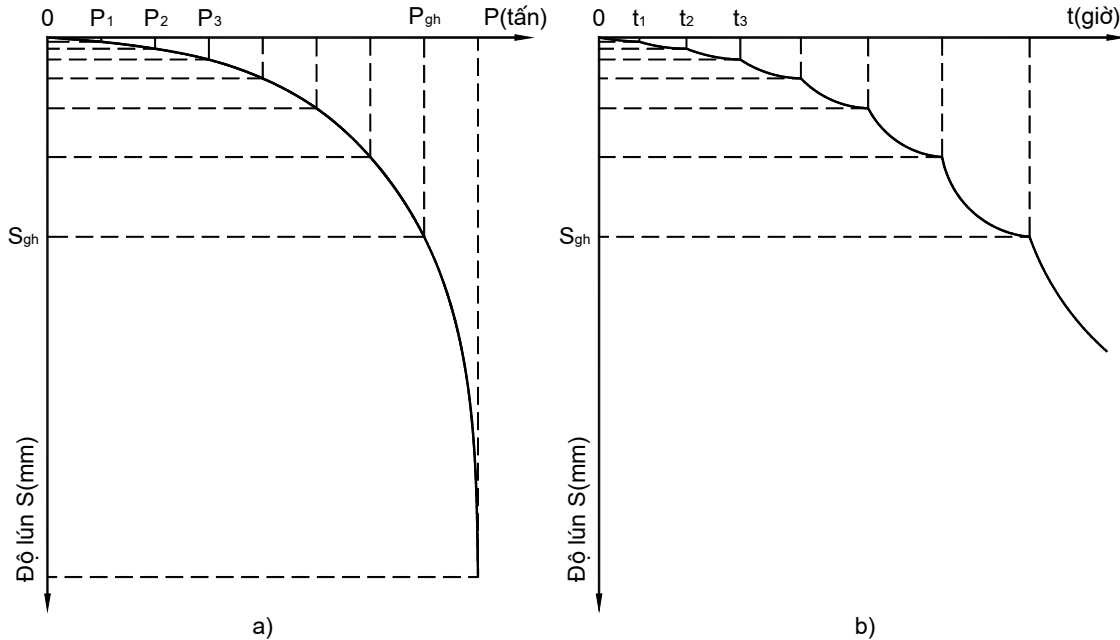


Trong đó:  $k$  - Hệ số đồng nhất, thường lấy  $k = 0,8$ .

$m$  - Hệ số điều kiện làm việc, thường lấy  $m = 1,0$ .

$P_{gh}$  - Tải trọng giới hạn của cọc thử, lấy bằng tải trọng ứng với cấp tải trọng trước cấp tải trọng gây ra độ lún tổng cộng lớn hơn 40mm, hay gây ra các điều kiện đã nêu.

Xác định sức chịu tải tính toán của cọc bằng phương pháp thử cọc với tải trọng tĩnh là phương pháp cho kết quả chính xác nhất. Vì cọc được thử ngay tại hiện trường và phản ánh đúng trạng thái chịu lực thực tế của cọc. Nhưng thiết bị thí nghiệm quá cồng kềnh, yêu cầu thực hiện các bước thử cọc một cách nghiêm ngặt, thời gian thử cọc lâu.



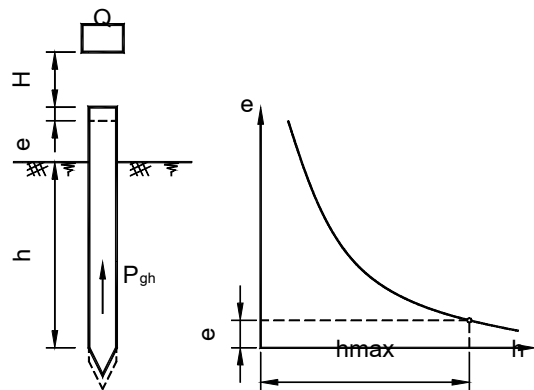
**Hình 2.29** Các biểu đồ khi thí nghiệm tải trọng tĩnh xác định sức chịu tải dọc trục của cọc  
a) - Biểu đồ quan hệ độ lún và tải trọng ; b) - Biểu đồ quan hệ độ lún và thời gian

#### 2.6.2.2. Thử cọc với tải trọng động

Đóng cọc thử với tải trọng động, nghĩa là dùng búa đóng cọc xuống, đo độ chối của cọc. Dùng các công thức của lý thuyết va chạm để kiểm nghiệm tải trọng giới hạn của cọc, quyết định độ sâu hạ cọc thực tế tại hiện trường (Hình 2.30).

Sau khi kết thúc đóng cọc, nếu nền đất cát, nên để cọc nghỉ ít nhất 3 ngày; nếu là nền đất sét, nên để cọc nghỉ ít nhất 6 ngày. Sau đó đóng cọc lần nữa để đo độ chối tính toán. Độ chối này khi đo dựa theo trị số trung bình cộng cao độ 5 điểm đầu cọc (4 điểm giữa và 1 điểm góc).

Khi thử cọc phải dùng loại búa mà trước đó đã dùng để đóng cọc từ lúc đầu, búa phải hoạt động giống như lúc hạ



**Hình 2.30** Quan hệ giữa độ chối  $e$  và  $h$

cọc (chiều cao rơi, áp lực hơi, tốc độ đánh búa); nếu dùng búa rung, thì các điều kiện lúc thử cũng giống như lúc đang hạ cọc.

Mỗi hồi búa để thử quy định là 1; 3 và 5 nhát tương ứng lần lượt với các loại búa hoạt động một chiều, búa điêzen và búa trọng lực. Nếu dùng búa hoạt động hai chiều hay búa rung, thì búa hoạt động liên tục trong 30 giây. Độ chối tính toán lấy bằng trị số bình quân đối với một nhát búa. Nếu khi đóng 3 đến 5 nhát mà trị số độ chối không xác định, không đủ độ tin cậy, thì đóng thêm 30 nhát búa nữa. Khi đó độ chối tính toán lấy bằng trung bình cộng của 10 nhát búa cuối cùng.

Trong đất sét hoặc đất cát mịn, thường gặp hiện tượng cọc bị hút, nghĩa là sau một thời gian nghỉ đóng, thì độ chối của cọc giảm xuống. Trong đất cát ướt hay no nước, có thể gặp hiện tượng chối giả, nghĩa là sau một thời gian nghỉ đóng, thì độ lún của cọc tăng lên nhiều. Khi đó, nên để cọc nghỉ 3 đến 6 ngày rồi đóng thử lại để kiểm tra.

Tải trọng giới hạn của cọc thử tính theo độ chối tính toán đo được lúc thử bằng công thức của N.M. Gerxêvanov:

$$P_0 = 0,7.M. \frac{n.F}{2} \left[ \sqrt{1 + \frac{4}{n.F} \cdot \frac{W}{e} \cdot \frac{Q + \varepsilon^2 \cdot q}{Q + q}} - 1 \right] \quad (2.6)$$

Quan hệ giữa độ chối e và sức chịu tải  $P_0$  của cọc được xác định:

$$e = \frac{0,7.n.F.W.M}{P_0 \left( \frac{P_0}{0,7.M} + n.F \right)} \cdot \frac{Q + \varepsilon^2 \cdot q}{Q + q} \quad (2.7)$$

Trong đó:

$P_0$  - Khả năng chịu lực tính toán của cọc (Tấn).

e - Độ chối tính toán (cm), bằng trị số độ lún của cọc đo một nhát búa khi đóng bằng búa xung kích; khi dùng búa rung thì e bằng độ lún của cọc trong thời gian búa rung hoạt động 30 giây.

0,7 - Hệ số, biểu thị quan hệ giữa hệ số đồng nhất và hệ số điều kiện làm việc với hệ số độ tin cậy (k).

F - Diện tích mặt cắt ngang cọc ( $m^2$ ).

W - Năng lượng xung kích tính toán của búa (T.cm), lấy như sau:

+ Đối với búa điêzen hình ống và búa hơi song động  $W = 0,9.Q.H$

+ Đối với búa điêzen cột dẫn  $W = 0,4.Q.H$

+ Đối với búa trọng lực và búa hoạt động một chiều  $W = Q.H$

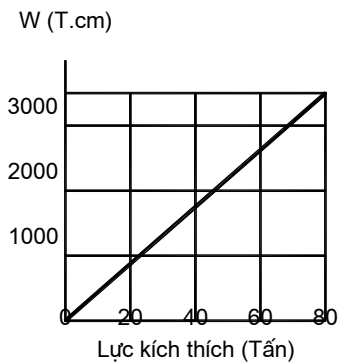
Q - Trọng lượng phần va đập của búa (Tấn).

H - Chiều cao rơi búa tính toán, lấy ở giai đoạn kết thúc đóng cọc. Đối với búa điêzen hình ống lấy  $H = 280cm$ ; đối với búa trọng lực là chiều cao rơi của phần đập; đối với búa điêzen kiểu cột dẫn và búa hoạt động 2 chiều thì lấy theo trị số chiều cao rơi của búa, H ghi trong lý lịch búa.

+ Đối với búa rung thì W lấy bằng trị số năng lượng xung kích tương đương theo đồ thị (Hình 2.31).

M - Hệ số, lấy bằng 1 khi đóng bằng búa xung kích, khi đóng bằng búa rung thì lấy tùy theo loại đất bên dưới mũi cọc theo Bảng 2 - 18.

n - Hệ số lấy tùy theo vật liệu làm cọc ( $T/m^2$ ) ghi trong Bảng 2 - 19.



**Hình 2.31** Đồ thị năng lượng xung kích tương đương (Để tính W của búa rung)

Bảng 2 - 18

## HỆ SỐ M

Loại đất	Hệ số M
Sỏi sạn lẫn cát	1,3
Cát hạt to và cát hạt vừa có độ chặt trung bình	1,2
Cát hạt nhỏ có độ chặt trung bình	1,1
Cát hạt mịn có độ chặt trung bình	1,0
Sét pha cát dẻo, sét pha cát và sét cứng	0,9
Cát pha sét và sét nửa cứng	0,8
Cát pha sét và sét dẻo quánh	0,7

Bảng 2 - 19

## HỆ SỐ n

Loại cọc	Hệ số n
Cọc bê tông cốt thép	150
Cọc gỗ đóng không có đệm búa	100
Cọc gỗ đóng có đệm búa bằng gỗ	80
Cọc thép có mũ cọc	500

$\varepsilon$  - Hệ số hồi phục va chạm ;  $\varepsilon^2 = 0,2$  khi đóng bằng búa xung kích;

$\varepsilon^2 = 0$  khi đóng bằng búa rung.

q - Trọng lượng cọc, mũ cọc và đệm búa (Tấn).

Công tác thử cọc theo tải trọng tĩnh và tải trọng động thực hiện trước khi đóng hàng loạt cọc. Yêu cầu đặt ra là phải xét sự tương quan giữa tải trọng giới hạn lớn nhất có được do kết quả thử cọc ( $P_{gh}$ ) và tải trọng giới hạn theo kết quả tính toán thiết kế ( $P_{tc}$ ) để quyết định độ chối làm căn cứ kiểm tra, hoặc điều chỉnh lại thiết kế móng cọc cho hợp lý.

Trong thực tế có thể xảy ra 3 trường hợp sau:

*Trường hợp 1:* Khi  $P_{gh} = P_{tc}$  nghĩa là cọc thử thỏa mãn điều kiện tính toán của móng cọc, và do đó độ chối làm căn cứ kiểm tra khi đóng hàng loạt các cọc khác, có thể lấy bằng độ chối đo được khi đóng lần đầu tiên, tức là:

$e_k = e_1$  ( $e_1$  - độ chối của cọc thử lần đầu).

*Trường hợp 2:* Khi có  $P_{gh} > P_{tc}$  chỉ xét nếu mức độ  $P_{gh}$  lớn hơn  $P_{tc}$  khoảng 2 lần, hoặc ít hơn. ở đây nếu vẫn lấy độ chối kiểm tra theo độ chối  $e$  thì không kinh tế. Nên căn cứ vào tình hình địa chất cụ thể để chọn giải pháp sửa đổi thiết kế, thay đổi cự ly giữa các cọc.

*Trường hợp 3:* Khi có  $P_{gh} < P_{tc}$  nghĩa là độ chối kiểm tra phải nhỏ hơn độ chối  $e_1$  lúc thử. Như vậy phải sửa đổi thiết kế, tốt nhất là tăng chiều dài cọc.

### 2.6.3. Khả năng chịu tải tính toán của cọc đơn theo vật liệu làm cọc

Khả năng chịu lực tính toán của cọc đơn theo vật liệu làm cọc được tính theo cấu kiện thanh chịu nén đúng tâm hoặc lệch tâm. Trị số của nó phụ thuộc vào vật liệu, tiết diện, chiều dài tự do và trạng thái chịu lực của cọc.

Đối với những cọc trong móng cọc bê thấp thì hệ số uốn dọc  $\varphi = 1,0$ .

### 2.6.3.1. Cọc gỗ

$$P_0 = k.m_2.F.R_n \quad (2.8)$$

Trong đó:  $P_0$  - Sức chịu tải tính toán của cọc.

$k$  - Hệ số đồng nhất của vật liệu, lấy bằng 0,6.

$m_2$  - Hệ số điều kiện làm việc lấy theo Bảng 2 - 14.

$F$  - Diện tích tiết diện cọc.

$R_n$  - Cường độ chịu nén dọc thớ giới hạn của gỗ.

### 2.6.3.2. Cọc bê tông cốt thép

$$P_0 = m_2(R_b F_b + R_t F_t) \quad (2.9)$$

Trong đó:  $R_b$  - Cường độ chịu nén lăng trụ của bê tông.

$R_t$  - Cường độ tính toán của cốt thép.

$F_t$  - Diện tích tiết diện cốt thép.

$F_b$  - Diện tích tiết diện bê tông; khi  $\mu \leq 3\%$  thì  $F_b$  lấy bằng diện tích tiết diện cọc ( $F_b = F$ ); khi  $\mu > 3\%$  thì  $F_b = F - F_t$ .

### 2.6.4. Chọn búa đóng cọc

Việc chọn búa nhằm mục đích đóng cọc tới độ sâu thiết kế một cách nhanh chóng, nhưng không làm hỏng cọc. Chọn búa đóng cọc phải căn cứ vào tình hình địa chất, trọng lượng cọc và sức chịu tải của cọc v.v... Búa chọn để đóng cọc phải thỏa mãn 2 yêu cầu sau:

- Búa phải có năng lượng cần thiết để đáp ứng yêu cầu về sức chịu tải tính toán của cọc.

$$W \geq 25\xi P \quad (2.10)$$

Trong đó:  $W$  - Năng lượng xung kích của một nhát búa (kGm) tra theo bảng lịch búa.

25 - Hệ số quy đổi.

$P$  - Sức chịu tải tính toán của cọc (Tấn).

$\xi$  - Hệ số xét đến độ xiên của cọc, khi cọc thẳng thì  $\xi = 1$ ; khi cọc xiên lấy theo Bảng 2 - 20.

Bảng 2 - 20

HỆ SỐ  $\xi$

Độ xiên của cọc	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1
Hệ số $\xi$	1,1	1,15	1,25	1,4	1,7

- Trọng lượng búa so với trọng lượng cọc phải thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{Q_n + q}{W} \leq K \quad (2.11)$$

Trong đó:  $Q_n$  - Trọng lượng toàn bộ búa (kg).

$q$  - Trọng lượng cọc, kể cả mũ cọc và đệm búa (kg).

$K$  - Hệ số thích dụng của búa lấy theo Bảng 2 - 21.

Bảng 2 - 21

HỆ SỐ THÍCH DỤNG CỦA BÚA K

Loại búa	Hệ số K đối với loại cọc
----------	--------------------------

	Cọc gỗ	Cọc thép	Cọc BTCT
Búa hoạt động 2 chiều và búa điêzen hình ống	5	5,5	6
Búa hoạt động 1 chiều và búa điêzen cột dẫn	3,5	4	5
Búa trọng lực	2	2,5	3

Để đóng các loại cọc có thể dùng các loại búa khác nhau. Điều kiện sử dụng hợp lý búa phụ thuộc vào từng loại đất và chiều dài cọc có thể tham khảo Bảng 2 - 22.

Bảng 2 - 22

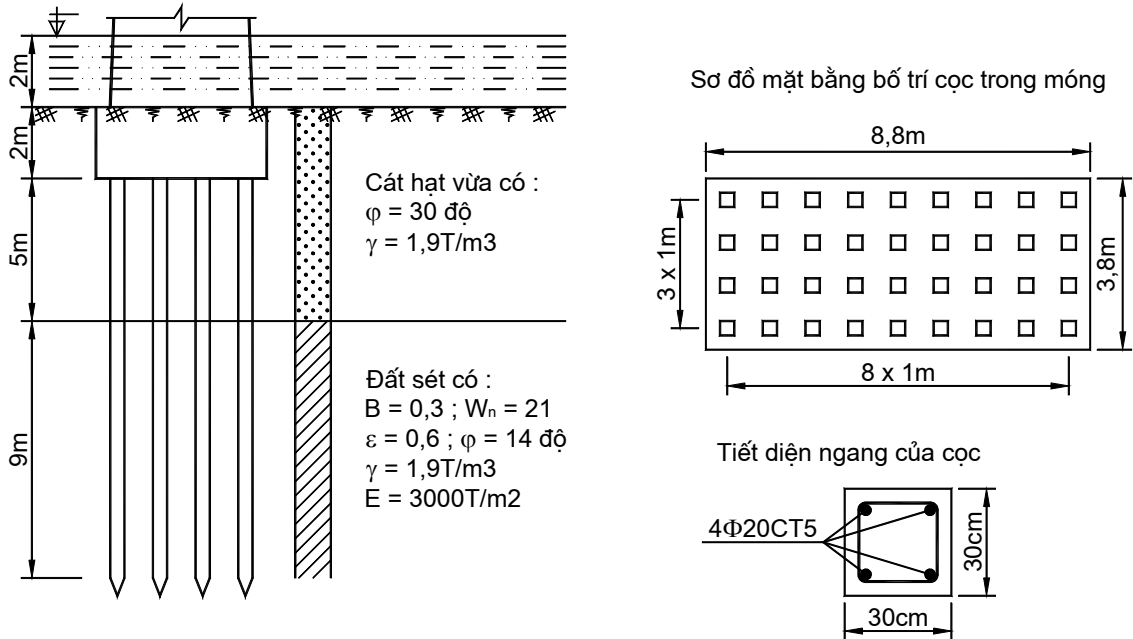
ĐIỀU KIỆN SỬ DỤNG HỢP LÝ CÁC LOẠI BÚA

Loại đất	Chiều sâu hạ cọc trong đất ( m )	Phương pháp hạ cọc					Hạ cọc vào lỗ khoan
		Đóng bằng búa		Đóng bằng búa rung không xói	Hạ bằng búa rung		
		Khôn g xói	Kết hợp xói		Khôn g xói	Kết hợp xói	
Đất cát rời bão hoà nước	< 10	+	-	-	+	-	-
	≥ 10	+	+	-	+	-	-
Đất dính dẻo chảy, dẻo mềm	≥ 10	+	-	-	+	-	-
Đất cát chặt và chặt vừa, bão hoà nước	< 10	-	+	+	+	-	-
	≥ 10	-	+	-	-	+	-
Đất dính dẻo quánh và nửa rắn	< 10	+	-	+	-	-	-
	≥ 10	+	-	+	-	-	+
Đá cuội	< 10	+	+	+	+	-	-
Tất cả các loại đất kể cả các lớp đá, đá tảng	Không phụ thuộc chiều sâu	-	-	-	-	-	+

*Ghi chú:* Dấu (+) biểu thị điều kiện hợp lý có thể áp dụng, còn dấu (-) là điều kiện không được áp dụng.

### 2.6.5. Ví dụ tính toán

Cho móng cọc bê tông (Hình 2.32) của một trụ cầu. Hãy xác định khả năng chịu lực của cọc và chọn búa đóng cọc. Biết: Cọc bê tông cốt thép tiết diện  $30 \times 30\text{cm}$ , dài  $14,6\text{m}$ , cọc nằm trong bê  $0,6\text{m}$ , bê tông cọc mác 300 có  $R_b = 125\text{kG/cm}^2$ , cốt thép  $4\Phi 20$  loại CT5 có  $R_t = 2400\text{kG/cm}^2$ . Các điều kiện về địa chất, thủy văn trên hình vẽ.



Hình 2.32

#### Bài giải

1 - Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc.

Cọc móng là cọc bê tông cốt thép, sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc tính theo công thức ( 2.9 )

$$P_{VL} = m_2 (R_b F_b + R_t F_t)$$

Theo hình 2.32 móng có 36 cọc, tra bảng 2 - 14  $\Rightarrow m_2 = 1,0$

$$R_b = 125\text{kG/cm}^2 = 1250\text{T/m}^2$$

$$R_t = 2400\text{kG/cm}^2 = 24000\text{T/m}^2$$

$$F_t = 4 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 2^2}{4} = 12,566\text{cm}^2 = 0,0012566\text{m}^2$$

$$F = 30 \times 30 = 900\text{cm}^2 = 0,09\text{m}^2$$

$$F_t = 12,566\text{cm}^2 \Rightarrow \mu = \frac{F_t}{F} \cdot 100 = 1,4\% < 3\% \Rightarrow F_b = F = 0,09\text{m}^2$$

Thay các giá trị vào công thức ta tính được:

$$P_{VL} = 1 \cdot (1250 \times 0,09 + 24000 \times 0,0012566) = 142,66 \text{ Tấn.}$$

2 - Xác định sức chịu tải của cọc theo đất nền.

Sức chịu tải của cọc theo đất nền tính theo công thức ( 2.2 )

$$P_{dn} = 0,7m_2(u \sum \alpha_i l_i f_i^H + FR^H)$$

$m_2 = 1,0$  đã xác định ở trên ; tra bảng 2 - 15  $\Rightarrow \alpha_i = 1,0$  ;  $u = 4 \times 0,3 = 1,2m$ .

$l_1 = 5,0m$  ;  $h_{tb}^1 = 2 + 2 + \frac{5}{2} = 6,5m$  ; lớp đất trên là cát hạt vừa; tra bảng 2 - 16 xác định

được:  $f_1^H = 5,6 + \frac{6 - 5,6}{(7 - 5)}(6,5 - 5) = 5,9T/m^2$

$l_2 = 9,0m$  ;  $h_{tb}^2 = 2 + 2 + 5 + \frac{9}{2} = 13,5m$  ; lớp đất dưới là sét có độ sệt  $B = 0,3$ ; tra bảng 2

- 16 xác định được:  $f_2^H = 4,6 + \frac{5,1 - 4,6}{(15 - 10)}(13,5 - 10) = 4,95T/m^2$

Chiều sâu hạ cọc  $h = 2 + 2 + 5 + 9 = 18m$  ; tra bảng 2 - 17 xác định được

$R^H = R_2^H = 400 + \frac{450 - 400}{(20 - 15)}(18 - 15) = 430T/m^2$

Thay các giá trị vào công thức ta tính được:

$$P_{dn} = 0,7.1.[1,2.(5.5,9 + 9.4,95) + 0,09.430] = 89,29 \text{ Tấn}$$

3 - Chọn búa đóng cọc.

- Búa đóng cọc phải thỏa mãn điều kiện ( 2.10 ).

$$W \geq \xi 25P$$

Móng không có cọc xiên nên  $\xi = 1$  ;  $P_{dn} = 89,29 \text{ Tấn} < P_{VL} = 142,66 \text{ Tấn} \Rightarrow$  lấy  $P = P_{dn} = 89,29 \text{ Tấn}$  để tính toán.

Thay vào điều kiện ta có:  $W \geq 1.25.89,29 = 2232kGm$ .

Chọn búa điêzen hình ống của Liên xô cũ số hiệu C - 858 để đóng cọc.

Tra bảng 2 - 7 cho tính năng búa:  $W = 3300kGm > 2232kGm$  ;  $Q_n = 2500kg$ .

- Kiểm tra búa C - 858 đã chọn theo điều kiện thích dụng ( 2.11 ).

Giả sử dùng biện pháp đắp đảo để làm sàn đạo thi công đóng cọc, với chiều cao đảo đắp là 2,7m. Đất nền là đất cát và đất sét dẻo, chiều dài cọc đóng 14,6m (trên 10m) ; theo bảng 2 - 22 ta thấy dùng búa để đóng cọc không kết hợp xói là hợp lý. Phải dùng cọc dẫn để đóng cọc ngập sâu vào tầng đất.

Căn cứ vào các điều kiện đã cho ta chọn cọc dẫn bằng gỗ chiều dài 5m có tiết diện bằng tiết diện cọc đóng.

Như vậy dễ dàng tính được

- Trọng lượng cọc đóng:  $q_1 = 0,09.14,6.2500 = 3285kg$  (lấy  $\gamma_b = 2500kg/m^3$ ).

- Trọng lượng cọc dẫn:  $q_2 = 0,09.5.900 = 405kg$  (lấy  $\gamma_{gỗ} = 900kg/m^3$ ).

- Khi đóng cọc có dùng đệm cọc trọng lượng 80kg:  $q_3 = 80kg$ .

$$q = q_1 + q_2 + q_3 = 3285 + 405 + 80 = 3770kg$$

$$\frac{Q_n + q}{W} = \frac{2500 + 3770}{3300} = 1,9 < K = 6 \Rightarrow \text{Thoả mãn.}$$

**Câu hỏi ôn tập**

1. Nêu khái niệm chung về móng cọc. Phân tích rõ sự khác nhau về mặt chịu lực giữa cọc chống và cọc ma sát.
2. Nêu điều kiện sử dụng, ưu nhược điểm, yêu cầu chung, cấu tạo và công tác sản xuất cọc gỗ.
3. Nêu điều kiện sử dụng, ưu nhược điểm, yêu cầu chung, cấu tạo và quy định về vị trí nâng hạ cọc bê tông cốt thép.
4. Trình bày nội dung cơ bản các bước thi công, và một số tính toán cho cọc mở rộng mũi.
5. Trình bày nguyên lý, ưu nhược điểm, các phương pháp thi công cọc ép tĩnh.
6. Nêu tác dụng và những vấn đề cơ bản về cấu tạo bệ cọc.
7. Trình bày nguyên lý hoạt động, ưu nhược điểm, phạm vi sử dụng các loại búa đóng cọc.
8. Trình bày tác dụng của giá búa đóng cọc. Nội dung tính toán xác định chiều cao giá búa đóng cọc.
9. Trình bày các phương pháp, những quy định sản xuất cọc bê tông cốt thép.
10. Trình bày phạm vi sử dụng, ưu nhược điểm của các phương pháp thi công đóng cọc. Các quy định khi đóng cọc và trình tự đóng cọc trong hồ móng.
11. Trình bày phạm vi sử dụng, phương pháp thi công xói nước để hạ cọc, các quy định khi hạ cọc bằng xói nước.
12. Trình bày phương pháp thi công bệ cọc.
13. Trình bày nội dung tính toán khả năng chịu tải của cọc đơn theo đất nền, tính theo công thức lý thuyết.
14. Trình bày cách xác định khả năng chịu tải của cọc đơn theo đất nền, bằng phương pháp thử cọc với tải trọng tĩnh.
15. Trình bày cách xác định khả năng chịu tải của cọc đơn theo đất nền, bằng phương pháp thử cọc với tải trọng động.
16. Mục đích của công tác thử cọc, các trường hợp xảy ra sau kết quả thử cọc.
17. Trình bày nội dung tính toán khả năng chịu tải của cọc đơn theo vật liệu làm cọc dựa trên cơ sở lý thuyết.
18. Trình bày nội dung tính toán chọn búa đóng cọc.

**NHIỆM VỤ BÀI TẬP LỚN**  
**MÔN HỌC: NỀN VÀ MÓNG**  
*BÀI SỐ : 2*

Thiết kế thi công một móng cọc bê thấp của một trụ cầu cho trên hình vẽ. Với các điều kiện sau: (Cho cụ thể bằng số liệu của mỗi học viên).

1 - Kích thước đáy bệ  $a \times b$  ; đáy bệ nằm dưới mặt đất đáy sông độ sâu  $h_m$ .

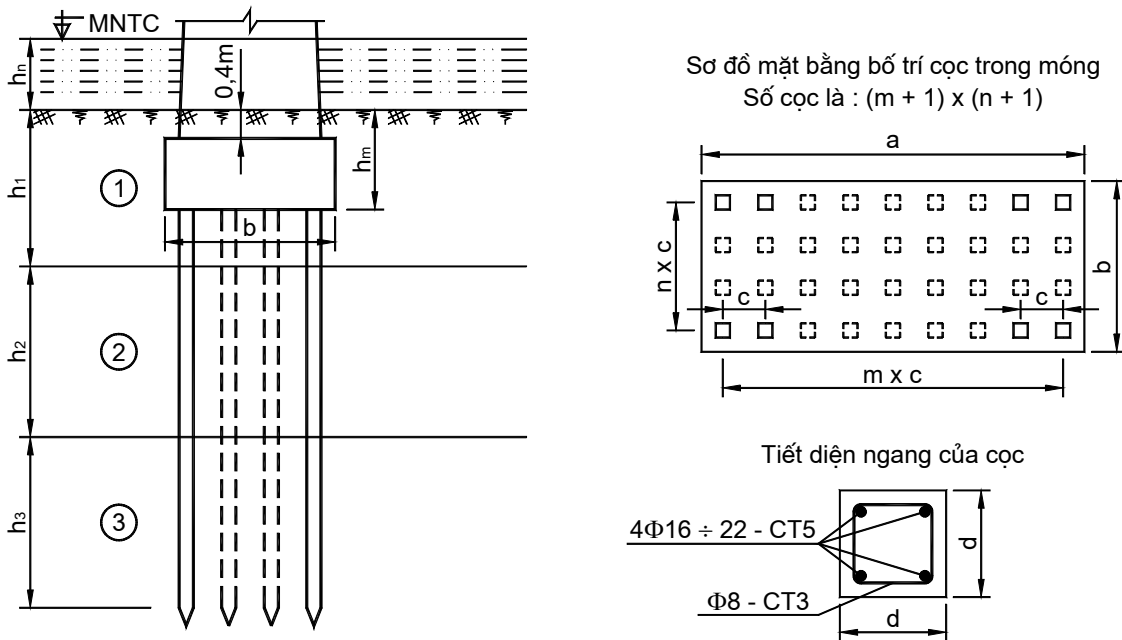
2 - Cọc bê tông cốt thép, tiết diện vuông có cạnh bằng  $d$ , chiều dài cọc  $L$  ngàm trong bệ  $2d$ , bê tông cọc mác 300 có  $R_b = 125\text{kG/cm}^2$  ; cốt thép dọc chịu lực  $4\Phi 16 \div 4\Phi 22$  - CT5 có  $R_t = 2400\text{kG/cm}^2$ , cốt thép đai và cốt thép lưới đầu cọc  $\Phi 8$  - CT3 có  $R_t = 2100\text{kG/cm}^2$ .



- 3 - Khoảng cách giữa các cọc là  $c$ , số cọc trong móng  $(m + 1) \times (n + 1)$ .
- 4 - Địa chất đáy sông nơi xây dựng móng gồm ba lớp:
- Lớp 1: có bề dày  $h_1$  là cát hạt vừa có:  $\gamma = 1,9T/m^3$ ;  $\varphi = 32^0$ ;  $\Delta = 2,65$ .
  - Lớp 2: có bề dày  $h_2$  là sét pha cát có:  $\gamma = 1,95T/m^3$ ;  $\varphi = 21^0$ ;  $B = 0,40$  ;  
 $W_n = 15$ ;  $\Delta = 2,62$  ;  $\varepsilon = 0,6$  ;  $C = 3T/m^2$ .
  - Lớp 3: bề dày không xác định là sét có:  $\gamma = 2,0T/m^3$ ;  $\varphi = 16^0$ ;  $B = 0,30$  ;  
 $W_n = 20$  ;  $\Delta = 2,64$  ;  $\varepsilon = 0,65$  ;  $C = 5T/m^2$ .
- 5 - Mực nước sông tại vị trí xây dựng là :  $h_n$

### YÊU CẦU HOÀN THÀNH

Bản thuyết minh trên khổ giấy A4 đặt dọc gồm: Các lời giới thiệu, nhiệm vụ bài tập lớn theo số liệu của mình, vẽ cấu tạo cọc, trình tự các bước thi công móng và lựa chọn phương pháp thi công đóng cọc, xác định sức chịu tải tính toán của cọc, chọn búa và giá búa đóng cọc.



## K- Chương 3

### Móng sâu

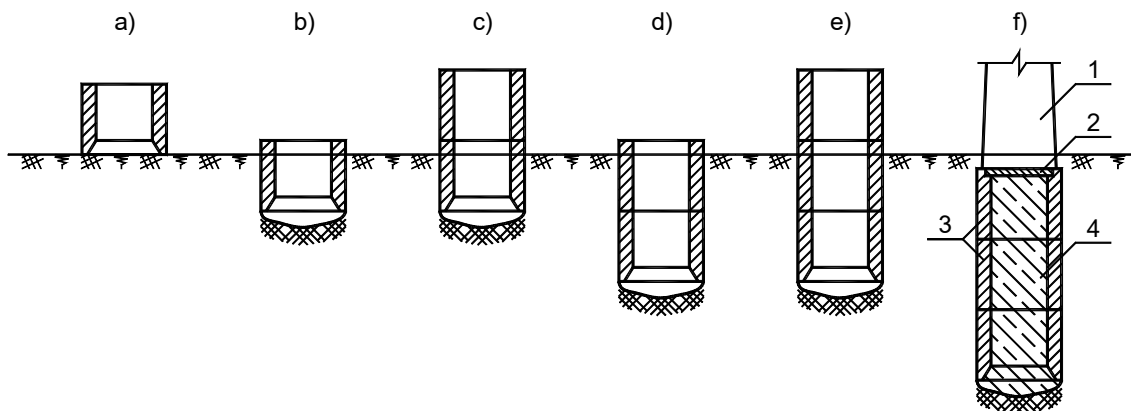
Đối với những móng của công trình cầu chịu tải trọng lớn, lớp đất tốt hoặc đá cơ bản ở dưới sâu, công trình không cho phép lún hoặc cho phép độ lún rất ít. Trong những trường hợp này để cho móng được ổn định, thường phải dùng móng sâu (móng giếng chìm, móng cọc ống, móng cọc khoan nhồi ...). Một số cầu lớn ở nước ta đã áp dụng loại móng này như: móng giếng chìm đã được xây dựng ở cầu Thăng Long (Hà Nội), móng cọc ống - cầu Hàm Rồng mới<sup>(1)</sup> (Thanh Hoá), móng cọc khoan nhồi - cầu Việt Trì (Phú Thọ), cầu Đuống (Hà Nội) v.v...

#### 3.1. Móng giếng chìm

##### 3.1.1. Đặc điểm và phạm vi sử dụng

Giếng chìm là một kết cấu thể hiện phương pháp thi công của móng. Giếng được đúc bằng bê tông cốt thép. Khi hạ giếng, kết cấu được đúc từng đốt có chiều cao từ 4 ÷ 6m, đất bên trong được đào đi, giếng được chìm dần xuống nhờ trọng lượng bản thân của nó vượt quá lực ma sát của đất ở xung quanh giếng.

Khi giếng hạ đến cao độ thiết kế, thì tiến hành kiểm tra, vét dọn đáy giếng, sau đó lắp lòng giếng và đặt nắp giếng (Hình 3.1).



**Hình 3.1** Sơ đồ thi công hạ giếng chìm và cấu tạo móng

a ; b ; c ; d ; e) - Các giai đoạn đúc và hạ các đốt giếng

f) - Giếng hạ xuống độ sâu thiết kế tiến hành lắp lòng giếng và xây công trình bên trên

1 - Công trình ; 2 - Nắp giếng ; 3 - Các đốt giếng ; 4 - Vật liệu lấp lòng giếng

<sup>(1)</sup> Cầu Hàm Rồng cũ do Pháp xây dựng là cầu vòm, không có trụ giữa

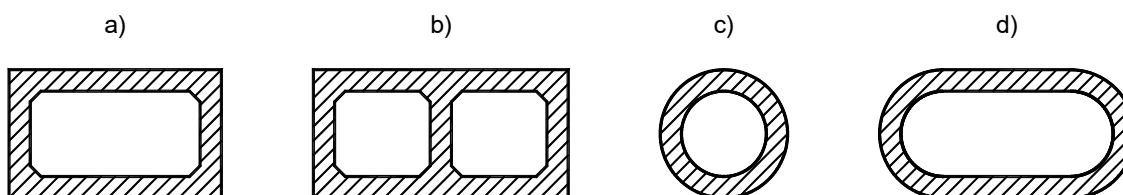
Giếng chìm được dùng trong những trường hợp tải trọng tương đối lớn lớp đất tốt nằm dưới sâu từ 5 đến 12m. Tuy nhiên trên thế giới có nhiều giếng chìm hạ được rất sâu đến 72,6m kể từ mặt nước (ô Mỹ).

Ưu điểm chính của móng giếng chìm là khi thi công không yêu cầu phải có những thiết bị phức tạp. Nhược điểm của móng giếng chìm là khối lượng lớn, nên thời gian thi công lâu; trong trường hợp giếng phải đi qua lớp cát bột có chiều dày lớn, cường độ thấp, sẽ xảy ra hiện tượng đất đùn vào giếng quá nhiều khi bơm nước, và giếng dễ bị nghiêng lệch vì áp lực không đều xung quang giếng; trường hợp nền đất có đá tảng lớn hoặc các chướng ngại vật lắng đọng ở đáy sông gây cản trở cho việc hạ giếng.

### 3.1.2. Cấu tạo móng giếng chìm

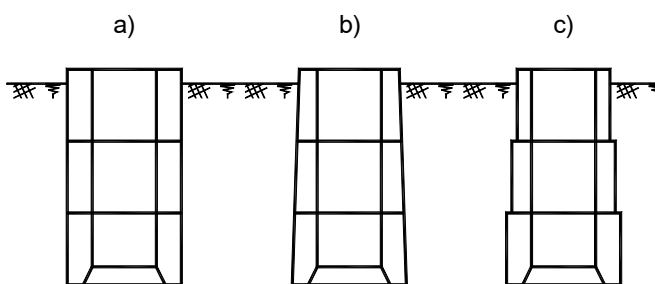
Hình dạng và kích thước của giếng trên mặt bằng, được xác định từ hình dạng, kích thước thân trụ tại mặt cắt đỉnh giếng, sức chịu tải cho phép của đất nền ở đáy móng, phương pháp đào đất hạ giếng.

Về hình dạng mặt cắt ngang giếng chìm thường có dạng đối xứng, nên thường là tiết diện: hình chữ nhật, tròn hoặc bầu dục (Hình 3.2). Giếng có thể có một hoặc nhiều ô giếng để lấy đất.



**Hình 3.2** Các loại tiết diện ngang của móng giếng chìm  
a và b) - Tiết diện hình chữ nhật ; c và d) - Tiết diện hình tròn và bầu dục

Về hình dạng mặt đứng thì giếng chìm có thể cấu tạo theo ba kiểu: thành giếng thẳng đứng (Hình 3.3a), thành giếng nghiêng (Hình 3.3b) và thành giếng có bậc theo chiều sâu (Hình 3.3c). Đối với trường hợp giếng không sâu lắm (một hoặc hai đợt) thì dùng loại thành đứng. Khi giếng có chiều sâu lớn thì dùng loại thành nghiêng và thành bậc để giảm ma sát trong quá trình hạ.



**Hình 3.3** Các loại mặt cắt đứng của giếng chìm  
a) - Thành đứng ; b) - Thành nghiêng ; c) - Thành bậc

Hình 3.4 trình bày cấu tạo tổng thể của giếng chìm và các bộ phận chính của nó. Tường ngoài dày từ 1 đến 1,8m có tác dụng chịu áp lực bên ngoài trong quá trình hạ. Tường trong dày từ 0,8 đến 1m có tác dụng tạo ra trọng lượng cần thiết để thắng lực ma sát, tăng độ cứng cho móng và làm giảm nội lực cho tường ngoài. Theo yêu cầu cấu tạo và để người công nhân di chuyển từ ô giếng này sang ô giếng kia, tường trong có lỗ với kích thước khoảng 2 ÷ 3m.

Nắp giếng là một tấm bê tông cốt thép có nhiệm vụ đỡ công trình bên trên. Trong trường hợp lòng giếng lấp đầy bê tông thì không cần nắp giếng.

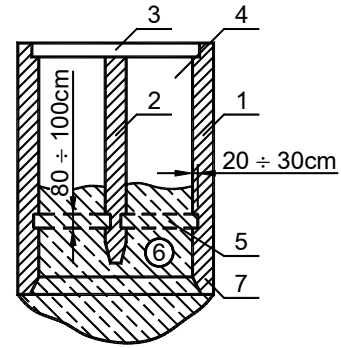
Lòng giếng là khoảng không ở bên trong giếng. Nhiệm vụ của nó là tạo ra chỗ để cho công nhân làm việc và đặt thiết bị cần thiết trong quá trình hạ. Theo yêu cầu cấu tạo thì mỗi cạnh của ô giếng không được nhỏ hơn  $2 \div 2,5\text{m}$ . Khi giếng hạ đến độ sâu thiết kế thì lòng giếng được lấp bằng bê tông có mác từ  $100 \div 150$ . Để tiết kiệm bê tông khi lấp lòng giếng được độn thêm đá hộc.

Lớp bê tông bịt đáy thường là lớp bê tông đổ dưới nước, có nhiệm vụ bịt kín đáy giếng để tạo điều kiện đổ bê tông khô trong lòng giếng. Mặt khác nếu lòng giếng không lấp đầy bê tông thì lớp bê tông bịt đáy còn có chức năng truyền đều tải trọng do công trình và móng lên nền đất.

Rãnh giếng là bộ phận phụ của giếng chìm có chiều cao khoảng  $0,8 \div 1\text{m}$  và lõm sâu vào tường giếng  $0,25 \div 0,3\text{m}$ , có tác dụng làm cho lớp bê tông bịt đáy liên kết chắc với tường giếng. Mặt khác khác khi gặp áp lực nước ngầm lớn cần phải chuyển thành giếng chìm hơi ép, khi đó tại chỗ rãnh giếng người ta đúc một bản ngang để ngăn chân giếng thành một buồng kín.

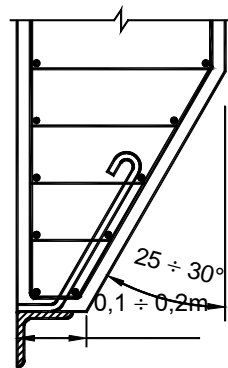
Chân giếng là bộ phận xung yếu nhất của giếng chìm. Chân giếng còn gọi là bộ phận ngàm. Nhiệm vụ của nó là đâm xuyên vào đất để giếng hạ xuống. Vì vậy chân giếng phải vát nhọn và tăng cường thêm bằng sắt góc bên ngoài và cốt thép bên trong (Hình 3.5). Góc nhọn phần chân giếng lấy khoảng  $30 \div 45^\circ$ , bề rộng chân giếng khoảng  $15 \div 20\text{cm}$ .

Cốt thép trong giếng chìm được bố trí như hình 3.6.

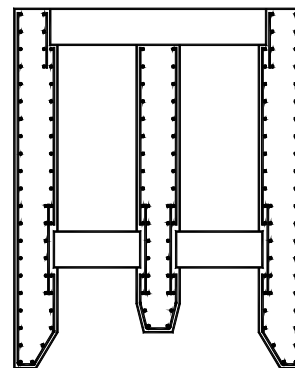


**Hình 3.4** Cấu tạo chi tiết giếng chìm  
1 - Tường ngoài; 2 - Tường trong  
3 - Nắp giếng; 4 - Ô giếng  
5 - Rãnh; 6 - Lớp bê tông bịt đáy  
7 - Chân giếng

Chân giếng là bộ phận xung yếu nhất của giếng chìm. Chân giếng còn gọi là bộ phận ngàm. Nhiệm vụ của nó là đâm xuyên vào đất để giếng hạ xuống. Vì vậy chân giếng phải vát nhọn và tăng cường thêm bằng sắt góc bên ngoài và cốt thép bên trong (Hình 3.5). Góc nhọn phần chân giếng lấy khoảng  $30 \div 45^\circ$ , bề rộng chân giếng khoảng  $15 \div 20\text{cm}$ .



**Hình 3.5** Cấu tạo chân giếng chìm



**Hình 3.6** Bố trí cốt thép trong giếng chìm

### 3.1.3. Thi công giếng chìm

Thi công giếng chìm gồm các bước sau:

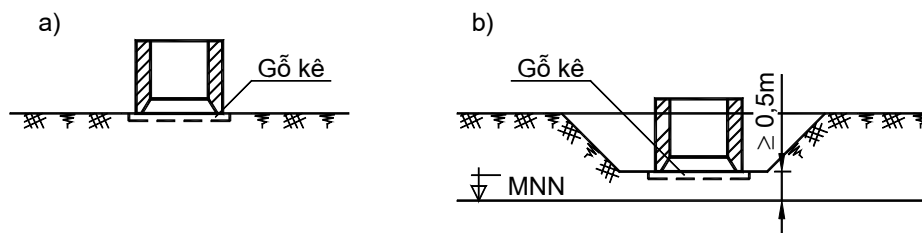
- Đúc giếng
- Hạ giếng
- Lấp lòng giếng

Trong phần dưới đây sẽ trình bày một số nét cơ bản của từng bước.

#### 3.1.3.1. Đúc giếng

Do trọng lượng của giếng rất nặng, vì vậy để tránh khó khăn về vận chuyển, giếng thường được đúc tại chỗ.

- Ở những nơi không có nước mặt, có thể đúc đoạn giếng đầu tiên ngay trên mặt đất (Hình 3.7a) hoặc đúc trên hồ móng đào trần (Hình 3.7b) nếu mực nước ngầm nằm ở tương đối sâu; trong trường hợp này phải đảm bảo khoảng cách từ đáy hồ đào tới mực nước ngầm ít nhất là 0,5m.



**Hình 3.7** Đúc và thi công hạ giếng chìm nơi không có nước mặt

- Ở những nơi có nước mặt, tùy theo độ sâu mực nước mà có thể đúc giếng trong các trường hợp sau:

+ Khi mực nước không sâu quá 2m, dùng phương pháp đắp đảo để đúc giếng (Hình 3.8a). Đảo được đắp bằng đất cát, cát pha sét, mặt đảo phải cao hơn mực nước thi công ít nhất 0,7m. Mặt bằng phía trên của đảo phải đảm bảo cho sự thuận tiện trong thi công, nhưng nói chung nên làm rộng hơn mặt bằng giếng mỗi bên ít nhất là 2m. Khi đắp đảo lòng sông bị thu hẹp, tốc độ dòng nước tăng lên. Nếu tốc độ của dòng nước không vượt quá trị số dưới đây, thì đảo không cần phải gia cố mái dốc:

- Đắp đảo bằng cát hạt nhỏ : 0,3m/s.
- Đắp đảo bằng cát hạt to : 0,8m/s.
- Đắp đảo bằng cát sạn : 1,2m/s.
- Đắp đảo bằng cát sạn to : 1,5m/s.

Nếu tốc độ dòng nước vượt quá các trị số trên, phải tiến hành gia cố mái dốc bằng cỏ, cành cây hoặc lát đá hộc để chống xói.

+ Khi mực nước thi công sâu từ 2 đến 5m, nếu đắp đảo bằng đất thì khối lượng sẽ quá lớn, trường hợp này người ta sẽ đắp đảo trong vòng vây cọc ván gỗ (Hình 3.8b). Cọc ván gỗ được đóng thành vòng vây kín, bên ngoài có cọc gỗ định vị nhằm giữ cho cọc ván được vững chắc. Cọc ván phải có độ đóng sâu  $t = (0,6 \div 0,9)H \geq 2m$ , và chiều dày cọc ván được xác định theo công thức:

$$\delta = (14 \div 16) \sqrt{\frac{H^3 \cdot \gamma_{dn}}{R_u}} \quad (\text{cm}) \quad (3.1)$$

Trong đó:

H - Chiều cao của đảo (m).

$\gamma_{dn}$  - Dung trọng của đất trong nước (dung trọng đầy nổi của đất) : T/m<sup>3</sup>.

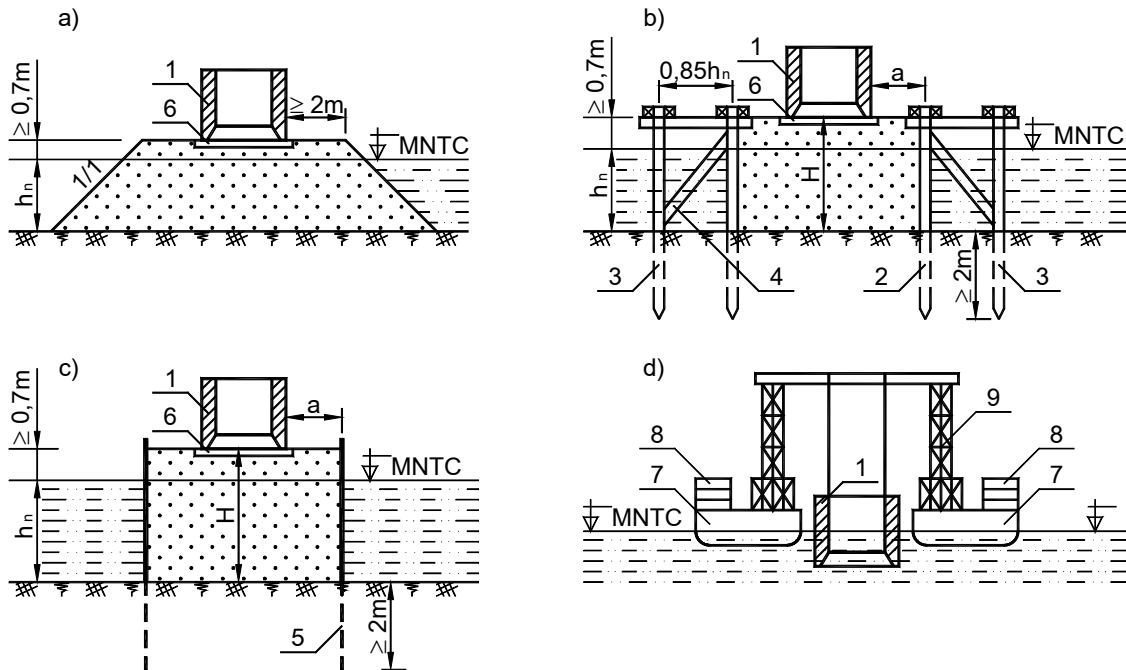
$R_u$  - Cường độ tính toán của gỗ khi chịu uốn (T/m<sup>2</sup>).

Các cọc định vị dùng gỗ có đường kính lớn hơn 20cm và đóng cách nhau từ 2 đến 2,5m.

Khoảng cách từ mép ngoài giếng đến cọc ván phải thoả mãn hai điều kiện: thuận tiện cho công tác thi công giếng và đảm bảo cho cọc ván không chịu áp lực ngang do trọng lượng của đất giếng thứ nhất truyền tới, để thoả mãn điều kiện này khoảng cách a được xác định theo công thức sau:

$$a \geq H \cdot \text{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \geq 1,5m \quad (3.2)$$

Trong đó:  $\varphi$  - Góc nội ma sát của đất đắp đảo (lấy  $\varphi = 25 \div 30^\circ$ ).



**Hình 3.8** Các phương pháp đúc và thi công hạ giếng chìm nổi có nước mặt

- a) - Đắp đảo để đúc giếng ; b) - Làm vòng vây cọc ván gỗ để đúc giếng  
 c) - Làm vòng vây cọc ván thép để đúc giếng ; d) - Hạ giếng chìm bằng phương pháp treo nổi  
 1 - Giếng chìm ; 2 - Cọc ván gỗ ; 3 - Cọc định vị ; 4 - Thanh chống xiên ; 5 - Cọc ván thép  
 6 - Gỗ kê ; 7 - Phao thép vụn nặng ; 8 - Đồi trọng ; 9 - Dàn thép đặt trên phao

+ Khi mực nước thi công có chiều sâu từ 6 đến 10m hoặc 12m, dùng vòng vây cọc ván gỗ sẽ không đủ chiều dài. Trường hợp này đắp đảo trong vòng vây cọc ván thép và sẽ không cần phải có hệ thống giữ ổn định (Hình 3.8c). Dưới tác dụng của áp lực đất làm cho vòng vây chịu kéo và lực kéo N được xác định theo công thức sau:

$$N = \frac{p \cdot D}{2} \quad (\text{T/m}) \quad (3.3)$$

Trong đó: D - Đường kính vòng vây.

p - Áp lực ngang của đất lên cọc ván, áp lực này có giá trị lớn nhất ở mặt đáy sông và được xác định bằng công thức:

$$p = \left( \gamma_{\text{đn}} \cdot H + \frac{4Q}{D^2} \right) \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3.4)$$

Q - Trọng lượng đất đầu tiên của giếng

Sau khi tạo ra được nền bằng phẳng và vững chắc, người ta rải một lớp con nê, lắp đặt ván khuôn cốt thép, đổ bê tông đúc cốt giếng đầu tiên. Các nê đặt cách nhau  $0,5 \div 1m$ , áp suất lên nền đất dưới nê không quá  $1\text{KG/cm}^2$ , kích thước nê  $20 \times 20 \times 120\text{cm}$ . Để bảo đảm cho nền không bị lún cục bộ và tạo điều kiện thuận lợi cho công tác hạ giếng sau này, người ta đặt 4 con nê định vị cách nhau  $0,7L$  (L là chiều dài cạnh lớn nhất của giếng) và đối xứng qua trục giếng.

+ Trong trường hợp đắp đảo gặp nhiều khó khăn như tồn kém, khó gia cố thành đảo hoặc dòng chảy bị thu hẹp quá nhiều thì có thể đúc sẵn đốt giếng đầu tiên ở trên bờ rồi dùng phương pháp treo hoặc chõ nổi v.v... để đưa ra vị trí hạ (Hình 3.8d).

### 3.1.3.2. Hạ giếng

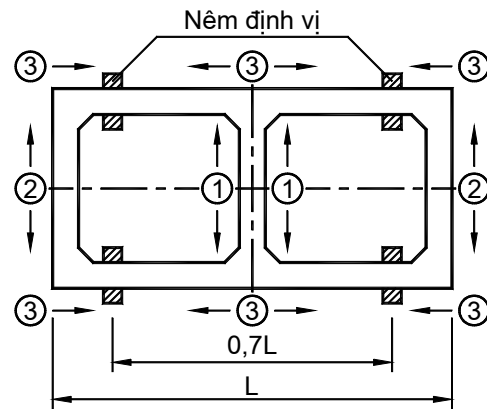
Trước khi hạ giếng phải tháo con nêm ra, khi tháo các con nêm phải theo trình tự (Hình 3.9). Khi rút nêm, phải bới cát ra trước rồi mới rút nêm. Rút nêm đến đâu phải chèn đất cát lẫn cuội sỏi hoặc đã dăm đến đó rồi đầm chặt.

- Đầu tiên tháo các con nêm dưới chân tường trong, tiến hành tháo đối xứng từ giữa ra hai đầu.

- Tháo con nêm trên hai cạnh ngắn, cũng tháo đối xứng từ giữa ra.

- Tháo con nêm trên hai cạnh dài, đối với cạnh này bước đầu cách một tháo một, sau đó tháo số con nêm còn lại đối xứng qua nêm định vị, bắt đầu từ con nêm xa nhất.

- Tháo 4 con nêm định vị cùng một lúc.

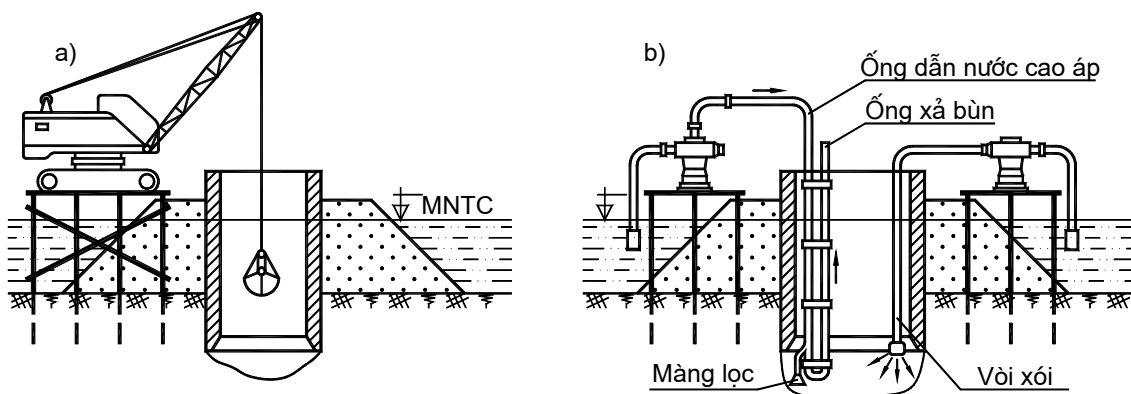


**Hình 3.9** Trình tự tháo nêm trước khi hạ giếng

Sau khi đã rút hết các con nêm, tiến hành đào đất, nguyên tắc của công tác đào đất là phải đào đối xứng, để đảm bảo cho giếng xuống đều. Đào cùng một lúc tất cả các hố lấy đất, tiến hành đào từ giữa ra bốn phía. Cao độ đất đang đào của các hố không được chênh nhau vượt quá 30cm. Đối với tầng đất mềm yếu, không nên đào đất sâu hơn chân giếng; còn đối với đất dính có thể được nhưng cũng không nên sâu quá 0,5m. Công cụ đào đất cũng giống như đào hố móng, nhưng mặt bằng thi công chặt hẹp hơn và phải vận chuyển đất lên cao.

Thông thường đào đất hạ giếng bằng hai phương pháp dưới đây:

- Đào đất thủ công: sử dụng nhân lực và công cụ thủ công để đào khi đất trong lòng giếng ổn định, khô, hoặc lượng nước không đáng kể, khi lượng nước nhiều phải kết hợp máy bơm ly tâm hút nước ra, đất khô ráo mới tiến hành đào.



**Hình 3.10** Phương pháp đào đất hạ giếng chìm

a) - Đào đất bằng máy đào gầu ngoạm ; b) - Dùng máy hút bùn thủy lực kết hợp với vòi xói

- Đào đất bằng cơ giới: dùng máy xúc gầu ngoạm hoặc máy hút bùn không khí hay máy hút bùn thủy lực. Dùng máy đào gầu ngoạm để đào đất (Hình 3.10a): có thể đào mọi loại đất, nhưng thích hợp nhất là đất sét pha cát, cát pha sét, và sét cứng có lẫn nhiều cuội kết. Đào đất bằng máy hút bùn thủy lực hoặc máy hút bùn không khí (Hình 3.10b): dùng thích hợp nhất với loại đất cát pha sét, đất cát và cát lẫn cuội sỏi. Khi gặp đất sét hoặc đất chặt cứng phải kết hợp với vòi xói nước để phụ trợ.

Trong thực tế quá trình đào đất hạ giếng thường gặp các hiện tượng sau đây xảy ra:

+ Gặp các chướng ngại vật như: đá tảng, vật lắng chìm từ lâu... làm cho giếng không xuống được. Trường hợp này phải căn cứ vào tình hình cụ thể để có biện pháp thích hợp. Chẳng hạn khi gặp đá tảng không lớn có thể dùng biện pháp xói để kéo ra và mang lên; gặp đá to phải phá bằng chòong, đá cứng phải dùng nổ phá nhỏ để phá dần.

+ Giếng xuống không đều bị nghiêng lệch. Trường hợp này phải đào đất lệch sang một bên kết hợp với chất tải để cho giếng về vị trí thẳng đứng.

+ Nhiều trường hợp giếng bị lực ma sát giữ chặt không xuống được. Biện pháp đơn giản nhất là phải chất tải lên giếng, hoặc đúc tiếp đôt giếng phía trên. Biện pháp hay được dùng là: xói nước xung quanh và chân giếng.

### *3.1.3.3. Lấp lòng giếng*

Khi giếng hạ đến độ sâu thiết kế người ta tiến hành đổ một lớp đệm bê tông bịt đáy giếng. Thông thường lớp đệm này là lớp bê tông đổ dưới nước, lớp bê tông bịt đáy có chiều dày ít nhất bằng 1,5 lần cạnh ngắn của hố lấy đất. Sau khi lớp bê tông đổ dưới nước đủ độ cứng, tiến hành hút nước ra và tiếp tục đổ bê tông lấp lòng giếng bằng bê tông mác 100 đến 150 có độn đá hộc.

## **3.2. Móng cọc ống**

### **3.2.1. Khái niệm về móng cọc ống**



Móng cọc ống là một loại móng cọc có dạng hình ống, được hạ sâu vào trong đất nền nhờ máy rung chấn động. Móng cọc ống là một loại móng tiên tiến, được sử dụng rộng rãi từ năm 1950 trở lại đây. Được dùng hợp lý đối với các trường hợp nền đất sét chặt, đặc biệt khi đáy nền là tầng đá. Khi nước sâu, mặt tầng đá không phẳng, hoặc tầng phủ bên trên mỏng quá (không thể xây dựng các loại móng khác được). Cọc ống thường được dùng cho móng trụ cầu dạng kết cấu không có bệ cọc, chỉ có xà mũ bên trên các cọc ống. Móng cọc ống có cấu tạo tương tự như những loại móng cọc khác trên hình 3.11 giới thiệu móng cọc ống của một trụ cầu.

Cọc ống có đường kính từ 0,4 đến 6m, chiều dày thành ống rất mỏng từ 10 đến 15cm. Cọc được đúc bằng bê tông cốt thép và được chia thành nhiều đốt để lắp ghép, mỗi đốt có chiều dài từ 6 đến 12m. Khi cọc hạ đến độ sâu thiết kế, có thể lấp phần rỗng bên trong (lòng cọc, ruột cọc) hoặc chỉ lấp một phần bằng bê tông tương tự như lấp lòng giếng chìm.

Ưu điểm chính của móng cọc ống:

- Do công nghệ chế tạo và thi công những cọc ống có đường kính lớn, khả năng hạ cọc xuống rất sâu, nên móng chịu được những tải trọng rất lớn.
- Ít phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, do áp dụng được cơ giới hoá trong thi công, nên tốc độ thi công nhanh, chất lượng bảo đảm.
- Giá thành rẻ hơn so với kết cấu móng khác, so với móng giếng chìm móng cọc ống giảm 20 đến 30% khối lượng bê tông.

Nhược điểm cơ bản của móng cọc ống là: khi thi công đòi hỏi phải có máy móc, dụng cụ có công suất điện rất lớn. Vì vậy không phải là trong điều kiện nào cũng kinh tế. Theo kinh nghiệm thi công của nước ngoài, móng cọc ống chỉ dùng thích hợp khi số cọc trong móng ít nhất là 10 cọc và chiều dài cọc phải lớn hơn 10m.

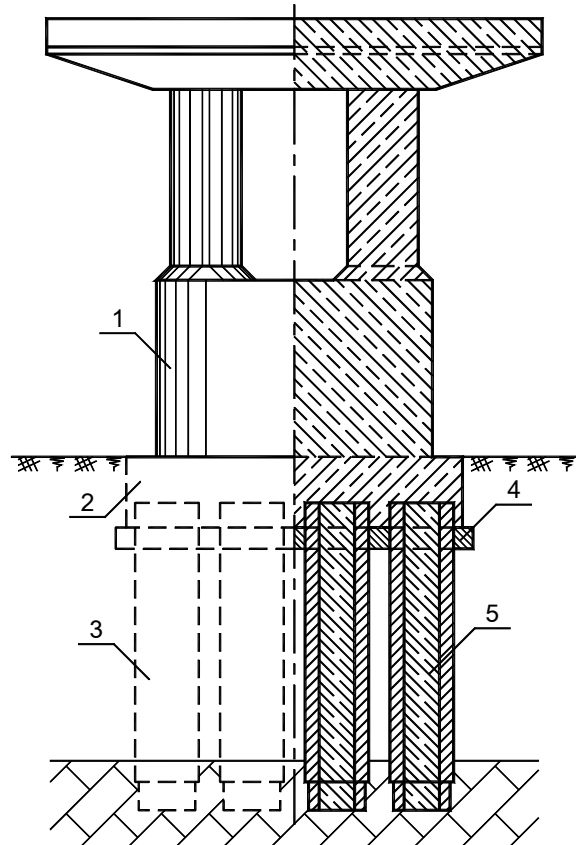
### 3.2.2. Các loại cọc ống

Cọc ống có đường kính  $D \leq 0,6m$  thường có chân cọc bịt kín và sau khi hạ thì lấp lòng cọc bằng bê tông nếu hạ đến lớp đất cứng. Trong trường hợp đất yếu thì có thể không cần lấp đầy phần rỗng bên trong để sức chịu tải của cọc theo vật liệu không lớn hơn nhiều so với sức chịu tải của cọc theo đất nền.

Cọc ống có  $D = 0,6 \div 0,8m$  có thể không cần bịt chân và có thể để nguyên lõi đất bên trong sau khi hạ cọc.

Cọc ống có  $D = 0,8 \div 1m$  có thể lấp đầy hoặc một phần bên trong cọc.

Cọc ống có  $D > 1m$  chỉ cần lấp một phần bên trong lòng cọc.



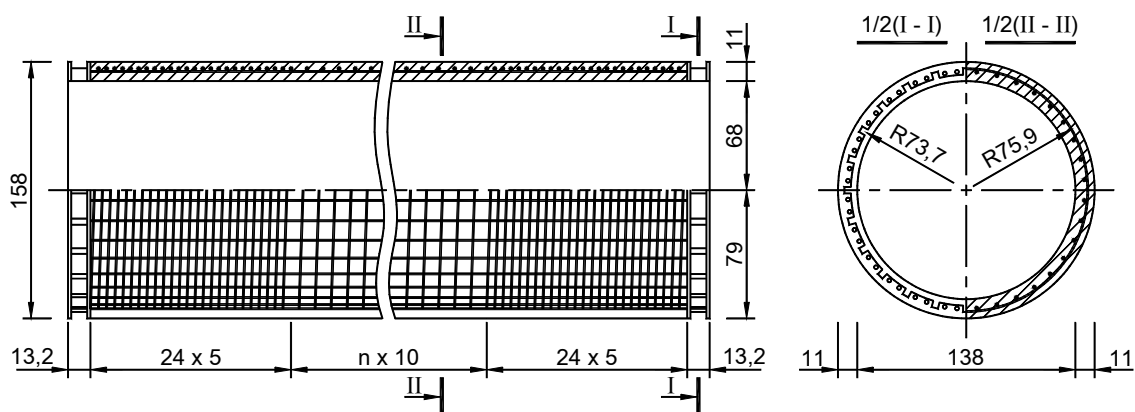
**Hình 3.11** Cấu tạo móng cọc ống  
1 - Thân trụ ; 2 - Bệ cọc ; 3 - Cọc  
4 - Lớp bê tông đệm ; 5 - Bê tông lấp ruột cọc

Mác bê tông dùng để chế tạo cọc ống không được nhỏ hơn 300 đối với cọc bê tông cốt thép thường và không được nhỏ hơn 400 đối với cọc bê tông cốt thép dự ứng lực. Bê tông lấp lòng cọc có mác không thấp hơn 170.

Cọc ống bê tông cốt thép được bố trí cốt thép dọc và cốt thép đai xoắn ốc. Cọc bê tông cốt thép thường, cốt thép dọc dùng loại CT5 có gờ, cốt thép đai dùng loại CT3. Cọc bê tông cốt thép dự ứng lực, cốt thép dọc dùng loại 30XГ2С, cốt thép đai dùng loại 25ГС hoặc 35ГС. Hàm lượng cốt thép từ 3 ÷ 5% với cọc bê tông cốt thép thường và 3% với cọc bê tông cốt thép dự ứng lực.

Đường kính cọc ống  $D < 1,6\text{m}$  thì cốt thép dọc  $\Phi \geq 12\text{mm}$  và cốt thép đai  $\Phi \geq 6\text{mm}$ . Khi  $D \geq 1,6\text{m}$  thì cốt thép dọc  $\Phi \geq 18\text{mm}$  và cốt thép đai  $\Phi \geq 8\text{mm}$ .

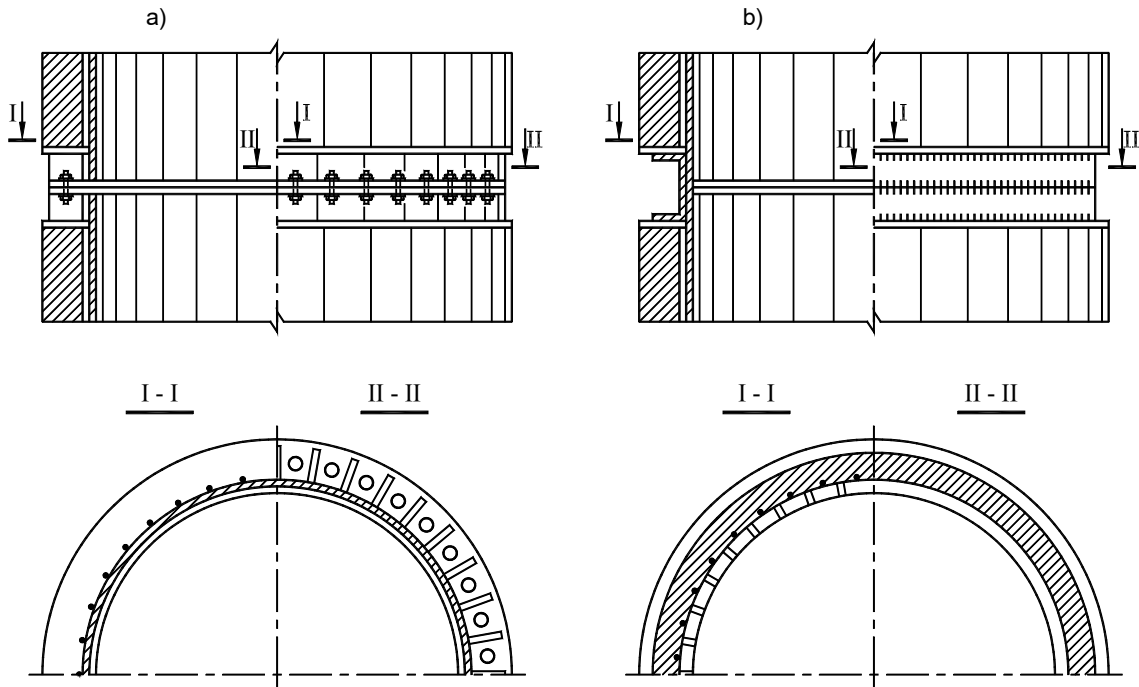
Đối với cọc ống có  $D < 1\text{m}$  thì cốt thép dọc được bố trí trên một hàng (trên một đường tròn). Khi  $D \geq 1,6\text{m}$  cốt thép dọc có thể bố trí một hoặc hai hàng. Trong trường hợp lòng cọc không lấp đầy bê tông hoặc phải tăng cường độ của cọc khi hạ trong đất sét chặt có lẫn đá hòn lớn thì nhất thiết phải bố trí cốt thép dọc hai hàng.



**Hình 3.12** Cấu tạo một đốt cọc ống định hình

Cọc ống thường được thiết kế định hình với đường kính từ 0,4 đến 6m (theo thiết kế của Liên Xô cũ hoặc Trung Quốc...). Hình 3.12 trình bày cấu tạo một cọc ống định hình có đường kính 1,6m.

Để nối ghép các đốt cọc ống với nhau hoặc với búa rung, hai đầu mỗi đốt cọc ống có cấu tạo các mối nối theo kiểu bu lông hoặc bằng hàn là loại thường dùng nhất (Hình 3.13). Mối nối kiểu này dễ thi công trong quá trình hạ dần từng đốt cọc ống. Sau khi thực hiện xong liên kết phải đổ bê tông đông cứng nhanh để bịt mối nối.

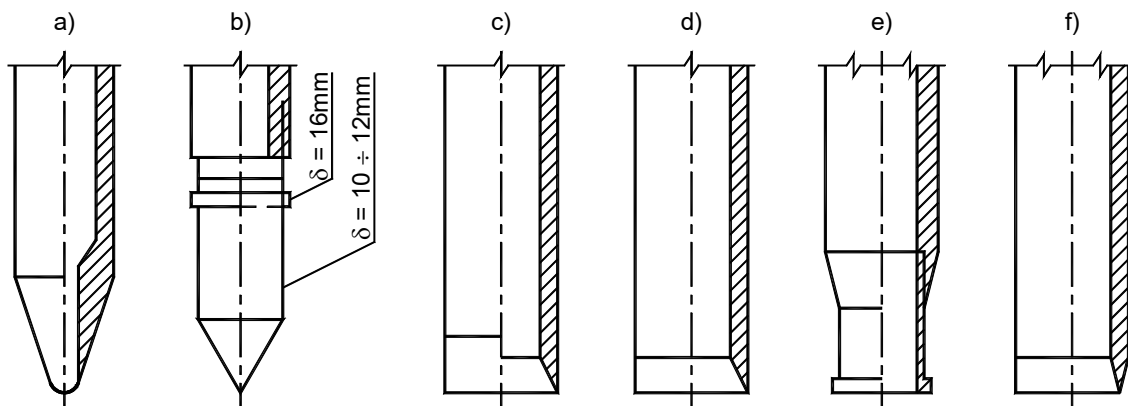


**Hình 3.13** Cấu tạo mối nối cọc ống  
a) - Mối nối bằng bu lông ; b) - Mối nối kiểu hàn

Để hạ cọc ống được dễ dàng thì phần dưới của nó phải có cấu tạo riêng biệt gọi là chân cọc. Cọc ống có  $D = 0,4 \div 6m$  thì chân cọc thường có cấu tạo đầu nhọn (Hình 3.14a và b). Đối với loại cọc này muốn mở rộng chân cọc thì dùng phương pháp nổ mìn, trình tự thi công nổ mìn như cọc mở rộng mũi đã giới thiệu ở chương 2.

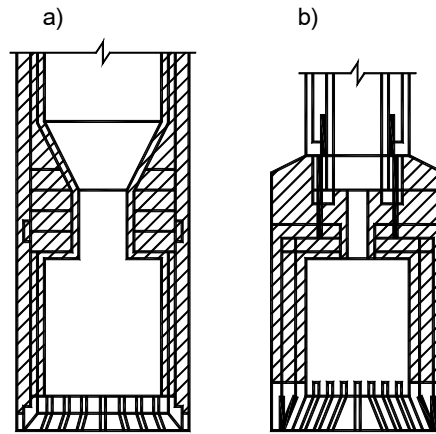
Khi cọc ống có  $D \geq 1m$  thì dùng chân cọc hở đáy (Hình 3.14c; d; e và f). Khi hạ vào đất yếu dùng chân cọc theo hình 3.14c. Khi hạ vào các lớp đất chặt và chặt vừa có lẫn sỏi sạn, thì dùng chân cọc theo hình 3.14d. Khi chân cọc tựa lên tầng đá, phải khoan đá trong khi hạ cọc thì dùng chân cọc bằng thép cao từ 1 đến 3m theo hình 3.14e. Khi cần phải tăng cường chiều dày thành cọc sau khi hạ xong thì hợp lý hơn cả là dùng chân cọc có cấu tạo như hình 3.14f.

Trong những năm gần đây người ta đã cải tiến nhiều loại cọc ống. Một trong những loại cọc ống mới là sau khi hạ sẽ lấp đầy đất. Việc áp dụng loại cọc ống này cho móng trụ cầu sẽ giảm rất nhiều khối lượng bê tông và sức lao động.



**Hình 3.14** Các dạng cấu tạo chân cọc ống  
 a và b) - Chân cọc ống bịt kín ; c ; d ; e ; f) - Chân cọc ống hở đáy

Qua các nghiên cứu cho thấy loại cọc ống có màng chịu lực và loại hình cốc (Hình 3.15) hạ trong đất cát sẽ cho sức chịu tải lớn gấp 1,5 đến 2 lần so với cọc ống khác có cùng đường kính. Sở dĩ như vậy là đối với các cọc ống khác thì đất trong lòng cọc bị lấy đi tới đáy, đất bị tơi ra làm cho cường độ đất bị giảm. Đối với cọc có màng chịu lực hoặc hình cốc thì đất không lấy hết và phần đất ở gần chân cọc bị nén chặt lại.



**Hình 3.15** Cấu tạo chân cọc ống cải tiến  
 a) - Loại có màng chịu lực ; b) - Loại hình cốc

### 3.2.2. Thi công móng cọc ống

Trình tự thi công móng cọc ống gồm các bước sau:

- Chế tạo các đốt cọc ống.
- Đưa thiết bị dẫn hướng hạ cọc vào vị trí thiết kế trên mặt bằng.
- Hạ cọc ống bằng búa rung.
- Khoan đá ở chân cọc ống, đặt cốt thép ở đó, đổ bê tông liên kết chân cọc ống với tầng đá.
- Đóng vòng vây cọc ván thép, hút bùn, đổ bê tông bịt đáy.
- Hút nước trong lòng cọc ống và trong vòng vây.
- Cất bỏ đoạn ống thừa phía trên.
- Kiểm tra nghiệm thu công tác hạ cọc ống.
- Thi công bệ cọc ống.

Dưới đây chúng tôi chỉ nêu những nét rất cơ bản của hai công tác chủ yếu là: chế tạo cọc ống và công tác hạ cọc.

#### 3.2.2.1. Chế tạo các đốt cọc ống

Các đốt cọc ống có chiều dài là bội số của 1m. Được đúc trong ván khuôn thép hay gỗ, trên bệ quay ly tâm và đầm rung. Ván khuôn gỗ chỉ dùng khi chế tạo đơn lẻ một số ít đốt cọc. Mặt trong của ván khuôn gỗ được lót tôn mỏng, hoặc làm cấu tạo mỏng ghép giữa các tấm ván dày từ 4 đến 5cm, rộng từ 10 ÷ 12cm. Phương pháp đúc quay ly tâm thường dùng để đúc các đốt cọc ống đường kính  $D \leq 2m$ , chiều dài từ 6 ÷ 12m.

Khuôn rung bằng thép (Hình 3.16), gồm ván khuôn trong và ván khuôn ngoài, có phễu rót bê tông. Thép bản làm ván khuôn dày 4 ÷ 6mm mỗi phân đoạn ván khuôn dài 2 ÷ 4m. Các phân đoạn ván khuôn được liên kết với nhau bằng mặt bích nối bu lông. Các phân đoạn ván khuôn có gắn vòng cứng tăng cường cách nhau 0,7 đến 1m. Để tháo ván khuôn dễ dàng, phải đặt các gioăng đệm cao su ở khe nối dọc của các phân đoạn ván khuôn.

Hỗn hợp bê tông đúc cọc ống có độ sụt 2 ÷ 6cm, được đổ vào khuôn qua qua phễu cấp liệu. Trong quá trình đúc cọc, bê tông được đầm bằng máy đầm rung có công suất 0,75 ÷ 1KW gắn chặt vào sườn cứng của ván khuôn ngoài, cách nhau chừng 2m theo chiều dọc đốt cọc ống, và cách nhau 2 đến 2,5m theo chu vi. Các máy đầm được khởi động dần theo mức độ rót hỗn hợp bê tông vào khuôn. Trên đoạn ống mà hỗn hợp bê tông được đầm chặt, thì tắt máy đầm để tránh phân lớp bê tông. Thời gian đầm rung ứng với mỗi đợt rót hỗn hợp bê tông được xác định qua kết quả thí nghiệm cụ thể.

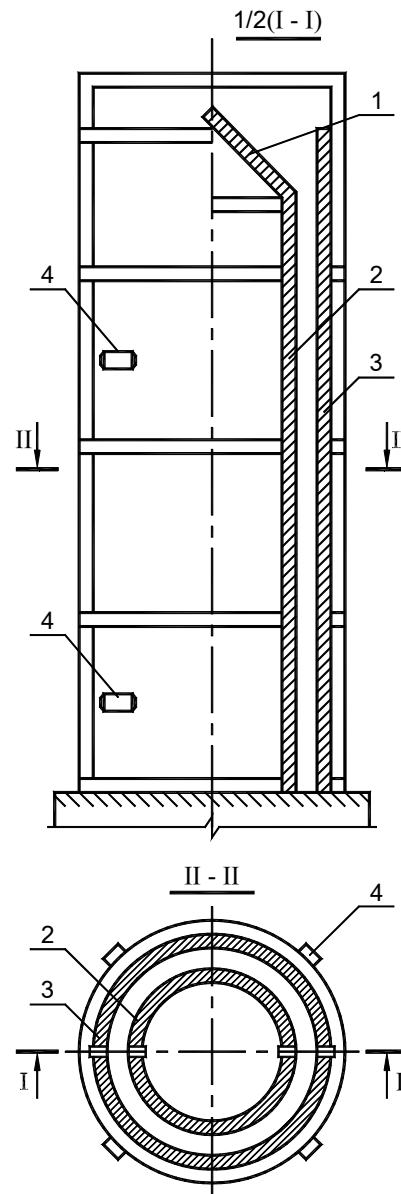
Sau khi đổ bê tông, cọc ống được bảo dưỡng trong khuôn ở nhiệt độ trên  $10^{\circ}C$ , cho đến khi đạt cường độ ít nhất bằng  $50KG/cm^2$  mới tháo khuôn. Bê tông cọc ống được bảo dưỡng bằng xử lý nhiệt, ẩm hoặc bằng hơi nước nóng (Quy cách bảo dưỡng bê tông trong giáo trình “Xây dựng cầu” sẽ giới thiệu chi tiết).

Nghiệm thu đốt cọc ống được chế tạo xong phải căn cứ vào bản vẽ thi công, các văn bản nghiệm thu về vật liệu, cốt thép, biên bản thí nghiệm mẫu bê tông, nhật ký đúc cọc ống. Sai số cho phép về chế tạo cọc ống theo quy định trong Bảng 3 - 1.

Bảng 3 - 1

SAI SỐ CHO PHÉP KHI CHẾ TẠO CỌC ống

Kích thước cọc ống	Sai số cho phép
--------------------	-----------------



Hình 3.16 Ván khuôn thép đúc cọc ống BTCT  
1 - Phễu rót bê tông ; 2 - Ván khuôn trong  
3 - Ván khuôn phía ngoài ; 4 - Đầm

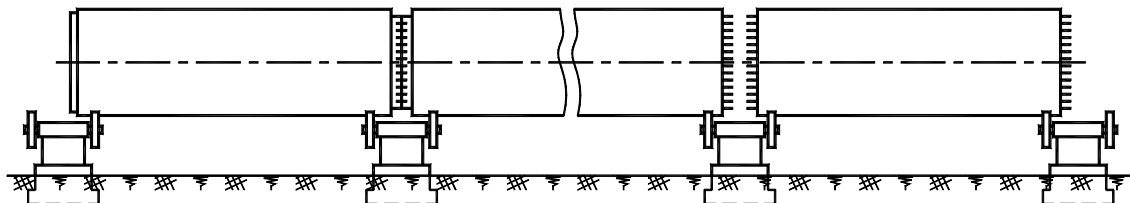
Chiều dài cọc ống		$\pm 30\text{mm}$
Đường kính cọc ống	Cọc ống có đường kính $D < 2\text{m}$	$+ 5\text{mm}$
	Cọc ống có đường kính $D \geq 2\text{m}$	$\pm 5\text{mm}$
Độ cong của cọc ống		$1/500$ Chiều dài đoạn
Chiều dày thành cọc ống	Cọc ống có đường kính $D < 1\text{m}$	$+ 7\text{mm}$ và $- 3\text{mm}$
	Cọc ống có đường kính $D = 1 \div 2\text{m}$	$+ 5\text{mm}$ và $0\text{mm}$
Không cách giữa hai cốt thép dọc		$\pm 10\text{mm}$
Bước của cốt thép đai xoắn ốc		0
Chiều dày lớp bảo vệ		0

Cọc ống không được cho phép có vết nứt, nhưng cho phép có các vết rỗ cục bộ trong bê tông sâu không quá 5mm, với tổng diện tích lỗ phải không quá 1% diện tích bề mặt phía trong hay phía ngoài của cọc ống. Phải loại bỏ những đốt cọc ống nào có các vết rỗ xuyên suốt ở vị trí mối nối dọc của các nửa khuôn.

Khi xếp dỡ và vận chuyển các đốt cọc ống trong phạm vi nhà máy, hoặc bãi đúc, có thể dùng các đòn gánh sao cho không làm uốn đốt cọc, và với điều kiện bê tông đã đạt ít nhất 70% cường độ thiết kế.

Các đốt cọc ống chế tạo xong được bảo quản ngay tại bãi chứa, trong điều kiện tự nhiên. Các đốt cọc có đường kính  $D = 1 \div 1,6\text{m}$  đặt nằm ngang xếp chồng 2 tầng, các đốt cọc ống có  $D \geq 2\text{m}$  đặt nằm ngang 1 tầng. Khi xếp cọc ống chồng lên nhau phải lưu ý để chỗ có ghi mác bê tông ra phía ngoài (để dễ kiểm tra), giữa các chồng đó để lối đi lại. Sơ đồ kê đệm ghi ở Bảng 3 - 2. Các đốt cọc ống có  $D \geq 3\text{m}$  bảo quản ở tư thế đặt đứng. Để các đốt cọc ống đặt lên các tấm kê không bị lấn, cần phải cắt vát tấm kê thành những rãnh có đường kính bằng đường kính cọc ống hoặc làm nệm ở đầu tấm kê.

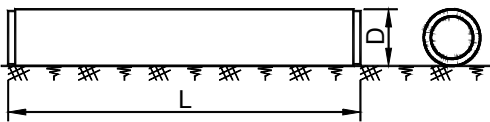
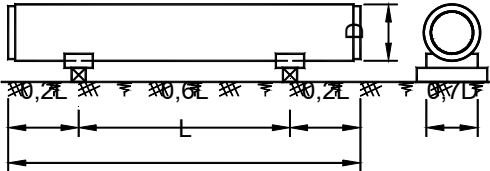
Khi cần nối dài các đốt cọc ống lại với nhau (trước lúc hạ cọc vào đất), thường dùng các giá con lăn như hình 3.17.



Hình 3.17 Giá con lăn để nối các đốt cọc ống

Bảng 3 - 2  
SƠ ĐỒ KÊ ĐẶT ĐỐT CỌC ỐNG KHI XẾP KHO VÀ KHI VẬN CHUYỂN

Cách kê đặt cọc ống	Sơ đồ	Điều kiện sử dụng
Gỗ kê đệm		Dùng sơ đồ này khi xếp kho và vận chuyển đốt cọc ống có đường

		kính $\Phi = 0,4m$
Đặt trên bề mặt bằng phẳng		Cho phép kê đặt đốt cọc ống có đường kính $\Phi = 0,4 \div 2m$
Đặt trên tấm kê đặc biệt bằng gỗ hay tà vẹt		Cho phép xếp kho đốt cọc ống $\Phi = 0,4 \div 2m$ , vận chuyển đốt cọc ống $\Phi = 0,6 \div 3m$
Đặt trên bề mặt bằng phẳng	Ở vị trí thẳng dựng đứng	Cho phép khi xếp kho vận chuyển đốt cọc ống $\Phi = 4 \div 5m$

### 3.2.2.2. Hạ cọc ống vào nền

Hạ cọc ống vào nền gồm các phương pháp chủ yếu sau:

- Hạ cọc ống bằng búa rung kết hợp với việc đào lấy đất ra khỏi lòng cọc.
- Hạ cọc ống bằng búa rung kết hợp với xói nước và lấy đất.
- Hạ cọc ống bằng búa rung kết hợp lấy đất và xói bằng hơi ép.

Để chọn phương pháp hạ cọc ống thích hợp, phải căn cứ vào tính chất cơ lý của đất, độ sâu cần hạ cọc, và khả năng thiết bị hạ cọc, tham khảo Bảng 3 - 3.

Bảng 3 - 3

CÁC PHƯƠNG PHÁP HẠ CỌC ỐNG

Đặc trưng của nền	Độ sâu hạ cọc (m)	Phương pháp hạ cọc
Đất dính dẻo mềm, dẻo chảy, đất toi xốp ẩm, bão hoà nước có độ chặt trung bình	< 5	Dùng tác động của trọng lực
	5 ÷ 10	Như trên kết hợp lấy đất trong lòng cọc ống
	> 10	Dùng búa rung
Đất rời, chặt và chặt trung bình. Đất dính nửa rắn và dẻo quánh	≤ 5	Dùng tác dụng của trọng lực kết hợp lấy đất trước ở trong lòng cọc
Tất cả các loại đất có lẫn các chướng ngại như: lớp đá, đá tảng có kích thước lớn hơn 30cm và các vật ngấp sâu trong đất	Không phụ thuộc vào độ sâu hạ cọc	Hạ trong hố đã khoan sẵn bằng búa rung kết hợp với khoan đá kiểu xung kích

### 1 - Chọn thiết bị hạ cọc ống

Để hạ cọc ống có đường kính  $D = 0,4 \div 0,6m$  có mũi cọc kín vào nền đất dính chặt và chặt vừa, nên dùng loại búa hơi hoạt động một chiều hoặc hai chiều; nếu nền là đất cát thì có thể dùng cả búa rung. Các cọc ống có  $D > 0,6m$  có chân cọc hở hạ vào nền đất bất kỳ đều phải dùng búa rung.

Khi lựa chọn búa rung hạ cọc, cần xét đến các đặc tính kỹ thuật của nó, tải trọng tính toán, trọng lượng hệ thống thiết bị rung (gồm: cọc, mũ cọc, búa rung), và điều kiện nền đất. Các tham số của búa rung tham khảo bảng 2 - 8 (Chương 2)

Giả sử cần hạ cọc ống có tải trọng tính toán là P, loại búa rung thích hợp có thể dùng phải thỏa mãn hai điều kiện sau:

$$0,5\lambda \cdot Q \left( \frac{150N}{M} + 1 \right) \geq P \quad (3.5)$$

$$M \geq 0,7Q \quad (3.6)$$

Trong đó:

Q - Trọng lượng tổng cộng của cọc ống, mũ cọc và búa (Tấn).

M - Công suất định mức của động cơ điện (KW).

N - Số vòng quay của bánh lệch tâm trong một phút (vòng/phút).

$\lambda$  - Hệ số xét đến sự phụ thuộc vào điều kiện nền đất, lấy theo kết quả thử cọc bằng tải trọng tĩnh. Khi thiếu số liệu thí nghiệm, có thể lấy giá trị  $\lambda$  theo Bảng 3 - 4 đối với đất cát và Bảng 3 - 5 đối với đất dính.

Bảng 3 - 4

HỆ SỐ  $\lambda$  TRONG CÔNG THỨC ( 3.5 ) ĐỐI VỚI ĐẤT CÁT

Trạng thái của đất	Cát hạt thô	Cát hạt vừa	Cát hạt nhỏ
Bão hào nước	4,5	5,0	6,0
Âm	3,5	4,0	5,0

Bảng 3 - 5

HỆ SỐ  $\lambda$  TRONG CÔNG THỨC ( 3.5 ) ĐỐI VỚI ĐẤT DÍNH

Loại đất	Độ sệt B		
	$B > 0,75$	$0,5 < B \leq 0,75$	$0,25 < B \leq 0,5$
Sét pha cát	4,5	3,5	3,0
Cát pha sét	4,0	3,0	2,5
Đất sét	3,0	2,2	2,0

Trường hợp mà nền đất có nhiều lớp đất khác nhau thì giá trị  $\lambda$  được lấy giá trị trung bình xác định bằng công thức:

$$\lambda = \frac{\sum \lambda_i \cdot h_i}{\sum h_i} \quad (3.7)$$

Trong đó:

$h_i$  - Chiều dày lớp đất thứ i tiếp xúc với mặt ngoài cọc ống.

$\lambda_i$  - Giá trị  $\lambda$  của lớp đất thứ i.

## 2 - Kết cấu dẫn hướng khi hạ cọc ống

Các kết cấu dẫn hướng có tác dụng bảo đảm hạ cọc ống đúng vị trí, và độ nghiêng của cọc theo thiết kế. Có hai loại là khung dẫn hướng và cần dẫn hướng. Khung dẫn hướng được dùng để hạ cọc ống thẳng đứng, cần dẫn hướng được dùng để hạ cọc ống nghiêng.

Khung dẫn hướng (khung định vị) có thể có dạng khung phẳng nằm ngang, hoặc khung không gian ghép từ vài tầng khung phẳng nằm ngang. Trên mặt bằng khung có chứa các ô để luồn cọc ống qua. Loại khung dẫn hướng phẳng thường dùng để định vị các cọc ống ở thế thẳng đứng, khi lưu tốc dòng chảy của sông nhỏ hơn 1m/s, và mực nước không sâu quá

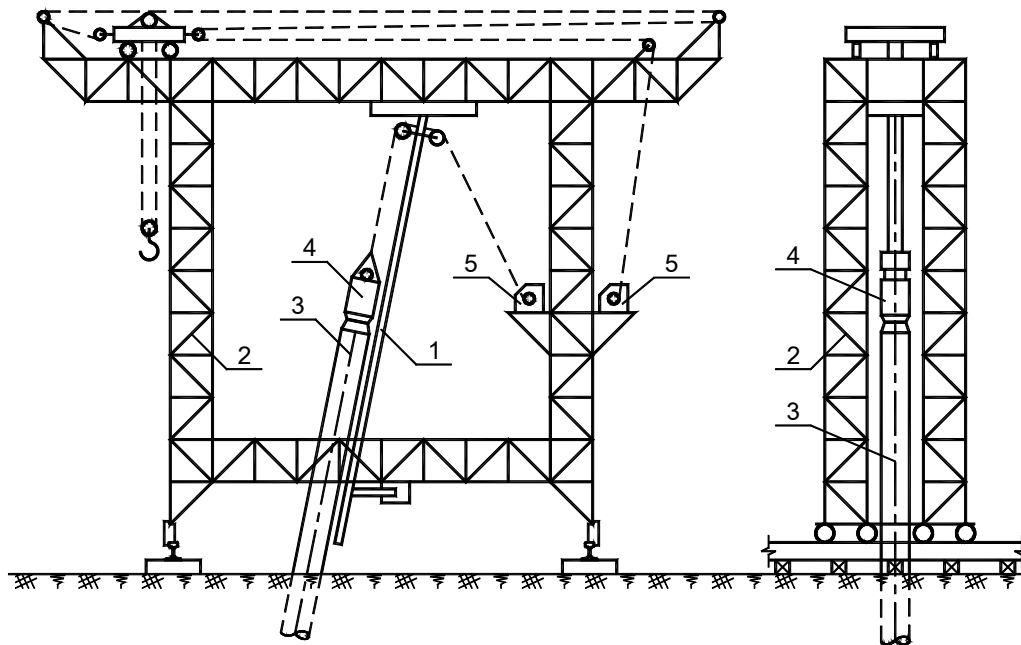


15m. Ở nơi nước chảy mạnh lớn hơn 1m/s và khi cần hạ cọc ống nghiêng, phải dùng khung dẫn hướng không gian 2 tầng trở lên. Thông thường khung dẫn hướng một tầng phẳng, được kết hợp dùng làm kết cấu chống vòng vây trong giai đoạn thi công bệ móng, và thân trụ đến cao độ cao hơn mực nước thi công chừng  $0,5 \div 1$  m.

Khung dẫn hướng thường được lắp bằng các thanh của cầu kiện thép vạm năng UIKM<sup>(1)</sup>. Khung có trọng lượng từ 10 ÷ 100 tấn tùy thuộc vào kích thước móng và kết cấu khung.

Để chuyên chở và hạ khung dẫn hướng xuống dưới nước đúng vị trí thiết kế, thường dùng hệ cần cầu nổi và phao nổi có các thiết bị phụ trợ. Hệ nổi này di chuyển trên sông nhờ các tàu kéo, hoặc hệ tời múp cáp.

Khung dẫn hướng được cố định nhờ các cọc, hai cọc ống hạ qua ô dành cho cọc định vị ở góc khung không bị chuyển dịch trong quá trình thi công.

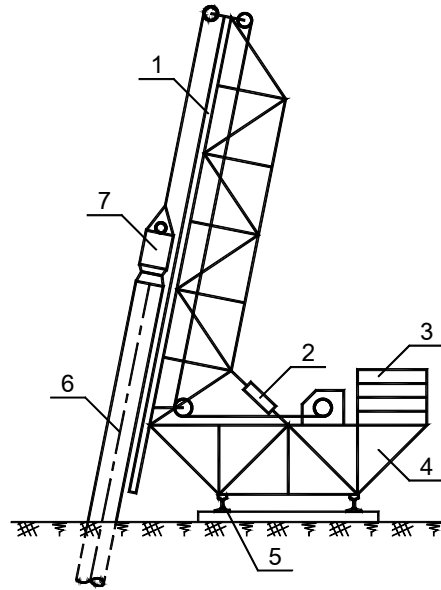


**Hình 3.18** Giá treo cần dẫn hướng

1 - Cần dẫn hướng ; 2 - Giá long môn ; 3 - Cọc ống ; 4 - Búa rung ; 5 - Tời

<sup>(1)</sup> Kết cấu UIKM sẽ được giới thiệu trong giáo trình “Xây dựng cầu”

Để hạ các cọc ống xiên có đường kính không quá 2m, phải dùng cần dẫn hướng có đầu trên được treo vào giá cầu long môn (Hình 3.18), hoặc đặt nó trên giá di động (Hình 3.19). Cần dẫn hướng và giá cầu đều có thể lắp từ các cấu kiện vạn năng UIKM. Cá biệt có thể dùng các giá búa đóng cọc có sức nâng hơn 20 tấn, chẳng hạn các giá búa CCCM - 680 hoặc CII - 55 của Liên Xô cũ.

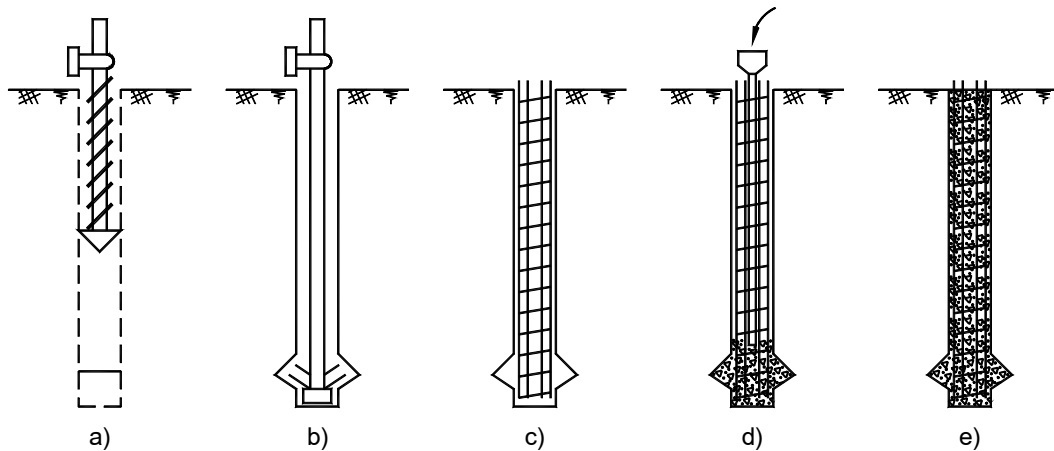


**Hình 3.19** Treo cần dẫn hướng trên giá di động

- 1 - Cần dẫn hướng ; 2 - Thanh vít điều chỉnh góc nghiêng cần  
3 - Đối trọng ; 4 - Giá di động ; 5 - Đường ray ; 6 - Cọc ống  
7 - Búa rung

### 3.3. Móng cọc nhồi

Móng cọc nhồi, là một loại móng có cọc là loại đổ tại chỗ (gọi là cọc nhồi). Cọc được chế tạo ngay tại vị trí mà cọc sẽ làm việc khi xây dựng xong công trình. Nguyên tắc chế tạo loại cọc này là: sử dụng ống kim loại đóng vào trong đất hoặc bằng thiết bị khoan tạo ra một lỗ rỗng thẳng đứng trong đất, sau đó đặt cốt thép và đổ bê tông vào ngay hố rỗng thẳng đứng đó rồi đầm chặt (Hình 3.20).



**Hình 3.20** Sơ đồ các bước thi công cọc khoan nhồi

- a) - Khoan tạo lỗ ; b) - Khoan mở rộng chân lỗ ; c) - Đặt cốt thép  
d) - Đổ bê tông cọc ; e) - Hoàn thiện cọc và đầu cọc

Cọc nhồi được áp dụng lần đầu tiên năm 1899 do kỹ sư Xtraux người Nga đề xướng. Trên cơ sở đó, nhiều nhà khoa học đã phát triển thêm nhiều loại cọc nhồi tiến bộ hơn như cọc Franki, cọc Benoto và đặc biệt ngày nay sử dụng rộng rãi là cọc khoan nhồi.

Cọc nhồi có một số ưu điểm cơ bản như sau:

- Có thể tạo ra những cọc có đường kính lớn, hạ cọc xuống sâu, do đó sức chịu tải của cọc rất cao (ở cầu Mỹ Thuận cọc có đường kính 2,5m; chiều dài cọc tới 100m).
- Do phương pháp thi công, mặt bên của cọc nhồi thường bị sần sùi do đó ma sát của đất trên thân cọc nói chung lớn hơn so với các loại cọc khác.
- Tốn ít cốt thép và không phải vận chuyển cọc.
- Khi thi công không gây ra những chấn động làm nguy hại đến các công trình lân cận.
- Dùng cọc nhồi thì điều kiện mở rộng chân cọc (nhằm tăng sức chịu tải của cọc) tương đối dễ dàng hơn.

Nhược điểm chủ yếu của cọc nhồi là:

- Khó kiểm tra chất lượng cọc (khi xây dựng trụ cầu Đuống mới đã xảy ra hiện tượng tụt cốt thép, phải chi phí khắc phục khá lớn).
- Thiết bị thi công tương đối phức tạp.
- Công trường dễ bị bẩn trong quá trình thi công.

### **Câu hỏi ôn tập**

1. Nêu đặc điểm và phạm vi sử dụng của móng giếng chìm.
2. Nêu cấu tạo các bộ phận của móng giếng chìm.
3. Trình bày các phương pháp thi công đúc giếng chìm ở nơi có nước mặt và ở nơi không có nước mặt. Những tính toán cơ bản trong thi công giếng chìm.
4. Trình bày phương pháp thi công hạ giếng chìm.
5. Nêu khái niệm chung về móng cọc ống.
6. Trình bày các loại cọc dùng trong móng cọc ống.
7. Trình bày công tác chế tạo các đốt cọc ống.
8. Nêu phương pháp thi công hạ cọc ống.
9. Khái niệm và ưu, nhược điểm của móng cọc khoan nhồi.

## **Chương 4**

### **Một số giải pháp xử lý nền đất yếu**

#### **4.1. Khái niệm chung**

Cần phải lưu ý rằng khái niệm về nền đất yếu là một khái niệm hết sức tương đối, đến nay chưa có một tiêu chuẩn có tính chất định lượng rõ rệt cho nền đất yếu. Bởi vì thực chất có loại đất nền đối với công trình này có thể coi là nền đất yếu nhưng đối với công trình khác lại không thể coi nó là nền đất yếu. Nói một cách nôm na thì đất yếu tạm chấp nhận là loại đất sét nhão, đất cát rời rạc.

Khi xây dựng công trình trên nền đất yếu, thường không thể dùng nền thiên nhiên được, vì hai trạng thái giới hạn của nền đều không thoả mãn: độ lún của móng lớn hơn độ lún cho phép, khả năng chịu tải của nền cũng không đảm bảo. Cần phải áp dụng các giải pháp xử lý nền hoặc móng, có khi phải tăng cường cả kết cấu bên trên.

- Theo bản chất, có thể chia các giải pháp xử lý nền thành ba nhóm: cơ học, vật lý và hoá học.

+ Các phương pháp cơ học bao gồm: đầm chặt ( nông, sâu), nén rung, thay thế đất yếu bằng vật liệu bền hơn (đệm cát, sỏi, đất...) nén sâu bằng cọc cát, cọc tre, cọc vôi, trụ đá balat, năng lượng nổ v.v...

+ Các phương pháp vật lý, với mục đích là tạo điều kiện để cho đất được nén chặt trước, bao gồm: hạ thấp mực nước ngầm và thoát nước thẳng đứng cho đất nền, chất tải trước, xử lý bằng điện thấm v.v...

+ Các phương pháp hoá học còn gọi là hoá - lý bao gồm: phụt xi măng, phụt silicat, điện hoá, gia cố bằng phụt nhựa tổng hợp, phụt sét và bitum v.v...

- Những giải pháp xử lý móng bao gồm: sử dụng móng cọc các loại, giằng chìm và các kiểu móng sâu khác.

- Những biện pháp xử lý, tăng cường phần kết cấu bên trên của công trình thường là: chọn kiểu kết cấu ít nhạy lún, làm khe lún, đài bê tông cốt thép; dành sẵn độ cao dự trữ bằng độ lún dự kiến; lựa chọn độ sâu đặt móng và kích thước móng thích hợp; thay vật liệu; ngăn ngừa nước dâng theo các khe hở mao dẫn trong đất; quy định nghiêm ngặt trình tự đào đắp, xây lắp.

Trong nội dung của chương này chúng tôi chỉ đề cập đến một số giải pháp xử lý nền, và cũng chỉ nêu vắn tắt những vấn đề chính về một số giải pháp được áp dụng nhiều trong thực tiễn xây dựng ở Việt nam.

Mục đích của các giải pháp xử lý nền để nhằm cải thiện thành phần, trạng thái, và từ đó làm cho các tính chất cơ lý của đất nền đáp ứng được các yêu cầu về xây dựng.

#### **4.2. Nén chặt bằng phương pháp cơ học**

Nhóm giải pháp nén chặt cơ học được phân thành nén chặt nông và nén chặt sâu. Nén chặt nông bao gồm: đầm chặt, cố kết động, đệm cát. Nén chặt sâu bao gồm: cọc cát, cọc tre, trụ đá, sử dụng năng lượng nổ.

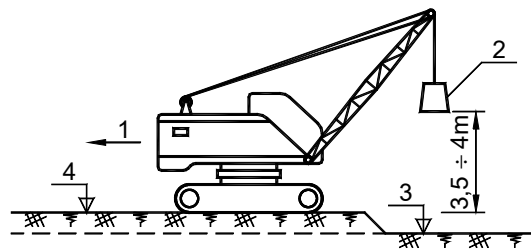
##### **4.2.1. Nén chặt nông**

###### **4.2.1.1. Đầm chặt**

Đầm nén chặt nông, thường dùng các loại xe lu, đầm xung kích hoặc tẩm rung. Có thể nén chặt được đất ít ẩm và ẩm (hệ số bão hoà nhỏ hơn 0,7). Không thể nén chặt được đất bão

hoà nước, vì lực tác dụng nhanh khi đầm làm phát sinh áp lực lỗ rỗng có trị số lớn; áp lực này không kịp tiêu tán và truyền cho đất (đề thành áp lực có hiệu); phần đất ở dưới bàn nén trở lên mất ổn định.

Độ sâu nén chặt có hiệu quả thay đổi trong phạm vi khá rộng từ 0,1 ÷ 0,2m cho đến 2,7 ÷ 3,5m, tùy thuộc vào kiểu loại thiết bị sử dụng và loại đất. Việc đầm nén được tiến hành theo từng lớp; đất ở đáy mỗi lớp phải đạt độ chặt thiết kế. Thông thường đất được coi là đủ chặt, khi dung trọng đạt  $1,6T/m^3$  đối với đất cát;  $1,65 \div 1,75T/m^3$  đối với đất loại sét (cát pha sét, sét pha cát, và sét). Trên hình 4.1 trình bày sơ đồ bố trí thi công đầm xung kích để đầm chặt lớp mặt là áp dụng theo phương pháp này.



**Hình 4.1** Sơ đồ bố trí thi công đầm xung kích  
1 - Hướng di chuyển ; 2 - Quả đầm ; 3 - Mặt đất sau khi đầm ; 4 - Mặt đất trước khi đầm

#### 4.2.1.2. Cố kết động

Cố kết động là phương pháp tạo ra năng lượng xung kích cực lớn tác dụng trực tiếp lên bề mặt của đất yếu, bằng cách cho quả đầm có trọng lượng từ 10 đến 20 tấn (cá biệt đến 40 tấn) rơi tự do từ độ cao 10 ÷ 20m (có khi từ 40m). Năng lượng xung kích này tạo ra các hiệu ứng của sóng ứng suất khác nhau, có tác dụng cải thiện các đặc trưng cơ lý của đất yếu.

Phương pháp này do L.Menard đề xuất vào đầu những năm bảy mươi, cho phép gia cố đất dính bão hoà nước. Sau mỗi lần xung kích, quá trình gia cố còn tiếp diễn theo thời gian, tựa như quá trình nén cố kết. Vì vậy thuật ngữ “cố kết động” được gọi tên phương pháp này.

Quá trình gia cố đất bao gồm: hiệu ứng nén chặt, phá vỡ một số liên kết kiến trúc của đất, tái tạo và phát sinh liên kết mới.

Những hiệu ứng trong đất dính bão hoà nước còn phức tạp hơn nhiều, nên vẫn còn đang được nghiên cứu tiếp. Tuy nhiên hiệu quả của phương pháp này là rõ rệt: làm tăng khả năng chịu tải của đất 3 ÷ 5 lần, làm giảm độ lún (3 ÷ 10% chiều dày đất gia cố), khắc phục được đáng kể hiện tượng hoá lỏng của đất yếu trong vùng chịu ảnh hưởng của địa chấn.

Đề gia cố đất bằng phương pháp cố kết động, cần xác định một loạt thông số cơ bản theo công thức thực nghiệm; thông kê kinh nghiệm và kết quả thí nghiệm hiện trường; năng lượng cần thiết cho mỗi lần xung kích, kích thước và mạng lưới các điểm đầm, số lần xung kích tối thiểu cho mỗi đợt đầm và thời gian nghỉ cần thiết giữa hai đợt đầm kế tiếp. Các thông số đó liên quan chặt chẽ với loại đất, trạng thái và chiều dày tối thiểu của đất gia cố, trọng lượng và kích thước quả đầm v.v...

Phương pháp cố kết động được áp dụng khá rộng rãi trên thế giới để gia cố các loại đất bùn bồi tích để xây dựng các khu công nghiệp, nền đường, sân bãi, bến cảng v.v...

Ở Việt nam phương pháp này lần đầu tiên đã được áp dụng vào năm 1986 để xử lý nền bùn dày 5 ÷ 6m trong khi xây dựng một toà nhà hai tầng tại Ngọc Khánh - Hà Nội.

#### 4.2.1.3. Đệm cát

Đệm cát là một lớp cát chọn lọc (hạt to, hạt vừa, chứa rất ít hạt bụi, hạt sét), được nén chặt tối đa, đắp trực tiếp lên mặt đất thiên nhiên, hoặc đắp sau khi vét lớp mặt, nhằm mục đích giảm độ lún của móng công trình và tăng độ ổn định của nó, phân bố lại ứng suất trong đất bên dưới đệm để san bằng lượng chênh lệch lún giữa các móng lân cận, giảm độ sâu đặt móng. Nhờ sự thoát nước ra của nước lỗ rỗng qua đệm cát, đất loại sét bão hoà nước phân bố bên dưới đệm cũng được củng cố một phần.

Chiều dày và chiều rộng lớp đệm phụ thuộc vào mục đích và tác dụng của nó (để giảm độ lún hay là để đảm bảo độ ổn định của móng). Trong thực tế xây dựng, đệm cát được thiết kế với chiều dày từ 0,5 đến 6,5m. Kích thước mặt bằng của đệm cát phải đảm bảo được sự ổn định của đất xung quanh đệm do tác dụng của ứng suất nằm ngang và các lực tiếp tuyến. Đệm cát phải tính toán ổn định trượt trong trường hợp có thể xảy ra.

Nếu mục đích làm đệm cát để giảm độ lún của móng, thì chiều dày của đệm phải đảm bảo điều kiện: tổng độ lún của bản thân đệm và của các lớp đất yếu nằm dưới không vượt quá phạm vi cho phép.

Khi đất yếu dày không quá 3m, kê dưới có đất tốt, nhưng lại chịu tác dụng của nước áp lực mạnh, phải dùng sỏi sạn thay cát để làm đệm. Sỏi sạn cũng phải được sắp xếp và đầm chặt đến mức tối đa.

Tính toán đệm cát theo sơ đồ trên hình 4.2 bao gồm: xác định chiều dày và bề rộng của đệm cát:

- *Xác định bề dày tối thiểu của đệm cát.*

Bề dày của đệm cát được xác định trên cơ sở áp suất lên tầng đất không vượt giá trị giới hạn. Như vậy phải thoả mãn điều kiện:

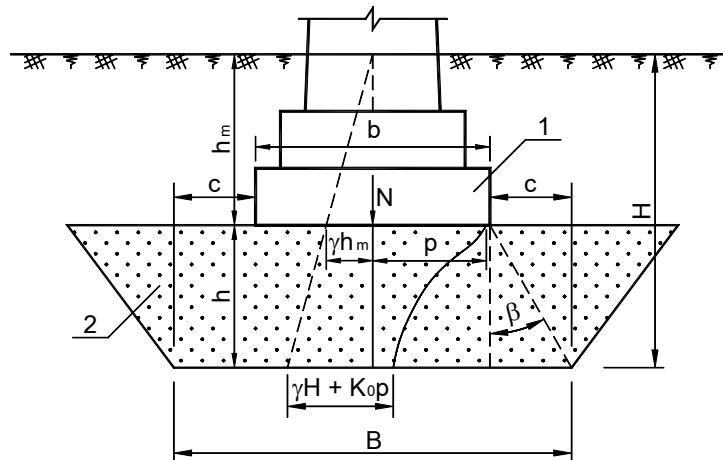
$$\gamma H + K_0 p \leq R_H \quad (4.1)$$

Trong đó:  $\gamma H$  - Ứng suất do trọng lượng khối đất ở độ sâu H.

$K_0$  - Hệ số phân bố áp lực ở trọng tâm đáy móng phụ thuộc vào tỷ số  $\frac{a}{b}$  và  $\frac{z}{b}$  xác định theo Bảng 1 - 5.

$$p = \frac{N}{F} \text{ - Ứng suất bình quân dưới đáy móng.}$$

$R_H$  - Cường độ tính toán của đất ở độ sâu H



**Hình 4.2** Sơ đồ tính toán chiều dày tầng đệm cát  
1 - Móng ; 2 - Cát lẫn sỏi sạn đầm chặt

- *Xác định bề rộng của đệm cát.*

Bề rộng của đệm cát:  $B = b + 2c$  được xác định theo kinh nghiệm với góc phân bố tải trọng bằng góc nội ma sát  $\varphi_c$  của đệm cát theo công thức tính toán của B.I. Gamatov.

$$p_m = \frac{(b+c)^2 \operatorname{tg} \beta}{2b} \left[ \frac{(b+c) \operatorname{tg} \beta + 2h_m}{(b+c) \operatorname{tg}(\beta - \varphi_c)} - \frac{2h_m c}{(b+c)^2 \operatorname{tg} \beta} - \frac{\gamma_c}{\gamma} \right] \quad (4.2)$$

Trong đó:

- $\gamma_c$  - Dung trọng của đệm cát sau khi đầm chặt.
- $p_m$  - Ứng suất dưới đáy móng.
- $\gamma$  - Dung trọng của đất yếu.
- $\varphi_c$  - Góc nội ma sát của đệm cát sau khi đầm chặt.
- $b$  - Bề rộng móng.

Cách xác định: Trước hết giả định trị số  $c$ , tính góc  $\beta$ . Sau đó tính được  $p_m$  khi nào thấy  $p_m = P = \frac{N}{F}$  thì kích thước  $c$  là phù hợp.

#### 4.2.2. Nén chặt sâu

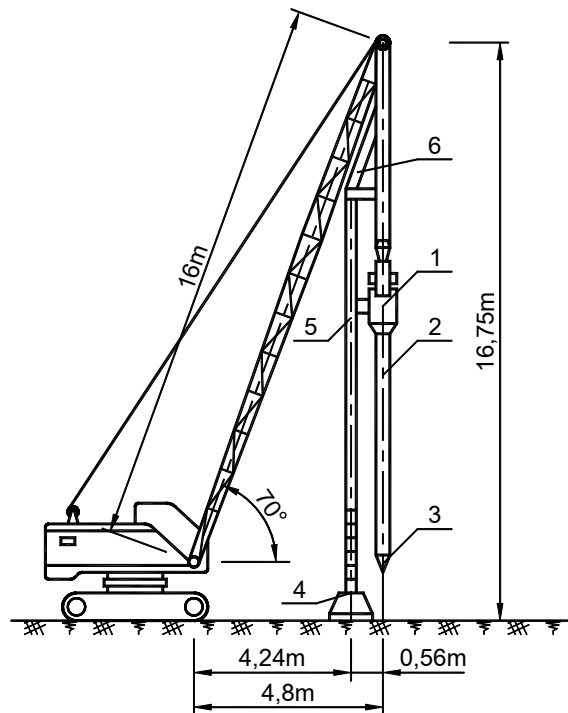
Khi nén nông tới mức tối đa (tới độ sâu 3,5m), hoặc thiết kế đệm cát vẫn không đạt yêu cầu về độ lún và độ ổn định, thì phải dùng biện pháp nén chặt sâu.

Thực chất của nén chặt sâu là ấn thiết bị hoặc vật nén chặt xuống một độ sâu nhất định trong đất nền, để làm giảm độ rỗng của đất. Để nén sâu tới 20m, thường dùng cọc đất hoặc cọc cát. Đóng các loại cọc cứng khác (gỗ, tre, tràm) cũng có tác dụng nén chặt đất, nhưng còn nhằm mục đích khác quan trọng hơn.

Cọc đất được dùng cho đất lún sập, cọc cát và cọc tre được dùng cho đất bão hoà nước.

Đất lún sập (lún nhiều và đột ngột khi bị ẩm ướt) và có dấu hiệu lún sập, tuy đã được phát hiện, nhưng không phổ biến ở Việt Nam. Vì vậy dưới đây chỉ đề cập đến biện pháp dùng cọc cát, cọc vôi, cọc tre, cọc tràm.

##### 4.2.2.1. Cọc cát



**Hình 4.3** Sơ đồ thiết bị thi công cọc cát  
 1 - Máy rung ; 2 - Ống thép  $d = 325\text{mm}$   
 3 - Chân ống đóng mở được ; 4 - Bộ di động

Dùng máy rung (Hình 4.3) hoặc búa đóng cọc để hạ ống kim loại rỗng

5 - Bộ phận định hướng của máy rung

6 - Cần dẫn hướng

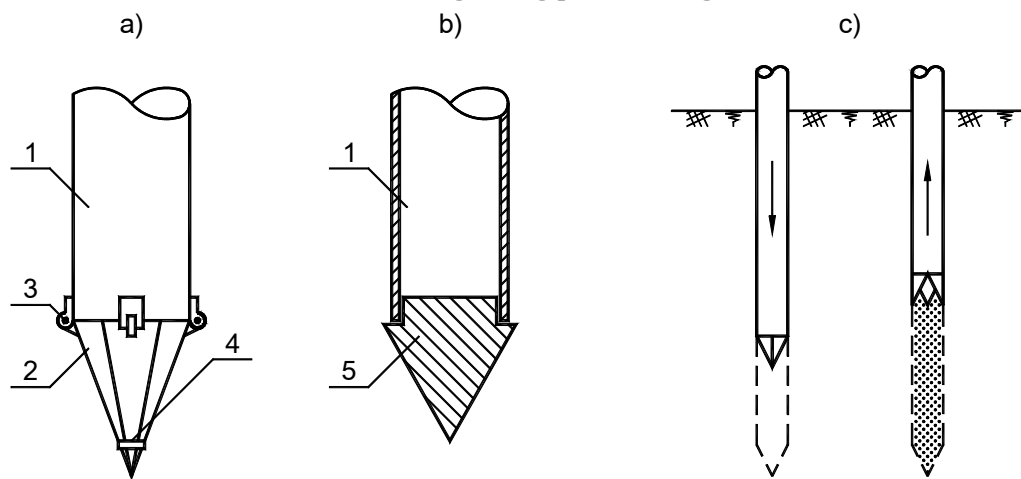
có mũi nhọn gồm 4 cánh lắp bản lề, có khả năng khép lại khi đẩy xuống và mở ra khi rút lên hoặc loại có nút ở mũi (Hình 4.4), tạo ra một lỗ khoan. Ống thường làm bằng thép, dài từ 4 đến 5m, đường kính  $30 \div 50\text{cm}$ , có thể nối nhiều đoạn với nhau; bên trên được lắp phễu. Hạ ống xuống độ sâu cần thiết, rồi đổ cát qua phễu, đồng thời kéo dần ống lên. Cát được đầm chặt từng lớp từ dưới lên trên. Trong đất nền hình thành một cột cát chặt, thẳng đứng, thường được gọi là cọc cát.

Hiện có nhiều phương pháp và thiết bị thi công cọc cát, nhưng thông dụng hơn cả là máy rung, nhồi và đầm cát. Cũng có thể dùng phương tiện thủ công, nhưng chỉ làm được cọc cát nhỏ và ngắn.

Do cát được nén chặt từng lớp, kích thước ngang của cọc cát tăng lên; đất yếu trong phạm vi gấp ba lần đường kính cọc cũng được lèn chặt đáng kể. Trên đầu các cọc cát người ta thường làm thêm một lớp đệm cát dày khoảng 1m, để nối liền chúng với nhau. Nước trong đất yếu có thể thoát lên đệm, rồi ra ngoài.

Cọc cát làm việc trong đất yếu thì khác nhiều so với cọc cứng. Khi đóng các cọc cứng, đất giữa các cọc được nén chặt. Nhưng ngay sau khi nén chặt, môđun tổng biến dạng của đất vẫn nhỏ hơn hàng trăm lần môđun đàn hồi của vật liệu làm cọc. Vì vậy khi chất tải nền được nén chặt bởi các cọc cứng, phần cơ bản tải trọng được các cọc tiếp nhận rồi tuyền xuống đất nền.

Ở cọc cát, tính nén lún của nó khác không nhiều so với đất xung quanh. Do đó, cả cọc cát với đất xung quanh đều cùng tham gia tiếp nhận tải trọng. Tuy cả khối nền được gia cố có môđun biến dạng trung bình lớn hơn môđun biến dạng của đất vốn có, nó vẫn là nền, các cọc cát dù có được đệm cát nối liền nhau, cũng không phải là móng.



**Hình 4.4** Sơ đồ cấu tạo ống thép để thi công cọc cát

a) - Ống thép có cánh ở mũi ; b) - Ống thép có nút ở mũi ; c) - Sơ đồ thi công cọc cát  
1 - Ống thép ; 2 - Lá cánh ; 3 - Bản lề ; 4 - Vòng thép ; 5 - Nút bằng gỗ hoặc bê tông

Cọc cát thường được bố trí cách nhau  $0,8 \div 1,5\text{m}$ . Với độ chặt khá cao và mạng dày như vậy, có thể coi nền cọc cát như nền thiên nhiên.

Thiết kế cọc cát được xác định số lượng cọc, đường kính và độ sâu (chiều dài) của nó. Dựa trên cơ sở hệ số rỗng cần lựa chọn của đất cần nén chặt  $\epsilon_{nc}$  là chỉ tiêu cơ bản khi thiết kế việc nén chặt đất bằng cọc cát. Diện tích nền được nén chặt  $F_0$  cần phải vượt quá diện tích móng. Tỷ số diện tích tiết diện của các cọc cát quy về  $1\text{m}^2$  nền cần nén chặt được xác định bằng công thức:



$$\Psi = \frac{\Delta\varepsilon}{1 + \varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_{nc}}{1 + \varepsilon_0} \quad (4.3)$$

Trong đó:  $\Psi$  - lượng giảm một đơn vị thể tích của đất có kết cấu thiên nhiên do nén chặt nó đến độ chặt dự kiến.

Tổng số cọc cát  $n$  trong nền cần nén chặt có diện tích  $F_0$  là:

$$n = \frac{\Psi F_0}{\omega} \quad (4.4)$$

Trong đó:  $\omega$  - Diện tích tiết diện ngang ban đầu của cọc cát (diện tích tiết diện lỗ khoan tạo cọc).

Khi có số lượng cọc lớn, cọc cát được bố trí trên mặt bằng theo đỉnh tam giác đều (Hình 4.5). Khoảng cách  $L$  giữa các cọc cát được xác định bằng công thức:

$$L = d \sqrt{\frac{\pi \cdot \gamma_{nc}}{2\sqrt{3}(\gamma_{nc} - \gamma)}} = 0,952d \sqrt{\frac{\gamma_{nc}}{\gamma_{nc} - \gamma}} \quad (4.5)$$

Trong đó:

$d$  - Đường kính cọc cát (m)

$\gamma_{nc}$  - Dung trọng của đất cần nén chặt ( $T/m^3$ )

$\gamma$  - Dung trọng của đất trước khi nén chặt ( $T/m^3$ )

Dung trọng của đất cần nén chặt được xác định theo công thức:

$$\gamma_{nc} = \frac{\gamma_r}{1 + \varepsilon_{nc}} (1 + 0,01W) \quad (4.6)$$

Trong đó:  $\gamma_r$  - Khối lượng riêng của đất ( $T/m^3$ )

$W$  - Độ ẩm của đất thiên nhiên (%)

Hiệu quả nén chặt sâu chỉ được đảm bảo khi nhồi vào lỗ khoan được một khối lượng cát cần thiết, có độ chặt đạt trị số thiết kế. Khối lượng cát cần thiết cho 1m cọc cát là:

$$P = \frac{W_{tb} \gamma_{rc}}{1 + \varepsilon_{nc}} \left( 1 + \frac{W_1}{100} \right) \quad (4.7)$$

Trong đó:

$\gamma_{rc}$  - Khối lượng riêng trung bình của cát được nhồi vào lỗ khoan ( $T/m^3$ ).

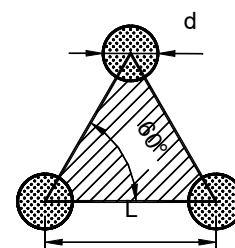
$W_1$  - Độ ẩm của cát trong thời gian thi công (%).

Độ sâu nén chặt được lấy bằng bề dày tầng chịu nén quy ước của đất nền; thông thường không nhỏ hơn 2 lần bề rộng móng chữ nhật và 3 ÷ 4 lần bề rộng móng băng.

Theo số liệu thí nghiệm, sau khi nén chặt bằng cọc cát, đất nền loại sét có thể đạt được cường độ tính toán từ 2 đến 3KG/cm<sup>2</sup>.

Cọc cát được áp dụng rộng rãi khi xây dựng các công trình dân dụng và công nghiệp, giao thông, thủy lợi... Thực tế áp dụng cọc cát chứng tỏ: tuy số lượng cọc cát cần dùng phải nhiều hơn cọc bê tông cốt thép tới 30 đến 50%, giá thành lại rẻ hơn từ 2 đến 2,5 lần. Ưu thế của cọc cát còn là ở chỗ: không cần thép, xi măng, gỗ, không bị nước ngầm xâm thực.

Giải pháp cọc cát bắt đầu được áp dụng ở Việt Nam vào những năm sáu mươi khi xây dựng một số công trình tại vùng đồng bằng Bắc bộ và ven biển khu IV cũ. Phần lớn các công trình có nền được gia cố bằng cọc cát đều ổn định. Chỉ một số ít công trình do khảo sát địa



**Hình 4.5** Sơ đồ bố trí cọc cát trên mặt bằng

chất không hợp lý, thiết kế cọc cát không phù hợp (quá nông, quá thưa), thi công không đảm bảo chất lượng, đã bị biến dạng quá mức.

#### 4.2.2.2. Cọc vôi

Cọc vôi dùng để nén chặt đất loại sét bão hoà nước, đất than bùn ở tương đối sâu. Công nghệ thi công cũng tương tự như đối với cọc cát. Vôi được nhồi vào lỗ khoan từng lớp từ 1 đến 1,5m và đầm chặt. Do đầm, đường kính cọc vôi tăng lên khoảng 20%. Khi tác dụng vôi nước trong đất, vôi sống trở thành vôi tôi, tăng thể tích tới 2 lần, đất xung quanh lại được nén chặt thêm.

Phản ứng tôi vôi toả ra nhiều nhiệt (280Kcalo ứng với 1kg vôi sống), nhiệt độ lên tới  $120 \div 160^{\circ}\text{C}$ . Với nhiệt độ như vậy, một lượng nước nhất định từ lỗ rỗng của đất xung quanh bị bốc hơi, quá trình nén chặt đất được thúc đẩy nhanh.

Nhờ các quá trình hoá lý xảy ra khi có sự tác dụng qua lại giữa đất và vôi, độ bền của đất trong phạm vi tiếp cận với mặt bên của cọc cũng tăng lên đáng kể. Lực dính có thể tăng  $1,5 \div 3$  lần, môđun tổng biến dạng tăng  $3 \div 3,5$  lần, độ bền nén một trục đạt tới  $10 \div 25\text{KG/cm}^2$ .

Việc thiết kế nền cọc vôi cũng tương tự như đối với nền cọc cát. Nhưng đường kính tính toán không lấy đường kính của ống tạo lỗ, mà lấy kích thước lớn hơn, có xét đến sự nở của cọc khi đầm chặt và khi tôi vôi.

Hiệu quả làm việc của cọc vôi phụ thuộc nhiều vào thành phần hoá học của vôi, trước hết là lượng chứa MgO và CaO.

So với cọc cát thì cọc vôi có một nhược điểm: sau khi tôi vôi xong, thực tế nó trở nên thấm nước, điều này làm giảm hiệu quả khi cọc làm việc trong đất sét bão hoà nước. Nhưng để làm cọc, có thể lấy vôi từ các mỏ địa phương, hoặc từ các nhà máy, với giá rất rẻ.

#### 4.2.2.3. Cọc tre

Cọc tre được sử dụng khá lâu ở các tỉnh phía Bắc Việt Nam, để gia cố nền đất yếu chiều dày không quá 3m, cho những công trình nhỏ và vừa. Tre làm cọc phải là tre tương đối đặc dày  $1 \div 1,5\text{cm}$ , có tuổi trên 2 năm, thẳng và tươi. Cũng như cọc gỗ, cọc tre phải được đóng sâu hơn mức thấp nhất của nước ngầm để luôn được chìm ngập trong nước, không bị mục nát do sự biến động độ ẩm.

Phương pháp đóng cọc tre chủ yếu là thủ công bằng vò, cố gắng giữ cho đầu cọc không bị vỡ nát. Những tính toán liên quan đến việc thiết kế nền cọc tre đều mang tính chất gần đúng, bán kinh nghiệm, dựa trên nguyên lý: lượng giảm thể tích lỗ rỗng của đất được gia cố thì tương ứng với thể tích các cọc tre đóng xuống đất.

Kinh nghiệm cho thấy: nếu đóng 25 cọc tre dài 2,5m xuống  $1\text{m}^2$  nền, rồi đệm một lớp cát vàng bên trên, sức chịu tải của nền được gia cố có thể đạt được xấp xỉ  $1\text{KG/cm}^2$ .

#### 4.2.2.4. Cọc tràm

Cọc tràm được sử dụng rộng rãi ở đồng bằng Nam bộ, tựa như cọc tre ở miền Bắc, và hiện vẫn đang là giải pháp khá quen thuộc. So với tre, gỗ tràm có cường độ chịu kéo chỉ bằng 34% và cường độ chịu nén chỉ bằng 75% và chịu uốn cũng kém hơn. Nhưng cọc tràm không rỗng như tre mà đặc, nên có diện tích chịu tải lớn hơn cọc tre.

Người ta đã đóng thử 16; 25 và 36 cọc trên  $1\text{m}^2$  nền đất yếu và rút ra số lượng tối ưu là 25. Chiều dài cọc tràm thường dùng là 5m, đường kính  $8 \div 10\text{cm}$ . Sức chịu tải của nền đất yếu sau khi được gia cố bằng cọc tràm chỉ đạt từ 0,6 đến  $0,8\text{KG/cm}^2$  (dùng cọc tràm trong điều kiện đất đồng bằng sông Cửu Long).

Tràm là vật liệu có sẵn ở địa phương nên rẻ, dễ đóng bằng phương tiện thủ công, nhưng nền cọc tràm có sức chịu tải thấp, bị lún nhiều. Vì khó thi công cọc tràm bằng cơ giới, nên tốn công sức.

#### 4.2.2.5. Sử dụng năng lượng nổ

Nội dung chính của việc sử dụng năng lượng nổ để nén chặt đất yếu như sau: Trong phạm vi bề mặt và chiều dày của đất yếu cần được gia cố sẽ bố trí các quả mìn theo mạng tam giác đều. Năng lượng nổ tạo thành giếng và còn nén chặt đất xung quanh. Sức chịu tải của nền đất yếu tăng lên do hai nhân tố: nhờ sức nổ ép làm cho các hạt đất được sắp xếp lại chặt hơn; do tác dụng của quá trình cố kết thắm (trong trường hợp có điều kiện thoát nước thuận tiện).

Các vấn đề thực tiễn liên quan với việc thiết kế giải pháp này bao gồm: tính toán độ sâu và mặt bằng cần gia cố; mạng và kích thước giếng nổ; lượng chất nổ để tạo giếng; mạng điện để gây nổ. Còn có thể tính toán độ lún của công trình do cố kết thắm (được tạo ra sau khi sử dụng năng lượng nổ).

Giải pháp gia cố đất yếu bằng năng lượng nổ được áp dụng rộng rãi ở nước ta trong những năm bảy mươi, khi xây dựng đường sá. Giải pháp này đạt được hiệu quả cao, nhất là về tốc độ thi công và sự đơn giản gọn nhẹ của khâu tổ chức, trang thiết bị.

### 4.3. Nén trước bằng cố kết - thoát nước

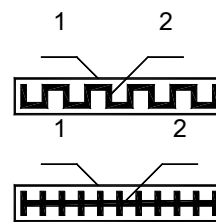
Một trong những phương pháp cải thiện nền đất yếu là nén trước bằng áp lực lớn hơn trị số mà móng công trình sẽ truyền xuống. Để nén trước thường dùng phụ tải của khối đất đắp, hạ thấp mực nước ngầm.

Đất yếu bão hoà nước có độ bền nhỏ, không thể chịu được tải trọng lớn của khối đất đắp cao, bị ép thoát khỏi nền. Phải dùng biện pháp tăng cường và rút nhanh quá trình cố kết của đất yếu trước khi chất tải: làm hệ thống giếng cát thẳng đứng, dùng hiệu ứng điện thắm, bắc thắm v.v.. Các giải pháp này tương đối phổ biến trong thực tế xây dựng của nhiều nước trên thế giới và cũng đã được thử nghiệm ở Việt Nam. Dưới đây chúng tôi chỉ giới thiệu những nội dung cơ bản về giải pháp dùng bắc thắm. Vì hiện nay và trong tương lai giải pháp dùng bắc thắm sẽ là giải pháp chủ yếu để gia cố nền đất yếu.

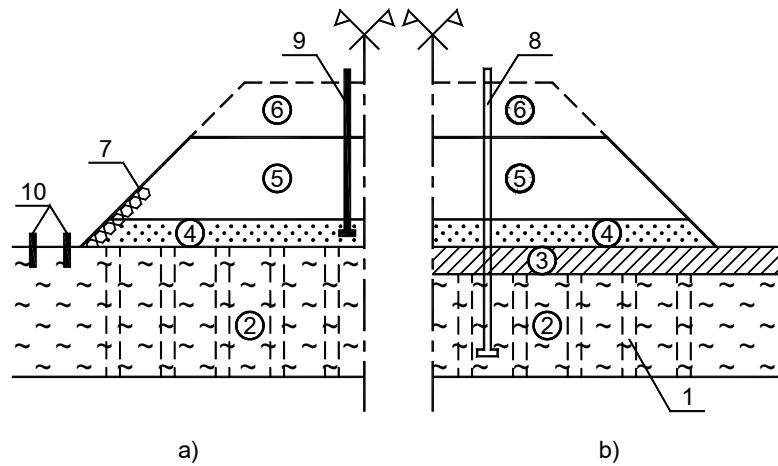
Sự lún của đất bão hoà nước chỉ có thể xảy ra sau khi nước từ các lỗ rỗng bị ép thoát ra. Càng thoát nước, độ bền của đất càng tăng. Theo lý thuyết cố kết thắm, thời gian nén chặt của một lớp đất bão hoà nước tỷ lệ nghịch với hệ số thắm và tỷ lệ thuận với bình phương chiều dày lớp đất đó. Thời gian nén chặt do cố kết thắm đất loại sét kéo dài hàng chục năm. Để xây dựng có hiệu quả trên đất yếu bão hoà nước, phải rút thật ngắn quá trình cố kết thắm. Về phương diện này, công nghệ bắc thắm rất có hiệu quả. Chúng rút ngắn được đường thắm cho nước thoát ra và làm giảm được thời gian nén chặt rất nhiều.

Bắc thắm là các bản nhựa được cấu tạo các lỗ thẳng đứng để thoát nước, bên ngoài được bọc bằng lớp vải địa kỹ thuật (Hình 4.6) Bản nhựa có chiều dày khoảng 3 ÷ 5mm và chiều rộng khoảng 10 ÷ 20cm được cấu tạo thành từng cuộn. Bắc thắm được cắm xuống nền đất yếu bằng thiết bị chuyên dùng.

THIẾT KẾ XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG BẮC THẨM ĐỐI VỚI NỀN ĐƯỜNG (HÌNH 4.7) BAO GỒM: BẮC THẨM, TẦNG ĐỆM CÁT, MỐC QUAN TRẮC LÚN, THIẾT BỊ ĐO ÁP LỰC NƯỚC LỖ RỖNG, TÍNH TOÁN BỐ TRÍ BẮC THẨM TRÊN MẶT BẰNG.



Hình 4.6 Cấu tạo bắc thắm  
1 - Lớp vải địa kỹ thuật  
2 - Lõi nhựa



**Hình 4.7** Sơ đồ cấu tạo nền đường đắp xử lý bằng bắc thấm

- a) - Trường hợp sử dụng vải địa kỹ thuật ; b) - Trường hợp không sử dụng vải địa kỹ thuật  
 1 - Bắc thấm ; 2 - Các lớp đất yếu ; 3 - Lớp vô cứng ; 4 - Tầng đệm cát ; 5 - Nền đường  
 6 - Phần đắp gia tải trước ; 7 - Lớp phủ bảo vệ ; 8 - Thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng  
 9 - Mốc quan trắc lún ; 10 - Mốc quan trắc chuyển vị ngang

- Bắc thấm sử dụng cần có các chỉ tiêu sau:  
 + Cường độ chịu kéo (cấp hết chiều rộng bắc) không dưới 1,6KN (Theo quy định ASTM - D4632).

+ Độ giãn dài (cấp hết chiều rộng bắc): trên 20% (Theo ASTM - D4632).

+ Khả năng thoát nước với áp lực  $300\text{KN/m}^2$  với gradien thủy lực

$$I = \frac{0,5}{(60 \div 90) \cdot 10^{-6}} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (\text{Theo ASTM - D4716}).$$

- Tầng đệm cát

+ Chiều dày tầng đệm cát tối thiểu là 50cm.

+ Cát ở tầng đệm cát phải là cát cỡ hạt trung trở lên, có các yêu cầu sau: tỷ lệ cỡ hạt lớn hơn 0,5mm phải chiếm trên 50%; Tỷ lệ cỡ hạt nhỏ hơn 0,14mm không quá 10%; hệ số thấm của cát không nhỏ hơn  $10^{-4}\text{m/s}$ ; hàm lượng hữu cơ không quá 5%.

+ Độ chặt đầm nén của lớp đệm cát phải thoả mãn cho máy thi công di chuyển làm việc ổn định, và phù hợp độ chặt yêu cầu trong kết cấu nền đường.

- Mốc quan trắc lún và chuyển vị ngang dùng để theo dõi tốc độ lún và biến dạng công trình trong thi công, cũng nhằm cung cấp số liệu tính toán tốc độ đắp gia tải và theo dõi mức độ ổn định của công trình. Việc quan trắc này phải tiến hành hàng ngày trong quá trình thi công.

- Thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng được đặt trong tầng đất yếu theo các độ sâu khác nhau. Trên một công trình bố trí đo trên 2 mặt cắt ngang, mỗi mặt cắt ngang bố trí 3 vị trí sau đó thu về một trạm quan trắc. Thiết bị này có thể dùng điện hoặc khí nén. Ngoài ra còn bố trí quan trắc mực nước ngầm và 1 vị trí đo áp lực nước lỗ rỗng ở vùng ngoài chịu ảnh hưởng có kết.

- Tính toán bố trí bắc thấm.

+ Tính toán bố trí bắc thấm phải xuất phát từ yêu cầu đối với mức độ cố kết đạt được hoặc tốc độ lún dự báo còn lại trước khi xây dựng móng. Đối với móng mô trụ cầu độ cố kết

$U = 90\% (U = \frac{S_t}{S})$ , còn đối với mật đường cấp cao thì yêu cầu về tốc độ lún dự báo còn lại là 2cm/năm.

+ Tính toán mật độ bắc thấm theo nguyên tắc thử dần với các cự ly cắm bắc khác nhau. Để không làm xáo động đất quá lớn, khoảng cách giữa các bắc thấm quy định tối thiểu là 1,3m.

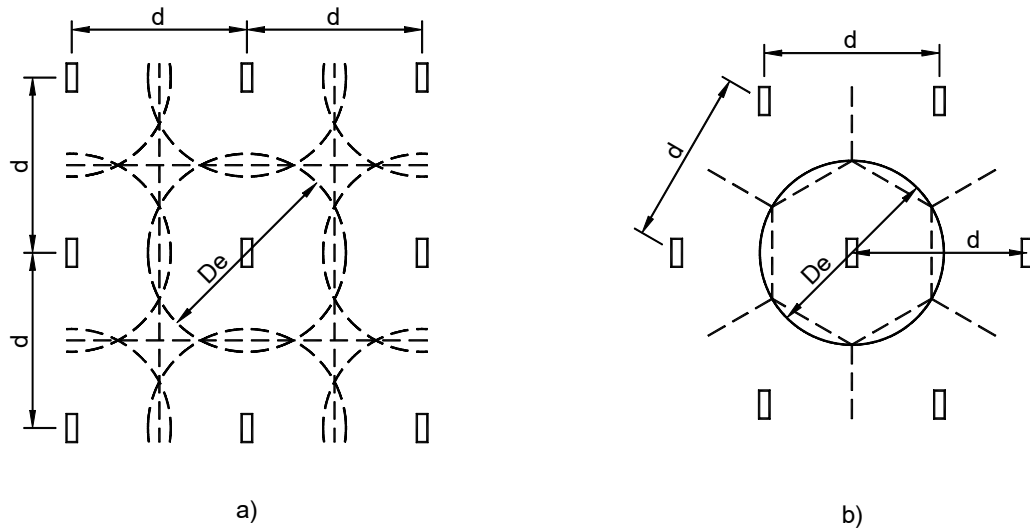
+ Bắc thấm được bố trí theo sơ đồ hình vuông hoặc tam giác

Đối với sơ đồ hình vuông  $D_e = 1,13d$  (Hình 4.8a).

Đối với sơ đồ hình tam giác  $D_e = 1,05d$  (Hình 4.8b).

Trong đó:  $D_e$  - Đường kính vùng ảnh hưởng của bắc thấm

$d$  - Khoảng cách giữa 2 bắc thấm



**Hình 4.8** Sơ đồ bố trí bắc thấm trên mặt bằng

a) - Bố trí theo sơ đồ hình vuông ; b) - Bố trí theo sơ đồ hình tam giác

Giải pháp xử lý đất yếu bằng công nghệ bắc thấm có khả năng thoát nước gấp hàng trăm lần so với đất, lại nhẹ (200g/m), cuộn được thành băng dài 400m, khả năng cắm bắc sâu tới 25 ÷ 30m. Thông thường thời gian chất tải khoảng 6 tháng thì mức độ cố kết của đất nền đã đạt được yêu cầu.

#### 4.4. Phương pháp phản áp

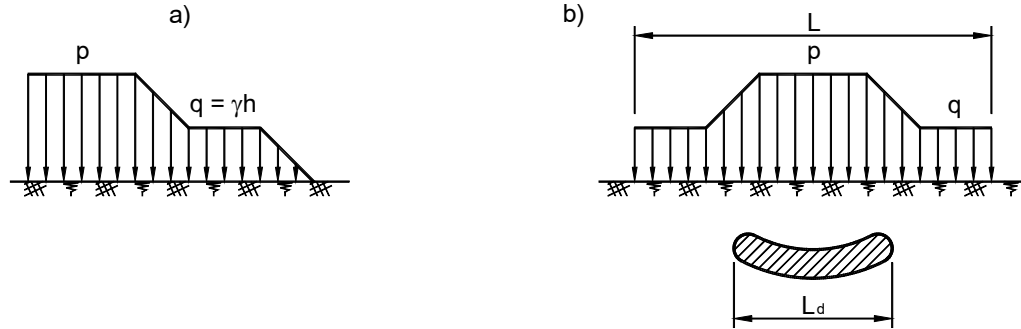
Nguyên lý cơ bản của phương pháp phản áp là: dùng vật liệu đất, cát, sỏi sạn... để đắp lên 2 bên công trình để tạo ra áp lực bên q (Hình 4.9a). Phương pháp này được dùng nhiều để xử lý nền đường, đê đập.

Khi dùng phương pháp này phải xác định chiều dày, chiều rộng tầng phản áp, dựa vào điều kiện không chế vùng biến dạng dẻo của nền đất và không chế không cho mặt trượt sâu xuất hiện.

##### 4.4.1. Xác định kích thước tầng phản áp theo điều kiện không chế vùng biến dạng dẻo

Theo các kết quả nghiên cứu thực nghiệm, dưới tác dụng của tải trọng đất đắp nền đường xuống nền đất phân bố hình thang, vùng biến dạng dẻo có dạng thấu kính (Hình 4.19b). Chiều rộng  $L_d$  của vùng biến dạng dẻo càng lớn thì mái đất của nền đường hay đê đập càng có nguy cơ bị trượt sâu. Do áp lực hông q, vùng biến dạng dẻo bị thu hẹp lại.

Để xác định được kích thước tầng phản áp khá phức tạp, đến nay chưa có lý thuyết nào cho rõ cơ sở tính toán và có đủ độ tin cậy. Theo kinh nghiệm xây dựng của Trung Quốc thì chiều rộng và chiều dày tầng phản áp được xác định đúng dần sao cho chiều rộng của vùng biến dạng dẻo  $L_d$  không được vượt quá một nửa khoảng cách  $L$  tính từ hai mép ngoài cùng của tầng phản áp.



**Hình 4.9** Sơ đồ phân áp

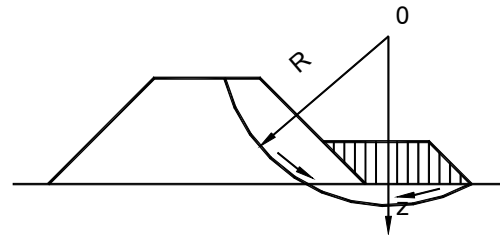
a) - Sơ đồ nguyên lý ; b) - Vùng biến dạng dẻo khi có tải trọng hình thang

#### 4.4.2. Xác định kích thước tầng phản áp theo điều kiện không chế sự xuất hiện mặt trượt sâu

Theo lý thuyết về ổn định mái đất, thường dùng phương pháp mặt trượt cung tròn để xác định hệ số ổn định của mái đất. Hệ số ổn định này được xác định bằng tỷ số giữa mômen chống trượt và mômen gây trượt ứng với cung trượt nguy hiểm nhất.

Tầng phản áp có tác dụng làm tăng mômen chống trượt (Hình 4.10) và do đó làm tăng hệ số ổn định. Chiều rộng và chiều dày của tầng phản áp được xác định theo vị trí mặt trượt nguy hiểm nhất (ứng với khi chưa có tầng phản áp) sao cho hệ số ổn định lớn hơn hoặc bằng trị số cho phép.

Nguyên tắc xác định cung trượt nguy hiểm nhất đã được giới thiệu trong môn học “Cơ học đất”.



**Hình 4.10** Mặt trượt khi có phản áp

Hệ số ổn định  $\eta$  được tính theo công thức ( 1.15 ) ở chương 1. Điều kiện ổn định trong trường hợp này là hệ số ổn định  $\eta \geq 1,1$ .

### 4.5. Các phương pháp cải tạo đất

Các phương pháp cải tạo đất nhằm mục đích chủ yếu làm tăng lực dính giữa các hạt đất (mà không cần làm tăng độ chặt hoặc phá hoại kiến trúc của đất). Hiện nay có nhiều phương pháp cải tạo đất, nhưng thông dụng nhất là phụt silicat, phụt xi măng, phụt sét, phụt bitum, điện hoá.

#### 4.5.1. Phương pháp phụt silicat

Silicat Natri kỹ thuật (thuỷ tinh lỏng) tác dụng qua lại với chất ngưng keo sẽ ra gel (ngưng giao) axit sicic; thực chất này đóng vai trò xi măng nhân tạo. Bơm ép thuỷ tinh lỏng vào cát hoang thổ, nó sẽ gắn kết không gian lỗ rỗng trong đất và làm tăng đáng kể độ bền của liên kết giữa các hạt đất.

Đối với đất cát, không phụ thuộc mức độ bão hoà nước, thường bơm ép (phụt) lần lượt hai dung dịch: silicat natri ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ) rồi canxi clorua ( $\text{CaCl}_2$ ) để thúc đẩy nhanh quá trình

tạo thành gel của axit silicic không tan trong nước ( $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ ). Khi đông kết gel này gắn các hạt đất với nhau theo phản ứng:



Phương pháp silicat hai dung dịch được áp dụng cho đất có hệ số thấm từ 2 đến 80m/ngày đêm. Sau khi gia cố, cát có độ bền nén một trục đạt tới 15 đến 20KG/cm<sup>2</sup>.

Để gia cố cát hạt nhỏ và hạt bụi, có hệ số thấm từ 0,5 đến 5m/ngày đêm, người ta phụt silicat một dung dịch. Trong trường hợp này, một hỗn hợp gồm thủy tinh lỏng và axit photphoric được bơm vào đất, hỗn hợp (dung dịch) này sẽ tạo thành gel của axit silicic.

Khi gia cố đất có tính lún sập (lún nhiều và độ ngọt do bị ẩm ướt), có hệ số thấm từ 0,1 đến 0,2m/ngày đêm, cũng phụt silicat một dung dịch: thủy tinh lỏng có khối lượng riêng 1,13T/m<sup>3</sup>. Nó sẽ tác dụng với các muối canxi có sẵn trong đất theo phản ứng:



Hiện nay có nhiều biến thể khác nhau của các dung dịch hoá chất để gia cố cát và hoàng thổ. Tuy nhiên, để phụt các dung dịch, hệ số thấm của đất phải lớn hơn 0,1m/ngày đêm, thì mới có hiệu quả. Chẳng hạn, với phương pháp phụt silicat - khí, người ta bơm lần lượt vào không gian lỗ rỗng dung dịch thủy tinh lỏng và khí CO<sub>2</sub>, dưới áp lực từ 4 ÷ 5KG/cm<sup>2</sup>. Phương pháp phụt silicat - khí được áp dụng để gia cố đất cát và bụi có hệ số thấm từ 0,2 đến 20m/ngày đêm.

Công nghệ phụt silicat tương đối đơn giản: hạ xuống đất những ống có đường kính 19 ÷ 38mm, có lỗ ở thành, qua đó bơm ép dung dịch. Dùng áp lực bơm phụt tới 15at; độ sâu gia cố tới hơn 15m. Với phương pháp hai dung dịch, có thể bố trí ống phụt cách nhau 15 đến 20cm, hoặc bơm lần lượt hai dung dịch qua một ống phụt.

Do quá trình silicat hoá, độ bền của đất tăng lên nhiều. Chẳng hạn, sau 28 ngày, cát vừa và nhỏ đạt độ bền nén tới 15 ÷ 30KG/cm<sup>2</sup>, cát bụi tới 4 ÷ 5KG/cm<sup>2</sup> hoàng thổ tới 6 ÷ 8KG/cm<sup>2</sup>.

Một hạn chế của các phương pháp phụt silicat là giá thành cao, vì các dung dịch hoá chất vốn rất đắt. Ngoài ra, riêng đất hoàng thổ đã được gia cố bằng silicat nếu bị khô nê, lại vẫn bị lún sập. Vì vậy, phải bảo vệ đất đã được gia cố khỏi bị khô nê.

#### **4.5.2. Phương pháp phụt xi măng**

Tương tự như phụt silicat, khi phụt xi măng cũng bơm ép dung dịch qua những ống có lỗ ở thành cắm sâu xuống đất nền. Áp lực được sử dụng tới 20KG/cm<sup>2</sup>. Phương pháp này chỉ thích hợp đối với đất có hệ số thấm lớn hơn 80m/ngày đêm. Thông thường đó là các chỗ trống cactơ hoặc các khe nứt trong đá, đất hòn mảnh, cát to hoặc cát vừa, xốp.

Vừa từ ống phụt sẽ đông kết và gắn chặt đất nền ở phạm vi lân cận ống. Trước khi thi công phải rửa đất thuộc phạm vi ảnh hưởng bằng nước sạch, nhằm tạo điều kiện cho vừa xi măng và các hạt đất hoá hợp với nhau thật tốt. Dùng những tỷ lệ khác nhau giữa xi măng và nước; đôi khi cho thêm cả cát nữa. Khi phụt sâu, sử dụng lỗ khoan và ống có đường kính tới 65mm.

Bằng tác dụng xi măng hoá, có thể lấp được các khe nứt rộng ít nhất 0,2mm. Bán kính gia cố đạt được 0,3 ÷ 1m khi cung cấp vừa qua ống phụt, còn đạt tới phạm vi rộng hơn khi phun trực tiếp vào khe nứt và chỗ trống trong đá.

Mức độ lâu bền của đất đã được gia cố bằng xi măng thì phụ thuộc vào sự vận động và tính chất của nước dưới đất. Chất lượng phụt xi măng còn phụ thuộc đáng kể vào trị số áp lực phụt. Áp lực phải đủ cao để ngăn cản được sự lắng cận của các hạt xi măng và gây ra tắc nghẽn, đồng thời không được vượt quá trị số nhất định, để không gây ra sự rửa xói đất đá theo mặt phân lớp hoặc làm bục đất ở ngoài phạm vi phụt. Các trị số tối ưu của áp lực phụt xi măng thường được quy định trên cơ sở thí nghiệm.

Giải pháp phụt xi măng thường được áp dụng khi làm màng chống thấm, lấp các chỗ trống cacto trong đá, khi xây dựng công trình ngầm, đôi khi còn để xây dựng những móng riêng lẻ trên cát hoặc đá nứt lè.

Mạng lỗ khoan phụt thường được bố trí cách nhau  $1 \div 3\text{m}$  trên mỗi hàng và  $1,5 \div 5\text{m}$  giữa các hàng. Khi phụt xi măng để chống thấm, mạng được bố trí theo kiểu bàn cờ; mỗi lỗ phụt được tính cho  $4 \div 16\text{m}^2$ . Khi phụt vào đá nứt nẻ, mỗi lỗ khoan có thể đảm nhận được  $9 \div 36\text{m}^2$ , được bố trí ở giao điểm các khe nứt hoặc hệ khe nứt.

Phụt xi măng để gia cố nền là giải pháp được áp dụng phổ biến trong thực tế xây dựng ở nước ta.

#### **4.5.3. Phương pháp phụt sét, phụt bitum**

Mục đích của phụt sét và phụt bitum là làm giảm độ thấm nước của đất nứt nẻ. Để phụt sét, thường hạ xuống đất nền những ống có đường kính 25 đến 35mm, bơm ép vữa bentonit. với lượng chứa khoáng vật monmorillonit không ít hơn 60%. Trước khi phun, cũng cần bơm ép nước để rửa, dưới áp lực  $2 \div 3\text{at}$ . Hiện chưa có nhận xét khẳng định về hiệu quả phụt sét trong đất có tính lún sập.

Phụt bitum được áp dụng trong trường hợp không thể phụt xi măng, hoặc phụt được nhưng không có lợi: nước dưới đất vận động với tốc độ cao (không thấp hơn 100m/ngày đêm); nước có tính ăn mòn xi măng.

#### **4.5.4. Phương pháp phụt nhựa tổng hợp**

Với phương pháp này, người ta sử dụng các hợp chất hữu cơ cao phân tử, kiểu cacbamat, bơm ép vào đất dưới dạng dung dịch nước với các chất phụ gia ngưng keo. Để làm chất phụ gia, dùng axit clohydric (HCl) và axit oxalic ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ). Khi lượng chứa cacbonat từ 0,1 đến 3%, đất được xử lý bằng dung dịch axit có nồng độ 3 đến 5%. Việc thi công cũng tương tự như khi phụt silicat: bơm ép dung dịch qua những ống phụt (được đóng xuống đất hoặc hạ xuống nhờ lỗ khoan).

Dưới tác dụng của axit clohydric và dung dịch của nước của nhựa cacbamat, phát sinh một loại gel; nó lấp đầy các lỗ rỗng và gắn các hạt đất lại.

Giải pháp này được áp dụng cho cát có hệ số thấm  $0,5 \div 10\text{m/ngày đêm}$ , với lượng hạt sét trong cát không quá 2% và độ PH của nước nhỏ hơn 7,6. Bán kính của phạm vi cát được gia cố xung quanh ống phụt từ  $0,4 \div 0,8\text{m}$ . Sau khi gia cố bằng nhựa cacbamat, độ bền của cát đạt tới  $30 \div 50\text{KG/cm}^2$ , tức khoảng 3 ÷ 5 lần phụt silicat. Nhưng vì nhựa cacbamat quá đắt, nên giải pháp này chỉ được áp dụng trong một số trường hợp công trình có yêu cầu đặc biệt.

#### **4.5.5. Phương pháp gia cố điện hoá**

Xử lý đất loại sét bằng điện hoá dựa trên những quá trình hoá học và hoá lý xảy ra trong đất dưới tác dụng của dòng điện một chiều. Lúc đó trong phức hệ trao đổi của đất xảy ra sự trao đổi ion và sự biến đổi kiến trúc; đất trở nên bền hơn. Hiệu quả đạt được là lớn nhất, khi đất có dung lượng trao đổi không lớn, nhưng chứa một lượng nhất định cacbonat, thạch cao, cũng như nhiều hạt sét và hạt bụi nhỏ.

Vai trò chủ đạo trong gia cố điện hoá là quá trình điện phân, điện thẩm, tăng nhiệt độ v.v... và các phản ứng hoá học. Do kết quả của những quá trình và phản ứng đó, trong đất tạo nên những chất mới có khả năng gắn kết: canxit, opan, limonit, hydroxit nhôm, thạch cao, manhezit, allophan, hydrohematit, montronit, v.v... Trong quá trình cải biến các tính chất của đất có thể phân biệt các giai đoạn có cơ chế riêng và ảnh hưởng khác nhau: làm khô, củng cố và ổn định đất, tiếp tục cải biến đất sau khi đã ngừng xử lý điện hoá.

Trong giai đoạn làm khô đất (chính là điện thẩm), sự vận động của nước, do điện phân, phụ thuộc vào hệ số rỗng của đất, các tính chất của nước, thành phần và trạng thái của đất. Thành phần và nồng độ dung dịch lỗ rỗng quyết định các tính chất của nó: mật độ, hệ số



nhớt tĩnh và nhớt động, do đó ảnh hưởng đến hệ số điện thẩm. Về trạng thái của đất, các quá trình điện động chỉ diễn ra trong trường hợp độ ẩm của đất không thấp hơn độ ẩm giới hạn lẫn.

Các quá trình điện hoá xảy ra ở giai đoạn cứng cố và ổn định bao gồm: điện phân, hoá học và phản ứng trao đổi. Nếu khi điện thẩm, sự thay đổi chủ yếu là trạng thái của đất; thì khi điện hoá, thành phần khoáng vật, hoá học và thành phần hạt biến đổi đáng kể. Trước hết, do các quá trình kể trên, độ PH không tiếp tục giảm nữa. Nhân tố quan trọng, làm tăng độ bền của đất ở lân cận cực dương là sự tạo thành các hydroxit sắt và nhôm. Trong quá trình xử lý điện hoá, độ phân tán của đất giảm xuống.

Gia cố đất yếu bằng phương pháp điện hoá được thử nghiệm và áp dụng ở Viện khoa học giao thông vào những năm bảy mươi, đã mang lại một số kết quả bước đầu. Nhưng vì hiệu quả kinh tế chưa cao, nên giải pháp này chưa trở nên thông dụng trong thực tiễn xây dựng ở Việt Nam.

### **Câu hỏi ôn tập**

1. Trình bày phạm vi sử dụng, phương pháp thi công đầm chặt đất.
2. Trình bày nguyên lý, phạm vi sử dụng, phương pháp thi công nén chặt nông đất theo phương pháp cố kết động.
3. Nêu phạm vi sử dụng, các yêu cầu cơ bản, nội dung tính toán khi tăng cường nền đất yếu bằng phương pháp đệm cát.
4. Phương pháp thi công, trạng thái chịu lực và nội dung các tính toán cọc cát khi tăng cường nền đất yếu.
5. Phạm vi sử dụng, phương pháp thi công, trạng thái chịu lực của cọc vôi.
6. Phạm vi sử dụng, các yêu cầu cơ bản, những vấn đề chủ yếu khi tính toán thiết kế tăng cường nền đất yếu bằng bác thấm.
7. Nguyên lý, phạm vi sử dụng, những điều kiện chủ yếu để tính toán thiết kế phản áp.
8. Các điều kiện áp dụng, phương pháp thi công cải tạo đất bằng phương pháp phụt slicat và phụt xi măng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 - Nền và móng - Trường trung học giao thông vận tải khu vực 1  
Tổ bộ môn công trình biên soạn Năm 1990.
- 2 - Chu Viết Bình - Nguyễn Quốc Hùng - Hoàng Quang Luận  
Nguyễn Văn Nhậm - Nguyễn Minh Nghĩa - Nguyễn Viết Trung.  
Công trình nhân tạo trên đường - Tập 1, Tập 2  
Trường đại học giao thông vận tải - Hà nội 1991.
- 3 - Tổng luận phục vụ cho cán bộ quản lý và nghiên cứu  
Các giải pháp xử lý nền móng trên đất yếu  
Trung tâm thông tin khoa học kỹ thuật - Bộ xây dựng - Năm 1993.
- 4 - Trao đổi về ứng dụng “Vải địa kỹ thuật” trong xây dựng công trình  
Viện khoa học kỹ thuật GTVT - Bộ giao thông vận tải - Hà Nội 10/1993
- 5 - Tăng Xuân Dừng - Nghiên cứu biến dạng của nền làm việc đồng thời  
với công trình kết cấu khung, có kể tới tiến độ thi công.  
Luận án thạc sĩ KHKT - 11/1996.
- 6 - Nguyễn Thị Tâm - Máy xây dựng - Trường Đại học GTVT - Hà Nội  
1997.
- 7 - Lê Đức Thắng - Bùi Anh Định - Phan Trường Phiệt  
Nền và móng - Nhà xuất bản giáo dục - Hà Nội 1998.
- 8 - Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình giao thông đường bộ - Tập II, Tập III,  
Tập V Nhà xuất bản GTVT - Năm 1996 ÷ 1998 - Bộ giao thông vận tải