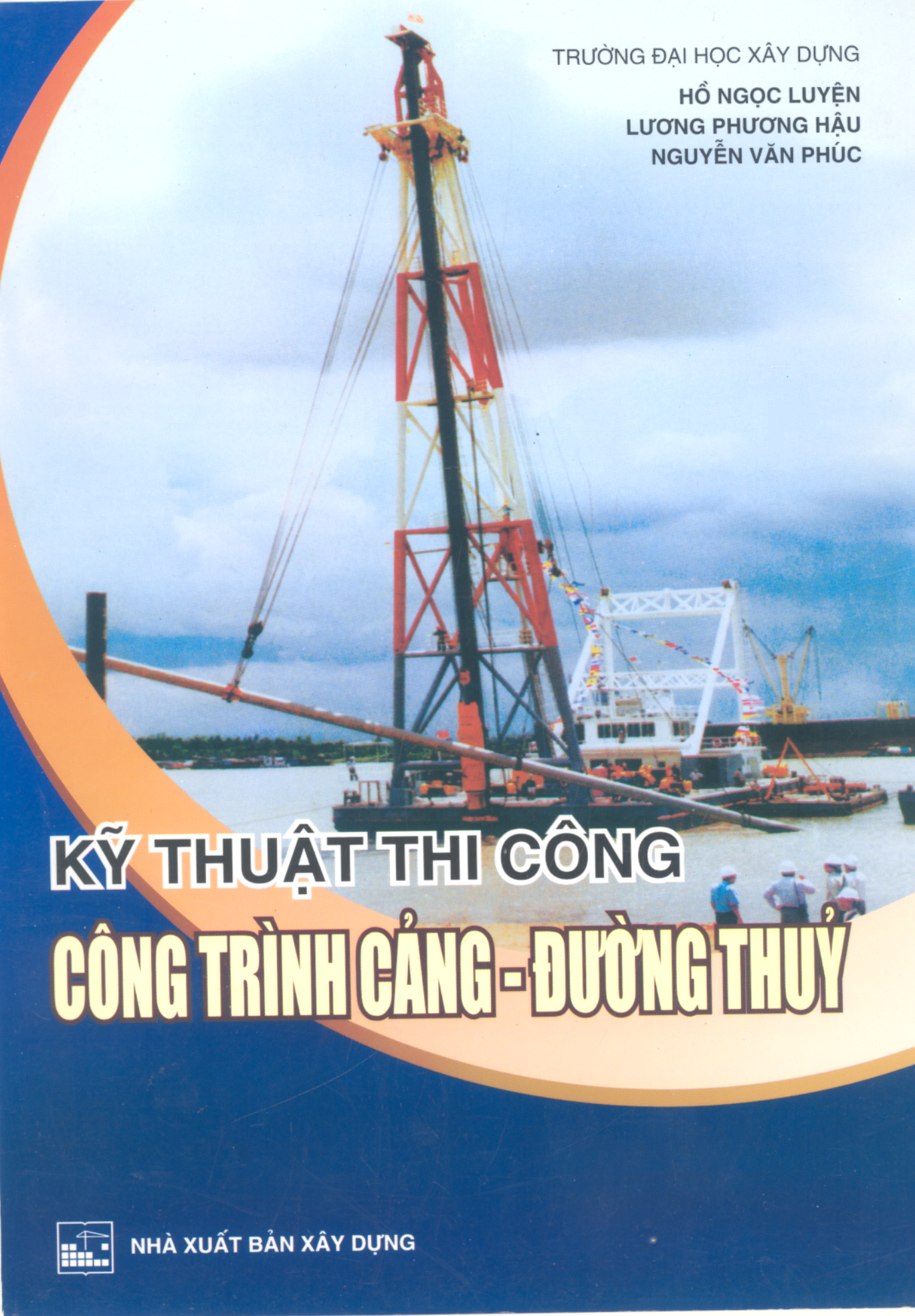


TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG

HỒ NGỌC LUYỆN

LƯƠNG PHƯƠNG HẬU

NGUYỄN VĂN PHÚC



KỸ THUẬT THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẢNG - ĐƯỜNG THỦY



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG

HỒ NGỌC LUYỆN
LƯƠNG PHƯƠNG HẬU
NGUYỄN VĂN PHÚC

KỸ THUẬT THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẢNG - ĐƯỜNG THỦY

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2003

LỜI NÓI ĐẦU

Kỹ thuật thi công công trình cảng - đường thủy là giáo trình cơ bản cho sinh viên đại học chuyên ngành Cảng - Đường thủy, có thể làm tài liệu tham khảo cho các sinh viên ngành Đại học Thủy lợi và cho các kỹ sư tư vấn, thiết kế, thi công công trình cảng - đường thủy. Phần kỹ thuật thi công cơ bản (như công tác đào đắp đất, công tác bê tông và bê tông cốt thép, công tác thép, gỗ...) và phần tổ chức thi công được trình bày ở các cuốn giáo trình khác.

Thi công công trình cảng - đường thủy là một môn khoa học - công nghệ luôn luôn chú trọng kinh nghiệm và cũng luôn luôn đòi hỏi được đổi mới để đạt được hiệu quả là bảo đảm chất lượng công trình, an toàn và kinh tế. Vì vậy, những kiến thức trong sách này chỉ là những kiến thức cơ bản, cần luôn gắn bó với thực tế sản xuất và cập nhật các tiến bộ khoa học kỹ thuật mới để mở rộng và hoàn thiện thêm.

Biên soạn chính cuốn sách này là PGS-TS-NGƯT. Hồ Ngọc Luyện, có sự tham gia một số chương mục của GS-TS-NGƯT. Lương Phương Hậu và TS. Nguyễn Văn Phúc.

Do nhiều hạn chế, cuốn sách này không tránh khỏi những thiếu sót mong được độc giả nhiệt tình đóng góp ý kiến.

Các tác giả

CHƯƠNG 1

ĐẶC ĐIỂM CHUNG VỀ THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẢNG - ĐƯỜNG THỦY

1.1. Nhiệm vụ và nội dung chủ yếu của thi công công trình cảng - đường thủy

Thi công công trình cảng - đường thủy là môn khoa học nghiên cứu về kỹ thuật thi công và tổ chức thi công các công trình thủy công của cảng - đường thủy.

Công trình cảng - đường thủy cũng như các công trình công nghiệp, dân dụng và công trình thủy lợi nói chung, đều nằm trong phạm trù công trình xây dựng, nên có những chỗ giống nhau nhưng điều kiện thi công khác nhau. Công trình cảng - đường thủy phải thi công trong điều kiện có sóng, gió, dòng chảy, nước, thủy triều xâm nhiễm thường xuyên, khối lượng công tác dưới nước rất lớn, nên thi công phức tạp hơn nhiều so với các loại công trình khác.

Các phần thi công cơ bản như công tác đất, đá, công tác nạo vét, nổ mìn, công tác bê tông và bê tông cốt thép trong thi công công trình cảng - đường thủy cũng giống như thi công cơ bản của các loại công trình khác như đã trình bày trong phần đầu môn học. Trong phần này chúng ta nghiên cứu những công tác đặc biệt của thi công công trình cảng - đường thủy như công tác cọc, công tác đổ đá làm nền, công tác phóng dạng định vị công trình, công tác thi công công trình cảng bằng các khối bê tông, bằng thùng chìm, bằng các kết cấu lắp ghép, thi công triển tàu, kè chắn ...

1.2. Những đặc điểm về tổ chức thi công công trình cảng - đường thủy

So với các công trình ở trên đất liền, các công trình ở biển như đê chắn sóng, bến cảng, triển tàu, ụ tàu có những đặc điểm nổi bật:

- Ngoại lực tác dụng lớn, điều kiện tự nhiên xấu (sóng, gió, bão...).
- Đất nền thường là loại đất mềm, yếu.
- Công trình kéo dài, khối lượng lớn nhưng mặt cắt ngang giống nhau.
- Vật liệu xây dựng (bê tông, gỗ, thép ...) dễ bị nước biển và hà hến ăn mòn.

Do đó, vấn đề tổ chức hợp lý và thi công đúng đắn có ý nghĩa đặc biệt quan trọng đối với việc đảm bảo chất lượng công trình và nó quyết định những đặc điểm của công tác tổ chức thi công.

1.2.1. Đặc điểm thi công ở nơi nước sâu

Vì nước sâu nên hầu hết các công trình cảng - đường thủy không đắp đê quay mà thi công trực tiếp dưới nước.

Do thi công dưới nước nên cần có các thiết bị tàu hút bùn, tàu quốc, cần cẩu nổi, tàu đóng cọc, trạm trộn bê tông và các tàu thuyền vận chuyển.

Để giảm khối lượng công tác dưới nước, nên tận dụng dùng cấu kiện đúc sẵn lắp ghép dưới nước (khối bê tông, thùng chìm, cọc, cừ, tường góc lắp ghép ...). Các cấu kiện có thể rất lớn, do đó phải dùng đến máy móc thi công loại lớn.

Bởi vậy, đặc điểm chủ yếu nhất của thi công công trình cảng - đường thủy là sử dụng rộng rãi kết cấu lắp ghép đúc sẵn và thiết bị thi công dưới nước có năng lực lớn.

1.2.2. Đặc điểm thi công xây dựng ở nơi sóng gió

Công tác thi công chỉ có thể tiến hành khi gió yên biển lặng, sóng không được vượt quá mức độ quy định, chẳng hạn vận chuyển và hạ thủy thùng chìm, sóng không được vượt quá cấp 2 (thường thì không quá cấp 1) dùng cần cẩu nổi để xếp các khối bê tông khi sóng gió dưới cấp 2, đóng cọc khi sóng không quá cấp 1 ÷ 2.

Khi sóng quá cấp 4 (sóng cao 1,3 ÷ 1,9m) thì phải ngừng mọi công tác thi công và đưa các tàu công trình (cần cẩu nổi, tàu đóng cọc...) đến nơi ẩn nấp.

Phần lớn tàu nao vét chỉ có thể làm việc khi sóng gió dưới cấp 2 ÷ 3, một số tàu hút tự hành có thể làm việc khi sóng gió tới cấp 4.

Do đó, đối với thi công xây dựng công trình cảng - đường thủy số ngày làm việc ở dưới nước ít hơn nhiều so với số ngày làm việc trên bờ, khi lập tiến độ thi công phải xét đến điều này để định riêng số ngày làm việc cho từng loại công việc (trên bờ, ngoài biển, trong cảng...).

Bởi vậy, một đặc điểm nổi bật nữa của công tác thi công công trình cảng - đường thủy là sự quan hệ mật thiết giữa điều kiện khí tượng (sóng, gió...) với phương pháp kế hoạch, tiến độ thi công và có khi kể cả với kết cấu công trình phải tuân theo dự báo thời tiết và phải có biện pháp đề phòng đặc biệt, bảo đảm an toàn cho người, thiết bị và công trình.

1.2.3. Đặc điểm thi công trong điều kiện thiên nhiên đặc biệt khác

Công trình cảng - đường thủy thường xây dựng trên nền đất yếu và rất yếu, lại chịu tải trọng rất lớn, phải dùng phương pháp thi công đặc biệt để tăng dần tải trọng lên nền, do đó thường phải kéo dài thời gian thi công, có khi đến 2 ÷ 3 năm.

Mực nước thủy triều lên xuống hàng ngày làm ảnh hưởng đến tiến độ và phương pháp thi công. Có thể lợi dụng khi nước xuống để thi công khô một số bộ phận của công trình, lợi dụng khi nước lên để vận chuyển, đánh chìm thùng chìm hay đóng cọc dưới nước đối với các cọc gần bờ, đồng thời phải có biện pháp phòng ngừa tránh bị hư hỏng những phần bê tông vừa mới đổ khi nước lên.

1.2.4. Đặc điểm tổ chức thi công những công trình cùng loại khối lượng lớn

Công trình cảng - đường thủy dài hàng trăm mét, mặt cắt thường không đổi nên hầu hết cấu kiện là cùng loại và khối lượng lớn. Đó là điều kiện thuận lợi nhất để áp dụng phương pháp thi công nhanh bằng phương pháp thi công cuốn chiếu, rút ngắn thời gian sử dụng các loại tàu công trình đắt tiền.

1.3. Các bộ phận đặc biệt của tổ chức thi công công trình cảng - đường thủy

1.3.1. Cảng công trình

Khi xây dựng ở bờ biển hở, cần phải có một bến cảng tạm thời phục vụ công tác xây dựng, chủ yếu là để làm nơi trú ẩn cho các loại tàu công trình khi sóng gió lớn, làm nơi tiếp tế nhiên liệu, nước ngọt, tiêu thụ các loại tàu công trình.

Cảng công trình không nên cách địa điểm thi công xa quá $5 \div 10\text{km}$ để kịp đưa các tàu công trình không tự hành được về nơi ẩn trú và tận dụng dùng eo biển hay cửa sông là nơi có sự bảo vệ khỏi sóng gió và sa bồi.

1.3.2. Tàu công trình

Tàu công trình gồm các loại tàu kéo, sà lan, cần cẩu nổi để vận chuyển vật liệu xây dựng và cấu kiện lắp ghép đúc sẵn, các loại tàu nạo vét, tàu đóng cọc và các trạm bê tông nổi... Cần cẩu nổi có loại quay được (sức nâng đến 60T), có loại không quay được mà chỉ có thể thay đổi tầm với (sức nâng $\geq 100\text{T}$), có loại chuyên dùng để cẩu những khối bê tông lớn nặng $200 \div 450\text{T}$.

1.3.3. Công tác lặn

Công tác lặn chiếm một khối lượng lớn trong thi công công trình cảng - đường thủy. Biên chế một đội thợ lặn thường có một tổ trưởng, 2 thợ lặn, $2 \div 4$ thợ máy và một số thủy thủ. Theo quy định, mỗi thợ lặn mỗi ngày bình quân chỉ làm việc 2 giờ, 2 người chỉ làm việc 4 giờ/ngày, khi có nhiệm vụ cần thiết và nếu người công nhân rất có kinh nghiệm về tín hiệu liên lạc thì tổ trưởng có thể xuống nước, như vậy thời gian làm việc tối đa là 6 giờ mỗi ngày cho mỗi đội thợ lặn.

Các trang thiết bị lặn gồm trang phục lặn, thiết bị cung cấp dưỡng khí, khí tài liên lạc và chiếu sáng. Trang phục lặn gồm có mũ lặn, áo lặn, giày lặn (bằng chì nặng khoảng 10kg), quả tạ quàng vai (bằng chì hay bằng sắt nặng $16 \div 18\text{kg}$), bảo đảm thợ lặn làm việc bình thường ở độ sâu đến 30m (hình 1-1). Điều kiện để công nhân lặn làm việc được bình thường là ở độ sâu lặn $6 \div 13\text{m}$, tầm nhìn xa 5m, sóng không quá cấp 2, lưu tốc không quá 0,5m/s và các trang thiết bị phù hợp để thợ lặn có thể hoạt động được tự do ở dưới nước.

Trong công tác lặn cần phải làm tốt công tác bảo hộ lao động và an toàn kỹ thuật cũng như phải tuân thủ quy định về thời gian làm việc dưới nước, phải xác định tốc độ nổi lên của thợ lặn để cho cơ thể chuyển dần từ trạng thái chịu áp lực cao đến trạng thái áp lực không khí bình thường ... Quan trọng nhất là người chịu trách nhiệm liên lạc, cần tập trung tinh thần, chú ý tín hiệu và bọt nước để phán đoán tình hình làm việc dưới nước.

CHƯƠNG 2

ĐO ĐẠC THI CÔNG VÀ ĐỊNH VỊ CÔNG TRÌNH

Giống như các công trình khác, có thể chia xây dựng công trình cảng làm 3 giai đoạn: giai đoạn quy hoạch - thiết kế, giai đoạn thi công và giai đoạn khai thác - quản lý công trình. Ứng với 3 giai đoạn này, công tác đo đạc đều có những nội dung, đặc điểm và mục đích cụ thể của từng giai đoạn.

Trong giai đoạn quy hoạch - thiết kế, công tác đo đạc chủ yếu là cung cấp các loại bản vẽ với tỷ lệ khác nhau về địa hình, thủy địa hình, kết hợp với công tác khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn, thủy hải văn.

Trong giai đoạn thi công, công tác đo đạc chủ yếu là lập lưới khống chế thi công, phóng dạng (đưa kích thước công trình lên hiện trường thi công) và đo đạc hiện dạng công trình.

Trong giai đoạn khai thác - quản lý, công tác đo đạc chủ yếu là kiểm định độ an toàn và độ ổn định của công trình, kiểm chứng tính hợp lý của thiết kế và tiếp tục quan trắc biến dạng công trình.

Bản vẽ và số liệu, kết quả đo đạc do giai đoạn quy hoạch - thiết kế cung cấp là căn cứ cơ bản của đo đạc giai đoạn thi công. Trước khi tiến hành đo đạc thi công cần kiểm tra kích thước trên bản vẽ thi công và đo kiểm tra để tránh sai sót.

Đo đạc thi công quán xuyên toàn bộ quá trình thi công, nó vừa là bước khởi đầu thi công, vừa là căn cứ để phóng dạng thi công và nghiệm thu công trình, có tác dụng quan trọng đối với bảo đảm chất lượng công trình và đẩy nhanh tiến độ thi công. Do đó khi lập hồ sơ thiết kế tổ chức thi công, cần coi đo đạc thi công là một trọng điểm, tùy theo quy mô công trình và bố trí tổng bình đồ thi công, chọn lưới khống chế thi công thích đáng, tùy theo tiến độ thi công và yêu cầu kỹ thuật thi công, dùng phương pháp định vị nghiệm thu thích hợp.

Khi tiến hành đo đạc thi công cần thường xuyên kiểm tra máy móc và số liệu phóng dạng, tuân thủ nghiêm chỉnh quy trình thao tác để tránh xảy ra bất kỳ sơ suất sai sót nào dẫn đến phải thi công lại, gây tổn thất lớn cho công trình.

2.1. Đo đạc khống chế thi công

Trình tự đo đạc thi công là từ tổng thể đến chi tiết tức là trước tiên đo đạc khống chế, sau đó dựa vào các điểm khống chế xác định trục tuyến công trình và tiến hành phóng dạng chi tiết.

Đo đạc khống chế thi công là cơ sở của toàn bộ công tác đo đạc thi công, có thể chia làm hai loại: đo đạc khống chế mặt bằng và đo đạc khống chế cao độ.

2.1.1. Đo đạc khống chế mặt bằng

Lưới khống chế mặt bằng lập trong giai đoạn thiết kế là để phục vụ cho việc lập bản vẽ thiết kế. Chọn điểm khống chế là dựa theo điều kiện địa hình, nên bố trí điểm và mật độ điểm thỏa mãn yêu cầu độ chính xác của trục tuyến, phóng dạng, nghiệm thu và quan trắc biến dạng của công trình. Do đó vẫn cần lập lưới khống chế mặt bằng thi công để phục vụ cho giai đoạn thi công.

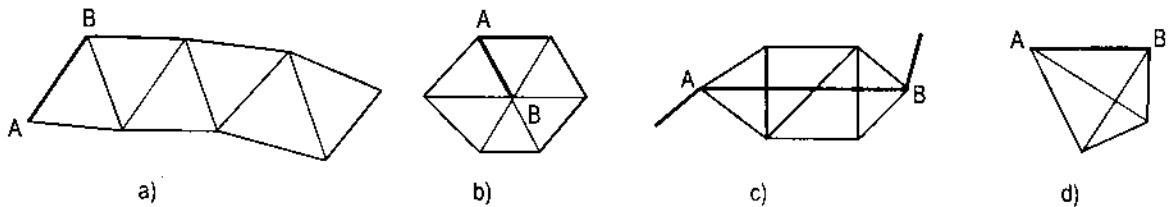
a) Bố trí lưới khống chế mặt bằng

Trong đo đạc thi công, thường yêu cầu độ chính xác phóng dạng chi tiết cao nhất rồi đến định trục tuyến công trình. Trên cơ sở của lưới khống chế mặt bằng bước một lập lưới khống chế mặt bằng, bước hai dày thêm (thêm lưới, thêm điểm), chủ yếu để khống chế phóng dạng chi tiết. Đối với công trình nhỏ hay công trình đơn nhất có thể không chia bước, chỉ lập một lưới khống chế mặt bằng, vừa khống chế trục tuyến công trình vừa khống chế phóng dạng chi tiết.

Ngoài ra, đối với công trình phóng dạng chi tiết nhiều và có quy luật như bến cầu tàu thì móng cọc không những số lượng nhiều mà còn bố trí theo hàng ngang hàng dọc, nếu dùng phương pháp giao hội tiền phương vuông góc định vị cọc và tuyến lắp ghép dầm bản thì cần bố trí đường chuẩn thi công để giảm bớt nội nghiệp và tiện cho thi công định vị ở hiện trường. Khi lập đường chuẩn thi công, đối với công trình lớn thì dẫn từ lưới khống chế mặt bằng, đối với công trình đơn nhất thì dẫn trực tiếp từ điểm khống chế của giai đoạn khảo sát thiết kế. Tùy theo điều kiện địa hình và công nghệ thi công, đường chuẩn thi công có thể dùng một hướng hay hai hướng (mặt chính và mặt bên), song song hay không song song với tuyến bến, hai phương vuông góc hay xiên góc với nhau.

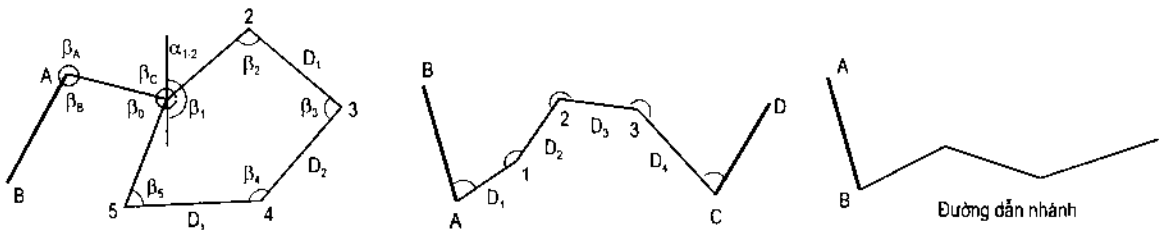
b) Các dạng lưới khống chế mặt bằng

Dạng lưới khống chế mặt bằng thi công có 3 loại chủ yếu: lưới tam giác, lưới đường dẫn và lưới chữ nhật (Xem hình 2-1 ÷ 2-3).



Hình 2-1. Lưới tam giác

a) Khoá tam giác đơn; b) Hình đa giác trung tâm; c) Khoá tam giác dạng tuyến; d) Hình 4 cạnh.

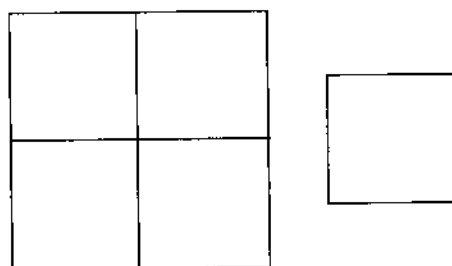


Hình 2-2. Lưới đường dẫn

c) Cấp lưới khống chế mặt bằng

Sau khi chọn dạng lưới khống chế mặt bằng dựa vào bố trí mặt bằng công trình, hình dạng, kích thước và tầm nhìn quan trắc của hiện trường, cần kết hợp phương pháp đo phóng dạng và tính chất của công trình, dựa vào kết quả tính toán độ chính xác của lưới suy từ độ chính xác của phóng dạng, quyết định cấp của lưới khống chế mặt bằng. Yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của các cấp của các dạng lưới khống chế mặt bằng cũng như yêu cầu kỹ thuật đối với đo góc, đo khoảng cách và công thức tính sai số đều được ghi rõ trong chỉ dẫn về công tác đo mặt bằng.

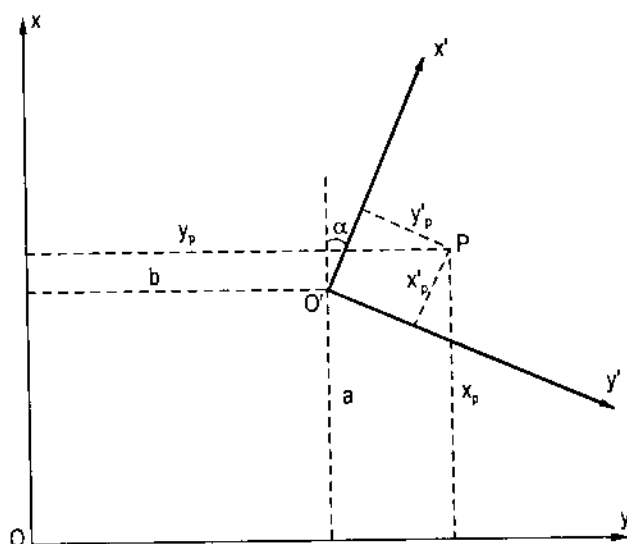
Sau khi xác định dạng và cấp của lưới khống chế mặt bằng, sai số đo góc và đo khoảng cách không được vượt quá giới hạn cho phép của cấp tương ứng, kết quả tính toán sai số bình quân và sai số khép kín phải phù hợp yêu cầu kỹ thuật của cấp tương ứng. Nếu không phù hợp thì phải tiến hành đo đạc lại, nếu phù hợp thì phải dựa vào tính toán bình sai để xử lý.



Hình 2-3. Lưới chữ nhật

d) Chuyển hệ toạ độ

Khi hệ toạ độ dùng trong giai đoạn khảo sát thiết kế không song song với trục tuyến công trình, để tiện cho việc tính toán toạ độ điểm phóng dạng, thường lập một số hệ toạ độ thi công song song với trục tuyến của từng công trình. Khi chọn hệ toạ độ thi công, nên xét toàn bộ công trình và đoạn lưới hay điểm khống chế dùng cho nó đều nằm ở góc 1/4 thứ nhất của hệ thi công (hình 2-4) để cho trị số toạ độ của tất cả các điểm đều là dương và để tiện cho việc kiểm tra.



Hình 2-4. Tính chuyển hệ toạ độ

Công thức tính chuyển hệ toạ độ như sau:

$$\begin{cases} x_p = a + x'_p \cos \alpha - y'_p \sin \alpha \\ y_p = b + x'_p \sin \alpha + y'_p \cos \alpha \end{cases} \quad (2-1)$$

$$\begin{cases} x'_p = (y_p - b) \sin \alpha + (x_p - a) \cos \alpha \\ y'_p = (y_p - b) \cos \alpha - (x_p - a) \sin \alpha \end{cases} \quad (2-2)$$

trong đó α là góc phương vị.

2.1.2. Đo đạc khống chế cao độ

Phương pháp chủ yếu đo đạc khống chế cao độ là đo đạc thủy chuẩn. Đo đạc thủy chuẩn được chia làm một số cấp tùy theo độ chính xác, trong đó cấp I, II là cơ sở của lưới cao đạc thủy chuẩn quốc gia, cấp III, IV là bổ sung dày thêm.

Trong đo đạc công trình, đo đạc thủy chuẩn khống chế cao độ có thủy chuẩn cấp III, IV và thủy chuẩn đồ căn. Đối với công trình lớn và vừa, lưới khống chế cao độ thường chia làm 2 cấp, cấp đầu là cấp III, cấp sau là cấp IV bổ sung dày thêm. Đối với công trình nhỏ lưới khống chế cao độ không chia cấp, thường là thủy chuẩn cấp IV đo một lần. Đo đạc thủy chuẩn đồ căn chỉ dùng khi đo vẽ bản đồ địa hình.

Lưới khống chế cao độ trong giai đoạn thi công, đối với công trình lớn và vừa cũng chia thành 2 cấp, tức điểm mốc cao độ cơ bản và điểm mốc cao độ tạm thời. Điểm mốc cao độ cơ bản là điểm khống chế chủ yếu toàn bộ khu vực thi công, thường dùng thủy chuẩn cấp III tiến hành đo đạc liên hệ với điểm thủy chuẩn của giai đoạn khảo sát thiết kế. Điểm mốc cao độ tạm thời là điểm bổ sung theo yêu cầu phóng dạng công trình, thường tiến hành đo đạc theo thủy chuẩn cấp IV. Đối với công trình nhỏ cũng dùng thủy chuẩn cấp IV đo một lần. Khi lắp ráp thiết bị có yêu cầu cao về độ chính xác hay để quan trắc độ lún thì tùy theo độ chính xác yêu cầu đo đạc theo cấp I hoặc II.

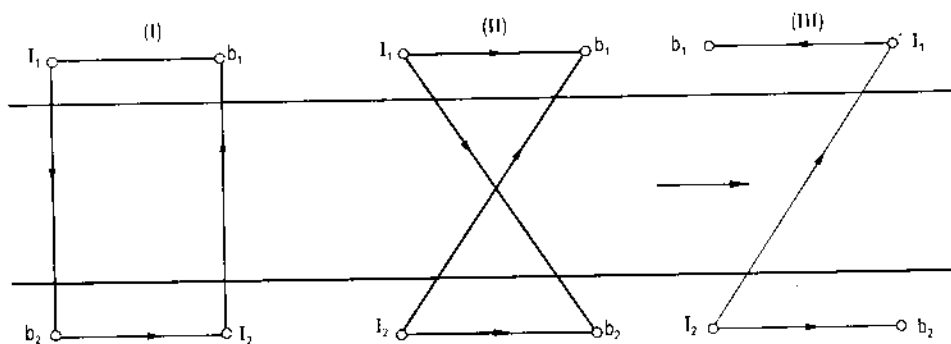
Yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của lưới thủy chuẩn và đo đạc thủy chuẩn đều được ghi rõ trong chỉ dẫn về công tác đo đạc thủy chuẩn.

Mặt chuẩn cao độ tức điểm không cao độ là cơ sở xác định cao trình mặt đất và cao trình khu nước. Hiện nay trong công trình cảng, mặt chuẩn cao độ có hai loại chủ yếu là mặt chuẩn cao độ lục địa lấy theo mực nước bình quân của mặt biển và mặt chuẩn cao độ hải đồ lấy theo mực nước thủy triều thấp nhất. Do đó, khi xác định cao trình điểm đo trong giai đoạn thi công cần làm rõ cao trình điểm thủy chuẩn sử dụng để đo và cao độ ghi trên bản vẽ thi công có cùng một mặt chuẩn cao độ hay không để tránh phạm phải sai lầm.

Các công trình cảng như đê chắn sóng, bến cầu tàu kéo dài từ bờ ra ngoài biển hay tháp đèn trên đảo nhỏ, do trắc địa độ cao phải đi qua mặt nước nên phải dùng phương pháp trắc địa qua mặt biển. Tùy theo khoảng cách, độ chính xác yêu cầu và thiết bị đo, có các phương pháp sau: khoảng cách 100m trở xuống có thể dùng cách đo thủy chuẩn thông thường; khoảng cách 100 ÷ 400m dùng phương pháp hai điểm truyền bằng máy thủy bình;

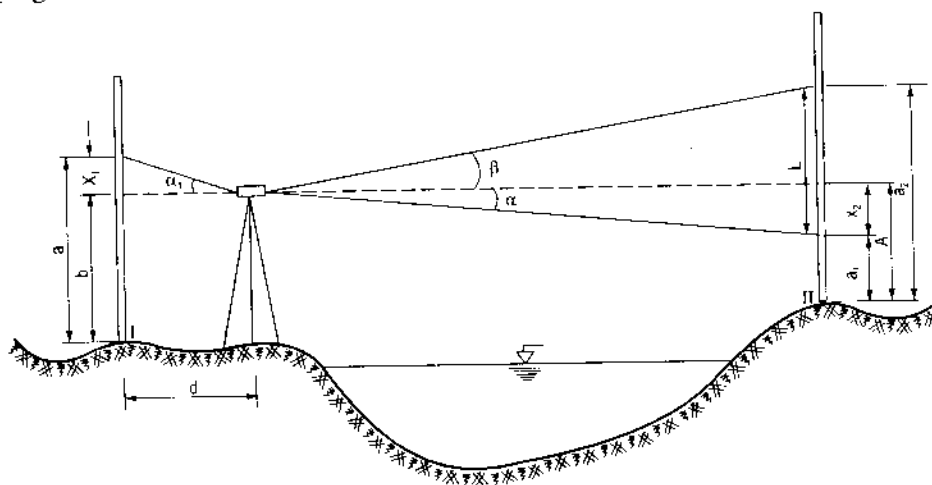
khoảng cách 400 ÷ 2000m cần lập trạm đo trên biển dùng phương pháp góc nghiêng bằng máy kinh vĩ: khoảng cách trên 2000m cần lập trạm đo trên biển dùng điểm truyền trung gian đo nối tiếp; khi yêu cầu độ chính xác không cao có thể dùng phương pháp mặt nước.

+ Phương pháp 2 điểm truyền bằng máy thủy bình: Điểm đặt máy và điểm dựng mìa như hình 2-5. Trong đó I_1 và I_2 là điểm đặt máy, b_1 và b_2 là điểm dựng mìa. Khi đo bằng hai máy thủy bình nên theo cách (I) và (II), khi đo bằng một máy thủy bình nên theo cách (III). Điểm đặt máy nên chọn nơi có khoảng cách đo ngắn, cách đều mép nước, mặt nước ổn định, quang đãng (không bị bụi cây, đụn cát), chênh cao nhỏ và đường ngắm cách mặt nước không dưới 2m (không dưới 3m nếu đường ngắm dài trên 300m).



Hình 2-5. Bố trí điểm đo 2 điểm truyền bằng máy thủy bình

+ Phương pháp góc nghiêng bằng máy kinh vĩ: Cách đo như hình 2-6. Trong đó I, II là điểm dựng mìa; a là số đọc trên mìa gần máy; α_1 là góc đọc ứng với a trên mìa gần máy; b là số đọc trên mìa gần máy khi đường ngắm nằm ngang; d là khoảng cách từ máy đến mìa gần máy; a_1, a_2 là số đọc trên mìa xa máy; A là số đọc trên mìa xa máy khi đường ngắm nằm ngang; α, β là góc đọc ứng với số đọc a_1, a_2 trên mìa xa máy; L là khoảng cách giữa hai đường ngắm trên mìa xa máy, bằng hiệu số: $(a_2 - a_1)$.



Hình 2-6. Phương pháp góc nghiêng bằng máy kinh vĩ.

$$A = a_1 + x_2 = a_1 + \frac{\alpha \cdot L}{\alpha + \beta} \quad (2-3)$$

Chênh cao hai điểm I, II tính theo công thức:

$$h_{I, II} = b - A = b - \left(a_1 + \frac{\alpha \cdot L}{\alpha + \beta} \right) \quad (2-4)$$

+ Phương pháp mặt nước: Là phương pháp dựa trên nguyên lý mặt nước nằm ngang, thông qua đo đồng thời mực nước (triều) để tìm cao trình điểm đo. Để phương pháp đạt hiệu quả cao, cần xét các điều kiện ứng dụng sau:

1) Dạng triều cơ bản là giống nhau, chênh lệch thời gian triều không lớn, đo vào lúc triều cao và triều thấp;

2) Điểm đo ở nơi mặt nước thông thoáng, độ dốc ngang nhỏ;

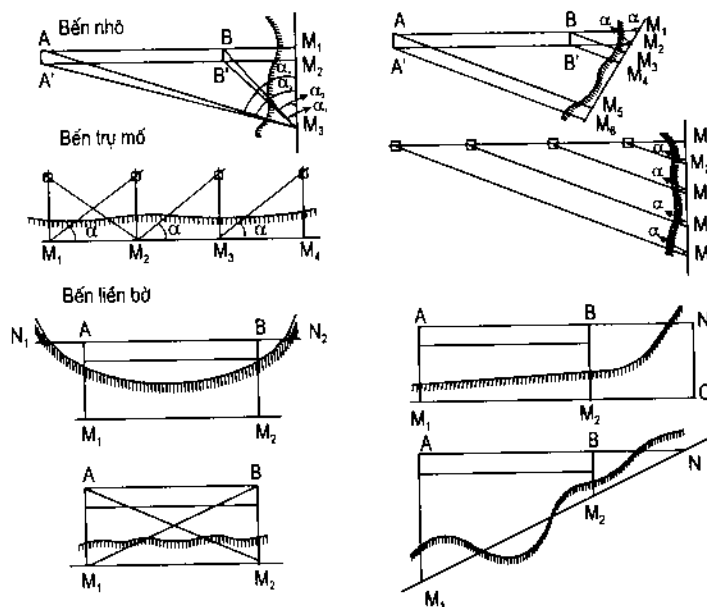
3) Đo khi lưu tốc không lớn, sóng bé;

4) Không đo trước và sau khi có gió lớn.

Khi đo cần dụng thước đo mực nước tạm thời (lợi dụng trạm thủy văn hiện có).

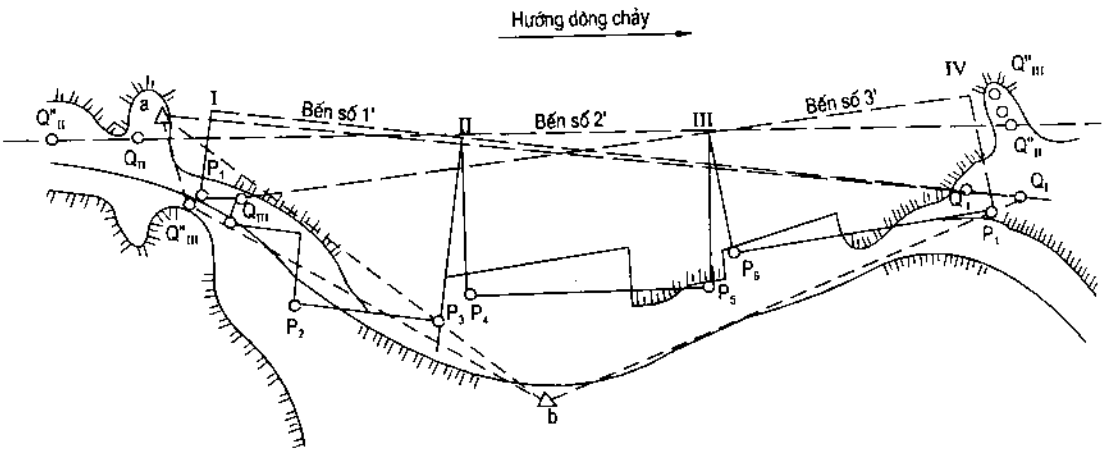
2.2. Định vị điểm khống chế mặt bằng và cao độ công trình bến trọng lực

Điểm khống chế mặt bằng thi công của bến trọng lực, đối với bến liền bờ hay bến nhỏ cần bố trí các điểm khống chế của tuyến mép bến, tuyến bắt đầu và tuyến kết thúc công trình, đối với bến trụ độc lập, cần bố trí các điểm khống chế của tuyến trục giữa trụ và tâm của các trụ. Tùy theo điều kiện địa hình để bố trí các điểm khống chế, hình 2-7 là ví dụ bố trí điểm khống chế mặt bằng của bến nhỏ, bến trụ và bến liền bờ.



Hình 2-7. Bố trí các điểm khống chế mặt bằng

Hình 2-8 là ví dụ thực tế bố trí điểm khống chế mặt bằng của một công trình bến liên bờ.



Hình 2-8. Ví dụ bố trí điểm khống chế mặt bằng

Khi tiến hành nạo vét hố móng, đổ đá lớp đệm, đầm chặt lớp đệm, cần dựa vào yêu cầu khống chế để dựng các cột tiêu tương ứng. Chức loại và công năng của cột tiêu xem bảng 2-1.

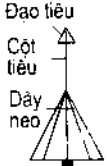
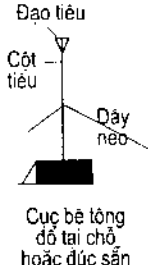
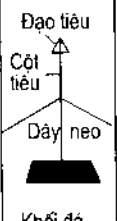
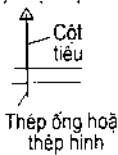
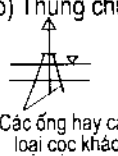
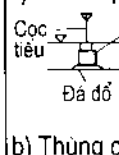
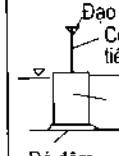
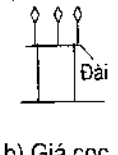
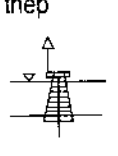
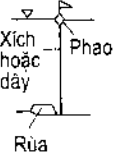
Bảng 2-1. Chức loại và công năng của cột tiêu

Chức loại		Công năng
Tiêu hướng dọc	Tiêu đường trục	Khống chế đường trục của hố móng, lớp đệm
	Tiêu đường biên	Khống chế chiều rộng, đỉnh và đáy hố móng, lớp đệm
	Tiêu bắt đầu và tiêu kết thúc	Khống chế điểm chuyển hướng của đường trục hố móng, lớp đệm
Tiêu hướng ngang	Tiêu bắt đầu và kết thúc	Khống chế điểm khởi đầu và điểm kết thúc của hố móng, lớp đệm
	Tiêu phân đoạn	Khống chế phân đoạn thi công và điểm phân giới thay đổi cao trình hay hình dạng hố móng lớp đệm
	Tiêu lý trình	Ghi lý trình của hố móng, lớp đệm
Tiêu định vị tàu		Khống chế vị trí tàu thi công

Kết cấu móng của đạo tiêu thường có các dạng như bảng 2-2.

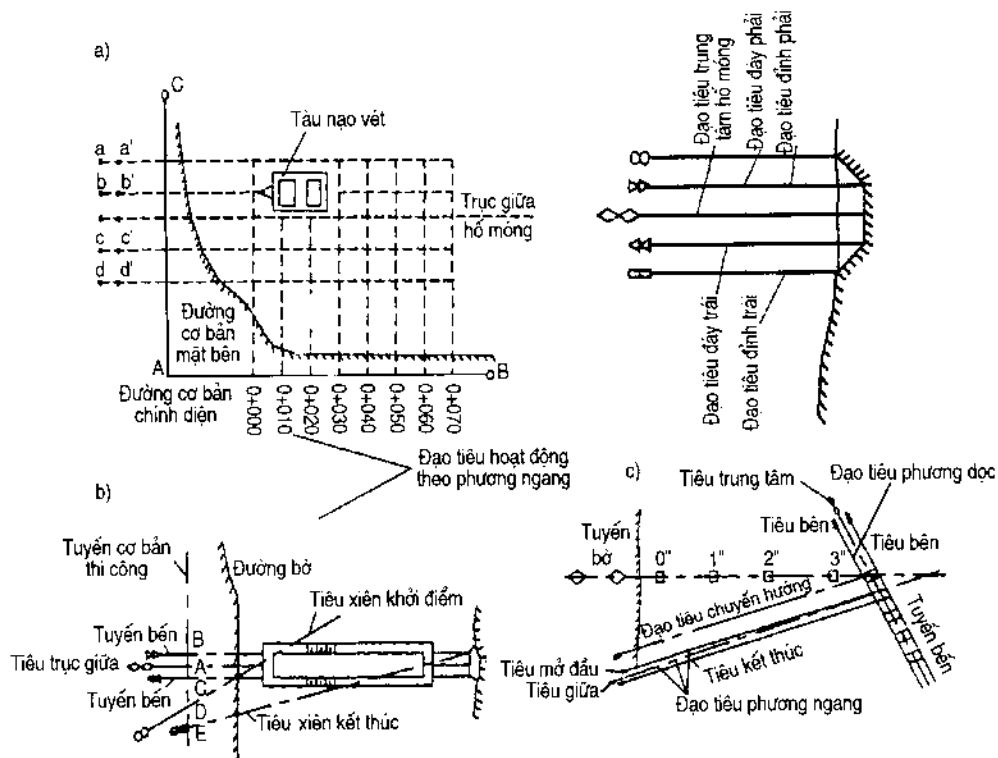
Tùy theo bố trí mặt bằng và loại kết cấu công trình, bố trí cột tiêu như hình 2-9.

Bảng 2-2. Các dạng kết cấu móng đạo tiêu

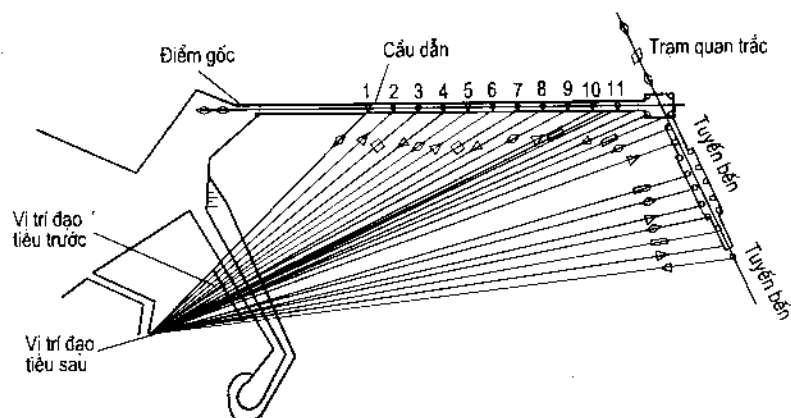
Nơi đặt đạo tiêu	Đạo tiêu trên bờ			Đạo tiêu dưới nước			
	Móng đào xuống sâu	Móng đổ tại chỗ hay đúc sẵn	Móng đá xây	Móng cọc	Móng bê tông (hoặc BTCT) đúc sẵn	Nền móng dài cọc	Phao tiêu
Loại đạo tiêu và móng				a) Một cọc  Thép ống hoặc thép hình b) Thùng chìm  Các ống hay các loại cọc khác	a) Khối xếp  Đá đổ b) Thùng chìm  Đá đệm	a) Đài cọc  Đài b) Giá cọc thép 	 Xích hoặc dây Phao Rùa

2.3. Định vị cọc cầu tàu

So với các loại công trình bến khác thì công tác trắc địa khống chế và trắc đạc chi tiết thi công của bến cầu tàu phức tạp hơn do số lượng cọc nhiều và đầm bản cũng nhiều.



Hình 2-9a, b, c. Ví dụ bố trí cọc tiêu



Hình 2-9d. Ví dụ bố trí cột tiêu

2.3.1. Tuyến và điểm cơ bản thi công

Giống như các loại bến khác, bố trí các điểm khống chế cao độ của bến cầu tàu theo yêu cầu của cầu tàu. Còn về trắc đặc khống chế mặt bằng thì theo điều kiện địa hình cho phép, bất kể trục cầu tàu có song song với trục của hệ trục tọa độ dùng trong thiết kế hay không, phải dùng phương pháp giao hội vuông góc tiền phương trắc đặc chi tiết (đo định vị cọc, đo dụng ván khuôn mũ cọc, đo vị trí điểm lấp dầm). Để nâng cao độ chính xác trắc đặc, đơn giản tính toán nội nghiệp, tiện cho công tác trắc đạc ở hiện trường và giảm sai sót thường bố trí đường tuyến cơ bản ở mặt chính và mặt bên tương ứng với trục dọc và trục ngang cầu tàu. Các điểm khống chế của mặt bằng của trắc đặc chi tiết dùng phương pháp đo đơn giản bằng thước dây đánh dấu lên đường tuyến cơ bản thi công. Nếu đường trục cầu tàu không song song với trục hệ tọa độ thiết kế, để đơn giản việc tính toán tọa độ điểm trắc đặc chi tiết nên lập hệ tọa độ thi công song song với đường trục cầu tàu và biểu thị tọa độ điểm trắc đặc chi tiết và điểm khống chế mặt bằng theo hệ tọa độ thi công.

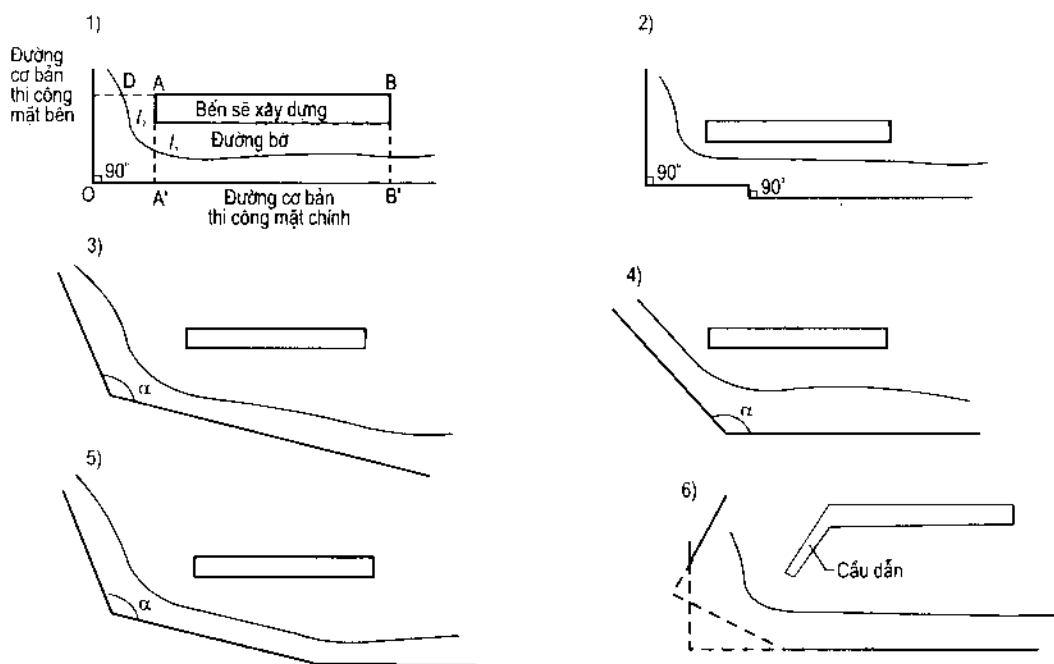
Dạng tuyến cơ bản thi công nên là đường thẳng song song với trục ngang và trục dọc cầu tàu, chỉ khi điều kiện địa hình không cho phép mới dựng đường xiên góc không song song với trục cầu tàu (hình 2-10).

Các bước định tuyến cơ bản thi công (hình 2-11): Căn cứ điều kiện địa hình, định tuyến cơ bản OA' , OB' lên bản vẽ, đo các trị số l_1 , l_2 , l_3 và α . Dựa vào tọa độ hai điểm A, B và trị số l_1 , l_2 tính toán tọa độ hai điểm a và b. Chọn các điểm khống chế mặt bằng k_1 , k_2 , k_3 .

Đo định vị hai điểm a, b. Dựa vào l_3 và đường thẳng qua hai điểm a, b đo định vị điểm O và A'. Dựa vào α và đường thẳng OA' định điểm B'.

Sau khi đã đo định vị các điểm, nếu vị trí không thích đáng, có thể điều chỉnh l_1 , l_2 , l_3 và α , rồi lập lại các bước trên.

Khi định điểm gốc của hệ tọa độ thi công, nên cho mặt bằng cầu tàu nằm trong phạm vi của góc $1/4$ bên phải để cho các trị số tọa độ đều là số dương, tiện cho tính toán thi công và kiểm tra.

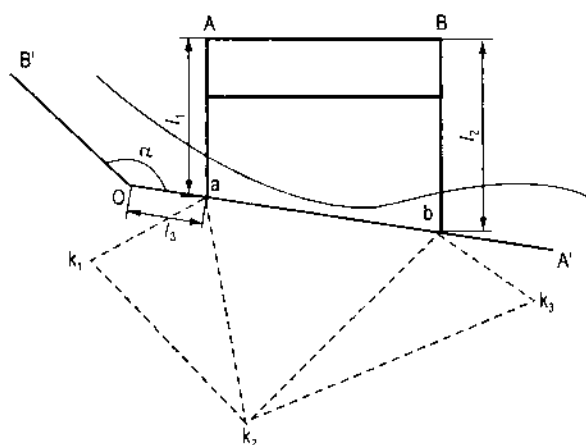


Hình 2-10. Các dạng tuyến cơ bản thi công

Vị trí và số lượng các điểm khống chế mặt bằng cần làm cho góc giao hội tiền phương của các điểm trắc đạc chi tiết nằm trong phạm vi $80^\circ \div 130^\circ$ để nâng cao độ chính xác trắc đạc.

1) Định vị cọc đứng

+ Cọc chữ nhật đóng đứng, định vị bằng phương pháp giao hội tiền phương vuông góc. Điểm khống chế trên đường tuyến cơ bản thi công:



Hình 2-11. Định vị cơ bản thi công.

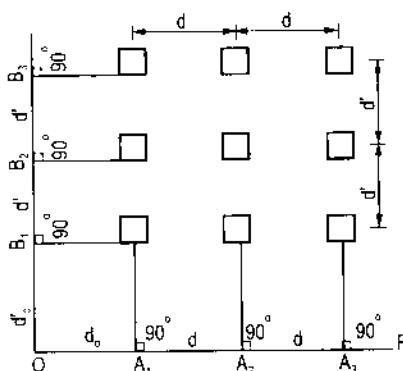
$$L_{OA_1} = d_0, \quad L_{OB_1} = d'_0, \quad L_{A_1A_2} = L_{A_2A_3} = d, \quad L_{B_1B_2} = L_{B_2B_3} = d'$$

Góc phóng dạng như hình 2-12a.

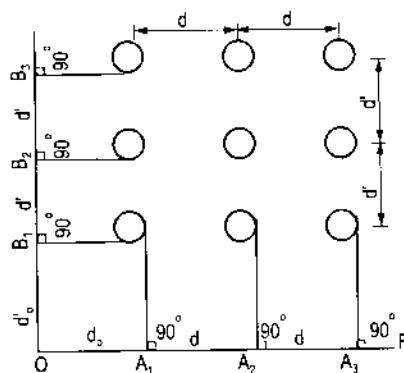
+ Cọc tròn đóng đứng, định vị bằng phương pháp giao hội tiền phương vuông góc. Điểm khống chế trên đường cơ bản thi công:

$$L_{OA_1} = d_0, \quad L_{OB_1} = d'_0, \quad L_{A_1A_2} = L_{A_2A_3} = d, \quad L_{B_1B_2} = L_{B_2B_3} = d'$$

Góc phóng dạng như hình 2-12b.



Hình 2-12a. Định vị cọc chữ nhật đóng đúng



Hình 2-12b. Định vị cọc tròn đóng đúng

2) Định vị cọc xiên

+ Cọc vuông đóng xiên, định vị bằng phương pháp giao hội tiền phương. Điểm khống chế trên đường cơ bản thi công:

$$\Delta x_1 = \frac{h}{n} \cos \varphi \quad ; \quad \Delta x'_1 = \frac{b}{2n} \sqrt{n^2 + 1} \cos \varphi + \frac{a}{2} \sin \varphi \quad ; \quad \Delta x''_1 = a \sin \varphi \quad (2-5)$$

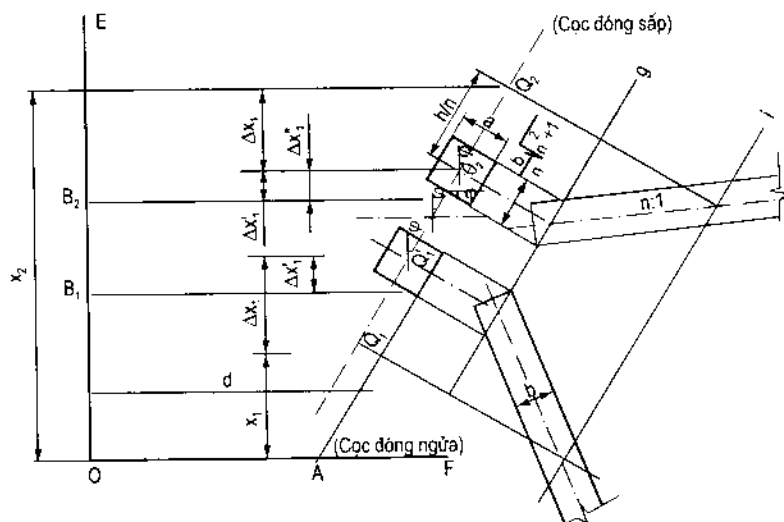
$$L_{OA} = d - x_1 \tan \varphi + \frac{a}{2 \cos \varphi} \quad ;$$

$$L_{OB_1} = x_1 + \Delta x_1 - \Delta x'_1 \quad (\text{cọc xiên dương})$$

$$L_{OB_2} = x_2 - \Delta x_1 - \Delta x_1 \quad (\text{cọc xiên âm}) \quad (2-6)$$

Góc phóng dạng như hình 2-13.

+ Cọc tròn đóng xiên, định vị bằng phương pháp giao hội tiền phương. Điểm khống chế trên đường cơ bản thi công.



Hình 2-13. Định vị cọc chữ nhật đóng xiên.

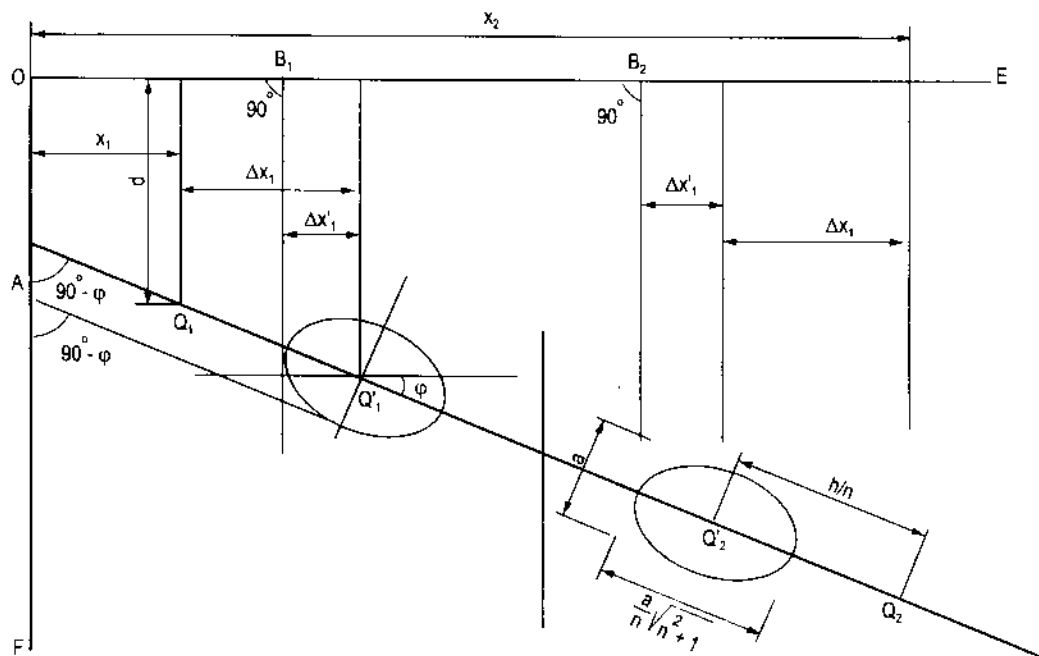
Ghi chú: g là định vị cao trình cọc, i là đường cao trình đáy dài cọc (đường cao trình định vị trí mặt hàng cọc xiên trên bản vẽ thiết kế), h là khoảng cách giữa hai đường g và i.

$$\Delta x_1 = \frac{h}{n} \cos \varphi ; \quad \Delta x'_1 \approx \frac{a}{2} \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \varphi}{n^2}} ; \quad L_{OA} = d - x_1 \operatorname{tg} \varphi + \frac{a}{2 \cos \varphi} ;$$

$$L_{OB_1} = x_1 + \Delta x_1 - \Delta x'_1 \text{ (cọc xiên dương);}$$

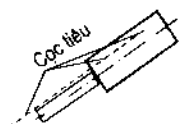
$$L_{OB_2} = x_2 - \Delta x_1 - \Delta x'_1 \text{ (cọc xiên âm).} \quad (2-7)$$

Góc phóng dạng như hình 2-14.

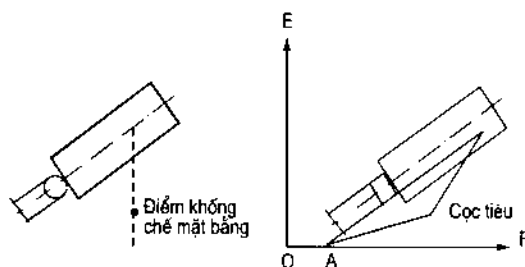


Hình 2-14. Định vị cọc tròn dõng xiên

Khi dõng cọc xiên, ngoài việc định vị còn phải khống chế góc xiên trên mặt bằng (chéo không gian) của cọc. Có 2 cách trắc đạc khống chế xiên trên mặt bằng: cách dùng 3 cọc tiêu ngắm thẳng hàng (2 trên tàu dõng cọc, 1 trên bờ) (hình 2-15) và cách dùng máy kinh vĩ và góc phóng dạng mặt bằng (hình 2-16).



Hình 2-15. Dùng 3 cọc tiêu



Hình 2-16. Dùng máy kinh vĩ và góc phóng dạng mặt bằng

2.3.2. Tính toán chạm cọc

Trong thi công bến cầu tàu, để tránh cọc đóng va nhau gây nên sự cố, cần kiểm tra các cọc đứng và cọc xiên có va vào nhau hay không, tức là phải tìm khoảng cách bé nhất giữa hai đường thẳng không song song với nhau trong không gian.

Lấy hình 2-17 làm ví dụ tính toán khoảng cách tối thiểu giữa hai cọc xiên như sau: Toạ độ đầu cọc của 2 cọc A và B là (x_0, y_0, z_0) và (x'_0, y'_0, z'_0) , góc giữa hình chiếu của chúng trên mặt phẳng xoy với trục y là α và $(180^\circ - \beta)$, góc nghiêng của chúng theo chiều sâu là $m_a:1$ và $m_b:1$. Phương trình đường thẳng của trục cọc là:

$$\text{Cọc A: } \frac{(x - x_0)}{\sin \alpha} = \frac{(y - y_0)}{\cos \alpha} = \frac{(z - z_0)}{m_a} \quad (2-8)$$

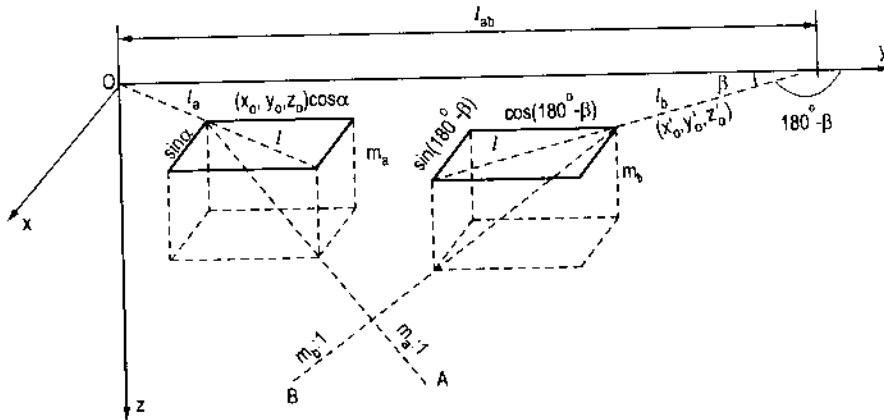
$$\text{Cọc B: } \frac{(x - x'_0)}{\sin(180^\circ - \beta)} = \frac{(y - y'_0)}{\cos(180^\circ - \beta)} = \frac{(z - z'_0)}{m_b}$$

$$\text{hay } \frac{(x - x'_0)}{\sin \beta} = -\frac{(y - y'_0)}{\cos \beta} = \frac{(z - z'_0)}{m_b} \quad (2-9)$$

Khoảng cách tối thiểu e của hai đường thẳng trong không gian không song song với nhau được tính:

$$e = \frac{\left[(x'_0 - x_0) \begin{vmatrix} \cos \alpha & m_a \\ -\cos \beta & m_b \end{vmatrix} + (y'_0 - y_0) \begin{vmatrix} m_a & \sin \alpha \\ m_b & \sin \beta \end{vmatrix} + (z'_0 - z_0) \begin{vmatrix} \sin \alpha & \cos \alpha \\ \sin \beta & -\cos \beta \end{vmatrix} \right]}{\sqrt{\begin{vmatrix} \cos \alpha & m_a \\ -\cos \beta & m_b \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} m_a & \sin \alpha \\ m_b & \sin \beta \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} \sin \alpha & \cos \alpha \\ \sin \beta & -\cos \beta \end{vmatrix}^2}} \quad (2-10)$$

Đặt $a = m_b \cos \alpha + m_a \cos \beta$; $b = m_a \sin \beta - m_b \sin \alpha$; $c = -\sin(\alpha + \beta)$



Hình 2-17. Sơ đồ tính toán khoảng cách giữa hai cọc xiên

Có thể viết lại thành:

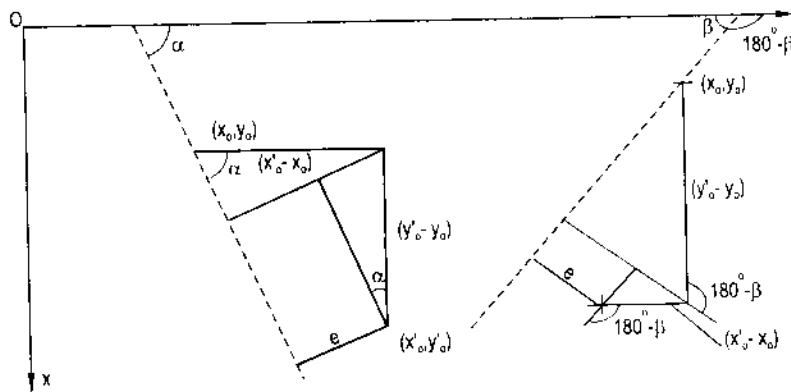
$$e = \frac{a(\dot{x}_0 - x_0) + b(\dot{y}_0 - y_0) + c(\dot{z}_0 - z_0)}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} \quad (2-11)$$

Khoảng cách nhỏ nhất giữa cọc xiên và cọc đứng, lấy hình 2-18 làm ví dụ, có thể bằng tính toán đơn giản hình học phẳng và được công thức sau:

$$\begin{aligned} e &= \left| (\dot{y}_0 + y_0) \sin \alpha - (\dot{x}_0 - x_0) \cos \alpha \right| \\ &= \left| (\dot{y}_0 + y_0) \sin(180^\circ - \beta) - (\dot{x}_0 - x_0) \cos(180^\circ - \beta) \right| \\ &= \left| (\dot{y}_0 - y_0) \sin \beta + (\dot{x}_0 + x_0) \cos \beta \right| \end{aligned} \quad (2-12)$$

Trong thi công chúng ta quan tâm là khoảng cách trống e_t giữa hai cọc.

Đối với cọc tròn $e_t = e - 2r$, đối với cọc vuông, để tính chính xác e_t lấy 2 cạnh có khả năng va nhau làm 2 đường thẳng không song song nhau trong không gian và tính e theo như trên và đó chính là e_t . Trị số cho phép bé nhất của e_t được xác định dựa vào độ chênh lệch lớn nhất cho phép xảy ra khi đóng cọc.



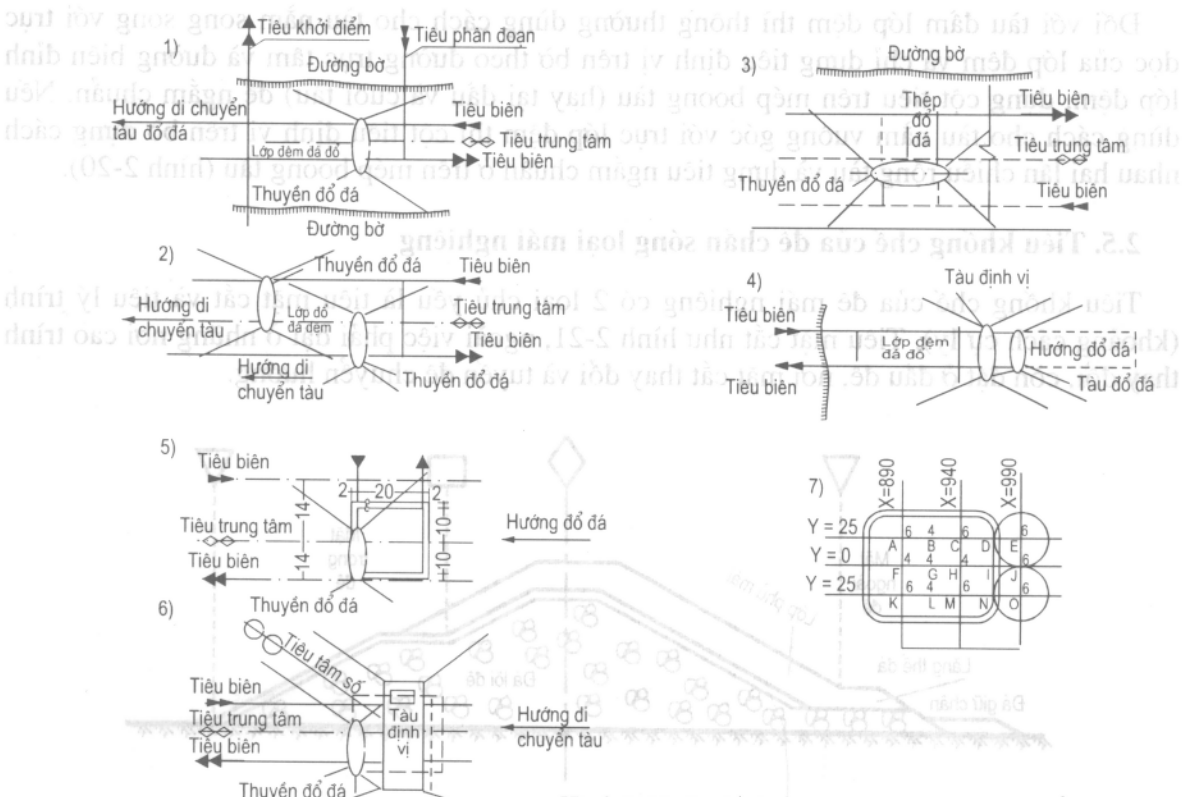
Hình 2-18. Sơ đồ tính khoảng cách cọc xiên và cọc đứng.

2.4. Định vị trí tàu đổ đá và dầm lớp đệm

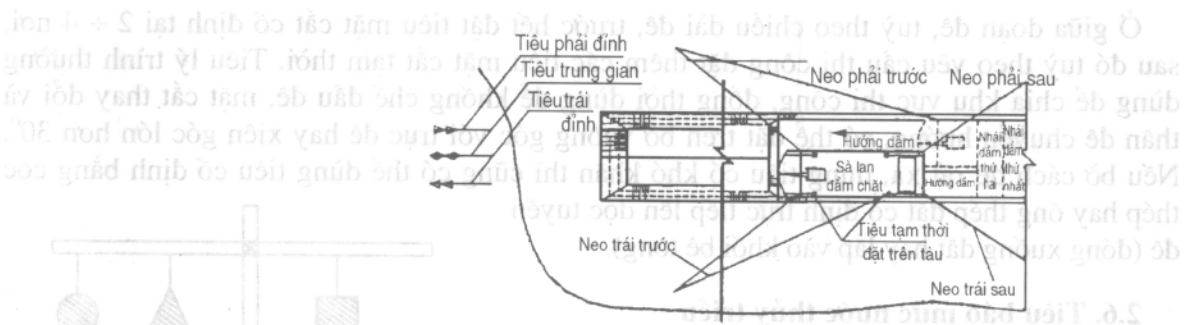
Tàu đổ đá có thể neo đỗ song song hay vuông góc với trục dọc lớp đệm. Dùng cách nào là tùy theo chiều rộng lớp đệm, kích thước tàu thuyền (thuyền dài khoảng 12m, sà lan dài 30 ÷ 40m), tình hình sóng gió và dòng chảy.

Ví dụ phương thức neo đỗ và dựng tiêu định vị như hình 2-19.

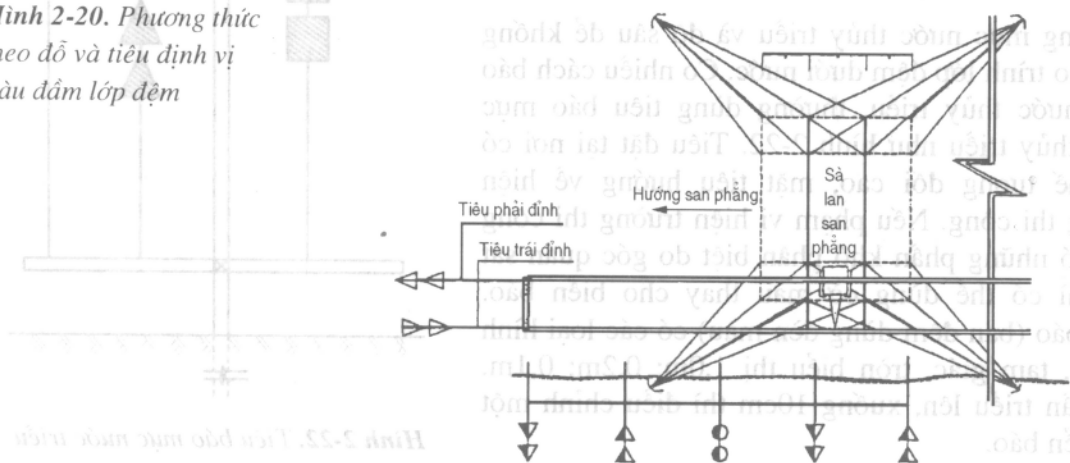
Theo phương dọc của lớp đệm có tiêu định vị đường trục và các tiêu định vị đường biên đỉnh lớp đệm. Khi chia lớp đổ đá, có thể dựng tiêu định vị đường biên đỉnh của từng lớp, cũng có thể chỉ dựng tiêu định vị đường biên của đỉnh lớp đệm. Công tác dựng tiêu định vị cần chính xác và kiểm tra thường xuyên để đảm bảo vị trí và kích thước lớp đệm, đặc biệt là chiều rộng đỉnh lớp đệm không được bé hơn chiều rộng thiết kế.



Hình 2-19. Sơ đồ định vị trí tàu và định tiêu đổ đá lớp đệm



Hình 2-20. Phương thức neo đỗ và tiêu định vị tàu dầm lớp đệm

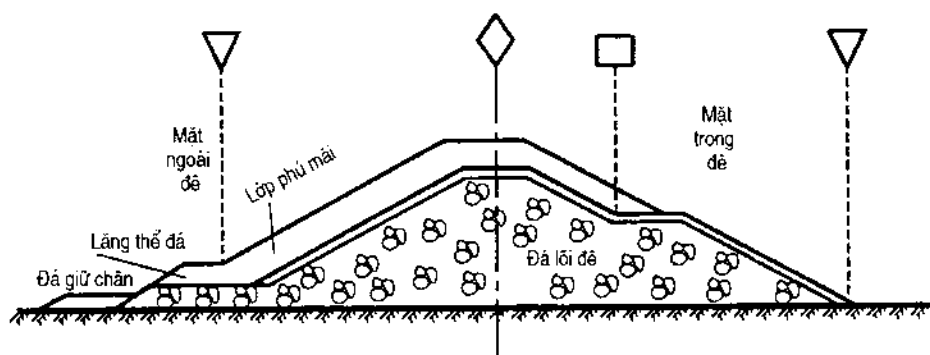


Hình 2-22. Phương thức neo đỗ và tiêu định vị tàu dầm lớp đệm

Đối với tàu đầm lớp đệm thì thông thường dùng cách cho tàu nằm song song với trục dọc của lớp đệm và chỉ dựng tiêu định vị trên bờ theo đường trục tâm và đường biên đỉnh lớp đệm, dựng cột tiêu trên mép boong tàu (hay tại đầu và cuối tàu) để ngắm chuẩn. Nếu dùng cách cho tàu nằm vuông góc với trục lớp đệm thì cột tiêu định vị trên bờ dựng cách nhau hai lần chiều rộng tàu và dựng tiêu ngắm chuẩn ở trên mép boong tàu (hình 2-20).

2.5. Tiêu khống chế của đê chắn sóng loại mái nghiêng

Tiêu khống chế của đê mái nghiêng có 2 loại chủ yếu là tiêu mặt cắt và tiêu lý trình (khoảng cách cự ly). Tiêu mặt cắt như hình 2-21, ngoài việc phải đặt ở những nơi cao trình thay đổi, còn đặt ở đầu đê, nơi mặt cắt thay đổi và tuyến đê chuyển hướng.

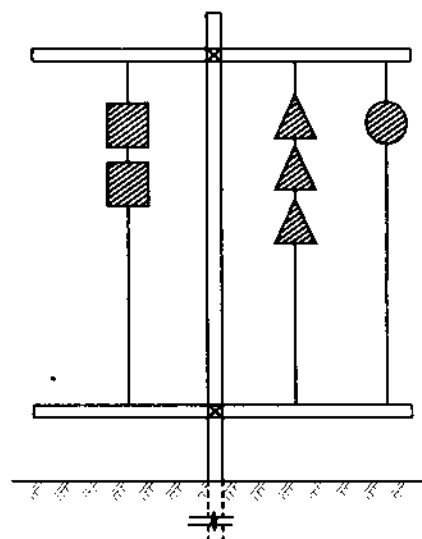


Hình 2-21. Tiêu mặt cắt của đê mái nghiêng

Ở giữa đoạn đê, tùy theo chiều dài đê, trước hết đặt tiêu mặt cắt cố định tại $2 \div 4$ nơi, sau đó tùy theo yêu cầu thi công đặt thêm các tiêu mặt cắt tạm thời. Tiêu lý trình thường dùng để chia khu vực thi công, đồng thời dùng để khống chế đầu đê, mặt cắt thay đổi và thân đê chuyển hướng, có thể đặt trên bờ vuông góc với trục đê hay xiên góc lớn hơn 30° . Nếu bờ cách đê rất xa, dựng tiêu có khó khăn thì cũng có thể dùng tiêu cố định bằng cọc thép hay ống thép đặt cố định trực tiếp lên dọc tuyến đê (đóng xuống đất hay lấp vào khối bê tông).

2.6. Tiêu báo mực nước thủy triều

Dùng mực nước thủy triều và độ sâu để khống chế cao trình lớp đệm dưới nước. Có nhiều cách báo mực nước thủy triều, thường dùng tiêu báo mực nước thủy triều như hình 2-22. Tiêu đặt tại nơi có địa thế tương đối cao, mặt tiêu hướng về hiện trường thi công. Nếu phạm vi hiện trường thi công lớn, có những phần khó phân biệt do góc quan sát lớn thì có thể dùng cờ màu thay cho biển báo. Biển báo (ban đêm dùng đèn màu) có các loại hình vuông, tam giác, tròn biểu thị 1,0m; 0,2m; 0,1m. Mỗi lần triều lên, xuống 10cm thì điều chỉnh một lần biển báo.



Hình 2-22. Tiêu báo mực nước triều

CHƯƠNG 3

THI CÔNG LỚP ĐỆM ĐÁ DƯỚI NƯỚC

Trong các công trình cảng như đê chắn sóng và bến cảng dạng trọng lực, triển tàu... người ta thường phải đổ một lớp đệm bằng đá ở dưới nước có tác dụng san phẳng nền, giảm áp lực của tải trọng công trình lên nền đất và để chống xói lở.

Trong thi công các công trình này, thi công lớp đệm đá dưới nước là khâu then chốt, nếu thi công không thỏa đáng hay khống chế không chặt chẽ, dễ dẫn đến làm cho công trình bị lún và chuyển vị lớn, do vậy cần phải đặc biệt coi trọng công tác này.

3.1. Yêu cầu đối với lớp đệm đá dưới nước

Chất lượng đá dùng để đổ lớp đệm yêu cầu có cường độ chịu nén ở trạng thái bão hòa nước không dưới 500 kG/cm^2 , không có dấu hiệu bị phong hóa, nứt nẻ. Không dùng đá phiến thạch sét, đá có lẫn đất hoặc các tạp chất khác để làm lớp đệm. Thường dùng đá $15 \div 100 \text{ kg}$ (chú ý cấp phối) và có góc cạnh làm lớp đệm để giảm độ rỗng, tăng sức liên kết và do đó giảm lún lớp đệm.

Để đá không bị lún sâu vào đất nền và để ngăn đất nền lọt qua kẽ hở của đá, ở dưới đáy lớp đệm rải lớp lọc ngược dày $0,3 \div 0,5 \text{ m}$.

Trong quá trình thi công cũng như sử dụng công trình, lớp đệm bị lún nhiều, do đó phải đổ cao hơn cao trình thiết kế, gọi là độ dự trữ phòng lún. Độ cao này phải được ghi rõ trong bản vẽ thi công.

Cũng có thể không cần chừa độ dự trữ phòng lún mà sau khi đổ lớp đệm xong thì san phẳng sơ qua, cần thiết thì dùng những khối bê tông đè lên để tránh bị xói hay bồi lấp, sau $6 \div 8$ tháng hay qua một mùa đông bão để cho đá tự lún xuống rồi mới nhấc bỏ các khối ở trên, sửa xong, san phẳng và tiếp tục xây lắp công trình.

3.2. Trình tự và phân lớp đổ đá

Trình tự đổ đá lớp đệm phải nối tiếp với công đoạn nạo vét hố móng để tạo điều kiện thuận lợi cho đầm chặt và cho xây lắp công trình nhằm đảm bảo chất lượng công trình và đẩy nhanh tiến độ thi công công trình. Khi cao trình thiết kế của đáy lớp đệm chênh nhau không lớn có thể đổ đá từ đầu nọ đến đầu kia theo từng đoạn, đối với bến liên bờ thì bắt đầu từ phía nào cũng được, đối với bến nhô thì thường bắt đầu từ phía giáp bờ.

Khi cao trình của đáy lớp đệm chênh nhau nhiều thì cần bắt đầu từ phân đoạn có cao trình đáy thấp đến phân đoạn có cao trình đáy cao.

Chiều dày lớp đệm đá phải là chiều dày thiết kế cộng với chiều dày dự trữ lún, đối với lớp đệm có đầm chặt thì chỉ xét độ lún của đất nền, đối với lớp đệm không đầm chặt thì còn phải xét đến độ lún của bản thân lớp đệm.

Khi lớp đệm phải xử lý bằng đầm thì cần chia lớp đổ đá và đầm chặt. Với quả đầm nặng từ $4 \div 6T$, độ rơi $2 \div 3m$, không kể ảnh hưởng của lực đẩy nổi và lực cản, năng lượng xung kích của đầm không nên bé hơn 120 KJ/m^2 , chiều dày mỗi lớp đá không lớn hơn $2m$ và chiều dày của lớp nền gần bằng như nhau.

Độ dự trữ lún do đầm xác định theo kinh nghiệm và theo thí nghiệm đầm thử, thường bằng $10 \div 12\%$ chiều dày lớp đá. Khi chiều dày lớp đệm đá là $H \text{ (m)}$ thì tính số lớp N theo công thức:

$$N = \frac{H}{2[1 - (0,1 \div 0,2)]} \quad (3-1)$$

Khi N là số lẻ thì lấy số tròn và dựa vào đó tính ngược ra chiều dày lớp đá đổ.

Mặt lớp đệm không được cao hơn cao trình quy định trong bản vẽ thi công và không nên thấp hơn $0,5m$. Khi chia lớp, nên giảm thích đáng chiều dày lớp trên cùng để còn có thể điều chỉnh. Ngoài ra, sau khi đầm mỗi lớp, đo độ lún do đầm. Khi cần thiết, có thể dựa vào độ lún do đầm điều chỉnh chiều dày lớp đá đổ.

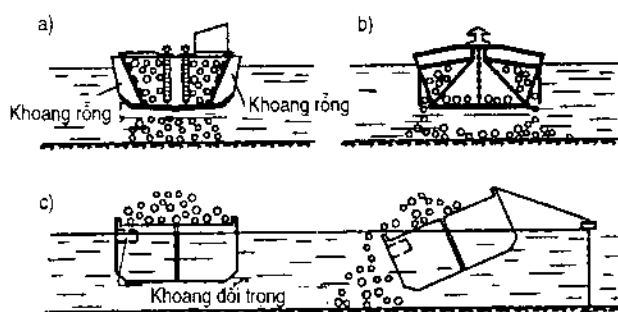
3.3. Phương pháp vận chuyển và đổ đá lớp đệm

Sau khi kiểm tra hố móng đủ kích thước và chiều sâu thì bắt đầu đổ đá. Khi đổ đá, phần dưới dung sai có thể lớn, phần trên yêu cầu phải đổ đều và cẩn thận để đảm bảo độ chính xác và giảm khối lượng công tác san phẳng.

Có thể dùng các phương pháp sau để vận chuyển và đổ đá lớp đệm:

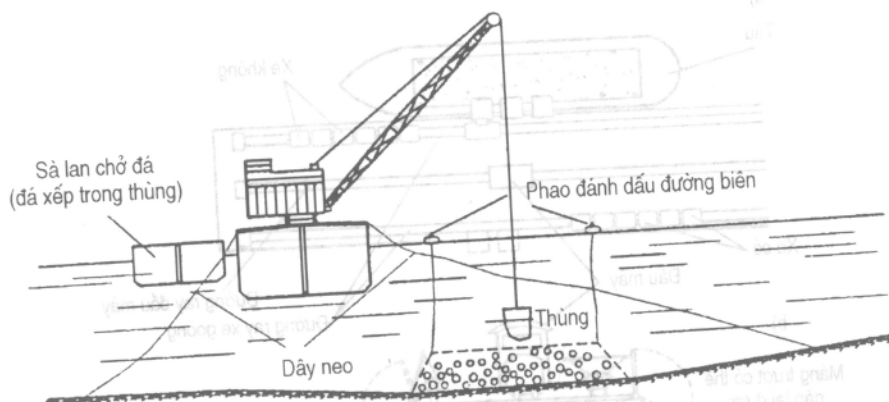
3.3.1. Dùng sà lan, thuyền

Có thể dùng sà lan tự đổ (mở đáy, mở thành, trút nghiêng, xem hình 3-1) hay sà lan thường kết hợp cần cẩu, sức người (hình 3-2).



Hình 3-1. Dùng sà lan tự động đổ đá lớp đệm

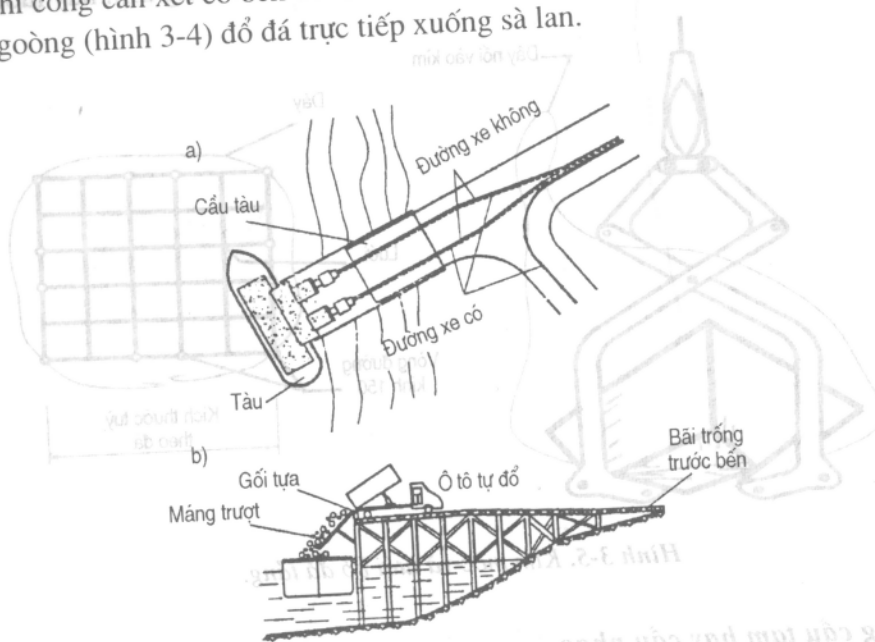
a) Sà lan mở đáy; b) Sà lan mở thành; c) Sà lan trút nghiêng



Hình 3-2. Dùng cần cẩu đổ đá lớp đệm

Dùng sà lan tự đổ thì nhanh nhưng đổ thành đồng làm tăng khối lượng công tác san phẳng nên chỉ dùng để đổ phần dưới, còn phần trên (khoảng $1 \div 1,5\text{m}$) dùng cần cẩu hay sức người thì tốt hơn.

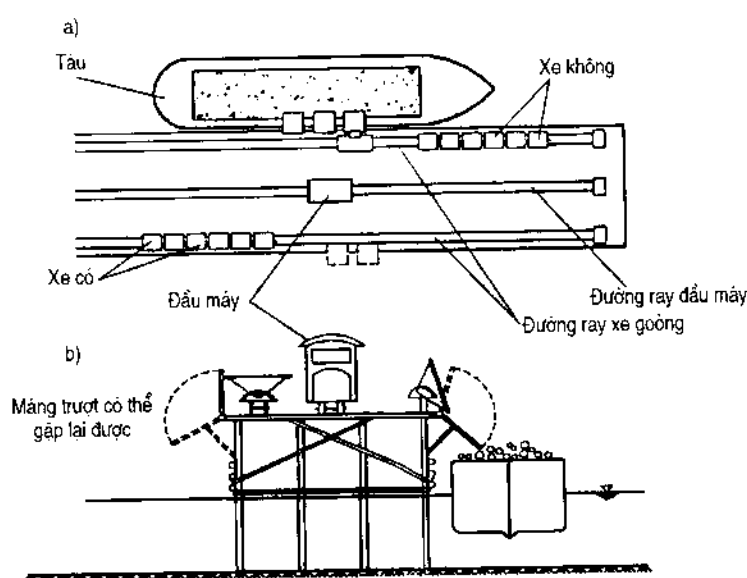
Bốc đổ đá lên sà lan là công việc hết sức nặng nhọc, nên tận dụng dùng cơ giới hoá. Trong bố trí thì công cần xét có bến bốc dỡ đá cơ giới hoá. Có thể dùng ô tô tự đổ (hình 3-3) hay dùng xe goòng (hình 3-4) đổ đá trực tiếp xuống sà lan.



Hình 3-3. Dùng xe ô tô tự đổ đá lên tàu

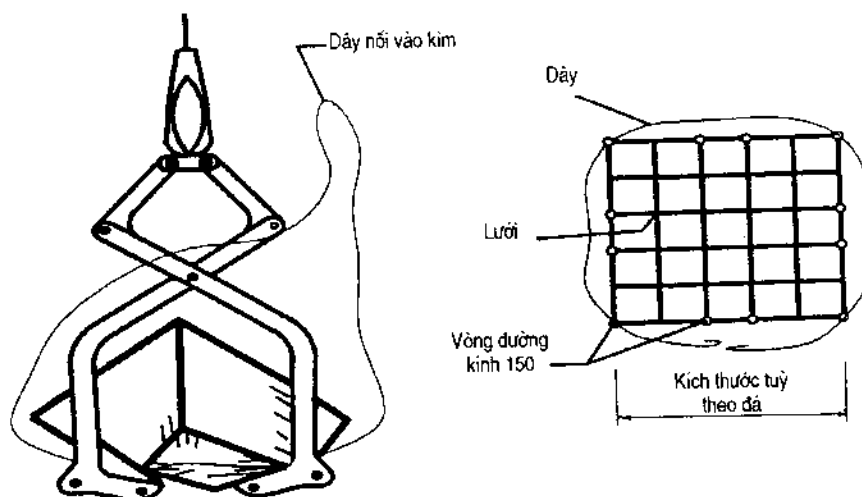
a) Mặt bằng; b) Mặt cắt dọc

Có thể dùng những thùng có sức chứa $1 \div 5\text{m}^3$ đá, dùng ô tô hay xe goòng chở ra bến rồi dùng cần cẩu cả thùng đổ đá lên sà lan tự đổ hay cả thùng đặt lên sà lan, đưa đến hiện trường rồi dùng cần cẩu nổi cả thùng trút đá xuống lớp đệm.



Hình 3-4. Dùng xe goòng đổ đá xuống sà lan
a) Mặt bằng; b) Mặt cắt ngang

Đối với những tảng đá lớn ($250 \div 5000\text{kg}$ hay nặng hơn) thì dùng kìm hay lưới (hình 3-5).

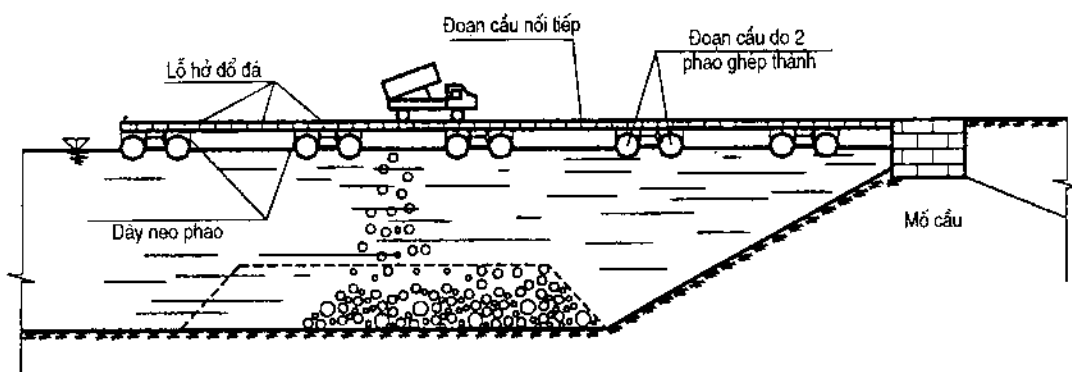


Hình 3-5. Kìm móc và lưới bó đá tảng.

3.3.2. Dùng cầu tạm hay cầu phao

Làm cầu tạm hay cầu phao cho ô tô hay xe goòng vận chuyển và đổ đá xuống vị trí lớp đệm (hình 3-6).

Đổ đá cần kết hợp đổ thô và đổ kỹ. Trong phạm vi $0.5 \div 0.8\text{m}$ trên đỉnh phải đổ kỹ, còn lại có thể đổ thô. Sai số khống chế khi đổ thô là $\pm 30\text{cm}$, khi đổ kỹ là $0 \div 30\text{cm}$. Đổ kỹ nên tiến hành khi triều dừng.

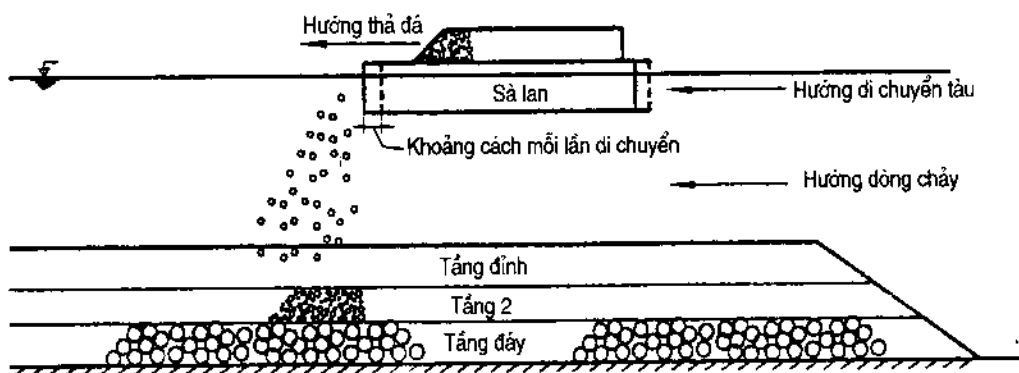


Hình 3-6. Dùng ôtô tự đổ đi lên cầu phao đổ đá lớp đệm

Trước khi đổ đá nên tiến hành đổ thử để nắm được quan hệ giữa độ sâu, lưu tốc với mức độ trôi đá khi đổ bằng sức người, hay nắm được mức độ mở rộng của khối đá khi dùng sà lan tự đổ hay dùng cần cẩu đổ đá, qua đó chọn điểm khởi đầu và tốc độ di chuyển sà lan. Phải thường xuyên đo độ sâu trên mặt lớp đá để tránh bỏ sót hay chênh lệch cao trình quá lớn, khi đo sâu, khoảng cách điểm đo không quá 1m, đường kính đáy của quả dọi (bằng thép $\phi 8 \div \phi 12$ hàn thành cánh hoa) không bé hơn 20cm.

Khi có dòng chảy và nếu lại dùng sức người đổ đá thì cần xuôi dòng thả đá (phương đi chuyển và đổ đá cùng chiều với dòng chảy, hình 3-7) để tránh đá rơi lên phần đã đổ tạo nên vệt cao.

Khi dùng sà lan tự đổ, ngoài việc nắm chắc tình hình mở rộng của khối đá đổ xuống lớp đệm, thường nên khống chế thời gian đổ đá của sà lan trong khoảng 30 ÷ 90 phút để cho lớp đá có chiều dày tương đối đều.



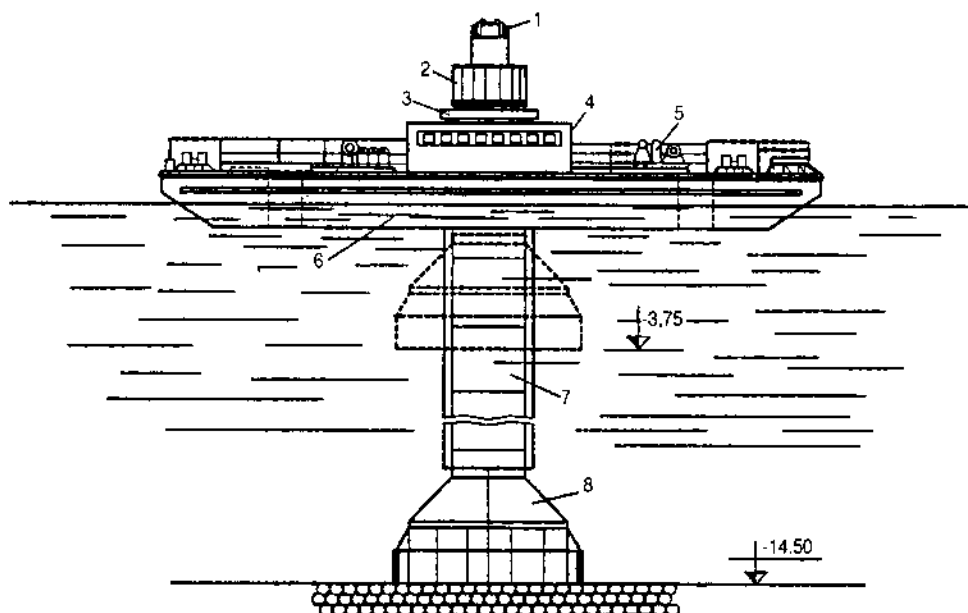
Hình 3-7. Thả đá xuôi dòng chảy.

3.4. Đầm chặt lớp đệm

Đối với đệm đá có yêu cầu đầm chặt thì sau khi đổ một lớp đá phải tiến hành đầm để loại trừ hoặc giảm nhỏ độ lún do nén chặt. Phương pháp đầm thường dùng cần cẩu treo quả

đầm, tiến hành đầm theo quy tắc và yêu cầu nhất định hoặc dùng thiết bị đầm rung dưới nước (hình 3-8).

Hiện nay đã bắt đầu thí nghiệm dùng phương pháp nổ mìn dưới nước đầm chặt lớp đệm đá, lợi dụng lực xung kích và lực chấn động của thuốc nổ để làm chặt lớp đệm, mặc dù còn nhiều tham số khó chọn lựa nhưng xu hướng phát triển của phương pháp này là rất rộng lớn.



Hình 3-8. Thiết bị đầm rung dưới nước đầm chặt lớp đệm

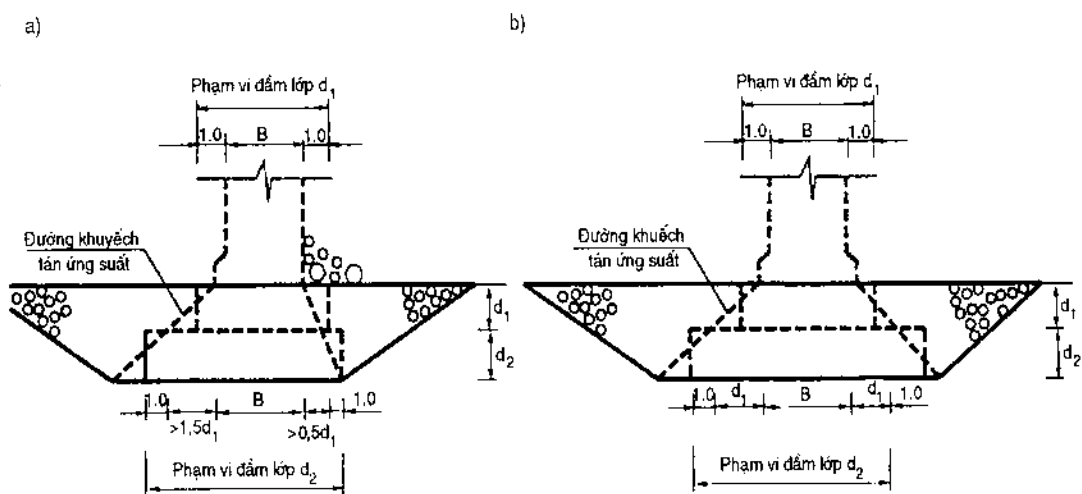
1. Máy rung; 2. Sàn công tác; 3. Thiết bị nâng hạ; 4. Phòng điều chỉnh vị trí;
5. Tời điều khiển; 6. Pông tông; 7. Trụ thép; 8. Quả đầm rung.

3.4.1. Yêu cầu kỹ thuật chủ yếu đối với đầm bằng quả đầm

Trước khi đầm cần san phẳng thỏa đáng để tránh đầm lệch hay "lật đầm" làm ảnh hưởng đến hiệu quả đầm và đảm bảo chênh cao cục bộ không quá 30cm. Phạm vi đầm theo kích thước mặt bằng đáy công trình mỗi bên rộng thêm 1m, nếu chia lớp đổ đá thì phạm vi đầm theo đường chuyển ứng suất mỗi bên rộng thêm 1m (hình 3-9).

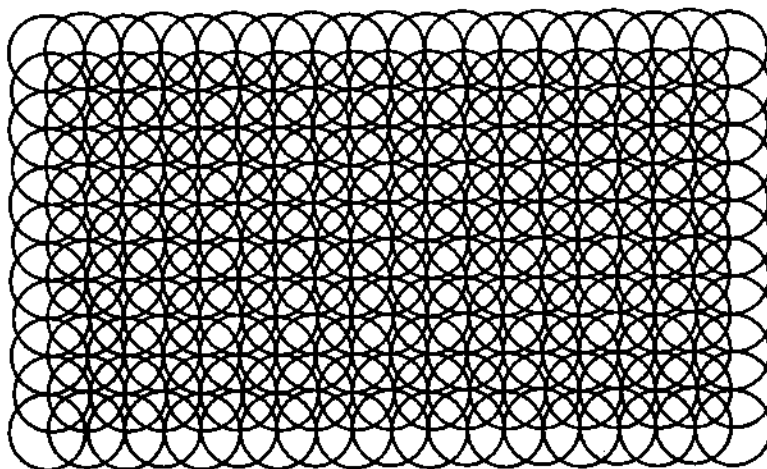
Nếu chia lớp, chia đoạn đầm lớp đệm thì chiều dày mỗi lớp nên bằng nhau và không quá 2m, phạm vi đầm lặp ở đầu các đoạn không dưới 2m.

Thường dùng cách đầm chồng hoa thị theo phương ngang và phương dọc nửa đường kính quả đầm (hình 3-10) và đầm 2 lượt, như vậy mỗi lớp mỗi điểm được đầm 4 lần. Nếu dùng quả đầm nặng $4 \div 8T$ bằng thép đúc đường kính 1,5m, độ rơi $2 \div 3m$ thì thường chỉ cần đầm $1 \div 2$ lần theo cách này là đạt yêu cầu.

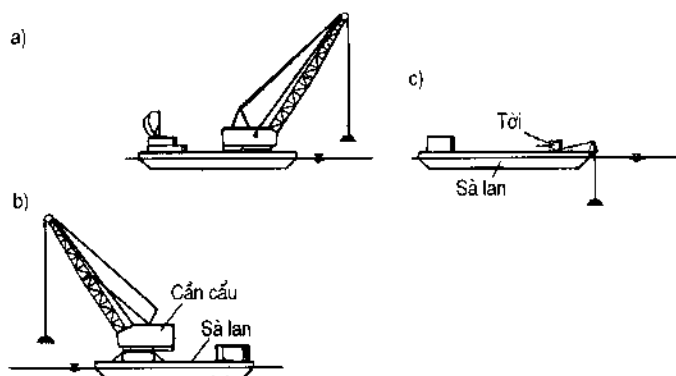


Hình 3-9. Phạm vi đầm lớp đệm (đơn vị: m)

a) Sau tường cốt lõi đất đá; b) Sau tường không cốt lõi đất đá.



Hình 3-10. Đám chồng nửa đường kính quả dầm



Hình 3-11. Phương tiện đầm lớp đệm đá

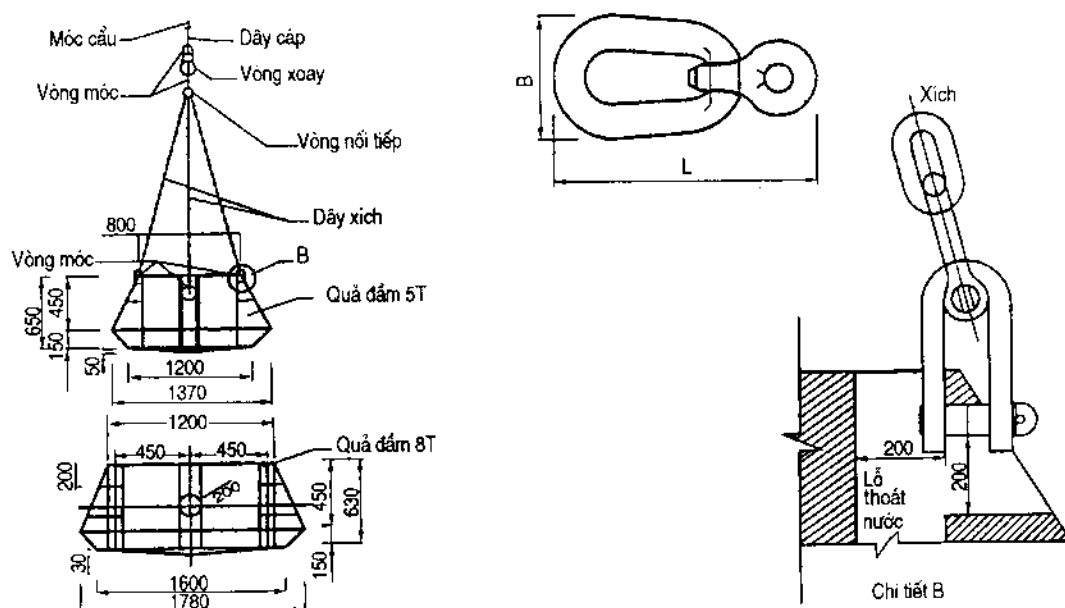
a) Dùng tàu cẩu gầu ngoạm; b) Dùng cần cầu đặt trên sà lan; c) Dùng tời đặt trên sà lan.

3.4.2. Phương tiện đầm lớp đệm đá

Ngoài loại tàu chuyên dụng đầm lớp đệm đá bằng phương pháp đầm rung dưới nước, thường dùng tàu cuốc một gầu, thay gầu ngoạm bằng quả đầm hoặc đặt cần cầu lên sà lan, treo quả đầm để tiến hành công tác đầm. Dùng hai phương pháp này thì tại mỗi vị trí tàu có thể đầm nhiều điểm. Ở những công trình nhỏ, nếu thiếu thiết bị thì có thể dùng tời đặt trên sà lan, treo quả đầm để tiến hành đầm, nhưng phương pháp này mỗi vị trí tàu chỉ đầm được một điểm (hình 3-11).

Quả đầm thường bằng thép đúc hay bằng thép tấm dày hàn thành hình như hình 3-12.

Để giảm áp lực của nước và tăng ổn định, quả đầm thường có dạng chóp cụt dẹt, trọng tâm thấp, giữa có lỗ thoát nước. Khi chọn các cấu kiện như xích, vòng liên kết, ma níp, vòng xoay, thường lấy hệ số an toàn bằng $5 \div 6$ và 4 dây xích chỉ tính toán 3 dây chịu lực. Ngoài ra, móc cầu cần có khoá móc để phòng tuột móc.



Hình 3-12. Cấu tạo quả đầm

3.4.3. Phương pháp khống chế vị trí điểm đầm

Khi tàu cuốc có máy chỉ góc quay mặt bằng (hình 3-13) thì dùng máy chỉ góc quay mặt bằng khống chế vị trí điểm đầm, góc quay α tính theo công thức:

$$\alpha = \frac{d \cdot 90^\circ}{\pi \cdot R}; (^\circ) \quad (3-2)$$

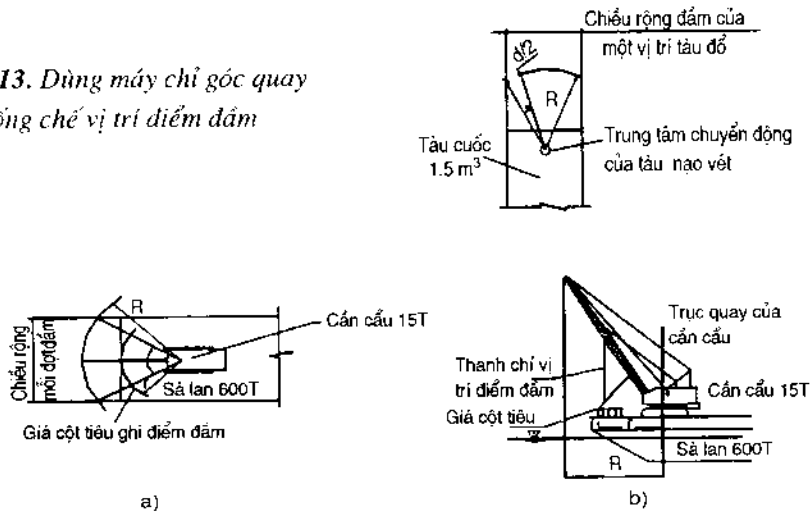
Trong đó: d là đường kính quả đầm, R là bán kính quay vòng của cần cầu.

Khi tàu cuốc không có máy đo góc quay và khi lắp cần cầu lên sà lan như hình 3-14, thì tại đầu sà lan hay tàu cuốc đặt giá cọc tiêu, dùng thanh chỉ điểm đầm đặt trên cần quay để khống chế vị trí điểm đầm. Khoảng cách điểm đầm S trên giá cọc tiêu tính theo công thức:

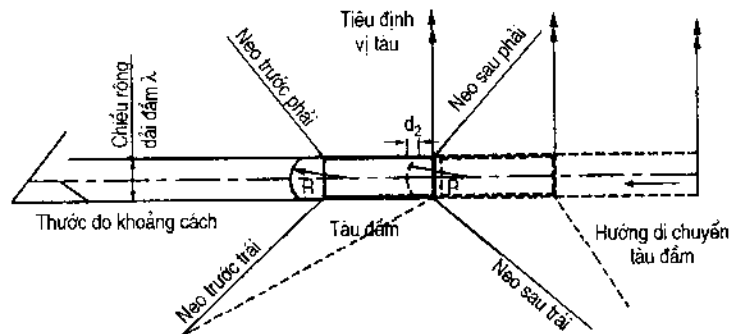
$$S = \frac{\lambda}{2R} \cdot d \quad (3-3)$$

Trong đó các ký hiệu như trên và xem hình 3-15.

Hình 3-13. Dùng máy chỉ góc quay
khống chế vị trí điểm đâm



Hình 3-14. Dùng giá cột tiêu khống chế vị trí điểm đâm
a) Mặt bằng; b) Mặt bên



Hình 3-15. Sơ đồ khống chế di chuyển tàu đâm lớp đệm

3.4.5. Phương pháp di chuyển tàu

Sau mỗi lần đâm xong các điểm ứng với một vị trí đổ tàu, di chuyển tàu theo hình 3-15, có các cách sau:

+ **Cách thứ nhất:** Khi đồng thời neo trái và neo phải thì phía mũi tàu đối xứng hay gần như đối xứng, dùng cách nhả dây neo phía mũi tàu để khống chế di chuyển tàu. Lượng nhả dây neo ΔC tính theo công thức:

$$\Delta C = \frac{0,5d}{\cos \alpha \cdot \cos \beta} \quad (3-4)$$

Trong đó: d là đường kính quả dầm; α là góc giữa hình chiếu bằng của dây neo mũi tàu với trục dọc của tàu, β là góc giữa dây neo mũi tàu với hình chiếu của nó.

+ *Cách thứ hai:* Tại vị trí cách mũi tàu một đoạn nhất định, căng dây đo khoảng cách, dùng dây đo khoảng cách này để khống chế nhả dây neo trái, phải ở mũi tàu để di chuyển tàu. Lượng di chuyển dây đo khoảng cách ΔC tính theo công thức:

$$\Delta C = \frac{0,5d}{\cos\beta} \quad (3-5)$$

Trong đó d và β có ý nghĩa như trên.

+ *Cách thứ ba:* Một đầu dây đo khoảng cách buộc vào trên bờ, một đầu buộc vào tàu, dây ở trạng thái nằm ngang, nhả dây neo mũi tàu để di chuyển tàu với khoảng cách $0,5d$.

+ *Cách thứ tư:* Bố trí thêm tiêu ngắm theo phương ngang tàu, hai bên boong tàu kẻ 2 đường song song với trục dọc tàu và đánh dấu các điểm theo khoảng cách $0,5d$. Lợi dụng 2 đường kẻ song song này, ngắm tiêu phương ngang tàu để khống chế dây neo mũi di chuyển tàu.

Trong bốn cách trên thì cách 1 và 2 do góc α và β không những sai số lớn mà còn thay đổi theo mực nước và vị trí tàu nên độ chính xác di chuyển tàu thấp, cách 3 thì khi dây đo khoảng cách dài, khó khắc phục độ võng, độ chính xác khống chế di chuyển tàu cũng kém, cách 4 chỉ phụ thuộc sai số dụng tiêu theo phương ngang tàu nên dùng cách này để nâng cao chất lượng dầm.

3.4.6. Kiểm định dầm

Sau khi dầm xong cần kiểm định dầm. Khi kiểm định, chọn một đoạn dài không dưới 5m, dầm lại một lần, vết dầm kế tiếp nhau, không chồng quả dầm, độ lún bình quân yêu cầu không vượt quá 3cm. Theo cách này do vị trí điểm đo trước và sau khi dầm kiểm định có sai số, có thể dẫn đến độ lún âm là không hợp lý. Để tránh hiện tượng bất hợp lý này, thường dùng phương pháp kiểm định điểm và thay đổi độ lún bình quân yêu cầu không vượt quá 5cm. Phương pháp kiểm định điểm là trong phạm vi chọn dầm lại, bố trí đều 20 điểm, mỗi điểm trước khi dầm đặt quả dầm lên lớp đệm, đo độ sâu nước (qua dây cầu), sau đó nâng quả dầm lên và dầm lại, dầm xong không nhấc quả dầm lên và đo lại độ sâu nước. Bình quân hiệu số độ sâu sau và trước khi dầm của các điểm này là độ lún bình quân cần tìm.

3.5. San phẳng lớp đệm

Nếu trong quá trình đổ đá tiến hành đo đạc có hệ thống thì có thể làm cho độ cao bình quân phù hợp với cao trình thiết kế, sai số cục bộ không quá $\pm 30\text{cm}$, nhưng độ chính xác như vậy vẫn không đảm bảo đối với nhiều loại công trình, cho nên cần phải tiến hành san phẳng lớp đệm.

Tuỳ theo sai số cho phép giữa cao trình lớp đệm sau khi san phẳng so với cao trình thiết kế, chia công tác san phẳng làm 3 loại:

- San phẳng thô với sai số cho phép không quá $\pm 15\text{cm}$.
- San phẳng kỹ với sai số cho phép không quá $\pm 5\text{cm}$.
- San phẳng rất kỹ với sai số cho phép không quá $\pm 3\text{cm}$.

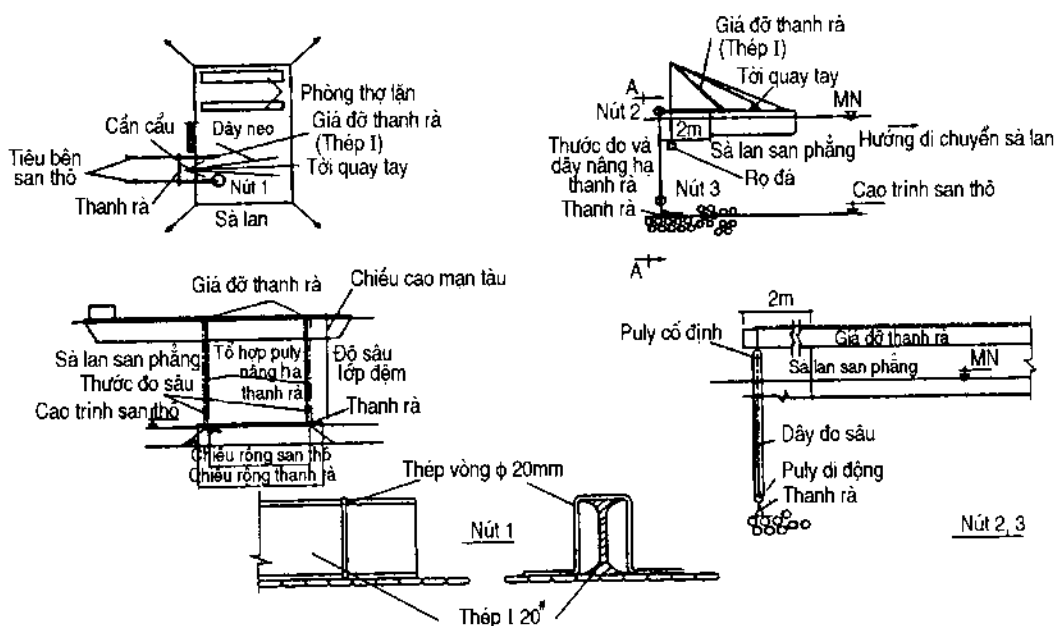
San phẳng lớp đệm theo loại nào là tuỳ theo công trình bên trên. Lớp đệm của công trình bằng thùng chìm, khối xếp yêu cầu phải đạt mức san phẳng rất kỹ. Vai lớp đệm và cơ mái nghiêng có đặt khối bê tông yêu cầu phải đạt mức san phẳng kỹ. Phạm vi san phẳng yêu cầu rộng hơn đáy công trình 0,5m về mỗi phía của đế chân sóng và về phía biển của công trình bến.

Lớp đệm dưới khối bê tông đổ và mái nghiêng không đặt khối bê tông thì chỉ yêu cầu đạt mức san phẳng thô.

3.5.1. San phẳng thô

San phẳng thô có hai cách: Phương pháp dùng phương tiện nổi và phương pháp đóng cọc căng dây.

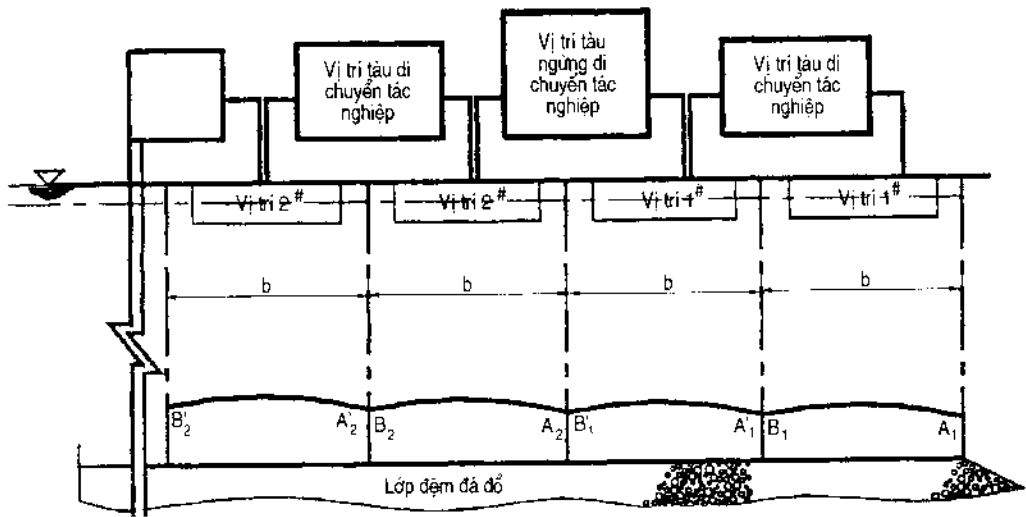
Phương pháp dùng phương tiện nổi như hình 3-16.



Hình 3-16. Dùng sà lan treo thanh gạt san phẳng thô

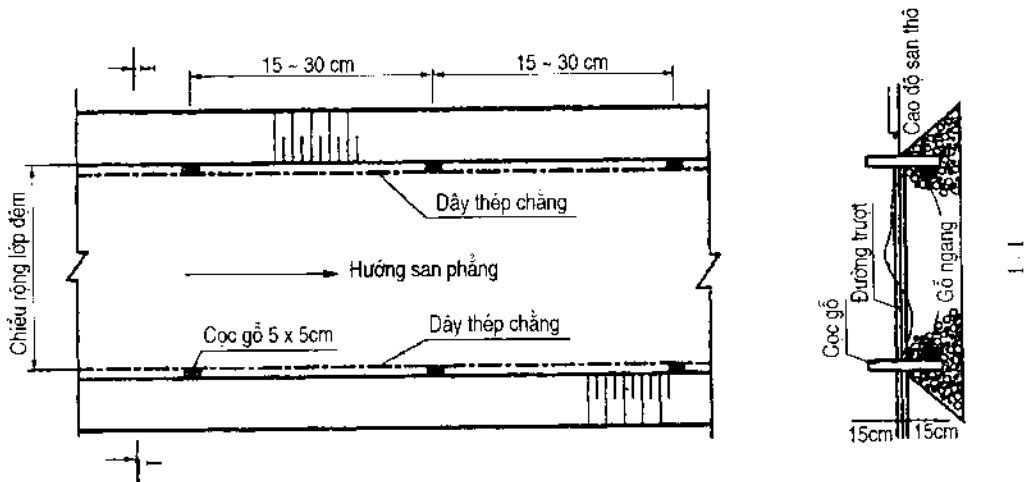
Tàu (sà lan) san phẳng đổ theo phương ngang, dùng puly điều chỉnh độ sâu thanh gạt theo cao trình san phẳng (thanh gạt bằng thanh ray có chiều dài lớn hơn chiều rộng san phẳng), mỗi lần mực nước thay đổi 5cm thì điều chỉnh độ sâu thanh gạt, thợ lặn lấy đáy thanh gạt làm chuẩn tiến hành san phẳng (cao thì lấy bớt, thấp thì bỏ thêm), vừa san phẳng

vừa di chuyển tàu. Nếu lượng đá phải thêm bớt nhiều thì có thể dùng tời treo rọ đá đưa đá lên xuống, sang trái, sang phải. Để tăng tốc độ san phẳng, có thể treo 2 thanh gạt ở hai bên mạn tàu, lúc này phương pháp di chuyển tàu như hình 3-17.



Hình 3-17. Di chuyển tàu khi dùng 2 thanh gạt treo hai bên mạn tàu.

Phương pháp đóng cọc căng dây như hình 3-18. Tại hai bên theo phương dọc lớp đệm ở trên bờ dùng máy kinh vĩ định tuyến, còn trên tàu dùng quả dọi dẫn điểm, cách 15 ÷ 30m đóng một cọc gỗ, dùng thước đo độ sâu đo cao trình san phẳng, mỗi dây cọc dùng dây thép $\phi 8$ đến $\phi 22\text{mm}$ căng theo cao trình san phẳng, giữa hai dây dùng dây thép $\phi 3\text{mm}$ làm dây di động, thợ lặn dựa vào dây di động này để san phẳng (cao thì lấy bớt, thấp thì bỏ thêm), vừa san phẳng vừa di chuyển dây di động. Nếu lượng đá phải thêm bớt nhiều thì có thể dùng tời treo rọ đá đưa đá lên xuống, sang trái, sang phải.



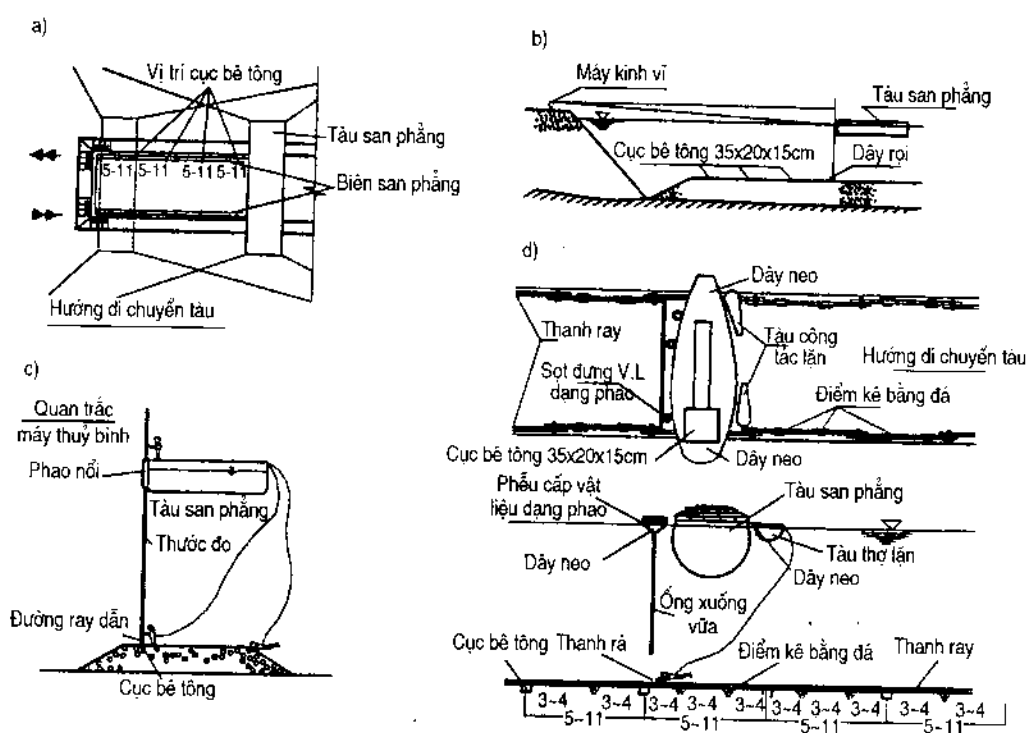
Hình 3-18. Phương pháp đóng cọc căng dây san phẳng thô

Trong hai phương pháp thì phương pháp đóng cọc căng dây tốt hơn, ưu điểm của nó là không bị ảnh hưởng của sóng, dòng chảy, độ chính xác san phẳng cao, nếu khi đổ đá bằng phẳng, không cần thêm bớt đá nhiều, có thể không cần dùng nhiều sà lan, hạ giá thành san phẳng. Tuy nhiên phải thêm một công đoạn là đóng cọc căng dây.

3.5.2. San phẳng kỹ và rất kỹ

San phẳng kỹ và rất kỹ thường dùng phương pháp như hình 3-19. Trong phạm vi cần san phẳng của lớp đệm, ở hai bên theo phương dọc cách $5 \div 11\text{m}$ đặt một cục bê tông nhỏ (kích thước $20 \times 20 \times 20\text{cm}$ hay $35 \times 20 \times 15\text{cm}$) trên đặt đường ray làm đường chuẩn kiểm tra, giữa đường ray và cục bê tông lót các tấm thép dày mỏng khác nhau để đỉnh đường ray khớp đúng cao trình san phẳng, sai số không chế $\pm 1\text{cm}$, dưới đường ray có kê thêm đá để khống chế độ võng của ray không quá 1cm . Tàu san phẳng neo đỗ theo phương ngang, đá để trên tàu, dùng phễu chuyển xuống, thợ lặn dùng thanh ray làm thanh gạt rà trên mặt đường ray chuẩn để san phẳng.

Để không xáo động phần đã san phẳng, tàu san phẳng và thợ lặn đều ở về phía trước theo hướng san phẳng.



Hình 3-19. Dùng thanh ray làm thanh gạt san phẳng kỹ và rất kỹ

a) Bố trí mặt bằng cục bê tông; b) Đo đặt cục bê tông;
c) Đo cao trình đỉnh ray dẫn; d) San phẳng.

CHƯƠNG 4

THI CÔNG CÔNG TRÌNH BẰNG CÁC KHỐI BÊ TÔNG

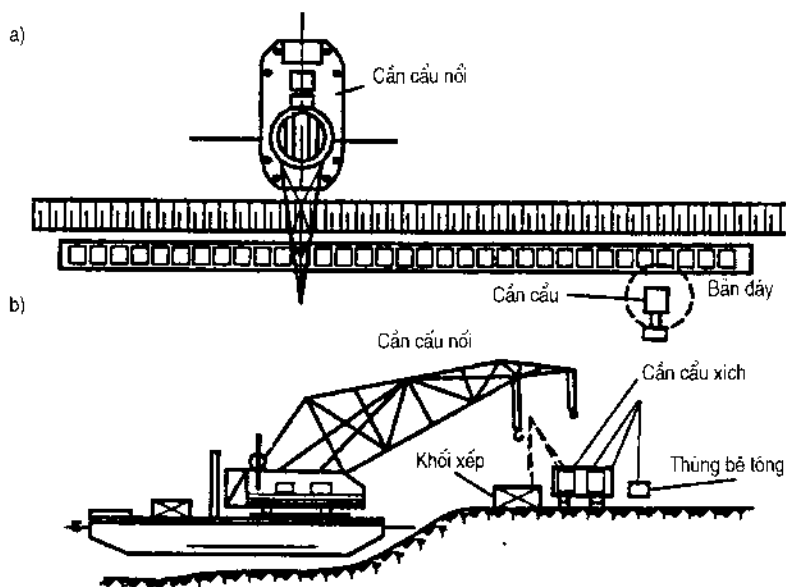
Trong công trình cảng, thường sử dụng rộng rãi các khối bê tông hay bê tông cốt thép đúc sẵn, nhất là ở nơi điều kiện thi công dưới nước có khó khăn. Tùy theo hình dạng và trọng lượng lớn bé, chia khối bê tông trong công trình cảng thành các loại sau:

- *Khối thường*: nặng từ 15 ÷ 100T, dùng để xây hoặc đổ.
- *Khối khổng lồ*: chiều dài của khối bằng chiều rộng công trình, nặng trên 400T.
- *Khối rỗng*: là loại đặc biệt của khối khổng lồ, sau khi xây xong đổ bê tông vào trong.
- *Khối dị dạng*: bên ngoài thành những đường gãy như khối chóp 4 chân.

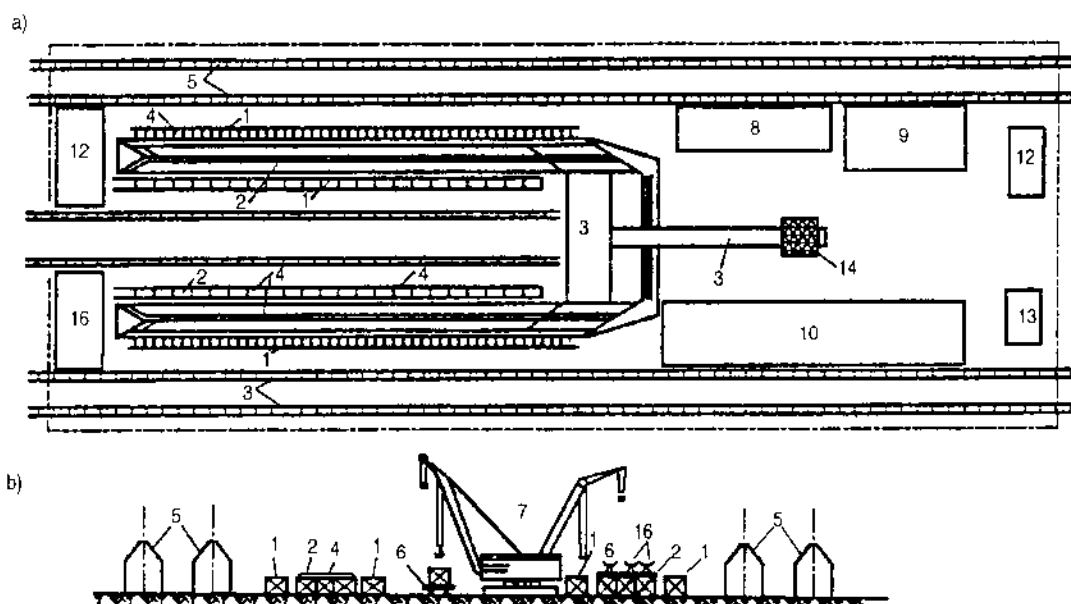
Do trọng lượng của khối rất lớn lại tiến hành lắp ghép dưới nước nên thường phải dùng loại cần cẩu có sức nâng lớn và biện pháp thi công đặc biệt.

4.1. Bãi đúc khối và bố trí mặt bằng bãi đúc khối bê tông

Bố trí bãi đúc khối bê tông dựa vào năng suất và điều kiện công trường. Có thể bố trí bãi dọc bờ, như vậy bãi nằm trong phạm vi hoạt động của cần cẩu nổi, nên không cần di chuyển các khối trong nội bộ bãi (hình 4-1), tuy nhiên do khối rất nặng nên cần chọn nơi bờ ổn định, không sụt lở. Cũng có thể bố trí bãi cách xa bờ và phải vận chuyển khối trong nội bộ bãi (hình 4-2 và hình 4-3). Loại bãi nào cũng có thể dùng để đúc và chứa các khối bê tông.



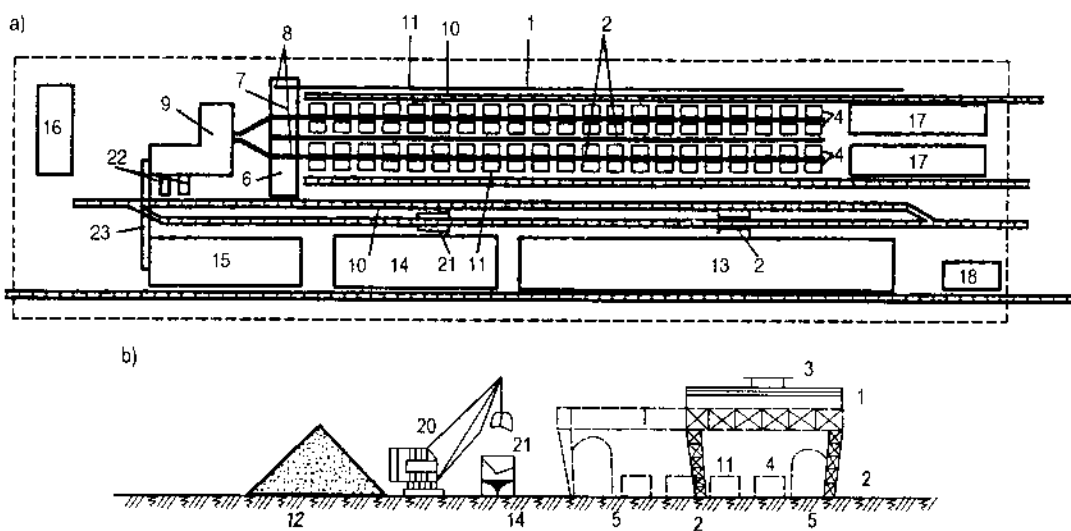
Hình 4-1. Bãi khối xếp nằm trong bán kính hoạt động của cần cẩu nổi
a) Mặt bằng; b) Mặt cắt ngang.



Hình 4-2. Bãi khối xếp có cần cầu xe lửa

a) Mặt bằng; b) Mặt cắt ngang qua cầu tạm;

1. Khối xếp; 2. Cầu tạm; 3. Trạm trộn bê tông; 4. Đường goòng; 5. Đường sắt;
6. Xe chở khối xếp; 7. Cần cầu xe lửa; 8. Kho xi măng; 9. Bãi cát; 10. Bãi đá;
11. Bãi cát chứa, sửa chữa dụng cụ; 12. Nhà làm việc và phòng thí nghiệm;
13. Xưởng rèn; 14. Phễu; 15. Băng chuyển; 16. Xe goòng; 17. Bàn quay; 18. Nền bê tông.



Hình 4-3. Bãi khối xếp có giá long môn

a) Mặt bằng; b) Mặt cắt ngang

1. Giá long môn; 2. Đường ray; 3. Xe tời; 4. Khối xếp; 5. Đường sắt; 6. Hồ; 7. Xe giường;
8. Đường ray chuyển giá long môn; 9. Trạm trộn bê tông; 10. Ống dẫn hơi nóng; 11. Ống cong;
12. Đường sắt; 13. Bãi đá; 14. Bãi cát; 15. Kho xi măng; 16. Nhà làm việc, phòng thí nghiệm;
17. Bãi chứa và tu bổ ván khuôn; 18. Xưởng rèn; 19. Đường goòng chở đá cát; 20. Cần cầu xích;
21. Phễu di chuyển; 22. Phễu cố định; 23. Cầu tạm.

Nếu bãi chỉ dùng để đúc thì sau khi cường độ bê tông đạt $60 \div 70\%$, chuyển các khối sang bãi chứa. Toàn bộ thời gian dưỡng hộ khối bê tông kể cả thời gian đúc cần khoảng 50 ngày mới đưa đi xây được, mà thời gian từ khi bắt đầu đúc tới khi đưa sang bãi chứa khoảng 10 ngày, vì vậy nếu bố trí bãi chứa riêng thì có thể tăng năng suất bãi đúc lên nhiều, nhưng lại phải tăng một khâu vận chuyển khối từ bãi đúc sang bãi chứa, do đó khi khối lượng khối đúc ít thì gộp chung 2 bãi, khi khối lượng nhiều thì nhất thiết phải làm bãi chứa riêng. Để giảm khối lượng khối phải chuyển sang bãi chứa, có thể đúc $2 \div 3$ lớp trong bãi đúc tùy theo độ cao cần cầu và sức chịu tải của nền.

Dựa vào thời gian và tiến độ thi công xây khối và thời gian khởi công đúc khối để xác định năng suất bãi. Thường khởi công đúc khối trước khi khởi công xây lắp 2 tháng để giảm bớt số lượng và tận dụng công suất thiết bị tại bãi đúc. Khi có bãi chứa riêng thì dung lượng của bãi đúc là:

$$V = N(t_1 + t_2); \text{ (khối)} \quad (4-1)$$

Trong đó:

N - Số khối đúc mỗi ngày (khối/ngày);

t_1 - Thời gian quét dọn bãi, dựng ván khuôn và đổ bê tông (2 ngày);

t_2 - Thời gian các khối bê tông sau khi đổ nằm tại bãi đúc ($6 \div 8$ ngày).

Diện tích bãi đúc khi chỉ đúc một lớp:

$$F = kVf; \text{ (m}^2\text{)} \quad (4-2)$$

Trong đó:

f - Diện tích đáy mỗi khối bê tông (m^2);

k - Hệ số xét đến khoảng cách giữa các khối và diện tích do ván khuôn chiếm, thường lấy $k = 1,5$;

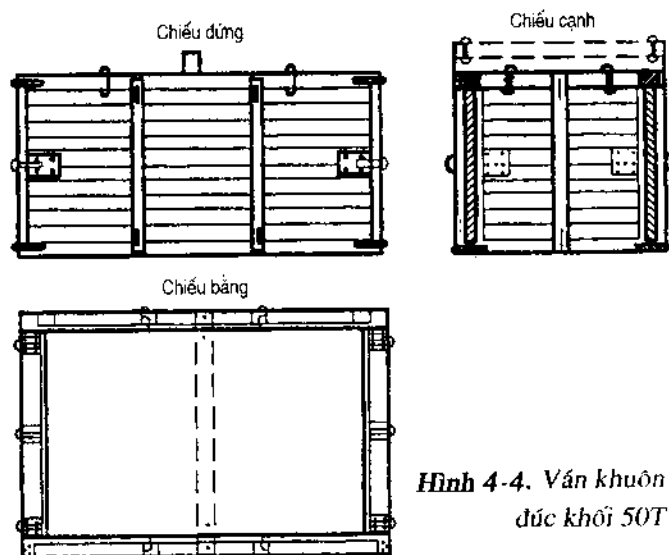
Diện tích toàn bộ bãi đúc kể cả đường cần cầu, trạm bê tông, kho bãi vật liệu và nhà cửa:

$$F_1 = (10 \div 12)Vf; \text{ (m}^2\text{)} \quad (4-5)$$

Bãi đúc dọc bờ, nằm trong phạm vi bán kính hoạt động của cần cầu nổi bằng khoảng $1/2$ diện tích nói trên.

Nếu đúc khối thành 2 lớp thì khi bê tông lớp dưới đạt 25% cường độ là có thể đổ bê tông lớp trên, diện tích bãi có thể giảm $1/3$. Trong bãi chứa, các khối được xếp làm $2 \div 3$ lớp, khi các khối đổ đạt ngay trên đất nếu nền yếu thì đệm $25 \div 30\text{cm}$ cát sỏi.

Dung lượng bãi chứa:



Hình 4-4. Ván khuôn
đúc khối 50T

$$W = N.t + M; \text{ (khối)} \quad (4-6)$$

Trong đó:

N - Năng suất đúc khối hoặc năng suất xây khối mỗi ngày (lấy số lớn);

t - Thời gian dưỡng hộ trong bãi chứa (ngày);

M - Số khối dự trữ để công tác xây khối không bị gián đoạn;

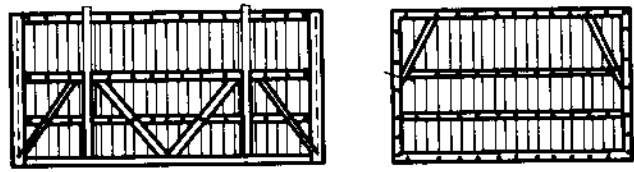
Diện tích bãi chứa không kể đường vận chuyển:

$$\text{Khi đổ 1 lớp:} \quad F_2 = (1,3 \div 1,4)Wf; \text{ (m}^2\text{)} \quad (4-7)$$

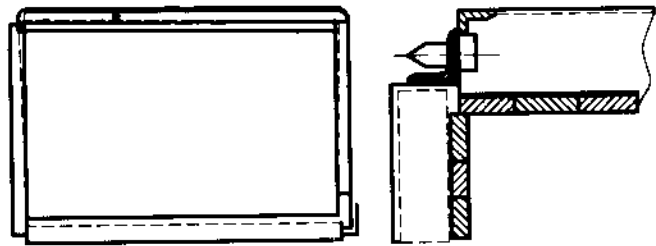
$$\text{Khi đổ 2 lớp:} \quad F_2 = (0,7 \div 0,75)Wf; \text{ (m}^2\text{)} \quad (4-8)$$

4.2. Đúc khối bê tông thường và khối dè hình

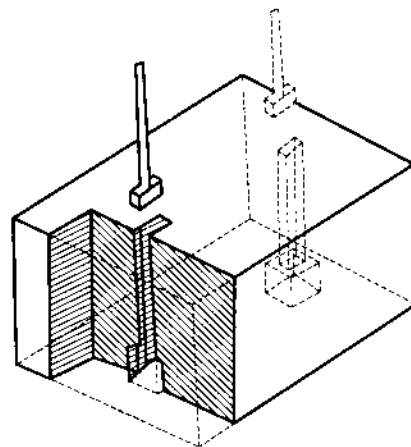
Trình tự đúc khối bê tông gồm các công tác ván khuôn, đổ bê tông và dưỡng hộ bê tông kể cả công tác bơm trộn và vận chuyển, đầm bê tông.



Đúc khối bê tông thường dùng ván khuôn vĩnh cửu lắp ghép (không có đáy) bằng gỗ, thép hay hỗn hợp gỗ và thép. Hình 4-4 là ván khuôn gỗ đúc khối 50T. Ván khuôn thép có thể dùng để đúc khối nặng trên 50T, bảo đảm được kích thước chính xác và dùng được lâu nhưng giá thành cao. Đúc bê tông các khối dè dạng có đường viền là đường cong như Tetrapod, Dolos... đều dùng ván khuôn thép, hoặc ván khuôn hỗn hợp thép gỗ (chủ yếu dùng để đúc khối 50T, có thể dùng trên 50 lần). Hình 4-5 là ví dụ ván khuôn hỗn hợp dùng để đúc khối $5,0 \times 3,2 \times 2,5\text{m}$ nặng khoảng 100T.



Hình 4-5. Ván khuôn hỗn hợp đúc khối 100T



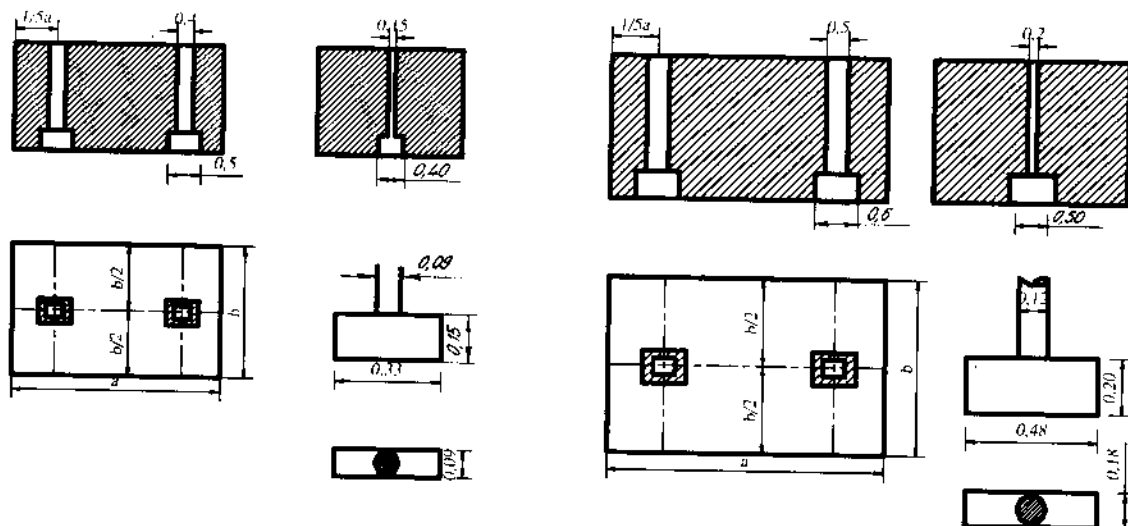
Hình 4-6. Lỗ cầu trong khối xếp

Trước khi đổ bê tông, cần phải chèn lỗ cầu để sau này dùng móc chữ T cầu và vận chuyển khối, hình 4-6 là sơ đồ lỗ cầu và móc

cầu chữ T, hình 4-7 là chi tiết kích thước lỗ cầu và móc cầu, hình 4-8 là ví dụ ván khuôn lỗ cầu, phải đảm bảo trơn và chắc chắn để không bị gãy khi rút ra khỏi khối. Sau khi đổ bê tông khoảng 7 ÷ 10 giờ, nhấc nhẹ ván khuôn lỗ cầu lên từ 3 ÷ 5cm để sau này dễ rút.

Khi đổ bê tông xong, đánh dấu lên mặt khối số thứ tự khối, ngày tháng đúc, loại khối... và khi dỡ ván khuôn ghi thêm vào mặt bên của khối.

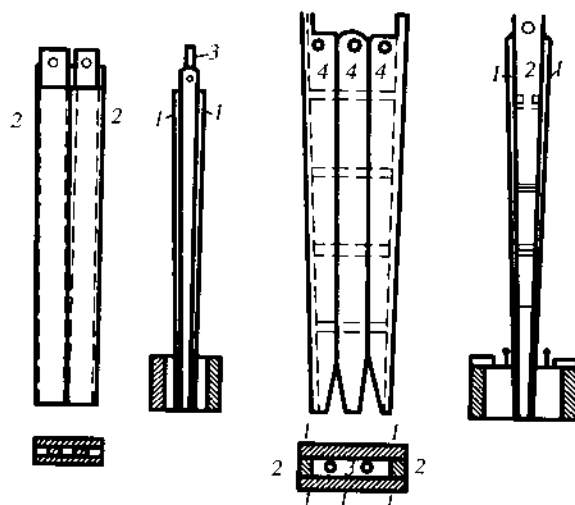
Trong thời gian 10 ÷ 12 ngày đầu phải tiến hành tưới nước liên tục. Khi bê tông đạt 25% cường độ có thể dỡ ván khuôn, đạt 60 ÷ 70 cường độ có thể chuyển sang bãi chứa.



Hình 4-7. Chi tiết lỗ cầu và móc cầu

Hình 4-8. Ván khuôn làm lỗ cầu

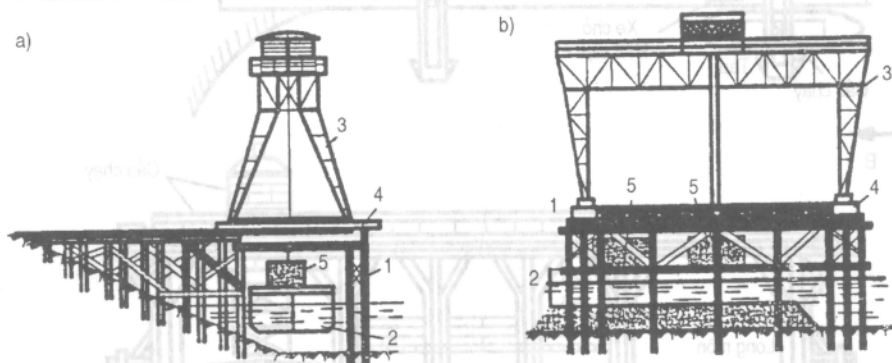
- a) Cho khối 50T;
b) Cho khối 100T;
1, 2. Ván khuôn;
3. Gỗ chống; 4. Gỗ ngàm.



4.3. Vận chuyển khối bê tông

Vận chuyển khối bê tông trên bờ thường dùng giá cầu, đầu máy và các toa xe triển. Giá cầu thường có sức cầu 25 ÷ 150T, khẩu độ 10 ÷ 15m, phía dưới giá cầu có thể bố trí 2 dãy khối và một đường tàu hoả.

Vận chuyển khối bê tông dưới nước dùng cần cẩu và sà lan. Người ta thường dùng cần cẩu nổi để cẩu khối từ các toa xe xuống sà lan, như vậy phải lấy cần cẩu nổi xây khối để làm nhiệm vụ trung chuyển này hoặc phải có thêm cần cẩu nổi khác. Khi khối lượng khối bê tông trung chuyển nhiều, tốt nhất dùng thiết bị trung chuyển trên bờ. Hình 4-9 dùng giá cầu di động trên cầu tàu để chuyển khối, là thiết bị trung chuyển đơn giản nhất.



Hình 4-9. Dùng giá long môn di động trên cần trục di chuyển khối xếp
a) Nhìn ngang; b) Nhìn chính diện.

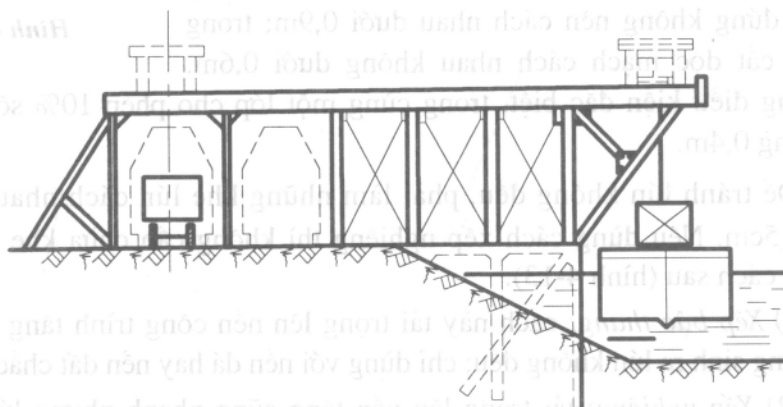
1. Cầu phía ngoài; 2. Tàu; 3. Giá long môn di động; 4. Dầm đường ray; 5. Khối bê tông.

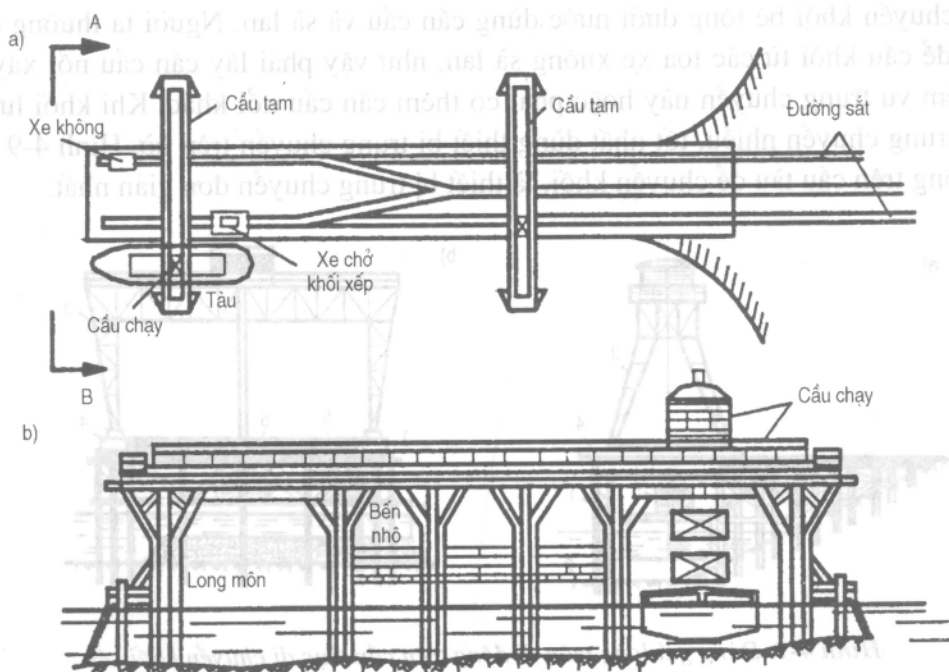
Hình 4-10 là thiết bị trung chuyển kiểu công xôn.

Hình 4-11 là giá cầu cố định có 2 giá cầu và 3 đường ray.

Vận chuyển khối phải có thiết bị treo móc. Loại khối nhẹ thì làm những móc cẩu như móc cẩu cầu cọc. Loại khối nặng dưới 50T thường dùng móc cẩu mở tự động như hình 4-12, dây xích 1 bố lấy khối và móc vào móc tự động 2, khi kéo dây 3, dây xích sẽ tự động mở ra và khối rơi xuống. Loại khối xây nặng 10 ÷ 100T thường dùng móc chữ T, cho vào lỗ xoay ngang 90° đầu chữ T sẽ móc chặt lấy khối, xây xong lại xoay ngang trở lại và rút móc ra (nếu khối nặng trên 40T thì phải đệm thép ở mặt tiếp xúc để tránh ép vỡ bê tông). Loại khối nặng trên 100T thì thiết bị treo móc phải thiết kế riêng.

Hình 4-10. Giá công xôn
chuyển khối xếp





Hình 4-11. Dùng giá long môn cố định di chuyển khối xếp

a) Mặt bằng; b) Nhìn theo AB.

4.4. Xếp khối bê tông

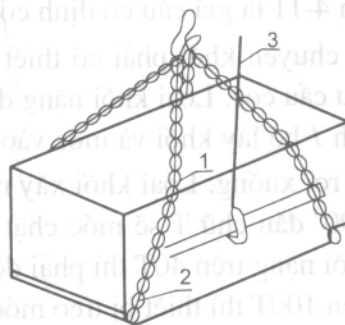
Xếp khối bê tông có nhiều cách xếp nhưng không ngoài 2 loại: xếp đứng và xếp nghiêng. Khối thường xếp đứng phải tuân theo nguyên tắc xếp xen kẽ cả về chiều dọc và chiều ngang. Khối rỗng và khối không lỗ thì chỉ cần xếp xen kẽ theo chiều dọc còn theo chiều ngang thì chiều dài khối bằng chiều rộng công trình.

Trong mặt cắt ngang, mạch của khối thường xếp đứng không nên cách nhau dưới 0,9m; trong mặt cắt dọc mạch cách nhau không dưới 0,6m. Trong điều kiện đặc biệt, trong cùng một lớp cho phép 10% số mạch giảm khoảng cách xuống 0,4m.

Để tránh lún không đều, phải làm những khe lún cách nhau $20 \div 40\text{m}$, khe lún rộng $3 \div 5\text{cm}$. Nếu dùng cách xếp nghiêng thì không cần chừa khe lún. Trình tự xếp khối có mấy cách sau (hình 4-13):

1) *Xếp bậc thang*: cách này tải trọng lên nền công trình tăng nhanh nên dễ đổ bất ngờ, thường sinh ra lún không đều; chỉ dùng với nền đá hay nền đất chắc, lớp đệm không dày lắm.

2) *Xếp nghiêng*: tải trọng lên nền tăng cũng nhanh nhưng lún không đều không nguy hiểm lắm, có thể dùng khi lớp đệm dày và đất chắc vừa.



Hình 4-12. Móc mở tự động

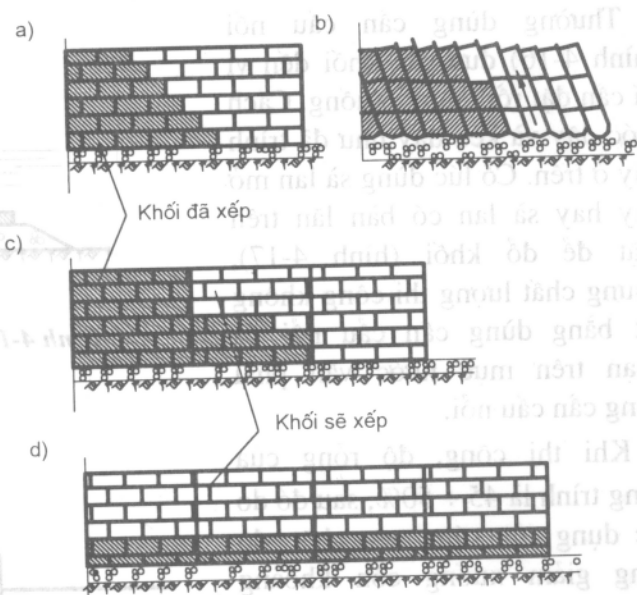
3) *Xếp theo đoạn*: giữa 2 khe lún xếp từng lớp một. Tải trọng lên nền tăng chậm hơn 2 loại trên nhưng vẫn còn nhanh, nguy hiểm, gây đổ bất ngờ ít hơn nhưng lún không đều vẫn như trên nên cũng chỉ dùng khi nền đất chắc và chiều dày lớp đệm không lớn.

Ba cách trên có thể dùng cần cẩu trên bờ xếp dần từ bờ ra (hình 4-14), so với sử dụng cần cẩu nổi thì có thể tăng năng suất 60 ÷ 70%, lại có thể thi công khi sóng tới cấp 3 ÷ 4, nên nếu điều kiện địa chất cho phép thì đó là phương pháp thi công có lợi nhất đối với những công trình nối liền với bờ.

4) *Xếp theo lớp*: xếp dần từng lớp một trên suốt cả chiều dài công trình hay trên một đoạn dài trên 100m. Theo cách này, tải trọng lên nền tăng đều nên thích hợp với nền chắc vừa và nền mềm, lớp đệm đáy dày. Xếp theo cách này phải dùng cần cẩu nổi. Khi xếp khối phải đặc biệt chú ý lớp dưới cùng vì nó là cơ sở cho những lớp trên xếp đúng hay không. Bắt đầu xếp từ khe lún hay từ các công trình bên cạnh. Trên mặt bằng, trình tự xếp khối nên như hình 4-15, tận dụng cho mỗi khối có ít nhất 2 mặt tiếp xúc với khối đã xếp xong để tăng tốc độ thi công và đạt độ chính xác cao.

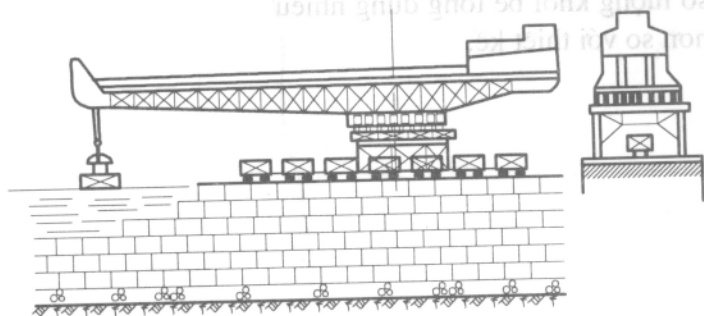
4.5. Đổ khối bê tông

Sau khi kiểm tra và san phẳng lớp đệm, tiến hành định vị khối ở trên biên (các lớp này dùng để giữ chân và giữ cho các khối ở trên không bị đổ khi thi công) và dựng khung định vị mặt cắt công trình.



Hình 4-13. Trình tự xếp khối

a) Xếp theo bậc thang; b) Xếp nghiêng;
c) Xếp theo phân đoạn; d) Xếp theo lớp.



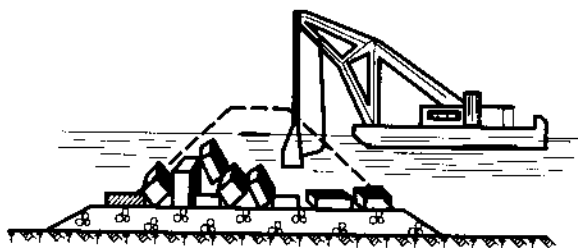
Hình 4-14. Dùng cần cẩu xếp dần từ bờ ra ngoài



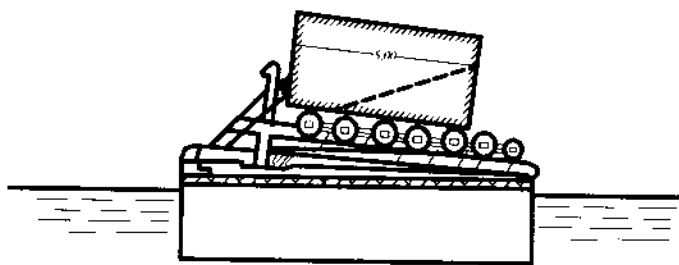
Hình 4-15. Trình tự xếp khối trên cùng một lớp

Thường dùng cần cẩu nổi (hình 4-16) đưa các khối đến vị trí cần đặt rồi thả nó xuống. Cách móc dây và kéo dây như đã trình bày ở trên. Có lúc dùng sà lan mở đáy hay sà lan có bàn lặn trên mặt để đổ khối (hình 4-17), nhưng chất lượng thi công không tốt bằng dùng cần cẩu nổi và đoạn trên mực nước vẫn phải dùng cần cẩu nổi.

Khi thi công, độ rỗng của công trình là $45 \div 50\%$, sau đó do tác dụng của sóng nén chặt, độ rỗng giảm xuống còn khoảng 40%. Ngoài ra do đất nền bị lún, nên sau khi công trình đã lún mà còn nén chặt thì phải tiếp tục đổ thêm khối bê tông và trên thực tế số lượng khối bê tông dùng nhiều hơn so với thiết kế.



Hình 4-16. Dùng cần cẩu nổi thả khối bê tông



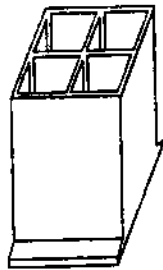
Hình 4-17. Sà lan chuyên thả khối bê tông

CHƯƠNG 5

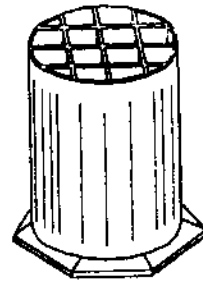
THI CÔNG CÔNG TRÌNH BẰNG THÙNG CHÌM

Trong công trình cảng, khi xây dựng công trình bến trọng lực và dè chắn sóng tường đứng, phần nhiều sử dụng kết cấu loại thùng chìm. So với công trình bằng khối xếp thì công trình bằng thùng chìm có tính tổng thể cao, tốc độ xây dựng nhanh và hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao. Công trình cảng ngày càng có xu hướng phát triển ra nơi nước sâu, việc sử dụng thùng chìm kích thước lớn, cao đến 10 ÷ 20m, nặng đến 1600 ÷ 6000T để thi công các công trình này thể hiện ưu điểm càng rõ rệt.

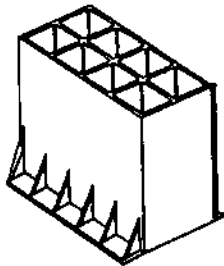
Để thoả mãn các yêu cầu sử dụng, thùng chìm có nhiều loại: tròn, chữ nhật, một ô, nhiều ô, có chân đế, không có chân đế, có lỗ, không có lỗ. Hình 5-1 là ví dụ một số loại thùng chìm điển hình.



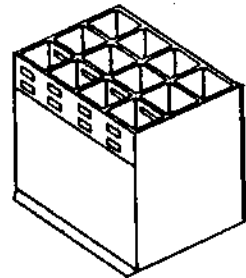
Thùng vuông có chân đế



Thùng tròn có chân đế



Thùng chữ nhật có chân đế
và có sườn



Thùng vuông có chân đế
và buống tiêu năng

Hình 5-1. Các loại thùng chìm điển hình

Đặc điểm của thùng chìm là ngay khi chưa lấp đất, đá vào trong lòng thùng thì trọng lượng bản thân thùng cũng đã rất lớn, do đó chế tạo, vận chuyển và lắp đặt rất phức tạp. Có nhiều phương pháp thi công khác nhau, quyết định bởi khối lượng công trình và điều kiện địa phương.

Trình tự thi công gồm các bước như chế tạo, di chuyển, hạ thủy, vận chuyển, lắp đặt và lắp thùng.

Lớp đệm đá của thùng chìm phải san phẳng ở mức rất kỹ, sai số không quá $\pm 3\text{cm}$. Chất lượng thi công lớp đệm ảnh hưởng trực tiếp đến độ lún và ổn định của thùng, cho nên cần phải đặc biệt chú ý khâu công tác này.

5.1. Các phương thức chế tạo thùng chìm

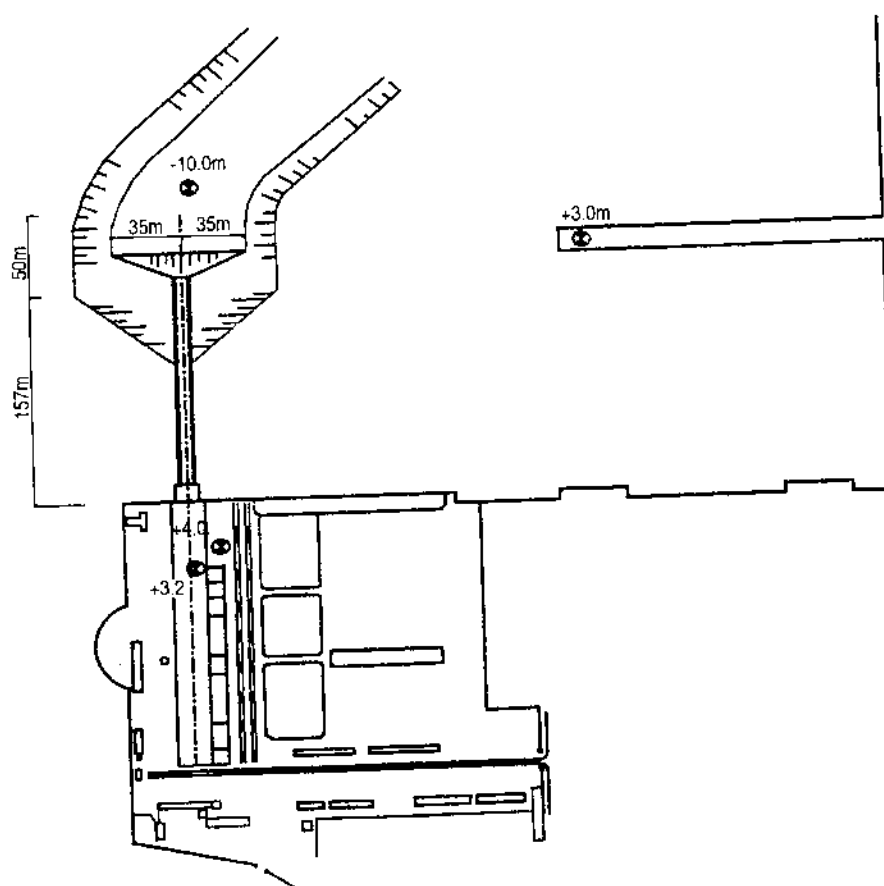
Có nhiều phương thức chế tạo thùng chìm, theo cách chế tạo và hạ thủy thùng quy về một số dạng sau:

5.1.1. Phương thức dùng đường triển

a) Phương thức di chuyển thùng

Theo phương thức di chuyển thùng có :

- + Đường triển di chuyển ngang - dọc (hình 5-2).



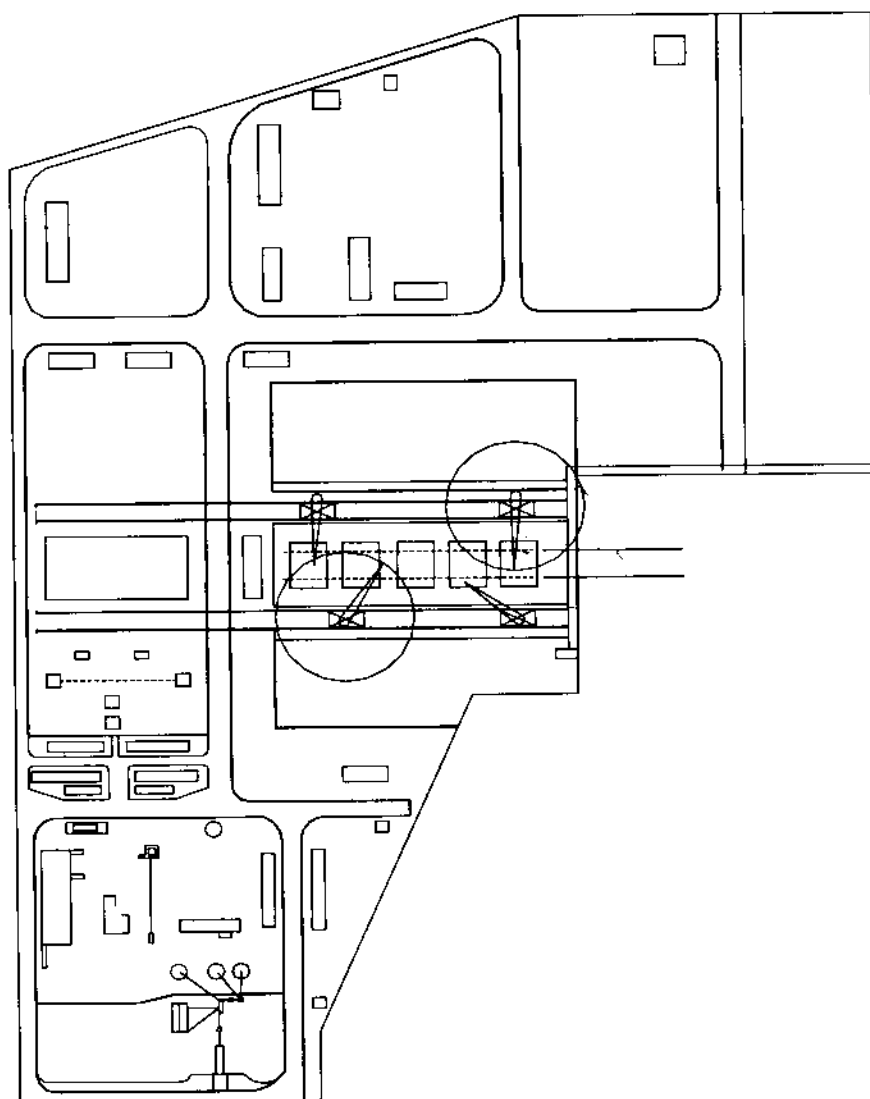
Hình 5-2. Bố trí mặt bằng bãi dúc thùng chìm loại di chuyển ngang - dọc

Bệ đúc thùng bố trí ở một phía hay ở cả hai phía đường triển, khi hạ thủy dùng xe di chuyển ngang chở thùng đưa sang đường triển rồi dùng xe di chuyển dọc (đổi xe) chở thùng đưa xuống nước.

Phương thức này, bệ đúc thùng có thể quay vòng kịp thời nhưng kinh phí thiết bị cao.

+ Đường triển di chuyển dọc (hình 5-3).

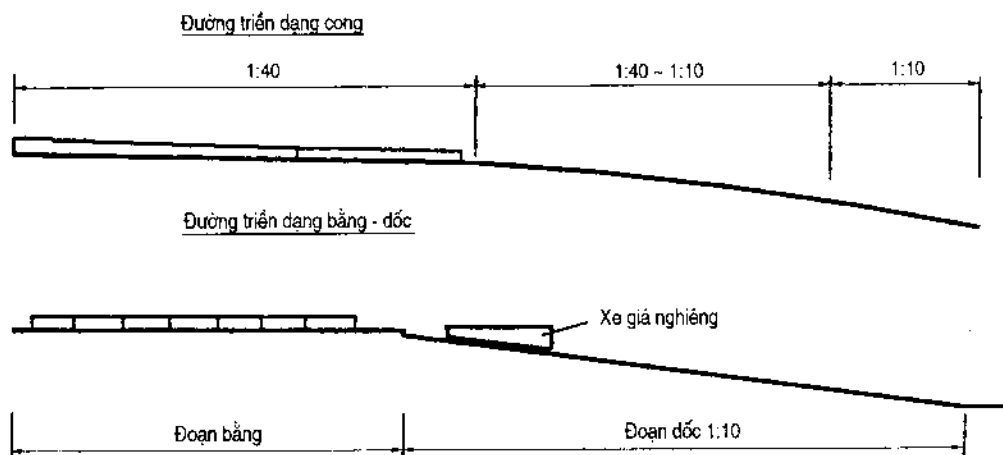
Bệ đúc thùng bố trí liên tục dọc ở đường triển, thùng chìm đúc và hạ thủy thành từng nhóm, bệ không thể quay vòng kịp thời. Khi hạ thủy không cần di chuyển ngang mà xe trực tiếp đưa thùng di chuyển dọc xuống nước, chỉ cần xe di chuyển dọc, kinh phí thiết bị thấp.



Hình 5-3. Bố trí mặt bằng bãi đúc thùng chìm loại di chuyển dọc

b) *Dạng đường triển*: Theo mặt cắt dọc đường triển (hình 5-4) có:

+ Đường triển cong (độ dốc thay đổi) gồm đoạn thoải $i = 1:40$, đoạn có i thay đổi từ $1:40 \div 1:10$ và đoạn dốc $i = 1:10$. Bệ đúc thùng bố trí trong phạm vi đoạn thoải $i = 1:40$, đỉnh bệ không cùng một cao trình mà thành bậc thang, cao trình giảm dần theo độ dốc đường triển.



Hình 5-4. Các dạng đường triển

+ Đường triển hai độ dốc: Gồm đoạn bằng ($i = 0$) và đoạn mái nghiêng tạo nơi tiếp giáp có bậc với độ chênh cao bằng chiều cao phía giáp bờ của xe giá nghiêng. Các bệ đúc thùng cùng nằm trên một cao trình. Độ dốc của đoạn mái nghiêng thường lấy bằng $1:10$.

c) *Nền móng đường triển*: Kết cấu nền móng đường triển tùy thuộc tình hình địa chất và tải trọng. Khi đất nền tốt, tải trọng bé có thể dùng tà vẹt trên nền đá dăm hay nền thiên nhiên. Khi nền đất yếu, tải trọng lớn dùng dầm đường ray bê tông cốt thép trên nền cọc.

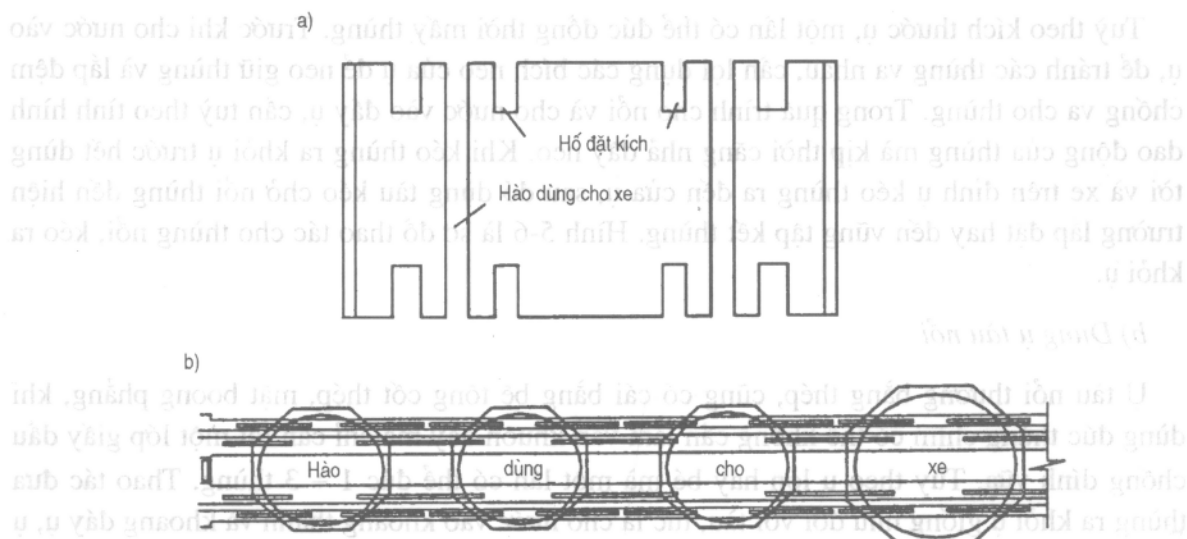
Ngoài việc thiết kế nền móng đường triển, còn phải thiết kế nền móng bệ đặt kích thùng để đẩy xe hay đưa xe vào hạ thùng lên xe.

d) *Bệ đúc thùng*: Do thùng tương đối nặng, yêu cầu sức chịu tải của bệ đúc lớn, nói chung đều dùng kết cấu bê tông hoặc bê tông cốt thép. Kích thước mặt bằng của bệ có quan hệ với kích thước mặt bằng đáy thùng, chiều rộng cần thiết để buộc cốt thép và chống giữ ván khuôn.

Mỗi bệ gồm có mặt bệ, hố đặt kích và đường hào cho xe (hình 5-5).

Tùy theo trọng lượng, hình dạng và kích thước mặt bằng thùng cũng như loại kích, có thể bố trí $4 \div 8$ hố đặt kích.

Khoảng cách giữa hai đường hào dùng cho xe có quan hệ với kích thước các loại thùng đúc trên bệ, không lớn hơn khoảng cách hai tường ngoài của thùng nhỏ nhất và không nhỏ hơn một nửa khoảng cách 2 tường ngoài của thùng lớn nhất. Chiều rộng hào lớn hơn xe $10 \div 20\text{cm}$. Chiều sâu hào cần bảo đảm sau khi dùng kích nâng thùng khoảng $5 \div 10\text{cm}$, rút tấm đệm miệng hào thì có thể đưa xe vào hào.



Hình 5-5. Mặt bằng bể đúc thùng chìm

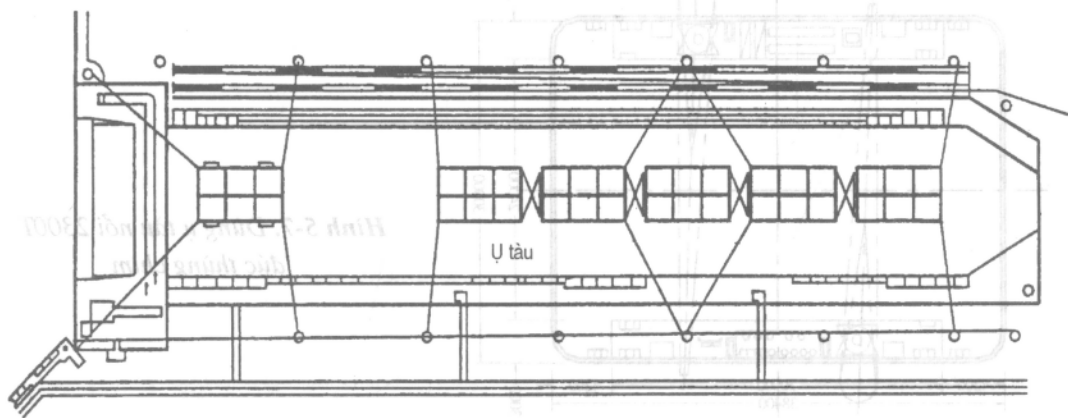
a) Phương thức di chuyển ngang - dọc; b) Phương thức di chuyển dọc

5.1.2. Phương thức dùng ụ tàu

Khi số lượng thùng không lớn, gần hiện trường không có bãi đúc thùng hoặc do cự ly chở nổi thùng từ bãi đúc đến hiện trường quá lớn, không kinh tế và không an toàn mà gần đó có ụ tàu cho thuê thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật chế tạo và kéo chở thùng, để giảm đầu tư thiết bị thì có thể dùng phương thức đúc thùng chìm trong ụ tàu.

a) Dùng ụ tàu khô

Bản đáy ụ tàu khô có độ dốc thoát nước theo phương ngang và phương dọc ụ nên cần kê ván khuôn đáy lên bản đáy ụ. Cần có giải pháp giảm lực hút chân không và lực dính khi cho nổi thùng và cần neo giữ gỗ ván khuôn đáy để tránh gỗ nổi lên theo thùng. Để khắc phục các lực phụ gia như lực dính, lực hút chân không, lực quán tính, thường cho nước vào ụ sâu hơn $10 \div 20\text{cm}$ so với mức nước nổi tính toán của thùng. Nếu theo tính toán, cần phải gia tải thùng để đảm bảo ổn định chở nổi thì tiến hành gia tải trước khi cho thùng nổi.



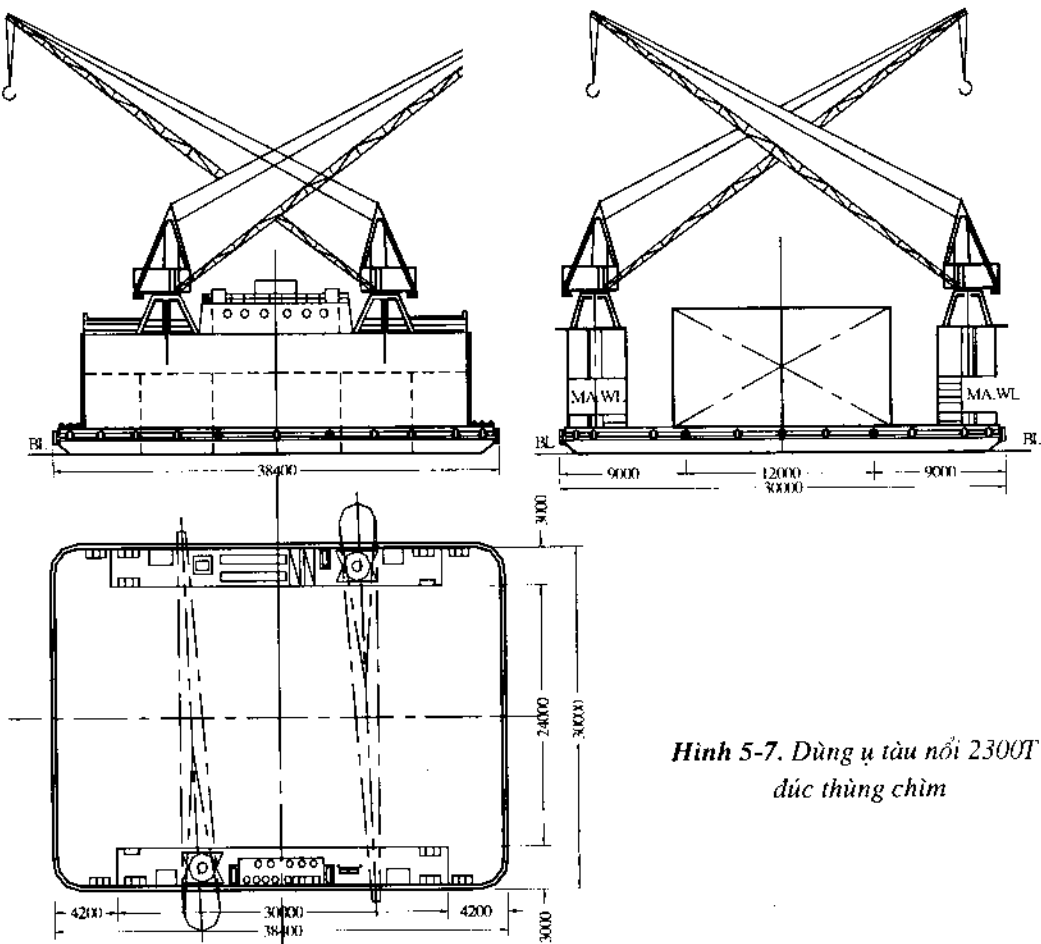
Hình 5-6. Sơ đồ cho thùng nổi rời ụ

Tùy theo kích thước ụ, một lần có thể đúc đồng thời mấy thùng. Trước khi cho nước vào ụ, để tránh các thùng va nhau, cần lợi dụng các bích neo của ụ để neo giữ thùng và lắp đệm chống va cho thùng. Trong quá trình cho nổi và cho nước vào đầy ụ, cần tùy theo tình hình dao động của thùng mà kịp thời căng nhả dây neo. Khi kéo thùng ra khỏi ụ trước hết dùng tời và xe trên đỉnh ụ kéo thùng ra đến cửa ụ, sau đó dùng tàu kéo chở nổi thùng đến hiện trường lắp đặt hay đến vũng tập kết thùng. Hình 5-6 là sơ đồ thao tác cho thùng nổi, kéo ra khỏi ụ.

b) Dùng ụ tàu nổi

Ụ tàu nổi thường bằng thép, cũng có cái bằng bê tông cốt thép, mặt boong phẳng, khi dùng đúc thùng chìm có thể không cần làm ván khuôn đáy mà chỉ cần lót một lớp giấy dầu chống dính vữa. Tùy theo ụ lớn hay bé mà một lần có thể đúc 1 ÷ 3 thùng. Thao tác đưa thùng ra khỏi ụ giống như đối với tàu, tức là cho nước vào khoang thành và khoang đáy ụ, ụ chìm xuống thùng nổi lên và kéo thùng ra khỏi ụ.

Hình 5-7 là một ví dụ dùng ụ tàu nổi đúc thùng chìm.

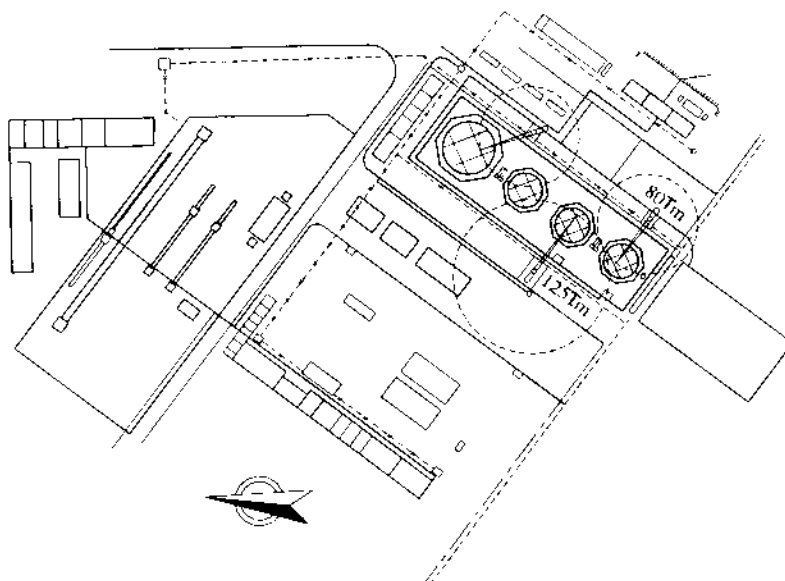


*Hình 5-7. Dùng ụ tàu nổi 2300T
đúc thùng chìm*

5.1.3. Phương thức hỗn hợp

a) Dùng bãi đúc xe di chuyển ngang, dọc hoặc xe di chuyển dọc kết hợp ụ nổi

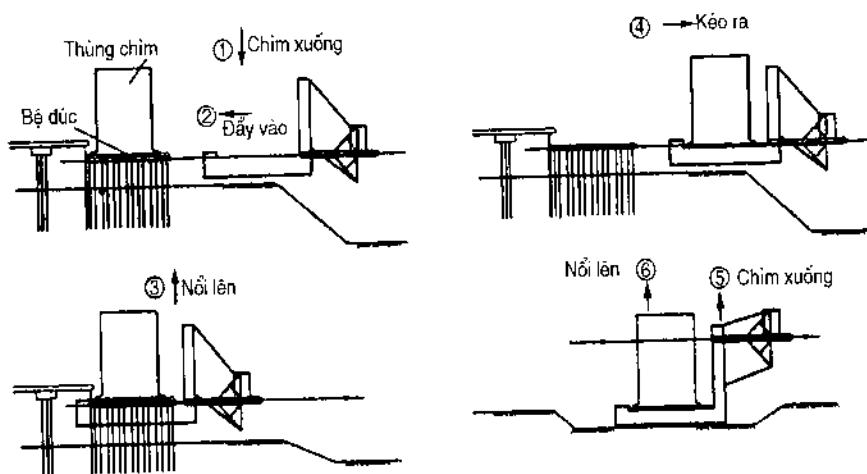
Thùng chìm vẫn đúc trên bãi, ụ nổi thay thế cho đường triển nghiêng và xe giá nghiêng. Trên mặt boong ụ cần đặt đường ray cho xe giá bằng (hay xe trượt lăn). Khi cho nước vào khoang ụ, ụ chìm xuống thì đường ray trên mặt boong và đường ray trên bãi phải cùng một cao trình. Hình 5-8 là một ví dụ bố trí mặt bằng đúc thùng chìm bằng phương thức hỗn hợp.



Hình 5-8. Bố trí mặt bằng đúc thùng chìm bằng phương thức kết hợp bãi đúc và ụ nổi

b) Dùng cầu tàu răng lược kết hợp với ụ nổi dạng chữ L

Phương thức dùng cầu tàu răng lược kết hợp với ụ nổi dạng chữ L đúc thùng và quá trình đưa thùng chìm xuống nước như hình 5-9.



Hình 5-9. Quá trình đưa thùng ra khỏi cầu tàu và cho nổi thùng

Thùng chìm sau khi đúc trên cầu tàu răng lược, dùng ụ nổi chở cả thùng chìm cùng với ván khuôn đáy đưa xuống nước. Sau khi dùng tàu kéo thùng ra khỏi ụ, ụ lại đưa ván khuôn đáy về đặt vào chỗ cũ.

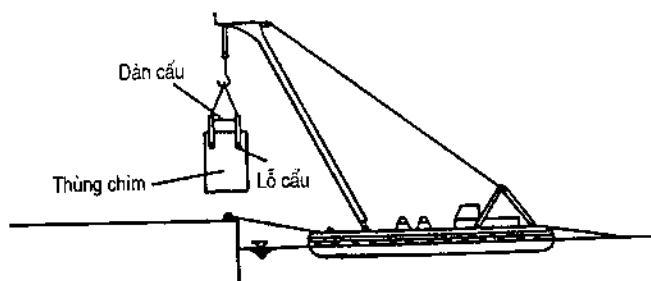
5.1.4. Phương thức dùng cầu nổi

Thùng chìm được đúc thành dãy dọc trên bờ, dùng cần cẩu nổi cầu thùng đưa xuống nước, xem hình 5-10.

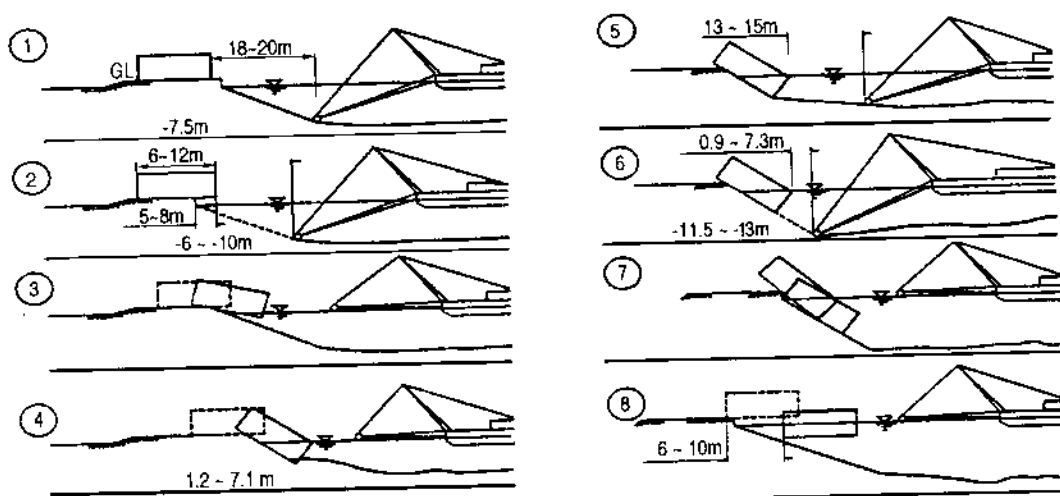
5.1.5. Phương thức đào xói đáy

Phương thức đào xói đáy là đúc thùng trên bờ đất cát, dùng tàu nạo vét xói dần đất dưới thùng làm cho thùng tuột dần xuống nước và nổi lên như sơ đồ hình 5-11.

Khi chất đất phù hợp, số thùng ít và đúc một lần thì dùng phương thức này là kinh tế.



Hình 5-10. Cần cẩu cầu thùng đưa xuống nước



Hình 5-11. Quá trình xói đất cho thùng chìm tuột xuống nước và nổi lên.

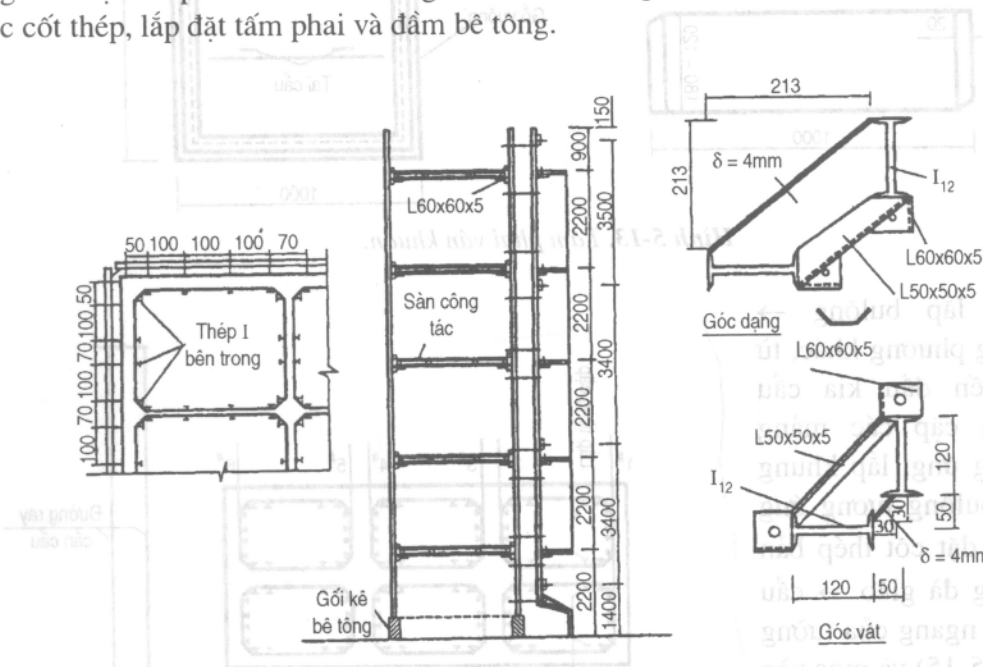
5.2. Công nghệ chế tạo thùng chìm

5.2.1. Phương pháp dùng ván khuôn lắp ghép

a) Cấu tạo kết cấu ván khuôn

Theo phương pháp này, ván khuôn có dạng cửa phao như hình 5-12. Đó là một kết cấu không gian ổn định, gồm thép I, bu lông và gỗ. Thép I bố trí thành cặp có khoảng cách giữa

hai thanh trong cùng một cặp bằng chiều dày tường vách thùng, được khống chế bằng ống PVC hay ống bằng vữa xi măng cát luồn qua bu lông liên kết hai thanh. Khoảng cách giữa các cặp thép I bằng chiều dày bụng thép I cộng chiều dày tấm phai và có độ dự trữ nhất định. Dây thép I bên ngoài tựa trực tiếp lên ván khuôn đáy, dây thép I bên trong tựa lên những gối bằng bê tông, chiều cao gối bằng chiều dày bản đáy. Dọc theo các thanh thép I, khoan lỗ cách nhau khoảng 2m để luồn bu lông liên kết. Trên cánh của thép I hàn thép L ngắn để làm chỗ tựa cho gối nẹp ván khuôn và làm đà giáo, sàn công tác. Sàn trên đỉnh dùng để nhận và phân vữa đổ bê tông cho các ô thùng, sàn các tầng dưới dùng để làm nơi buộc cốt thép, lắp đặt tấm phai và đầm bê tông.

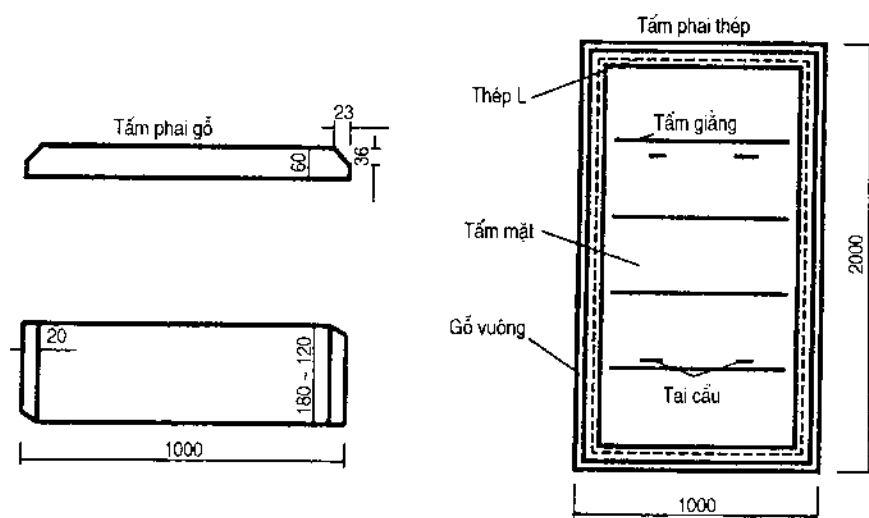


Hình 5-12. Kết cấu ván khuôn dạng cửa phai

Chiều dày tấm phai, số hiệu thép I, đường kính bulông, khoảng cách bulông đều xác định bằng tính toán dựa trên áp lực ngang của vữa bê tông. Tấm phai ván khuôn có hai loại: bằng gỗ và bằng thép (hình 5-13). Đối với tấm phai bằng gỗ, để tránh cong vênh, cần làm bằng gỗ tốt và chiều rộng tấm phai không quá $15 \div 20\text{cm}$. Để tăng số lần quay vòng, chiều dày tấm phai không nên nhỏ hơn 6cm. Tính theo áp lực vữa bê tông thì chiều dài tấm phai khoảng 1m.

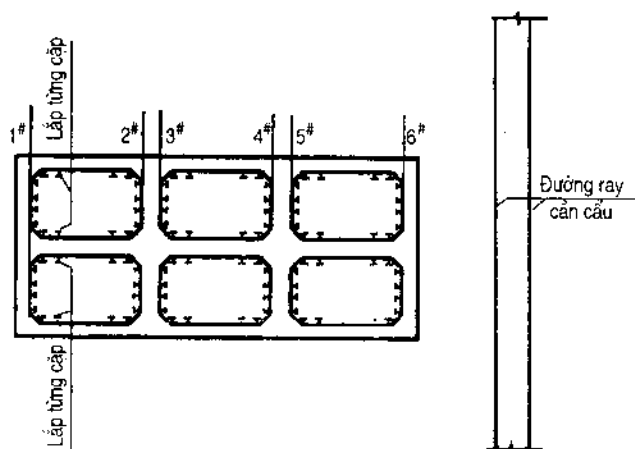
b) Lắp dựng ván khuôn và buộc dựng cốt thép

Trên ván khuôn đáy sau khi đo định vị mép tường và vị trí gối kê, đặt gối bê tông, cầu dựng các mảng thép I như trên hình 5-14 (trên mặt đất dùng gối nẹp hai đầu các thanh thép I thành mỏng và dùng bulông liên kết gối nẹp), hai đầu dùng mỗi đầu 3 dây neo để tránh bị đổ → cầu dựng mảng thép I số 1[#] và số 2[#], hai đầu dùng mỗi đầu một dây neo, lắp các khung gỗ ngang vào giữa các mảng thép I số 1[#] và số 2[#] → cầu dựng mảng thép I số 3[#], hai đầu dùng mỗi đầu một dây neo, đặt ống khống chế khoảng cách và luồn bắt bulông liên kết hai mảng thép I số 1[#] và số 3[#]. Sau đó tuần tự cầu dựng các mảng thép I số 4[#], 5[#] và 6[#], lắp



Hình 5-13. Tấm phai ván khuôn.

khung gỗ, lắp bulông → chuyển sang phương khác, từ đầu này đến đầu kia cầu dựng thành cặp các mảng thép I tương ứng, lắp khung gỗ và bắt bulông tương ứng → buộc và đặt cốt thép bản đáy → dựng đà giáo → cầu lắp cốt thép ngang của tường ngoài (hình 5-15) và móc vào mặt trong của mảng thép I của mặt ngoài tường ngoài (tháo các dây neo bị vướng), bắt bulông tương ứng → dùng giá treo như hình 5-16 cầu cắm cốt thép đứng mặt



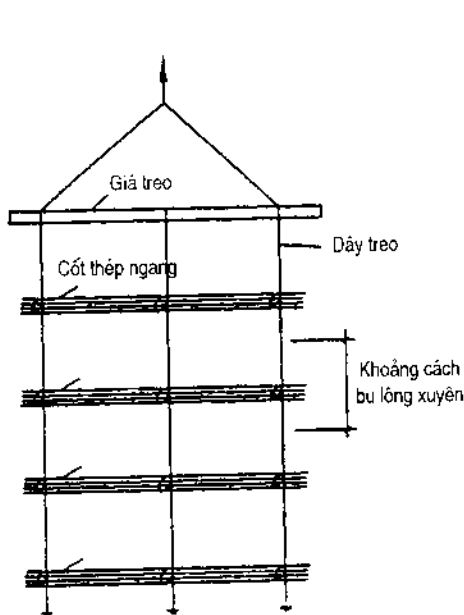
Hình 5-14. Sơ đồ trình tự lắp ván khuôn

trong và mặt ngoài thành bó và treo vào thép I → từ đà giáo bên ngoài luôn lắp cốt thép ngang tường ngăn → buộc cốt thép ở các góc thùng → lắp phai, dùng nêm cố định tấm phai vào thép I để dễ dàng khi tháo ván khuôn.

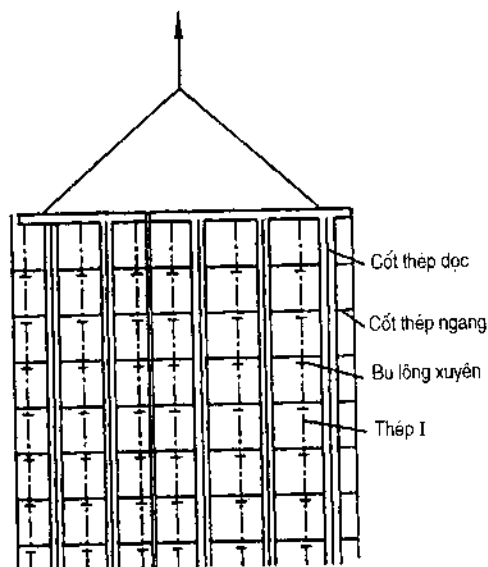
Trình tự lắp tấm phai như hình 5-17, trong đó đường nét liền là phần lắp một lần đến đỉnh, đường nét đứt là lắp dần theo tiến độ đổ bê tông cho lên đến đỉnh.

c) Đổ bê tông

Thường dùng cần cẩu chuyển vữa bê tông đổ lên đỉnh sàn công tác trên cùng, rồi dùng công nhân xúc đổ vào các ống vôi vôi đưa xuống bản đáy và các tường. Đổ và đầm bê tông theo lớp, không gián đoạn. Cũng có thể dùng xe bơm vữa bê tông, thông qua ống mềm đưa vữa vào trong ván khuôn.



Hình 5-15. Giá treo cầu cốt thép ngang



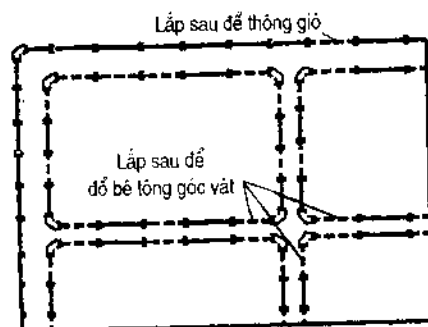
Hình 5-16. Giá treo cầu cốt thép đứng

Sau khi đổ bê tông đạt đến cường độ có thể dỡ ván khuôn thì thực hiện theo trình tự dỡ ván khuôn như sau: Tháo nêm đỡ ván phai, tháo bulông liên kết thép I, tháo thép I mặt ngoài, tháo khung gỗ và đà giáo, tháo thép I bên trong.

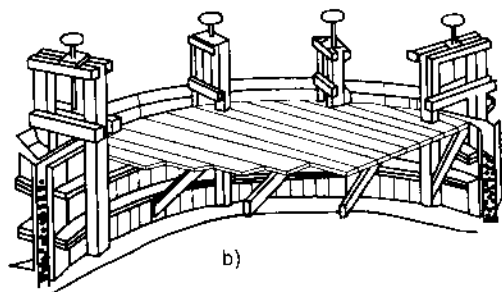
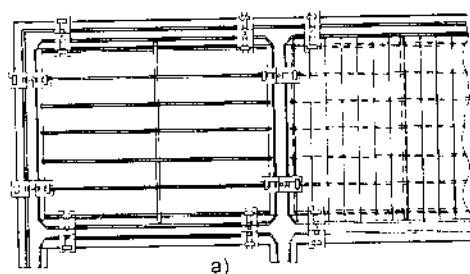
5.2.2. Phương pháp dùng ván khuôn trượt

Dùng ván khuôn trượt (hình 5-18) đúc thùng chìm thì quá trình tác nghiệp liên tục, trình độ cơ giới hoá cao.

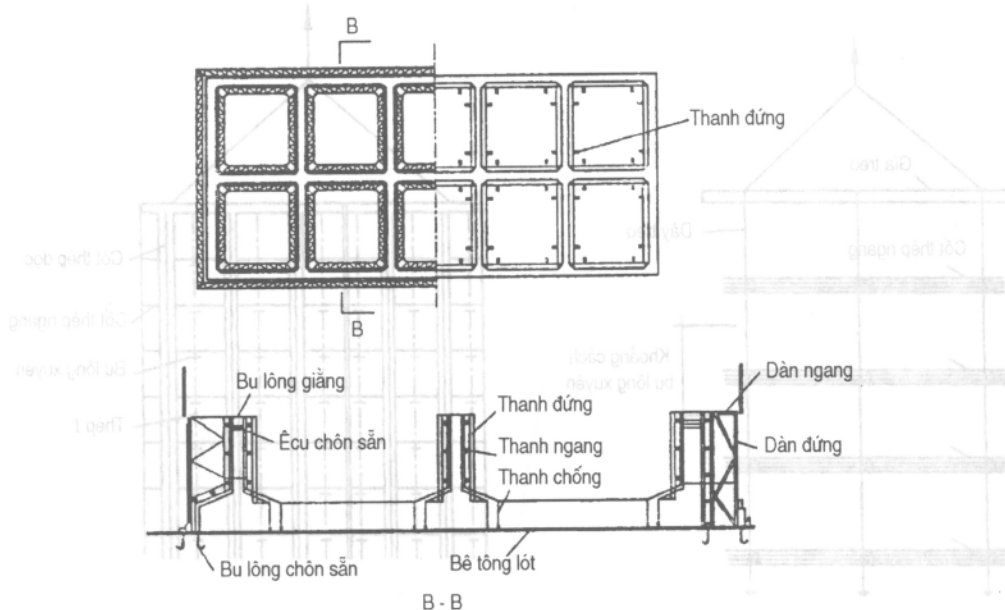
Ván khuôn đáy của thùng chìm phải thi công riêng, không thể dùng cùng với ván khuôn tường. Đáy thùng chìm thường có góc vát, có cái còn có chân đế phía ngoài. Kết cấu ván khuôn đáy thùng chìm ví dụ như hình 5-19. Ván khuôn góc vát nằm ngang của bản đáy như hình 5-20, ván khuôn góc vát thẳng đứng của tường như hình 5-21.



Hình 5-17. Sơ đồ trình tự lắp tấm phai

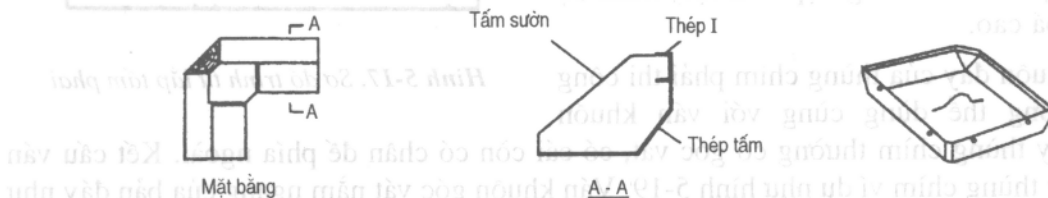


Hình 5-18. Ván khuôn trượt đúc thùng chìm
a) Mặt bằng bố trí ván khuôn. b) Cấu tạo ván khuôn.

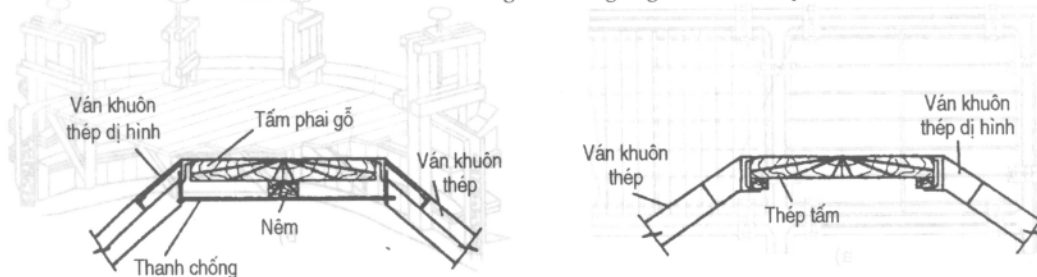


Hình 5-19. Một dạng ván khuôn đáy của thùng chìm

Trước hết lắp dựng ván khuôn đáy, buộc cốt thép bản đáy, lắp một đoạn ván khuôn và cốt thép tường rồi đổ bê tông cùng một lượt với bản đáy, sau một ngày đêm, đánh xờm mặt bê tông tường, buộc tiếp cốt thép đứng của tường lên đến đỉnh, dỡ ván khuôn cũ, lắp ván khuôn trượt, bắt đầu đổ bê tông tường. Trong quá trình đổ bê tông thì lắp dần cốt thép ngang của tường. Toàn bộ quá trình thi công bằng ván khuôn trượt có thể chia làm 3 giai đoạn: Trượt lần đầu, trượt bình thường và trượt kết thúc. Sau khi đã vào giai đoạn trượt bình thường nếu vì một lý do nào đó phải tạm ngừng thi công thì phải có giải pháp ngừng trượt.



Hình 5-20. Ván khuôn góc vát ngang của bản đáy



Hình 5-21. Ván khuôn góc vát đứng của tường

a) Trượt lần đầu

Mục đích là để kiểm tra toàn bộ trang thiết bị ván khuôn trượt có thể bước vào giai đoạn trượt bình thường hay không. Khi đã đổ bê tông đạt $60 \div 80\text{cm}$, sau $3 \div 3.5\text{h}$ tính từ khi bắt đầu đổ bê tông, nâng ván khuôn lần thứ nhất, trong $2 \div 3\text{h}$ đầu phải nâng rất chậm, tốc độ thường $2 \div 3\text{cm/h}$, mỗi lần nâng kích $1 \div 2$ nấc, sau khi bê tông ra khỏi ván khuôn không bị trượt rơi, dùng ngón tay ấn có thể có dấu vân tay mà vừa không dính vào tay là được. Nếu phán đoán cường độ bê tông và thời gian trượt của giai đoạn này là phù hợp thì có thể nâng kích mỗi lần $8 \div 10$ nấc (bình quân $2 \div 3 \text{ m/ngày đêm}$) đồng thời kiểm tra toàn diện thiết bị ván khuôn. Sau khi điều chỉnh và kiểm tra, chứng tỏ các thiết bị vận hành bình thường thì có thể tiếp tục đổ bê tông, chuyển sang giai đoạn trượt bình thường.

b) Trượt bình thường

Trong giai đoạn trượt bình thường, các công đoạn buộc cốt thép, đổ bê tông, nâng ván khuôn phải kết hợp chặt chẽ, thi công so le nhau. Mới đầu để cho bê tông trong ván khuôn đạt đến chiều cao nhất định, tốc độ đổ bê tông hơi cao hơn tốc độ nâng ván khuôn, cho đến khi mặt bê tông cách đỉnh ván khuôn 30cm (phù hợp một lớp bê tông) thì có thể theo tốc độ thi công bình thường, buộc cốt thép tại một tầng, đổ bê tông tại một tầng, nâng ván khuôn một lớp vừa, lần lượt thi công liên tục.

Khi trượt bình thường, khoảng cách thời gian giữa hai lần trượt nói chung không vượt quá 1h . Trường hợp nhiệt độ không khí cao, cứ $15 \div 30$ phút nâng $2 \div 3$ nấc, dùng cách tăng nâng trung gian để phòng ngừa bê tông tách khỏi ván khuôn có cường độ quá lớn dẫn đến tình trạng bê tông bị kéo nứt. Trước mỗi lần trượt đều phải kiểm tra loại bỏ các chướng ngại. Khi trượt, bảo đảm tất cả các kích đều tháo hết dầu, tránh gây nên tình trạng ván khuôn bị nghiêng, sàn công tác không ngang bằng.

c) Giải pháp ngừng trượt

Do yêu cầu thi công hoặc do các nguyên nhân khác (mưa gió, máy trộn bị sự cố) không thể tiếp tục trượt ván khuôn thì cần dùng biện pháp ngừng trượt.

- + Giảm tốc độ đổ bê tông, đồng thời tận dụng làm cho mặt bê tông đổ thành cùng một cao độ.

- + Cách một thời gian nhất định, nâng ván khuôn một nấc cho đến khi ván khuôn và bê tông không dính nhau, tăng số lần trượt trung gian cho đến khi đổ bê tông bình thường, bảo đảm chất lượng bê tông.

d) Trượt kết thúc

Ván khuôn trượt lên đến đỉnh thùng, công tác trượt bước vào giai đoạn cuối. Trong giai đoạn này cần giảm tốc độ đổ bê tông. Sau khi đổ bê tông đến cao độ thiết kế thì ngừng đổ bê tông và đầm chặt lớp bê tông trên cùng 2 lần để phòng hiện tượng tụt đỉnh. Ván khuôn vẫn tiếp tục nâng, để ván khuôn không bị dính vào bê tông cần chờ cho bê tông đạt đến cường độ nhất định tránh khi ván khuôn trượt bị nghiêng dẫn đến tình trạng bê tông bị kéo nứt, vỡ đỉnh.

Để kiểm tra độ nằm ngang của ván khuôn trượt, dùng phương pháp khống chế mức cho đầu của kích để bảo đảm sàn công tác nằm ngang. Dùng quả dọi kết hợp máy kinh vĩ kiểm tra độ thẳng đứng của ván khuôn trượt.

5.2.3. Nối cao thùng chìm

Khi thi công thùng chìm, bất kể dùng phương pháp nào thì cũng đều đúc thùng đến chiều cao thiết kế mới hạ thủy. Nhưng khi thùng lớn, nếu do hạn chế bởi năng lực chịu tải của bệ hay trọng tải của ụ mà không thể đúc đủ chiều cao thiết kế thì sau khi đúc đến độ cao nhất định, đưa thùng đến nơi nối cao.

a) Nối cao thùng trên lớp đệm đá

Để thuận tiện cho thi công, đặt thùng lên trên lớp đệm đá. Diện tích lớp đệm tùy theo kích thước và số lượng thùng cùng đồng thời nối cao. Cao trình đỉnh lớp đệm cần chọn thỏa mãn yêu cầu trước khi nối cao có thể chờ triều hay dùng cần cẩu nổi hỗ trợ đưa thùng đặt lên lớp đệm, sau khi cho nước vào, thùng hạ xuống đến lớp đệm không bị ngập đỉnh để có thể lắp dựng ván khuôn, buộc cốt thép và đổ bê tông.

Sau khi nối cao, có thể bơm nước trong thùng ra chờ triều hay dùng cần cẩu nổi hỗ trợ đưa thùng ra khỏi lớp đệm và chở nổi đến hiện trường lắp đặt hay đến vũng tập kết thùng.

Nếu thùng quá lớn, lại không thể đáp ứng các yêu cầu trên thì có thể xét làm hai loại lớp đệm có cao trình đỉnh khác nhau. Trước tiên tại lớp đệm nông, nối cao thùng đến độ cao nhất định, sau đó chuyển sang lớp đệm sâu đúc thùng tiếp đến cao độ thiết kế.

Ưu điểm của phương pháp này là tác nghiệp an toàn, thuận tiện, ít bị ảnh hưởng của sóng gió, số ngày làm việc được nhiều.

Nhược điểm là phải làm lớp đệm và nếu đỉnh lớp đệm cao hơn yêu cầu thì sau khi nối cao thùng phải đào cho đủ độ sâu nên giá thành cao. Phương pháp này thích hợp với trường hợp thùng nối cao ít, sóng gió lớn, điều kiện địa chất tốt và độ sâu nước đảm bảo.

b) Nối cao thùng ở trạng thái nổi

Phương pháp này cần có neo để giữ chặt thùng chìm. Ưu điểm là không phải làm lớp đệm, giá thành hạ. Nhược điểm là hệ thống neo chiếm vùng nước lớn, chịu ảnh hưởng của sóng gió, điều kiện lao động kém, số ngày làm việc ít (sóng cao trên 0,5m không thể thi công được). Phương pháp này thích hợp với trường hợp số lượng thùng cần nối cao ít, sóng gió nhỏ và độ sâu nước lớn.

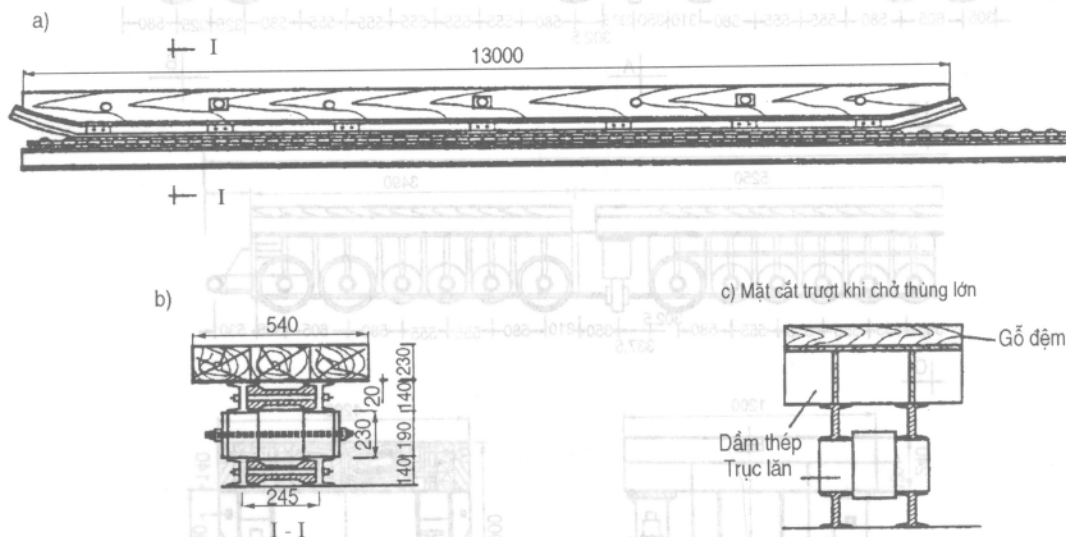
5.3. Di chuyển và hạ thủy thùng chìm

Nguyên lý di chuyển và hạ thủy thùng chìm cũng tương tự như di chuyển và hạ thủy tàu trong xưởng đóng tàu.

5.3.1. Di chuyển thùng chìm

Xe dùng để di chuyển thùng chìm có thể là xe trượt lăn, xe giá bằng, xe giá nghiêng.

Hình 5-22a, b là xe trượt lăn dùng cho thùng chìm 600T. Khi thùng lớn có thể dùng xe trượt lăn có mặt cắt như hình 5-22c. Có thể dùng thép hình thay cho gỗ làm sàn xe, trượt lăn bằng gang đúc được ghép với nhau thành một số tổ. Chiều dài xe bằng chiều rộng bệ. Vừa dùng tời kéo xe di chuyển trên trục lăn vừa chuyển số trục lăn phía sau ra phía trước.



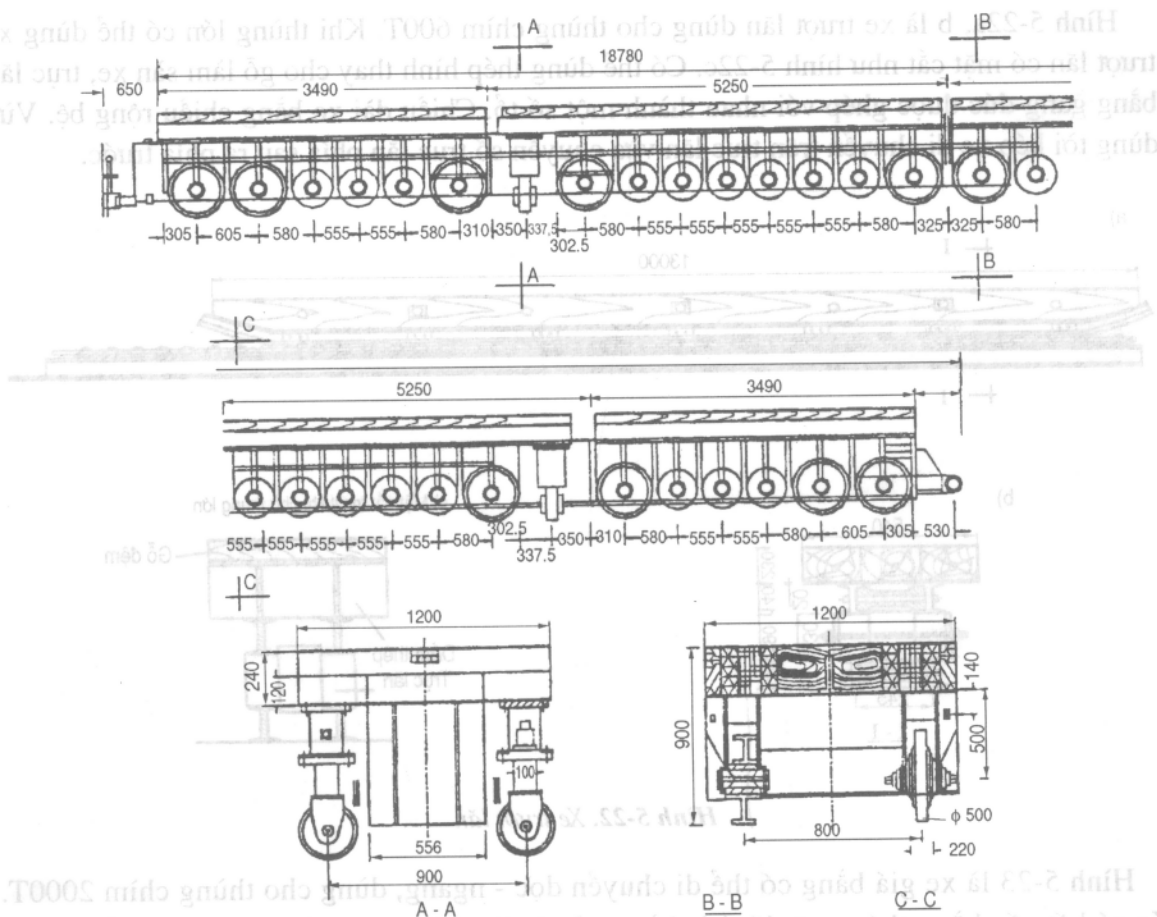
Hình 5-22. Xe trượt lăn

Hình 5-23 là xe giá bằng có thể di chuyển dọc - ngang, dùng cho thùng chìm 2000T. Xe có kết cấu bằng thép, mặt lót kín bằng gỗ, dưới có hai dãy bánh xe di chuyển ngang và hai cặp bánh xe di chuyển dọc bằng thép đúc C45. Chiều dài xe thường bằng chiều rộng bệ, chia làm 4 đốt để tiện chế tạo và vận chuyển. Khi di chuyển ngang, 2 dãy bánh xe di chuyển dọc treo lơ lửng, khi di chuyển dọc thì 2 dãy bánh xe di chuyển ngang treo lơ lửng.

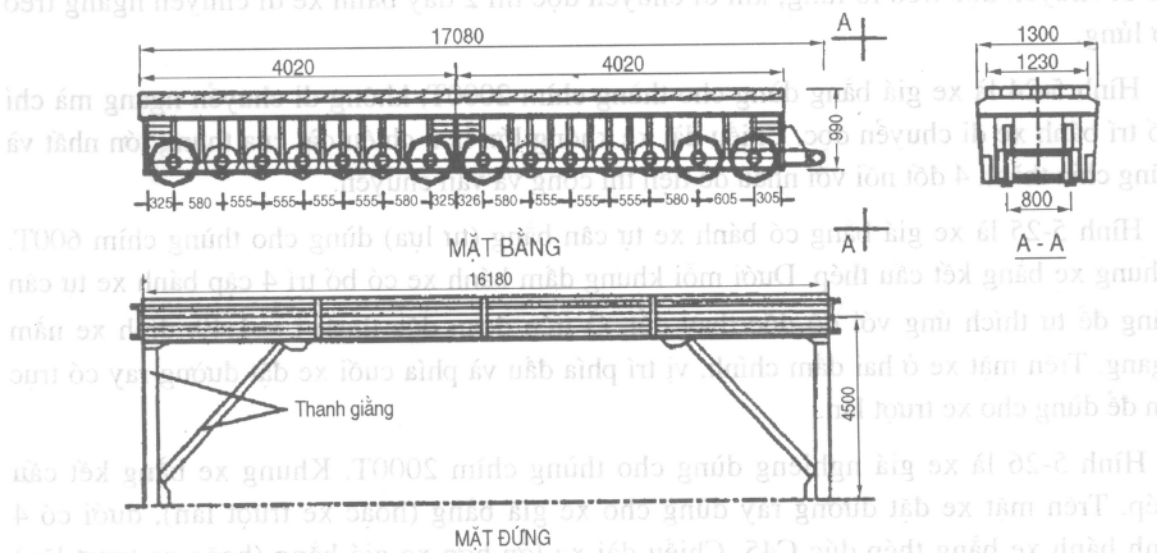
Hình 5-24 là xe giá bằng dùng cho thùng chìm 2000T, không di chuyển ngang mà chỉ bố trí bánh xe di chuyển dọc. Chiều dài xe không lớn hơn chiều dài của thùng lớn nhất và cũng chia thành 4 đốt nối với nhau để tiện thi công và vận chuyển.

Hình 5-25 là xe giá bằng có bánh xe tự cân bằng (tự lự) dùng cho thùng chìm 600T. Khung xe bằng kết cấu thép. Dưới mỗi khung dầm bánh xe có bố trí 4 cặp bánh xe tự cân bằng để tự thích ứng với độ dốc thay đổi. Ở trên đoạn dốc thoải $i = 1:40$, đỉnh xe nằm ngang. Trên mặt xe ở hai dầm chính, vị trí phía đầu và phía cuối xe đặt đường ray có trục lăn để dùng cho xe trượt lăn.

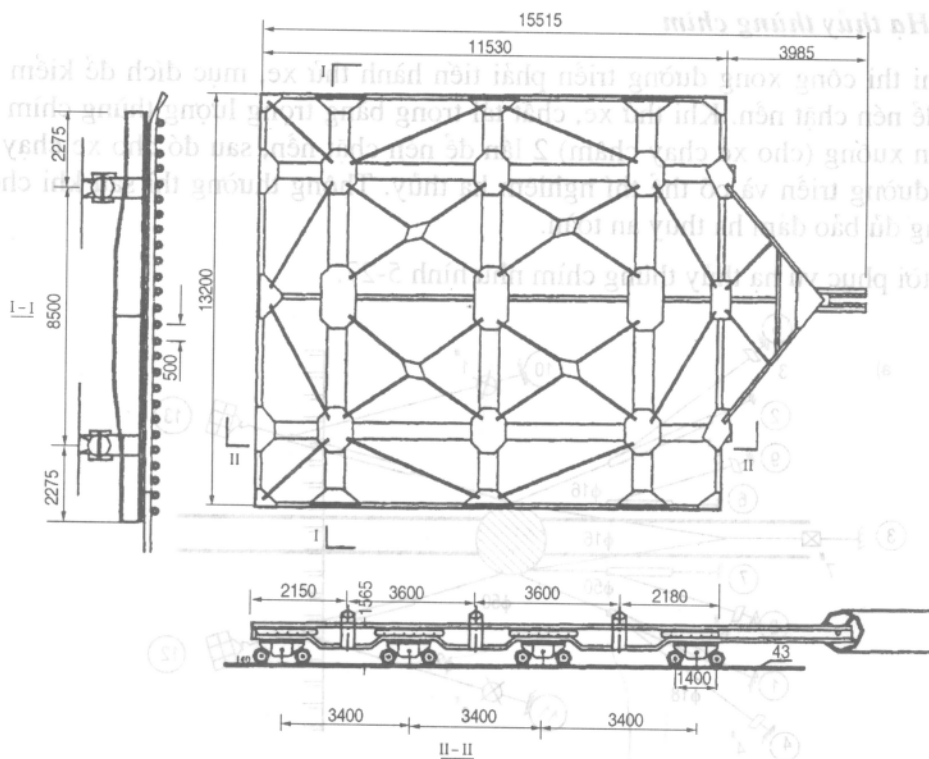
Hình 5-26 là xe giá nghiêng dùng cho thùng chìm 2000T. Khung xe bằng kết cấu thép. Trên mặt xe đặt đường ray dùng cho xe giá bằng (hoặc xe trượt lăn), dưới có 4 rãnh bánh xe bằng thép đúc C45. Chiều dài xe lớn hơn xe giá bằng (hoặc xe trượt lăn) khoảng 2m.



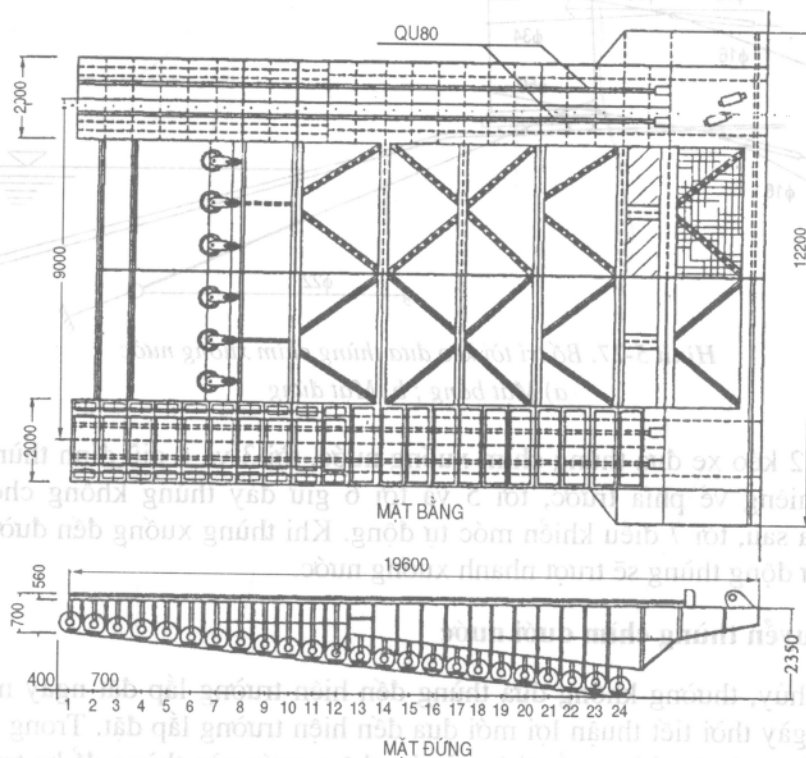
Hình 5-23. Xe giá bằng di chuyển dọc ngang



Hình 5-24. Xe giá bằng



Hình 5-25. Xe tự cân bằng

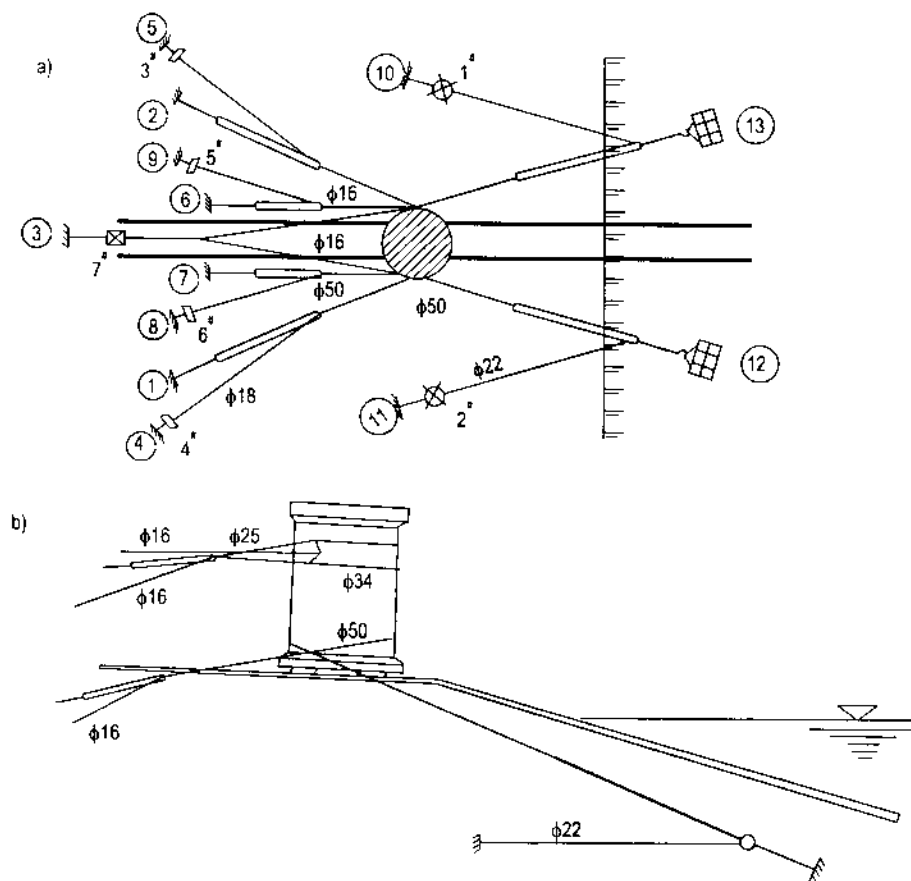


Hình 5-26. Xe giá nghiêng

5.3.2. Hạ thủy thùng chìm

Sau khi thi công xong đường triển phải tiến hành thử xe, mục đích để kiểm tra đường triển và để nén chặt nền. Khi thử xe, chất tải trọng bằng trọng lượng thùng chìm lên xe rồi kéo xe lên xuống (cho xe chạy chậm) 2 lần để nén chặt nền, sau đó cho xe chạy nhanh để kiểm tra đường triển và có thể thí nghiệm hạ thủy. Thông thường thì sau khi cho xe chạy chậm cũng đủ bảo đảm hạ thủy an toàn.

Bố trí tời phục vụ hạ thủy thùng chìm như hình 5-27.



Hình 5-27. Bố trí tời kéo đưa thùng chìm xuống nước
a) Mặt bằng ; b) Mặt đứng

Tời 1 và tời 2 kéo xe đưa thùng chìm xuống nước, tời 3 và 4 giữ đỉnh thùng không cho đỉnh thùng nghiêng về phía trước, tời 5 và tời 6 giữ đáy thùng không cho đỉnh thùng nghiêng về phía sau, tời 7 điều khiển móc tự động. Khi thùng xuống đến đường dốc, dùng tời 7 mở móc tự động thùng sẽ trượt nhanh xuống nước.

5.4. Vận chuyển thùng chìm dưới nước

Sau khi hạ thủy, thường không đưa thùng đến hiện trường lắp đặt ngay mà để nơi kín sóng gió, đợi ngày thời tiết thuận lợi mới đưa đến hiện trường lắp đặt. Trong thời gian chờ lắp đặt cần phải neo buộc thùng cẩn thận và cho thêm nước vào thùng để hạ trọng tâm, tăng ổn định, cũng có khi cho thùng hạ hẳn xuống đất nền (độ sâu nước nhỏ hơn chiều sâu thùng

1 ÷ 2m). Cũng trong thời gian này làm công tác chuẩn bị lắp đặt thùng: đặt tời quay tay (1,5 ÷ 5)T và neo lên 4 góc thùng, cắm cột tiêu lên đường trục và cạnh thùng, lát ván cho công nhân đi lại làm việc trên đỉnh thùng, treo đệm mềm vào các cạnh góc thùng để bảo vệ thùng khi vận chuyển và lắp đặt. Chỉ vận chuyển thùng khi thời tiết tốt (không có gió và sóng gió quá cấp 1 ÷ 2). Nếu khoảng cách vận chuyển ngắn không quá 2km thì dùng cách lai áp mạn (hình 5-28a) hoặc kết hợp lai áp mạn và kéo. Cách này thích hợp với luồng lạch hẹp nhưng tốc độ chậm, tốn nhiều công suất và sinh ra sóng nên khi có sóng lại càng nguy hiểm.

Đôi khi phải kéo thùng đi xa hàng chục, hàng trăm km từ cảng này đến cảng khác, lúc này phải đậy kín thùng để tránh sóng làm tràn nước vào thùng, dùng 1 hay 2 tàu kéo (hình 5-28b) với tốc độ 5 ÷ 7km/h.

Trước khi vận chuyển phải khảo sát luồng lạch để tránh mắc cạn hay va hỏng thùng.

Để tăng ổn định khi chờ nổi, thường phải gia tải bằng nước, cát sỏi hay khối bê tông. Gia tải bằng nước là dễ nhất nhưng khi kéo thùng, nước trong thùng lắc mạnh, nếu vận chuyển đi đường xa thì nguy hiểm, lúc đó nên gia tải bằng cát sỏi hay khối bê tông.

Kiểm tra ổn định chờ nổi của thùng chìm:

Thùng chìm sau khi dúc xong, không kể là kéo đến vùng tập kết hay đến hiện trường lắp đặt đều cần kiểm tra ổn định chờ nổi.

Ổn định chờ nổi của thùng chìm được biểu thị bằng chiều cao định khuynh:

$$m = \rho - a \quad (5-1)$$

Bán kính định khuynh ρ của thùng, giống như kiểm tra ổn định ban đầu của tàu, tính theo lý luận góc nghiêng bé ($<15^\circ$) tức là:

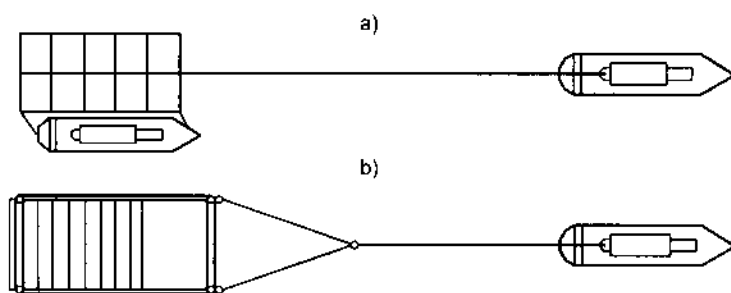
$$\rho = \frac{I}{V} \quad \text{hay} \quad \rho = \frac{I - \sum i}{V} \quad (5-2)$$

Khi gia tải bằng nước (xét ảnh hưởng của mô men quán tính của mặt nước các ô đối với trục dọc của nó) dùng:

$$\rho = \frac{I - \sum i}{V} \quad (5-3)$$

Khi gia tải bằng cát, đá hay không gia tải dùng:

$$\rho = \frac{I}{V} \quad (5-4)$$



Hình 5-28. Vận chuyển thùng chìm
a) Lai áp mạn; b) Lai dất (kéo)

Trong đó:

I - Mô men quán tính của thùng đối với mặt cắt ngang mặt nước;

V - Thể tích choán nước của thùng chìm (nếu có gia tải hay gia tải còn bịt đỉnh thùng thì V là thể tích choán nước sau khi gia tải hay gia tải bịt đỉnh thùng).

Khoảng cách a từ trọng tâm thùng đến tâm nổi, nếu có gia tải thì bao gồm cả trọng lượng gia tải và trọng lượng nắp đáy thùng.

Khi kéo nổi đường gấn hay trong vùng nước được che chắn lấy $m \geq 20\text{cm}$, khi kéo nổi đường xa hay vùng nước không được che chắn lấy $m \geq 30\text{cm}$. Nếu độ sâu luồng vào cảng lớn, chiều cao mạn khô F của thùng đảm bảo thì để an toàn thường lấy $m \geq 40 + 50\text{cm}$. Nếu F không thỏa mãn yêu cầu sau thì phải bịt đỉnh thùng:

$$F = H - T \geq \frac{B}{2} \tan \theta + \frac{2}{3} h + S \quad (5-5)$$

Trong đó: (các ký hiệu xem hình 5-29)

H - Chiều cao thùng;

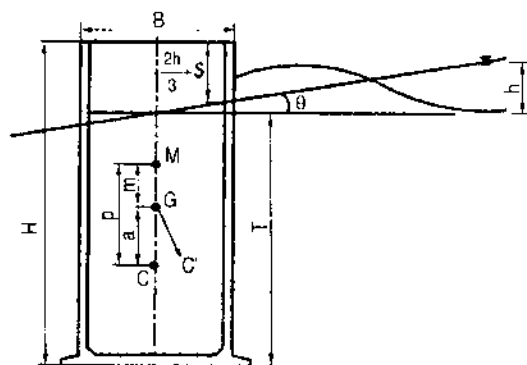
T - Mớn nước thùng;

B - Chiều rộng thùng tại ngang mặt nước;

θ - Góc nghiêng thùng, khi hạ thủy dùng góc nghiêng ở cuối đường triển, khi vận chuyển ở trong vùng nước được che chắn lấy $\theta = 6^\circ \div 8^\circ$;

h - Chiều cao sóng;

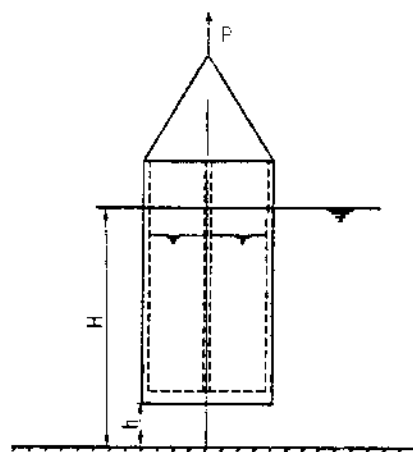
S - Chiều cao dự trữ mạn khô thùng thường lấy $0,5 \div 1,0\text{m}$.



Hình 5-29. Sơ đồ kiểm tra chiều cao mạn khô F của thùng chìm

Trên đây là kiểm tra ổn định chờ nổi trong điều kiện bình thường. Trong thực tế có thể gặp phải 2 trường hợp sau:

(1) Thùng chìm dúc trên bệ: khi hạ thủy dùng xe chở xuống đến nơi gần đạt mớn có thể nổi thì dừng lại và bắt đầu gia tải cho đến đủ mức bảo đảm ổn định nổi, sau đó tiếp tục chở thùng xuống đến nút đường triển. Lúc này nếu do trọng lượng thùng lớn, độ sâu nước không đủ để cho thùng nổi lên được mà phải dùng cần cẩu hỗ trợ thì có thể tính toán lực cần thiết P theo điều kiện cân bằng tĩnh lực (hình 5-30).



Hình 5-30. Sơ đồ tính lực cần P

$$P = G - (H - h)A\gamma_w \quad (5-6)$$

Trong đó:

G - Trọng lượng thùng, trọng lượng gia tải và trọng lượng tấm đáy đỉnh thùng;

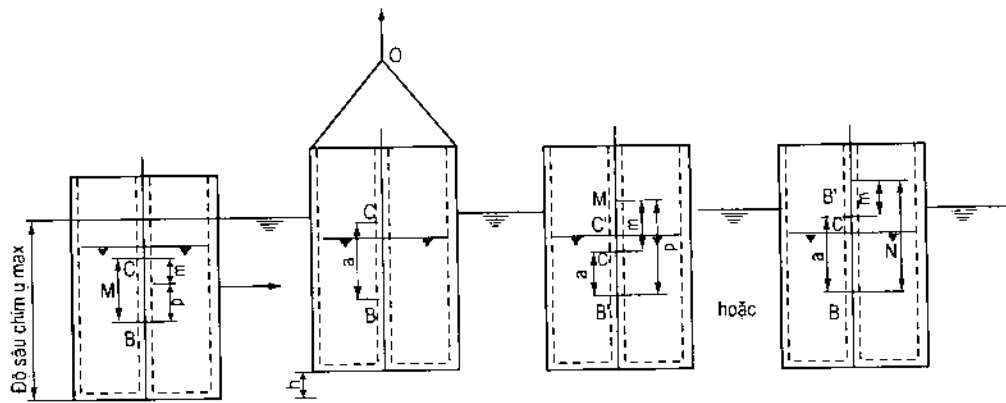
H - Độ sâu nước (tính đến mặt xe và tại tâm thùng);

h - Khoảng cách cầu thùng lên khỏi mặt xe (tính tại tâm thùng);

A - Diện tích mặt bằng thùng;

γ_w - Dung trọng nước.

(2) Thùng chìm đục trên ụ nổi: Khi đưa đến vùng đánh chìm ụ, cho ụ chìm đến độ sâu lớn nhất (bị khống chế bởi chiều cao mạn khô ụ), thùng vẫn không tự nổi lên được do trọng lượng thùng và gia tải lớn, phải dùng cần cẩu nổi để cẩu thùng ra khỏi ụ. Có thể tính lực cẩu P và kiểm tra ổn định nổi của thùng (hình 5-31) theo công thức sau:



Hình 5-31. Sơ đồ quá trình cẩu thùng chìm không ổn định

$$\rho' = \frac{I}{(G - P)/\gamma_w} \quad \text{hay} \quad \rho' = \frac{I - \sum i}{(G - P)/\gamma_w}, \quad m' = \rho' - a'' > 0 \quad (5-7)$$

$$\text{hoặc:} \quad z = \frac{\overline{P.OB} + I \cdot \gamma_w}{P + W} \quad \text{hay} \quad z = \frac{\overline{P.OB} + (I - \sum i) \gamma_w}{P + W}, \quad m' = z - a' > 0 \quad (5-8)$$

Trong hình:

ρ - Bán kính định khuynh trước khi cẩu;

B - Tâm nổi trước khi cẩu;

G - Trọng lượng thùng (trọng lượng bản thân thùng và trọng lượng gia tải ban đầu), C là trọng tâm thùng;

W - Lực đẩy nổi sau khi dùng lực cẩu P cẩu thùng lên khỏi mặt boong ụ một độ cao h ;

B' - Tâm nổi sau khi cẩu;

C' - Điểm tác dụng của hợp lực của lực cẩu P và trọng lượng thùng còn gọi là trọng tâm giả định;

C - Trọng tâm của thùng;

O' - Bán kính định khuynh giả định khi lực cầu là P;

B'' - Giao điểm hợp lực của lực cầu P, lực đẩy nổi W và lực Q của hai hình nêm tam giác sau khi nghiêng giả định với trục OO' (hình 5-32), gọi là tâm nổi giả định (thực ra cũng là tâm định khuynh);

z - Khoảng cách từ tâm nổi B' đến tâm nổi giả định (thực ra cũng là bán kính định khuynh);

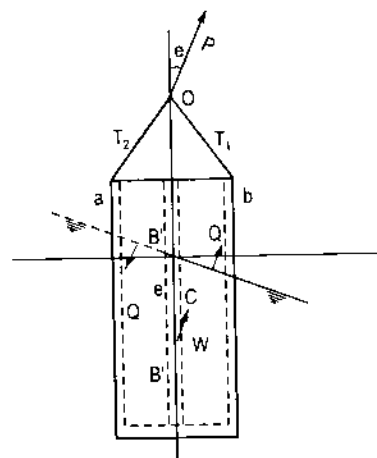
a' - Khoảng cách từ tâm nổi B' đến trọng tâm C;

a'' - Khoảng cách từ tâm nổi B' đến trọng tâm giả định C';

M' - Tâm định khuynh giả định;

γ_w - Dung trọng nước.

Từ hình 5-30 và công thức trên có thể thấy khi dùng cân cầu nổi cầu thùng chìm không ổn định lên khối mặt boong ụ, thể tích choán nước của thùng giảm, tâm nổi đi xuống từ B đến B', bán kính định khuynh từ ρ tăng lên ρ' , do đó tâm nổi đi xuống ít, bán kính định khuynh tăng lên nhiều, làm cho tâm định khuynh từ M dịch lên đến M', cộng thêm trọng tâm giả định C' thấp hơn trọng tâm C nên chỉ cần có lực P vừa đủ là có thể làm cho chiều cao định khuynh từ trị số âm biến thành trị số dương, thùng có thể ở trạng thái ổn định.



Hình 5-32. Sơ đồ điều kiện cân có để cầu thùng chìm không ổn định

Kết quả kiểm tra theo hai công thức trên đối với công trình thực tế thì:

$$\rho - a'' = z - a' \quad (5-9)$$

Vì chúng đều dựa trên cơ sở lý thuyết ổn định khi góc nghiêng bé, như hình 5-31, điều kiện tiên quyết là góc $\alpha_{Ob} > 30^\circ$, chỉ cần thùng chìm dưới tác dụng của ngoại lực góc nghiêng của thùng $\theta < 15^\circ$ thì lực căng dây cầu $T_2 > T_1 > 0$ (2 dây cầu không thông với nhau).

Để thận trọng, nếu gặp trường hợp này nên dùng lực P tính toán được theo công thức trên tiến hành thí nghiệm mô hình để kiểm chứng.

Nhằm đảm bảo chắc chắn tính ổn định nổi của thùng, ngoài việc phải tính toán kiểm tra chặt chẽ và thí nghiệm mô hình, còn phải chú ý các điểm sau:

(1) Các lỗ bulông đỡ ván khuôn cần phải được bịt kín bằng vữa xi măng cát tỷ lệ 1:3, mặt phải láng 1 ÷ 2 lần để tránh thấm nước.

(2) Thanh thải lòng thùng trước khi hạ thủy và gia tải.

(3) Xác định chính xác bằng thí nghiệm dung trọng bê tông cốt thép, đá, cát, nước gia tải.

(4) Vật liệu gia tải có thể dùng nước hay cát, đá. Gia tải bằng nước thuận tiện hơn, nhưng khi dùng nước gia tải, cùng một trọng lượng gia tải, trọng tâm thùng cao hơn, bán kính định khuynh bé hơn, nên dùng cát đá để gia tải thì tốt hơn.

Trường hợp gia tải thùng không đối xứng, để thăng bằng thùng, lượng gia tải ở các ô không như nhau, chênh lệch chiều cao gia tải ở hai ô kề nhau cần bảo đảm không để tường ngăn bị nứt.

(5) Khi dùng cần cẩu cầu thùng không ổn định cần chọn khi sóng, gió, dòng chảy đều bé để giảm áp lực động tác dụng và vì thùng chìm cần cẩu lên xuống theo sóng, có thể do lên xuống không đồng bộ hay trị số không như nhau, dẫn đến lực cẩu giảm (hay tăng) làm hạ thấp tính ổn định của thùng. Chính vì lẽ đó, khi chọn cần cẩu nổi, cần chọn lực cẩu định mức của cần cẩu lớn hơn lực cẩu P theo tính toán và có độ dự trữ lớn.

Sau khi cẩu đưa thùng ra khỏi ụ, vừa tiếp tục gia tải, vừa hạ móc cẩu, thùng từ từ chìm xuống cho đến khi gia tải thỏa mãn yêu cầu ổn định nổi mới tháo móc cẩu.

5.5. Lắp đặt và lắp thùng chìm

5.5.1. Vững tập kết (bãi chứa tạm thời) thùng chìm

Nói chung, trong thi công thùng chìm, không bố trí bãi chứa trong bãi dúc mà sau khi dúc xong đưa thùng chìm ra vững tập kết ở ngoài bãi dúc. Vững tập kết nên chọn nơi gần hiện trường lắp đặt để khi lắp đặt thì tiện cho việc chở đến hiện trường (vừa lắp vừa chở) tức lợi dụng tối đa số ngày lắp đặt, lại giảm thời gian chở đến và chờ lắp.

Phương thức chứa thùng chìm có hai loại: chứa neo và chứa cặp, dùng loại nào là tùy theo chủng loại, số lượng, điều kiện thủy văn, địa chất, thời gian chứa thông qua phân tích tổng hợp mà chọn.

+ Chứa neo:

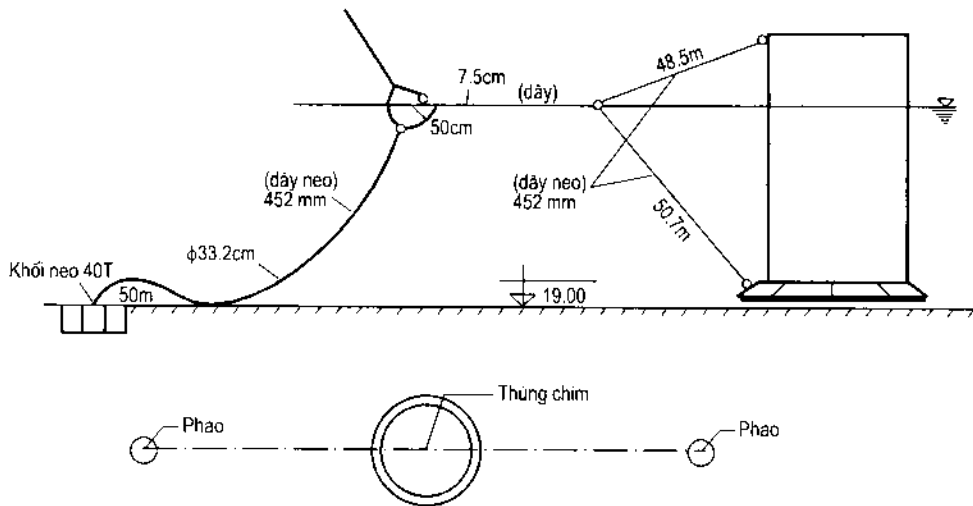
Vững nước cần có che chắn và điều kiện neo đỗ tốt, sóng không cao quá 0,5m, độ sâu nước thỏa mãn, có độ sâu dự trữ (thường là $0,5 \div 0,8\text{m}$) đối với mớn nước ổn định chở nổi của thùng và mớn nước tăng giảm của thùng khi có sóng. Cần tính toán khối neo, dây neo, phao neo và dây buộc.

Dùng phương thức chứa neo thì khi đưa thùng đi lắp đặt không cần có động tác cho thùng nổi lên.

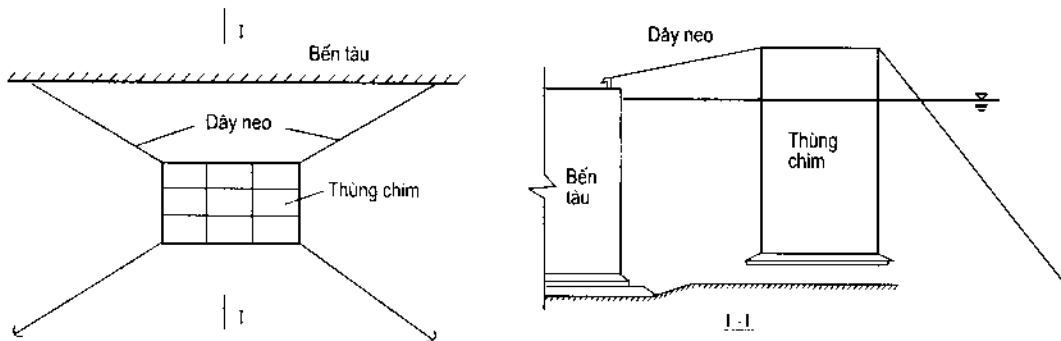
Tùy theo điều kiện che chắn và neo đỗ cũng như vùng nước lớn hay bé có thể dùng một neo hay hai neo (hình 5-33). Khi neo nhiều thùng cần chú ý khoảng cách để tránh va nhau.

+ Chứa cặp:

Độ sâu trước bến (bờ) phải thỏa mãn mớn nước ổn định chở nổi của thùng và mớn nước tăng giảm do sóng và có độ sâu dự trữ. Cần tính toán khối neo, phao neo và dây buộc. Phương thức này chiếm dụng bến hay bờ. Mặt trong của thùng cần lắp đệm chống va. Không cần động tác cho nổi thùng khi đưa đi lắp đặt (hình 5-34).



Hình 5-33. Neo thùng chìm ở vũng tập kết



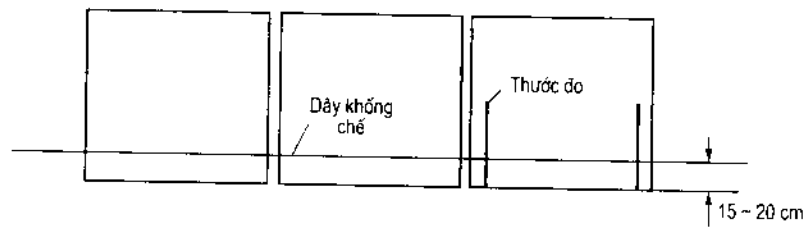
Hình 5-34. Neo thùng chìm ở vũng tập kết cạnh bến

5.5.2. Lắp đặt thùng chìm

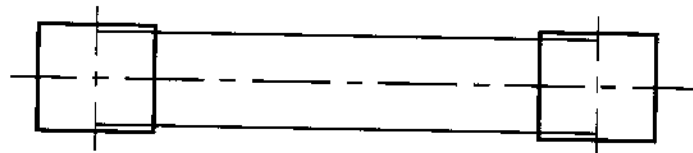
+ Trình tự lắp đặt và cách khống chế

Đối với bến liền bờ và bến nhô phần lớn dùng một dây thùng. Người ta thường lắp đặt bắt đầu từ một đầu và lắp dần đến đầu kia. Khi lắp đặt dùng máy kinh vĩ trên bờ để quan trắc đỉnh thùng (hình 5-35), tuyến khống chế cách tuyến mép bến thiết kế khoảng $15 \div 20\text{cm}$, nếu lớp đệm nghiêng về phía trong thì tuyến thiết kế mép trước điều chỉnh theo độ nghiêng của mặt lớp đệm.

Đối với bến trụ, lấy trụ làm đơn vị, lắp từng trụ một, nếu trụ gồm một số thùng thì bắt đầu từ một góc trụ lắp dần các thùng của trụ đó. Khi lắp đặt dùng máy kinh vĩ trên bờ (hay kết hợp máy kinh vĩ và máy đo khoảng cách), dùng phương pháp giao hội tiền phương, lắp trước thùng của một trụ như hình 5-35, sau đó dùng cách đo khoảng cách định tuyến từ trên trụ đã lắp xong, đo khoảng cách và lắp đặt trụ tiếp theo (hình 5-36).



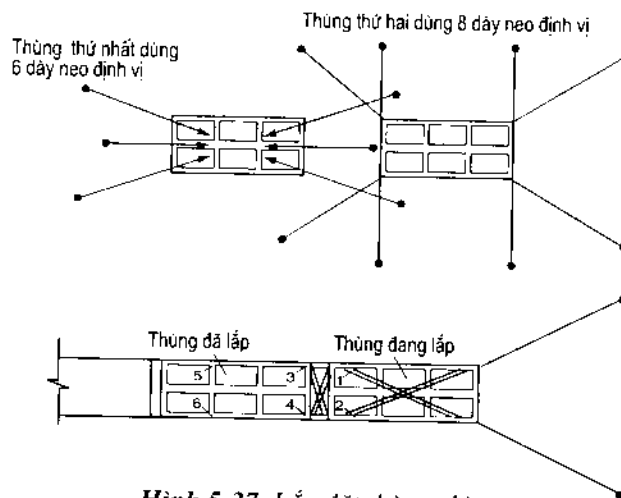
Hình 5-35. Không chế lắp đặt khi thùng chìm kế tiếp nhau



Hình 5-36. Không chế lắp đặt công trình trụ độc lập bằng thùng chìm

+ Phương pháp lắp đặt thùng

Sau khi chờ nổi thùng từ bãi đúc hay từ vũng tập kết đến hiện trường lắp đặt, chờ khi triều xuống, dùng cách lái áp mạn chờ chậm đến vị trí thả neo, khi đáy thùng cách mặt lớp đệm khoảng $0,3 \div 0,5\text{m}$, thông qua hệ thống pully dùng sức người kéo nhả dây neo không chế định vị thùng. Sau đó để cho thùng tự chìm theo triều xuống hay mở van cho nước vào để thùng hạ xuống lớp đệm, vừa cho chìm vừa kéo căng dây neo để chỉnh vị trí (hình 5-37). Sau khi thùng hạ xuống lớp đệm, đo đạc kiểm tra độ lệch, chiều rộng khe lún, nếu không đạt yêu cầu thì hút nước cho thùng nổi lên và lắp đặt lại.



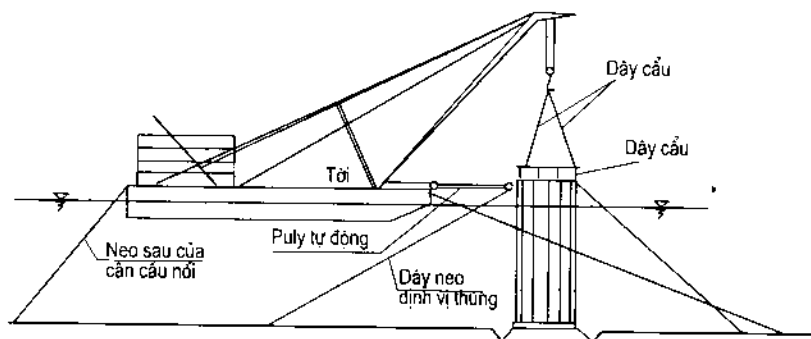
Hình 5-37. Lắp đặt thùng chìm

1,2. Pully không chế đường biên và chiều rộng khe lún; 3,4. Pully không chế đường biên và độ lệch so le thùng; 5,6. Pully không chế chiều rộng khe lún thùng.

Lắp đặt thùng chìm đầu tiên là lắp đặt sơ bộ, chờ sau khi lắp đặt xong thùng chìm thứ hai, hút nước cho nổi lên rồi lắp đặt lại cả hai thùng.

Sau khi đã hoàn thành lắp đặt, mở van lấy nước, chờ khi triều lên đến đỉnh thì đóng van để tăng ổn định chống sóng, dòng chảy và phòng thùng lại nổi lên khi dòng triều thay đổi.

Nếu sóng tương đối lớn, dòng chảy mạnh, dùng sức người kéo căng dây neo có khó khăn thì có thể bố trí sẵn móc trên đỉnh thùng, dùng cần cẩu lắp đặt thùng. Khi cẩu lắp, trong thùng chứa đầy nước sẽ tăng khả năng chống sóng, dòng chảy. Dùng phương pháp này, cách bố trí dây neo lắp đặt thùng như hình 5-38.



Hình 5-38. Bố trí dây neo và puly khi dùng cần cẩu nối lắp đặt thùng.

5.5.3. Đồ vật liệu lấp lòng thùng

Để tăng khả năng chống sóng của thùng chìm, cần lấp lòng thùng kịp thời ngay sau khi lắp đặt. Nhưng nếu điều kiện cho phép thì tốt nhất là sau khi lắp đặt xong 12 ngày, đo đạc lại vị trí, nếu vẫn đạt yêu cầu thì mới lấp thùng.

Vật liệu lấp thùng thường là cát, sỏi hay đá. Khi lấp cần lấp đều, chênh cao giữa 2 ô thùng cạnh nhau không chế khoảng 1m trở xuống để tránh thùng bị nghiêng, tường ngăn bị nứt.

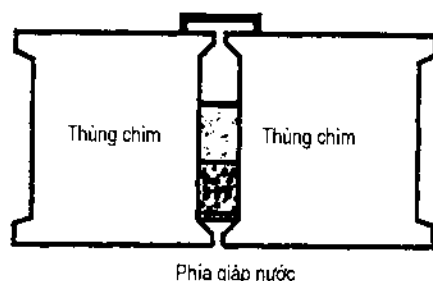
Đối với bến liên bờ hay bến nhô, nên kết hợp lấp đất sau tường, tạo đường cho ô tô tự đổ chở vật liệu ra lấp thùng. Đối với bến trụ thường dùng xà lan chở vật liệu rồi dùng công nhân hay cần cẩu lắp thùng.

Nếu lấp thùng bằng bê tông thì bơm cạn nước trong thùng (đổ bê tông ô nào thì bơm cạn nước ô đó). Nếu lấp bằng cát, sỏi thì có thể đổ trực tiếp xuống nước và ở trên phải đập bằng tấm bê tông để tránh bị sóng cuốn trôi.

5.5.4. Làm tầng lọc ngược giữa hai thùng

Khi phía sau thùng không lấp bằng đá, khe hở nối tiếp giữa hai thùng được chia thành 3 đoạn theo phương thẳng đứng, từ phía giáp nước trở vào lần lượt lấp bằng đá $6 \times 8\text{cm}$, đá dăm $0,5 \times 2\text{cm}$, cát thô. Trước khi lấp, lắp dựng tấm chèn bằng bê tông cốt thép và tấm hình máng I. Khi lấp, dùng 3 đường ống cùng lắp đồng thời (hình 5-39).

Đối với kết cấu phân trên của công trình phải chờ cho thùng hết lún (thường qua một mùa đông bão) mới thi công được.



Hình 5-39. Tầng lọc ngược giữa 2 thùng chìm.

CHƯƠNG 6

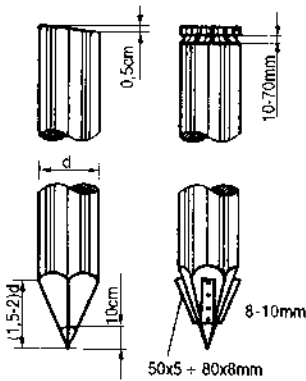
CÔNG TÁC CỌC

6.1. Các loại cọc thường dùng trong xây dựng công trình cảng - đường thủy

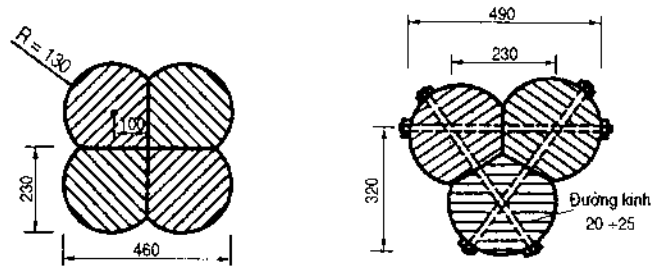
6.1.1. Cọc gỗ

Dùng loại gỗ tốt, chắc, thẳng, thuần đều, độ cong không quá 1% chiều dài cọc, nhưng cũng không quá 12cm, trên mỗi mét chiều dài cọc bán kính chệnh nhau không quá 1cm (không tính 1m ở phía ngọn). Nên dùng gỗ tươi có độ ẩm trên 25% để tránh bị cong vênh khi ngậm nước và tránh nước theo khe nứt vào làm hỏng cọc. Cọc gỗ có thể gia công thành cọc đơn, cọc bó hay cọc ván (cừ).

Cọc đơn (hình 6-1) mũi cọc được đẽo nhọn thành 3 hay 4 cạnh dài khoảng $(1,5 \div 2)d$. Khi đóng, cọc phải xuyên qua các lớp đất rắn, thường có cuội, sỏi hoặc có chướng ngại vật nên cần làm đai thép bảo vệ mũi cọc, tránh toét mũi cọc. Để trừ hao toét đầu cọc nên làm cọc dài thêm $0,3 \div 0,5m$ hoặc làm đai thép bảo vệ đầu cọc. Cọc bó (hình 6-2) chịu được tải trọng lớn do 3 ÷ 4 cây gỗ ghép thành (dùng bulông $10 \div 25mm$) có cọc dài đến 30m, mỗi nối các cây gỗ trong cùng một cọc nên cách xa nhau 1,5m trở lên.



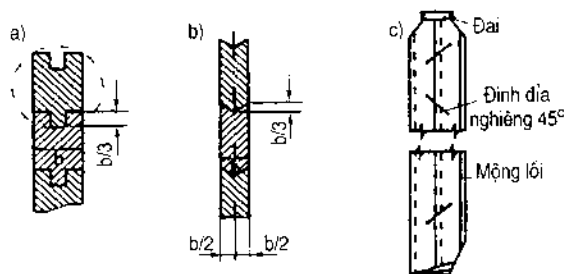
Hình 6-1. Cọc đơn



Hình 6-2. Cọc gỗ bó

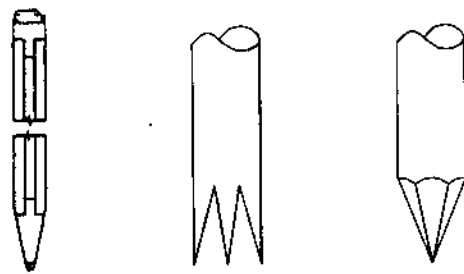
Cọc ván (cừ) (hình 6-3) yêu cầu chất lượng gỗ cũng như đối với cọc đơn. Chiều dày và chiều dài cọc ván do tính toán xác định và cũng làm dài thêm $0,3 \div 0,5m$ để trừ hao toét đầu cọc hoặc dùng đai thép bảo vệ đầu cọc. Cọc ván dày dưới 10cm làm mọng tam giác, dày trên 10cm làm mọng chữ nhật với chiều dày mọng dương bé hơn chiều dày mọng âm $3 \div 4mm$, chiều cao mọng dương nhỏ hơn chiều sâu mọng âm $3 \div 4cm$, để dễ đóng cọc và bảo đảm cọc khít nhau. Khi đóng cọc nếu có búa lớn thì có thể ghép 2 ÷ 3 cọc đóng cùng một lúc ghép các cọc bằng đinh đĩa đóng ở 2 mặt cọc cách nhau $1,5 \div 2m$, đoạn 1m ở đầu cọc và mũi cọc đóng cách nhau 0,5m. Trên đỉnh cọc dùng một đai thép chung, chân cọc bặt

thành một mũi chung dài khoảng $1 \div 3$ lần chiều dày cọc tùy theo chất đất (đất càng cứng mũi cọc càng ngắn).



Hình 6-3. Cọc ván (cừ) gỗ

a) Khi $b > 10\text{cm}$; b) Khi $b < 10\text{cm}$; c) Ghép đôi hai cọc gỗ.

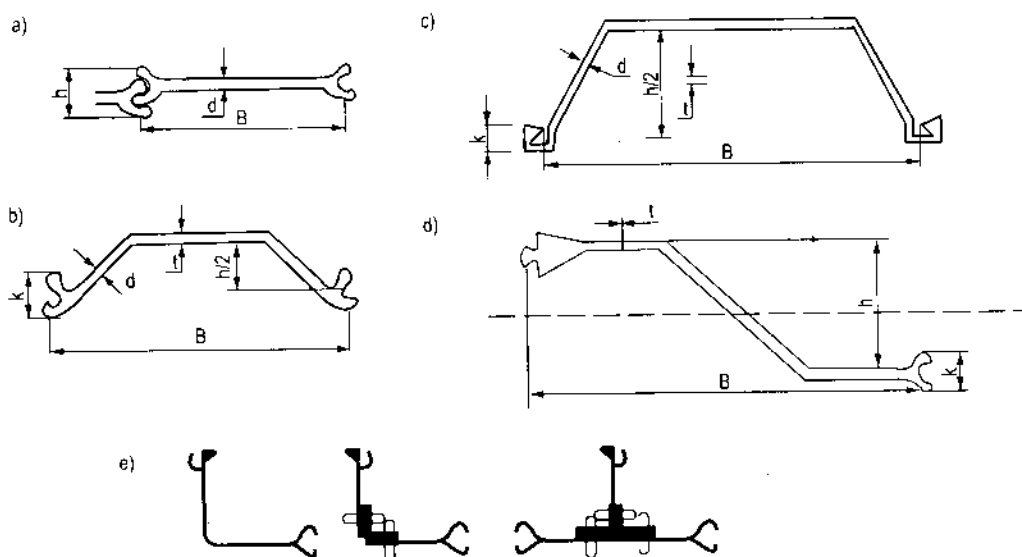


Hình 6-4. Mũi cọc ống

6.1.2. Cọc thép

Cọc thép có sức chịu tải lớn, có độ cứng lớn, bền nhưng đắt, thường chỉ dùng trong các công trình quan trọng, cọc thép có các loại cọc đơn, cọc ván, cọc xoắn.

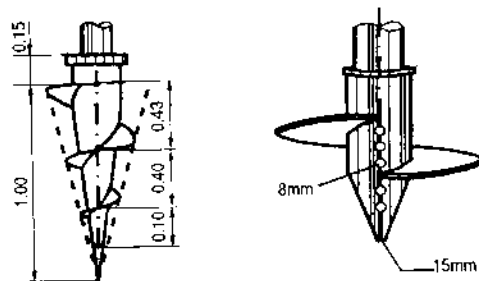
Cọc đơn thường dùng nhất là cọc chữ I (trong công trình cảng có nơi đã dùng đến cọc dài 50m) và cọc ống. Cọc ống thép là các ống thép rỗng dày $12 \div 14\text{mm}$ đường kính $30 \div 60\text{cm}$, phía dưới cắt thành $4 \div 6$ mũi nhọn sau đó nung đỏ rồi dùng búa đánh dập thành mũi cọc, làm chặt các khe bằng đường hàn dày 10mm. Cọc cừ thường dùng các loại thẳng hình máng và hình chữ Z. Cừ thép có ưu điểm là chống thấm rất tốt vì nước thấm chảy qua các rãnh nối (khóa cừ) quanh co sẽ giảm tốc độ làm các hạt cát nhỏ bị lắng đọng bịt kín các khe hở. Do khớp nối của cừ chỉ cho phép quay trên dưới 10° nên ở những chỗ tường giao nhau hay ngoặt đột ngột thì phải chế tạo riêng (hình 6-5).



Hình 6-5. Các loại cừ thép thường dùng

a) Bản cừ phẳng; b) Bản cừ khum; c) Bản cừ lacsen; d) Bản cừ chữ Z; e) Các dạng góc nối.

Cọc xoắn (hình 6-6) là cọc ống thép phía dưới có thêm một đoạn xoắn ốc, khi thi công không đóng mà xoáy vào trong đất như vặn đinh ốc, cọc xoắn có khả năng chịu lực lớn vì diện tích đè lên đất lớn. Kết cấu cánh xoắn tùy theo tính chất đất: đất mềm, đất cứng dùng loại bước xoắn dài mà hẹp; đất rời dùng loại bước xoắn ngắn mà rộng. Kích thước cọc quyết định bởi ứng suất cho phép của bê tông trong cọc. Vỏ và cánh phải chịu được lực xoắn khi đóng cọc, lực xoắn này phải khắc phục được ma sát trên mặt cọc và lực kháng của đất đối với mũi cọc và cánh xoắn.

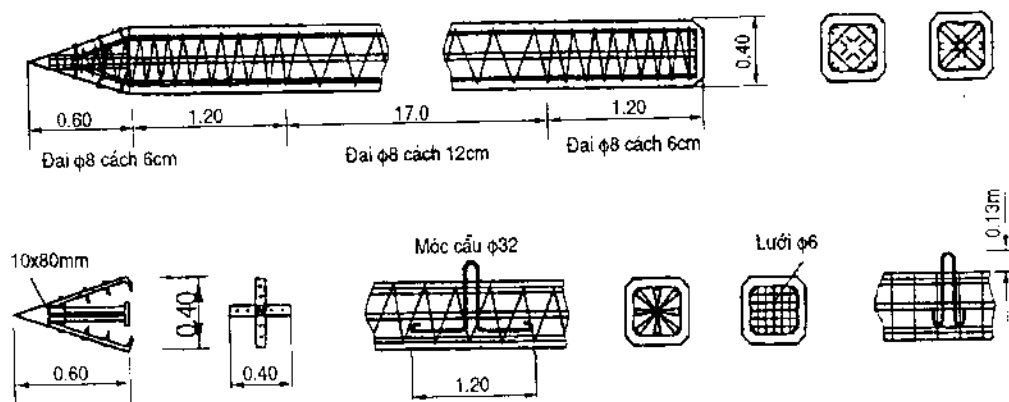


Hình 6-6. Cọc xoắn

6.1.3. Cọc bê tông cốt thép

Cọc bê tông cốt thép (BTCT) có nhiều ưu điểm về sức chịu lực, tuổi thọ và kinh tế nên được dùng rộng rãi trong xây dựng công trình giao thông đường thủy và cảng, nhược điểm chủ yếu là dễ bị hư hỏng dưới tác dụng xâm thực của nước biển, nhưng nếu bê tông đảm tốt hay phía ngoài cọc có sơn tấm nhựa đường hay dùng loại thép tốt và cho kéo ứng suất trước thì đều có thể sử dụng được lâu dài như các loại cọc BTCT thường, cọc BTCT ứng suất trước và cọc cừ BTCT.

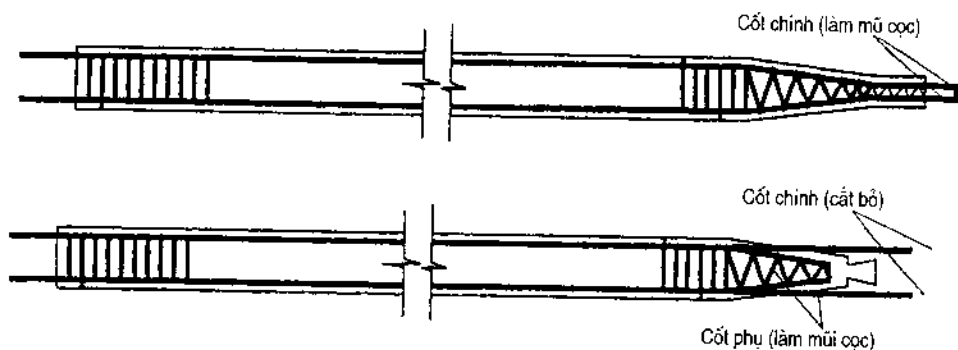
Cọc BTCT thường như hình 6-7. Người ta thường dùng loại cọc vuông tiết diện $25 \times 25\text{cm}$ ÷ $45 \times 45\text{cm}$, bốn góc vát khoảng $2 \div 3\text{cm}$, chiều dài thường từ $15 \div 25\text{m}$ (hiện nay đã có nơi dùng loại cọc dài trên 25m). Cốt thép đai làm thành hình xoắn ốc hay thành từng vòng xoắn lấy cốt thép dọc. Khi cốt thép dọc nhiều hơn 4 thanh thì phải có cốt thép đai phụ chéo góc. Tại đỉnh cọc thường làm $5 \div 6$ lưới thép đường kính 6mm đặt cách nhau 5cm để bảo vệ đầu cọc khi đóng. Mũi cọc dài bằng $1 \div 1,5$ lần đường kính cọc. Khi đóng trong đất cứng, mũi cọc phải có đế thép bảo vệ. Nếu dùng phương pháp xối nước hạ cọc thì có thể không cần làm mũi nhọn, còn cốt thép trên đỉnh cọc thì để lộ ra ngoài để khỏi phải phá đầu cọc sau khi đóng xong.



Hình 6-7. Cọc bê tông cốt thép thường

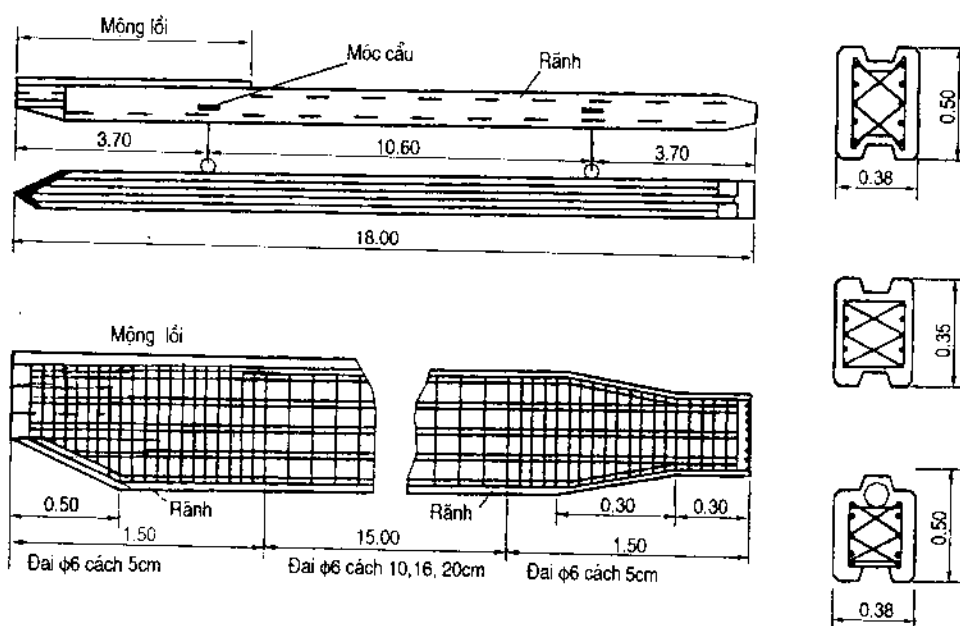
Cọc BTCT ứng suất trước (hình 6-8):

Nhược điểm chủ yếu của cọc BTCT thường là khả năng chống nứt kém. Vết nứt là một uy hiếp nghiêm trọng đối với cọc thường xuyên nằm trong nước hay ở nơi mực nước thay đổi nên yêu cầu cọc BTCT trong bất cứ trường hợp nào cũng không được nứt là điều cần thiết, bởi vậy cọc BTCT thường không lợi dụng được đầy đủ khả năng chịu tải của cọc theo vật liệu.



Hình 6-8. Cọc bê tông cốt thép ứng suất trước

Cọc BTCT ứng suất trước do bê tông chịu ứng suất nén trước khi chịu tải trọng nên mô men kháng nứt có thể bằng $1,5 \div 2$ lần mô men kháng nứt của BTCT thường do đó có thể nâng cao tính ổn định chống nứt, ngoài ra có thể làm cho mô men kháng nứt gần bằng mô men phá hoại. Sử dụng cọc BTCT ứng suất trước sẽ lợi dụng được đầy đủ cường độ vật liệu, nâng cao chất lượng cọc và tăng hiệu quả kinh tế.



Hình 6-9. Cọc cừ bê tông cốt thép

Đặc điểm kết cấu cọc BTCT ứng suất trước là do yêu cầu thi công nên hầu hết cốt thép thò ra ngoài đỉnh cọc và mũi nhọn vì vậy trước khi đóng phải cắt bỏ phần thò ra ngoài mũi nhọn, làm mũi cọc riêng bằng BTCT thường hoặc bó chúng lại và hàn vào một thanh thép riêng, dụng cụ kẹp để kéo ứng suất trước sẽ kẹp vào thanh thép đó và hàn thép góc chống vào chỗ cốt thép bị uốn cong.

Cọc cừ BTCT (hình 6-9):

Có hình dạng giống như cọc cừ gỗ, tỉ lệ chiều rộng và chiều dày cừ từ 5:1 đến 1:1, chiều dài mũi bằng 1,5 lần chiều rộng. Bố trí cốt thép giống như cọc và dùng đai vuông, phần móng dương dùng cốt thép xoắn hoặc dùng đai nhỏ.

6.2. Hiện tượng vật lý xảy ra khi đóng cọc

6.2.1. Đất biến dạng

Khi đóng cọc, đất trên mặt bị ép trồi, tại độ sâu giới hạn nào đó đất không còn hiện tượng bị ép trồi và bị đẩy theo chiều ngang, dưới mũi cọc sinh ra lún hình phễu và nén chặt lớp đất dưới mũi cọc.

Khi đóng cọc đơn, đất bị trồi lên có thể đến $20 \div 30\text{cm}$, cọc đóng càng sâu đất trồi lên càng nhiều. Trong đất cát bụi, cát chảy nhất là đất sét, trường hợp cá biệt đất có thể trồi lên $0,8 \div 1,5\text{m}$, đồng thời hiện tượng đó vẫn tiếp diễn trong thời gian dài, ví dụ đối với đất cát chặt vừa thường sau một ngày đêm mới dừng, cát nhỏ khoảng 3 ngày, cát chảy từ $8 \div 10$ ngày, sét khoảng 15 ngày. Thời gian này còn kéo dài theo độ sâu khi đóng cọc.

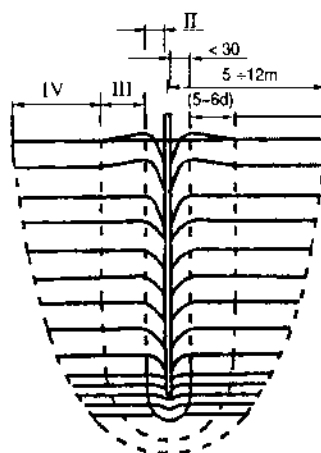
Khi đóng cọc, đất xung quanh cọc bị biến dạng theo bốn vùng:

Vùng I: Dày $0,2 \div 1,0\text{m}$, đất từ nằm ngang biến thành một màng thẳng đứng đồng tâm rất mỏng nhưng rất chặt bao quanh thân cọc, đất bị phá hoại hoàn toàn và sinh ra áp lực nước lỗ rỗng rất lớn.

Vùng II: Dày khoảng $(0,7 \div 3)d$, trong đó d là đường kính cọc. Trong vùng này đất bị ép chặt và bị trồi lên. Cấu tạo của đất giáp với vùng III không thay đổi, còn phần giáp với vùng I thì bị phá hoại hoàn toàn.

Vùng III: Dày khoảng $(5 \div 6)d$, cấu tạo của đất trong vùng này không đổi, độ chặt và dung trọng có phần bị giảm, lượng ngậm nước tăng, áp lực nước lỗ rỗng tăng.

Vùng IV: Bán kính khoảng $5 \div 12\text{m}$, tính chất cơ lý của đất nền ở vùng này thay đổi rất ít, áp lực nước lỗ rỗng cũng tăng rất ít.



Hình 6-10. Đất biến dạng khi đóng cọc

Khi mới bắt đầu đóng cọc một đoạn khoảng $(2,5 \div 3)d$ thì phần lớn năng lượng sẽ bị tiêu hao để ép đất trôi lên chứ không phải để nén chặt đất.

Từ kết quả nghiên cứu vấn đề biến dạng của đất khi đóng cọc, rút ra kết quả sau:

1. Khi thiết kế nền cọc phải xét đến đất không những bị trôi lên khi đóng cọc, mà còn tiếp tục trôi trong một thời gian sau khi cọc đã được đóng xong.
2. Không thể đổ bê tông ngay sau khi đóng cọc, nếu không bê tông sẽ bị nứt.
3. Đóng cọc cần theo một trình tự nhất định. Nếu hố móng không lớn thì đóng từ giữa ra, nếu hệ cọc lớn thì đóng theo từng dãy song song với chiều ngang hệ cọc và chia ra từng đoạn để đóng dần. Nếu khoảng cách cọc lớn thì có thể đóng theo bất cứ trình tự nào.

6.2.2. Ảnh hưởng của ngừng đóng cọc đối với độ chối của cọc

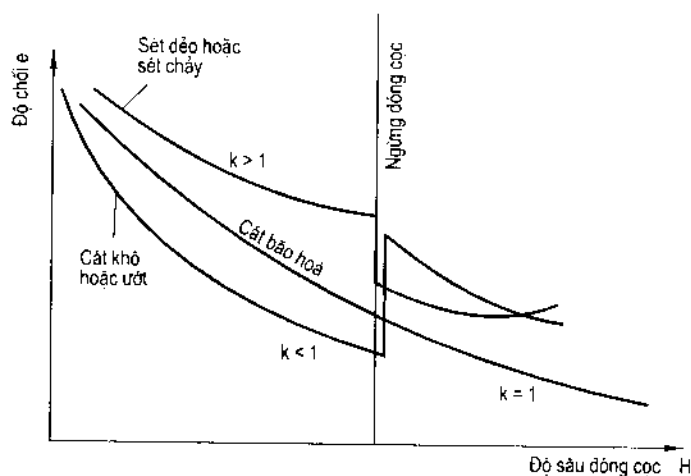
Giáo sư Gherxevanov đã nghiên cứu và giới thiệu kỹ vấn đề này. Ông đã chú ý đến sự thay đổi của độ chối tức là thay đổi khả năng chịu tải của cọc sau khi ngừng đóng cọc tùy theo tính chất đất nền. Hệ số $k = \frac{W_1}{W}$ dùng để biểu thị sự thay đổi đó, trong đó W_1 là sức chịu tải của cọc trước khi ngừng đóng cọc, W là sức chịu tải của cọc sau khi ngừng đóng cọc. Vì lực cản ma sát giữa cọc và đất cũng như lực cản ở mũi cọc là biến số thay đổi theo thời gian, nên có thể $k > 1$, $k = 1$ hoặc $k < 1$ (hình 6-11).

Trong đất cát, cuội sỏi chặt vừa và chặt bão hoà, đất bị đóng chặt khi đóng không liên quan với phương pháp đóng cọc, nên độ chối khi vừa đóng cọc xong và độ chối sau khi ngừng đóng cọc gần bằng nhau, tức $k = 1$.

Trong đất sét dẻo và chảy, do nước bị ép ra làm ướt trơn mặt cọc, làm giảm lực ma sát, nhưng sau khi ngừng đóng cọc, do tác dụng hút nước của cọc, độ chối giảm rõ rệt, do đó $k > 1$.

Trong đất cát rời, khi đóng cọc áp lực lên cọc tăng do bị ép chặt, sau một thời gian lực ma sát giảm nên $k < 1$.

Vì ngừng đóng cọc có ảnh hưởng đến sức chịu tải của cọc, trong thi công phải dùng cách đóng thêm để xác định sức chịu tải của cọc, thường sau $2 \div 3$ ngày đối với đất cát, $10 \div 15$ ngày đối với đất sét thì tiến hành đóng thêm, số lần đóng thêm là $3 \div 5$ nhát búa, mỗi



Hình 6-11. Ảnh hưởng của ngừng đóng cọc

nhất cách nhau $2 \div 5$ phút, độ chối bình quân là $c = \frac{\lambda}{n}$, trong đó λ là độ lún thêm của cọc khi đóng thêm, n là số nhát búa đóng thêm.

6.3. Bãi dúc cọc và bố trí mặt bằng bãi dúc cọc

6.3.1. Nguyên tắc chọn địa điểm làm bãi dúc cọc

Trong công trình cảng, cọc BTCT thường được dúc trong những bãi lộ thiên, bố trí dọc theo bờ hay làm với bờ một góc nhất định tùy theo điều kiện địa hình, tổng bình đồ thi công, phương pháp thi công, phương tiện cầu cọc. Khi chọn địa điểm cần chú ý những điểm sau:

1. Tận dụng bố trí bãi gần công trường, đồng thời xét đến giao thông liên hệ với bên ngoài (ga, bến, bãi vật liệu). Ngoài ra, điều quan trọng là phải bảo đảm đường vận chuyển cọc từ bãi dúc sang bãi chứa và đến địa điểm đóng cọc được thuận tiện.

2. Bãi phải bằng phẳng để tránh phải đào đắp quá nhiều, mặt bãi không bị ngập khi triều lên hay có sóng, có điều kiện thoát nước tốt và nền bãi phải có khả năng chịu tải.

3. Bãi phải đủ rộng để bố trí bãi chứa, xưởng gia công ván khuôn, cốt thép, trạm trộn bê tông, kho xi măng, bãi vật liệu cát sỏi, đường đi lại và lán trại tạm thời.

4. Tận dụng sử dụng được điện nước của công trình.

6.3.2. Xác định diện tích bãi dúc, bãi chứa

Trước hết dựa vào thời hạn dúc cọc, khối lượng cọc, tiến độ đóng cọc điều kiện khí hậu, thiết bị... để xác định năng suất dúc cọc. Theo yêu cầu của xây dựng công trình cảng biển, cọc sau khi đổ ván khuôn phải dưỡng hộ 45 ngày đêm mới dùng được và để đạt hiệu quả sản xuất đều đặn, sử dụng hết năng suất thiết bị, nhân lực, nói chung thường khởi công dúc cọc trước khởi công đóng cọc 3 tháng.

Diện tích bãi dúc cọc có thể tính theo công thức:

$$F_1 = k_1 \frac{P[(n-1)t_1 + t_2]}{n} l(b+i) \quad (6-1)$$

Trong đó:

P - Năng suất dúc cọc (cọc/ngày);

t_1 - Thời gian dưỡng hộ bê tông từ khi dúc xong cọc đến lúc bê tông đạt 25% cường độ thiết kế, $t_1 = 5 \div 6$ ngày;

t_2 - Thời gian từ khi dúc xong cọc đến lúc bê tông đạt 100% cường độ thiết kế, t_2 bằng 28 ngày;

l, b - Chiều dài và chiều rộng cọc (m);

i - Khoảng cách hai cọc trong cùng một lớp, thường lấy 0,5b nhưng không nhỏ hơn $0,15 \div 0,20$ m;

n - Số lớp cọc;

k_1 - Hệ số xét đến đường đi lại, có thể lấy $k_1 = 1,05 \div 1,10$.

Đối với bãi dúc cọc ứng suất trước, diện tích bãi tùy theo kích thước và bố trí máng kéo cốt thép, thời gian làm việc của mỗi máng (từ lúc chuẩn bị đến lúc dưỡng hộ bê tông xong, cầu cọc ra khỏi máng).

Diện tích bãi chứa cọc có thể tính theo công thức.

$$F_2 = k k_2 \frac{P_t + M}{n} / b \quad (6-2)$$

Trong đó:

k - Tỷ lệ giữa số ngày làm việc trong một tháng của bãi dúc cọc với số ngày làm việc thuận lợi nhất trong một tháng của máy đóng cọc ($k > 1$);

k_2 - Hệ số xét đến đường đi lại và khoảng cách giữa các cọc, thường lấy $k_2 = 1,5$;

t - Thời gian cọc để trong bãi chứa sau khi đã đạt 100% cường độ thiết kế (ngày);

M - Số lượng cọc dự trữ để tránh công tác bị gián đoạn, thường lấy bằng 10 ÷ 20% tổng số cọc của công trình;

n - Số lớp cọc xếp chồng nhau trong bãi chứa.

Theo kinh nghiệm thì toàn bộ diện tích bãi (kể cả bãi dúc và bãi chứa) thường bằng 2÷5 lần diện tích dùng để đổ bê tông.

6.3.3. Yêu cầu đối với đất nền bãi dúc cọc

Đất nền bãi dúc cọc phải có đủ khả năng chịu tải. Lớp đệm phải đầm kỹ, sau khi san phẳng đầm kỹ, rải 10 ÷ 20cm cát sỏi để tiện thoát nước. Nói chung không trực tiếp lát ván khuôn đáy lên nền mà phải đệm gỗ vuông hay nửa tròn dày 6cm cách nhau 0,6 ÷ 1,2m, sau đó mới lát ván khuôn đáy dày 3,5 ÷ 5cm. Ván khuôn đáy phải bào trơn một mặt và khe nối phải kín để tránh vữa chảy. Khi cọc dài trên 20m, thời gian thi công dài thì nên đổ lớp bê tông dày 10 ÷ 15cm làm ván khuôn đáy.

Cần chú ý vấn đề thoát nước được nhanh để tiện cho thi công đồng thời tránh được đất bị lún thêm do bão hoà nước.

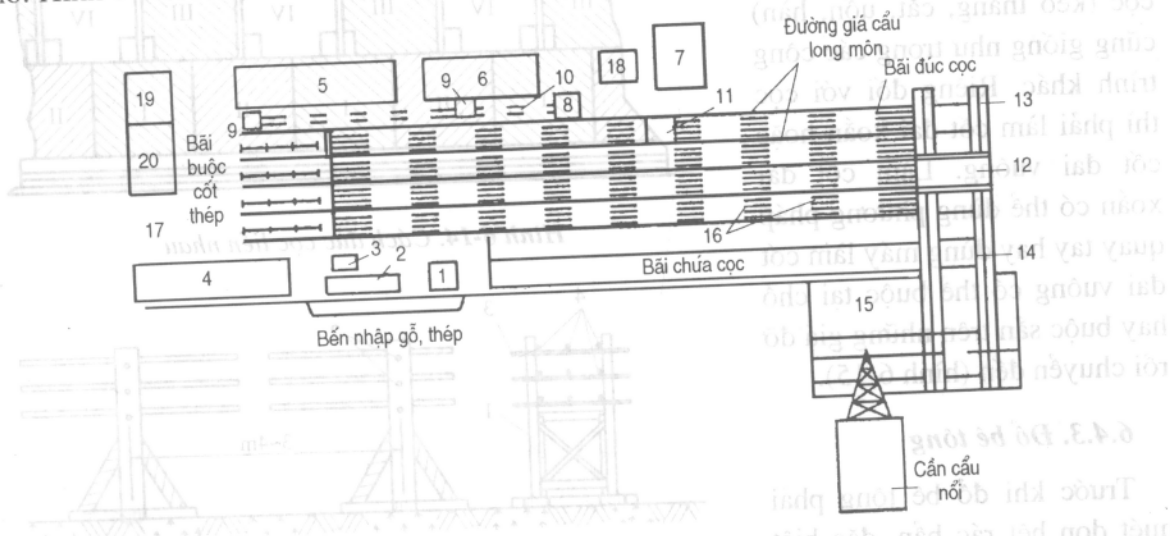
6.3.4. Nguyên tắc bố trí mặt bằng bãi dúc cọc

Kho bãi chứa cốt liệu bê tông, cốt thép, ván khuôn nên bố trí gần đường giao thông và có đường nhánh đi thẳng vào bãi.

Trạm trộn bê tông và kho cốt liệu nên tận dụng để ở gần trung tâm bãi, phải có đường vận chuyển bê tông tốt, bảo đảm vận chuyển bê tông từ trạm trộn đến nơi đổ được thuận tiện.

Trong bãi nên bố trí cần cẩu di động để đưa cọc từ bãi dúc sang bãi chứa và ra bến xuất cọc. Để giảm bớt công tác vận chuyển cốt thép cũng nên bố trí đường cần cẩu, thường dùng cần cẩu poóc tích để có thể hoạt động trong toàn bãi.

Đối với bến xuất cọc phải xét đến tình hình thay đổi mực nước, thường dùng loại bến khô. Hình 6-12 là một ví dụ bố trí mặt bằng bãi đúc cọc.



Hình 6-12. Bố trí mặt bằng bãi đúc cọc

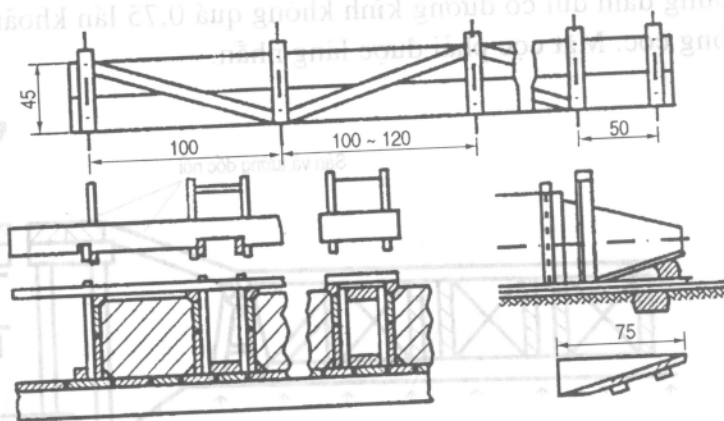
1. Kho chứa gỗ; 2. Kho cốt thép thanh; 3. Kho cốt thép cuộn; 4. Xưởng gia công; 5. Bãi đá dăm; 6. Bãi cát; 7. Kho xi măng; 8. Trạm trộn bê tông; 9. Phểu đổ cát đá; 10. Băng chuyển; 11. Giá cầu long môn; 12. Xe giường; 13. Hào chuyển xe giường; 14. Đường ray xe giường; 15. Đường ray của bãi đúc; 16. Đường gòong; 17. Lối ra vào bãi; 18. Phòng thí nghiệm bê tông; 19. Trụ sở của bãi đúc; 20. Trụ sở công đoàn; 21. Ván khuôn, cốt thép.

6.4. Đặc điểm công nghệ đúc cọc

6.4.1. Ván khuôn

Ván khuôn đáy như trên đã đề cập đến, còn ván khuôn thành thì có hai cách đúc: cách đúc cọc rời nhau (hình 6-13) và cách đúc cọc liền nhau (hình 6-14).

Cách đúc cọc liền nhau có thể tiết kiệm được ván khuôn, tận dụng được diện tích bãi. Đợt cọc thứ nhất sau khi đã dưỡng hộ bê tông, dỡ ván khuôn thì có thể làm ván khuôn thành cho đợt thứ hai, do đó tiết kiệm được nhiều gỗ ván khuôn, nhưng cần chú ý nền phải được san phẳng và đầm kỹ và tránh bị lún ảnh hưởng đến chất lượng cọc.



Hình 6-13. Cách bố trí ván khuôn đúc cọc rời nhau

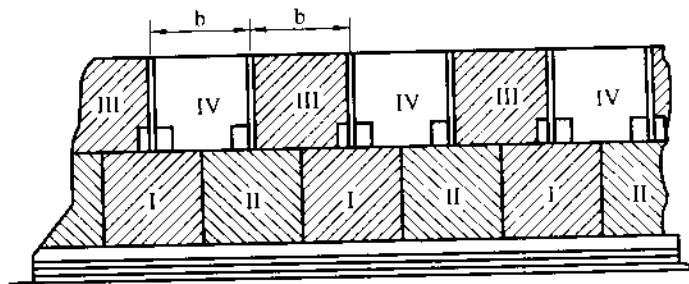
6.4.2. Cốt thép

Công tác gia công cốt thép cọc (kéo thẳng, cắt, uốn, hàn) cũng giống như trong các công trình khác. Riêng đối với cọc thì phải làm cốt đai xoắn hoặc cốt đai vuông. Làm cốt đai xoắn có thể dùng phương pháp quay tay hay dùng máy làm cốt đai vuông có thể buộc tại chỗ hay buộc sẵn trên những giá đỡ rồi chuyển đến (hình 6-15).

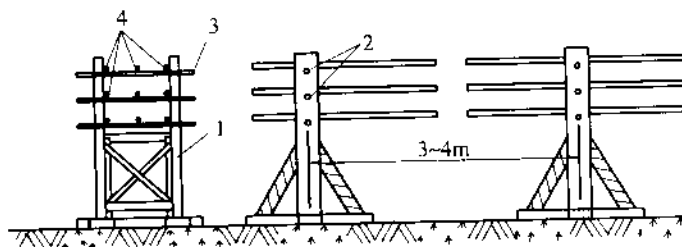
6.4.3. Đổ bê tông

Trước khi đổ bê tông phải quét dọn hết rác bẩn, đặc biệt phải kiểm tra lớp bảo vệ cốt thép. Để bảo đảm chiều dày lớp bảo vệ ở dưới, có thể dùng cách treo cốt thép. Trong bất cứ trường hợp nào, cũng không được kê bằng cốt thép ngắn vì làm như vậy cọc sẽ chống bị ăn mòn hơn.

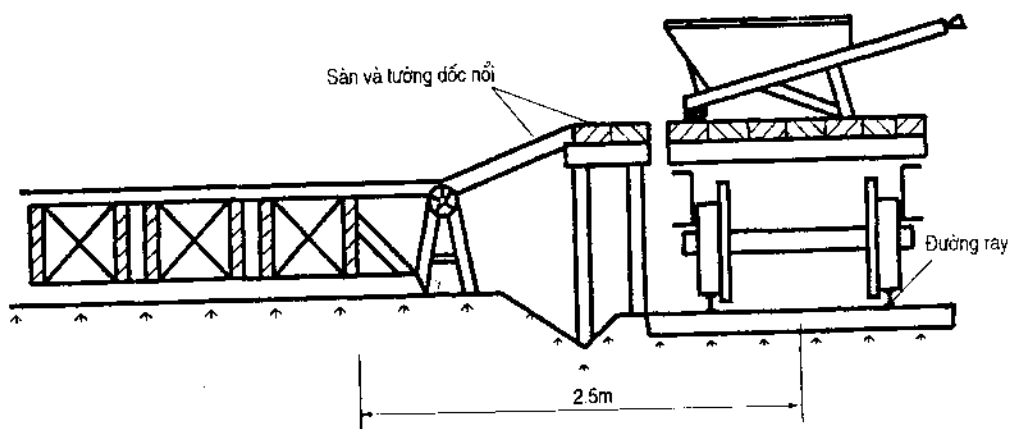
Vận chuyển vữa bê tông có thể dùng xe cút kít, xe hai bánh (khoảng cách dưới 70m) hoặc xe goòng (khoảng cách trên 70m). Có lúc dùng xe hai tầng, xe goòng chạy dọc theo bãi, xe cút kít đặt trên xe goòng, đến chỗ cần đổ bê tông thì đi vào theo phương vuông góc với cọc (hình 6-16). Đổ bê tông bắt đầu từ mũi cọc dốc dần về phía đầu cọc. Dùng đầm dùi có đường kính không quá 0,75 lần khoảng cách cốt đai trong thi công bê tông cọc. Mặt cọc phải được láng nhẵn.



Hình 6-14. Cách đúc cọc liên nhau



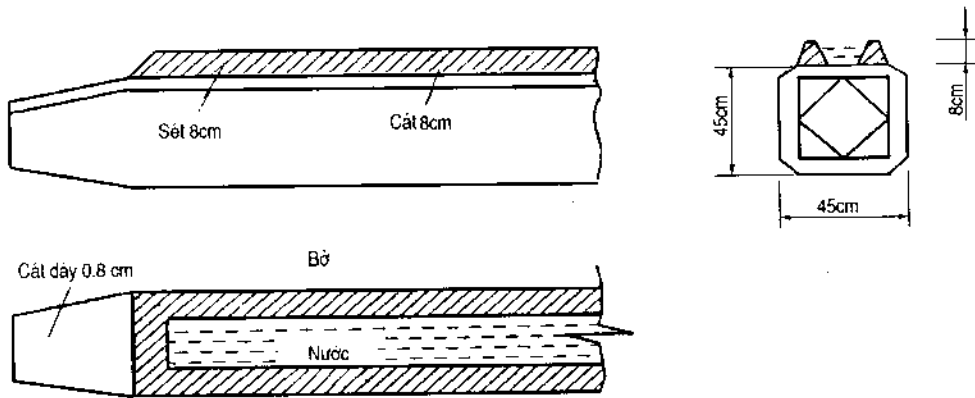
Hình 6-15. Giá gia công cốt đai vuông
1. Giá; 2. Lò; 3. Thép đỡ; 4. Cốt thép cọc



Hình 6-16. Dùng hai tầng xe đổ bê tông đúc cọc

6.4.4. Dưỡng hộ bê tông

Thời gian dưỡng hộ bê tông cọc phải lâu hơn và cẩn thận hơn là đối với kết cấu BTCT thường. Trước khi bê tông ninh kết phải dùng rơm rạ, bao tải phủ mặt cọc và thường xuyên tưới nước. Sau khi bê tông đã ninh kết thì dùng một lớp cát hay mặt cưa dày $2 \div 3\text{cm}$ thay cho rơm, bao tải, hoặc có thể làm gờ bằng đất sét cao 8cm rộng 10cm phía dưới rải một lớp cát 0,8cm phía trong đổ nước, nước sẽ thấm qua lớp cát và làm ướt mặt cọc (hình 6-17). Thời gian tưới nước dưỡng hộ cọc, về mùa hè đối với xi măng poóc lăng có phụ gia ninh kết trong nước là ba tuần lễ, còn xi măng poóc lăng thường là hai tuần lễ.



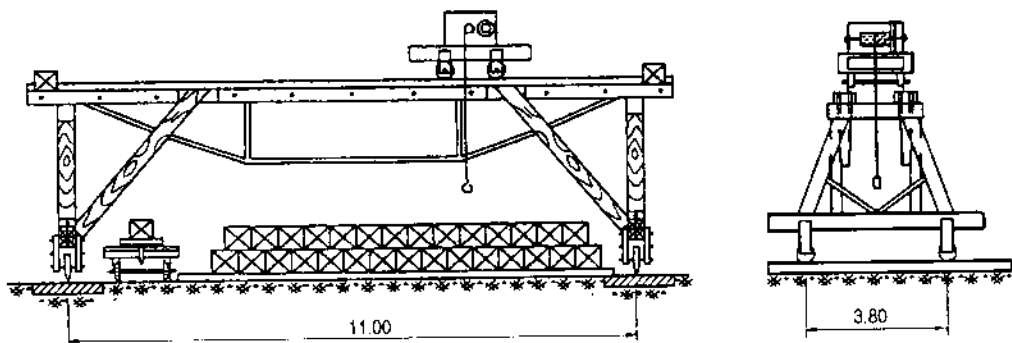
Hình 6-17. Đắp bờ đổ nước dưỡng hộ cọc

Để nâng cao năng suất bãi đúc cọc, có thể dùng phương pháp dưỡng hộ bê tông bằng hơi nước nóng dưới áp lực bình thường, nhiệt độ từ $60 \div 80^\circ\text{C}$, độ ẩm $90 \div 100\%$. Không chế nhiệt độ theo ba giai đoạn: nâng nhiệt, giữ nhiệt và hạ nhiệt. Cần khống chế thời gian nâng nhiệt và hạ nhiệt khoảng 8 tiếng (tốc độ nâng nhiệt $\leq 10 \div 12^\circ\text{C/h}$, tốc độ hạ nhiệt $\leq 5 \div 10^\circ\text{C/h}$), thời gian giữ nhiệt là 15 giờ. Dưỡng hộ bằng hơi nóng có thể rút ngắn thời gian dưỡng hộ xuống 4 ngày.

6.5. Vận chuyển cọc

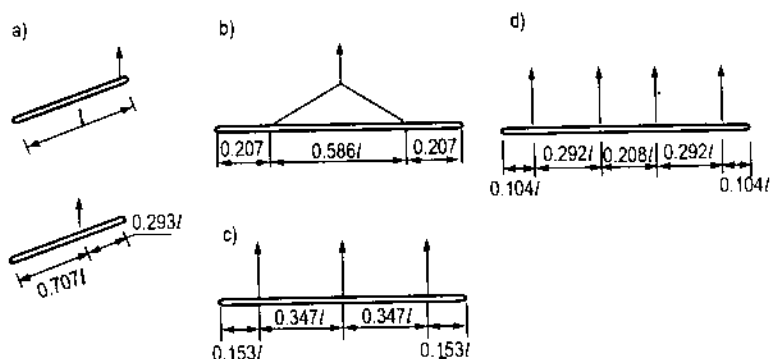
6.5.1. Cầu cọc

Cầu cọc thường dùng giá cầu hay cần cầu (hình 6-18).



Hình 6-18. Dùng poóc tích cầu cọc

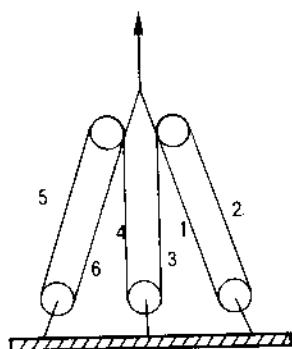
Tùy theo chiều dài cọc, có thể dùng cách cẩu một điểm, hai điểm, ba điểm và bốn điểm. Vị trí cẩu và mô men trong cọc của các phương pháp như hình 6-19 trong đó q là trọng lượng đơn vị chiều dài cọc, l là chiều dài cọc.



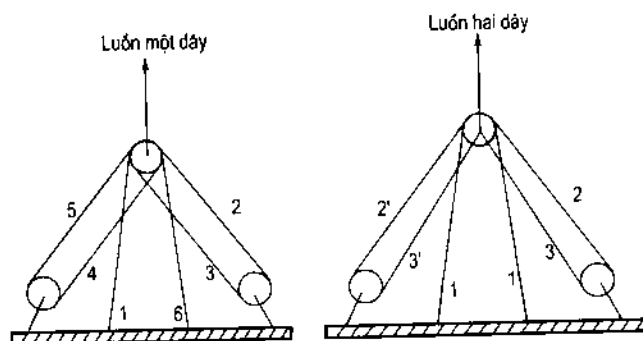
Hình 6-19. Vị trí điểm cẩu và mô men trong cọc

a) Cẩu một điểm; b) Cẩu hai điểm; c) Cẩu ba điểm; d) Cẩu bốn điểm;

Khi cẩu phải bảo đảm cọc chịu lực đúng như thiết kế. Đối với cách cẩu một điểm và cẩu hai điểm, vấn đề mắc dây không khó khăn lắm, dễ phù hợp với trạng thái chịu lực như quy định của thiết kế. Cẩu ba điểm đặc biệt hơn, nên dùng cách mắc dây như hình 6-20. Cẩu bốn điểm nếu dùng cần cẩu cẩu cọc thì có thể dùng cách mắc dây như hình 6-21.



Hình 6-20. Cách mắc dây cẩu ba điểm



Hình 6-21. Cách mắc dây cẩu bốn điểm

Dùng cách cẩu nào thì cũng đều phải chú ý cho dây có độ dài nhất định để bảo đảm các điểm chịu lực đều bằng nhau (hình 6-22). Quan hệ giữa phản lực ở các điểm cẩu với lực căng của dây là T như sau:

$$\frac{V_A}{2T} = \frac{h}{AE} ; \frac{V_B}{T} = \frac{h}{BE} \quad (6-3)$$

$$\text{Do đó:} \quad V_A = 2T \frac{h}{\sqrt{h^2 + (0,396l)^2}} \quad (6-4)$$

$$V_B = T \cdot \frac{h}{\sqrt{(0,104l)^2 + h^2}} \quad (6-5)$$

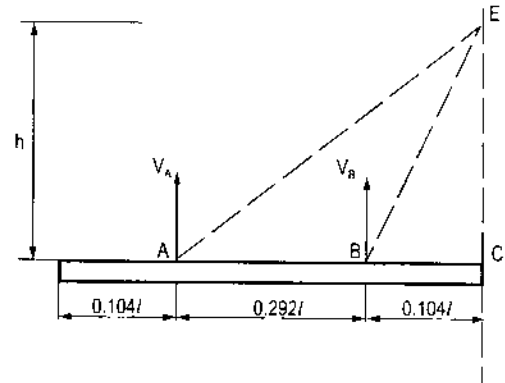
Cho $V_A = V_B$, tức:

$$\sqrt{(0,396l)^2 + h^2} = 2\sqrt{(0,104l)^2 + h^2} \quad (6-6)$$

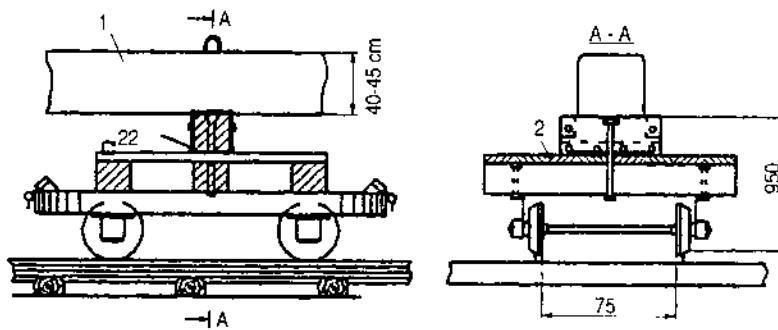
Vì vậy phải bảo đảm $h = 0,194l$.

6.5.2. Vận chuyển cọc

Thường dùng xe goòng để vận chuyển cọc (hình 6-23). Trên mỗi xe kê một dầm gỗ, bắt bulông xuyên qua dầm và mặt xe, khi đến đường cong hay chỗ rẽ, dầm sẽ lấy bulông làm trụ và quay trên mặt tấm thép trơn cố định trên mặt xe. Vận chuyển dưới nước dùng sà lan cũng có kê gỗ đệm, gỗ kê phải đúng điểm cầu (chỗ có móc cọc) để tránh gãy cọc.



Hình 6-22. Sơ đồ tính cầu bốn điểm



Hình 6-23. Dùng xe goòng vận chuyển cọc
1. Cọc bê tông cốt thép; 2. Tấm xoay.

6.5.3. Bãi chứa cọc

Trước khi chuyển cọc từ bãi đúc sang bãi chứa phải dùng sơn hay hắc ín ghi rõ đặc tính chủ yếu của cọc vào đầu cọc và mặt cọc như số hiệu cọc, mác bê tông, chiều dài, tiết diện, ngày tháng đúc cọc.

Trong bãi chứa cọc thường được xếp thành nhiều lớp, nếu bãi chứa cọc rất phẳng thì có thể xếp lớp dưới cùng trực tiếp lên nền, nếu không phải xếp đệm bằng gỗ cứng, khoảng cách đệm không quá 3m và dưới móc cọc phải có gỗ đệm, giữa các lớp cọc phải có lớp đệm gỗ dày bằng nhau và cùng nằm trên một đường thẳng đứng.

6.6. Thiết bị đóng cọc

6.6.1. Búa đóng cọc

Hạ cọc bằng phương pháp dùng búa đóng là lợi dụng lực xung kích gián đoạn của búa làm cho khối đất xung quanh cọc không ngừng bị phá hoại do ép nén và cắt, làm cho cọc hạ dần vào trong đất nền.

Theo nguyên lý làm việc, có các loại búa treo, búa hơi, búa diesel và búa ép, hiện nay trong xây dựng công trình cảng thường dùng loại búa diesel.

a) Búa treo:

Dùng sức người hay tời kéo quả búa lên một độ cao nhất định rồi thả rơi tự do, dùng cách thay đổi độ rơi để điều chỉnh năng lượng xung kích. Loại búa này kết cấu giản đơn, khó xảy ra sự cố, chi phí sử dụng thấp nhưng tần số đóng cọc thấp ($6 \div 20$ nhát/phút), hiệu suất hạ cọc thấp, dễ đóng lệch tâm, tỉ lệ phá hoại đầu cọc lớn. Loại búa nhẹ ($200 \div 800\text{kg}$) chỉ có thể dùng để đóng cọc gỗ, loại lớn $500 \div 6000\text{kg}$ có thể đóng được cọc bê tông cốt thép. Thường dùng trong công trình nhỏ, sử dụng ít cọc.

Năng lượng xung kích được tính theo công thức:

$$W = Q H \eta \quad (6-7)$$

Trong đó:

Q - Trọng lượng quả búa;

H - Chiều cao rơi búa;

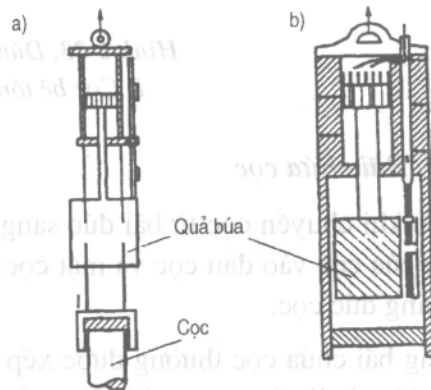
η - Hệ số hiệu suất.

b) Búa hơi

Có thể điều chỉnh năng lượng xung kích, kết cấu búa phức tạp, trọng lượng lớn, tiếng ồn khi làm việc lớn, cần có thiết bị cung cấp khí nén lớn, di chuyển không thuận tiện, chi phí sử dụng cao. Thường chia làm búa hơi đơn động và búa hơi song động.

+ **Búa hơi đơn động (hình 6-24a):** Loại này giống như búa treo, chỉ khác là không dùng sức người hay tời nâng quả búa mà dùng khí nén. Sau khi quả búa được nâng lên đến điểm đỉnh, cho hơi thoát ra, búa tự rơi xuống. Dùng van hơi điều chỉnh lượng hơi để thay đổi hành trình quả búa, điều chỉnh năng lượng xung kích và tần số. Tần số đóng thường là $50 \div 80$ nhát/phút.

Tính toán năng lượng xung kích giống như đối với búa treo.



Hình 6-24. Cấu tạo búa hơi
a) Búa đơn động; b) Búa song động.

+ *Búa hơi song động (hình 6-24b)*: Không những dùng hơi để nâng quả búa lên mà còn dùng hơi để đẩy quả búa xuống, nên trong điều kiện không tăng trọng lượng quả búa và chiều cao rơi búa, năng lượng xung kích có thể bằng 6 ÷ 10 lần búa hơi đơn động. Búa hơi song động có năng suất cao: loại nhẹ 600 nhát/phút, loại vừa và nặng 100 ÷ 200 nhát/phút. Nhược điểm: trọng lượng quả búa chỉ chiếm 10 ÷ 30% trọng lượng búa vì phải bảo đảm khi hơi ép quả búa xuống thì không nâng cả búa lên.

Năng lượng xung kích được tính theo công thức:

$$W = (Q + pF)H\eta \quad (6-8)$$

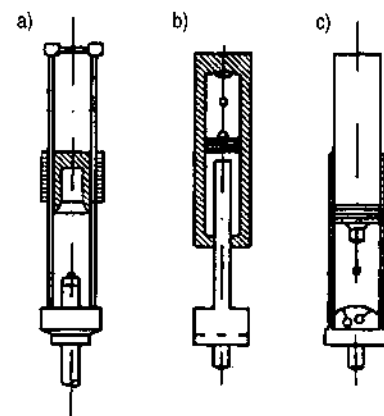
Trong đó :

p - Áp suất hơi nén;

F - Diện tích pittông.

c) *Búa diesel*:

Nguyên lý làm việc cũng giống như động cơ diesel (hơi đốt nổ nâng quả búa lên rồi để rơi tự do). Kết cấu búa tương đối đơn giản, trọng lượng nhỏ dễ thao tác, dễ lắp đặt, tháo lắp dễ dàng, không cần thiết bị cấp khí nén, chi phí sử dụng thấp, di chuyển tiện lợi, lực xung kích lớn nhưng không dễ khống chế hành trình quả búa (khi đất cứng quả búa nâng lên cao, độ rơi lớn, hiệu quả hạ cọc tốt, khi đất mềm quả búa nâng lên thấp, thậm chí không nâng lên nên không thể làm việc liên tục, hiệu quả hạ cọc thấp), tiếng ồn khi làm việc lớn, dễ bị tắc ống dẫn dầu, có khói dầu và dầu thải.



Hình 6-25. Búa diesel

a) Loại hai cột dẫn;

b) Loại một cột dẫn; c) Loại ống dẫn.

Búa diesel có loại một cột dẫn, loại hai cột dẫn và loại ống dẫn. Loại cột dẫn do năng lượng xung kích nhỏ, tuổi thọ thấp, hiện nay đã rất ít dùng, phần nhiều dùng loại ống dẫn.

Công thức gần đúng tính năng lượng xung kích của búa diesel:

$$\text{Khi đóng cọc đứng: } W = 1,2QH \quad (6-9)$$

$$\text{Khi đóng cọc xiên: } W = 1,2QH(\cos\theta - \frac{\mu}{1,2} \sin\theta) \quad (6-10)$$

Trong đó:

θ - Góc xiên của cọc so với phương thẳng đứng;

μ - Hệ số ma sát giữa pittông và ống xi lanh.

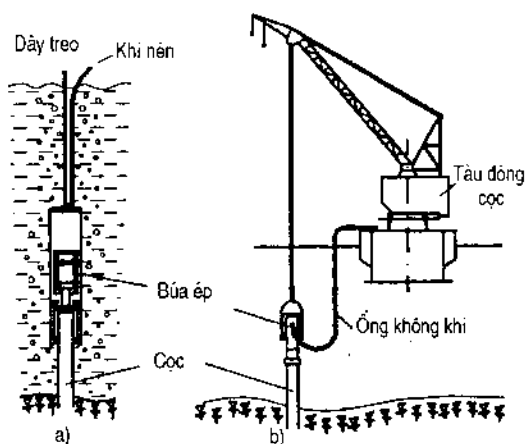
d) *Búa ép*:

Các loại búa đóng (búa treo, búa hơi, búa diesel) đều là búa xung kích tức thời do vật rắn va chạm nhau:

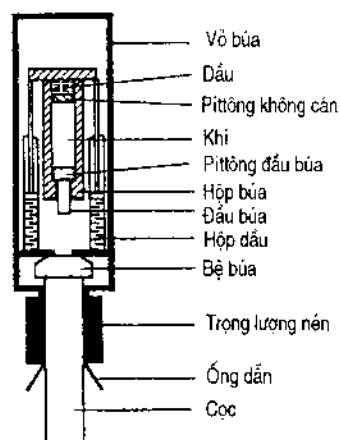
Búa ép là loại búa có tính va chạm đàn hồi kết hợp xung kích và ép nén (hình 6-26).

Lực búa kích của búa ép thường không vượt quá lực xung kích mà cọc có thể chịu được, hơn nữa thời gian lực tác dụng lên đầu cọc $T_1 + T_2$ tương đối dài kết quả là hiệu suất lợi dụng năng lượng búa kích lớn, năng suất hạ cọc cao, đầu cọc ít bị vỡ. Ngoài ra tiếng ồn nhỏ, không có khói và hơi dầu, khi cho búa nén vào trong hộp búa (hình 6-26), có thể ngăn nước vào trong búa, có thể dùng để hạ cọc chìm trong nước mà không cần cọc dẫn dài.

Cấu tạo cơ bản của búa ép như hình 6-27, gồm hộp búa, ống búa, pittông không cân, đầu búa (kèm pittông), bộ búa và hộp dầu.

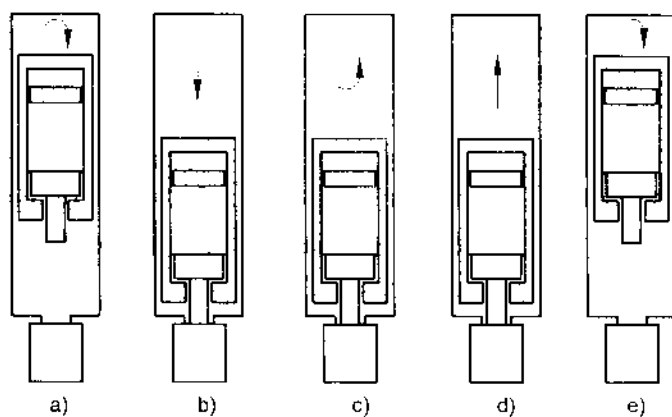


Hình 6-26. Sơ đồ ép cọc dưới nước của búa ép



Hình 6-27. Cấu tạo búa ép

Nguyên lý làm việc của búa ép như hình 6-28: cho dầu vào hộp dầu, ống búa được nâng lên đến điểm đỉnh, rút dầu, ống búa hạ xuống, đầu búa dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, trọng lượng ống búa (bao gồm dầu và khí nén) và áp lực của khí nén sẽ búa kích và ép lên đỉnh cọc làm cho cọc được hạ xuống, cứ thế lặp lại, cọc sẽ không ngừng được hạ xuống. Tác dụng của khí nén trong ống búa tương tự như lò xo, vừa truyền áp lực, vừa tránh không xuất hiện lực búa kích lớn.



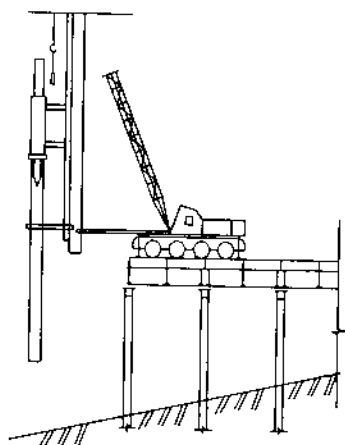
Hình 6-28. Nguyên lý làm việc của búa ép

6.6.2. Giá búa

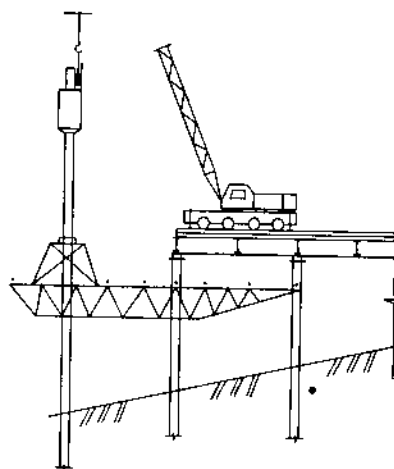
Giá búa dùng để treo cọc, cầu và định vị cọc, dẫn hướng cho búa đảm bảo đóng cọc đúng hướng. Khi đóng cọc xiên, giá búa còn có tác dụng đỡ cọc giảm bớt mô men do trọng lượng cọc gây nên.

a) Giá búa đặt trên sàn đạo (hình 6-29, 6-30)

Dùng cần cẩu chạy trên đường ray hay cần cầu bánh xích làm giá búa. Ở phía dưới long khẩu có làm một thanh ngang, có tầng đỡ để điều chỉnh độ xiên của cọc. Loại giá búa này thích hợp với các loại búa, cơ động, thao tác đơn giản nên hay dùng trong thi công cầu tàu. Sàn đạo có thể là cố định bằng những cọc thép hình (hình 6-29), cũng có thể dùng ngay cọc của cầu tàu bằng cách vừa đóng vừa lắp dần từ bờ ra (hình 6-30).



Hình 6-29. Giá búa đặt trên sàn đạo cố định

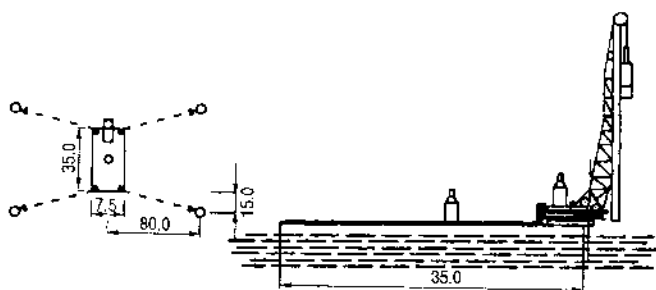


Hình 6-30. Giá búa đặt trên sàn đạo lắp dần

b) Tàu đóng cọc

Đóng cọc nhẹ nơi nước cạn có thể lắp giá búa vào sà lan hay đưa cần cẩu lên sà lan. Đóng cọc dài và nặng phải dùng tàu đóng cọc (hình 6-31). Tàu đóng cọc thường không thể tự hành mà phải dùng tàu kéo. Thường dùng 4 ÷ 6 dây neo để định vị và điều chỉnh tàu khi làm việc. Neo sau là quan trọng nhất, nếu neo sau bị xô dịch thì có thể làm cho tàu đè lên cọc làm gãy cọc. Chiều dài dây neo thường là 200m.

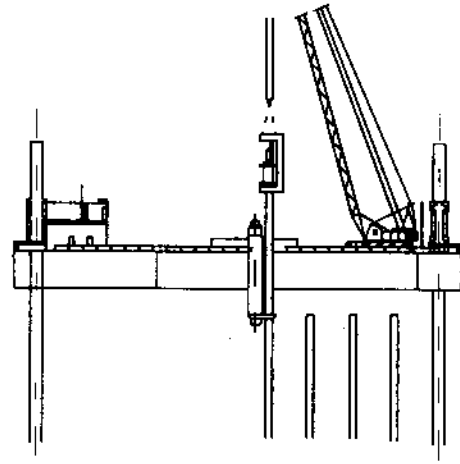
Để cho mặt boong tàu song song với mặt nước, đảm bảo cọc đóng chính xác, trên mặt boong hay trên khoang tàu có đặt xe đối trọng (đối trọng ngang và đối trọng dọc).



Hình 6-31. Tàu đóng cọc

c) Tàu tự nâng hạ

Khi cầu tàu ở vùng biển có sóng lớn, không thể dùng tàu đóng cọc thì dùng tàu tự nâng hạ để đóng cọc, đưa tàu ra vị trí bến, cho trục tàu song song với phương ngang của cầu tàu, nâng tàu lên khỏi mặt nước và thực hiện đóng cọc như trên sàn đạo, mỗi lần di chuyển có thể đóng 10 cọc.



Hình 6-32. Đóng cọc bằng tàu tự nâng hạ

6.7. Chọn búa và giá búa đóng cọc

6.7.1. Chọn búa

Chọn búa phải dựa vào trọng lượng, kích thước cọc, tải trọng cho phép của cọc, độ chối yêu cầu, thiết bị động lực và các yếu tố khác.

Năng suất của búa quyết định bởi năng lượng xung kích mỗi nhát búa và tần số búa đóng.

Năng lượng xung kích của mỗi nhát búa của búa treo và búa hơi đơn động tính theo công thức:

$$W = QH\eta; \text{ (kg.cm)} \quad (6-11)$$

Trong đó:

η - Hệ số hiệu suất, xét đến tổn thất do ma sát khi đóng;

Q - Trọng lượng quả búa (kg);

H - Chiều cao rơi búa (cm).

Do độ rơi càng lớn, mức độ xung kích càng mạnh, dễ phá vỡ đầu cọc, nên tính độ rơi theo công thức:

$$H_{\max} = \frac{\sigma^2 FL}{2EQ}; \text{ (cm)} \quad (6-12)$$

Trong đó:

σ - Cường độ cực hạn đàn hồi của vật liệu cọc (kg/cm²);

F - Tiết diện cọc (cm²);

L - Chiều dài cọc (cm);

E - Mô đun đàn hồi của vật liệu cọc (kg/cm²);

Q - Trọng lượng quả búa (kg).

Khi dùng búa hơi đơn động, phạm vi H không quá (2,5 ÷ 4,0)m. Năng lượng xung kích của mỗi nhát búa của búa hơi song động được tính theo công thức:

$$W = (Q + pF) H\eta; \text{ (kg.cm)} \quad (6-13)$$

Trong đó:

p - Áp suất hơi nén (kg/cm^2);

F - Diện tích hữu hiệu của mặt pít tông (cm^2).

Khi chọn búa có thể dựa vào hai công thức kinh nghiệm của công trình sư Loza, trong đó một công thức nói lên quan hệ giữa năng lượng xung kích mỗi nhát búa với sức chịu tải thiết kế cho phép của cọc, một công thức nói lên quan hệ giữa năng lượng xung kích với trọng lượng cọc và trọng lượng búa.

Dựa vào công thức thứ nhất của Loza để xác định năng lượng xung kích cần thiết ($\mathfrak{A}$) của búa:

$$\mathfrak{A} = 0,0125 P ; (\text{kg.cm}) \quad (6-14)$$

Trong đó:

P - Lực cản của cọc (kg);

$$P = \mu \sum T_i L_i + \sigma F \quad (6-15)$$

μ , F - Chu vi (cm) và tiết diện (cm^2) của cọc;

T_i - Lực cản ma sát của lớp đất i đối với cọc (kg/cm^2);

L_i - Chiều dài đoạn cọc đi qua lớp đất i (cm);

σ - Lực nén của đất ở mũi cọc (kg/cm^2).

Khi chọn búa phải thỏa mãn điều kiện: $W \geq \mathfrak{A}$ (6-16)

Dựa vào công thức thứ hai của Loza để kiểm nghiệm hiệu suất sử dụng của búa:

$$k = \frac{Q + q_1 + q}{W} \quad (6-17)$$

Trong đó:

Q - Trọng lượng của búa (kg);

q - Trọng lượng vỏ búa (kg);

q_1 - Trọng lượng cọc (kg);

W - Năng lượng xung kích của búa (kg.cm) được chọn;

k - Hệ số lấy theo bảng 6-1, nếu có phối hợp xói nước thì có thể tăng k lên 50%.

Bảng 6-1. Trị số hiệu suất sử dụng búa (k)

Loại búa	Cọc gỗ	Cọc thép	Cọc BTCT
Búa song động và búa diesel loại ống	5,0	5,5	6,0
Búa đơn động và búa diesel loại cột	3,5	4,0	5,0
Búa treo	2,0	2,5	3,0

Độ chối tính toán e (cm) của cọc đóng tính theo công thức:

$$e = \frac{nFQH}{mP(mP + nF)} \times \frac{Q + K^2(q + q_1)}{Q + q + q_1} \quad (6-18)$$

Trong đó:

m - Hệ số an toàn, $m = 2$;

P - Sức chịu tải cho phép của cọc (kg);

H - Độ rơi của quả búa lấy theo bảng 6-2;

n - Hệ số phụ thuộc vật liệu cọc và phương pháp đóng (xem bảng 6-3);

F - Diện tích tiết diện cọc;

Q - Trọng lượng búa;

q - Trọng lượng vỏ búa;

q_1 - Trọng lực cọc;

K^2 - Hệ số tùy thuộc vào vật liệu va nhau, giữa thép và gỗ lấy $K^2 = 0.2$ giữa thép và thép lấy $K^2 = 0.4$.

Bảng 6-2. Độ rơi tính toán của quả búa

Loại búa	Cọc đứng	Cọc xiên không quá 3:1
Búa treo, búa đơn động	H	0,8 H
Búa song động, búa diesel	$H = 0,1 W/Q$	$H = 0,08 W/Q$

Bảng 6-3. Hệ số n

Loại cọc	Cách đóng	n (kg/cm ²)
Cọc gỗ	Có đệm	8
Cọc gỗ	Không có đệm	10
Cọc BTCT	Có mũ cọc	15
Cọc thép	Có đệm gỗ	20
Cọc thép	Có đệm thép và có mũ cọc	30
Cọc thép	Có mũ cọc và không có đệm	50

6.7.2. Chọn giá búa

Chiều cao bé nhất của giá búa tính từ mặt đất tính theo công thức:

$$H_{\min} = L + h_1 + h_2 + h_3 \quad (6-19)$$

Trong đó:

L - Chiều dài cọc kể cả cọc dẫn và đệm đầu cọc;

h_1 - Chiều cao búa;

h_2 - Hành trình của quả búa đoạn ra khỏi búa;

h_3 - Chiều cao dùng cho pully vòng cầu (0,5 ÷ 1,0m).

6.8. Đóng cọc đơn

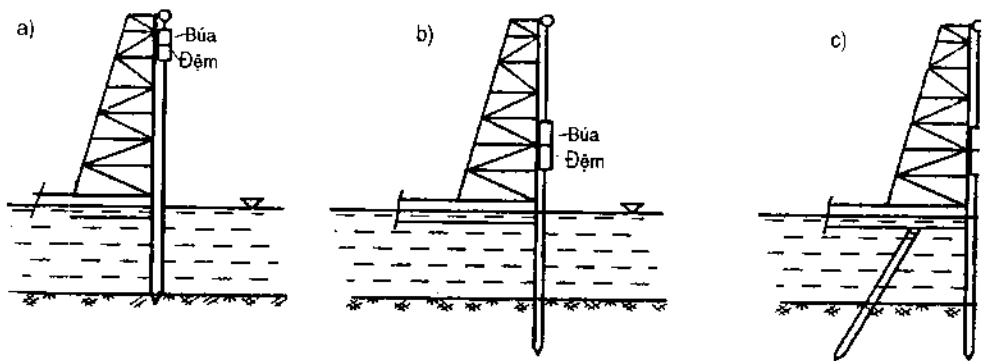
6.8.1. Trình tự đóng cọc

Lập trình tự đóng cọc hợp lý nhất là điều quan trọng trong thiết kế tổ chức thi công cầu cảng. Lập trình tự đóng cọc phải dựa trên yêu cầu bố trí mặt bằng cọc, số lượng và tính năng của thiết bị đóng cọc, địa hình và mực nước thi công, yêu cầu thi công phân đoạn liên tục.

Trình tự đóng cọc phải thoả mãn các yêu cầu:

Đóng hết được tất cả các cọc, di chuyển giá búa dễ dàng, tàu đóng cọc làm việc bình thường ở mực nước thi công và phù hợp với tiến độ thi công phân đoạn liên tục. Cần đặc biệt chú ý giá búa có thể di chuyển đến vị trí cọc được hay không, khi gặp trường hợp không có cách nào cho tàu vào sát vị trí cọc được thì phải lập trình tự lại, đó là vấn đề khó khăn thường gặp trong thực tế thi công. Khi cần thiết nếu được đồng ý của thiết kế thì có thể sửa đổi bố trí mặt bằng cọc.

Do điều kiện địa hình và mực nước thay đổi nên phải định mực nước thi công cho mỗi cọc, thường định mực nước thi công như hình 6-33:



Hình 6-33. Cách định mực nước thi công đóng cọc

a) Mực nước xuống thấp nữa sẽ không lắp được cọc vào giá búa; b) Mực nước lên cao nữa cọc đang đóng sẽ rời khỏi long khẩu; c) Mực nước xuống thấp nữa tàu sẽ va vào cọc đã đóng.

- Mực nước thấp nhất cho cọc vào long khẩu sao cho không bị chạm đất (hình 6-33a).
- Mực nước cao nhất để khi đóng cọc đến cao độ thiết kế để đệm đầu cọc không rời khỏi long khẩu (hình 6-33b).
- Mực nước khi cần đóng cọc mà tàu phải qua đỉnh cọc khác (hình 6-33c).

Ta thấy công tác đóng cọc phụ thuộc rất nhiều vào mực nước nên khi định trình tự đóng cọc phải chú ý đầy đủ đến vấn đề này mà áp dụng các biện pháp cần thiết khi cần kéo dài thời gian làm việc của tàu đóng cọc để đảm bảo tiến độ thi công.

Đóng cọc cần theo các bước sau đây:

- Di chuyển tàu đến vị trí lấy cọc (cọc được chở bằng sà lan hay chở nổi);

- + Cầu lắp cọc vào long khẩu;
- + Di chuyển tàu vào vị trí đóng;
- + Điều chỉnh ngang bằng tàu, điều chỉnh độ thẳng đứng của long khẩu (cọc đứng) hay độ nghiêng của long khẩu (cọc xiên);
- + Dùng máy kinh vĩ ngắm định vị cọc, căng nhả dây neo;
- + Cho cọc tự hạ do trọng lượng bản thân;
- + Đo độ lệch của cọc, điều chỉnh cọc và long khẩu;
- + Ép búa vào đệm đầu cọc;
- + Đo độ lệch của cọc, điều chỉnh tàu và long khẩu;
- + Đóng cọc với độ rơi béc của quả búa;
- + Đóng cọc với độ rơi búa bình thường;
- + Thoả mãn điều kiện khống chế của hạ cọc thì ngừng đóng;
- + Đo độ lệch của cọc;
- + Cầu lắp búa và đệm đầu cọc;
- + Đo độ lệch của cọc;
- + Di chuyển tàu lấy cọc mới ...

6.8.2. Định vị giá búa

a) Đóng cọc bằng giá búa đặt trên sàn đạo

Trường hợp dùng giá búa đặt trên đường ray thì định vị đường ray với độ chính xác 2cm, khoảng cách từ tâm đường ray đến tâm cọc xác định tùy theo kết cấu của giá búa. Nếu dùng giá búa có trục lăn thì vị trí giá búa và cọc phải định vị theo cả 2 hướng dọc và ngang.

b) Đóng cọc bằng tàu đóng cọc

Dùng máy kinh vĩ định vị trục cọc của 2 dây cọc dọc ở hai bên và một số dây cọc ngang cách nhau $20 \div 30\text{m}$. Dùng cách đo từ các trục đó để xác định trục của các dây cọc ngang còn lại. Dùng 2 máy kinh vĩ để kiểm tra vị trí và độ nghiêng của cọc trong khi đóng.

6.8.3. Cầu lắp cọc

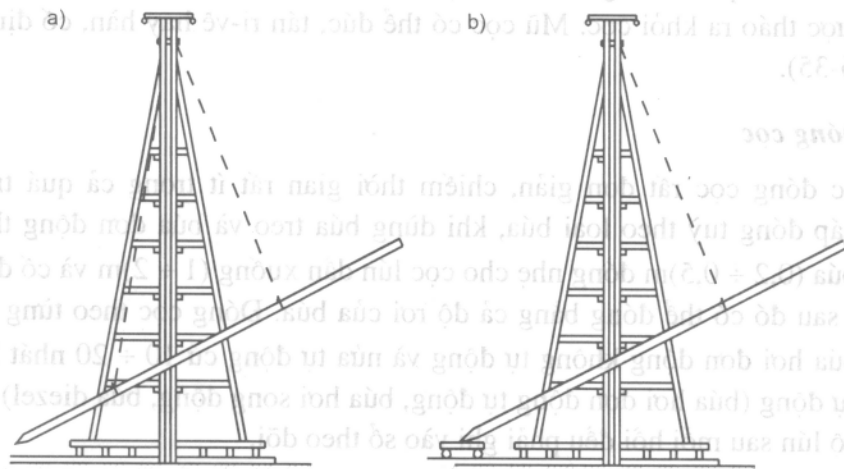
a) Đóng cọc bằng giá búa đặt trên sàn đạo

- + Khi dùng phương pháp cầu 2 điểm cầu lắp cọc:

Có thể dùng 2 tời của giá búa hoặc 1 tời của giá búa kết hợp với cần cẩu.

Khi dùng hai tời của giá búa cầu lắp cọc (hình 6-34a) thì trước hết cho xe chở cọc đó sao cho móc trên của cọc ngang với long khẩu, dùng dây treo búa buộc vào móc trên và dây treo cọc buộc vào móc dưới, điều khiển hai tời cùng làm việc nâng cọc lên $2 \div 3\text{m}$, sau đó đẩy xe ra, ngừng chạy tời của dây treo cọc, dùng tời của dây treo búa dựng cọc thẳng đứng và lắp vào long khẩu, chuyển dây treo cọc buộc vào móc trên để treo giữ cọc và thả dây treo búa xuống để cầu búa. Khi dùng cần cẩu lắp cọc thì dây cầu buộc vào móc dưới, dây

treo buộc cọc buộc vào móc trên. Hai tời của giá búa và của cần cầu cùng làm việc nâng cọc lên $2 \div 3\text{m}$, đẩy xe ra, dùng tời treo cọc thẳng đứng, trong khi cần cầu tiến dần đến long khẩu. Cách này không cần thay đổi dây như cách trên.



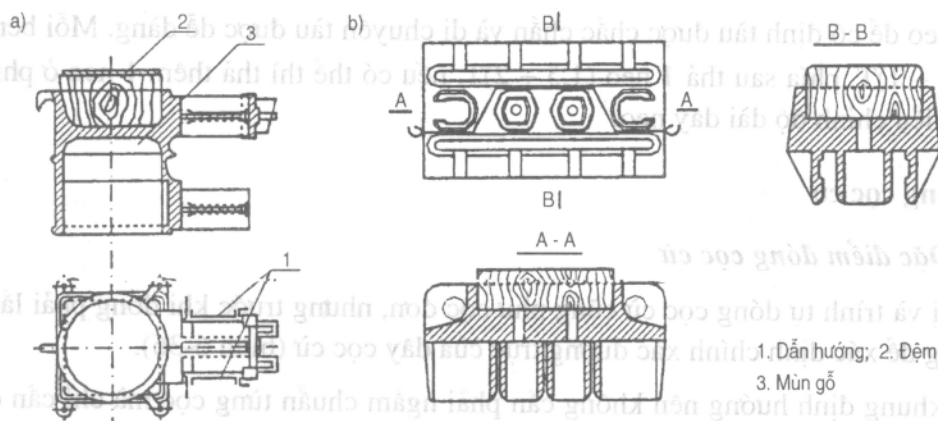
Hình 6-34: Cầu lắp cọc vào giá búa trên cần hay trên sàn đạo
a) Cầu hai điểm; b) Cầu một điểm.

+ Khi dùng phương pháp cầu một điểm cầu lắp cọc:

Tại mỗi cọc đặt một xe goòng (hình 6-34b), dây treo cọc buộc vào vị trí điểm cầu, tời treo cọc nâng cọc lên khỏi xe chở cọc, rút xe, tời của dây treo cọc tiếp tục nâng dựng đứng cọc trong khi xe goòng tiến dần đến long khẩu.

b) Đóng cọc bằng tàu đóng cọc

Dùng sà lan đưa cọc đến vị trí, dùng tời của giá búa trên tàu để cầu lắp cọc, nguyên lý thao tác cũng như đóng cọc bằng giá búa đặt trên sàn đạo.



Hình 6-35. Mũ cọc

a) Mũ cọc tròn; b) Mũ cọc cừ.

Phương pháp nào cũng vậy, khi đã đưa cọc vào long khẩu rồi thì phải khống chế vị trí cọc trên long khẩu, phía trên dùng mũ cọc, phía dưới dùng hai con lăn có thể lên xuống được dọc theo long khẩu đồng thời kẹp chặt lấy cọc bảo đảm cọc không bị xiên lệch, cọc sẽ đè lên con lăn và ép vào long khẩu, con lăn sẽ hạ dần theo cọc và khi nó xuống khỏi long khẩu thì được tháo ra khỏi cọc. Mũ cọc có thể đúc, tán ri-vê hay hàn, cố định vào búa hay cọc (hình 6-35).

6.8.4. Đóng cọc

Thao tác đóng cọc rất đơn giản, chiếm thời gian rất ít trong cả quá trình đóng cọc. Phương pháp đóng tùy theo loại búa, khi dùng búa treo và búa đơn động thì mới đầu chỉ nên nâng búa $(0,2 \div 0,5)m$ đóng nhẹ cho cọc lún dần xuống $(1 \div 2)m$ và cố định cọc ở vị trí chính xác, sau đó có thể đóng bằng cả độ rơi của búa. Đóng cọc theo từng hồi. Nếu dùng búa treo, búa hơi đơn động không tự động và nửa tự động cứ $10 \div 20$ nhát là một hồi, nếu dùng búa tự động (búa hơi đơn động tự động, búa hơi song động, búa diesel) cứ một phút là một hồi. Độ lún sau mỗi hồi đều phải ghi vào sổ theo dõi.

Để xác định cọc đã đóng đủ độ sâu hay chưa, dùng hai chỉ tiêu sau:

- + Mũi cọc đến đúng cao trình thiết kế.
- + Độ chối không quá quy định trong thiết kế.

6.8.5. Di chuyển giá búa

Di chuyển giá búa chiếm nhiều thời gian nhất trong quá trình đóng cọc, nó quyết định năng suất đóng cọc.

a) Trường hợp đóng cọc trên sàn đạo hay trên cạp

Nếu di chuyển giá búa trong cùng một đoạn thì tháo lắp dần đường ray, khi sang dây khác thì dùng đường ghi rẽ đóng ngược chiều hay trở lại từ đầu đóng xuôi chiều.

b) Trường hợp đóng cọc bằng tàu đóng cọc

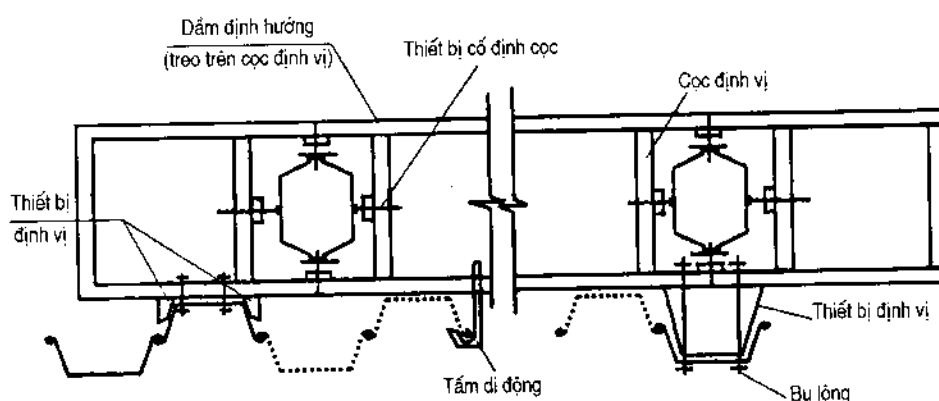
Dùng neo để cố định tàu được chắc chắn và di chuyển tàu được dễ dàng. Mỗi bên tàu thả 2 neo $(0,5 \div 1)T$, phía sau thả 1 neo $(1,5 \div 2)T$, nếu có thể thì thả thêm 1 neo ở phía trước. Dùng tời điều chỉnh độ dài dây neo.

6.9. Đóng cọc cừ

6.9.1. Đặc điểm đóng cọc cừ

Thiết bị và trình tự đóng cọc cừ cũng như cọc đơn, nhưng trước khi đóng phải lắp khung định hướng để xác định chính xác đường trục của dây cọc cừ (hình 6-36).

Do có khung định hướng nên không cần phải ngắm chuẩn từng cọc mà chỉ cần cắm cọc theo khung định hướng và móc vào cọc đã đóng trước sao cho trục đứng của cọc trùng với trục búa đóng cọc là được.



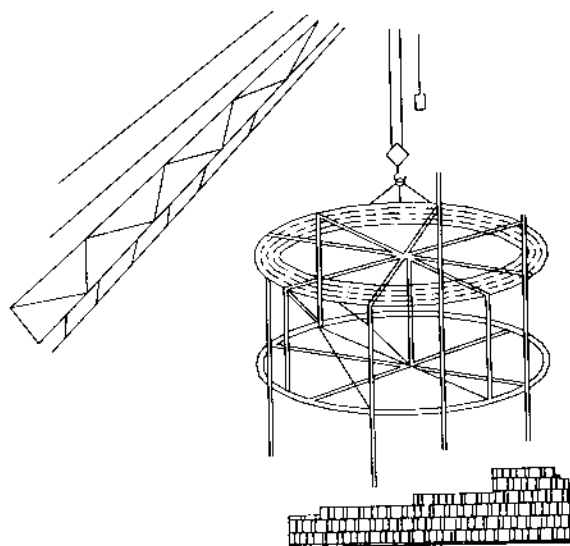
Hình 6-36. Khung định hướng đóng cọc cừ

6.9.2. Khung định hướng

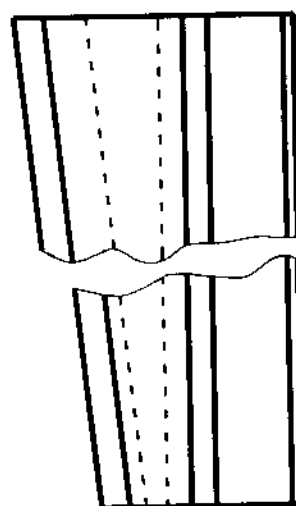
Khi đóng cọc cừ, để khống chế đường trục của tường cừ bảo đảm độ thẳng đứng của cọc cừ và nâng cao hiệu suất đóng cọc, cần lắp dầm định hướng (đóng cọc trên bờ) hay sàn đạo định hướng (đóng dưới nước). Khung định hướng có thể làm ở cả hai phía hay chỉ ở một phía tùy theo chiều dày của tường cừ đảm bảo trục đứng của cọc trùng với trục của búa đóng cọc.

Để bảo đảm độ cứng của khung định hướng cần chọn tiết diện và vật liệu dầm, cọc sàn đạo cũng như độ sâu đóng cọc sàn đạo. Cao độ của sàn đạo cần cách đỉnh cọc một đoạn đủ cho mũi cọc. Khi đóng cọc cừ dài trên 10m thì cần làm sàn đạo hai tầng.

Khi đóng cọc cừ thép của các công trình ngăn ô thì dùng khung vây định hướng (hình 6-37a). Khung vây định hướng cố định vào các cọc phụ đóng dọc theo trục khung vây và dùng các thanh ngang giằng với nhau.



Hình 6-37a. Khung vây đóng cọc cừ ngăn ô



Hình 6-37b. Cọc vát

6.9.3. Đóng cọc cừ thép

Có thể đóng từng cọc một hay ghép thành tổ, thường $10 \div 12$ cọc thành một tổ, đóng đều xuống $1 \div 2$ m xong đóng cọc hai đầu đến cao trình thiết kế, nẹp chặt vào khung định hướng, sau đó đóng các cọc còn lại xuống đến cao trình thiết kế. Đóng cọc theo phương pháp này chất lượng tốt, đường thẳng và khít nhưng năng suất thấp do phải di chuyển búa nhiều lần nên thích hợp nhất là dùng phương pháp dùng tàu đóng cọc.

Trong quá trình đóng cọc cừ thép phải kiểm tra độ thẳng đứng của cọc ở cả hai mặt phẳng đứng vuông góc với nhau. Dùng dây dọi để kiểm tra và sau khi đóng xong một số cọc kiểm tra lại bằng máy kinh vĩ.

Khi cọc xiên quá nhiều trong đường trục (1% chiều dài cọc) thì dùng cọc vát để sửa lại cho thẳng (hình 6-37b). Cọc xiên quá nhiều ra ngoài thì phải kéo dây chống thẳng trở lại. Đỉnh cọc không được lệch khỏi trục thiết kế quá $1/10$ chiều dài cọc hay 20cm. Đỉnh cọc cong không được quá $1/10$ chiều dài đoạn cong đó.

Khi vị trí cọc đòi hỏi phải rất chính xác như đóng cọc khung vây thì phải định vị từng cọc và lắp xong tất cả mới đóng xuống.

Đóng cọc cừ thép thường dùng búa đóng cọc (búa treo, búa hơi, búa diesel). Nếu gặp nền đất cát thì cần dùng búa rung (búa chấn động) có năng suất cao gấp đôi búa hơi, giá thành hạ cọc bằng $2/5$ búa song động, bằng $1/5 \div 1/7$ búa đơn động.

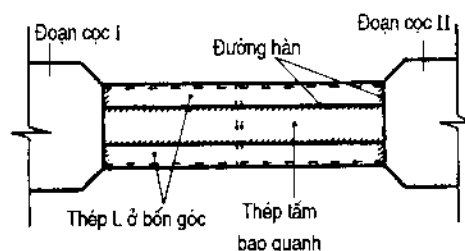
6.9.4. Đóng cọc cừ bê tông cốt thép

Đóng cọc cừ BTCT cũng giống như đóng cọc đơn, dùng giá búa hay cần cẩu có long khẩu, mỗi lần đóng một cọc và đóng đến cao trình thiết kế, chỉ khác là phải dùng khung định hướng. Sau khi đóng xong, dùng bê tông hay vữa xi măng đổ vào các khe mộng.

6.10. Thao tác phụ trong đóng cọc

6.10.1. Nối cọc

Điểm nối là chỗ yếu của cọc, cọc thép nối bằng hàn cọc trực tiếp, cọc BTCT trong thực tế do hạn chế của chiều cao giá búa, thường phải nối bằng cách hàn thép chủ của cọc vào hộp thép sau đó dùng thép góc hàn nối hai đoạn với nhau (hình 6-38).



Hình 6-38. Nối cọc bê tông cốt thép

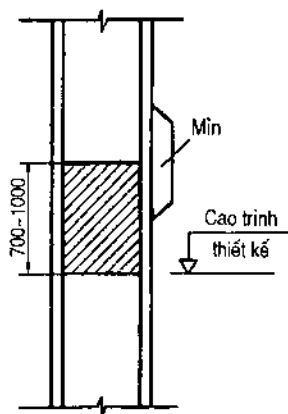
6.10.2. Cắt cọc

Nếu đỉnh cọc cao quá cao trình thiết kế thì phải cắt cọc. Cắt cọc BTCT có thể sử dụng cách đục phá, cách nổ mìn hay bằng hơi.

+ Cách đục phá đòi hỏi cường độ lao động cao, có thể kết hợp công tác phá đầu cọc để nối cốt thép đầu cọc với kết cấu phần trên.

+ Cách nổ mìn: dùng ba gói thuốc nổ mỗi gói 0,1kg đặt ở phía trên cao trình thiết kế khoảng $0,7 \div 1\text{m}$ (hình 6-39), đặt kíp nổ, bên ngoài trét bùn thật kín, không cho lọt không khí chỉ để thò dây cháy chậm ra ngoài khoảng 1m, sau đó cho nổ. Thực tế chứng minh cách này hiệu quả rất tốt, có thể phá hoàn toàn đoạn gạch chéo trong hình 6-39 mà không ảnh hưởng đến đoạn dưới.

+ Cách cắt bằng hơi nhanh nhưng không kinh tế.



Hình 6-39. Cắt cọc bằng cách nổ mìn

6.10.3. Nhổ cọc

Trường hợp cọc bị lệch quá nhiều hay bị gãy thì phải nhổ cọc lên đóng lại. Trong một số công trình tạm như dè quây cầu tạm cũng thường phải nhổ cọc lên. Nhổ cọc có thể dùng đòn bẩy, kích, máy nhổ cọc hay đảo ngược búa song động móc vào cần cầu.

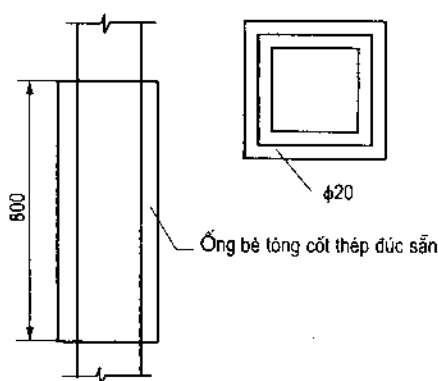
6.10.4. Vá cọc bê tông cốt thép dưới nước

Khi đóng, cọc BTCT có thể bị nứt hay bị tróc vữa lộ phần cốt thép thì cần phải vá kịp thời để tránh cốt thép bị nước biển làm rỉ. Có thể dùng hai cách:

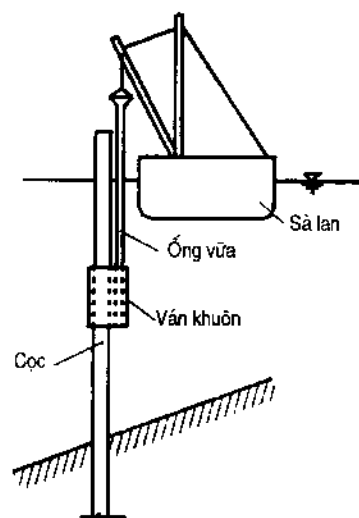
+ Dùng ống BTCT bọc khe nứt (hình 6-40):

Nếu cọc bị nứt sâu hay bị tróc lộ phần cốt thép và cọc có khả năng bị gãy thì dùng ống BTCT đúc sẵn bọc lấy chỗ đó, rồi đổ vữa xi măng dưới nước (trước đó phải đục xôm và rửa sạch mặt cọc để vữa và bê tông liên kết được tốt).

+ Dùng vữa xi măng vá khe nứt (hình 6-41):



Hình 6-40. Bọc cọc bị nứt bằng ống bê tông cốt thép



Hình 6-41. Dùng vữa xi măng vá cọc bị nứt

Cạo rửa sạch mặt bê tông dựng ván khuôn ở chỗ nứt, đặt cốt đai và dựng ống đổ vữa xi măng, đến khi đủ cường độ thì dỡ ván khuôn.

6.10.5. Kẹp cọc và tu sửa cọc

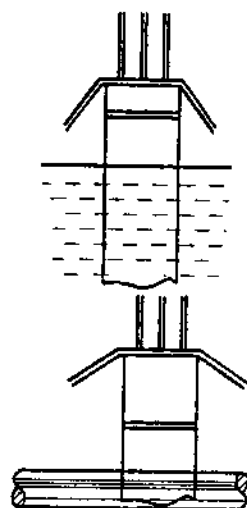
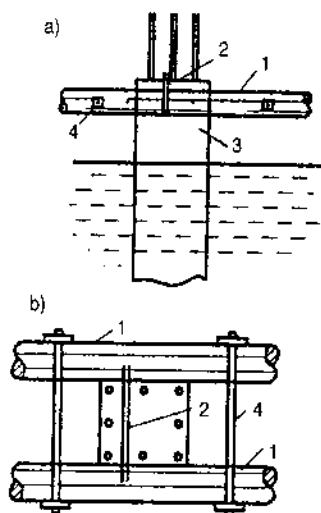
a) Kẹp cọc

Khi độ dài tự do của cọc lớn thì sau khi đóng xong phải kẹp giằng chúng lại với nhau để tránh bị cong do sóng đánh hay do trọng lượng bản thân (cọc xiên) làm nứt cọc.

Gỗ kẹp cọc có hai loại: dầm đơn và dầm kép (hình 6-42). Dùng móc treo dầm lên đầu cọc và dùng bulông nối các dầm.

Gỗ kẹp cọc có thể đỡ ván khuôn của kết cấu phần trên.

Hình 6-42. Kẹp cọc
a) Dầm đơn; b) Dầm kép
1. Dầm dọc; 2. Vòng đai;
3. Cọc; 4. Bu lông



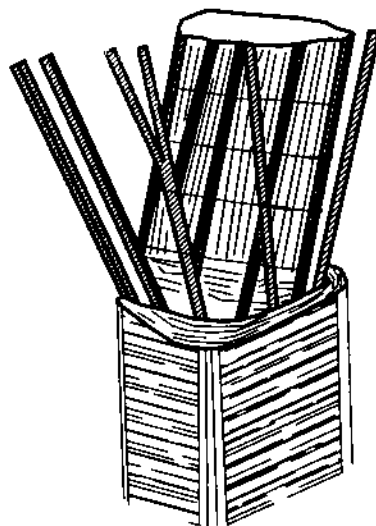
b) Tu sửa cọc

Đồng thời với công tác cố định cọc phải tu sửa cọc như kéo cọc bị lệch cho đúng vị trí thiết kế và cắt bằng đầu cọc.

Khi đóng cọc không tránh khỏi bị lệch, khi kẹp cọc cần tiến hành kéo cọc, dùng dây cáp và tăng đơ nối cọc lại, cố định chắc chắn với đầu cọc cần kéo rồi rút tăng-đơ, cọc sẽ được kéo về vị trí thiết kế, khi kéo phải chú ý không để cho cọc bị nứt.

Không nên miễn cưỡng kéo những cọc bị lệch quá nhiều hay độ dài tự do quá ngắn.

Công tác đục phá đầu cọc có thể dùng máy, nếu khối lượng ít thì có thể dùng cách phá thủ công. Trước hết đục một rãnh dọc theo cốt thép chủ, chặt đứt cốt đai, dùng ống thép luồn vào cốt chủ và bẻ



Hình 6-43. Đục phá đầu cọc

chúng ra ngoài, sau đó mới đục bê tông (hình 6-43). Trước hết đục cao hơn cao trình thiết kế vài cm sau đục dần đến đúng cao trình thiết kế.

6.11. Nguyên nhân cọc bị lệch, nứt khi đóng và biện pháp để phòng, xử lý

Chất lượng đóng cọc ngoài yêu cầu phải đóng đến cao trình thiết kế và đạt được sức chịu tải thiết kế, còn đòi hỏi không cho phép bị lệch quá nhiều hay bị nứt.

Việc sử dụng kết cấu lắp ghép càng yêu cầu nghiêm khắc độ chính xác của vị trí cọc. Cọc bị lệch sẽ gây nên khó khăn khi lắp ghép kết cấu phần trên và làm thay đổi tình hình chịu lực, ảnh hưởng đến chất lượng công trình; cọc bị gãy gây nên tổn thất nghiêm trọng không những vì giá tiền mỗi cọc rất lớn mà còn ảnh hưởng đến tiến độ thi công và giảm chất lượng công trình. Cọc BTCT nếu bị nứt sẽ bị nước biển, nước sông, nước ngầm ăn mòn làm hỏng bê tông và cốt thép ở trong, làm giảm tuổi thọ công trình. Bởi vậy cần tổ chức thi công đúng đắn để ngăn ngừa những sự cố trên, tuy nhiên trong thực tế thi công thường gặp trường hợp cọc bị lệch và bị nứt, cần tìm biện pháp xử lý.

6.11.1. Cọc bị lệch

Cọc bị lệch do nhiều nguyên nhân, chủ yếu là do đóng cọc.

a) Do đóng cọc

Do trước khi đóng không điều chỉnh đúng vị trí hoặc trong quá trình đóng không kịp thời điều chỉnh, hoặc do thiết bị và thao tác xe đối trọng không đảm bảo tàu ngang bằng. Bởi vậy cần phải:

- + Điều chỉnh nhiều lần: Trước khi hạ cọc phải đảm bảo hai đầu cọc không bị lệch, khi cọc tiếp xúc với mặt đất, khi cọc tự hạ xuống, khi áp búa, khi cọc tự hạ lần thứ hai đều phải kiểm tra vị trí cọc và điều chỉnh kịp thời.

- + Cho cọc xuống từ từ đồng thời di chuyển xe đối trọng, bảo đảm tàu ngang bằng.

- + Xe đối trọng phải đủ trọng lượng và điều khiển di chuyển nhanh. Nước và than không nên để ở trên sàn tàu để tránh bị lệch khi lấy than và nước.

b) Do mái nghiêng

Khi đóng cọc trên mái nghiêng rất dễ bị lệch, thường lệch 20cm, thậm chí 50 ÷ 100cm, là hiện tượng phổ biến nghiêm trọng.

- + Do trượt trên mái nghiêng: khi mũi cọc tiếp xúc với mái nghiêng hay khi đóng xiên âm thì có một phần tốc độ dọc theo mái nghiêng làm cọc bị lệch, thực tiễn chứng minh khi mái dốc 1:1 ÷ 1:2 nhất định cọc sẽ bị chạy, mái dốc 1:3 ÷ 1:4 thì đỡ hơn, mái thoải hơn nữa thì ảnh hưởng rất ít. Ngoài ra đất càng cứng mũi cọc càng tù thì cọc chạy càng nhiều.

- + Do áp lực không đều vì mái nghiêng áp lực đất hai bên cọc khác nhau làm cọc bị lệch.

- + Do hố móng thường đào thành bậc thang, khi cọc ở gần chỗ bậc thang dễ làm vỡ đất mà sinh ra chạy cọc.

Khi phát hiện cọc bị chạy, trước hết phải xác định độ lệch sau đó định vị cho cọc lệch trước về phía bờ và đóng nhanh cho cọc xuống nhanh. Ngoài ra khi đóng có thể cho cọc hơi ngả về phía sau cũng có thể giảm được hiện tượng cọc bị chạy.

c) Do đất trượt

Có cọc bị lệch đến 175cm, nguyên nhân quan trọng nhất là búa chấn động ảnh hưởng đến đất xung quanh, phạm vi ảnh hưởng có thể đến 30m, đất bị chấn động có thể giảm cường độ chống cắt nên bị trượt. Biện pháp để phòng có thể là:

- + Tận dụng giảm ảnh hưởng chấn động do đóng cọc, như dùng búa lớn, độ rơi bé, đóng chậm, nếu dùng hai tàu cùng đóng cọc thì bố trí cách nhau $30 \div 40\text{m}$ để tránh cộng hưởng.

- + Giảm hoạt tải trên bờ và nếu có thể thì đào bớt mái dốc để giảm áp lực.

- + Nghiêm chỉnh tuân theo yêu cầu thiết kế đào mái dốc theo từng lớp để tránh khối trượt bé dẫn đến khối trượt lớn. Khi mái dốc là $1:1 \div 1:2$ có thể đào thoải ra để giảm áp lực đất, đóng cọc xong lại lấp lại.

- + Kịp thời thoát nước ở mái dốc để giảm áp lực nước ngầm.

- + Do ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên, sóng gió làm cho tàu chòng chành khó ổn định, thường quy định gió cấp 5, sóng cấp 2 trở lên không được đóng cọc. Dòng chảy trong sông có thể làm cho tàu bị nghiêng nhưng có thể dùng xe đối trọng điều chỉnh nên chỉ khi dòng chảy rất mạnh mới phải ngừng đóng cọc. Thủy triều có độ chênh lớn, chu kỳ ngắn ảnh hưởng rất lớn đến công tác đóng cọc, nếu đóng một cọc dưới 20 phút thì có thể không xét đến ảnh hưởng của thủy triều, nếu thời gian lâu hơn thì phải điều chỉnh dây neo.

d) Do các yếu tố khác

Chất lượng cọc, vị trí búa, mũi cọc, nhất là mũi cọc lệch, đầu cọc không phẳng, trọng tâm cọc, búa, mũi cọc không nằm trên một đường thẳng đều có thể làm lệch cọc khi đóng. Khi đóng cọc xiên, do ảnh hưởng của trọng lượng bản thân nên phải treo cọc, cọc bị cong cũng dễ bị lệch.

Trường hợp cọc bị lệch mà không thể kéo về vị trí thiết kế được thì xử lý như sau:

- + Sửa đổi kích thước kết cấu phần trên theo vị trí thực tế của cọc, đồng thời kiểm nghiệm lại tình hình chịu lực của cọc khi cần sửa lại thiết kế.

- + Khi cọc bị lệch quá nhiều thì nhổ lên đóng lại, thường chỉ áp dụng trong khi đang đóng còn đã đóng xong rồi thì rất ít khi nhổ lên mà nếu cần thiết thì đóng thêm một cọc nữa ở vị trí chính xác.

6.11.2. Cọc bị nứt gãy

Khi cọc mới bị nứt thì rất khó phát hiện, phải tưới nước lên mặt cọc mới thấy được. Vết nứt thường xuất hiện ở mặt chịu lực kéo lớn, dài khoảng 10cm, rộng bằng sợi tóc, thường nứt theo chiều ngang và hầu như ở gần cốt đai, sau đó vết nứt phát triển dài đến mức kéo đứt hay cắt đứt cốt thép chủ làm cọc bị gãy.

Nguyên nhân làm cho cọc bị nứt, gãy có thể chia làm hai loại chính:

a) Do cấu chứa và vận chuyển cọc

Điểm cầu và điểm kê cọc phải chính xác phù hợp theo yêu cầu thiết kế, không được tùy tiện nếu không rất dễ làm gãy cọc. Ngoài ra bãi chứa cọc bị lún cũng làm thay đổi tình hình chịu lực làm cho cọc bị nứt, gãy.

b) Do ứng suất sinh ra trong quá trình đóng cọc

Ứng suất sinh ra trong quá trình đóng cọc là nguyên nhân chính làm cọc bị nứt gãy. Loại do ứng suất tải trọng động như động năng của búa làm cho cọc bị nén đồng thời đẩy cọc xuống đất, sau khi đến vị trí cực hạn, dưới tác dụng của lực đàn hồi, sinh ra ứng suất búa kích, có thể đến $50 \div 80 \text{ kg/cm}^2$. Phạm vi ứng suất lớn nhất cách mũi cọc $0,5 \div 0,9$ lần chiều dài cọc nên cọc thường bị nứt trong phạm vi đó. Loại do ứng suất tải trọng tĩnh do thao tác không tốt như con lăn đẩy cọc, lực cố ép khi kéo điều chỉnh cọc gây nứt gãy cọc.

Để tránh và giảm bớt hiện tượng cọc bị nứt, gãy, phải tuyệt đối tuân thủ quy trình thi công, trong quá trình đóng cọc phải thường xuyên quan sát tình hình phát sinh và phát triển vết nứt của cọc, khi cần thiết phải ngừng đóng cọc và tiến hành xử lý. Có các cách xử lý sau đây:

- + Nếu nứt bé, không dài quá $1/2$ chu vi cọc và nằm dưới mặt bùn $5 \div 6 \text{ m}$ thì có thể bọc vòng thép đai tại nơi bị nứt và tiếp tục đóng đến cao trình thiết kế (mục đích làm đai thép là để ngăn không cho vết nứt phát triển).

- + Nếu vết nứt lớn, dài quá $1/2$ chu vi cọc hay nằm trên mặt bùn và gần cung trượt thì phải ngừng đóng cọc, tiến hành vá cọc dưới nước.

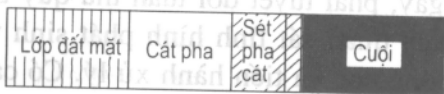
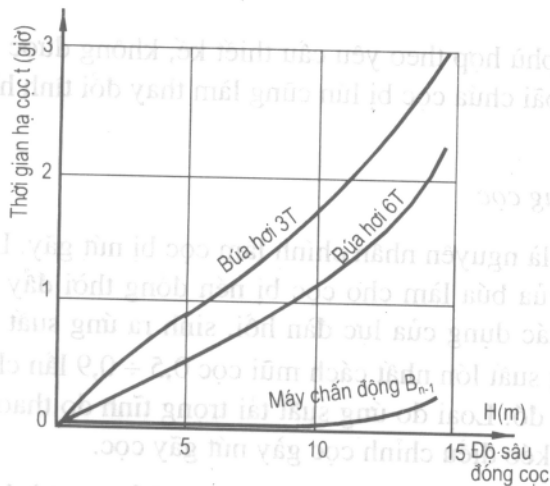
- + Nếu cọc bị gãy thì phải nhổ lên đóng lại cọc khác, nếu nhổ không được thì đóng thêm một cọc khác ở bên cạnh nó.

6.12. Hạ cọc bằng phương pháp dùng máy chấn động (búa rung)

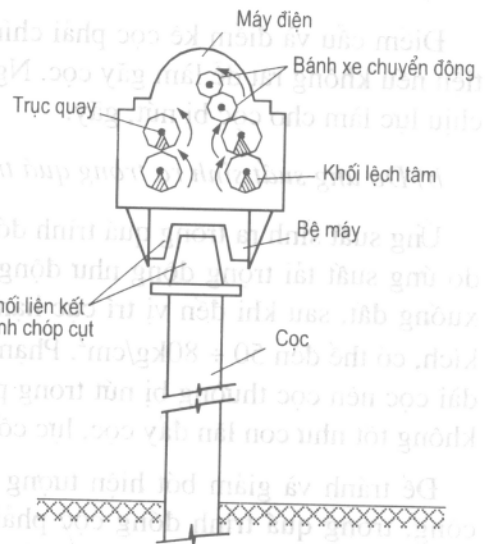
6.12.1. Nguyên lý chung

Máy chấn động và cọc liên kết cứng thành một khối tạo thành hệ rung, dưới tác dụng của lực ly tâm một chiều do máy chấn động sinh ra gây nên chấn động lên xuống theo chiều thẳng đứng, khắc phục lực ma sát của đất xung quanh cọc, dựa vào trọng lượng bản thân và lực quán tính, cọc sẽ được hạ dần vào trong đất.

Dùng phương pháp chấn động có thể hạ được các loại cọc vào trong đất sét và đất cát, hiệu suất thường rất cao, nhất là đối với loại cọc ống, nếu dùng cách đóng cọc thì rất khó thực hiện. Hình 6-44 là so sánh hạ cọc BTCT $40 \times 40 \text{ cm}$ dài 16 m bằng các phương pháp khác. Tốc độ hạ cọc bằng phương pháp chấn động có thể tăng $5 \div 6$ lần so với phương pháp đóng. Ngoài ra, phương pháp chấn động hạ cọc còn có ưu điểm là cọc xuống ổn định, vị trí cọc chính xác, đầu cọc không bị vỡ, khả năng chịu lực của cọc tốt hơn, trọng lượng búa bé, di chuyển thuận tiện. Theo tài liệu thực tế đo được ở hiện trường thì ứng suất kéo trong cọc khi dùng búa hơi là $40 \div 60 \text{ kg/cm}^2$, trong khi đó dùng máy chấn động thì chỉ $6 \div 13 \text{ kg/cm}^2$. Máy chấn động thường có ba bộ phận: máy điện, máy chấn động và bộ máy (hình 6-45).



Hình 6-44. So sánh hạ cọc BTCT bằng các phương pháp



Hình 6-45. Cấu tạo máy chấn động hạ cọc (búa rung)

Các loại máy chấn động đều có 1 ÷ 4 đôi trục mang khối lệch tâm, khi trục quay khối lệch tâm sẽ sinh ra lực ly tâm quán tính, lực ly tâm tức là lực chấn động P_H tính theo công thức:

$$P_H = \frac{M}{g} \omega^2; \text{ kg} \quad (6-20)$$

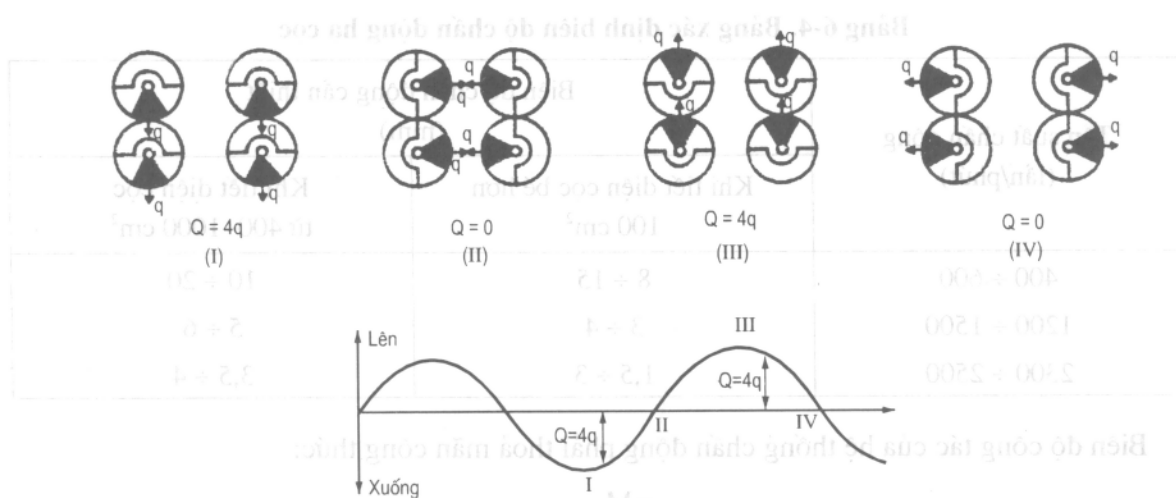
Trong đó:

M - Mô men của khối lệch tâm bằng tổng trọng lượng khối nhân với khoảng cách lệch tâm (kg.cm);

g - Gia tốc trọng trường (cm/s²);

ω - Vận tốc góc của khối lệch tâm (radian/s²).

Muốn cho chuyển động của khối lệch tâm chỉ sinh ra chấn động đứng lên xuống mà không có chấn động ngang qua lại thì máy chấn động ít nhất phải có 2 trục ngang và bố trí thành từng cặp, khối lệch tâm trên trục có tổng trọng lượng và khoảng cách lệch tâm bằng nhau. Như vậy khi mỗi đôi trục quay cùng một tốc độ và ngược chiều nhau thì phần lực ngang của lực ly tâm sẽ triệt tiêu nhau và phần lực đứng thì cộng với nhau. Hợp lực phân lực đứng lúc lên xuống thay đổi theo đường sin (hình 6-46).



Hình 6-46. Hợp lực phân lực đứng thay đổi theo hình sin

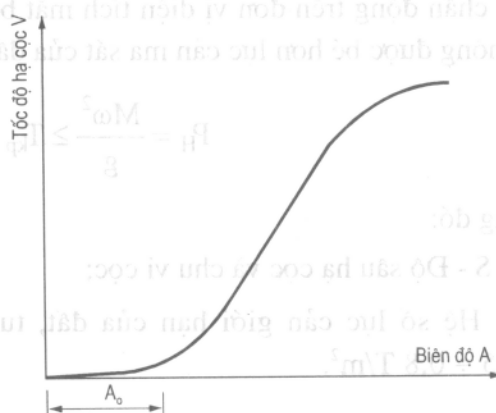
6.12.2. Các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến chấn động cọc

Ba điều kiện cơ bản quyết định yêu cầu kỹ thuật đối với máy chấn động để làm cho công suất tiêu hao ít nhất mà lại có tốc độ hạ cọc có lợi và đạt được độ sâu hạ cọc cần thiết là:

a) Biên độ chấn động

Theo đồ thị quan hệ giữa biên độ chấn động và tốc độ hạ cọc (hình 6-47) thì biên độ chấn động phải lớn hơn biên độ cần thiết gọi là biên độ bắt đầu A_0 thì mới có thể hạ được cọc. Trị số A_0 phụ thuộc vào tần suất chấn động, loại đất và kích thước cọc. Tần suất chấn động càng bé và mặt cắt ngang của cọc càng lớn thì A_0 càng lớn. Biên độ chấn động A của cọc càng lớn hơn A_0 thì tốc độ hạ cọc càng nhanh, nhưng trong thực tế thì công lại yêu cầu tốc độ hạ cọc không được quá lớn hay quá bé. Thường thì tốc độ hạ cọc trong đất cát có thể là $4 \div 6$ m/phút, trong đất sét dẻo là $1 \div 2$ m/phút.

Theo tài liệu kinh nghiệm thì biên độ chấn động hạ cọc trong cát bão hoà và sét dẻo mềm như sau:



Hình 6-47: Quan hệ biên độ chấn động và tốc độ hạ cọc

Bảng 6-4. Bảng xác định biên độ chấn động hạ cọc

Tần suất chấn động (lần/phút)	Biên độ chấn động cần thiết (mm)	
	Khi tiết diện cọc bé hơn 100 cm ²	Khi tiết diện cọc từ 400÷1000 cm ²
400 ÷ 600	8 ÷ 15	10 ÷ 20
1200 ÷ 1500	3 ÷ 4	5 ÷ 6
2300 ÷ 2500	1,5 ÷ 3	3,5 ÷ 4

Biên độ công tác của hệ thống chấn động phải thoả mãn công thức:

$$\frac{\alpha M}{Q + q} \geq A \quad (6-21)$$

Trong đó:

M - Mô men chấn động lớn nhất;

α - Hệ số; đối với cọc BTCT dùng $\alpha = 0,8$, các loại cọc khác dùng $\alpha = 1,0$; cọc ống đường kính lớn dùng $\alpha = 1,5 \div 1,75$;

Q- Trọng lượng máy chấn động;

q - Trọng lượng cọc;

A - Biên độ chấn động yêu cầu.

b) Tần suất chấn động

Tần suất chấn động phải lớn hơn tần suất phá hoại. Tần suất chấn động có thể làm cho lực ma sát giữa đất và cọc bị phá hoại và cọc hạ tự do được gọi là tần suất phá hoại. Lúc này lực chấn động trên đơn vị diện tích mặt bên cọc gọi là lực cản giới hạn (τ_{kp}). Lực chấn động không được bé hơn lực cản ma sát của đất:

$$P_H = \frac{M\omega^2}{g} \geq T_{kp} \quad ; \quad T_{kp} = SL\tau_{kp} \quad (6-22)$$

Trong đó:

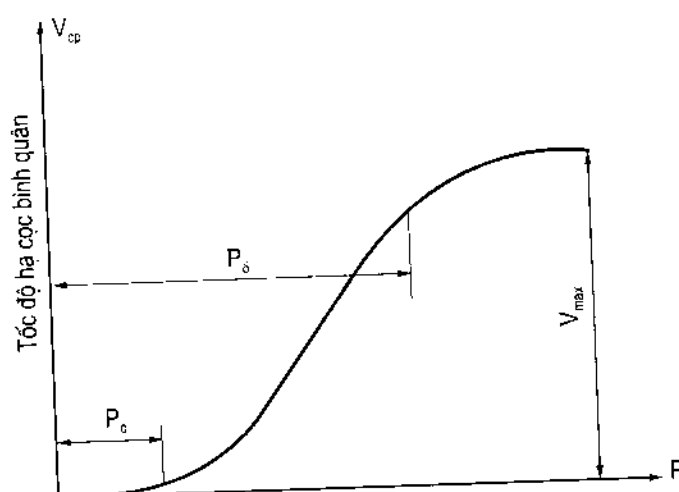
L và S - Độ sâu hạ cọc và chu vi cọc;

τ_{kp} - Hệ số lực cản giới hạn của đất, tùy theo kích thước của cọc và loại đất mà $\tau_{kp} = 0,5 \div 0,8 \text{ T/m}^2$.

c) Áp lực hạ cọc

Áp lực hạ cọc phải khắc phục được lực cản ở mũi cọc. Trọng lượng cọc và máy tạo nên áp lực hạ cọc. Áp lực hạ cọc có quan hệ với tốc độ hạ cọc như đồ thị hình 6-48.

Hình 6-48. Đồ thị quan hệ áp lực hạ cọc và tốc độ hạ cọc



Ta thấy, áp lực hạ cọc phải lớn hơn một trị số P_0 gọi là áp lực hạ cọc ban đầu thì mới hạ được cọc. Áp lực càng lớn, tốc độ hạ cọc càng nhanh nhưng khi quá giới hạn hữu hiệu P_δ thì tốc độ tăng rất chậm. Trị số P_δ tùy thuộc vào tính chất đất, hình dạng kích thước cọc. Đối với cát bão hòa và sét mềm có thể dùng áp lực hạ cọc như sau:

Bảng 6-5. Bảng xác định áp lực hạ cọc

Hình dáng mặt cắt cọc	Tiết diện cọc (cm ²)	Áp lực hạ cọc (kg/cm ²)	
		Áp lực ban đầu P_0	Áp lực cần thiết P
Cọc tròn	< 100	0,8 ÷ 1,2	1 ÷ 2
Cọc tròn	400 ÷ 800	3,0 ÷ 4,0	4 ÷ 5
Cọc vuông	1400 ÷ 1600	4,0 ÷ 5,0	6 ÷ 7

Áp lực hạ cọc không được nhỏ hơn áp lực cần thiết:

$$\frac{Q + q}{F} \geq P \quad (6-23)$$

Trong đó:

F - Diện tích tiết diện cọc (cm²);

Q - Trọng lượng máy chấn động (kg);

q - Trọng lượng cọc (kg).

Tùy theo tình hình cụ thể, dựa vào ba điều kiện trên để xác định trị số thích đáng nhất của mô men chấn động, tần suất biên độ, trọng lượng của máy chấn động rồi tra bảng chọn loại máy chấn động đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.

6.13. Hạ cọc bằng phương pháp xói nước

6.13.1. Nguyên lý và điều kiện ứng dụng

Nguyên lý cơ bản của phương pháp xói nước hạ cọc như hình 6-49, dưới mũi cọc có ống xói nước, phun ra những tia nước cao áp, làm tơi đất dưới mũi cọc và một bộ phận đất dồn lên trên mặt dọc theo cọc, do đó làm giảm lực ma sát xung quanh cọc, dưới tác dụng của trọng lượng bản thân cọc và trọng lượng búa, cọc sẽ được hạ dần xuống, sau khi ngừng xói nước đất bị tơi sẽ chặt dần trở lại và ép chặt lấy mặt cọc.

Đặc điểm của phương pháp này là:

- + Tất cả các loại đất có thể xói như bùn, cát, cát cuội, sét đều có thể dùng phương pháp xói nước hạ cọc, nhưng dùng trong đất cát thì có hiệu quả nhất.

- + Năng suất so với búa treo cao hơn từ $40 \div 80\%$, so với búa hơi cao hơn từ $20 \div 30\%$.

- + Thân cọc ít bị tổn thương trong quá trình hạ cọc.

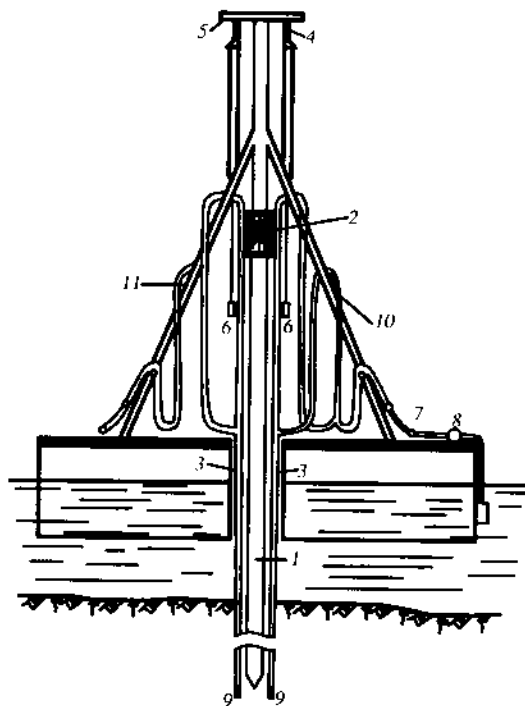
- + Nhược điểm lớn nhất của phương pháp này là tốn quá nhiều điện (gấp khoảng 25 lần so với phương pháp chấn động).

Trên thực tế thường phối hợp sử dụng phương pháp xói nước với phương pháp đóng hay chấn động để tăng tốc độ hạ cọc. Khi hạ cọc xuống còn $1 \div 1,5\text{m}$ thì phải ngừng xói nước và dùng búa đóng hay búa rung để đảm bảo năng lực chịu tải của cọc.

6.13.2. Thiết bị chủ yếu

Thiết bị chủ yếu của phương pháp xói nước hạ cọc gồm: máy bơm, ống nước cao áp, ống nối, ống phun, vòi phun, pully, dây cáp, đối trọng (hình 6-50). Chọn máy bơm tùy thuộc vào cột nước và lưu lượng; số lượng và đường kính ống phun, ống nước cao áp, áp lực tại vòi phun, tùy theo tính chất đất, cấu tạo cọc và chiều sâu hạ cọc, có thể tham khảo bảng 6-6.

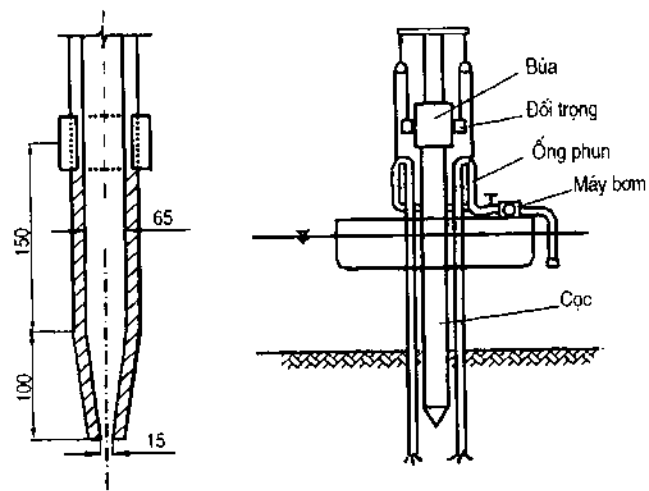
Ống phun có đường kính $37 \div 75\text{cm}$, dài hơn chiều sâu hạ cọc $2 \div 3\text{m}$. Để tăng lưu tốc, đầu ống lắp một vòi phun hình chóp có một lỗ phun ở giữa và $4 \div 8$ lỗ phun bên cạnh xiên góc $30 \div 45^\circ$. Loại vòi phun này tuy tốn nước nhưng năng suất cao, lỗ phun chéo lên trên làm cho đất dễ dồn lên trên mặt theo dòng nước.



Hình 6-49. Hạ cọc bằng xói nước ở dưới nước

1. Cọc; 2. Búa; 3. Ống xói; 4. Puly; 5. Giá đỡ;
6. Đối trọng; 7. Khoá ống; 8. Máy bơm;
9. Mũi phun nước; 10. Ống xói;
11. Ống dẫn hơi cho búa.

**Hình 6-50. Thiết bị
chủ yếu của phương pháp
xói nước hạ cọc**



Bảng 6-6. Các thông số liên quan đến chọn loại máy bơm

Loại đất	Chiều sâu hạ cọc (m)	Áp lực tại vòi phun (atm)	Số ống phun	Đường kính ống phun (mm)		Lưu lượng mỗi ống (l/phút)	
				D < 30cm	D < 60cm	D < 30cm	D < 60cm
Sét mềm, bùn, cát rời, cát bão hoà	Dưới 8	4 ÷ 6	2	37	50	200 ÷ 350	350 ÷ 500
	8 ÷ 16	6 ÷ 10	2	50	50	450 ÷ 700	450 ÷ 700
	16 ÷ 24	8 ÷ 15	2	—	63	-	800 ÷ 1000
Cát chặt, cuội, sét pha, sét chặt vừa	Dưới 8	8 ÷ 15	2	50	50	450 ÷ 600	850 ÷ 1000
	8 ÷ 20	12 ÷ 20	2	63	3	800 ÷ 1250	900 ÷ 1250

Bảng 6-7. Bảng xác định đường kính ống phun

Đường kính ống phun (mm)	37	50	63	75
Đường kính lỗ phun giữa (mm)	4 ÷ 15	12 ÷ 20	15 ÷ 25	20 ÷ 37
Đường kính lỗ phun 2 bên (mm)	6 ÷ 10	6 ÷ 10	6 ÷ 10	8 ÷ 10

6.13.3. Những điều cần chú ý khi thi công

Khi thi công, trước hết cũng phải lắp dựng cọc vào giá búa và định vị đúng vị trí, rồi thả cọc cho tự lún. Sau đó lắp búa đóng hay búa rung lên đầu cọc và thả ống phun xuống cách mặt đất 50 ÷ 70cm, mở bơm và cho chạy máy bơm, khi đã chắc chắn làn nước phun ra

không ngừng, lưu lượng và áp lực đủ rồi thì hạ ống phun xuống đến mặt đất, phun tơi đất, cọc sẽ hạ dần dưới tác dụng của trọng lượng bản thân cọc và trọng lượng búa, ống phun được thả dần theo độ lún của cọc sao cho vòi phun sâu hơn mũi cọc $20 \div 25\text{cm}$, không nên quá dài cũng không nên quá ngắn, bởi vì ống phun quá ngắn thì không đủ, ống phun quá dài thì khi ngừng phun để đóng hạ cọc sẽ khó rút ống lên vì bị vướng. Trong quá trình phun nước cần kéo thả ống lên xuống liên tục mới phun tơi đất được và ống không bị kẹt. Nếu cọc và ống bị kẹt thì dùng ống phun dự phòng phun tơi đất xung quanh rồi mới tiếp tục hạ cọc.

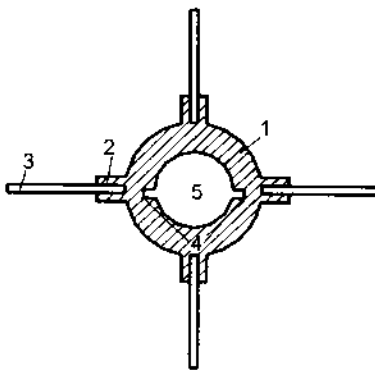
Khi cọc bị lệch về phía nào thì ngừng phun nước về phía đó và tăng cường phun nước ở phía đối diện làm cho cọc trở lại vị trí chính xác, nếu có thêm ống phun hơi ép bên cạnh ống phun nước thì hiệu quả sẽ cao hơn vì hơi ép làm cho đất bị phun tơi dễ bị đẩy lên trên. Hạ cọc cừ thép thì chỉ cần dùng một ống phun nước là đủ. Nếu đất dễ bị phun tơi thì có thể không cần dùng búa và giá búa mà chỉ cần dùng cần cẩu treo giữ cọc và thiết bị xói nước.

6.14. Hạ cọc xoắn

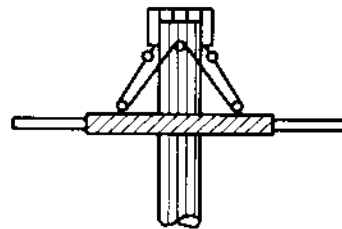
Sử dụng bàn quay hoặc máy xoắn để xoay vận cọc xuống đất nên thường được dùng trong trường hợp đất rời mềm, sức chịu tải bé hay trong đất cuội chặt khó đóng cọc.

6.14.1. Dùng bàn quay

Bàn quay (hình 6-51a) là một khối đúc 1 có 4 ống cánh 2 để cắm các tay quay 3, bàn quay có hai rãnh 4, hai gờ của cọc xoắn 5 sẽ cho vào hai rãnh đó, chiều dài của đường gờ của cọc xoắn chỉ làm đến mặt đất, vì dài nữa sẽ khó khăn cho xoắn cọc. Xoắn cọc bằng thủ công rất đơn giản, công nhân cầm lấy tay quay và quay cho cọc xoáy xuống. Trong quá trình quay nâng dần bàn quay lên, tốt nhất là dùng pully treo bàn quay lên đầu cọc (hình 6-51b) để giảm nhẹ động tác nâng bàn quay, đồng thời cần có người chuyên rút ngắn dây pully.



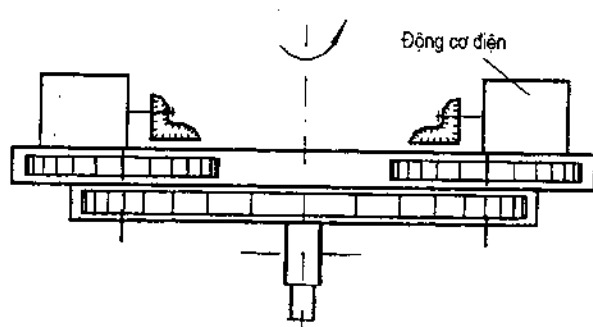
Hình 6-51a. Bàn quay



Hình 6-51b. Bàn quay có pully treo lên đầu cọc

6.14.2. Dùng máy xoắn

Đối với loại cọc xoắn lớn thì phải dùng máy xoắn để hạ cọc. Máy xoắn gồm bộ phận cố định (bệ máy) và bộ phận chuyển động quay cùng với cọc. Trên bệ đặt 2 máy điện và 2 hộp giảm tốc để làm quay bộ phận chuyển động và truyền cho cọc thông qua các bánh răng và vành đai (hình 6-52). Khi thi công thường dùng cầu tạm đặt giá cầu để cầu cọc và máy xoắn. Dùng 2 dây neo neo chặt máy xoắn để chịu phản lực của lực xoắn.



Hình 6-52. Sơ đồ máy xoắn cọc

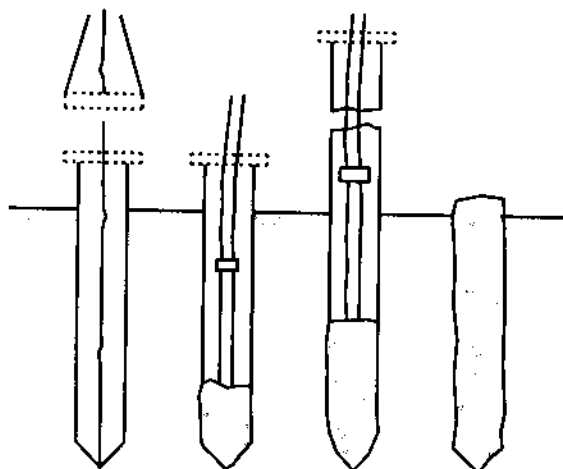
6.15. Thi công cọc đổ bê tông tại chỗ

Dùng cách đào hay khoan tạo thành lỗ trong đất, vách lỗ được bảo vệ bằng ống thép hay vữa bentonit, hàn buộc và hạ cốt thép (nếu cần) rồi đổ bê tông dưới nước tạo thành cọc.

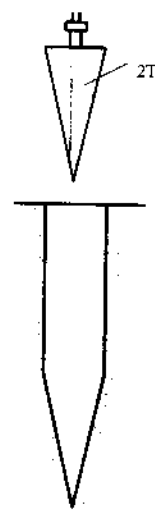
6.15.1. Tạo lỗ

Có thể dùng khoan hay đào đất tạo lỗ, dùng một ống thép phía dưới có lắp mũi cọc bằng bê tông hay bê tông cốt thép, đóng ống thép xuống đến độ sâu thiết kế rồi đổ bê tông vào trong ống. Trong quá trình đổ bê tông thì rút dần ống lên, bảo đảm đoạn dưới của ống nằm trong bê tông khoảng 1m.

Đối với cọc có chiều dài lớn thì dùng máy khoan lấy đất tạo lỗ.



Hình 6-53. Đóng hạ ống vách tạo lỗ đổ bê tông cọc



Hình 6-54. Dùng chùy thả rơi tạo lỗ

6.15.2. Bảo vệ vách lỗ khoan

- Vách lỗ khoan được bảo vệ bằng vữa bentonit hoặc bằng ống vách bằng thép để tránh bị sập vách.

- Vữa bentonit là một dung dịch sét đặc biệt có dung trọng lớn hơn dung trọng nước và phải đảm bảo yêu cầu không lắng đọng trong thời gian thi công cọc.

6.15.3. Thối rửa lỗ khoan và đổ bê tông

Trước khi hạ cốt thép, đổ bê tông phải tiến hành thối rửa lỗ khoan để đảm bảo không còn mùn đất, đá khoan ở đáy lỗ khoan làm giảm sức chịu tải của cọc. Nếu dùng ống vách thì dùng cách bơm hút thay thế nước trong lỗ để thối rửa lỗ khoan. Nếu dùng vữa bentonit thì dùng cách bơm hút thay thế vữa bentonit trong lỗ để thối rửa lỗ khoan.

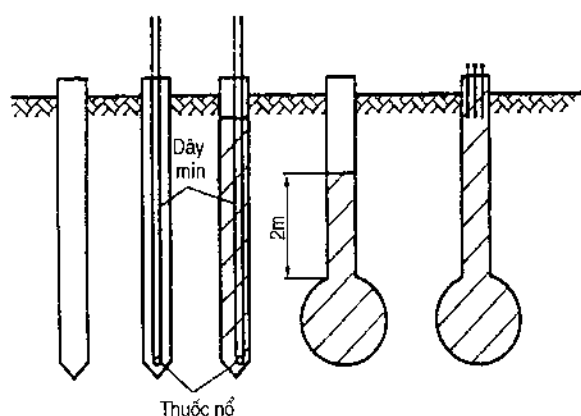
Sau khi hàn buộc và hạ cốt thép thì tiến hành đổ bê tông dưới nước theo phương pháp rút nâng dần ống vách.

Cùng với quá trình đổ bê tông tiến hành thu hồi vữa bentonit để tái sử dụng, hoặc nâng tháo dần ống vách.

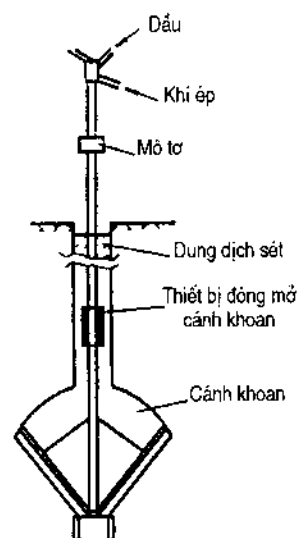
Để tăng sức chịu tải của cọc, có thể mở rộng mũi cọc bằng cách nổ mìn hay dùng mũi khoan có cánh.

Dùng cách nổ mìn (hình 6-55) thì trước hết đóng cọc thép hay bê tông cốt thép rỗng, rồi tiến hành đặt thuốc nổ và nối dây. Sau đó đổ một lớp bê tông có tính lưu động tương đối lớn và cho nổ mìn phá vỡ mũi cọc và ép đất tạo thành một hố rộng, bê tông sẽ chảy xuống và hình thành một khối lớn ở dưới mũi cọc, kết thành một khối với bê tông còn lại trong cọc.

Dùng mũi khoan có cánh thì sau khi khoan đến độ sâu thiết kế, cho mở dần hai cánh và cũng mở rộng được mũi khoan (hình 6-56), cánh khoan có thể mở được từ $0 \div 50^\circ$, có thể mở rộng lỗ khoan đến đường kính 3m. Sau đó rút máy khoan ra và đổ bê tông vào lỗ khoan để giữ vách lỗ khoan, dùng vữa bentonit đổ đầy lỗ khoan trong suốt cả quá trình khoan.



Hình 6-55. Nổ mìn mở rộng ở mũi cọc



Hình 6-56. Dùng mũi khoan có cánh mở rộng mũi cọc

6.16. Thi công cọc ống bê tông cốt thép

Nền cọc ống bê tông cốt thép được sử dụng trước tiên ở các công trình cầu, gần đây đã được áp dụng thành công vào công trình cảng do có những ưu điểm sau:

+ Có thể dùng trong bất cứ điều kiện địa chất nào, không cần dùng đến phương pháp thùng chìm khí ép có hại cho sức khoẻ của công nhân.

+ Bản thân cọc ống là cấu kiện bê tông cốt thép lắp ghép nên có thể công nghiệp hoá thi công.

+ Tốc độ thi công nhanh.

+ Giá thành thấp hơn so với các loại kết cấu nền móng bằng thùng chìm khí ép, giếng chìm...

Cấu tạo cọc ống gồm ba bộ phận: vòng bích, thân cọc và mũi cọc. Vòng bích (hình 6-57) là công cụ để nối liền các đoạn cọc ống với nhau để nối với máy chấn động và bảo vệ đầu các đoạn cọc ống trong quá trình chế tạo và cầu lắp, vận chuyển.

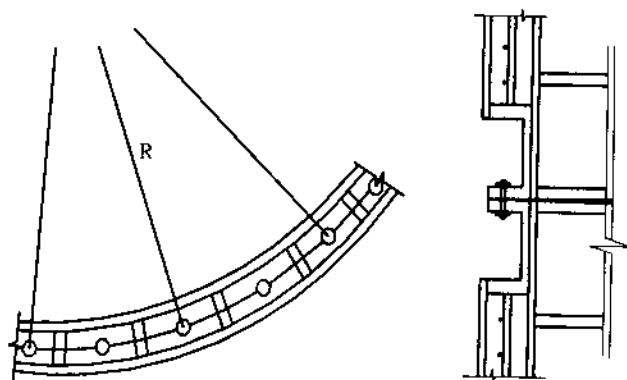
Cốt thép dọc của cọc ống được hàn vào vòng bích, do đó cường độ bu

lông liên kết vòng bích phải bằng cường độ cốt thép. Người ta thường hàn cọc ống thành từng đoạn dài 3, 6, 9, 12m mục đích là để thích ứng với các loại địa hình, có thể lắp cọc ống với bất cứ độ dài nào và để tiện trong khi thi công.

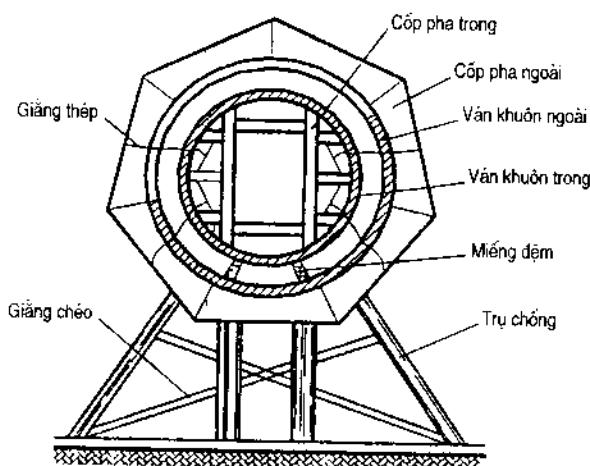
Mũi cọc dùng để khắc phục sức cản của đất hay các chướng ngại gặp phải trong quá trình hạ cọc ống. Tất nhiên chỉ có đoạn cọc ống dưới cùng mới có mũi cọc.

Tuỳ theo khối lượng, kích thước cọc ống, điều kiện địa phương và thiết bị chế tạo, có thể chế tạo cọc ống bê tông cốt thép lắp ghép bằng thủ công hay cơ giới hoá. Nếu số lượng ít thì có thể dùng ván khuôn gỗ, nếu nhiều thì tốt nhất là dùng phương pháp quay ly tâm trong ván khuôn bằng thép. Quá trình đúc cọc ống bằng phương pháp thủ công gồm các bước (hình 6-58):

- + Ghép cốp pha phía trong;
- + Lắp vòng bích hai đầu;
- + Hàn và buộc cốt thép;
- + Ghép cốp pha phía ngoài (có chứa cửa đổ bê tông);
- + Đổ bê tông (tốt nhất dùng đầm rung bên ngoài);



Hình 6-57. Cấu tạo vòng bích cọc ống



Hình 6-58. Ván khuôn đúc nằm

- + Dưỡng hộ bê tông đợt một thời gian 8 tiếng, với nhiệt độ từ $75 \div 80^{\circ}\text{C}$;
- + Dỡ cốp pha phía trong và dưỡng hộ bê tông đợt hai;
- + Dỡ cốp pha phía ngoài.

Cường độ bê tông đạt đến $85 \div 95\%$ thì có thể đưa sang bãi chứa cọc.

Cọc ống đúc nằm có thể cho lên xe chở đi, nhưng công tác ván khuôn phức tạp, dễ biến dạng, không tiện cho công tác đổ bê tông vì phía trên dễ bị sinh bọt khí ảnh hưởng chất lượng bê tông cọc, nên nếu đường kính cọc trên 2m thì nên dùng cách đúc đứng, tránh được các nhược điểm trên nhưng trong bãi cần có cần cầu lớn.

Phương pháp quay ly tâm có thể đúc cọc ống với chiều dài và đường kính bất kỳ (thường đường kính đến 2m). Trước hết quét một lớp sáp trong ván khuôn để tránh bê tông dính vào ván khuôn, sau đó lắp ván khuôn vào trục và buộc cốt thép, rồi ghép hai nửa ván khuôn lại là có thể bắt đầu cho quay, khi tốc độ quay đạt đến trị số n (vòng/phút) thì cho bê tông vào hai đầu và cho quay với tốc độ chậm để tránh bê tông phân tầng. Khi cho bê tông vào đầy ống cọc thì cần cho quay nhanh để tăng độ chặt của bê tông. Lúc này lực ly tâm

tác dụng lên ván khuôn không nên nhỏ hơn 1 kg/cm^2 , số vòng quay đạt $n = 100 \sqrt{\frac{200}{0,236A}}$

trong đó $A = R^2 - \frac{r^3}{R}$ với R và r là bán kính ngoài và bán kính trong của cọc ống. Cho quay

khoảng $15 \div 30$ phút rồi đưa vào nhà dưỡng hộ bằng hơi nóng khoảng $24 \div 36$ giờ thì có thể dỡ ván khuôn và sử dụng được.

Nền cọc ống có thể thi công trên cạn, cũng có thể thi công dưới nước: Nếu là bến dọc bờ (nhất là loại bến đào sâu vào trong bờ) thì thường dùng phương pháp thi công trên bờ, sau khi hạ xong cọc ống thì cho đào đất phần trên làm thành bể căng; nếu là bến nhỏ thì dùng phương pháp thi công dưới nước. Tuy nhiên dùng phương pháp vào thì trình tự thi công nền cọc ống cũng gồm các bước:

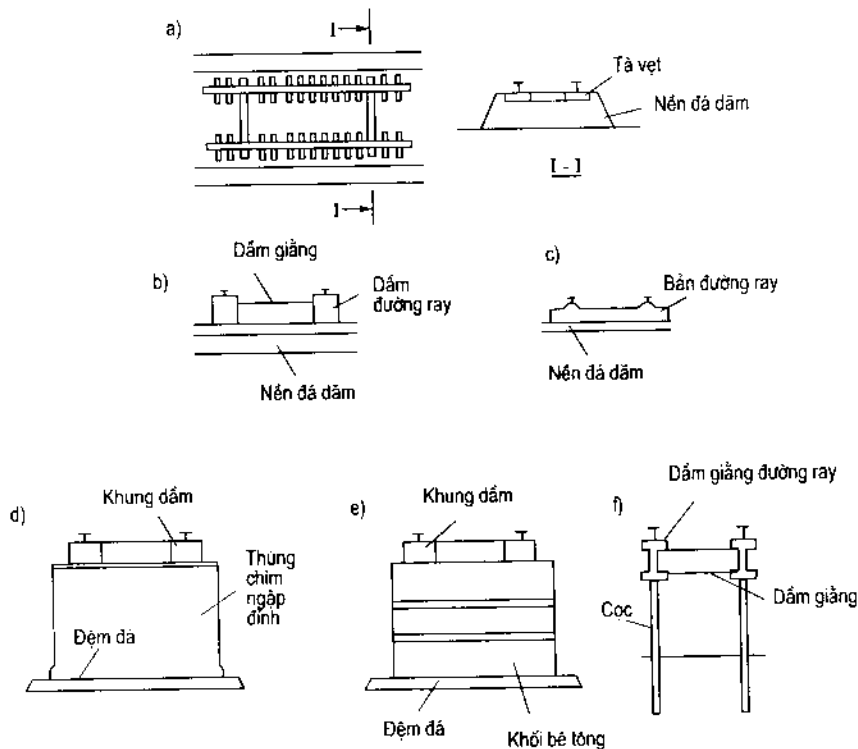
- + Đúc cọc ống.
- + Dùng khung định hướng (thi công trên cạn) hay sàn đạo (thi công dưới nước) để định hướng và cố định vị trí cọc ống, làm sẵn công tác để khoan đá và đổ bê tông.
- + Hạ cọc ống, cầu các đoạn cọc ống lên sàn công tác, nối lại và cắm vào các lỗ định vị sẵn, dùng máy chấn động hạ cọc xuống tận mặt đá.
- + Khoan đất đá trong lòng cọc ống, thường phải khoan sâu vào trong đá 3m.
- + Thổi rửa lỗ khoan, đặt cốt thép (hàn, buộc sẵn ở trên cạn rồi hạ xuống) đổ bê tông dưới nước.
- + Đổ bê tông bộ cọc và kết cấu phần trên.

CHƯƠNG 7

THI CÔNG TRIỂN TÀU

Triển tàu có nhiều dạng, nhiều loại tùy theo loại tàu, số lượng tàu và công nghệ đưa tàu lên xuống nước. Trong chương này chủ yếu giới thiệu thi công phần dưới nước của triển tàu bằng kết cấu lắp ghép dưới nước và những công đoạn không trùng với nội dung đã trình bày ở các chương trước. Đường triển dọc gồm đoạn trên mặt nước và đoạn dưới mặt nước, tùy theo tình hình địa chất và điều kiện sử dụng khác nhau của nền móng, đường triển có các loại: nền đá dăm, nền cọc, khối xếp, thùng chìm. Kết cấu chịu lực của các loại đường triển có các loại tà vẹt, dầm, bản bê tông cốt thép, đường ray (thường dùng đường ray nặng).

Đặc điểm của đường triển là ngoài đoạn bằng trên cạn, đoạn dưới nước có đoạn thẳng, đoạn cong quá độ hay đoạn có độ dốc thay đổi, cao trình các điểm khác nhau, công tác đo đạc định vị phức tạp. Đối với đoạn có mực nước thay đổi do chịu ảnh hưởng của thủy triều, cần lợi dụng triều cao để thi công dưới nước và lợi dụng triều thấp để thi công trên khô. Khi sử dụng triều lên để thi công dưới nước cần chú ý quá trình thay đổi của mực nước thủy triều để tránh cho tàu không bị mắc cạn. Nếu nền là đá dăm thì cần có biện pháp chống xói như xếp khay đá học bảo vệ mặt đường triển và mái hai bên đường triển.



Hình 7-1. Sơ đồ kết cấu, nền móng kết cấu đường triển

7.1. Chế tạo cấu kiện đúc sẵn

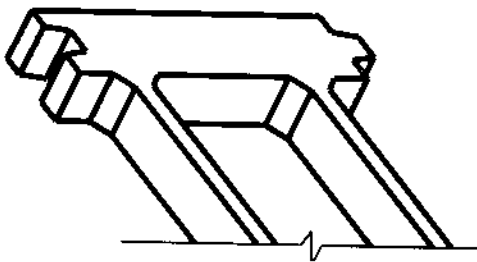
Cấu kiện đúc sẵn bằng bê tông cốt thép dùng trong triển tàu chủ yếu có tà vẹt, cọc, khối xếp, thùng chìm (ngập đỉnh) dầm, bản và khung dầm. Trong các cấu kiện đúc sẵn bê tông cốt thép đó thì tà vẹt là loại cấu kiện bé và đơn giản; dầm, bản và khung dầm là kết cấu cùng loại (giữa hai dầm có thêm dầm ngang, bỏ đi một phần bản ở giữa là thành khung dầm), cọc và khối xếp đã nói ở trên. Do vậy, sau đây chủ yếu giới thiệu những điểm chính của chế tạo khung dầm đường ray và thùng chìm ngập đỉnh.

7.1.1. Chế tạo khung dầm đường ray

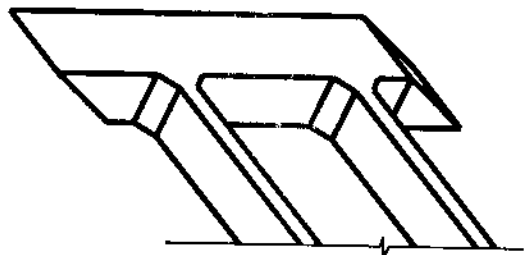
Khung dầm bê tông cốt thép, do đặc điểm thi công đơn giản và dễ khống chế đường trục đường ray nên là loại được sử dụng phổ biến trong công trình triển tàu.

Khung dầm gồm dầm chính và dầm giằng. Tùy theo cấu tạo đầu dầm chính mà khung dầm có loại có mộng hay không có mộng, loại mặt phẳng đầu dầm là nghiêng hay không nghiêng (vát đầu hay không vát đầu).

Khung dầm có mộng ở hai đầu (hình 7-2), khung dầm có mặt đầu dầm nghiêng (hình 7-3). Độ nghiêng của dầm là độ nghiêng của đường triển, tuy chế tạo phức tạp nhưng khi lắp ghép dễ dàng và chính xác hơn. Số lượng khung dầm của một triển tàu không nhiều, chỉ cần một bãi đúc nhỏ. Ván khuôn đáy có thể bằng bê tông hay ván khuôn thép tổ hợp, ván khuôn thành thường dùng ván khuôn thép tổ hợp. Để cho mặt vát hay mộng đầu dầm dễ khớp với nhau để có lợi cho lắp ghép, bất kể dùng loại ván khuôn đáy nào, đều nên đặt chúng liên tục trên một hay nhiều đường thẳng và theo trình tự lắp ghép của khung dầm, lần lượt chế tạo khung dầm theo nhóm.



Hình 7-2. Khung dầm có mộng ở hai đầu

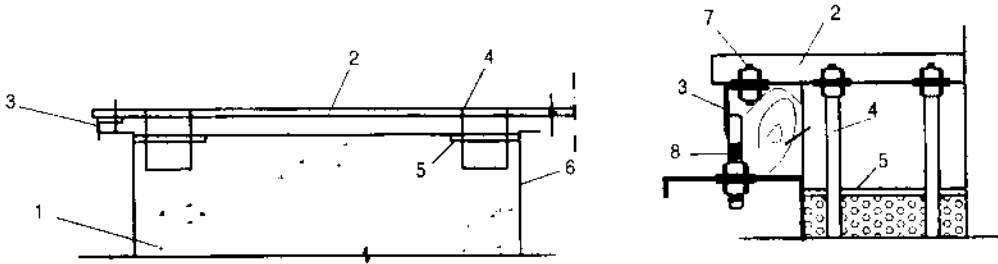
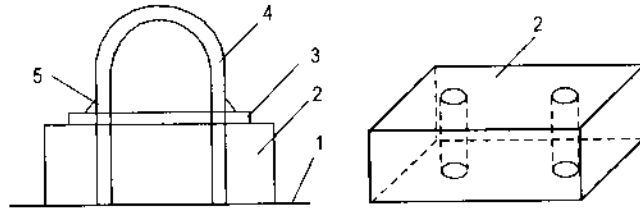


Hình 7-3. Khung dầm vát đầu

Để khống chế chặt chẽ kích thước hình học và vị trí bulông bắt ray hình chữ U, ngoài việc cắm điểm mốc thủy chuẩn, dùng máy thủy bình đo khống chế cao trình đỉnh khung dầm và bulông uốn chữ U, tại hai đầu ván khuôn đáy cắm mốc định hai đường chuẩn song song với nhau, trên đường chuẩn đánh dấu trục khống chế của khung dầm, đường biên khung dầm và đường trục của các bulông bắt ray hình chữ U. Để khống chế dựng ván khuôn thành và vị trí bulông U theo phương ngang, dùng thước dây đo khống chế vị trí dựng ván khuôn thành hai đầu khung dầm và vị trí khung dọc của bulông U.

Số lượng bulông U chôn sẵn trên một khung dầm là rất nhiều, để tạo điều kiện cho lắp đặt đường ray, cần khống chế nghiêm ngặt việc chế tạo và chôn sẵn bulông U trong bê tông. Khi chế tạo, để bảo đảm hình dạng hình học chữ U cũng như kích thước và chiều dài nhô lên khỏi mặt dầm, sau khi uốn thành hình chữ U thì dùng kẹp như hình 7-4 để điều chỉnh và hàn nó với tấm đệm. Khi chôn, dùng giá bắt trên ván khuôn thành theo hình 7-5 để điều chỉnh vị trí theo phương ngang và khoảng cách theo phương dọc của bulông U.

Hình 7-4. Kẹp dầm
1. Thép đế; 2. Kẹp;
3. Tấm đệm; 4. Bulông;
5. Hàn.

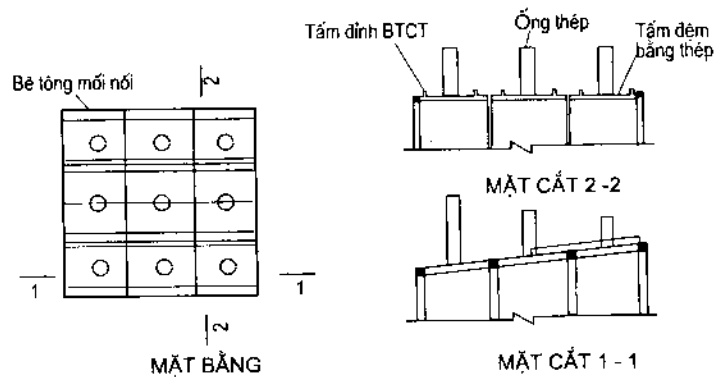


Hình 7-5. Giá bắt bulông chữ U

1. Dầm chính của khung dầm; 2. Văng dọc; 3. Văng ngang; 4. Bulông U; 5. Tấm đệm;
6. Ván khuôn thành (ván khuôn thép tổ hợp); 7, 8. Bulông liên kết (lỗ bulông trên văng ngang có đường kính lớn hơn bulông liên kết để có lượng điều chỉnh nhất định).

7.1.2. Chế tạo khung dầm ngập đỉnh

Sau khi lắp đặt, do cao trình đỉnh thùng thấp, thường xuyên ngập trong nước nên gọi là thùng chìm ngập đỉnh. Hình 7-6 là một thùng chìm ngập đỉnh lắp khung dầm đường ray. Cách đúc thường giống như đối với thùng chìm trong công trình bến hay đê chắn sóng đã đề cập đến ở chương 5. Nhưng do thùng chìm ngập đỉnh dùng trong triển tàu có kích thước mặt



Hình 7-6. Thùng chìm ngập đỉnh

bằng lớn, chiều cao bé, vách ngăn nhiều, nên để đơn giản hóa việc chế tạo và tiết kiệm ván khuôn có thể dùng cách đúc lắp ghép, bản đáy được đúc trên đường triền còn tường thì đúc tại bãi tạm cạnh đường triền, dùng cần cẩu dựng lắp lên bản đáy và đổ bê tông mỗi nối.

Khác với thùng chìm trong công trình bến và dè chắn sóng, đỉnh của thùng chìm ngấp đỉnh là một mặt nghiêng có cùng độ dốc với đường triền, hai bên có các tấm đỉnh bằng bê tông cốt thép đúc sẵn, đổ bê tông mỗi nối liên kết với tường thùng, trên tấm đỉnh có rãnh không chế vị trí lắp đặt khung dầm. Phần giữa mặt đỉnh lắp tấm đáy tạm thời bằng thép, liên kết với thùng bằng bulông chôn sẵn trên đỉnh tường. Trên các tấm đỉnh bằng bê tông cốt thép và bằng thép có lắp sẵn những ống dẫn bằng thép để đưa cát đá vào lắp các ô thùng sau khi đã lắp đặt xong. Các ống dẫn vật liệu lắp trên tấm đỉnh bằng thép còn có tác dụng làm cột tiêu, khi lắp đặt thường các ống thép đều đặt ngược với đường triền để sau khi thùng lắp đặt xong thì chúng thẳng đứng.

Tấm đỉnh bằng thép cấu tạo từ thép tấm và thép hình, ngoài yêu cầu về cường độ còn phải đạt hiệu quả ngăn nước tốt. Các ống dẫn vật liệu để lắp thùng cần có đường kính lớn hơn kích thước vật liệu lấp, vách ống dày và có độ cứng nhất định, chiều dài các ống thích đáng, vừa làm cho đỉnh ống nhô lên trên mặt nước không nhiều để tiện đổ cát đá vào thùng vừa đảm bảo cho điểm ngàm trên tấm đáy bằng thép không bị che lấp.

7.2. Lắp đặt cấu kiện

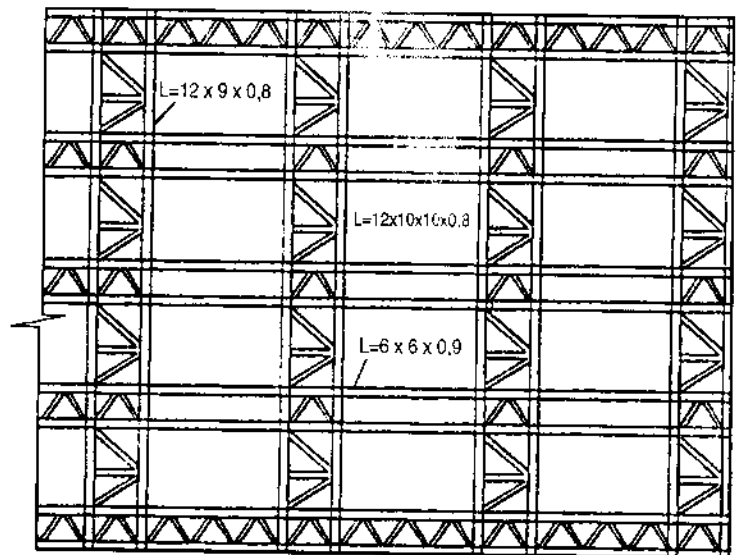
Sau khi đầm chặt và san phẳng lớp đệm thì có thể tiến hành lắp đặt khung ray tà vẹt, khung dầm đường ray hay thùng chìm ngấp đỉnh.

7.2.1. Lắp ghép, hạ thủy, đặt khung ray

Song song với thi công lớp đệm ở dưới nước, dùng thép góc ghép các đường ray tà vẹt đoạn dưới nước thành một khung ray (hình 7-7). Tốt nhất nên lắp khung ray này trên đoạn đường ray trên cạn đã lắp xong, có trường hợp còn phải lắp những bánh lăn ở dưới khung ray để giảm ma sát khi hạ thủy. Trước khi hạ thủy phải kiểm tra kỹ khung ray và công tác chuẩn bị.

Quá trình chuẩn bị và hạ thủy khung ray gồm các bước:

1. Lắp tời không chế và buộc dây tời vào khung ray;



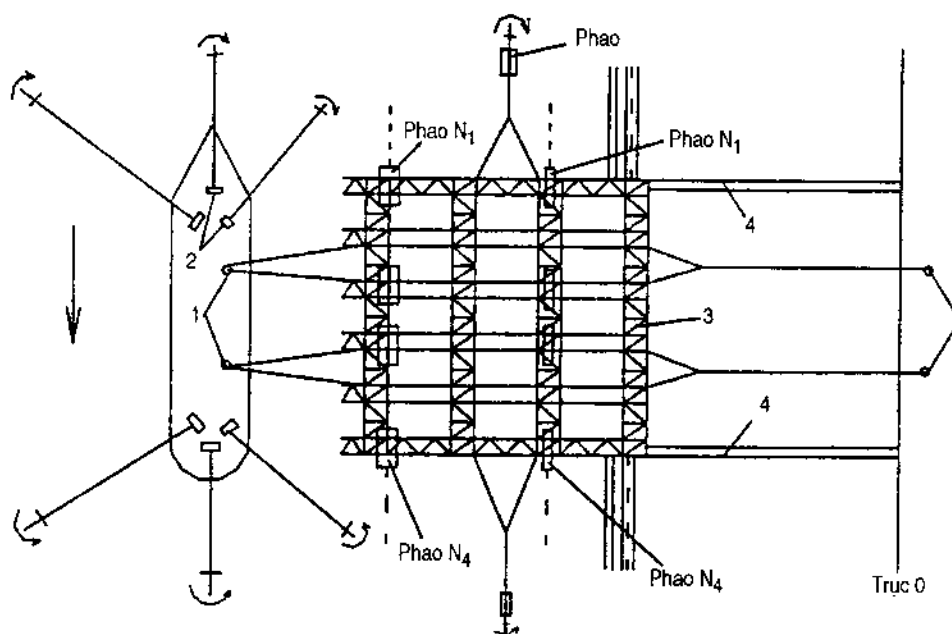
Hình 7-7. Khung ray

2. Định vị sà lan, đặt phao tời kéo và buộc dây tời kéo vào khung ray;
3. Dựng các cọc tiêu và làm các trụ neo cần thiết ở trên bờ;
4. Kiểm tra độ sâu và công tác lặn ở khu vực hạ thủy;
5. Dựng các cọc tiêu trên khung ray và kiểm tra lần cuối;
6. Kéo khung ray xuống nước và treo vào phao hay sà lan;
7. Điều chỉnh vị trí khung ray (qua các cọc tiêu) và lắp nối với đoạn trên cạn;
8. Hạ thủy khung ray xuống lớp đệm;
9. Dùng thợ lặn kiểm tra vị trí khung ray;
10. Trắc dọc cao trình đỉnh ray và vị trí mặt bằng của ray;
11. Tháo dây, di chuyển sà lan.

Bố trí thi công hạ thủy khung ray có thể như hình 7-8.

Trước khi hạ thủy khung ray phải dỡ các gỗ đệm, sau đó chỉ cần thả dần tời khổng chế, cho khung trượt xuống nước.

Trong quá trình hạ thủy khung ray, tại đường mép nước, lần lượt dỡ các bánh lăn, đồng thời buộc dây phao thứ nhất treo khung ray lên để tránh làm hỏng lớp đệm, cho khung ray trượt xuống từ từ, cứ $2 \div 4\text{m}$ lại kiểm tra một lần mới có thể đảm bảo chính xác được. Khi buộc dây phao thứ hai cũng cần buộc kịp thời.



Hình 7-8. Hạ thủy khung ray

1. Tời kéo; 2. Tời neo giữ; 3. Khung ray; 4. Tiêu khung ray; 5. Tời khổng chế.

Khi đã dỡ bánh lăn cuối cùng thì khung ray sẽ gác lên đoạn đường ray đã lắp xong của đoạn trên cạn, dùng tời trên sà lan để kéo nó xuống nước, toàn bộ trọng lượng khung ray dồn cho phao, tải trọng của mỗi phao cần phải được tính trước và phải khống chế nghiêm ngặt trong quá trình hạ thủy, nếu không sẽ gây nên ứng suất cục bộ rất lớn trong khung ray. Phương pháp khống chế là vạch đường mớn nước lên phao, kéo căng hay thả dây treo trên phao là có thể điều chỉnh tải trọng của phao khớp với mớn nước, nhưng cũng không thể tránh khỏi có phao bị lỏng dây treo, do đó phải khống chế khoảng cách giữa khung ray và lớp đệm không để quá lớn để hạn chế biến dạng của khung ray.

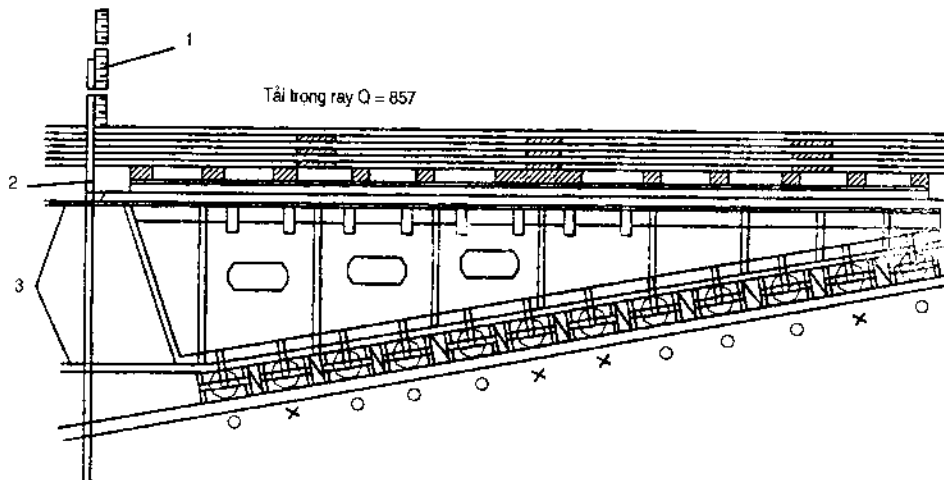
Khi đặt khung ray thì tháo các dây treo ở gần bờ theo thứ tự từ dây giữa tháo dần sang hai bên.

Nếu công nhân và cán bộ kỹ thuật có nhiều kinh nghiệm thì có thể chỉ dùng một sà lan mà không cần dùng phao để hạ thủy khung ray, nhưng nên buộc gỗ hay các vật nổi vào khung ray. Sau khi đặt xong khung ray, thợ lặn dùng dao chặt đứt dây buộc, gỗ sẽ nổi lên. Thường dùng loại sà lan có mớn nước bé từ $0,5 \div 1\text{m}$, trên sà lan có tời hay trụ neo, neo các đầu đường ray để điều chỉnh trong quá trình hạ thủy.

Dùng cách điều chỉnh dây neo sà lan và tời khống chế trên bờ để đưa khung ray vào đúng vị trí thiết kế và đặt lên lớp đệm.

Chạy thử và điều chỉnh đường ray dưới nước là khâu cuối cùng nhưng rất quan trọng trong thi công triển tàu, nhất là loại nền tà vẹt đá dăm vì công trình có bảo đảm sử dụng an toàn hay không là do chất lượng của công đoạn này. Trình tự tiến hành như sau:

1. Chuẩn bị thiết bị và dụng cụ;
2. Kiểm tra sơ bộ cao trình thực tế của đỉnh ray, nâng phân bị lún và chèn thêm đá vào;
3. Dùng xe vận chuyển vật nặng chạy trên ray để nén đường đồng thời quan trắc cao trình đỉnh ray sau khi bị nén;
4. Nâng ray lên chèn đá rồi cho xe chạy, thường phải làm ba lần, mỗi lần cho xe chạy $4 \div 6$ vòng mới đạt yêu cầu, độ lún sau mỗi lần $> 1\text{mm}$;

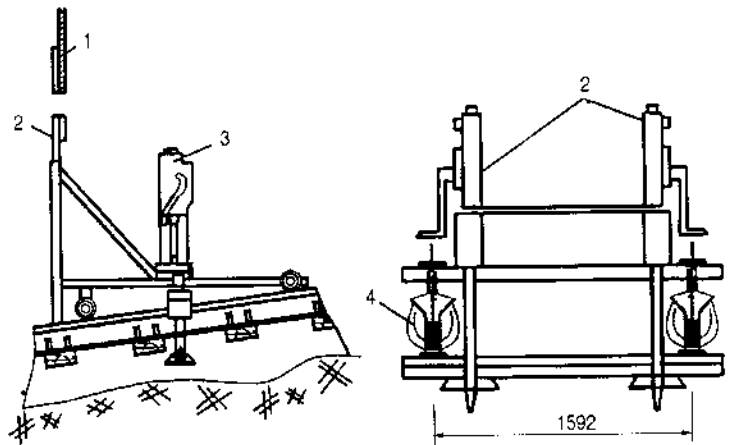


Hình 7-9. Dùng xe giá nghiêng kiểm tra đường ray
 ×. Bánh xe chịu tải; o. Bánh xe được kê cao, không chịu tải.
 1. Miu cao đặc; 2. Ống thép; 3. Tấm thép có lỗ để cắm ống thép.

5. Kiểm tra vị trí mặt bằng của các ray và cao đặc lần cuối đỉnh ray;

6. Lắp đá vào giữa các tà vẹt và hai đầu tà vẹt, cao đặc mái lớp đệm có thể dùng xe triển tàu có chất tải để chạy thử (hình 7-9). Trên xe cắm cọc tiêu (mia) cao đặc để đo cao trình đỉnh ray. Đó là hai ống thép $\Phi 50 \div \Phi 70\text{mm}$ dài $6 \div 7\text{m}$ đặt trên đỉnh ray, dùng hai tấm thép dày 5mm cố định ở cuối xe và có đục lỗ để cắm ống thép, làm cho ống thép có thể lên xuống tự do và luôn chạm đúng đỉnh ray. Phía trên ống thép có gắn mia cao đặc để đo cao trình đỉnh ray. Khi chạy thử có thể dùng các vật hiện cố của công trường làm vật nặng chất lên xe để bảo đảm tải trọng lớn nhất lên bánh xe. Nếu dùng xe có đệm lò xo thì có thể ném chặt, kê cao bánh xe để giảm số bánh xe chịu tải, giảm số lượng vật nặng chất lên xe mà vẫn đảm bảo tải trọng tính toán lớn nhất lên bánh xe như thiết kế.

Kiểm tra cao trình thực tế của đỉnh ray có thể dùng xe trắc đạc như hình 7-10. Phía trước xe lắp một cặp ống thép luồn trong ống cố định với xe và có thể lên xuống tự do bảo đảm luôn luôn chạm đúng đỉnh ray, trên ống thép có gắn mia cao đặc để quan trắc từ trên bờ. Khi đo, buộc xe trắc đạc vào dây tời trên bờ, đánh dấu các khoảng cách trên dây tời bằng cách buộc những miếng vải màu để không chế vị trí mặt bằng của mia cao đặc.



Hình 7-10. Xe kiểm tra cao độ đỉnh ray
1. Mia cao đặc; 2. Ống thép; 3. Kích ray; 4. Kẹp ray.

Dùng kẹp ray để cố định xe vào ray và dùng kích kích ray lên để bỏ thêm hay lấy bớt đá ở những chỗ quá thấp hay quá cao so với cao trình thiết kế. Thường thì bỏ bớt đá ra khó khăn hơn là chèn thêm đá vào, nên khi thi công lớp đệm không cho phép để lớp đá quá cao.

Công tác lắp đá vào giữa các tà vẹt và hai đầu tà vẹt tiến hành sau khi đã kiểm tra cao độ của toàn bộ đường ray, vì trong thực tế thường có hiện tượng là kiểm tra cao đặc toàn diện còn phải điều chỉnh lại đoạn ray đã được nén rồi.

7.2.2. Lắp đặt khung dầm

Để giảm thao tác dưới nước và tăng độ chính xác lắp ghép, thường lắp sẵn đường ray vào khung dầm ở trên cạn rồi cùng lắp đặt dưới nước với khung dầm phần dưới nước.

1) Lắp đường ray lên khung dầm

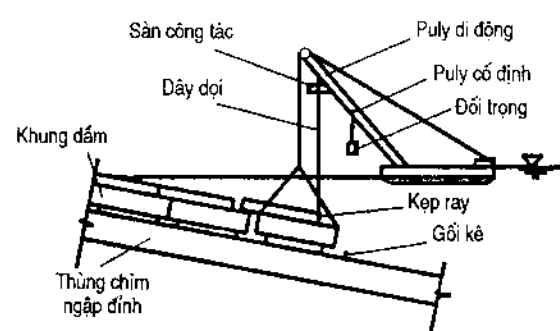
Thường tiến hành sau khi dỡ ván khuôn thành và trước khi dỡ ván khuôn đáy khung dầm. Nhờ vào các đường chuẩn đã có, dùng máy kinh vĩ ngắm kẻ đường biên đường ray (sẽ

lắp) lên khung dầm. Sau khi đưa khung dầm sang bãi chứa khác hay đến hiện trường, dựa vào đường biên đó để lắp đường ray và dùng thước đo kiểm tra khoảng cách đường ray. Chỉ cần dùng công cụ như hình 7-4, hình 7-5 khống chế chặt chẽ việc chế tạo bulông U. Chôn bulông và đổ bê tông phải cẩn thận, không để va chạm vào giá đỡ. Các đường trục, đường ray, khoảng cách ray và cao độ đỉnh ray, đều phải phù hợp yêu cầu kỹ thuật lắp ghép.

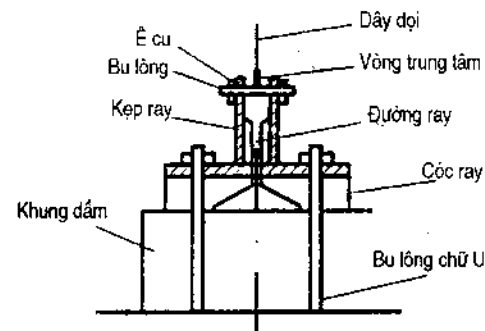
2) Lắp đặt khung dầm

Phương pháp khống chế lắp đặt khung dầm đường ray thường dùng hai cách: dùng cân cầu và dùng phao thủy bình khống chế độ thẳng đứng của dây dọi. Phương pháp dùng phao thủy bình ít chịu ảnh hưởng của sóng gió và thường được dùng khi lắp đặt khung dầm đường ray yêu cầu độ chính xác cao.

+ Phương pháp dùng cân cầu khống chế độ thẳng đứng của dây dọi (hình 7-11):

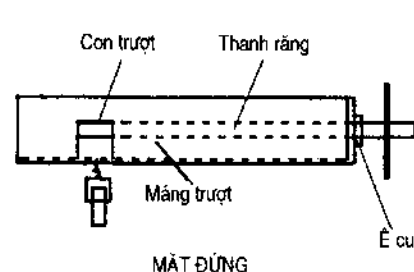
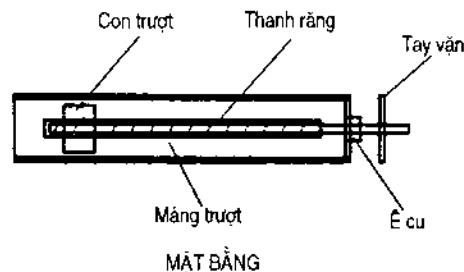


Hình 7-11. Phương pháp dùng cân cầu khống chế lắp khung dầm đường ray



Hình 7-12. Kẹp ray và sơ đồ lắp kẹp ray vào khung dầm

Tại đầu của mỗi thanh ray dùng kẹp ray (hình 7-12). Phía trên cân cầu nổi lắp puly di động (hình 7-13) và bộ công tác, phía dưới lắp puly cố định, dây ni lông bé làm dây dọi (dẫn hướng) dẫn từ vòng tâm của kẹp ray, đi qua puly di động và puly cố định, cuối dây buộc vật nặng để làm căng dây.



Hình 7-13. Puly di động

Khi lắp, cần cầu nổi ngấm đồ đúng vị trí, hạ móc cầu, khi khung dầm hạ xuống gần đến nơi, thợ lặn căn cứ khung dầm đã lắp đặt, khống chế đầu trên của khung dầm; máy kinh vĩ đặt trên bờ ngấm dây dọi, khống chế đầu dưới của khung dầm (trước đó dùng máy kinh vĩ quan sát dây dọi, công nhân đứng trên bệ công tác di chuyển pully di động để cho dây dọi nằm trong mặt phẳng thẳng đứng của đường tâm này) sau đó từ từ cho hạ móc cầu, làm cho khung dầm đặt đúng gối đã có sẵn trên đỉnh cọc hay đỉnh thùng chìm ngập đỉnh.

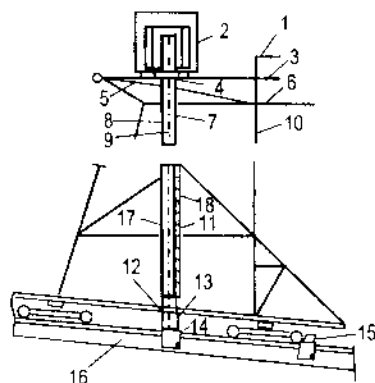
+ Phương pháp dùng phao khống chế vị trí thẳng đứng của dây dọi:

Về nguyên lý cũng giống như phương pháp trên, thông qua máy kinh vĩ ngấm dây dọi để khống chế lắp đặt, chỉ khác là không dùng vật nặng để căng dây dọi mà dùng phao.

Toàn bộ thiết bị phao như hình 7-14 gồm có phao ống bảo vệ, khung xe bằng thép và tổ bánh xe di chuyển vị trí phao đặt trên sàn đỡ sao cho nằm vừa đúng trong mặt phẳng thẳng đứng của tâm đường ray.

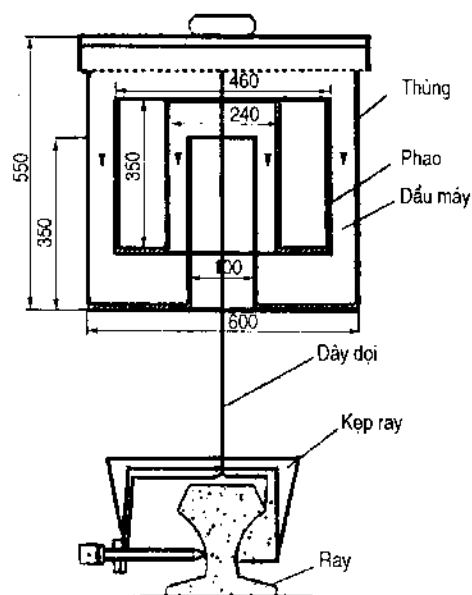
Sau khi dùng thanh điều chỉnh dây, sàn đỡ và phao thì dây dọi sẽ ở vị trí thẳng đứng, ống bảo vệ đặt đúng ở dưới phao, phía trên có lắp ống thủy bình (bọt nước) và nối với thanh có rãnh trượt, phía dưới nối khớp bản đáy xe. Dựa vào bọt nước di chuyển ở đầu trên của ống bảo vệ làm cho ống luôn ở trạng thái thẳng đứng.

Cấu tạo thiết bị phao và liên kết nó với kẹp ray như hình 7-15. Thiết bị phao gồm hộp, phao nổi và dịch thể. Hộp và phao làm bằng thép tấm mỏng, dịch thể dùng loại dầu có độ nhớt (như dầu máy) để cho phao dễ dàng ở trạng thái ổn định, lực căng dây dọi không nên nhỏ hơn 1,5kg. Ống bảo vệ là ống thép đường kính $100 \div 150\text{mm}$, tại vị trí thích đáng



Hình 7-14. Thiết bị phao định vị khung dầm
(đã lắp lên đường ray)

1. Thanh điều chỉnh dây; 2. Phao; 3. Sàn đỡ; 4. Bọt nước; 5. Thanh có rãnh trượt; 6. Sàn công tác; 7. Ống bảo vệ; 8. Thước ngang; 9. Cửa sổ quan trắc; 10. Giá xe; 11. Dây dọi; 12. Gối khớp; 13. Ống di động; 14. Kẹp ray; 15. Chấn xe; 16. Ray; 17. Thước thủy chuẩn; 18. Thang.



Hình 7-15. Thiết bị phao
và sơ đồ lắp với kẹp ray

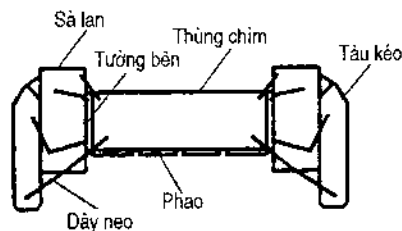
(trong tâm ngắm của máy kinh vĩ) trở cửa sổ quan sát cả hai phía để dùng máy kinh vĩ nhìn rõ được dây dọi, mặt ngoài cửa sổ dán màng chất dẻo màu trắng để dây dọi không bị ảnh hưởng của gió và ánh sáng có thể lọt vào. Phía trên cửa sổ đặt thước ngang để giúp máy kinh vĩ đọc được số sai lệch.

3) Lắp đặt thùng chìm ngập đỉnh

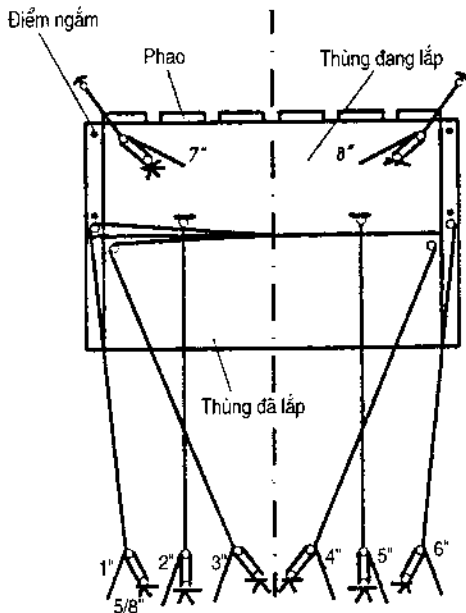
Giống như thùng chìm nói chung, thùng chìm ngập đỉnh bất kể chế tạo bằng phương pháp nào thì trước khi hạ thủy chờ nổi đều phải gia tải, đảm bảo chiều cao định khuy nh $m \geq 0,2m$; do chiều cao thùng, chiều cao mạn sau khi gia tải theo tính toán ổn định của thùng trong quá trình chờ nổi, ở hai tường cạnh của thùng ghép thêm sà lan và ở đường không tiếp giáp với thùng đã lắp cũng buộc thêm một số phao (hình 7-16). Dùng hai tàu kéo có công suất như nhau lai áp mạn để chờ nổi thùng.

Sau khi kéo chờ đến hiện trường, dùng hệ thống khống chế như hình 7-17 để lắp đặt thùng vào đúng vị trí trong đó tời số 1", 4", 3", 6" khống chế theo phương ngang, tời 2", 5", 7", 8" khống chế theo phương dọc. Hỗ trợ cân cầu nổi lắp đặt thùng chìm ngập đỉnh không giống như thùng chìm trong công trình bến, sau khi đánh chìm, đỉnh thùng bị ngập, nên dùng cần cẩu nổi để lắp đặt và bơm nước. Bơm dùng bơm nước phải đặt ở sà lan riêng. Trước khi bơm nước hạ móc cầu đánh chìm thùng, trọng lượng thùng (kể cả trọng lượng nước gia tải) và lực đẩy nổi luôn ở trạng thái cân bằng tức thời, lực cầu gần như bằng không (chỉ là để phòng dao động ngẫu nhiên của thùng, móc cầu mới chịu một lực nhất định), nhưng khi tiếp tục bơm nước hạ móc cầu đến khi đỉnh bị ngập thì lực cầu tăng lên đến mức lớn nhất, có trị số bằng trọng lượng thùng (kể cả nước trong thùng) trừ đi lực đẩy nổi. Sức nâng của cần cẩu nổi cần lớn hơn lực này và có độ dự trữ cần thiết.

Trình tự cầu lắp bắt đầu từ phần tiếp giáp với phần trên cạn, lần lượt cho đến cuối đường triển. Khống chế vị trí cầu lắp như hình 7-18. Dùng hai tời phối hợp điều chỉnh khống chế cần cẩu nổi di chuyển vào đúng vị trí, máy kinh vĩ khống chế đường trục, dây thép cường độ cao khống chế khoảng cách. Để làm cho thùng ở trạng thái nổi mà mặt đỉnh nghiêng cùng độ dốc nghiêng của đường triển, không những phải tính toán lượng nước gia tải ở các



Hình 7-16. Chở nổi thùng chìm ngập đỉnh



Hình 7-17. Hệ thống khống chế lắp đặt thùng chìm ngập đỉnh

ô thùng mà trong quá trình đánh chìm thùng cho nước vào các ô cũng phải đồng đều. Sau khi thùng đã ngập đỉnh thì ngừng bơm nước, di chuyển cân cầu nổi theo không chế, vào đúng vị trí rồi từ từ hạ móc cầu cho thùng hạ lên lớp đệm, qua kiểm tra xác nhận đảm bảo yêu cầu lắp đặt thì tháo móc cầu, di chuyển cân cầu nổi mở các van lấy nước. Sau khi các khoang đã đầy nước thì bịt van nước, dỡ tấm đệm ở đỉnh và kịp thời bỏ đá vào trong các ô thùng. Nếu qua kiểm tra không đạt yêu cầu thì phải cầu thùng lên, dùng máy bơm hút nước, lắp đặt lại cho đến khi đạt yêu cầu thì thôi.

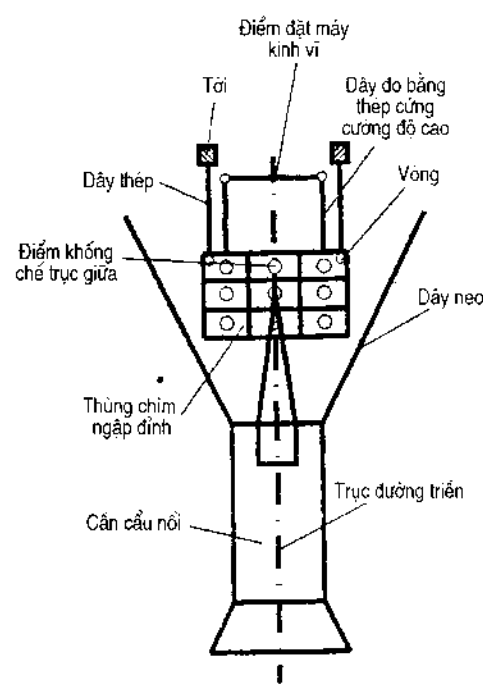
Các bước thi công lắp đặt khung dầm đường ray lên đỉnh thùng chìm ngập đỉnh không chế định vị bằng phao:

- Dựa vào tình hình độ lệch lắp đặt thùng, đặt kích trên tấm đệm đỉnh của thùng như hình 7-18.
- Dùng cân cầu, cầu khung dầm, đặt sơ bộ lên đỉnh kích.
- Dùng tời trên bờ chuyển thiết bị phao từ khung dầm đã lắp sang khung dầm đã đặt sơ bộ, dùng chèn xe đưa thiết bị phao lần lượt đặt ở các điểm đo 1, 1', 2, 2' (một bộ khung dầm có bốn điểm đo). Vị trí bốn điểm đo xem hình 7-19.
- Rút gỗ đệm chèn thước đo thủy bình.

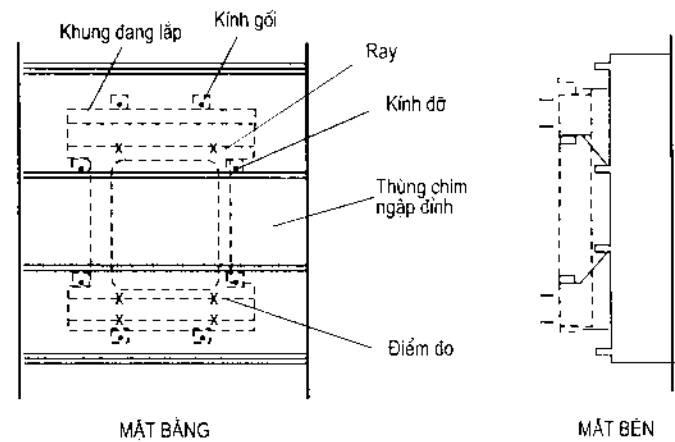
- Dùng máy kinh vĩ (đặt đúng đường trục của đường ray cân quan trắc) và máy thủy bình, tiến hành quan trắc. Dựa vào kết quả quan trắc, trước hết dùng kích giá đỡ chịu lực điều chỉnh cao trình, sau dùng kích ngang điều chỉnh vị trí mặt bằng.

- Lắp lại một số lần các bước 3, 5 cho đến khi không vượt quá độ sai lệch cho phép là được.

- Dùng máy thủy bình đo kiểm tra cao trình hai điểm đo 1', 2' trên đường ray thứ hai và dùng kích điều chỉnh cao trình của chúng.



Hình 7-18. Không chế định vị

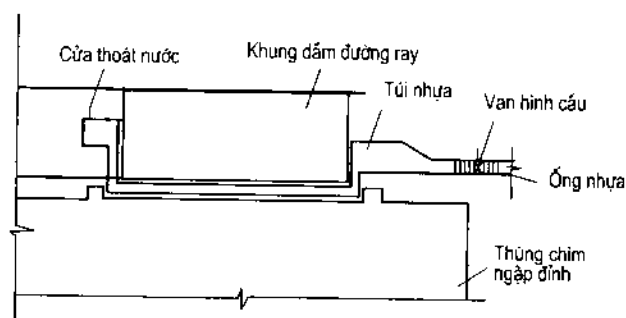


Hình 7-19. Sơ đồ bố trí kích và điểm đo

- Dùng khối bê tông nhỏ hay thép tấm đỡ khung dầm, tháo kích.

Sau khi đã lắp khung dầm đúng vị trí, dùng bao ni lông ép đầy vữa xi măng làm gờ đỡ vịnh cửa như hình 7-20.

Mỗi bên khung dầm dùng bốn gờ vịnh cửa. Để giữa gờ vịnh cửa với đáy khung dầm và tấm đỉnh thùng có mặt tiếp xúc nhất định, đường kính bao ni lông cần lớn hơn khe hở giữa khung dầm và tấm đỉnh của thùng, sao cho sau khi ép đầy vữa xi măng sẽ thành hình dẹt. Khi ép vữa, áp lực của bơm nên nhỏ hơn 0,1MPa và giữ áp lực trong một thời gian nhất định.



Hình 7-20. Gờ đỡ vịnh cửa khung dầm

CHƯƠNG 8

THI CÔNG HẠ GIẾNG CHÌM VÀ THÙNG CHÌM KHÍ ÉP

8.1. Khái niệm và cấu tạo

Giếng chìm là phần móng công trình làm bằng đá, bê tông hay bê tông cốt thép. Đầu dưới và đầu trên giếng chìm đều hở. Giếng được xây hoặc đúc ngay trên mặt đất nơi phải hạ móng.

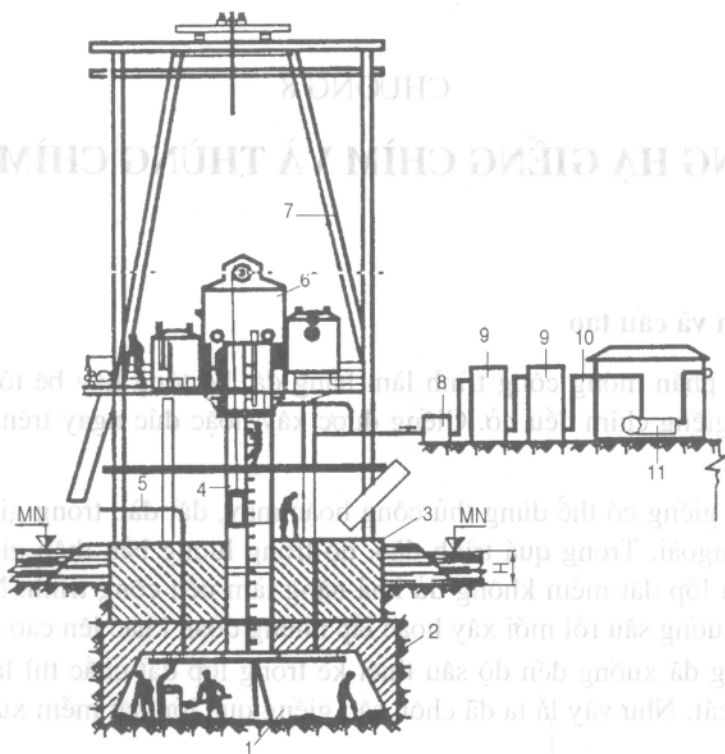
Đào đất trong giếng có thể dùng thủ công hoặc máy, đất đào trong giếng được chuyển lên cao và đổ ra ngoài. Trong quá trình đào, do trọng lượng bản thân giếng sẽ tự tụt dần xuống, xuyên qua lớp đất mềm không đủ khả năng làm nền công trình. Người ta đánh tụt từng đoạn giếng xuống sâu rồi mới xây hoặc lắp những đoạn khác lên cao một đoạn khoảng $4 \div 6\text{m}$. Khi giếng đã xuống đến độ sâu thiết kế trong lớp đất chắc thì lắp giếng bằng bê tông, đá, sỏi hay cát. Như vậy là ta đã chôn sâu giếng qua lớp đất mềm xuống nền đất chịu lực tốt.

Chân giếng có lưỡi móng sắc để cắt đất rắn và để cố định hướng ăn xuống. Nếu nền đất yếu thì làm chân giếng đáy hình thang thành mặt tỳ để giảm bớt tốc độ tụt xuống của giếng cho dễ điều chỉnh.

Giếng chìm là một kết cấu rỗng bên trong, vỏ ngoài của nó có nhiệm vụ chủ yếu là chống đỡ áp lực đất trong quá trình hạ giếng và tạo ra trọng lượng để thắng lực ma sát thành bên. Khi giếng xuống tới độ sâu thiết kế, sau khi kiểm tra nếu thấy đảm bảo yêu cầu người ta tiến hành lắp giếng. Lúc này vỏ và ruột giếng đã tạo ra một khối nằm sâu trong đất mà không phải lo việc chống vách đất khỏi sụt lờ trong quá trình hạ. Ưu điểm của giếng chìm là khi thi công không cần những thiết bị phức tạp, song nhược điểm là khối lượng đào lớn mà thi công khó khăn hay gặp sự cố như: hiện tượng cát chảy, giếng nghiêng lệch, gặp các tảng đá lớn, thân cây đổ v.v... Trường hợp gặp khó khăn phải có biện pháp thi công riêng hoặc chuyển sang loại kết cấu khác.

Trong khi hạ giếng chìm thường gặp hiện tượng cát chảy, không thể hút cạn nước để đào, người ta có thể biến giếng chìm thường thành giếng chìm khí ép. Nguyên lý làm việc của giếng chìm khí ép là bơm khí vào giếng cho đến khi áp suất không khí trong giếng bằng áp suất cột nước thì trong giếng không còn nước, khi đó người ta có thể thi công đào đất khô ở trong giếng.

Quá trình thăm dò khảo sát nếu thấy rằng việc hạ móng có thể gặp hiện tượng cát chảy, không thể hút cạn nước để đào đất trong giếng, thì ta phải chế tạo giếng chìm khí ép ngay từ giai đoạn đầu tiên. Ở nước ta, thời Pháp thuộc đã áp dụng giếng chìm khí ép xây dựng cầu Long Biên, cầu Hàm Rồng và năm 1959 cho cầu Làng Giếng (Lào Cai). Hình 8-1 giới thiệu sơ đồ hạ móng giếng chìm khí ép.



Hình 8-1. Hạ móng giếng chìm khí ép

1. Khoảng đáy; 2. Chân giếng; 3. Thân giếng; 4. Ống thông; 5. Ống xả khí; 6. Buồng khí ép;
7. Giá công tác; 8. Bình khử dầu; 9. Bình chứa khí ép; 10. Ống dẫn khí; 11. Máy nén khí.

8.2. Hạ giếng chìm trên khô

Trước khi hạ giếng chìm nên khoan một số lỗ thăm dò đường kính khoảng 50 ÷ 70mm chung quanh giếng chìm để nếu thấy có những đá ngầm lớn, thân cây, gốc cây nằm trong đất thì tìm biện pháp xử lý. Đoạn giếng đầu tiên cần chuẩn bị tốt mặt nền để tránh lún lệch nhiều, phá hỏng cường độ bê tông trước khi đông cứng. Nền phải bằng phẳng đầm kỹ, nếu đất yếu phải lót lớp cát dày 40 ÷ 50cm và đầm chặt. Trên mặt nền đặt tà vẹt gỗ tiết diện 14 × 16cm để phân bố áp lực đoạn giếng đầu tiên lên mặt nền. Cường độ nền đất không được nhỏ hơn 10N/cm². Số đệm tà vẹt được tính theo công thức:

$$n = \frac{Q}{ldR} \quad (8-1)$$

Trong đó:

n - Số đệm tà vẹt;

l - Chiều dài đệm tà vẹt (cm);

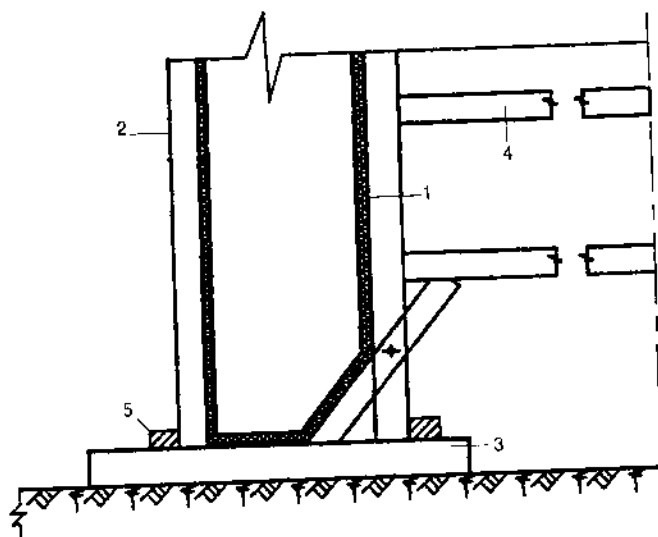
d - Bề rộng đệm tà vẹt (cm);

R - Cường độ nền đất (N/cm²);

Q - Trọng lượng đoạn giếng đầu tiên (N).

Trên các đệm tà vẹt đặt ván khuôn đáy chân giếng, ván khuôn ngoài, ván khuôn trong và các khung giữ ván khuôn. Ván khuôn giếng có thể bằng thép hoặc gỗ, thông thường dùng ván khuôn gỗ. Hình 8-2 giới thiệu ván khuôn gỗ chế tạo đoạn giếng đầu tiên.

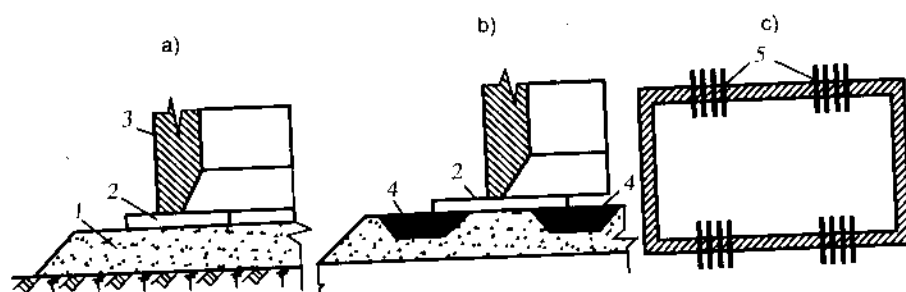
Hình 8-2. Ván khuôn giếng chìm
1. Ván khuôn; 2. Nẹp dìm;
3. Đệm tà vẹt; 4. Chống ngang;
5. Nẹp ngang.



Sau khi lắp ván khuôn tiến hành đặt cốt thép chân giếng và thành giếng nếu có, sau đó đổ bê tông và dưỡng hộ bê tông đạt 100% cường độ mới được tiến hành hạ giếng. Trước khi hạ giếng cần rút các đệm tà vẹt. Việc rút đệm phải theo một quy định sao cho giếng chìm luôn ở thế cân bằng. Những quy định đó là:

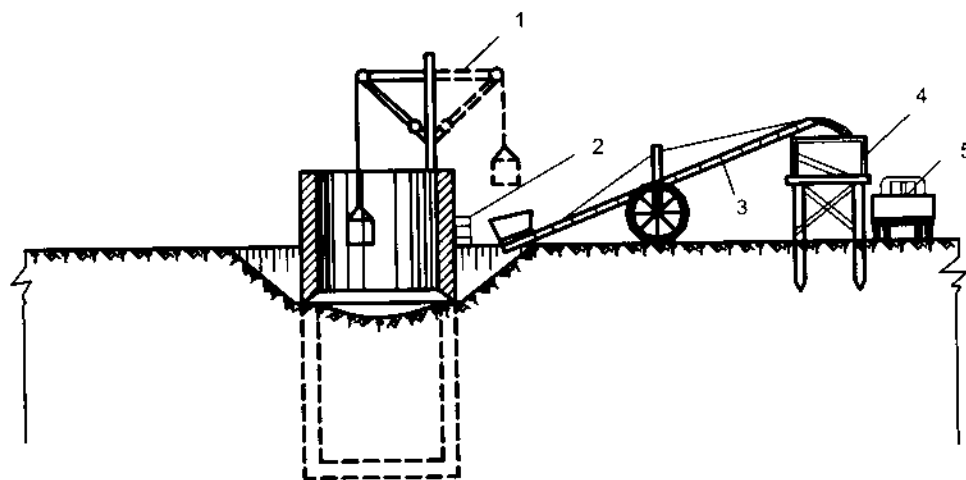
- Rút đệm phải tiến hành đối xứng với trục giếng.
- Rút đệm nằm dưới tường trong trước.
- Rút đệm nào phải chèn cát ngay vào chỗ đó.
- Rút đệm định vị sau cùng.

Đối với các đệm tà vẹt nằm dưới tường ngoài cứ cách một đệm rút một đệm rồi chèn cát vào, trừ các đệm định vị. Sau khi đã rút hết các đệm tà vẹt nằm giữa các đệm định vị cuối cùng người ta mới rút các đệm định vị để giếng hoàn toàn tựa lên nền đất. Muốn rút đệm trước hết cần phải moi cát ở hai đầu đệm (hình 8-3) rồi dùng vồ gỗ mạnh làm long đệm mới dễ rút. Những đệm định vị rút sau cùng thường lún sâu trong cát đôi khi phải dùng rìu dẽo.



Hình 8-3. Thi công hạ giếng chìm
1. Lớp cát lót nền; 2. Tà vẹt gỗ; 3. Chân giếng chìm; 4. Hố moi cát ở hai đầu tà vẹt; 5. Các tà vẹt định vị.

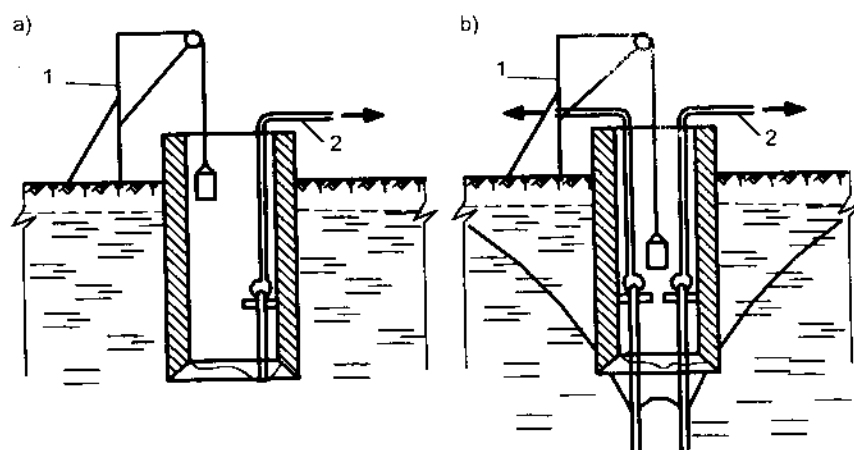
Sau khi rút tất cả các dệm tà vẹt định vị người ta có thể đào đất hạ giếng. Đào đất trong giếng có thể bằng thủ công hay bằng máy (hình 8-4). Khi trong đất có nước ngầm thì tiến hành đào đất trong nước hoặc áp dụng biện pháp hút nước ngầm để đào đất khô ráo nếu trường hợp đất dính có cường độ tương đối cao và tốc độ dòng chảy vào giếng không vượt quá 0,75m/h trên một m² diện tích đáy giếng.



Hình 8-4. Đào đất trong giếng chìm

1. Cần trục ; 2. Tời ; 3. Băng tải ; 4. Thùng chứa ; 5. Ô tô

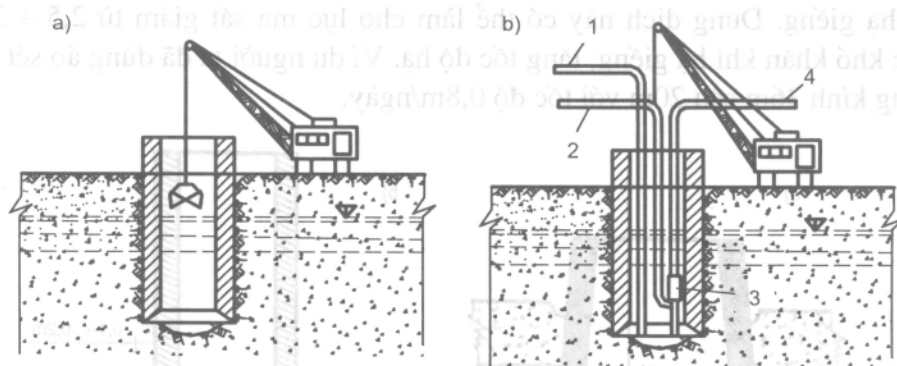
Cũng có thể hạ thấp mực nước ngầm dưới đáy hố móng để đào đất khô (hình 8-5a,b). Phương pháp thi công này rất thích hợp khi hút nước trong giếng gặp hiện tượng cát chảy.



Hình 8-5. Làm khô đáy giếng để đào đất

a) Hút nước lộ thiên ; b) Hạ mực nước ngầm.

1. Cán vớt lấy đất ; 2. Ống hút nước.



Hình 8-6. Hạ giếng chìm không hút nước ngầm

a) Đào đất bằng gầu ngoạm; b) Đào đất bằng phương pháp xói hút;

1. Ống xói $d = 38\text{mm}$; 2. Ống nước cao áp $d = 100\text{mm}$;

3. Ống hút thủy lực; 4. Ống dẫn bùn $d = 200\text{mm}$.

Đào đất theo phương pháp không hút nước tiến hành bằng gầu ngoạm có thể đào được nhiều loại đất còn máy xói hút chỉ dùng với loại đất cát, sỏi cuội (vật liệu rời). Gầu ngoạm thường có dung tích 1m^3 trở lên dùng đào đất trong giếng có đường kính trong lớn hơn 4m . Hạ xong đoạn giếng đầu tiên người ta xây tiếp đoạn khác lên trên và chờ bê tông đạt 70% cường độ thiết kế lại tiếp tục tiến hành hạ giếng. Cứ lặp lại như thế cho tới khi hạ giếng đến độ sâu thiết kế.

Trong quá trình hạ giếng cần luôn luôn theo dõi độ nghiêng lệch để có biện pháp khắc phục kịp thời. Lực ma sát lên thành ngoài của giếng là nhân tố cản trở không cho giếng tụt xuống, thắng được lực ma sát này căn bản là do trọng lượng bản thân của giếng. Người ta làm giảm ma sát bằng cách làm nhẵn mặt ngoài như:

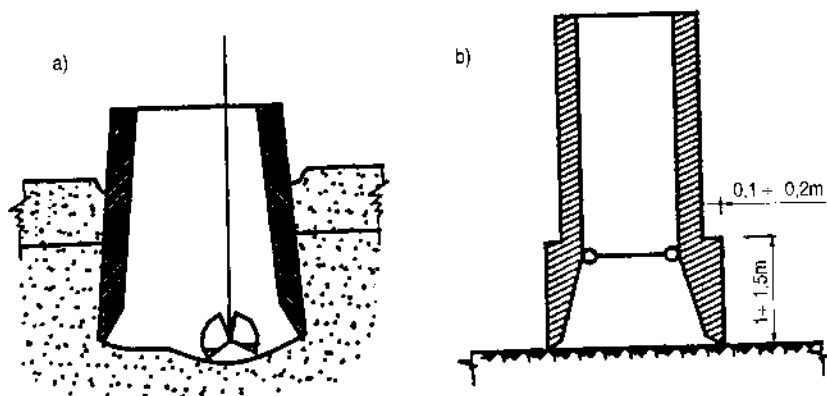
- Ốp xung quanh tường giếng bằng gỗ bào nhẵn;
- Ốp các tấm kim loại;
- Quét dầu nhờn.

Nếu giếng nhẹ, không đủ trọng lượng để thắng được lực ma sát thì chất thêm tải phụ hoặc dùng chấn động nổ mìn trong giếng nhưng không được làm hư hại giếng hoặc dùng búa chấn động.

Trước kia, người ta đúc tường giếng hơi nghiêng vào trong để giảm ma sát (hình 8-7a), nhưng làm như vậy khi hạ giếng dễ bị nghiêng và dịch chuyển ngang. Sau đó người ta cải tiến làm giếng thẳng đứng nhưng chân giếng làm dày hơn và nhô ra ngoài $0,1 \div 0,2\text{m}$ (hình 8-7b). Như vậy, khi hạ thì giữa tường giếng và đất có một khe hở nhỏ làm giảm ma sát bên. Việc ghép ván khuôn đúc tường giếng đúng thực hiện dễ dàng hơn.

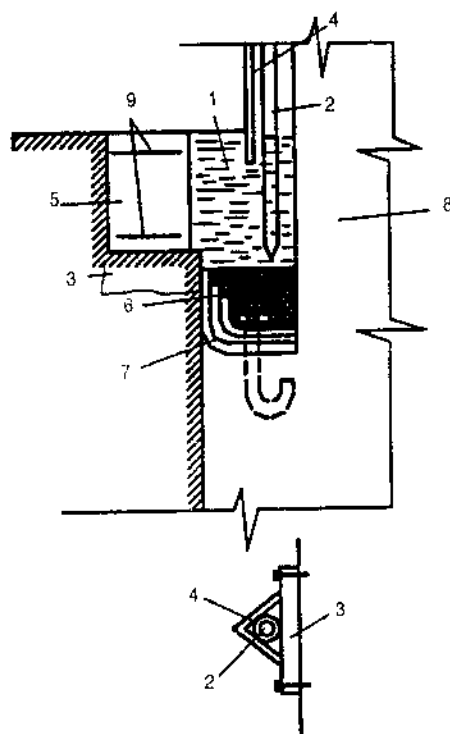
Trong trường hợp ma sát của đất quanh thành giếng quá lớn mà việc tăng chiều dày tường giếng là không kinh tế, người ta làm giảm lực ma sát hiệu quả nhất bằng phương pháp hạ giếng bằng áo sét. Nguyên tắc này là luôn luôn tạo ra một kẽ hở giữa mặt ngoài tường giếng và đất rồi cho dung dịch sét Tixôtrôpi vào đó làm giảm ma sát của đất trong

quá trình hạ giếng. Dung dịch này có thể làm cho lực ma sát giảm từ $2,5 \div 3$ lần và cải thiện được khó khăn khi hạ giếng, tăng tốc độ hạ. Ví dụ người ta đã dùng áo sét để hạ giếng chìm đường kính 36m sâu 20m với tốc độ 0,8m/ngày.



Hình 8-7. Giếng chìm.
a) Tường nghiêng; b) Tường đứng

Hình 8-8 giới thiệu sơ đồ cấu tạo chân giếng hạ bằng phương pháp áo sét. Ba bộ phận chính là đai, gioăng cao su và ống bơm. Kinh nghiệm cho thấy nên lấy chiều cao của đai từ $1,0 \div 1,2$ m. Đai có thể làm bằng gỗ, thép nhưng tốt nhất là dùng bê tông cốt thép dưới có lớp đệm cát sỏi hoặc cát to dày $30 \div 50$ cm. Bề rộng bậc chân giếng để đặt các gioăng cao su có thể lấy từ $10 \div 20$ cm. Bậc hẹp thì đỡ tốn sét nhưng yêu cầu độ chính xác cao khi hạ giếng. Gioăng cao su có tác dụng ngăn dung dịch sét khỏi thấm vào đất. Gioăng nên cấu tạo $2 \div 3$ lớp và gắn chặt với chân giếng bằng bu lông. Trên gioăng là lớp đất sét dẻo dày $40 \div 60$ cm. Trên mặt bằng, cứ từ $3 \div 6$ m quanh giếng đặt một ống bơm (trong khoảng $70 \div 80$ cm) có các lỗ $d = 10 \div 15$ mm, cách nhau $3 \div 7$ cm để bơm dung dịch sét ra ngoài.



Hình 8-8. Sơ đồ chân giếng
khi hạ giếng bằng áo sét.

1. Dung dịch Tixôtrôpi; 2. Ống bơm;
3. Tấm đệm; 4. Sắt góc bảo vệ; 5. Đai;
6. Lớp đất sét dẻo; 7. Gioăng cao su;
8. Tường giếng; 9. Lưới cốt thép của đai.

8.3. Hạ giếng chìm dưới nước

Trong xây dựng cảng việc hạ giếng chìm ở nơi có nước là thường gặp nhất. Khác với giếng chìm trên cạn, giếng chìm dưới nước không có mặt bằng để chế tạo giếng. Trong trường hợp này cần có cách tạo mặt bằng hạ giếng chìm như sau:

8.3.1. Hạ giếng chìm trên đảo cát (hay đảo nhân tạo)

Tại nơi hạ giếng chìm người ta đắp một đảo cát nhô lên khỏi mặt nước với một diện tích đủ để đúc giếng chìm và đặt các thiết bị hạ giếng. Khi nước sâu $2,0 \div 2,5\text{m}$, tốc độ dòng nước đến $0,8\text{m/giây}$ thì có thể dùng đảo đắp bằng cát hoặc á cát (hình 8-9a) có mái dốc tự nhiên. Để tránh đảo bị xói lở có thể dùng biện pháp lát cỏ hoặc các biện pháp gia cố bờ khác như đóng cọc ván ở chân mái dốc (hình 8-9b). Nếu chỗ nước sâu, dòng chảy mạnh hoặc có sóng lớn người ta đắp đảo cát giữa các hàng ván cừ. Nước sâu từ $3 \div 4\text{m}$ dùng cọc ván gỗ một lớp, sâu hơn nữa dùng cọc ván gỗ 2 lớp (hình 8-9c) hoặc cũi gỗ. Nếu nước sâu tới $10 \div 15\text{m}$ thì dùng ván cừ thép (hình 8-9d). Phía trong cừ đổ đất cát để tạo đảo, mặt đỉnh đảo cao hơn mực nước thì công ít nhất là $0,5\text{m}$. Khoảng cách mép ngoài của giếng chìm tới mép của đảo phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$a = H \cdot \text{tg} (45^\circ - \varphi/2) \text{ và không được nhỏ hơn } 1,5\text{m}. \quad (8-2)$$

Trong đó:

H - Chiều cao đất đắp (m);

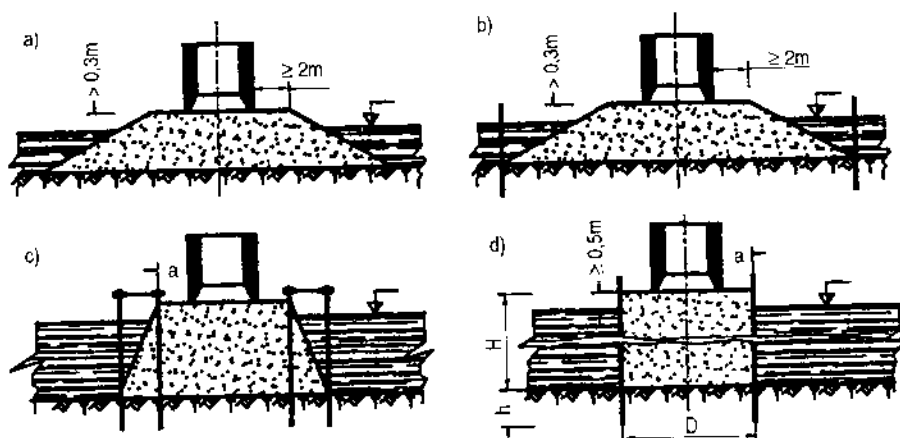
φ - Góc nội ma sát của đất.

Chiều sâu tường cọc ván đóng vào đất h tính theo công thức sau:

$$h = k_1 + k_2 + H \geq 2\text{m} \quad (8-3)$$

Trong đó:

k_1 và k_2 - Hệ số phụ thuộc vào loại đất (bảng 8-1).

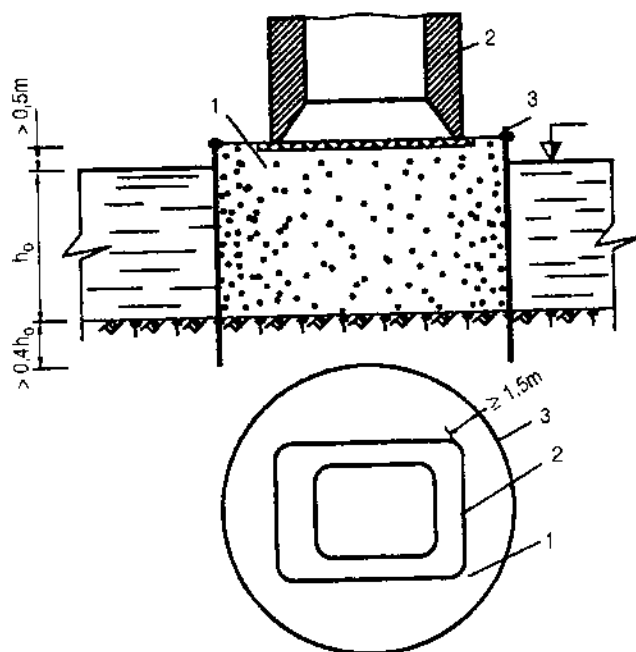


Hình 8-9. Các loại đảo chế tạo giếng chìm

a) Đảo đất; b) Đảo đất có tường cọc ván;
c) Đảo bằng cọc ván gỗ; d) Đảo bằng cọc ván thép.

Bảng 8-1. Bảng xác định hệ số k

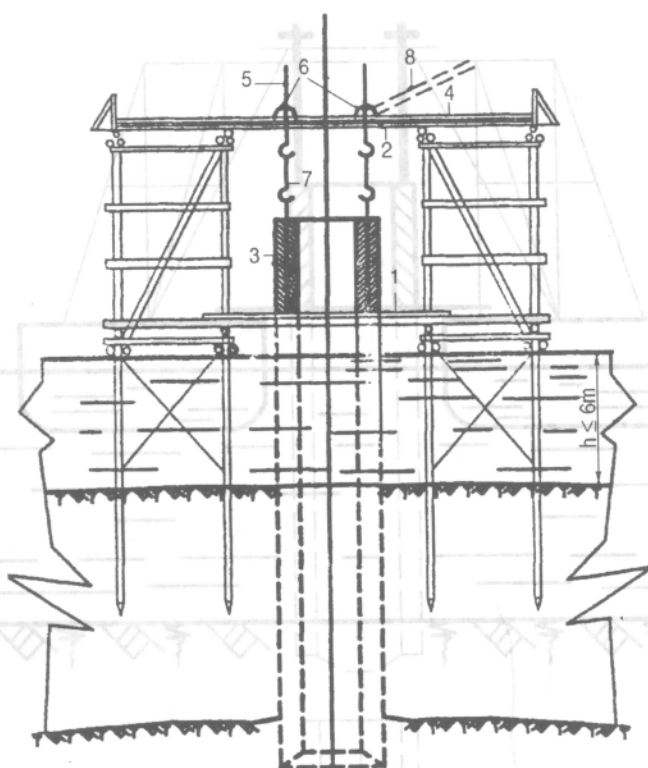
Loại đất	k_1	k_2
Cát bụi	1,78	0,48
Cát hạt trung	1,05	0,26
Đá sỏi, cuội	0,96	0,24
Đất sét và á sét cứng	0,15	0,05



Hình 8-10. Giới thiệu đào bằng cọc ván thép
1. Đào; 2. Giếng chìm; 3. Cọc ván thép.

8.3.2. Hạ giếng chìm bằng giàn giáo cố định

Trường hợp này áp dụng khi trọng lượng giếng nhỏ với độ sâu giếng không quá 6m. Tại nơi hạ giếng người ta dựng một giàn giáo (hình 8-11). Tại tầng sàn người ta lắp lưới thép chân giếng và hàn vào đó những thanh sắt 3. Cả bộ phận chân giếng được treo vào những dầm thép 4 đặt ở cao trình tầng sàn trên 2. Thiết bị treo giếng gồm các thanh sắt có răng ốc 5 ăn vào ê cu 6 và các đoạn 7. Sau khi đúc xong giếng cần nhấc nhẹ giếng lên để tháo sàn dưới 1, rồi hạ dần giếng xuống nước bằng cách vận động đồng thời các ê cu 6 bằng tay đòn 8. Khi chiều dài thanh 5 đã dùng gần hết thì nối thêm bằng các thanh 7.

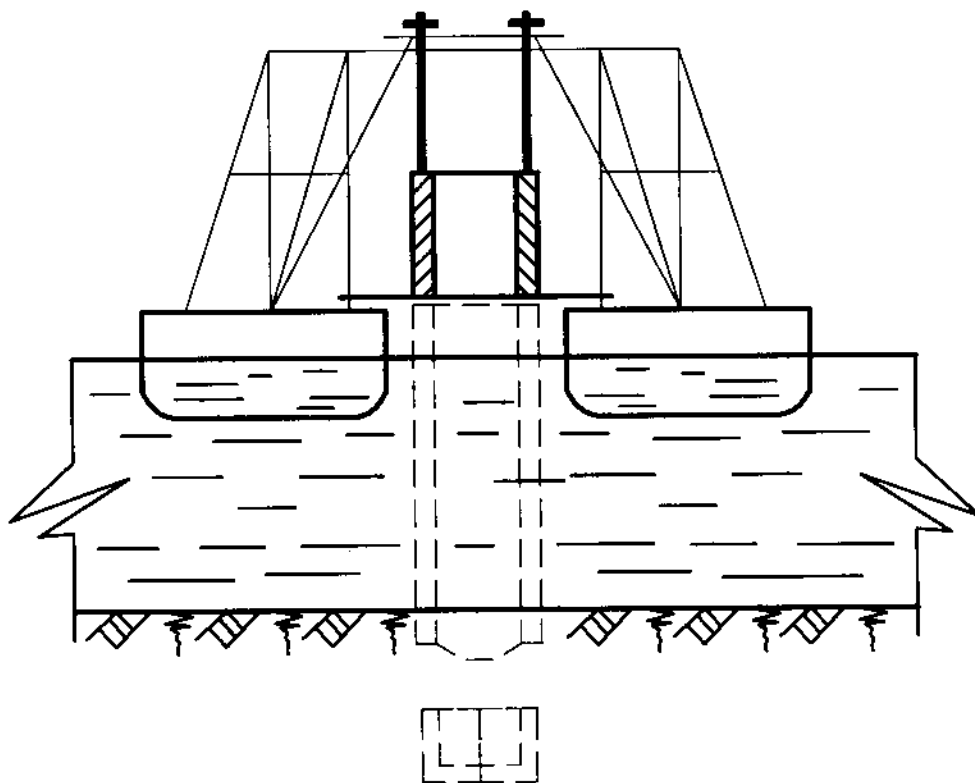


Hình 8-11. Hạ giếng chìm từ giàn giáo cố định

8.3.3. Hạ giếng chìm bằng giàn giáo nổi

Cấu tạo giàn giáo nổi gồm có hai hệ thống phao hoặc sà lan, trên mỗi hệ phao lắp giàn giáo (hình 8-12) nối với nhau thành một loại cần trục nổi (giàn giáo có thể ghép bằng thanh vạm nạng hoặc các loại dầm quân dụng). Nối liền giữa hai hệ phao bằng một sàn công tác trên đó chế tạo giếng. Đợi bê tông đạt cường độ thiết kế, giếng được treo lên, tháo sàn công tác, hạ giếng xuống nước giống như đã miêu tả ở trên. Cũng có thể chế tạo giếng trên phao kẹp giữa hai hệ thống phao của giàn giáo nổi, treo giếng lên, rút phao ra, hạ giếng xuống nước. Cách thi công này tháo sàn công tác ra nhanh hơn. Trường hợp nước sâu, đoạn giếng đầu tiên lớn, trọng lượng lớn, khả năng thiết bị treo không đủ thì có thể chia giếng ra thành nhóm đoạn. Đoạn đầu tiên chế tạo có đáy kín bằng ván gỗ, khi treo để hạ giếng xuống nước, do đáy kín, giếng nổi lên giảm nhẹ trọng lượng treo, tiếp tục ghép ván khuôn đổ bê tông, cứ làm như thế cho đến khi chân giếng cắm sâu vào trong đất.

Giàn giáo nổi có ưu điểm dùng được ở nơi nước sâu, di chuyển dễ dàng, tuy nhiên hạ giếng chính xác vào vị trí sẽ gặp khó khăn, trong trường hợp nước chảy mạnh, sóng gió bất thường dễ mất ổn định của giếng.



Hình 8-12. Giàn giáo nổi

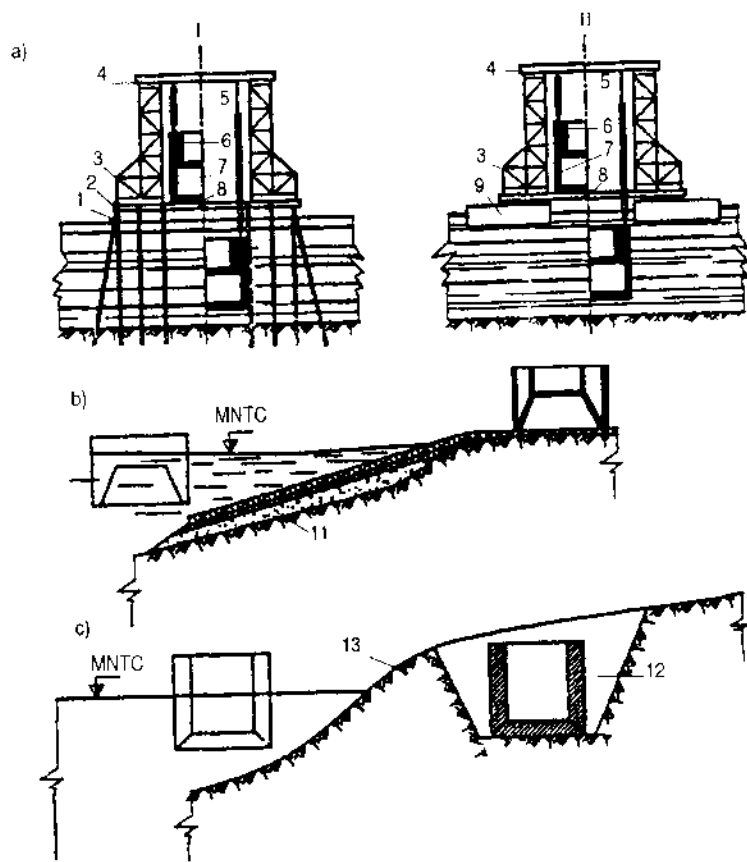
8.3.4. Hạ giếng chìm bằng cần trục nổi

Trường hợp này chỉ dùng khi cần trục có đủ khả năng cẩu được giếng đúc cao toàn bộ hoặc cao hơn chiều sâu nước nơi hạ giếng một chút, còn nổi cao giếng lên sau này thì dùng giàn giáo nổi.

8.3.5. Hạ giếng chìm bằng phương pháp chở nổi

Trong trường hợp độ sâu nước khá lớn, dùng đảo cát sẽ tốn kém và gặp nhiều khó khăn như khó gia cố thành đảo hoặc khi thu hẹp dòng chảy quá nhiều thì có thể dùng phương pháp giếng chìm chở nổi.

Giếng được chế tạo trên bờ gần mép nước, đáy giếng bịt kín bằng một nắp gỗ tạm thời để khi xuống nước, giếng có thể nổi trên mặt nước và dễ dàng đưa giếng đến nơi cần hạ. Kéo giếng xuống nước nhờ hệ thống đường trượt bằng ray và tời. Trong quá trình kéo trượt cần chú ý độ ổn định lật giếng do đường trượt có độ dốc. Nếu gần bờ độ sâu nước lớn có thể chế tạo giếng trong âu tàu. Khi bê tông đủ cường độ cho nước vào âu, giếng nổi lên và kéo đến vị trí hạ giếng. Hình 8-13 giới thiệu hạ giếng chìm bằng phương pháp chở nổi.



Hình 8-13. Giếng chìm chờ nổi

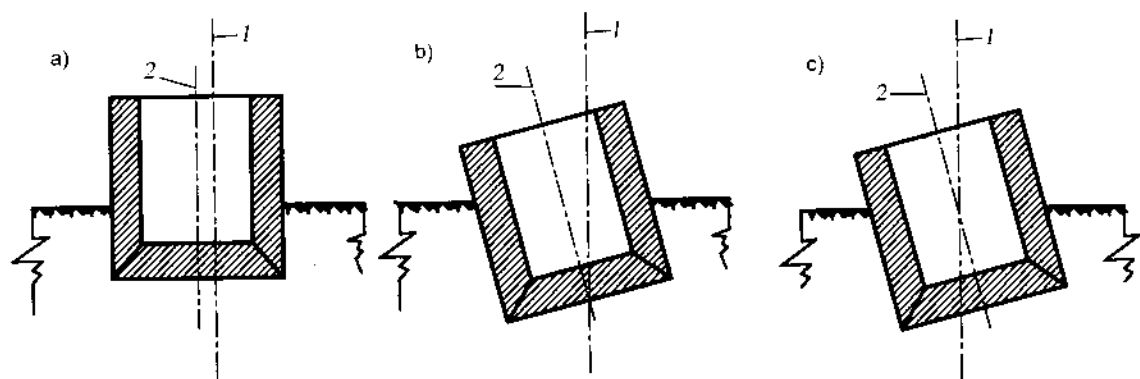
a) Chế tạo giếng tại chỗ; b) Giếng chìm chế tạo trên bờ; c) Giếng chìm chế tạo trong ấu tàu.
 1. Cọc; 2. Bệ; 3. Thanh vận năng UIKM; 4. Dầm; 5. Palăng xích; 6. Ván khuôn đỉnh giếng;
 7. Bể tông; 8. Ván sàn; 9. Phao; 10. Đường; 11. Nền đá; 12. Ấu tàu; 13. Đê ngăn nước.

8.4. Kiểm tra điều chỉnh giếng chìm

Giếng chìm có thể bị nghiêng hoặc lệch khỏi vị trí thiết kế trong quá trình hạ vào đất, do vậy cần phát hiện kịp thời để có biện pháp xử lý. Muốn vậy cần phải gắn thước đo xung quanh giếng, dùng máy kinh vĩ theo dõi. Có nhiều hiện tượng sai lệch: Giếng có thể lệch đơn thuần (hình 8-14a) hoặc nghiêng đơn thuần (hình 8-14b) hoặc vừa nghiêng vừa lệch (hình 8-14c).

Để đưa tim giếng về đúng vị trí tim thiết kế bằng cách đào đất phía chân giếng bên cao cho giếng thẳng đứng rồi lại đào đất bên chân đối diện, giếng nghiêng thì lại đào đất bên chân giếng cao cứ như vậy cho đến khi tim giếng về đúng vị trí thiết kế.

Trường hợp giếng không xuống được có thể đào bớt lớp đất phía ngoài thành giếng để giảm lực ma sát quanh giếng hoặc có thể chất tải lên trên hoặc nổ mìn trong giếng gây chấn động làm giếng tụt xuống. Có trường hợp dùng áo sét để hạ giếng chìm.



Hình 8-14. Các vị trí sai lệch của giếng
 a) Lệch đơn thuần; b) Nghiêng đơn thuần; c) Nghiêng lệch hỗn hợp.
 1. Tim móng; 2. Tim giếng.

Khi hạ giếng thường xảy ra hiện tượng đất dưới chân giếng nhão lỏng, chảy vào trong lòng giếng cản trở công tác hạ giếng. Điều này có thể nhận ra bằng cách so sánh khối lượng đất đã đào được với khối lượng đất lý thuyết phải đào ở độ sâu đào hoặc có thể đất xung quanh lún xuống thành hình phễu. Nguyên nhân đất chảy vào trong giếng thường do hút nước ra quá nhanh tạo thành một dòng nước mạch mang theo những hạt đất luồn qua chân giếng vào trong làm giếng có thể bị lún nghiêng. Muốn tránh hiện tượng này cần phải giảm bớt tốc độ hút nước ra khỏi giếng hoặc ngừng hút chốc lát. Người ta có thể áp dụng biện pháp đào đất trong nước để giảm bớt hiện tượng đất chảy. Trường hợp đất chảy nhiều thì phải chuyển sang dùng phương pháp giếng chìm khí ép, cũng có lúc người ta bơm thêm nước vào giếng giữ cho mực nước trong giếng cao hơn mức nước ngoài đôi chút và tiến hành đào. Áp lực thủy tĩnh trong giếng cao hơn sẽ cản không cho đất chảy vào giếng. Khi hạ giếng nếu gặp đá ngầm nhỏ thì cho thợ lặn xuống phá hoặc moi ra rồi dùng cần trục cẩu lên, nếu đá ngầm lớn thì chuyển sang áp dụng phương pháp thùng chìm khí ép.

8.5. Bịt giếng (hay lấp giếng)

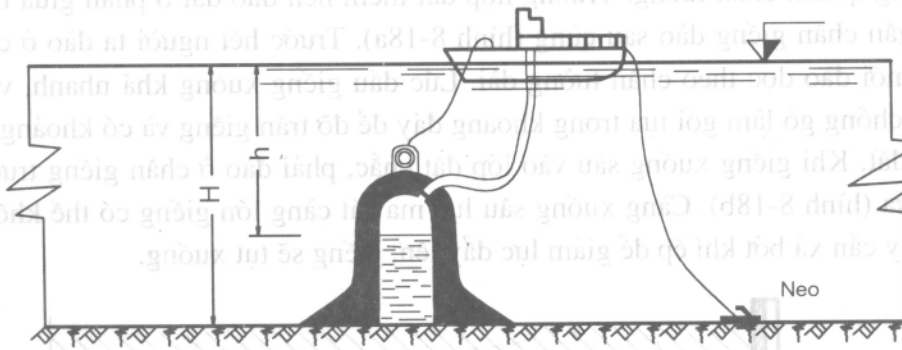
Khi giếng đã hạ xuống tới cao trình thiết kế, người ta phải lấy đất lên để thử lại tính chất đất. Nếu đất đảm bảo theo yêu cầu thiết kế thì tiến hành san bằng mặt đất và tiến hành lấp. Người ta thường tiến hành lấp giếng bằng đá xây, đổ bê tông đá hộc hoặc bê tông thường. Có hai phương pháp đổ bê tông lấp giếng: Phương pháp đổ bê tông trong nước và phương pháp đổ bê tông trong giếng khô. Phương pháp thứ hai lúc đầu cũng phải đổ một lớp bê tông mỏng dưới nước tạo thành một nắp đáy chống thấm, khi lớp bê tông đáy đã cứng thì hút nước ra khỏi giếng rồi đổ bê tông hoặc xây đá lấp giếng trong điều kiện khô ráo.

8.6. Thi công hạ thùng chìm khí ép

Thùng chìm khí ép là loại thùng chìm mà trong khoang đáy của nó có chứa khí ép.

Nguyên lý của phương pháp hạ thùng chìm khí ép như sau :

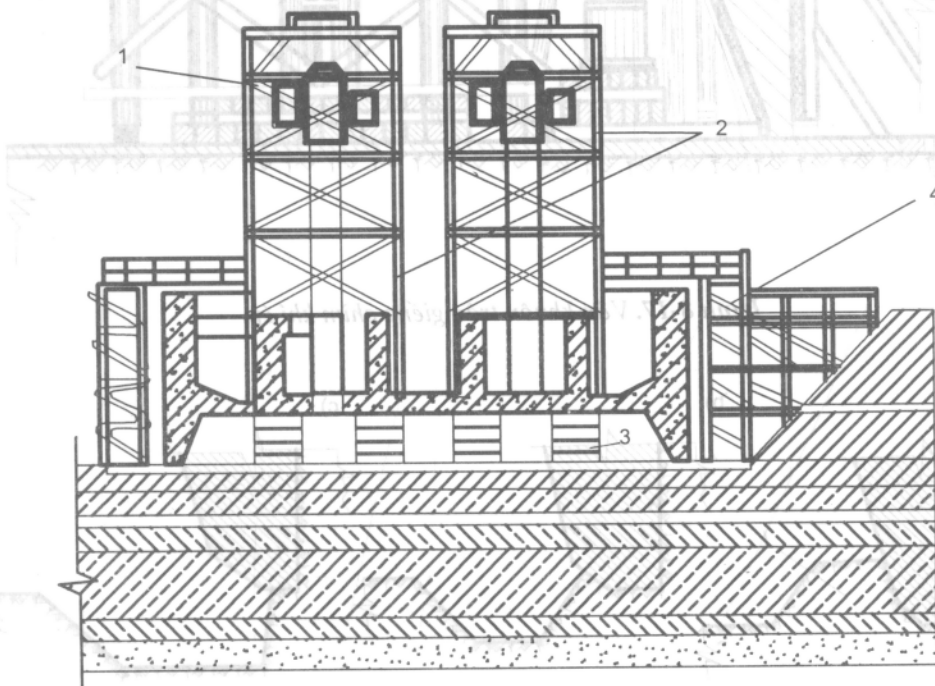
Nếu ta áp một cái chuông xuống đáy sông (hình 8-15) nước sẽ lọt vào trong chuông nhưng không chiếm toàn bộ. Giữa mức nước trong chuông và đỉnh chuông có lớp không khí bị ép với áp suất bằng áp suất cột nước h . Nếu ta bơm thêm không khí vào trong chuông cho đến khi áp suất không khí trong chuông bằng áp suất cột nước H , thì trong chuông không còn có nước, nếu công nhân vào trong chuông thì có thể thi công khô dưới đáy sông được. Người ta ứng dụng nguyên lý này để thi công hạ thùng chìm khí ép.



Hình 8-15. Nguyên lý về thùng chìm khí ép

8.6.1. Thi công hạ giếng chìm khí ép trên cạn

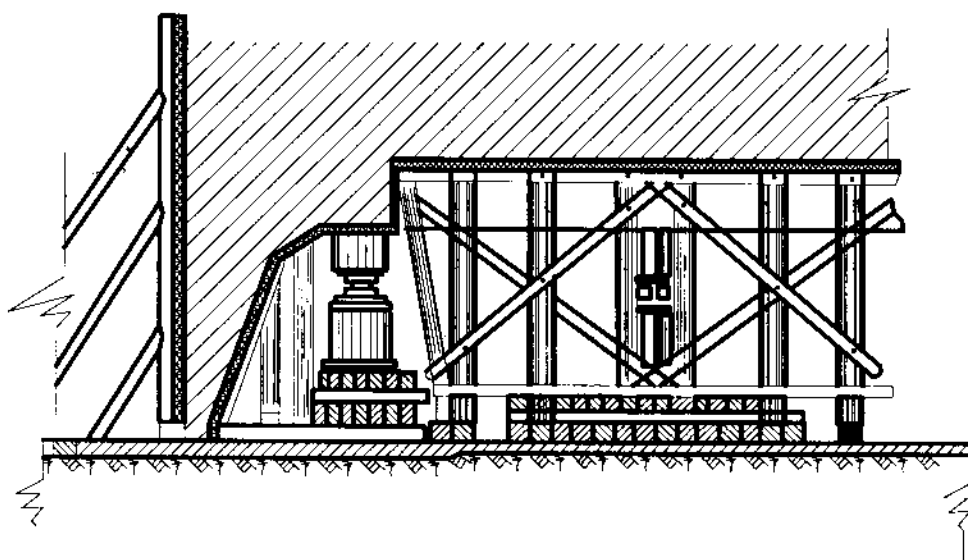
Trước tiên phải san mặt bằng để đúc giếng tại vị trí hạ giếng (hình 8-16).



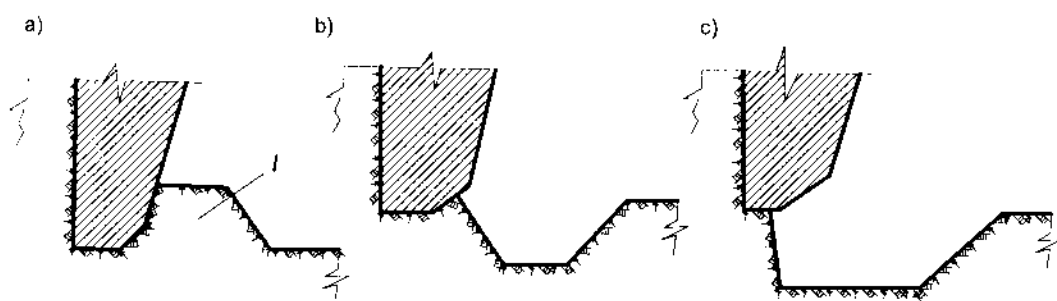
Hình 8-16. Sơ đồ đắp và lắp thùng chìm khí ép

1. Ấu; 2. Giàn giáo để lắp ấu; 3. Những chống gỗ chống; 4. Giàn giáo đổ bê tông giếng chìm.

Hình 8-17 giới thiệu ván khuôn đúc giếng chìm và vị trí đặt kích quanh giếng để sau này kích lên đỡ cột chống và ván khuôn, trước khi hạ giếng xuống đất. Đối với đúc khoang đáy thì quan trọng nhất là việc chống đỡ ván khuôn và bố trí hệ thống đặt kích. Nền đúc giếng là một lớp bê tông nghèo dày 10cm, trên đặt các thanh tà vẹt gỗ, các cột chống ván khuôn. Khi đặt thùng xuống đất, do trọng lượng bản thân, chân giếng sẽ phá lớp bê tông nền và cắm sâu vào đất. Công tác đào đất giới thiệu trên hình 8-18. Muốn hạ giếng cần phải đào đất đều xung quanh chân tường. Trường hợp đất mềm nên đào đất ở phần giữa trước và để bậc / đất gần chân giếng đào sau cùng (hình 8-18a). Trước hết người ta đào ở chân tường ngăn, sau mới đào dọc theo chân tường dài. Lúc đầu giếng xuống khá nhanh, vì vậy phải xếp những chông gỗ làm gối tựa trong khoang đáy để đỡ trần giếng và có khoảng trống cho người đào đất. Khi giếng xuống sâu vào lớp đất chắc, phải đào ở chân giếng trước rồi đào dần vào giữa (hình 8-18b). Càng xuống sâu lực ma sát càng lớn giếng có thể không xuống được, do vậy cần xả bớt khí ép để giảm lực đẩy lên, giếng sẽ tụt xuống.

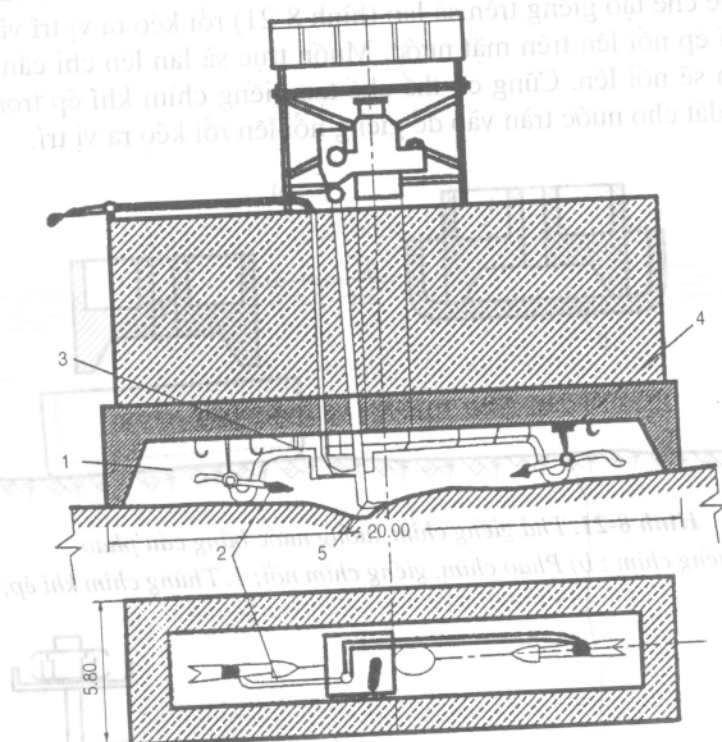


Hình 8-17. Ván khuôn trần giếng chìm khí ép



Hình 8-18. Các cách đào đất ở chân giếng chìm khí ép

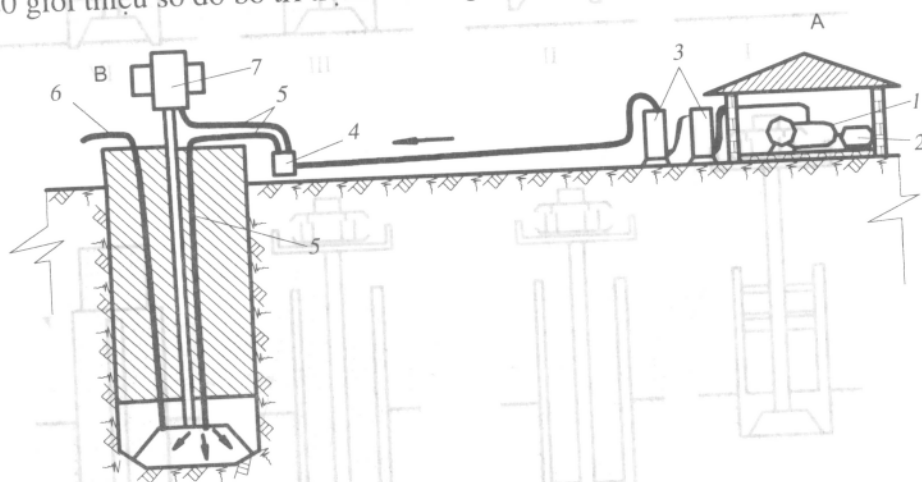
Ngày nay đào đất hạ giếng chìm khí ép người ta dùng súng phun nước xói đất, sau đó dùng ống hút bùn ra ngoài mà không cần người đào đất trong giếng chìm khí ép, nên có thể hạ giếng xuống rất sâu và nhanh (hình 8-19).



Hình 8-19. Dùng súng bắn nước để đào đất trong giếng chìm khí ép.

1. Khoang đáy; 2. Súng bắn nước; 3. Ống hút bùn; 4. Móc treo ống dẫn nước; 5. Hồ tích bùn.

Hình 8-20 giới thiệu sơ đồ bố trí trạm thí công hạ giếng chìm khí ép:



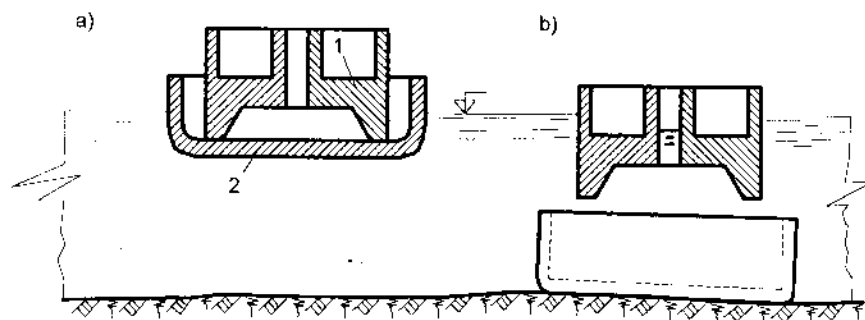
Hình 8-20. Bố trí một trạm thí công giếng chìm khí ép

A. Trạm khí ép; B. Giếng chìm khí ép.

1. Máy khí ép; 2. Bộ phận lọc khí; 3. Các bình tích khí;
4. Bình khử dầu; 5. Ống dẫn khí; 6. Ống xi phông; 7. Buồng khí ép.

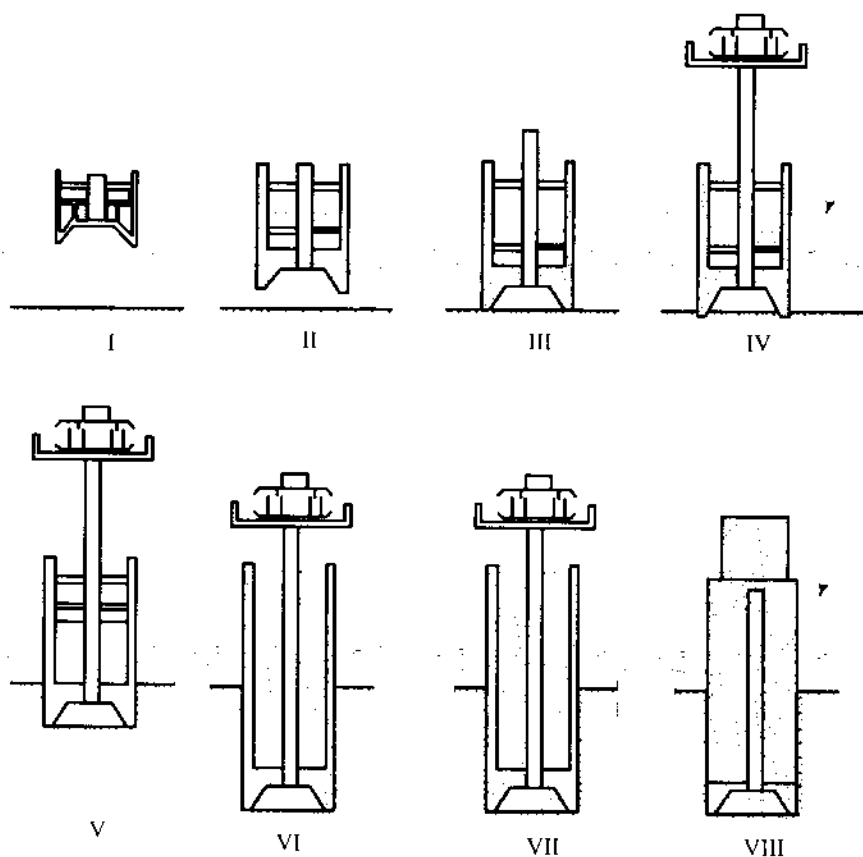
8.6.2. Thi công hạ giếng chìm khí ép trong nước

Trường hợp nước sâu có thể chế tạo giếng chìm khí ép trên đảo cát hoặc trên đảo vòng vây cọc ván. Tuy vậy, công việc tạo đảo như đã nêu ở trên khá tốn kém và kéo dài thời gian nên người ta có thể chế tạo giếng trên sà lan (hình 8-21) rồi kéo ra vị trí và đánh đắm sà lan để giếng chìm khí ép nổi lên trên mặt nước. Muốn trục sà lan lên chỉ cần bơm khí vào các khoang kín, sà lan sẽ nổi lên. Cũng có thể chế tạo giếng chìm khí ép trong âu thuyền gần bờ, sau đó phá bờ đất cho nước tràn vào để giếng nổi lên rồi kéo ra vị trí.



Hình 8-21. Thả giếng chìm xuống nước bằng cầu phao

a) Phao chở giếng chìm ; b) Phao chìm, giếng chìm nổi; 1. Thùng chìm khí ép; 2. Phao.



Hình 8-22. Trình tự hạ giếng chìm khí ép

Giếng chìm phải được neo buộc đúng vị trí (I) (hình 8-22) và đánh chìm bằng cách đổ bê tông phần đáy và chất tải trọng tạm thời (II). Giếng xuống sâu tiếp tục nổi cao vỏ bọc chống thấm xung quanh giếng. Khi giếng tới vị trí đáy (III) thì đổ bê tông phần trên, đồng thời tháo bớt gia trọng. Giếng chìm cắm vào đất tới độ sâu nào đó và đã ổn định cần đổ bê tông cho vỏ giếng cao lên, lắp ống thông và các bộ phận buồng khí (IV); phương pháp đào đất trong giếng như hạ giếng chìm khí ép trên cạn. Khi đáy giếng tới cao độ thiết kế, cần lấy mẫu đất để làm thí nghiệm kiểm tra, nếu đạt các yêu cầu thiết kế thì san bằng mặt đất và đổ bê tông khoang đáy giếng (VII) bằng máy bơm bê tông. Sau đó hoàn thành nốt phần trên (VIII).

Hạ thùng chìm khí ép thường tốn kém nhiều và chậm nên có thể lúc đầu vì điều kiện đất tốt chưa có nước ngầm, cát chảy nên thi công dễ dàng thì chỉ cần áp dụng phương pháp giếng chìm, khi xuống độ sâu nào đó, gặp nhiều trở ngại mới tiến hành hạ theo phương pháp thùng chìm khí ép.

CHƯƠNG 9

THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẢNG BẰNG KẾT CẤU LẮP GHÉP

9.1. Công tác lắp ghép cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn

Công trình lắp ghép bằng kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn cải thiện được rất nhiều quá trình thi công, có thể thực hiện cơ giới hoá toàn diện, dễ áp dụng phương pháp thi công dây chuyền song song. Trong công trình cảng, do điều kiện thi công dưới nước, từ lâu đã sử dụng cấu kiện đúc sẵn như khối bê tông, thùng chìm, ngày nay lại phát triển theo hướng các kết cấu nhẹ, nhất là đối với nền mềm, yếu, nên công trình lắp ghép lại càng được sử dụng rộng rãi.

Thi công công trình lắp ghép gồm các vấn đề sau:

- + Chế tạo các cấu kiện đúc sẵn: Trong sản xuất cần áp dụng các phương pháp thi công tiên tiến.
- + Kích cầu và vận chuyển cấu kiện: Cần chọn các loại thiết bị cầu móc thích hợp.
- + Lắp ghép cấu kiện: Trong quá trình lắp ghép phải cố định tạm thời cấu kiện, điều chỉnh cho phù hợp với vị trí thiết kế, cuối cùng xử lý các mối nối, bảo đảm tính tổng thể của công trình.
- + Tổ chức thi công dây chuyền song song.

9.1.1. Thiết bị, dụng cụ cầu móc vận chuyển

Thiết bị dùng để thi công công trình lắp ghép cũng không ngoài các loại cần cầu, nhưng do đặc điểm thi công dưới nước, trong công trình cảng sử dụng rộng rãi các loại cần cầu nổi phối hợp với các loại sà lan để vận chuyển và cầu lắp cấu kiện, tránh phải làm đường vận chuyển tốn kém.

Cần cầu trên bờ thường dùng phối hợp với cần cầu nổi để lắp ghép và vận chuyển các bộ phận trên bờ.

Dụng cụ để cầu lắp cấu kiện lắp ghép thường là các loại móc, dây, kẹp..., có ý nghĩa rất quan trọng đối với chất lượng và năng suất cầu lắp, song phải chọn thích hợp với từng loại cấu kiện. Yêu cầu chủ yếu là phải bảo đảm thời gian thao tác ngắn nhất, cấu tạo đơn giản, gọn nhẹ và an toàn khi vận chuyển cũng như khi cầu lắp cấu kiện, đồng thời khi cầu móc phải tuân thủ một số quy tắc chủ yếu sau:

- + Khi cầu, điểm móc và trọng tâm cấu kiện phải trên một đường thẳng đứng. Đối với cấu kiện dài thì điểm móc phải đối xứng với trọng tâm cấu kiện.
- + Khi chọn phương án cầu móc phải nghiên cứu sao cho phù hợp với phương pháp vận chuyển và lắp ghép cấu kiện theo chiều nằm ngang và chiều thẳng đứng.

- + Các góc cạnh của cấu kiện phải có đệm để tránh chà mòn dây cáp và sút mẻ cấu kiện.
- + Phương pháp cầu móc phải thích hợp với hình dáng cấu kiện.

9.1.2. Lắp ghép cấu kiện

Lắp ghép cấu kiện phải nghiêm chỉnh tuân theo trình tự quy định và phải tuân theo các nguyên tắc sau:

- + Trình tự lắp ghép cấu kiện phải thích ứng với kết cấu công trình.
- + Trình tự lắp ghép nói chung cần bảo đảm thiết bị di chuyển ít nhất.
- + Khi xác định trình tự lắp ghép phải làm sao cho thời gian gián đoạn thi công ít nhất. Thời gian gián đoạn này là do phải đổ bê tông mới nối và dưỡng hộ bê tông.
- + Trình tự lắp ghép cần làm sao cho cùng một vị trí của thiết bị có thể lắp được nhiều cấu kiện nhất.

9.1.3. Phương pháp cố định tạm thời

Có nhiều cách, phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- + Thiết bị và công cụ dùng để cố định tạm thời phải bảo đảm cấu kiện an toàn và ổn định, vị trí cấu kiện không sai lệch vị trí thiết kế.
- + Phương pháp cố định tạm thời không trở ngại công tác lắp ghép tiếp theo.
- + Phương pháp cố định tạm thời phải bảo đảm khi cố định lần cuối cũng có thể điều chỉnh được vị trí cấu kiện.
- + Tận dụng giảm thời gian cố định tạm thời, nếu không sẽ kéo dài rất nhiều tổng thời gian lắp ghép.

Đối với các cột có thể dùng gỗ nêm, dây chằng hay thanh chống để cố định tạm thời.

Đối với các dầm thì cần tăng độ ổn định theo phương ngang khi cố định tạm thời, có thể dùng gỗ chống hay thanh giằng cố định dầm với cột hay các cấu kiện bên cạnh.

9.1.4. Công tác hiệu chỉnh sau khi lắp ghép

Mục đích là làm cho cấu kiện lắp ghép phù hợp với vị trí thiết kế. Nói chung, thời gian hiệu chỉnh nằm trong thời gian làm việc của thiết bị lắp ghép, bởi vậy để tránh giảm hiệu suất của thiết bị lắp ghép, cần giảm thời gian hiệu chỉnh cấu kiện, một phần công việc cố gắng làm trước khi lắp ghép.

Dùng máy kinh vĩ, máy thủy bình, dây dọi... để kiểm tra vị trí mặt bằng cũng như cao trình của cấu kiện lắp ghép.

Hiệu chỉnh vị trí cấu kiện có thể dùng nêm, đệm, lót lớp vữa xi măng hay dùng dây kéo, kích, cần cầu... đưa nó về đúng vị trí thiết kế.

9.1.5. Xử lý mối nối

Có nhiều cách: đổ nhựa bitum, đổ vữa xi măng hoặc bê tông, mối nối có cốt thép thì sau khi hàn nối xong cốt thép mới đổ vữa xi măng hay bê tông. Các mối nối bằng kim loại thì dùng phương pháp hàn nối.

Phương pháp thường dùng nhất để nối các cấu kiện bê tông cốt thép là dùng bê tông dèo, trong đó cỡ đá dăm hay đá cuội lớn nhất không quá $1/3 \div 1/2$ chiều rộng mỗi nối và bé hơn khoảng cách cốt thép.

Cường độ tính toán của vữa xi măng hay bê tông mỗi nối phải cao hơn cường độ bê tông của bản thân cấu kiện và dùng loại xi măng ninh kết nhanh để không kéo dài thời gian lắp ghép.

Ở những chỗ nối, mặt bê tông cũ phải được đục xòem và rửa sạch để liên kết với vữa mới. Cốt thép phải được cạo gỉ, uốn thẳng, buộc lại cho đúng vị trí thiết kế rồi mới hàn nối và đổ bê tông.

9.2. Thi công lắp ghép kết cấu phần trên của cầu tàu

Trong thi công bến cầu tàu dài cao, để giảm khối lượng thi công tại hiện trường, giảm ảnh hưởng của sóng gió, đẩy nhanh tiến độ thi công, kết cấu phần trên của cầu tàu thường dùng loại kết cấu đúc sẵn tại hiện trường chỗ làm công tác lắp ghép và đổ bê tông mỗi nối.

Tuỳ theo chiều rộng cầu tàu, kích thước trọng lượng cấu kiện, thi công dây chuyền song song đóng cọc và làm mũ cọc, có thể dùng phương pháp lắp ghép dưới nước, lắp ghép trên cạn hay kết hợp lắp ghép dưới nước và lắp ghép trên cạn. Để giảm chống chéo với công tác đóng cọc, giảm chi phí sử dụng thiết bị, giảm ảnh hưởng của sóng gió, đẩy nhanh tiến độ thi công, nên dùng phương pháp kết hợp lắp ghép dưới nước và trên cạn.

9.2.1. Thi công mũ cọc

Khi lắp ghép kết cấu phần trên của cầu tàu, trên đỉnh cọc đều có sẵn mũ cọc, tuỳ tình hình bố trí nền cọc, thông thường là mũ của cọc đơn và mũ của cọc chéo, có lúc là mũ của cọc đôi hay mũ của nhóm cọc. Mũ cọc thường bằng bê tông cốt thép đổ tại chỗ, thỉnh thoảng dùng mũ cọc đúc sẵn.

a) Mũ cọc đổ bê tông tại chỗ

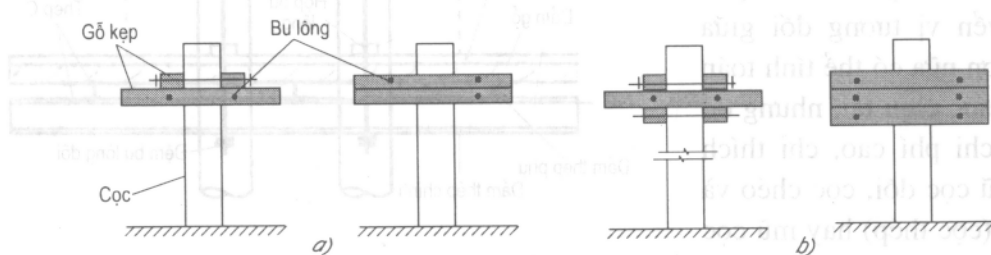
Trình tự thi công mũ cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ thông thường là:

- Thi công hệ thống gối đỡ (xà kẹp hay treo).
- Lát ván khuôn đáy.
- Đo dựng ván khuôn thành (tuỳ thuộc sai số đóng cọc).
- Chống hay treo ván khuôn thành.
- Buộc cốt thép tại chỗ hay cẩu đặt cốt thép hàn sẵn.
- Đổ bê tông.
- Dưỡng hộ bê tông.
- Dỡ ván khuôn thành.
- Dỡ ván khuôn đáy và hệ thống gối đỡ.

• Hệ thống gối đỡ: Theo cách truyền lực khác nhau, có thể chia hệ thống gối đỡ thành dạng kẹp cọc (xà kẹp), dạng treo ván khuôn đáy và dạng treo của ván khuôn thành. Bất kể

dạng nào, hệ thống gối đỡ phải có đủ khả năng chịu tải. Với loại mũ cọc của cọc chéo, cọc đôi hay nhóm cọc, hệ thống gối đỡ còn phải có đủ độ cứng để tránh chuyển vị tương đối giữa các cọc làm nứt bê tông mũ cọc. Khi nước sâu, dòng chảy mạnh hay có sóng gió, dòng thời cần có liên kết thích đáng giữa các gối đỡ để tăng khả năng chống sóng gió, dòng chảy, tránh do dao động quá lớn làm cho bê tông mũ cọc mới đổ xong bị phá hoại.

- Hệ thống gối đỡ bằng xà kẹp: Tùy theo phản lực, gối đỡ có thể do 1 ÷ 3 tầng gỗ kẹp và bulông tạo thành. Hình 9-1 là ví dụ hệ xà kẹp 2 tầng và 3 tầng gỗ kẹp. Các tầng gỗ có thể đặt chồng thành ô hay thành hàng.



Hình 9-1. Hệ xà kẹp 2 tầng và 3 tầng

a) Gỗ kẹp 2 tầng; b) Gỗ kẹp 3 tầng

Khả năng chịu tải của hệ gối đỡ bằng xà kẹp gỗ quyết định bởi lực kẹp chặt và hệ số ma sát giữa gỗ và bê tông.

Để đảm bảo chắc chắn lực kẹp chặt, nên dùng dụng cụ vặn bulông chuyên dùng. Công thức tính mô men vặn chặt bulông là:

$$M = T \left[\frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\beta + \alpha) + f \cdot \frac{D_{cp}}{2} \right] \quad (9-1)$$

Trong đó:

T - Lực dọc cho phép của bulông, $T = \sigma A$

σ - Ứng suất cho phép.

A - Diện tích thuận của bulông.

d_{cp} - Đường kính bình quân của bulông.

D_{cp} - Đường kính bình quân của ê cu.

f - Hệ số ma sát giữa ê cu và ròng đen, $f = 0.2$.

α - Góc riêng của ren bulông.

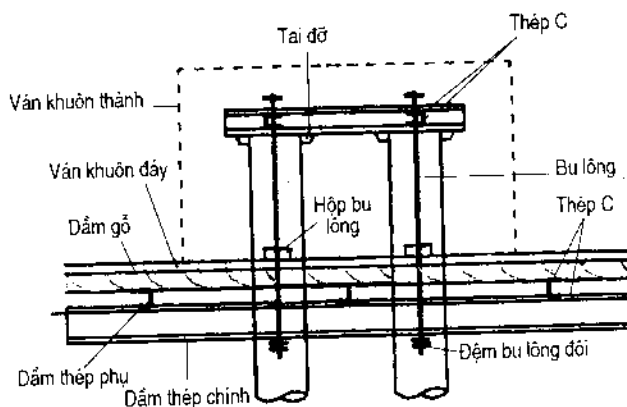
β - Góc ma sát của ren bulông, với ren thường $\beta = \arctg 1,155 f'$.

f' - Góc ma sát tĩnh của ren, khi vật liệu là thép và gang đúc; $f' = 0,1 \div 0,15$.

Khả năng chịu tải của hệ thống gối đỡ bằng xà kẹp tương đối bé, hơn nữa không chuẩn xác, nhưng thao tác thuận tiện, thường dùng để đỡ các mũ cọc có trọng lượng không lớn. Khi dùng hệ thống gối đỡ này, trước khi đổ bê tông cần vặn chặt bulông một lần nữa để

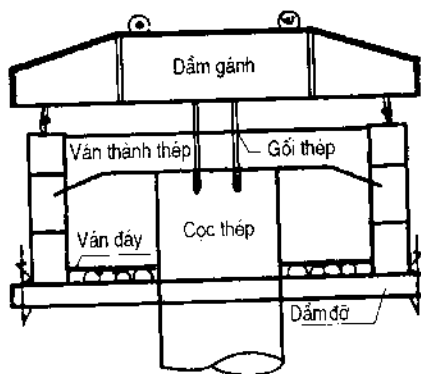
tránh do chấn động hay do co ngót của gỗ xà kẹp ảnh hưởng đến lực kẹp chặt. Khi dỡ ván khuôn thì sau khi dỡ ván khuôn thành, treo tạm ván khuôn đáy lên mũ cọc, tháo dỡ gỗ xà kẹp, rồi dỡ ván khuôn đáy.

- Hệ thống gối đỡ treo ván khuôn đáy (hình 9-2). Hệ do giàn thép phẳng, dầm thép chính, dầm thép phụ và thanh treo có bulông hai đầu tạo thành. Hệ thống gối đỡ này có thể ngăn được chuyển vị tương đối giữa các cọc, hơn nữa có thể tính toán chính xác sức chịu tải, nhưng do khối lớn, chi phí cao, chỉ thích hợp với mũ cọc đôi, cọc chéo và nhóm cọc (cọc thép) hay mũ cọc của cọc thép có kích thước lớn.



Hình 9-2. Hệ thống gối đỡ treo ván khuôn đáy

Nếu dùng hệ thống gối đỡ này thì khi lắp dựng ván khuôn, dùng cách vận chặt hay nối lỏng ê-cu phía trên của thanh treo để điều chỉnh cao độ và mặt bằng ván khuôn. Khi dỡ ván khuôn thì thực hiện như sau: Dỡ ván khuôn thành, tháo lỏng ê cu phía dưới của thanh treo, dỡ ván khuôn đáy và dầm thép phụ trước, sau đó dỡ dầm thép chính, cắt đứt thanh treo (đoạn thanh treo phía dưới kể cả êcu của nó có thể sử dụng lại), dỡ lớp gỗ bọc bulông và bịt lỗ bằng vữa xi măng.



Hình 9-3. Hệ thống gối đỡ treo ván khuôn đáy và ván khuôn thành

- Hệ thống gối đỡ treo ván khuôn đáy và ván khuôn thành (hình 9-3).

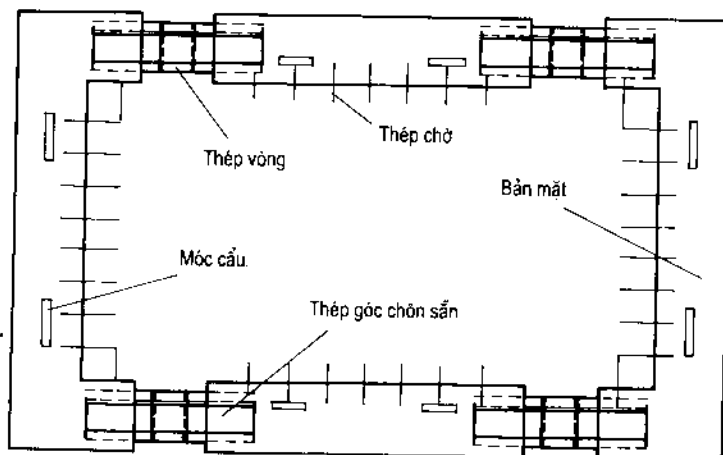
Hệ do dầm ngang lắp ghép và các trụ đứng tạo thành. Hệ gối đỡ này phải phối hợp với ván khuôn thành bằng thép, thích hợp với mũ cọc của cọc thép có trọng lượng lớn và kích thước mặt bằng lớn.

- Ván khuôn:

- Ván khuôn đáy: Ván dùng gỗ tấm, xà gỗ dùng gỗ thanh hay thép hình.
- Ván khuôn thành: Thường dùng ván khuôn tổ hợp bằng gỗ hoặc bằng thép, hoặc có thể dùng ván khuôn tổ hợp bằng bê tông cốt thép, nó sẽ là một phần của kết cấu mũ cọc.

Ván khuôn tổ hợp bê tông cốt thép (hình 9-4) gồm bốn tấm bê tông cốt thép đúc sẵn lắp ghép tạo thành. Khe nối lắp ghép bố trí tại hai mặt đối diện nhau để điều chỉnh chiều rộng khe cho thích ứng với sai lệch của cọc. Hai bên khe chôn sẵn 2 ÷ 3 tầng thép góc, dùng cách hàn đắp nối các tấm với nhau. Phía trong ván khuôn chôn sẵn cốt thép theo khoảng cách nhất định để tăng cường độ liên kết giữa bê tông mới đổ với ván khuôn bê tông cốt thép.

Hình 9-4. Ván khuôn thành bằng bê tông cốt thép



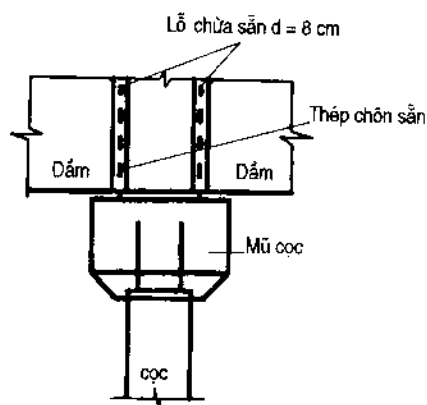
- Đổ bê tông.

Trước khi đổ bê tông, buộc cốt thép tại hiện trường hoặc dựng cốt thép hàn sẵn. Với mũ cọc bé, phần nhiều dùng máy trộn bê tông trên bờ, chở ra bằng xuống và công nhân tiến hành xúc đổ vữa, đầm bê tông. Với mũ cọc lớn, thường dùng trạm trộn bê tông nổi. Dưỡng hộ bê tông bằng cách đắp bờ đổ nước.

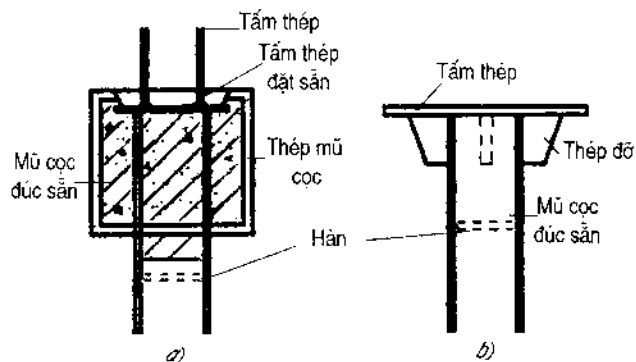
Cốt thép chôn sẵn trong mũ cọc có hai loại, một loại tại vị trí khe của dầm (bản), nối chung yêu cầu vị trí chôn sẵn cốt thép không cao, một loại như hình 9-5, cần xuyên đúng lỗ chừa sẵn trong dầm. Vị trí chôn sẵn yêu cầu phải chính xác, nên dùng tấm đệm bằng thép, hàn cốt thép đúng vị trí, giống như cách chôn sẵn bulông trong móng máy.

b) Mũ cọc đúc sẵn

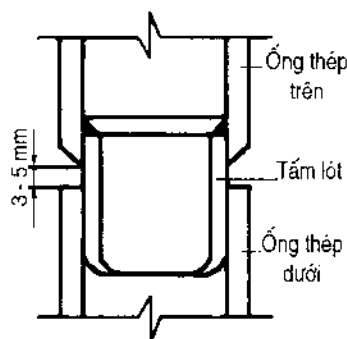
Đối với cọc ống thép, có thể dùng mũ cọc hỗn hợp bê tông cốt thép - cọc thép (hình 9-6a) hoặc làm mũ cọc bằng thép (hình 9-6b). Liên kết giữa mũ cọc và cọc ống thép dùng cách hàn nối có tấm thép lót bên trong (hình 9-7).



Hình 9-5. Vị trí chôn sẵn cốt thép trong mũ cọc.



Hình 9-6. Mũ cọc đúc sẵn
a) Mũ cọc hỗn hợp; b) Mũ cọc thép.



Hình 9-7. Hàn nối một mặt có thép tấm đệm

9.2.2. Công tác chuẩn bị trước khi lắp ghép

Nội dung chủ yếu của công tác chuẩn bị trước khi lắp ghép bao gồm:

a) Đối chiếu sai lệch vị trí cọc, nếu do xảy ra sai lệch quá lớn làm cho chiều dài đoạn dầm (bản) gác lên mũ cọc (dầm) không đạt được trị số tối thiểu hay cốt thép uốn lên trong dầm nằm trên mũ cọc mà không có tác dụng chống lực cắt thì cần dựa vào số liệu thực đo, chế tạo trước các dầm (bản) kéo dài hay rút ngắn cho phù hợp.

b) Kiểm tra các số liệu như: số cốt thép lộ ra ngoài, thép chôn sẵn, lỗ chừa sẵn, cường độ, kích thước hình học của các cấu kiện... nếu không phù hợp yêu cầu thiết kế hay tiêu chuẩn nghiệm thu chất lượng thì phải tiến hành xử lý, thậm chí chế tạo lại cấu kiện.

c) Dựa vào thi công dây chuyền song song của móng cọc và mũ cọc, lập trình tự lắp ghép cấu kiện. Khi lắp cần làm sao cho số lần di chuyển cần cẩu hay cần cầu nổi là ít nhất, một vị trí có thể lắp ghép được nhiều cấu kiện và sau khi lắp ghép dễ hình thành tổng thể từng phân đoạn để tăng độ ổn định. Khi dùng phương pháp lắp ghép dần từ bờ, cần dựa vào khả năng chịu tải của dầm bản, hoạch định hướng cầu và vị trí các gối kích của từng vị trí cần cầu.

d) Vẽ biểu đồ lắp ghép lấy phân đoạn làm đơn vị, trên đó ghi rõ tên và số cấu kiện. Đối với cấu kiện có hình dạng và kết cấu không đối xứng còn phải dùng kí hiệu đơn giản có ghi rõ hình tượng đặc trưng, tránh lắp ghép nhầm chiều hay nhầm vị trí.

e) Thống kê sai số của chiều cao dầm, chiều dày bản. Lấy sai số dương bình quân của chiều dày bản cộng với chiều dày thiết kế làm trị số thống kê của chiều dày bản và lấy cao trình thiết kế của lớp bê tông mặt làm chuẩn. Dựa vào chiều dày thiết kế của lớp bê tông mặt, chiều dày thống kê của bản, chiều dày lớp vữa giữa bản và dầm ($2 \div 4\text{cm}$), xác định chiều cao thiết kế của dầm, chiều dày lớp vữa giữa dầm và mũ cọc (trên dưới 5cm), tính toán cao trình khống chế thi công của đáy bản, đỉnh dầm, đỉnh mũ cọc.

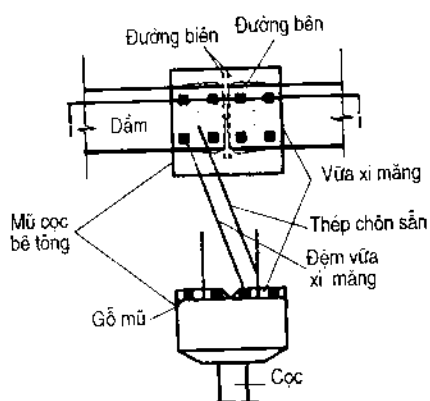
9.2.3. Lắp dầm

a) Lắp dầm đơn giản

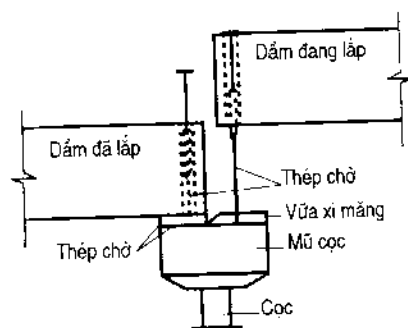
Yêu cầu kỹ thuật đối với lắp dầm đơn giản cao hơn dầm liên tục. Chiều dài đoạn dầm gối lên mũ cọc không được nhỏ hơn chiều ngắn nhất theo quy định của thiết kế. Đối với dầm đơn giản, miếng đệm và vữa xi măng cát không những có tác dụng khống chế cao độ và ngăn dầm bị nghiêng mà còn có tác dụng truyền tải trọng, cần thoả mãn yêu cầu cường độ trong điều kiện sử dụng.

Trước khi lắp đặt, uốn nắn thẳng đứng cốt thép chôn sẵn trong mũ cọc, đánh dấu vị trí đường mút dầm, đường cạnh dầm lên đỉnh và mặt bên mũ cọc, đặt các miếng đệm bằng vữa xi măng cát lên mũ cọc, dùng vữa xi măng cát giữ yên chúng, đỉnh miếng đệm là cao trình khống chế của đáy dầm. Khi lắp ghép, đặt miếng gỗ dày khoảng 4mm lên mặt miếng đệm, lấy mặt miếng gỗ làm chuẩn phủ vữa xi măng cát (thích ứng với đáy dầm không bằng phẳng), sau khi phủ vữa xong thì bỏ miếng gỗ, cắm ống dẫn vào lỗ chừa sẵn trên dầm, cầu dầm đến vị trí, dùng thép móc cầu đưa cốt thép vào đúng lỗ ống dẫn, cần cầu từ từ hạ xuống. Sau khi đặt xong dầm, rút ống dẫn, tưới nước làm ướt lỗ chừa sẵn, đổ vữa xi măng cát hay bê tông cốt liệu bé vào lỗ, lấy mặt bên của dầm và mũ cọc làm chuẩn dùng bay miết chặt vữa xi măng cát, đo kiểm tra và ghi chép độ nghiêng lệch của dầm và chiều dài đoạn gối lên mũ cọc của hai đầu dầm.

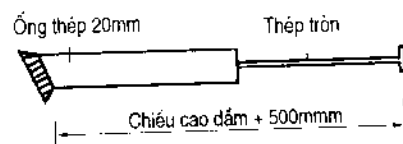
Các sơ đồ liên quan đến đặt miếng đệm, phủ vữa xi măng cát, lắp đặt dầm và ống dẫn xem các hình 9-8, 9-9 và 9-10.



Hình 9-8. Đặt miếng đệm và phủ vữa



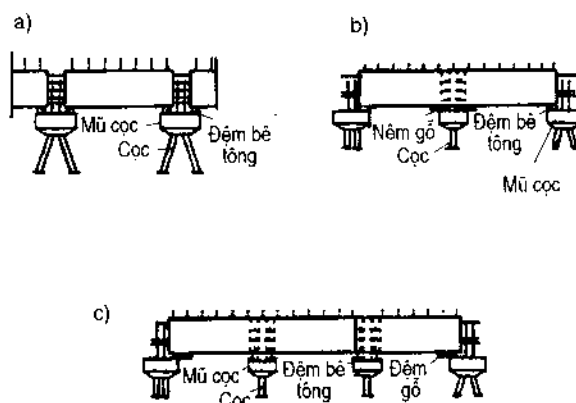
Hình 9-9. Lắp đặt dầm



Hình 9-10. Lắp đặt ống dẫn

b) Lắp dầm liên tục

Tuỳ theo tính năng (sức nâng, tầm với) của thiết bị cầu lắp, có thể chế tạo dầm liên tục thành những đoạn dầm có trọng lượng, kích thước khác nhau, bắc qua 1 nhịp, 2 nhịp hay 3 nhịp (hình 9-11) rồi liên kết lại với nhau.



Hình 9-11. Lắp đặt dầm
qua 1, 2, 3 nhịp

a) Gối 2 điểm dầm 1 nhịp;

b) Gối 3 điểm dầm 2 nhịp;

c) Gối 4 điểm dầm 3 nhịp;

Khi lắp đặt, dầm tựa trên hai điểm gối gọi là "điểm gối cứng", vị trí các điểm gối cứng được quyết định qua tính toán. Trước khi lắp, đặt các miếng bê tông cốt liệu bé lên đỉnh mũ cọc, dùng vữa xi măng cát giữ yên vị trí của chúng để tạo thành điểm gối cứng. Sau khi lắp đặt dầm, dùng nệm bằng gỗ cứng tạo nên các điểm gối khác. Chờ sau khi đổ bê tông khe nối và đổ bê tông lấp bù các khe, lỗ thì rút gỗ nệm và dùng vữa xi măng cát bịt kín. Các công việc khác như điều chỉnh uốn thẳng đứng cốt thép chôn sẵn, luồn đưa cốt thép chôn sẵn vào trong lỗ chừa sẵn của dầm thì giống như lắp đặt dầm đơn giản.

Khi lắp đặt dầm liên tục, không có yêu cầu về chiều dài tối thiểu của đoạn dầm gối lên mũ cọc, tấm đệm và vữa xi măng cát ở phía dưới dầm có tác dụng chủ yếu là khống chế cao trình và ngăn dầm bị nghiêng lệch. Tấm đệm và vữa xi măng cát chỉ cần thoả mãn yêu cầu về cường độ trong điều kiện thi công, còn truyền tải trọng chủ yếu dựa vào bê tông khe nối.

9.2.4. Lắp bản

Trong cầu tàu dài cọc cao, dựa vào tình hình gối tựa khi lắp ghép, chia bản thành bản kê hai cạnh, bản kê bốn điểm và bản kê nhiều điểm, trong đó loại bản kê hai cạnh là bản trong cầu tàu loại dầm bản, bản kê bốn điểm và nhiều điểm là bản trong cầu tàu loại bản không dầm.

a) Lắp bản kê hai cạnh

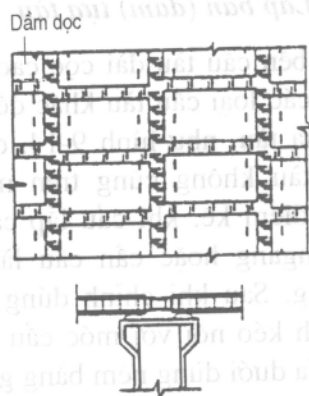
- Lắp bản đơn giản: Giống như lắp dầm đơn giản đã nói ở trên, sau khi lắp xong dùng cốt thép ngắn hàn đáp nối các cốt thép thò ra ngoài theo yêu cầu của thiết kế.

- Lắp bản liên tục (hình 9-12). Khi lắp vữa xi măng cát đệm phải đảm bảo trong thấp ngoài cao, chiều dày nơi cao khoảng $3 \div 4$ cm, lấy chiều dày nơi cao giảm đi 1cm làm

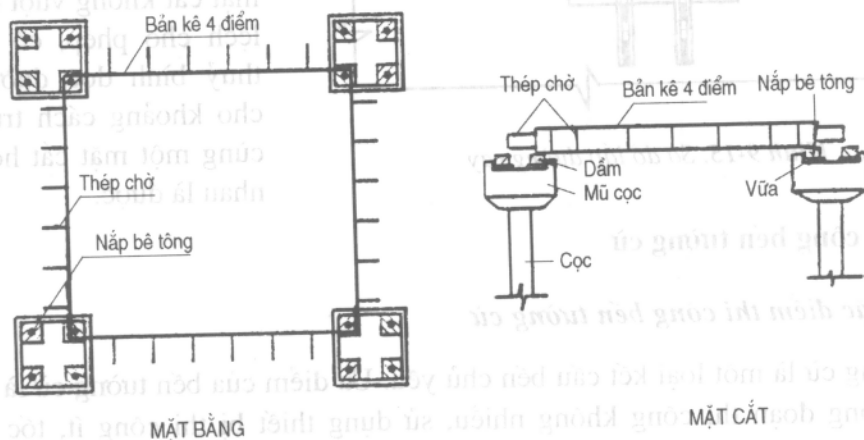
chuẩn định cao trình khống chế cần thiết. Bản liên tục thường có cốt thép thò ra ngoài ở cả bốn cạnh, ít nhất là hai cạnh. Để tránh cốt thép vướng nhau khi lắp đặt, các bản nên đặt so le nhau $3 \div 4\text{cm}$ ($1,5 \div 2$ lần đường kính cốt thép), trường hợp cá biệt có thể bê chênh ra, nếu không bê chênh được thì cắt đi và hàn nối lại sau khi đã lắp xong.

b) Lắp bản kê 4 điểm và kê nhiều điểm

Để giảm ứng suất lắp ghép do đáy bản không phẳng hay do cao trình đặt miếng đệm không chuẩn, khi lắp đặt bản kê bốn điểm và nhiều điểm thường dùng miếng lót bằng cao su đặc cứng đường kính $8 \div 10\text{cm}$. Trước khi sử dụng cần thí nghiệm lập đường cong quan hệ giữa áp lực và chiều dày của miếng lót bằng cao su sau khi bị nén. Lắp bản kê bốn cạnh như hình 9-13, trước hết đặt miếng đệm bằng bê tông cốt liệu bé lên mũ cọc, dùng vữa xi măng cát giữ yên vị trí, đặt miếng lót cao su lên miếng đệm bê tông, cao trình đỉnh miếng đệm bê tông cộng thêm chiều dày miếng lót cao su sau khi chịu áp lực sẽ là cao trình khống chế cần thiết, lực gối sẽ bằng $1/4$ trọng lượng bản. Lắp đặt bản kê nhiều điểm về cơ bản giống như lắp đặt bản kê 4 điểm, chỉ khác nhau ở chỗ lực gối của các điểm kê không giống nhau, khi ổn định vị trí các miếng đệm bê tông cốt liệu bé cần dựa vào đường cong quan hệ giữa áp lực và chiều dày miếng lót cao su sau khi chịu nén để định cao trình khống chế. Cao trình đỉnh miếng đệm bê tông cốt liệu bé tùy theo lực gối lớn hay bé, nếu lực gối lớn thì cao trình miếng đệm thấp, ngược lại lực gối bé thì cao trình miếng đệm cao.



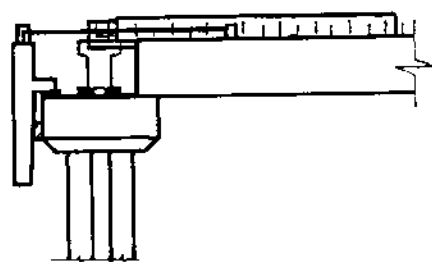
Hình 9-12. Lắp bản liên tục



Hình 9-13. Lắp bản kê bốn điểm

9.2.5. Lắp bản (dầm) tựa tàu

Trong bến cầu tàu dài cọc cao, trừ loại cầu tàu cừ trước, các loại cầu tàu khác đều bố trí cấu kiện va cập, tựa tàu, như hình 9-14, do trọng tâm cấu kiện tựa tàu không cùng trên một đường thẳng đứng với điểm kê, khi cấu lắp cần dùng tông đơ chịu lực ngang hoặc cần cầu làm cho cấu kiện thẳng đứng. Sau khi chỉnh đúng vị trí, phía trên dùng thanh kéo nối với móc cấu cố sẵn trên dầm ngang, phía dưới dùng nêm bằng gỗ cứng đệm giữa bản (dầm) tựa tàu và mũ cọc, sau đó tháo tông đơ hoặc cần cầu.

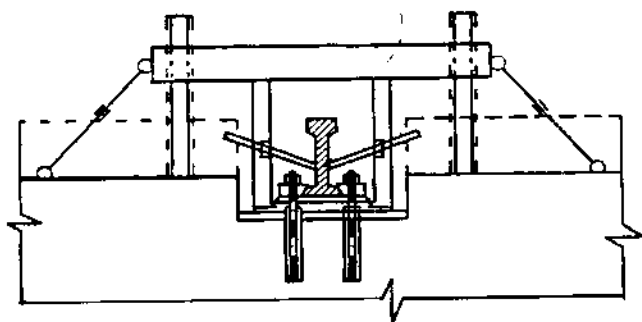


Hình 9-14. Lắp bản tựa tàu

Sau khi lắp đặt xong bản (dầm) tựa tàu, trước khi đổ bê tông mối nối giữa nó với dầm và bản, không được phép cập tựa tàu để tránh bị đổ.

9.2.6. Lắp đường ray

Trong bến cầu tàu dài cọc cao, thường bố trí đường ray cho thiết bị bốc xếp và cho tàu hoả. Lắp đường ray thường dùng phương pháp treo ray như hình 9-15, cứ cách một khoảng nhất định dọc theo đường ray đặt giá treo ray để cố định vị trí đường ray. Dùng phương pháp treo ray thi công, không những có thể cố định chắc chắn vị trí đường ray mà còn làm cho bê tông dưới ray có thể hoàn toàn tiếp xúc chặt với đáy ray. Vị trí trục đường ray và cao



Hình 9-15. Sơ đồ lắp đường ray

trình đỉnh ray có thể dùng máy kinh vĩ hay máy thuỷ bình tiến hành đo đạc và khống chế thi công giống như trắc đạc nói chung, nhưng để đảm bảo cao trình 2 thanh ray tại cùng một mặt cắt không vượt quá độ chênh lệch cho phép, có thể đặt máy thuỷ bình dọc đường tâm, làm cho khoảng cách trước máy của cùng một mặt cắt hoàn toàn như nhau là được.

9.3. Thi công bến tường cừ

9.3.1. Đặc điểm thi công bến tường cừ

Bến tường cừ là một loại kết cấu bến chủ yếu. Ưu điểm của bến tường cừ là kết cấu giản đơn, các công đoạn thi công không nhiều, sử dụng thiết bị thi công ít, tốc độ thi công nhanh, lượng vật liệu dùng ít, giá thành thi công thấp. Tuy theo tình hình mặt đất ban đầu, có thể khối lượng đất đào không nhiều hoặc không đào đất trong khi đóng cọc cừ, nên có thể giảm giá thành. Nhược điểm là khả năng kháng chấn kém, khó sửa chữa khi bị hư hỏng

do chấn động; khả năng chống sóng phía sau tường cừ trước khi lấp đất kém, không thuận lợi cho thi công trong điều kiện không được che chắn; trong quá trình thi công tường cừ dễ bị nghiêng về phía trước, sau khi bị nghiêng thì không dễ hay không cho phép xử lý điều chỉnh trở lại.

Theo vật liệu và cấu tạo của tường cừ, hệ thống neo và phương pháp thi công, có thể chia làm nhiều loại bến tường cừ, ở đây chỉ đề cập đến thi công bến tường cừ thông dụng bằng cừ thép hoặc bằng cừ BTCT có thanh neo và dùng giải pháp đóng. Với loại bến này, do tuyến mép bến nằm trong vùng nước hay trong vùng đất, đặc điểm thi công của chúng cũng không giống nhau.

a) Khi tuyến mép bến nằm trong vùng nước

+ Tường cừ phải dùng tàu đóng cọc.

+ Dựa vào tình hình mực nước, nếu độ sâu lớn có thể thỏa mãn yêu cầu môn nước của tàu đóng cọc, nên thi công chủ thể của bến trước (hình thành tổng thể) rồi mới nạo vét. Nếu nước nông, độ sâu nạo vét lại lớn thì nên chọn tàu nạo vét thoả đáng, chia làm hai giai đoạn nạo vét, nạo vét lần một đến độ sâu cần thiết cho tàu đóng cọc, sau khi thi công xong phần chủ thể của bến thì tiến hành nạo vét lần 2. Làm như vậy vừa giảm được chuyển mĩa trước của bến, lại có thể tiến hành nạo vét ít hay lấp đất phía sau tường cũng ít.

+ Để bến được từng bước hình thành vững chắc, tránh tình trạng tường cũ đã đóng xong do tác động cộng hưởng của chấn động hạ cọc và chấn động của khối đất mà sinh ra nghiêng lệch quá lớn về phía trước, cần tiến hành kịp thời hệ thống neo và thi công lấp đất sau tường cũ.

+ Để thi công tốt ba công đoạn lấp đóng tường cừ, tiến hành neo giữ và lấp đất sau tường, cần tìm hiểu nguyên tắc xác định vị trí hệ thống neo. Nguyên tắc xác định nó như hình 9-16. Khi dùng tường cọc ván làm tường neo, cách xác định vị trí tường như sau:

- Nếu chiều dài cọc ván đạt chiều dài của cọc dài thì giống như dạng neo cọc đứng;

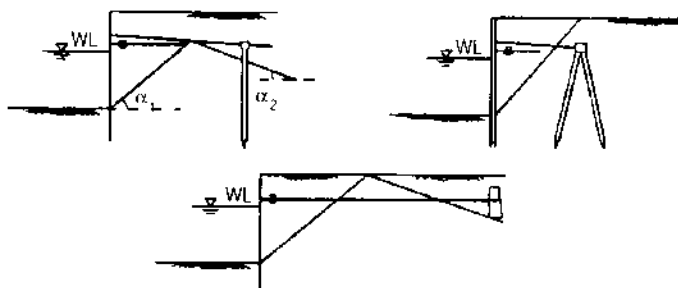
- Nếu không đạt được chiều dài của cọc dài thì giống như neo dạng bàn nhưng không tính đến đoạn dưới của $L_{m1}/2$ (trong đó L_{m1} là khoảng cách từ điểm lắp thanh neo đến điểm mô men bằng không của đầu tự do của đầu cọc).

b) Khi tuyến mép bến nằm ở phần đất liền

+ Trước hết thi công phần chủ thể của bến, sau đó đào đất.

+ Thi công trên bờ phần chủ thể của bến thì đơn giản, dễ bảo đảm chất lượng.

+ Nếu độ sâu nạo vét lớn thì nên chia làm hai đợt, giữa hai đợt nạo vét phải có thời gian nghỉ



Hình 9-16. Vị trí đặt hệ thống neo.

cần thiết để cho tường cọc cừ phát triển nghiêng về phía trước từ từ nhằm giảm bớt lượng lệch nghiêng.

Ngoài ra, bất kể tuyến bến nằm trong khu nước hay khu đất, đều cần đặc biệt chú ý:

- Nạo vét sau khi chủ thể của bến hoàn công cũng nên tiến hành đều theo phương dọc bến và cần đề phòng va vào tường và vượt quá độ sâu. Nếu độ sâu vượt quá yêu cầu thiết kế thì cần dùng vật liệu thích hợp (cát) tiến hành lấp bổ sung để giảm áp lực bị động trước tường.

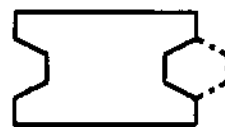
- Thi công dầm mũ (khi không kết hợp với dầm dằn) nên tiến hành sau khi nạo vét trước bến, chuyển vị đỉnh tường gần như ổn định, để tránh điều chỉnh kích thước dầm mũ, làm cho vị trí tuyến bến có sai số phù hợp với tiêu chuẩn chất lượng và có thể phòng ngừa dầm mũ bị nứt theo phương thẳng đứng.

- Trong quá trình nạo vét cần tiến hành quan trắc chuyển vị của tường cừ và kết cấu neo.

9.3.2. Cọc cừ bê tông cốt thép, cừ thép và thanh neo

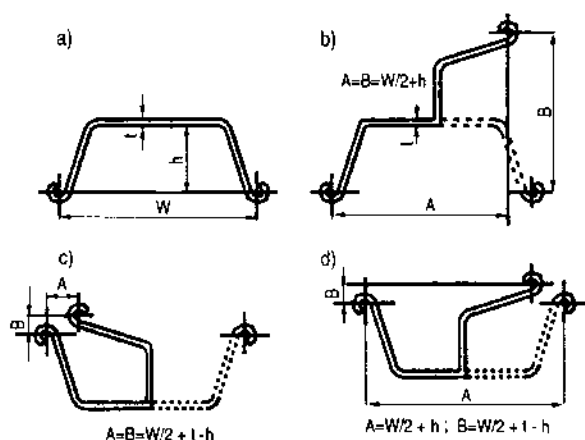
a) Cọc cừ bê tông cốt thép

Cấu tạo cọc cừ bê tông cốt thép thường như hình 9-17, một phía là mộng âm phần kia là mộng dương. Đỉnh cọc cừ bê tông cốt thép cần giảm thích đáng về phía chiều rộng để có thể lắp mũ cọc khi đóng.



Hình 9-17. Cọc từ BTCT

Hạng mục kiểm tra chủ yếu về chất lượng cọc cừ bê tông cốt thép đối với đóng cọc là độ bằng phẳng của mộng âm dương (tại nơi tiếp xúc của ván khuôn), độ lệch của trục mũ cọc, độ bằng phẳng của mặt nghiêng mũ cọc.



Hình 9-18. Cọc cừ ở góc (bằng loại cừ hình máng)

a) Yếu tố kích thước; b) Triển khai dạng
c) Dạng thu lại; d) Dạng phân xạ.

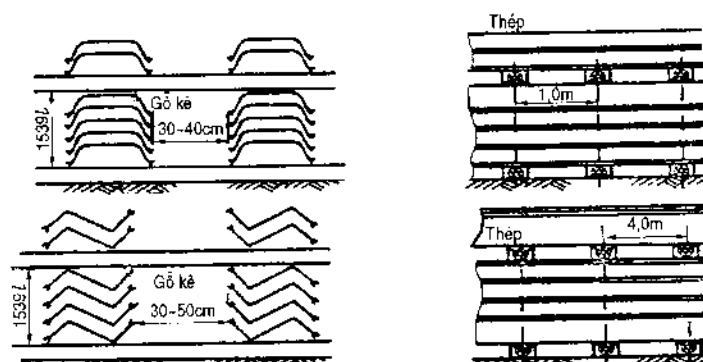
Ngoài ra, dựa vào cách chọn đoạn khởi đầu đóng cọc và yêu cầu mộng dương phải theo hướng đóng cọc, kiểm tra cọc khi chế tạo và mặt bên tiếp xúc với ván khuôn đóng (mặt độ bê tông tương đối cao, tính chịu bền tốt) có phù hợp với mặt tiếp xúc với nước hay không, nếu không thì sửa lại điểm bắt đầu.

b) Cọc cừ thép

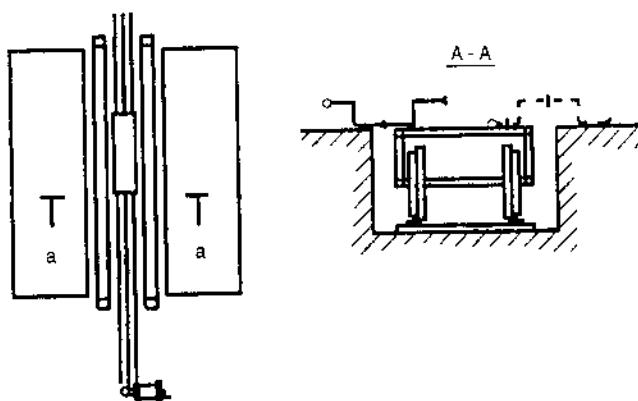
Tiết diện cọc cừ thép thường dùng có thể chia làm loại bản, loại hình máng và loại chữ Z (hình 9-19). Tại những đoạn quá độ và tại các góc có thể dùng các loại cừ dị dạng (hình 9-18).

Trong quá trình cầu lắp, vận chuyển và chất đóng, cần bố trí thoả đáng điểm cầu, điểm kê để tránh xuất hiện biến dạng dư trong cừ thép, cần tránh va hỏng miệng khoá. Địa thế chất cọc cừ phải cao ráo, chất đóng phải chặt và đều, cách xếp đóng xem hình 9-19.

Hình 9-19.
Chất đóng cọc cừ



Về nguyên tắc thì không yêu cầu đơn vị thi công kiểm tra thành phần hoá học và tính năng cơ giới của vật liệu, mà yêu cầu kiểm tra hình dạng bên ngoài và kích thước hình học bằng mắt thường và rút mẫu thực đo, miệng khoá cần kiểm tra bằng cọc cừ thép chuẩn dài 1,5m như hình 9-20.



Hình 9-20. Kiểm tra khóa cừ

c) Thanh neo

Thanh neo là cấu kiện truyền lực giữa tường cừ và bệ neo. Thanh neo phần lớn dùng thép số 3 hoặc thép có cường độ cao có độ dẫn dài không thấp hơn 18%, hai đầu là khớp nối. Nếu thanh neo dài dưới 10m thì có thể chỉ làm một khớp và đặt gần tường, nếu tương đối dài thì nên chia đoạn, mỗi đoạn không quá 10m, giữa các đoạn nối với nhau bằng tăng đỡ để tiện vận chuyển và lắp ghép. Bản đệm dùng thép tấm (thanh neo nằm ngang) hoặc đệm nghiêng (thanh neo xiên) như hình 9-21.

Việc kiểm tra thanh neo thì về nguyên tắc không cần tiến hành kiểm tra thành phần hoá học và tính năng cơ giới của vật liệu, đối với kích thước hình học và hình dạng bên ngoài cần kiểm tra bằng mắt thường và lấy mẫu thực đo, tuyến trục của hàn đối đầu lệch nhau không quá $5d/100$ (với d là đường kính thanh neo) và không lớn quá 3mm, mối hàn cần đầy, không được có vết nứt, phải kiểm tra từng bộ đệm, móng âm dương, bulông.

Trong quá trình cầu lắp, việc vận chuyển và xếp kho cần bố trí thoả đáng điểm cầu, điểm kê, dùng vật liệu bao tải bao bọc đoạn có răng cưa để tránh neo bị biến dạng và va hỏng đoạn răng cưa.

+ Neo dạng tường cừ hay cọc đứng:

Neo dạng tường cừ hay cọc đứng đều nằm trong khu đất, phương pháp thi công chúng giống như phần thi công đóng cọc cừ từ trên bờ chỉ khác là chất lượng đóng có thể khác hơn một chút.

+ Neo dạng cọc neo chéo:

Nếu tuyến bến nằm ở khu nước thì trước hết đóng cọc chéo, sau đó đóng tường cọc cừ, tiến hành theo từng phân đoạn so le nhau. Cọc chéo nằm ở trên mái dốc, dễ bị ảnh hưởng của chấn động đóng cọc và của chấn động mái dốc, dễ bị nghiêng lệch chuyển vị nên sau khi đóng xong cần kẹp cọc kịp thời. Nếu tuyến bến nằm ở khu đất, do cọc neo chéo gần với tường, để tránh bản tường cọc cừ bị nghiêng do sức ép ngang của đất cũng nên đóng cọc chéo trước, sau đó mới đóng cọc cừ của tường.

Bất kể thi công đoạn neo nào cũng cần làm sao cho lỗ luồn thanh neo trên hệ neo phải nằm trên đường thi công của thanh neo sau khi đã đóng xong tường. Ngoài ra khi thi công đổ bê tông đầm mũ, mũ cọc, để tránh ảnh hưởng chấn động của đóng cọc thì mặt bằng thi công nên nằm ngoài phạm vi đóng cọc $20 \div 30m$.

b) Lắp đặt thanh neo

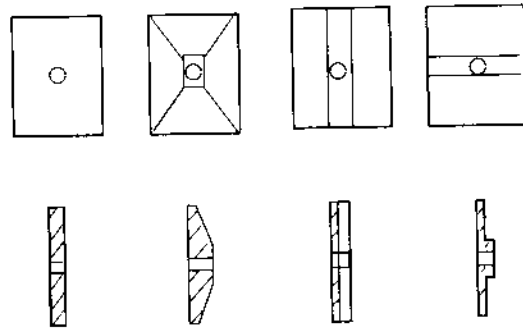
+ Theo khoảng cách nhất định (khoảng $4 \div 6$ cọc) đường trục thanh neo đặt các cọc gỗ hay cọc bê tông cốt thép (mũi cọc tì lên lớp đất tương đối tốt) làm gối đỡ thanh neo để giảm bớt hay loại trừ ứng suất tăng thêm do trọng lượng thanh neo.

+ Khi luồn thanh neo, cần tránh va hỏng ren (răng cưa).

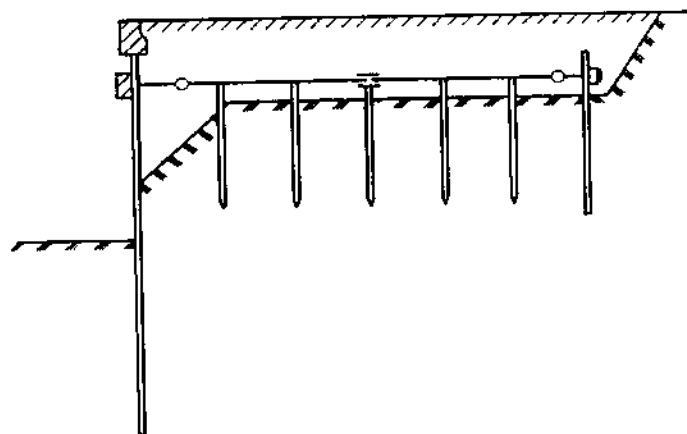
+ Khi lắp thanh neo hai đầu có khớp, cần làm cho phương chuyển động của khớp nằm trong mặt phẳng đứng.

+ Khi lắp mũ bulông thanh neo, theo nguyên tắc thì vận chặt là được, nếu vận quá chặt, không những làm cho thanh neo có lực căng trước mà còn tăng áp lực đất đối với tường cừ.

+ Thanh neo lắp xong, phần thò ra khỏi êcu (và êcu của tầng dơ) không ít hơn ba vòng răng.



Hình 9-22. Các loại neo dạng bản



Hình 9-23. Gối đỡ thanh neo

+ Bổ sung xử lý phòng gỉ đối với những phần chưa phòng gỉ.

c) Lắp đất đá sau tường cừ

Lắp đất đá sau tường cừ cần tiến hành sau khi lắp đặt thanh neo và hệ neo giữ là hệ bản, trình tự lắp đất nên tận dụng lớp phân áp lực bị động trước, rồi mới lắp phần sau bản neo. Khi lắp cần tiến hành đều theo phương dọc tường bên, vật liệu lấp phần dưới nước nên dùng cát sỏi, đá là các loại vật liệu có tính thoát nước tốt, phần trên cạn có thể lấp bằng vật liệu cát đá cũng có thể lấp bằng đất sét có tính xâm thực và tính trương nở. Đối với vùng có địa chấn cấp 6 trở lên thì không nên lấp bằng loại đất dễ bị lưu hoá như cát bụi, cát nhỏ hay á cát, nghiêm cấm dùng loại đất có tính xâm thực lấp sau tường và quanh thanh neo.

Phần dưới nước có thể dùng sà lan đặt bằng chuyên hay cần cẩu có gàu ngoạm đổ ở phía trước bến để tiến hành lắp đất đá. Phần trên khô dùng phương pháp lấp từ trên bờ, lúc này máy ủi và máy đầm đều nên tiến hành theo phương song song với thanh neo, chỉ đến khi trên thanh neo đã lắp đất đá được một độ dày nhất định mới có thể tiến hành theo phương vuông góc thanh neo để tránh thanh neo bị ép cong và chìm xuống. Trong quá trình đầm, xét đến đất có lực ép nén nhất định đối với tường cừ, cần thường xuyên quan sát tình hình biến dạng và chuyển vị của tường cừ và hệ neo giữ.

9.4. Thi công bến tường góc lắp ghép

Bến tường góc là một loại bến độc lập. Kết cấu bến tường góc gồm có bản đáy, tường mặt và hệ thống neo. Hệ thống neo có thể là bản tựa neo ngoài hoặc neo trong.

9.4.1. Thi công bến tường góc loại bản tựa

Sau khi đã san phẳng lớp đệm, trình tự lắp đặt thường là:

+ Thường bắt đầu lắp đặt từ một phía lắp dần về phía khác. Nếu bến dài thì cũng có thể bắt đầu từ ở giữa lắp dần sang hai bên.

+ Phương pháp khống chế lắp đặt về cơ bản giống như lắp đặt thùng chìm.

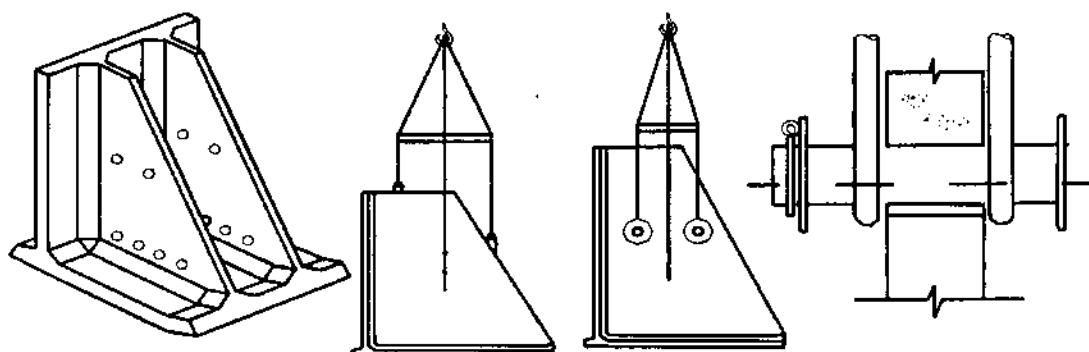
+ Phương pháp vận chuyển từ bãi dúc hay bãi chứa đến hiện trường lắp đặt giống như khối xếp tức là dùng sà lan chở đến hiện trường. Để tránh sà lan bị lật ngang trong quá trình lắp đặt tường góc, nên đặt cho gân của tường song song với trục dọc của sà lan, trọng tâm của tường góc nằm trên đường trục dọc của sà lan.

+ Dùng cần cẩu nổi và giá cẩu lắp để cẩu lắp tường góc. Điểm cẩu (hình 9-24) có thể là móc cẩu hay lỗ chừa nằm phía trong gân tường (trong lỗ có đặt ống thép).

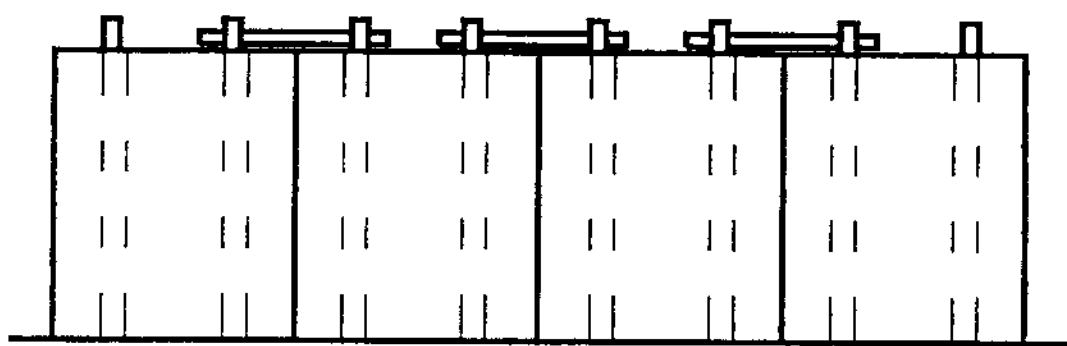
+ So với thùng chìm, tường góc có trọng lượng nhẹ hơn, trọng tâm không nằm trên đường thẳng đứng với tâm bản đáy, ổn định kém hơn. Khi lắp đặt, nên như hình 9-25, vừa lắp đặt vừa dùng thép hình nối với nhau để cùng chống sóng (đặc biệt là sóng xiên). Nếu có khả năng gặp sóng gió lớn thì cũng cần lắp vật liệu sau tường kịp thời.

+ Đổ tầng lọc ngược như hình 9-26, giếng (tầng) lọc ngược gồm ba lớp : đá dăm cỡ $5 \div 8\text{cm}$ dày 20cm, đá dăm cỡ $0,5 \div 4\text{cm}$ dày 40cm và đá dăm cỡ $5 \div 8\text{cm}$ dày 20cm, ngoài cùng là tấm ngăn cát.

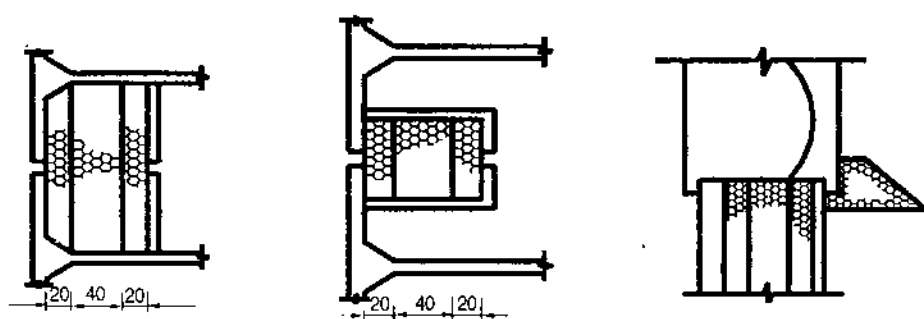
+ Lắp đất đá phần sau và thi công kết cấu phần trên.



Hình 9-24. Sơ đồ cấu tường góc



Hình 9-25. Sơ đồ liên kết chống sóng

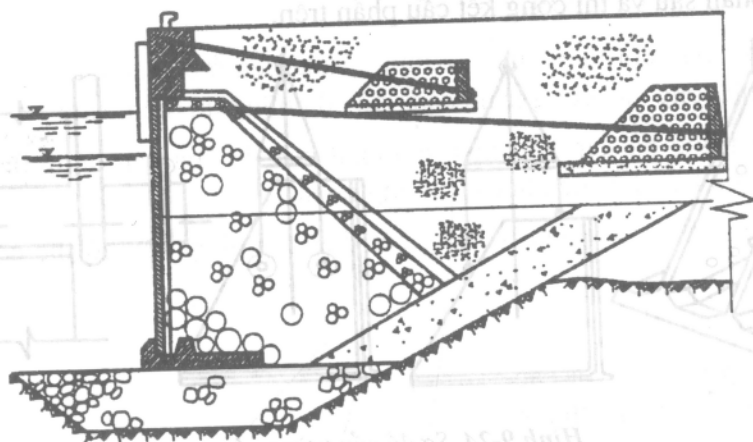


Hình 9-26. Cấu tạo giếng lợc ngược bên tường góc lắp ghép

9.4.2. Thi công bến tường góc loại neo ngoài

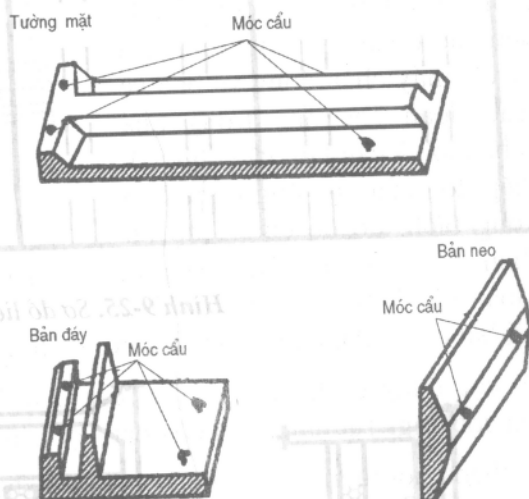
Hình 9-27 là mặt cắt ngang một bến tường góc loại neo ngoài, chủ yếu gồm có bản đáy, tường mặt và hệ thống neo. Ngoài ra còn có dầm mũ, khối neo, trụ neo. Tấm đáy tường mặt và bản neo đều là cấu kiện lắp ghép nặng $2,5 \div 8T$. Cứ hai thanh bản đứng (tường mặt) dùng một bản neo. Kích thước cụ thể của bản đáy, tường mặt, bản neo các bến xem hình 9-28.

+ Đặt tấm đáy và dựng tường.

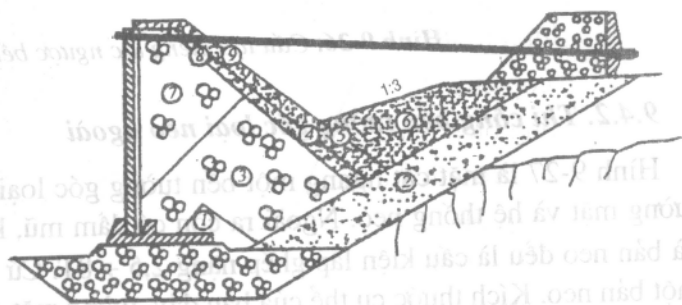


Hình 9-27. Mặt cắt ngang bến tường góc neo ngoài

Sau khi đã san phẳng lớp đệm, chằng một dây thép ở phía ngoài, cách mép tấm đáy khoảng 20cm, thợ lặn dùng một thanh gỗ dài 40cm, ở phía ngoài cố khắc rãnh để kẹp vào dây thép, tấm thép đặt sát mép thanh gỗ là được. Trình tự thi công như hình 9-29. Sau khi lắp đặt 4 ÷ 5 tấm đáy, lấp một ít đá ở phía sau tấm đáy khoảng 50cm để tránh tấm đáy bị di động hay bị nghiêng, lệch về phía trước khi dựng tường mặt (phần 1), sau đó dựng tường và lấp cát ở phần 2. Sau khi lắp tường mặt vào khe của tấm đáy, dùng những tấm nệm bằng bê tông (kích thước khoảng 60 × 40cm tùy theo khe hở) nệm chặt chân tấm đáy và dùng tăng đơ kéo đỉnh các tấm tường mặt sát lại với nhau. Để tránh sự cố bất ngờ, cứ 10 ÷ 15 tấm tường mặt lại dùng một dây neo chằng vào bờ (neo tạm thời, có thể tháo mỗi khi cần cho tàu thuyền đi lại để thi công), dùng cách này có thể giải quyết vấn đề ổn định tạm thời của tường mà không ảnh hưởng đến công việc tiếp theo.



Hình 9-28. Sơ đồ bản đáy tường mặt và bản neo



Hình 9-29. Trình tự thi công bến tường góc

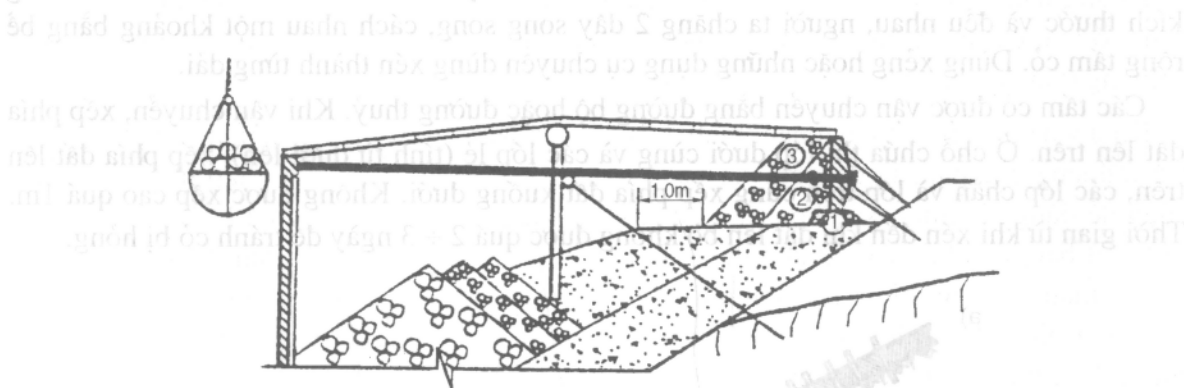
Sau khi lắp được một đoạn ngắn chừng 10 tấm tường thì tiến hành thi công lắp các phần 3, 4, 5, 6 để tạo điều kiện tốt cho việc lắp khối neo.

Lắp xong khối neo thì tiếp tục hoàn thành lắp các phần 7, 8, 9.

Để định vị tường, phía dưới chân tường được cắm vào khe bản đáy, phía trên dùng máy ngắm trực tiếp tiến hành đo và lắp chỉnh, bảo đảm dung sai là 1cm. Sau khi đổ bê tông đầm mủ, có thể lợi dụng ván khuôn để điều chỉnh làm cho tường bên thành một đường thẳng.

Công việc lắp tấm đáy và dựng tường mặt phải sử dụng cần cẩu nổi và một số thiết bị lặn, mỗi ngày lắp được khoảng $6 \div 10$ tấm.

+ Làm hệ thống neo sau khi đã lắp xong phần 6 (hình 9-29) thì đổ đá nền bản neo (phần I hình 9-30), san phẳng thô rồi đặt bản neo, công tác san phẳng ở đây thực hiện khi nước xuống và dùng thiết bị phổ thông san phẳng đoạn đặt bản neo.



Hình 9-30. Thi công lắp thanh neo

Dựng bản neo có thể dùng cần cẩu trên bờ hay phao lắp ghép bằng thùng phuy có đặt cần cẩu cố định. Khi nước lên nhằm đúng vị trí, chờ khi nước xuống, phao nằm trên cạn và tiến hành đặt bản neo. Vì trọng tâm bản neo lệch về phía sau nên cần có thanh chống hay lắp một phần cát đá phía sau khi dựng xong bản neo.

Sau đó lắp đá phần 2 để đảm bảo neo không di động, nhưng chú ý chừa khoảng trống cho thanh neo đi qua.

Trước khi lắp thanh neo, đo khoảng cách thực tế giữa tường và bản neo, hàn sẵn cốt thép ở phía trên bờ cho đủ chiều dài và cạo gỉ, sau đó đưa đến hiện trường để lắp, một đầu luôn qua khe lỗ chừa sẵn trong bản neo, một đầu hàn hay móc nối với cốt thép chừa sẵn trong tường, vận chặt bulông phía sau bản neo hay vận chặt tăng đơ ở giữa thanh neo, căng dần đầu các thanh, lúc này tường chịu lực không lớn, thanh neo được kê thẳng nên căng không khó lắm.

Dùng bao tải tấm nhựa đường bọc kín các lỗ đinh bulông, tăng đơ và mối hàn, mối nối của thanh neo, cuối cùng đổ đá phần 3.

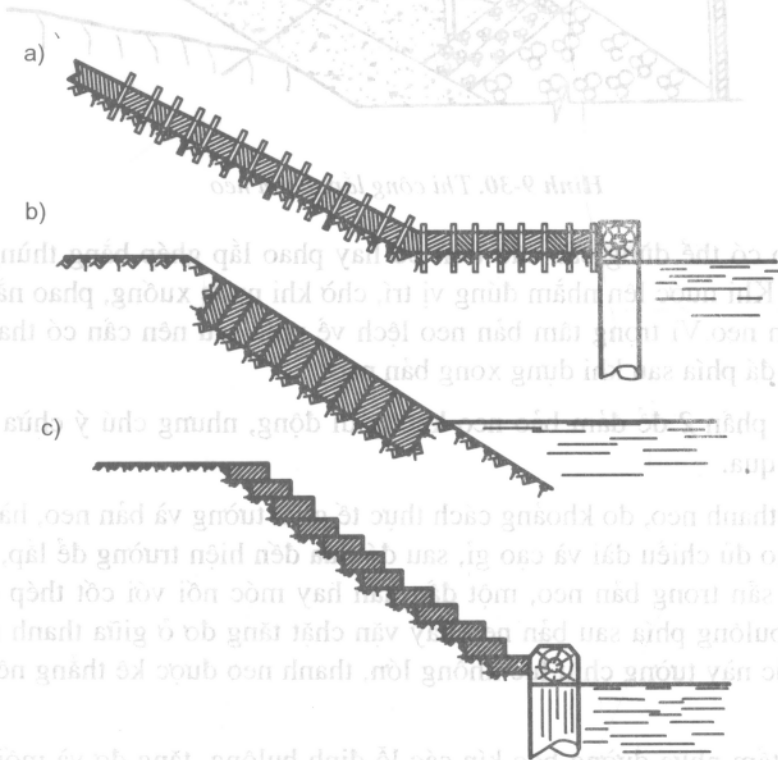
CHƯƠNG 10

THI CÔNG CÔNG TRÌNH GIA CỐ BỜ

10.1. Gia cố bờ bằng tấm cỏ

Tấm cỏ thường dùng để gia cố bờ phần nằm trên mặt nước và ở nơi không có sóng tác dụng. Nơi lấy các tấm cỏ cần chọn ở những bãi phẳng có chất đất và độ ẩm gần giống với vùng bờ cần gia cố. Thường xén thành 2 loại tấm: tấm nhỏ kích thước từ $20 \times 25\text{cm}$ đến $30 \times 50\text{cm}$, tấm lớn có kích thước $25 \times 250\text{cm}$, bề dày tấm cỏ từ $5 \div 10\text{cm}$. Để xén đúng kích thước và đều nhau, người ta chằng 2 dây song song, cách nhau một khoảng bằng bề rộng tấm cỏ. Dùng xẻng hoặc những dụng cụ chuyên dùng xén thành từng dải.

Các tấm cỏ được vận chuyển bằng đường bộ hoặc đường thủy. Khi vận chuyển, xếp phía đất lên trên. Ở chỗ chứa thì lớp dưới cùng và các lớp lẻ (tính từ dưới lên), xếp phía đất lên trên, các lớp chẵn và lớp trên cùng xếp phía đất xuống dưới. Không được xếp cao quá 1m . Thời gian từ khi xén đến khi đặt lên bờ không được quá $2 \div 3$ ngày để tránh cỏ bị hỏng.



Hình 10-1. Kè gia cố bờ bằng tấm cỏ

a) Tấm cỏ găm cọc; b) Xếp khối; c) Xếp bậc thang.

Trước khi đặt tấm cỏ phải cắm cọc, san phẳng mái và chuẩn bị lớp mặt. Nếu bờ bằng đất sét thì dùng cuốc xới lên và dùng cào san bằng. Nếu bờ bằng đất cát thì rải một lớp đất trông dày $4 \div 10\text{cm}$. Các tấm cỏ xếp thành từng dải từ dưới lên trên. Có thể xếp thẳng góc với mép, tốt nhất là nghiêng một góc với mép. Đặt xong mỗi tấm, dùng đầm ép vào mái và dùng các cọc tiết diện $2 \times 2\text{cm}$ đến $2,5 \times 2,5\text{cm}$ dài $20 \div 40\text{cm}$ găm vào 4 góc (hình 10-1a). Khi xếp tấm cỏ thành khối (hình 10-1b) hoặc bậc thang (hình 10-1c) thì phải đào bờ như hình vẽ.

Gia cố bờ bằng tấm cỏ cần thì công trong thời tiết ẩm ướt để cỏ dễ sống.

10.2. Gia cố bờ bằng đá lát

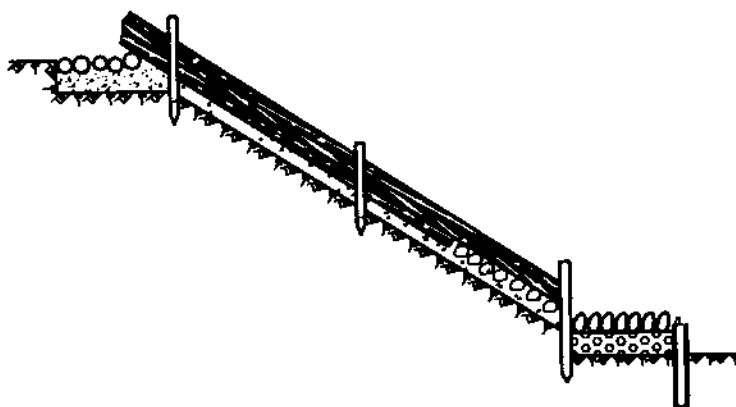
Những bờ không bị sóng hoặc dòng chảy tác động mạnh thường gia cố bằng đá lát. Cách lát đá mái dốc có thể là lát một lớp, lát hai lớp, lát trong khung cây. Thường đá lát trên mặt lớp đệm thoát nước bằng cát sỏi hay đá dăm. Đôi khi trên phạm vi thay đổi mực nước cho phép lát đá trực tiếp trên lớp cát.

Công tác lát đá mái dốc được tiến hành theo trình tự:

- Làm gối tựa ở chân mái dốc;
- San phẳng mái đất;
- Đổ và san phẳng lớp thoát nước;
- Lát đá gối tựa giữ chân mái dốc có thể lựa chọn các hình thức: đóng cọc, xây tường, đổ đá, xếp bó cây...).

San phẳng mái thì công như công tác đất nói chung nhưng chỉ được phép đào. Những chỗ cần đắp thì phải đổ sỏi, đá dăm và đầm kỹ. Những mái mới đào thì phải đợi sau khi lún hoàn toàn mới được san phẳng. Trong thời gian đó phải có biện pháp bảo vệ tạm thời cho mái khỏi bị xói.

Để rải lớp đệm và lát đá được phẳng người ta đặt những khuôn như ở hình 10-2. Khuôn dưới để đổ lớp đệm, khuôn trên để lát đá. Cả hai khuôn đặt cùng một lúc và được giữ chặt bằng những cọc đóng ở giữa mái, đỉnh mái và chân mái. Các thanh khuôn đặt cách nhau $20 \div 25\text{cm}$. Sỏi và đá dăm đổ từ trên xuống và rải đều trên mái. Đôi khi trong phạm vi mực nước thay đổi, lớp đệm làm theo kiểu tăng lọc ngược. Đá để lát chuẩn bị thành đồng xếp đều



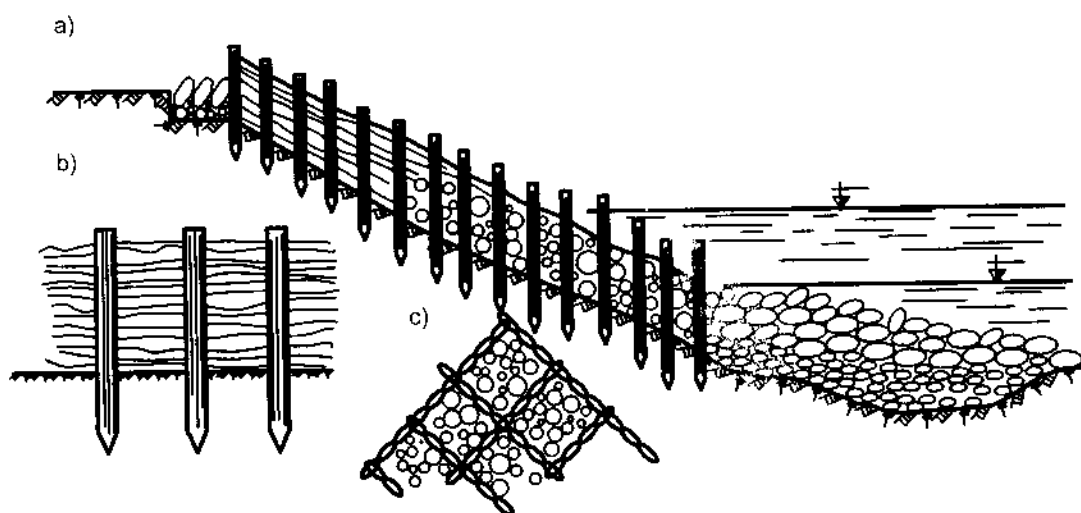
Hình 10-2. Kè gia cố bờ bằng đá lát

trên cỏ mái. Khi lát, đưa đá xuống bằng những máng di động; trường hợp không xếp được đồng đá trên cỏ mái thì dùng cần cẩu nổi đưa đá từ dưới lên.

Trước tiên lát một dãy bằng những viên đá lớn ở mép dưới và mép trên mái. Những viên đá này cắm sâu vào lớp thoát nước và được kiểm tra kỹ cao trình thiết kế. Sau đó lát từ dưới lên trên. Đá xếp nằm hoặc đứng đúng theo chiều dày thiết kế, thường dùng những xẻng nhỏ để chôn đá vào lớp thoát nước khoảng $5 \div 8\text{cm}$ và dùng búa đóng chặt, chênh lệch về độ cao giữa các viên đá không được quá 5cm .

Khi lát hai lớp thì lớp dưới dùng đá nhỏ cao $13 \div 18\text{cm}$, lớp trên dùng đá lớn cao $25 \div 80\text{cm}$, giữa hai lớp rải một lớp sỏi hoặc đá dăm nhỏ, lớp trên cần lát đặc biệt cẩn thận, gài đá dăm và nện kỹ.

Lát đá trong khung cây có thể lát một lớp, hai lớp hoặc ba lớp. Trình tự như sau: Đổ và san phẳng lớp thoát nước bằng sỏi và đá dăm trên mái dốc đã san phẳng. Sau đó căng dây đóng thành khung ô vuông hay hình thoi mỗi cạnh $0,5 \div 1,0\text{m}$. Dây làm với mép mái một góc 45° , dọc theo dây cứ $0,3\text{m}$ đóng một cọc sâu $40 \div 80\text{cm}$ rồi dùng các cành cây tươi đan vào. Sau đó lát các lớp đá như trên hình 10-3.



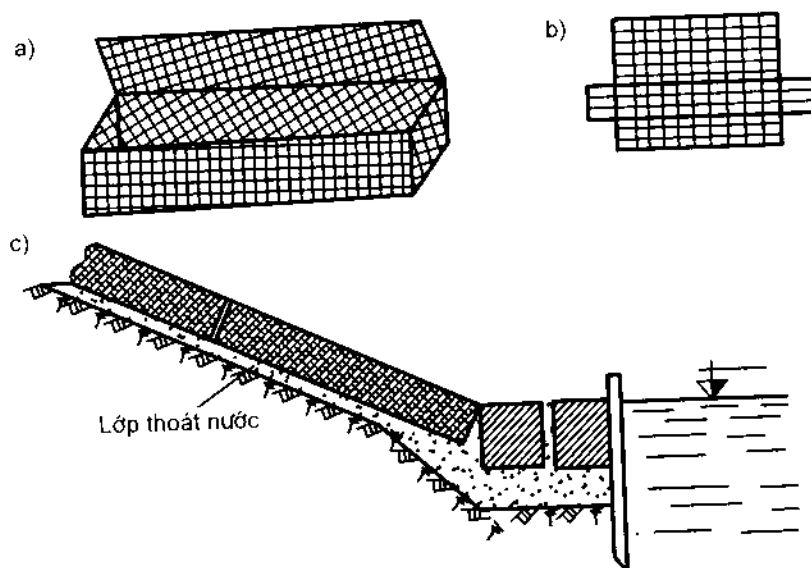
Hình 10-3. Kè gia cố bờ bằng đá lát trong khung cây.

a) Mặt cắt kè; b) Dàn khung; c) Chiều bằng.

10.3. Gia cố bờ bằng rọ đá

Các rọ đá để gia cố bờ thường có kích thước mặt bằng $2 \times 1\text{m} \div 4 \times 2\text{m}$ và cao $0,5\text{m}$. Khung rọ làm bằng thép tráng kẽm, đường kính $4,5 \div 6\text{mm}$, lưới bọc ngoài làm bằng vật liệu trên với đường kính $2,5 \div 4\text{mm}$. Ô lưới hình vuông hoặc 6 cạnh, mỗi cạnh $4 \div 12\text{cm}$.

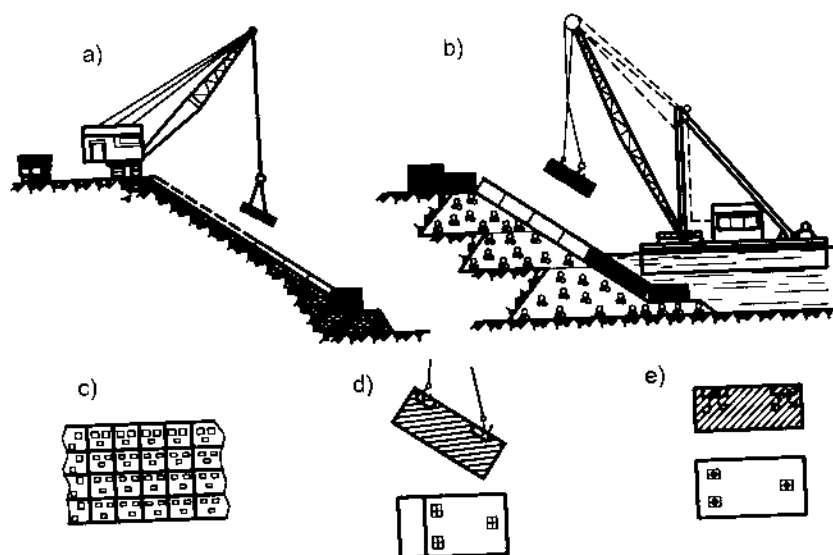
Rọ chuẩn bị trên bãi có thể trải ra thành mặt phẳng để tiện chuyên chở (hình 10-4). Sau khi đưa đến bờ thì buộc lại thành hình hộp, xếp rọ lên lớp đệm rồi bỏ đá vào. Đá nhỏ xếp giữa, đá lớn xếp ngoài, đập nắp và buộc các rọ với nhau.



Hình 10-4. Gia cố bờ bằng rọ đá
a, b) Rọ thép; c) Mặt cắt ngang kè.

10.4. Gia cố bờ bằng khối bê tông và tấm bê tông cốt thép

Các khối bê tông và tấm bê tông cốt thép được chuẩn bị sẵn trên các bãi, mỗi khối hoặc tấm có 3 móc để cẩu lắp (hình 10-5).



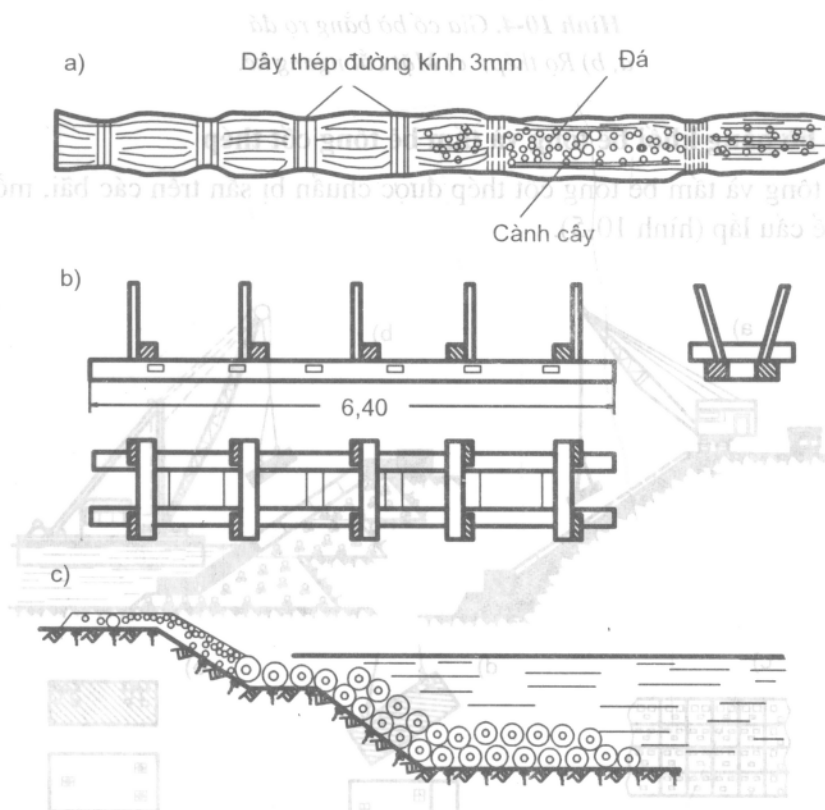
Hình 10-5. Kè gia cố bờ bằng khối bê tông hoặc tấm bê tông cốt thép
a) Xếp tấm bê tông bằng cần cẩu trên bờ; b) Xếp tấm bê tông bằng cần cẩu nổi;
c) Mái bờ nhìn từ chính diện; d) Khối bê tông móc vào cần cẩu;
e) Mặt bằng và mặt cắt khối bê tông.

Tấm bê tông cốt thép thường nặng $1 \div 3T$ được chở đến công trường bằng đường bộ hay đường thủy và dùng cần cẩu trên bờ xếp từ dưới lên trên.

Trước khi xếp cũng phải san phẳng mái và làm lớp đệm như trường hợp gia cố bờ bằng đá lát. Khối bê tông có khi nặng đến $10T$, đặt lên những lăng thể đá đỡ. Để chuyên chở các khối này thường dùng sà lan và cần cẩu nổi. Trường hợp đổ bê tông tại chỗ, ngoài việc san phẳng mái và làm lớp đệm còn phải chuẩn bị một lớp bê tông lót dày $2 \div 3cm$ để giữ được hồ xi măng trong thời kỳ đầu đổ bê tông.

10.5. Gia cố bờ bằng bó cành cây

Bó cành cây dùng để gia cố bờ có đường kính $0,7m$ dài $6m$, thường gọi là "rồng". Ở nước ta thường dùng cành tre hoặc cành phi lao. Bệ để bó làm đơn giản như hình 10-6. Kích thước bệ trùng theo kích thước của bó. Trước hết xếp cành cây ở đáy bệ và hai bên bệ tạo thành hình máng rồi chát đá vào trong, phía trên lại xếp cành cây. Dùng dây thép $3mm$ hoặc lạt tre buộc lại. Đầu tiên buộc 2 dây ở 2 đầu cách mút bó $0,3 \div 0,5m$ rồi buộc 1 dây ở giữa bó. Sau đó buộc các dây còn lại cách nhau khoảng $0,7m$.



Hình 10-6. Thi công bó cành cây

a) Bó cành cây; b) Bệ thi công; c) Mặt cắt gia cố bờ bằng bó cành cây.

Bệ để thi công bó cành cây có thể đặt trên bờ hay trên bè, phao. Sau khi bó cành cây được bó xong, tháo một bên vách máng rồi cho lăn xuống.

Có thể dùng các loại cần cẩu nhỏ để nâng và đặt các bó cành cây.

CHƯƠNG 11

THI CÔNG NẠO VẾT

Sử dụng công cụ, chủ yếu là tàu hút bùn, tàu cuốc để thanh thải khối lượng đất dưới nước nhằm khơi thông luồng tàu hoặc lòng sông, hạ thấp đáy ở vùng nước trước bến hoặc ở vùng neo đậu, được gọi là công tác nạo vét. Đây là giải pháp thường được sử dụng để duy trì chuẩn tắc luồng tàu, kích thước bề cảng và cải thiện điều kiện chạy tàu. Tác nghiệp cơ bản của công tác nạo vét thường bao gồm xử lý sơ bộ (thanh thải đá hoặc đất dẻo dính), đào bùn, vận chuyển và xử lý bùn.

11.1. Thiết bị nạo vét và phương pháp thi công

Thiết bị nạo vét là loại tàu công trình dùng để đào xới khối lượng đất dưới nước cần thanh thải. Theo nguyên tắc làm việc tàu nạo vét có 2 loại lớn là tàu nạo vét thủy lực và tàu nạo vét cơ giới. Tàu nạo vét thủy lực là thiết bị dùng bơm bùn để hút bùn và thải bùn, thường gọi chung là tàu hút bùn. Trong loại này lại chia ra tàu hút xén thổi và tàu hút búng. Tàu nạo vét cơ giới là loại thiết bị dựa vào gầu xúc hoặc cào ngoạm để cuốc đất, vì vậy thường chia ra là tàu cuốc gầu, tàu cuốc ngoạm. Bảng 11-1 giới thiệu một số thiết bị nạo vét hiện đang được sử dụng ở Việt Nam.

11.1.1. Tàu hút xén thổi và phương pháp thi công của nó

Tàu hút xén thổi là tàu dùng lưới xén để làm toai đất đáy luồng, trộn với nước thành bùn nhão nhờ tác dụng của bơm bùn đưa dung dịch bùn vào ống hút của bơm và đưa ra ống đẩy để vận chuyển đến khu vực đổ bùn. Hình 11-1 thể hiện sơ đồ cấu tạo của tàu hút xén thổi.

Quá trình hút bùn của tàu xén thổi, từ đào bùn cát đến vận chuyển và đổ bùn cát, đều do tàu tự hoàn thành. Loại tàu này có năng suất thường trong khoảng $40 \div 400 \text{ m}^3/\text{h}$, có tàu đạt hàng ngàn m^3/h (như tàu hút xén thổi HA-97 và tàu Việt Mỹ của Tổng Công ty xây dựng Đường thủy, có năng suất $1800 \text{ m}^3/\text{h}$).

Loại tàu này thích hợp cho nạo vét ở vùng có chất đất đáy luồng là cát, đất cát pha, đất bồi v.v... Nếu dùng lưới xén có răng có thể đào đất sét nhưng hiệu quả thấp. Loại tàu này yêu cầu vùng nạo vét có sóng gió nhỏ, lưu tốc bé... thường là ở vùng hồ và vùng cảng ven biển.

Tàu hút xén thổi thường là loại tàu phi tự hành, thi công theo phương pháp xén ngang có cọc thép định vị. Đơn giản nhất là sử dụng 2 cọc thép thay phiên nhau đóng xuống đáy luồng làm trục quay cho tàu, dùng dây cáp xén kéo căng đầu cần lưới xén để điều khiển chuyển động qua lại, tiến hành nạo vét.

Khi nạo vét, do thân tàu có 2 tâm quay nên quỹ tích đào đất của lưới xén có chỗ trùng nhau, chỗ bỏ sót vì vậy không thích hợp cho nạo vét ở vùng đất cứng.

Bảng 11-1. Các loại thiết bị nạo vét hiện có của Tổng công ty xây dựng đường thủy

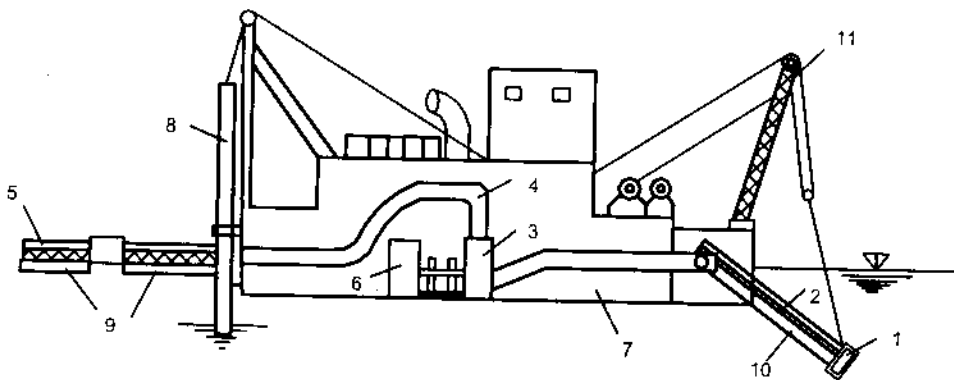
TT	Tên thiết bị	Năm sản xuất	Nước sản xuất	Kích thước chính (m)				Tổng công suất (CV)	Năng suất (m³/h)	Sức chứa bưng (m³)	Độ phun xa (m)		Độ sâu nạo vét (m)
				L	B	H	T				max	min	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>I Thiết bị nạo vét biển</i>													
1	Tàu hút bưng Long Châu	1969	Đức	95,00	16,00	6,00	5,30	5860	3500	3240			20
2	Tàu hút bưng Trần Hưng Đạo	1969	Đức	95,00	16,00	6,00	5,38	6650	3500	3250			20
3	Tàu hút bưng HB88	1989	V.Nam	53,70	10,00	4,00	2,60	1590	300				7
4	Tàu hút xén thổi TH 12/9	1996	Hà Lan	32,00	10,30	2,97	2,05	3800	1500		5000	200	16
5	Tàu hút xén thổi HA-97	1996	Mỹ	34,70	9,17	2,43	1,65	4070	1800		6000	200	18
6	Tàu hút xén thổi Việt-Mỹ	1996	Mỹ	34,70	9,17	2,43	1,65	4070	1800		6000	200	18
7	Tàu cuốc gầu TC-81	1981	Pháp	69,80	12,60	4,00	2,40	2060	800				16
8	Tàu cuốc gầu TC-82	1981	Pháp	69,80	12,60	4,00	2,40	2060	800				16
9	Tàu cuốc gầu TC-54	1954	Đức	52,50	9,37	3,30	1,85	665	300				14
10	Tàu cuốc gầu TC-91	1989	L. Xô	48,00	9,40	2,80	1,80	920	600				14
11	Tàu cuốc gầu TC-82	1982	L.Xô	44,60	9,60	2,80	1,80	49	275				12
12	Tàu hút bưng có tính năng phun lên bờ	2001	Đức	67,50	14,00	5,20	4,60	4757	950	1500	1000		21
13	Tàu hút mớn nông cần cứng	2001	V.Nam	88,40	14,60	4,50	3,80	1675	1500	1500			16
14	Tàu hút bưng mớn nông	2001	V.Nam	52,50	12,00	3,60	2,65	1790	1050	400			14
<i>II Thiết bị nạo vét sông</i>													
1	Tàu hút xén thổi HB-01	1994	Hà Lan	26,10	8,60	2,75	1,70	2366	1100		5000	200	14
2	Tàu hút xén thổi PEKA-6	1982	Hà Lan	24,00	7,29	3,68	1,20	2190	500		5000	200	15
3	Tàu hút xén thổi H-02	1965	Mỹ	22,10	8,20	1,52	1,00	1050	300		3000	200	11

Bảng 11-1. (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	Tàu hút xén thổi H-23	1969	L.Xô	16,50	5,20	1,10	0,60	540	300		3000	200	11,0
5	Tàu hút xén thổi H-19	1968	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
6	Tàu hút xén thổi H-20	1968	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
7	Tàu hút xén thổi H-21	1968	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
8	Tàu hút xén thổi H-28	1968	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
9	Tàu hút xén thổi H-27	1968	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
10	Tàu hút xén thổi H-31	1968	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
11	Tàu hút xén thổi H-24	1970	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
12	Tàu hút xén thổi H-29	1970	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
13	Tàu hút xén thổi H-19	1970	L.Xô	15,00	5,20	1,10	0,60	300	160		1500	200	8,0
14	Tàu hút xén thổi H-96	1985	L.Xô	27,60	9,20	2,80	1,60	665	220		2000	200	15,0
15	Tàu hút xén thổi H-03	1965	Mỹ	21,00	8,00	1,50	1,00	1000	285		1000	10	10,0
16	Tàu hút xén thổi H-04	1965	Mỹ	24,40	7,29	1,70	1,10	1185	225		1200	100	10,0
17	Tàu hút xén thổi H-01	1961	Mỹ	39,00	11,00	2,80	2,05	1800	380		1600	100	10,0
18	Tàu hút xén thổi H-05	1955	Mỹ	23,20	7,20	1,70	1,50	1185	285		1500	100	9,5
19	Tàu hút xén thổi H-06B	1986	V.Nam	-	-	-	-	585	200		1500	100	7,5
20	Tàu hút xén thổi HB-07B	1985	V.Nam	19,00	6,60	1,80	1,00	559	200		300	-	7,5
21	Tàu hút xén thổi H-08B	1965	Mỹ	15,00	6,40	1,50	0,85	559	200		300	-	7,5

Bảng 11-1. (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22	Tàu hút xén thổi H-09B	1964	Mỹ	17,00	5,50	1,56	0,90	559	200		300	-	7,5
23	Tàu hút xén thổi H-10B	1964	Mỹ	15,0	5,50	1,56	0,90	1000	256		300	-	7,0
24	Tàu hút xén thổi H-12	1977	V.Nam	15,00	6,20	1,50	0,90	375	138		200	-	6,5
25	Tàu hút xén thổi H-19/5	1982	V.Nam	25,00	8,32	2,20	1,20	1185	285		1200	100	10,0
26	Tàu hút xén thổi Beaver 1200	1999	Hà Lan	16,50	6,69	1,87	1,25	1156	670		500	-	10,0
27	Tàu hút xén thổi CZ-450	1999	Hà Lan	20,50	6,95	1,85	1,15	1314	700		6000	-	10,0
28	Tàu hút bùn tự hành cần cứng, mớn nông HB2000	2000	V.Nam	40,50	9,30	3,60	1,80	660	1320	170	-	-	6,0
III	Tàu ngoạm không chân vịt	2002	Singapo	60,00	20,00	4,00	2,70						



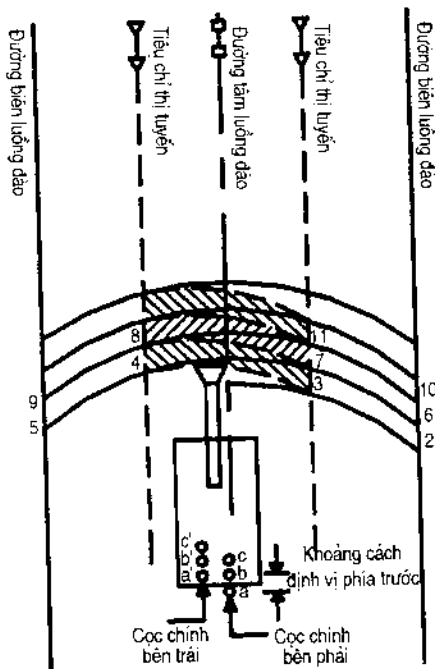
Hình 11-1. Sơ đồ cấu tạo tàu hút xén thổi.

1. Lưỡi xén; 2. Ống hút bùn; 3. Bơm; 4. Ống nước trên tàu;
 5. Ống đẩy bùn trên mặt nước; 6. Máy tàu; 7. Thân tàu; 8. Cọc thép;
 9. Ống phao; 10. Cán lưỡi xén; 11. Giá treo cán lưỡi xén.

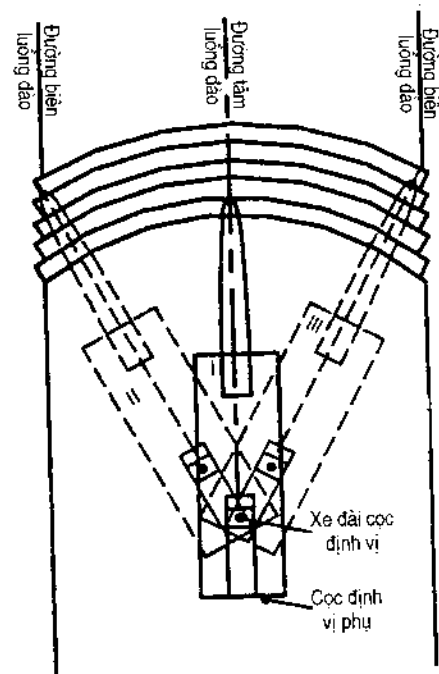
Để khắc phục khuyết điểm của phương pháp trên, có thể dùng phương pháp đào ngang di chuyển tiến lên theo một cọc, tức là dùng một cọc thép làm cọc chính, luôn ngắm chuẩn đường trục tìm lạch đào làm trung tâm quay ngang, còn dùng một cọc thép khác làm cọc phụ để đổi tâm quay khi dịch lên phía trước. Vì chỉ có một tâm quay, quỹ tích đào đất của

lưỡi xén song song với nhau (hình 11-2). Chỉ cần dịch chuyển tiến lên đảm bảo một khoảng cách thích đáng, thì có thể loại trừ hiện tượng đào lập, đào sót.

Những năm gần đây xuất hiện phương pháp đào ngang và tiến về phía trước bằng xe dài cọc (hình 11-3), thân tàu dịch về phía trước (hoặc lùi về phía sau) do hộp dầu dịch áp của xe dài cọc điều khiển. Trường hợp khoảng cách dịch về phía trước bằng hoặc gần bằng hành trình cực đại của xe dài cọc định vị thì điều chỉnh vị trí tàu đến trùng hợp với đường trung tâm của lạch đào để tiến hành đổi cọc. Thi công bằng phương pháp này có thể giảm bớt thời gian thay cọc, nâng cao năng suất của tàu hút bùn.



Hình 11-2. Phương pháp xén ngang, trực quay 1 cọc



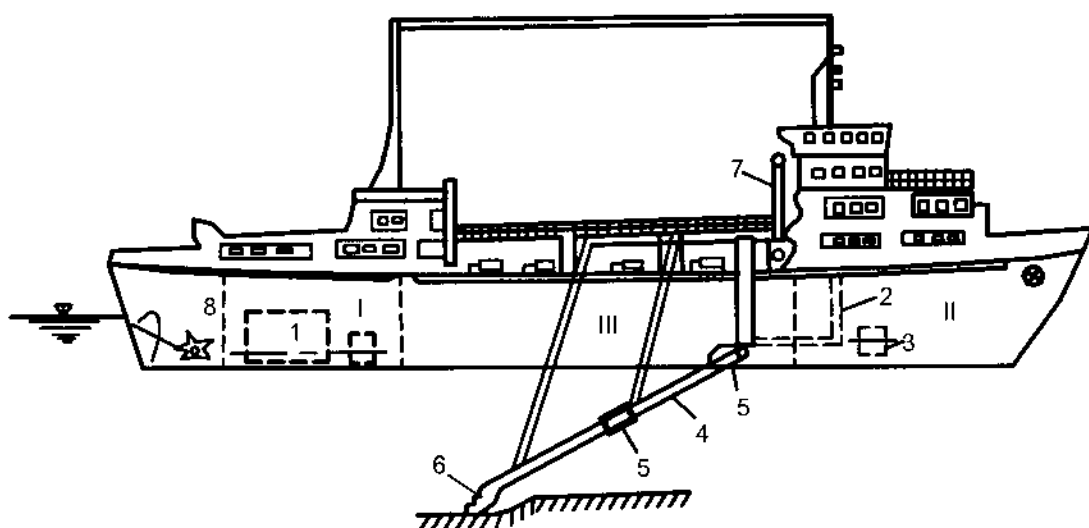
Hình 11-3. Phương pháp xén ngang, với xe dài cọc định vị

Chiều rộng đào đất của phương pháp xén ngang định vị bằng cọc thép chịu sự hạn chế của chiều dài tàu (bao gồm cả chiều dài vươn ra của cần lưỡi xén). Theo kinh nghiệm, chiều rộng đào cực đại bằng khoảng $1,2 \div 1,4$ lần chiều dài tàu. Góc xoay ngang sang 2 phía của thân tàu vào khoảng $70^\circ \div 80^\circ$ là thích hợp. Khi chiều rộng luồng đào lớn hơn chiều rộng đào cực đại của tàu thì phải chia dải thi công.

Ngoài ra, nếu khối đất cần nạo vét có chiều dày tương đối lớn, cần căn cứ vào tính năng của tàu hút bùn, chất đất và yêu cầu thi công để tiến hành phân lớp để đào. Đối với đất thịt pha cát, chiều dày phân lớp thường lấy bằng $1,2 \div 1,5$ lần chiều dày đường kính lưỡi xén. Đối với đất sét tương đối cứng, cần thông qua thí nghiệm để xác định chiều dày đó.

11.1.2. Tàu hút bùn và phương pháp thi công của nó

Tàu hút bùn là loại tàu có bố trí khoang chứa bùn, vừa đào bùn vừa di chuyển, như hình 11-4 thể hiện. Toàn bộ công việc đào bùn, chứa bùn và đổ bùn đều do tàu tự thực hiện.



Hình 11-4. Sơ đồ tàu xén thổi hút bùn.

- I. Khoang chứa; II. Khoang bơm bùn; III. Khoang chứa bùn.
 1. Máy chủ; 2. Bơm bùn; 3. Máy phát điện; 4. Ống hút bùn;
 5. Đầu nối dạng xếp; 6. Đầu hút; 7. Ống thải bùn; 8. Thiết bị đẩy.

11.1.2.1. Cấu tạo và tính năng

a) Gầu xới hút

Gầu xới hút chủ yếu bao gồm gầu xới và ống hút tạo thành. Theo vị trí lắp đặt khác nhau, gầu được chia thành 4 loại: Gầu đuôi, gầu giữa, gầu bên và gầu hỗn hợp.

Loại gầu đuôi và gầu giữa lắp đặt gầu ở rãnh mở của thân tàu, dùng ống hút cứng, bố trí cân gầu để đỡ và cố định ống hút bùn, được giá treo lắp riêng và máy nâng hạ gầu điều khiển.

Gầu bên lắp đặt ở 2 bên sườn tàu, nối với ống hút mềm (các đoạn ống cứng được nối với nhau bằng ống cao su), đồng thời bố trí giá treo và máy tời để điều khiển nâng hạ.

Gầu hỗn hợp là loại gầu bố trí cả 2 bên và ở giữa tàu.

Miệng gầu là thiết bị dùng để trực tiếp xới bùn của tàu hút bùn. Do tính chất đất khác nhau mà chủ yếu có 2 loại miệng gầu: Loại gầu răng và loại ống xới.

Gầu răng là loại gầu dùng răng để xới đất, sử dụng cho trường hợp đào đất cứng. Loại gầu ống xới là loại có ống xới thuỷ lực cao áp, miệng gầu phủ lên lớp bùn, ống xới xới bùn lên, dùng lực hút của bơm hút bùn vào ống, sử dụng khí nạo vét đất mềm.

b) Máy bơm bùn

Máy bơm bùn của tàu hút bùn là loại bơm ly tâm cột nước thấp, lưu lượng lớn. Thông thường chỉ bố trí một máy bơm, cũng có khi sử dụng một máy chính hoặc hai máy bơm sử dụng luân lưu. Tàu hút bùn lắp gầu hút bùn 2 bên thì có 2 máy bơm, giữa 2 máy bơm có thể nối thông nhau. Để đề phòng hút chất nổ vào phá hoại máy bơm và phá hoại các bộ phận khác, khoang máy bơm bùn thường đặt cách ly với các bộ phận khác.

c) Khoang chứa bùn và cửa khoang bùn

Thông thường, khoang chứa bùn được lắp đặt tại phần giữa của tàu hút bùn, dung tích của nó được xác định tùy theo kích cỡ và yêu cầu của tàu hút bùn, có thể từ mấy trăm đến mấy nghìn m³. Dọc theo đáy của khoang bùn bố trí 2 hàng cửa thoát bùn. Số lượng có thể biến thiên từ mấy cửa đến mấy chục cửa. Cửa thoát bùn có 2 loại: cửa mở vào trong và cửa mở ra ngoài. Mỗi cửa thoát bùn có thể đóng mở riêng biệt hoặc đóng mở liên hoàn.

Phía trên các khoang chứa bùn bố trí các rãnh tràn đối xứng 2 bên, dùng để thải phần bùn loãng phía trên khi đầy khoang. Có lúc, còn sử dụng các rãnh này cho việc chảy tràn 2 phía khi thi công.

11.1.2.2. Phương pháp thi công

Tàu hút bùn thông thường thi công theo phương pháp đào dọc. Trước lúc thi công cần bố trí các đạo tiêu (phù tiêu và định tiêu), tàu hút bùn ở trong luồng đào nhằm đạo tiêu làm chuẩn, vừa đi vừa hút bùn.

a) Thi công theo phương pháp chứa bùn

Đây là phương pháp cơ bản thường dùng. Khi thi công, vừa đào bùn vừa hút vào khoang chứa. Sau khi bùn đầy khoang, cho chảy tràn để bùn trong khoang đạt đến nồng độ nhất định rồi mới vận chuyển đến vị trí đổ bùn. Phương pháp này được sử dụng trong điều kiện khu đổ bùn thiết kế ở phụ cận đồng thời thoả mãn yêu cầu đi lại và quay đầu của tàu.

Nồng độ bùn trong khoang chứa ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất đào. Nói chung, cần nâng cao nồng độ bùn trong khoang chứa, nhưng không phải bất cứ trường hợp nào cũng phải đạt đến nồng độ lớn nhất trong khoang chứa. Các chất đất khác nhau thì nồng độ yêu cầu trong khoang chứa khác nhau. Khi khu vực đổ bùn ở tương đối xa, thời gian vận chuyển bùn chiếm tỷ lệ lớn thì nếu tăng thời gian chảy tràn để nâng cao nồng độ bùn sẽ có lợi cho việc nâng cao năng suất đào luồng. Khi khu đổ bùn ở tương đối gần, nếu chạy theo việc nâng cao nồng độ bùn trong khoang chứa sẽ làm giảm hiệu suất đào luồng. Vì vậy, cần phải xác định một thời gian hút bùn vào khoang kinh tế nhất để đạt hiệu suất đào luồng lớn nhất.

b) Thi công theo phương pháp xả 2 bên

Theo phương pháp này, dung dịch bùn được bơm hút lên không chứa vào khoang chứa mà trực tiếp thải ra ngoài theo hệ thống các lỗ bố trí 2 bên mạn. Phương pháp này có thể làm cho bùn cát bồi lắng trở lại trong luồng đào, nhưng nếu tốc độ bồi lắng diễn ra rất chậm so với tốc độ đào bùn, đồng thời có thể lợi dụng sức xói của dòng chảy để xói sâu luồng đào thì có thể tiết kiệm thời gian đi về so với tàu hút bùn, tập trung lực lượng để thông luồng qua ngưỡng cạn. Hơn nữa do bùn không chứa vào khoang, mớn nước tàu hút nhỏ, từ đó có thể thi công ở vùng ngưỡng cạn có độ sâu bé.

c) Thi công theo phương pháp phun thổi (san lấp)

Khi thi công, đưa bùn vào trong khoang chứa và dùng bơm bùn của tàu hút để đưa bùn đến vị trí cần san lấp. Phương pháp này bị hạn chế bởi đặc tính của bơm, thường sử dụng ở nơi có vị trí san lấp gần.

11.1.2.3. Tính toán khối lượng nạo vét

a) Công thức tính toán: Khi sử dụng phương pháp thi công chứa bùn thì khối lượng bùn mang trong khoang V_c (m^3) được tính toán như sau:

$$V_c = \frac{W_m - V\gamma_w}{\gamma_g - \gamma_w} \quad (11-1)$$

Trong đó:

W_m - Tổng trọng lượng của bùn chứa trong khoang (N) (bằng lượng dân nước sau khi chứa bùn trừ đi tự trọng của tàu hoặc có thể lợi dụng thước đo môn nước hoặc thiết bị chỉ thị lượng bùn chứa trong khoang để xác định);

V - Dung tích khoang bùn (m^3), tức là dung tích tương ứng với các độ tự mở khác nhau của cửa tràn;

γ_g - Dung trọng của đất tự nhiên cần nạo vét (N/m^3);

γ_w - Dung trọng của nước tại nơi nạo vét (N/m^3).

b) Theo phương pháp thi công thải bùn 2 bên: Theo phương pháp thi công này, lượng thải bùn được tính toán theo công thức sau:

$$V_b = Qpt \quad (11-2)$$

Trong đó:

Q - Lưu lượng thải ra 2 phía (m^3/h);

t - Thời gian duy trì của công tác thải (h);

p - Nồng độ của dung dịch bùn, tính theo tỷ lệ phần trăm của khối đất tự nhiên chứa trong dung dịch bùn (%).

11.1.2.4. Phạm vi ứng dụng

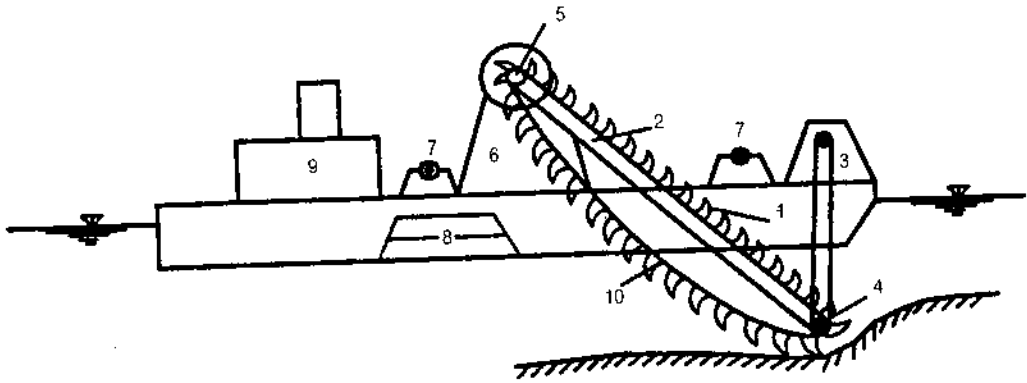
Tàu hút bùn có những đặc điểm sau:

- Tàu lớn, năng lực chống gió tốt;
- Khi thi công tác nghiệp đơn chiếc, ít thiết bị phụ trợ;
- Khi tác nghiệp không ảnh hưởng nhiều đến việc đi lại của tàu thuyền trên luồng và hoạt động của bến cảng;
- Có thể tự hành, điều khiển linh hoạt, triển khai công việc nhanh chóng;
- Có thể căn cứ vào sự cần thiết để tiến hành hút bùn ở bất kỳ đoạn luồng nào, trong quá trình thi công có thể sử dụng vùng đã hút xong để đưa dân vào sử dụng;

Căn cứ vào những đặc điểm trên, tàu hút bùn thích hợp cho thi công nạo vét đối với loại luồng hẹp và dài. Đối với luồng của cảng biển và cửa sông, có thể thi công trong điều kiện có sóng và gió. Đối với vùng có nhiệm vụ vừa đào vừa san lấp thì sử dụng tàu hút bùn cũng tương đối thích hợp. Có thể đào bùn bồi tích, đất pha cát, cát.... nhưng đào bùn bồi tích thì năng suất là lớn nhất. Tuy nhiên tàu hút bùn là tàu lớn, yêu cầu khu vực thi công có độ sâu và vùng quay tàu đủ rộng. Ngoài ra sau khi nạo vét xong độ bằng phẳng đáy luồng tương đối kém.

11.1.3. Tàu cuốc gầu và phương pháp thi công của nó

Tàu cuốc gầu (hình 11-5) là thiết bị nạo vét sử dụng pa-lăng kéo dây băng chuyền gầu (dung tích $0,1 \div 0,8\text{m}^3$) chuyển động liên tục, để đào bùn dưới đáy luồng (độ sâu $12 \div 15\text{m}$). Dựa vào thiết bị và phương pháp thải bùn khác nhau, có thể chia tàu cuốc gầu làm 3 loại:



Hình 11-5. Sơ đồ tàu cuốc gầu

1. Thân tàu; 2. Cản gầu; 3. Tháp nâng hạ; 4. Pa-lăng dưới; 5. Pa-lăng trên;
6. Tháp cản gầu; 7. Xe tời; 8. Máy chủ; 9. Phòng lò; 10. Gầu cuốc bùn.

11.1.3.1. Tàu cuốc gầu đổ bùn qua sà lan

Là loại tàu dùng phổ biến nhất hiện nay, bùn được gầu xúc đưa lên đến đỉnh rồi đổ vào máng thải và chuyển sang sà lan bên cạnh tàu cuốc. Sà lan vận chuyển bùn đến khu đổ bùn và rót xuống hoặc thổi bùn từ sà lan đến vị trí đổ bùn.

11.1.3.2. Tàu cuốc gầu có bơm bùn

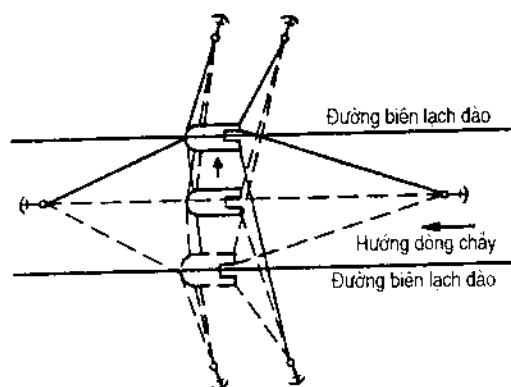
Bùn đất được gầu mức lên đổ vào trong khoang bùn của tàu, dùng nước trộn thành dung dịch bùn và bơm dẫn bùn cát qua ống xả để đưa đến khu đổ bùn.

11.1.3.3. Tàu cuốc gầu đổ bùn qua giá đỡ cao

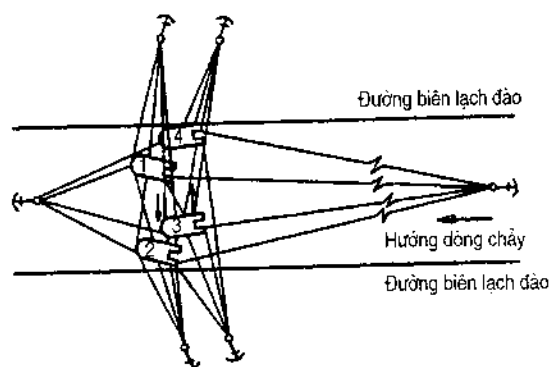
Bùn đất được gầu xúc lên đổ vào máng đặt trên giá đỡ cao hoặc băng chuyền để dẫn đến khu đổ bùn. Tàu cuốc gầu thường là phi tự hành và sử dụng phương pháp thi công đào ngang, đào ngược hoặc xuôi dòng chảy. Khi đào bùn, thường sử dụng một neo chủ ở đuôi và 4 neo định vị bên cạnh để di chuyển thân tàu.

Căn cứ vào điều kiện thi công của luồng đào khác nhau, phương pháp đào ngang chủ yếu có 3 loại sau:

a) Phương pháp đào ngang song song (hình 11-6): Phương pháp này dùng cho trường hợp luồng tương đối rộng và nơi dòng chảy có vận tốc lớn. Nhưng với phương pháp này, do lượng bùn đất chứa trong gầu ít và di chuyển thân tàu khó khăn dẫn đến hiệu suất đào và năng suất đào của tàu không cao.



Hình 11-6. Phương pháp đào song song

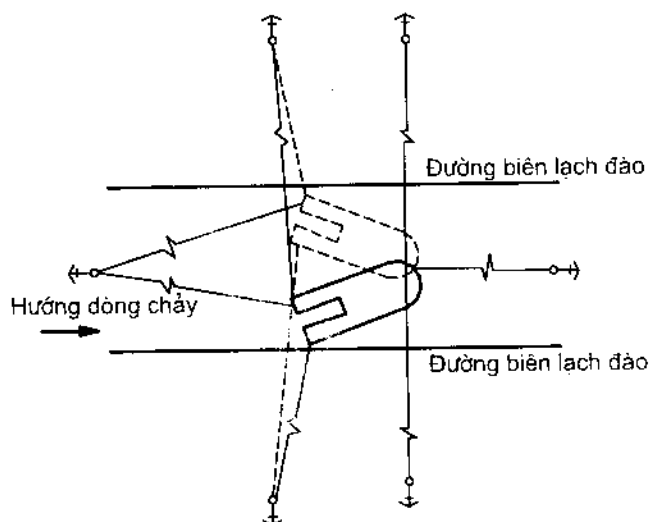


Hình 11-7. Phương pháp đào xiên góc
1,2,3,4 là các vị trí của tàu đào.

b) Phương pháp đào ngang theo hướng xiên (hình 11-7): Ưu điểm của phương pháp này là dòng chảy có áp lực ngang đối với thân tàu có lợi cho việc di chuyển ngang, và dễ mức bùn đáy gầu, tạo đường biên tương đối chính xác. Đây là phương pháp thường dùng nhất.

c) Phương pháp đào ngang hình quạt (hình 11-8): Phương pháp này thích hợp cho trường hợp đường mép nước của luồng đào có độ sâu nhỏ hơn mức nước của tàu cước, luồng đào hẹp, chiều rộng luồng bằng tổng chiều dài của tàu cước.

Bất kể sử dụng phương pháp nào để nạo vét thì tốc độ vận chuyển của gầu cũng như tốc độ theo phương ngang và khoảng cách dịch chuyển tiến về phía trước cũng phải phối hợp chính xác để đạt độ chứa bùn của gầu xúc là lớn nhất.

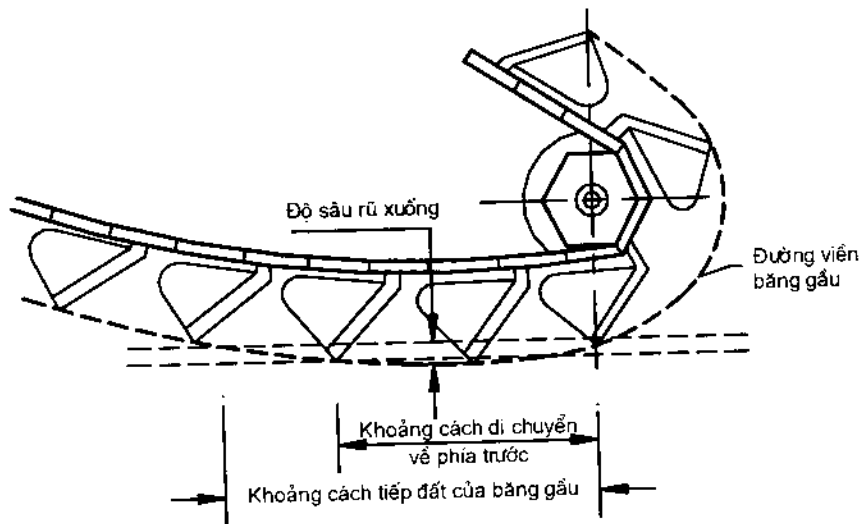


Hình 11-8. Phương pháp đào ngang hình quạt

Tốc độ vận chuyển của băng chuyển gầu được tính toán bằng số lần lộ ra khỏi mặt nước của gầu trong một phút. Nhân tố ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ của gầu là chất đất. Chất đất ảnh hưởng trực tiếp đến độ đầy của gầu xúc và mức độ làm sạch, do đó đối với loại đất cứng có lực kháng cắt lớn và với đất sét có lực dính lớn cần phải giảm tốc độ di chuyển của băng chuyển gầu, còn lúc thi công ở lớp đất mỏng, xốp, cho tốc độ di chuyển tăng lên.

Tốc độ di chuyển ngang của băng chuyển gầu được tính toán bằng chiều dài của dây neo bên cạnh do xe tời kéo về trong một phút. Thường tốc độ di chuyển $6 \div 8\text{m/phút}$, nếu tốc độ di chuyển ngang quá cao sẽ làm cho tốc độ xúc tăng lên dẫn đến bỏ sót, thậm chí làm cho gầu có thể bị trượt ra ngoài pa lăng.

Khoảng cách tiến về phía trước được tính bằng chiều dài của cáp neo đuôi do xe tời thu vào. Để làm cho gầu xúc được đầy cần phải có một khoảng cách tiến về phía trước thích hợp. Khoảng cách tiến về phía trước thích hợp được xác định bởi khoảng cách chạm đáy của băng chuyên gầu, chiều dày lớp đất nạo vét và tính chất của đất. Khoảng cách chạm đáy của băng chuyên gầu bằng khoảng cách giữa 2 điểm cắt nhau giữa đường nằm ngang thấp nhất của miệng gầu và dây cung rủ xuống (hình 11-9).



Hình 11-9. Sơ đồ tính toán khoảng cách chạm đáy của băng chuyên gầu

Nếu thi công ở nơi có chiều dày lớp bùn lớn và chất đất rắn thì khoảng cách tiến về phía trước không nên quá lớn (thường $0,3 \div 0,5\text{m}$). Bởi khoảng cách tiến quá lớn thường sản sinh ra hiện tượng máy chủ nhảy cầu dao hoặc quá tải. Trong điều kiện thi công là lớp đất mềm và mỏng, khoảng cách tiến về phía trước có thể dài hơn (khoảng $0,6 \div 0,8\text{m}$), nhưng không được vượt qua khoảng cách tiếp đáy của băng gầu để đảm bảo độ bằng phẳng của lạch đào. Đối với loại đất rất mềm thì khoảng cách tiến về phía trước có thể đạt $(1,8 \div 2\text{m})$.

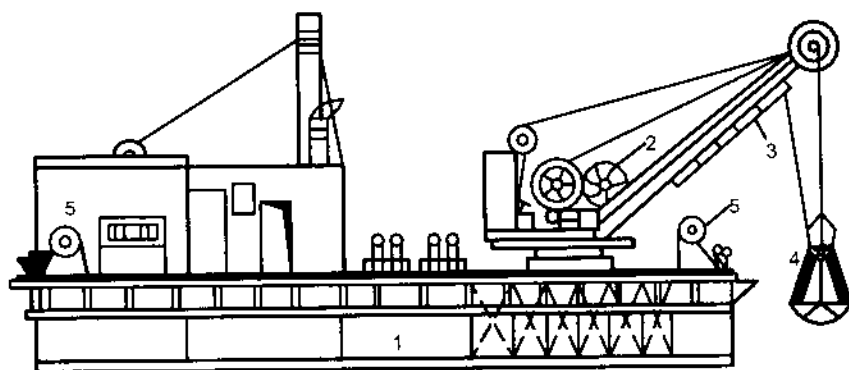
Tàu cuốc gầu thích hợp cho việc thi công đào đất thịt pha cát, đất thịt, cát có lẫn sỏi cuội và bùn.

Do độ chính xác nạo vét cao nên thường dùng phương pháp này để nạo vét vùng nước trước bến, nền móng công trình thủy công...

11.1.4. Tàu cuốc ngoạm và phương pháp thi công của nó

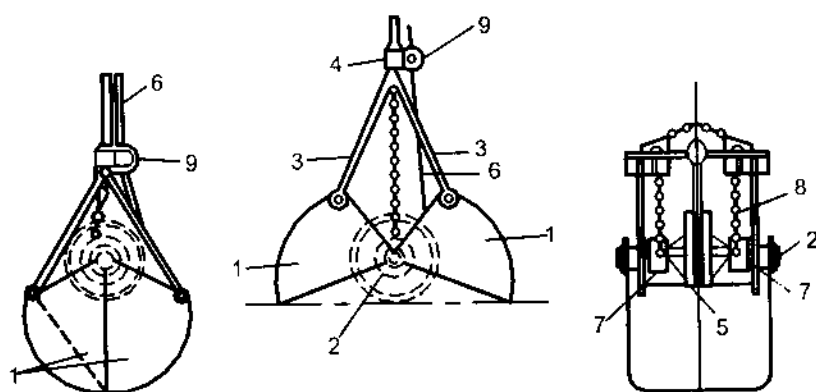
Cơ cấu công tác của tàu cuốc ngoạm cũng giống như máy ngoạm đất (hình 11-10). Tàu cuốc ngoạm cũng có loại tự hành và phi tự hành: loại tự hành thường có khoang chứa bùn, sau khi chứa đầy bùn vào khoang thì tàu chở đến khu đổ quy định để đổ bùn ra; loại phi tự hành thì dùng sà lan để chở bùn đi đổ. Tàu cuốc ngoạm thông thường được định vị bởi một neo chủ và 4 neo biên để đào luồng và chia dải ra để thi công theo phương pháp đào ngang. Chiều rộng của mỗi dải được quy định bởi bán kính công tác của gầu ngoạm, thường từ $(8 \div 10\text{m})$. Chiều sâu đào bùn của tàu cuốc ngoạm thường lớn hơn 20m , nhưng do khó khống chế độ sâu hạ gầu ngoạm nên độ chính xác và bằng phẳng của đáy luồng sau khi nạo

vết là rất thấp, độ vượt sâu đáy luồng thường lớn. Để nâng cao chất lượng luồng đào thì quỹ tích đào của mỗi gầu nên có mấy lần đào trùng nhau, tức khoảng cách của mỗi lần hạ gầu ngoạm thường bằng $0,7 \div 0,8$ lần chiều rộng mở ra của hai nửa gầu ngoạm, khoảng cách tiến lên của tàu cuốc ngoạm không nên vượt quá chiều dài của gầu ngoạm (hình 11-11).



Hình 11-10. Sơ đồ cấu tạo tàu cuốc ngoạm.

1. Thân tàu; 2. Máy treo; 3. Cần treo; 4. Gầu ngoạm; 5. Máy tời.



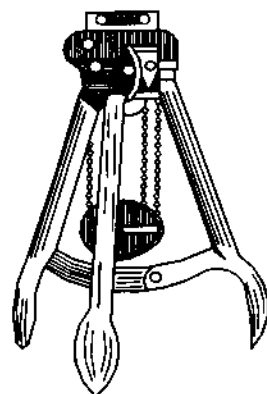
Hình 11-11. Kết cấu gầu ngoạm.

1. Vỏ gầu;
2. Trục ngăn;
3. Thanh nối gầu;
4. Giá ngang di động;
5. Bánh trượt;
6. Dây cáp;
7. Trục cuốn;
8. Dây xích;
9. Bể chứa.

Tàu cuốc ngoạm thông thường dùng để nạo vét luồng tàu, bể cảng và các nền móng dưới nước của các công trình thủy công. Nó thích hợp để đào bùn bồi tích, sỏi đá, đá cuội và đất dính, nhưng không thích hợp cho đào cát mịn và đất cát bột. Một số gầu ngoạm đặc chế (hình 11-12) được dùng để thanh thải đá sau khi nổ mìn.

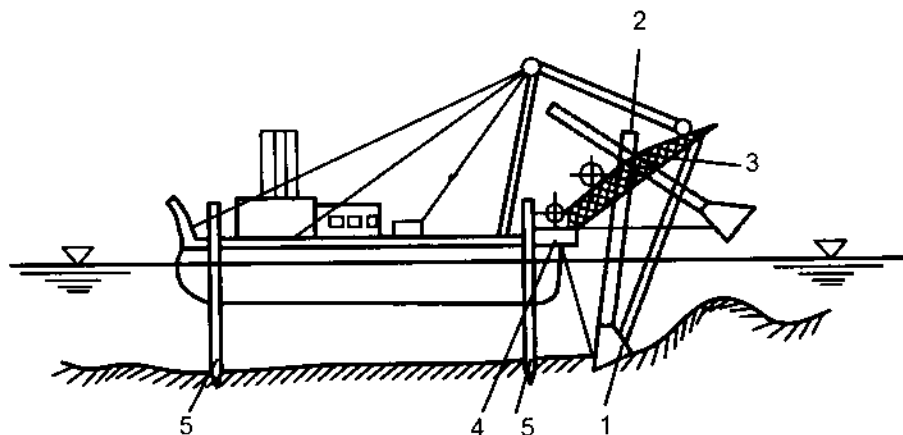
11.1.5. Tàu cuốc xúc và phương pháp thi công của nó

Tàu cuốc xúc là một loại tàu cuốc 1 gầu phi tự hành. Cơ cấu công tác giống như máy xúc đất có gầu xúc thuận hoặc gầu xúc ngược (hình 11-13). Đất bùn được đào lên đổ vào sà lan bên cạnh, khi đã đầy sẽ chờ đi đổ vào vị trí thiết kế. Tàu cuốc xúc thường được thi công nhờ cọc định vị tàu, trong



Hình 11-12. Càng ngoạm đá

vùng lưu tốc lớn cần phối hợp với neo và sử dụng phương pháp thi công đào ngang phân dải, dung lượng gầu từ $2 \div 4\text{m}^3$, cũng có trường hợp $8 \div 10\text{m}^3$. Thông thường, một tàu có thể lắp đặt nhiều loại gầu xúc khác nhau để phù hợp với từng chất đất khác nhau. Nó thích hợp cho đào đất sét, sỏi đá, đá cuội và đá là sản phẩm của nổ mìn dưới nước, đồng thời thích hợp để thanh thải dề quây và chướng ngại vật trên luồng.



Hình 11-13. Sơ đồ tàu cuốc xúc

1. Gầu xúc; 2. Cán gầu; 3. Thanh chống; 4. Đĩa quay; 5. Cọc định vị.

11.2. Lựa chọn và xác định số lượng tàu nạo vét

11.2.1. Lựa chọn tàu nạo vét

Khi lựa chọn tàu nạo vét phải xét đến khối lượng đất bùn cần nạo vét, điều kiện tự nhiên khu vực thi công, điều kiện, tính chất và các yêu cầu xử lý bùn đất. Cụ thể là cần xét đến các yêu cầu sau:

a) Tính năng tàu hút bùn bao gồm chiều dài, chiều rộng, mớn nước, động lực tàu, tốc độ di chuyển, phương pháp xả bùn, tính năng của bơm bùn, chiều sâu đào lớn nhất và bé nhất, năng lực chống gió của tàu và năng suất của tàu dưới các điều kiện; xem xét các tính năng đó có phù hợp với nhiệm vụ cần hoàn thành và điều kiện thi công hay không....

b) Tính thích ứng đối với chất đất ảnh hưởng rất lớn đến năng suất tàu nạo vét. Đối với các loại đất không cùng tính chất nên chọn loại tàu có tính năng phù hợp. Tàu nạo vét xén thổi thích hợp cho việc đào đất bồi tích, đất cát; tàu cuốc thích hợp cho đất thịt pha cát mềm trừ cát mịn và đá. Tất cả các loại đất khác đều có thể sử dụng tàu cuốc gầu. Tàu cuốc ngoạm thích hợp cho nạo vét loại đất mềm đào thành khối hoặc sỏi đá, tàu cuốc xúc dùng để đào đất cứng, đá ngầm hoặc cuội sỏi. Năng lực làm việc của tàu nạo vét cần thích ứng yêu cầu và quy mô công trình (khối lượng cần nạo vét và thời gian thi công của công trình, yêu cầu chất lượng công trình sau khi tiến hành nạo vét...). Đối với luồng tàu cửa sông và luồng vào cảng có khối lượng nạo vét lớn, thường dùng tàu hút bụng tự hành. Bể cảng, vũng neo đậu và móng công trình yêu cầu chất lượng cao, thường chọn tàu cuốc gầu hoặc tàu hút xén thổi. Trong trường hợp khu nước trước bến và móng công trình có khối lượng nhỏ thì dùng tàu cuốc ngoạm thi công cho phù hợp.

c) Xét đến độ sâu, lưu tốc, sóng gió, khu nước quay vòng của tàu trong khu vực nạo vét để chọn loại tàu thích hợp. Tàu nạo vét tự hành có tính năng chống sóng tốt có thể tiến hành tác nghiệp ngoài biển. Loại phi tự hành tính năng chống sóng kém, đặc biệt tàu hút xén thổi phải sử dụng cọc định vị và đường ống vận chuyển bùn có chiều dài tương đối lớn, tính năng chống sóng gió kém, vì vậy chỉ thích hợp cho thi công trong sông nội địa, khu vực hồ, bể cảng có che chắn.

11.2.2. Phối hợp với phương tiện, thiết bị phụ trợ

Sau khi đã xác định xong loại tàu nạo vét thì có thể bố trí các phương tiện kỹ thuật khác để phối hợp với đội tàu nạo vét. Phương tiện phụ trợ căn cứ vào loại hình tàu nạo vét chính và phương pháp thải bùn để xác định. Nếu dùng tàu cuốc gầu, tàu cuốc ngoạm hoặc tàu cuốc xúc cần bố trí băng chuyền và sà lan, nếu dùng tàu hút xén thổi cần bố trí đường ống dẫn bùn, phao đỡ đường ống dẫn bùn và các thiết bị dùng để kéo ống.

11.2.3. Xác định số lượng tàu nạo vét

a) Tính toán số lượng tàu nạo vét

Nếu đã biết thời gian thi công của công trình nạo vét và năng suất tính toán của thiết bị thì khối lượng mà một tàu nạo vét có thể hoàn thành được tính toán theo công thức sau:

$$E = T_e h_c P_c \quad (11-3)$$

Trong đó:

T_e - Số ngày thực tế tiến hành nạo vét trong thời gian thi công quy định của tàu nạo vét. Nếu thời gian thi công là t thì:

$$T_e = k_d t \quad (11-4)$$

k_d - Suất sử dụng ngày làm việc, thông thường lấy $k_d = 0,5 \div 0,6$;

h_c - Số giờ làm việc bình quân trong 1 ngày (tức số giờ tác nghiệp trong một ngày);

$$h_c = k_h t \quad (11-5)$$

k_h - Suất lợi dụng của thời gian nạo vét (thi công) thường lấy $\geq 0,75$;

t - Thời gian công tác trong 1 ngày. Nếu một ngày làm việc 3 ca, $t = 24$ giờ;

P_c - Năng suất tính toán của tàu nạo vét.

Sau khi tính toán khối lượng nạo vét và khối lượng mà mỗi tàu có thể hoàn thành ta có thể tính toán ra số lượng tàu cần thiết.

b) Tính toán số lượng sà lan và tàu kéo

Sử dụng tàu cuốc gầu, tàu cuốc ngoạm, tàu cuốc xúc, cần phải trang bị đầy đủ sà lan và tàu kéo (nếu dùng sà lan tự hành thì không cần dùng tàu kéo) để bảo đảm công tác liên tục. Nếu t_1 là thời gian cần thiết để sà lan đi đến địa điểm đổ bùn và quay về, t_2 là thời gian cần thiết để đổ đầy bùn cát vào sà lan thì số lượng sà lan N và số lượng tàu kéo B cần thiết cho mỗi tàu nạo vét là:

$$N = \frac{t_1}{t_2} + n_0 \quad (11-6)$$

$$B = \frac{t_1}{t_2} D \quad (11-7)$$

Trong đó:

n_0 - Số lượng sà lan dự phòng đậu bên cạnh tàu nạo vét;

D - Số lượng sà lan mà tàu kéo có thể kéo một lần.

Trong các công thức trên, giả định tất cả dung lượng chứa bùn của sà lan và năng lực của tàu kéo đều như nhau. Nhưng trên thực tế rất khó tập trung được các sà lan và tàu kéo giống nhau để thi công, lúc đó t_1 và t_2 là khác nhau đối với từng loại sà lan và tàu kéo. Vì vậy, trước hết phải tính trị số trung bình của t_1 và t_2 , sau đó mới tính toán theo các công thức trên.

11.3. Bơm bùn và vận chuyển dung dịch bùn

11.3.1. Bơm bùn và tính năng tác dụng

a) Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Bơm bùn là thiết bị quan trọng của tàu hút bùn và trạm bơm. Hiện nay, thường dùng bơm ly tâm loại hút một phía, được tạo thành bởi 2 bộ phận vỏ bơm và cánh bơm (hình 11-14). Bơm bùn có 2 bộ phận làm việc chính là hút bùn và đẩy bùn. Quá trình hút và đẩy bùn được tiến hành liên tục, đồng thời. Việc hút bùn thực hiện lúc cánh bơm quay dưới tác dụng của lực ly tâm nước trong khoang bơm được đẩy ra các rãnh trên vỏ bơm và ép ra phía miệng đẩy. Lúc đó, lân cận các cánh bơm hình thành khu vực áp suất thấp. Dưới tác dụng của áp suất không khí, dung dịch bùn được hút vào khu vực áp suất thấp của khoang máy bơm và lại bị cánh bơm không ngừng chuyển động đẩy vào các rãnh. Dung dịch bùn khi đến các rãnh, tốc độ giảm xuống và ép vào nhau, áp lực tăng lên và bị dôn ra ống đẩy.

b) Tính năng của bơm bùn

Lúc bơm bùn làm việc, dưới một tốc độ quay nhất định của cánh bơm, quan hệ giữa tổng cột nước, công suất, hiệu suất mà máy bơm tạo ra liên quan đến lưu lượng gọi là tính năng của bơm bùn. Nó được biểu thị bởi các tham số như: tổng cột nước, công suất, hiệu suất, tốc độ quay của máy bơm bùn.

1. *Tổng cột nước* là chiều cao lớn nhất mà máy bơm bùn có thể đưa dung dịch bùn lên. Tổng cột nước gồm 2 thành phần chiều cao hút và chiều cao đẩy. Trị số của nó được đọc từ đồng hồ chân không đặt ở miệng ra của ống hút và đồng hồ áp lực đặt ở miệng vào của ống đẩy (hình 11-15).

Do đó, sự tiêu hao tổng cột nước của bơm bùn có thể trực tiếp biến đổi số đọc trên đồng hồ chân không và đồng hồ áp lực thành mét cột nước, và tính toán theo công thức sau:

$$H = 0,0136H_v + 10H_p + h \quad (11-8)$$

Trong đó:

H - Tổng cột nước của bơm bùn (mH_2O);

H_v - Số đọc trong đồng hồ chân không ($mmHg$);

H_p - Số đọc đồng hồ áp lực (Pa);

h - Độ cao hiệu chỉnh (m), xem hình 11-15.

2. *Lưu lượng* là thể tích nước hoặc dung dịch bùn cát đi qua máy bơm bùn trong một đơn vị thời gian. Lưu lượng của máy bơm bùn có thể được tra từ đường cong đặc tính của máy bơm hoặc tính theo công thức dưới đây:

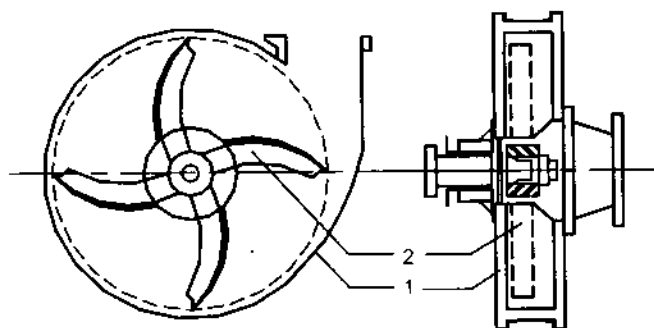
$$Q = \frac{\pi D^2}{4} v = 0,7854 v D^2 \quad (11-9)$$

Trong đó:

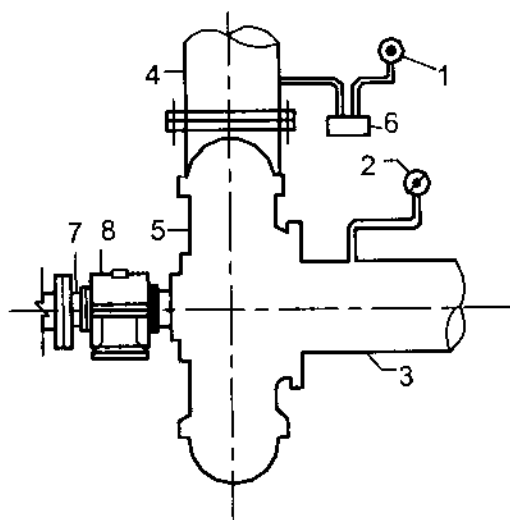
Q - Lưu lượng (m^3/s);

v - Tốc độ xả bùn (m/s);

D - Đường kính ống xả (m).



Hình 11-14. Sơ đồ cấu tạo của bơm bùn
1. Vỏ bơm; 2. Cánh bơm.



Hình 11-15. Sơ đồ vị trí đồng hồ chân không và đồng hồ áp lực
1. Đồng hồ áp lực; 2. Đồng hồ chân không;
3. Ống hút; 4. Ống đẩy; 5. Bơm bùn;
6. Thùng lọc nước; 7. Trục bơm; 8. Bộ đỡ giữa.

3. *Công suất*: Số công được bơm bùn sản ra trong một đơn vị thời gian. Công suất mà bơm bùn trực tiếp tiêu hao và xả bùn gọi là công suất hữu hiệu được tính toán theo công thức sau:

$$N_p = \gamma QH \quad (11-10)$$

Trong đó:

N_p - Công suất hữu hiệu của bơm bùn;

γ - Dung trọng của dung dịch bùn do bơm bùn vận chuyển (KN/m^3);

H - Tổng cột nước của bơm bùn (m);

Q - Lưu lượng của bơm bùn (m^3/s).

4. *Hiệu suất*: Tỷ lệ giữa công suất hữu hiệu của máy bơm bùn và công suất của máy chính gọi là tổng hiệu suất thiết bị của máy bơm bùn (η), được tính toán theo công thức sau:

$$\eta = \frac{N_p}{N_m} \quad (11-11)$$

Trong đó:

N_p - Công suất hữu hiệu của máy bơm bùn (KW);

N_m - Công suất của máy chính (KW).

5. *Tốc độ quay*: Số vòng của cánh máy bơm quay trong một phút gọi là tốc độ quay (n/phút).

Tốc độ quay có thể đo được trực tiếp từ đồng hồ đo tốc độ quay gắn trực tiếp trên trục máy bơm.

Các tính năng của máy bơm bùn có mối tương quan với nhau. Một số mối quan hệ được biểu thị như sau:

+ Trong trường hợp đường kính của vòng cánh bơm là không đổi mà tốc độ quay thay đổi thì:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (11-12)$$

+ Trong trường hợp tốc độ quay không đổi mà đường kính cánh bơm thay đổi thì:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3 \quad (11-13)$$

Trong các công thức trên Q, H, N, n, D lần lượt biểu thị lưu lượng, tổng cột nước, công suất, tốc độ quay và đường kính cánh của máy bơm. Còn chỉ số chân 1, 2 biểu thị tính năng công tác trước và sau khi thay đổi của máy bơm.

c) Đường cong đặc tính của máy bơm bùn

Đường cong đặc tính của máy bơm bùn thông thường được biểu thị trên toạ độ mà trục hoành là lưu lượng Q, trục tung là tổng cột nước H, hiệu suất η , công suất N. Đối với một tốc độ quay n của cánh bơm, có thể vẽ được 3 đường cong thể hiện quan hệ Q ~ H, Q ~ N, Q ~ η . Trong phạm vi tốc độ quay thiết kế của cánh bơm có thể vẽ ra rất nhiều đường cong đặc tính tương ứng với các tốc độ quay (hình 11-16), phản ánh mối quan hệ tương hỗ giữa các tham số của toàn bộ phạm vi công tác của đặc tính thuỷ lực máy bơm.

Cần chỉ rõ rằng, đường cong đặc tính của máy bơm thông thường được xác định qua thí nghiệm bằng nước trong, nên khi ứng dụng cụ thể vào hút và thải bùn cần phải tính đổi đối với tỉ trọng của dung dịch bùn. Để đơn giản, thường tính đổi theo công thức sau:

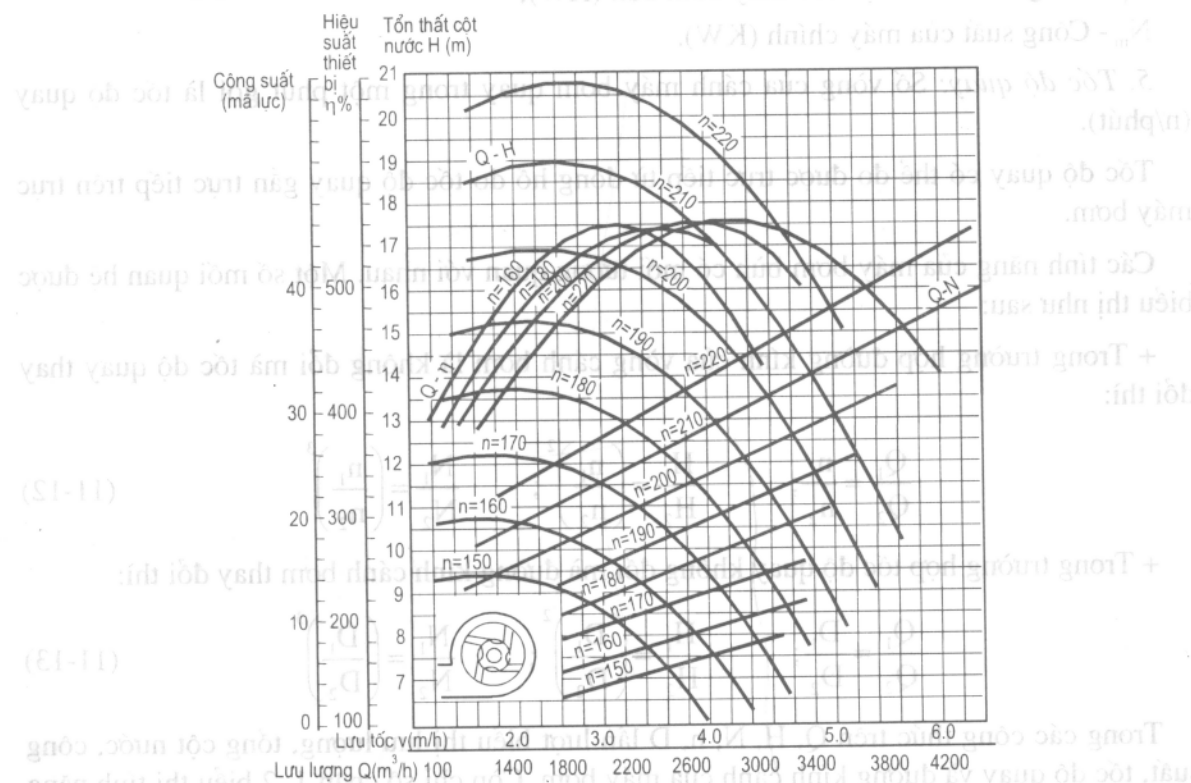
$$\left. \begin{aligned} H_m &= \gamma_m H_w \\ N_m &= \gamma_m N_w \end{aligned} \right\} \quad (11-14)$$

Trong đó:

H_w và N_w - Biểu thị trị số của cột nước và công suất trên đường cong đặc tính mực nước trong;

γ_m - Tỷ trọng của dung dịch bùn.

Công suất của máy bơm hút và thải dung dịch bùn và công suất của máy bơm khi hút và thải nước trong gần như nhau nên không cần phải tính đổi.



Hành 11-16. Đường cong đặc tính của máy bơm bùn của 1 tàu hút bùn
(1 mã lực = 735,498W)

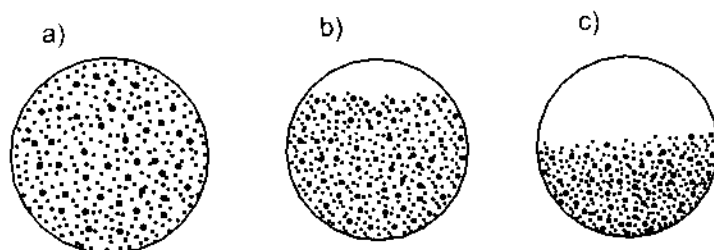
11.3.2. Tính toán thủy lực đường ống vận chuyển bùn

a) Khái niệm chung về sự chuyển động của dung dịch bùn

Dung dịch bùn là một thể hỗn hợp giữa các hạt đất và nước, lực đẩy ngang của dòng chảy là động lực chủ yếu làm cho hạt đất chuyển động về phía trước, còn lưu tốc mạch động của dòng rồi là lực chủ yếu khiến cho hạt bùn cát nổi lên, hai loại lực đó cùng tăng lên khi lưu tốc tăng lên. Vì trong dung dịch bùn, kích thước và trọng lượng của các hạt bùn cát không giống nhau làm cho phân bố hạt trên mặt cắt ướt của dung dịch bùn cũng khác nhau. Vì vậy xuất hiện 3 trường hợp sau:

- Khi lưu tốc rất lớn, toàn bộ các hạt bùn cát đều ở trạng thái lơ lửng, các loại hạt phân bố đều trên toàn bộ mặt cắt ngang (hình 11-17a). Nhưng thông thường hiện tượng đó chỉ xảy ra trong trường hợp hạt cát ($d = 2,0 \div 0,05\text{mm}$) và hạt bồi tích ($d = 0,25 \div 0,05\text{mm}$).

- Lưu tốc tương đối lớn, dung dịch bùn ở trạng thái chuyển động lơ lửng, nhưng phân bố hạt bùn cát không đồng đều, những hạt lớn phân bố ở gần đáy ống (hình 11-17b).
- Lưu tốc giảm nhỏ đến 1 giá trị nhất định, đáy ống sẽ xuất hiện bồi lắng (hình 11-17c).



Hình 11-17. Tình hình phân bố hạt trong mặt cắt ngang dòng chảy
a) Lớn hơn dòng chảy laminar; b) Dòng chảy laminar; c) Nhỏ hơn dòng chảy laminar.

Trong nghiên cứu chuyển động của dung dịch bùn cát, gọi trạng thái chảy thứ 2 trước lúc bắt đầu xuất hiện bồi lắng của hạt bùn cát là trạng thái laminar giới. Lưu tốc tương ứng với trạng thái laminar giới gọi là lưu tốc laminar giới, đó là lưu tốc trung bình nhỏ nhất của một mẫu bùn cát bắt đầu bồi lắng trong một điều kiện nhất định của đường kính ống và tỉ trọng của dung dịch bùn cát.

Rất nhiều tài liệu thực nghiệm đã chứng minh rằng: ở trạng thái laminar giới, tổn thất cột nước của dòng chảy dung dịch bùn cát là nhỏ nhất. Ở trạng thái lưu tốc nhỏ hơn lưu tốc laminar giới, các hạt bùn cát chuyển động sát đáy gặp sức cản lớn, nên tổn thất cột dòng chảy dung dịch bùn cát tăng lên. Vì vậy, về mặt lý thuyết cần phải khống chế chuyển động bùn cát trong đường ống ở trạng thái dòng chảy laminar giới. Nhưng hiện nay những công thức kinh nghiệm về lưu tốc laminar giới cho kết quả khác rất nhiều so với thực tế nên gặp phải khó khăn khi ứng dụng. Đồng thời trong thực tế thi công, lưu lượng của bơm bùn, nồng độ dung dịch bùn và tính chất thổ nhưỡng biến hoá tương đối lớn, tình hình công tác cũng không ổn định. Để đảm bảo cho đường ống làm việc đáng tin cậy thường sử dụng lưu tốc lớn hơn lưu tốc laminar giới là thích hợp.

Theo kinh nghiệm, lưu tốc làm việc của đường ống vận chuyển bùn cát (lưu tốc trung bình mặt cắt) lấy theo các trị số trong bảng 11-2 là phù hợp. Dựa vào các trị số này để xác định đường kính của ống vận chuyển bùn cát.

Bảng 11-2. Lưu tốc làm việc của ống tải cát

Tính chất đất	Bùn yếu	Cát mịn	Cát trung	Cát thô lẫn sỏi	Sỏi sạn
Lưu tốc công tác (m/s)	2,50	3,00	3,50	4,50	5,50

b) Tính toán nồng độ của dung dịch bùn

Nồng độ của dung dịch bùn là một chỉ tiêu quan trọng trong việc tính toán khối lượng nạo vét của tàu hút xén thổi và tính toán thủy lực của dung dịch bùn. Tùy theo phương pháp tính khác nhau có thể lựa chọn 1 trong 3 loại biểu thị nồng độ dung dịch bùn dưới đây:

- Biểu thị bằng tỉ lệ phần trăm của thể tích bùn cát tự nhiên chiếm trong dung dịch bùn.

Nồng độ dung dịch bùn được biểu thị bằng tỉ lệ phần trăm thể tích bùn cát tự nhiên trong dung dịch bùn gọi là nồng độ thể tích tự nhiên. Trị số này dùng để tính toán khối lượng nạo vét. Gọi γ_s , γ_m , γ_w biểu thị tỷ trọng của dung dịch bùn, đất tự nhiên đáy sông và nước, thì nồng độ thể tích đất tự nhiên trong dung dịch bùn ρ_1 (%) được tính toán theo công thức sau:

$$\rho_1 = 100 \cdot \frac{\gamma_m - \gamma_w}{\gamma_s - \gamma_w} ; (\%) \quad (11-15)$$

- Biểu thị bằng tỉ lệ phần trăm thể tích các hạt rắn chiếm ở trong dung dịch bùn. Vì đất tự nhiên ở đáy sông chứa rất nhiều các khe rỗng nên nồng độ thể tích của đất tự nhiên thực ra không phản ánh trực tiếp trị số thể tích chiếm trong dung dịch bùn. Để tiến hành tính toán thủy lực của dung dịch bùn, nồng độ của dung dịch bùn cần được biểu thị theo tỉ lệ phần trăm thể tích hạt rắn chiếm ở trong dung dịch bùn.

Nếu tỷ trọng hạt rắn của đất là γ_s , thì nồng độ thể tích hạt rắn trong dung dịch ρ_2 (%) được tính toán như sau:

$$\rho_2 = 100 \cdot \frac{\gamma_m - \gamma_w}{\gamma_s - \gamma_w} ; (\%) \quad (11-16)$$

Quan hệ giữa ρ_1 (%) và ρ_2 (%) là:

$$\rho_2 = (1 - n) \rho_1 \quad (11-17)$$

Trong đó n là hệ số rỗng của đất.

- Biểu thị bằng tỉ lệ phần trăm trọng lượng của hạt rắn trong dung dịch bùn. Nồng độ của dung dịch bùn được biểu thị bằng tỉ lệ phần trăm trọng lượng của hạt rắn trong dung dịch bùn gọi là nồng độ trọng lượng của hạt rắn. Đại lượng này dùng trong tính toán thủy lực của dung dịch bùn ρ_3 :

$$\rho_3 = 100 \cdot \frac{\gamma_s (\gamma_m - \gamma_w)}{\gamma_m (\gamma_s - \gamma_w)} ; (\%) \quad (11-18)$$

Thực tiễn chứng minh rằng, nâng cao nồng độ của dung dịch bùn có một ý nghĩa rất lớn đối với việc tiết kiệm tiêu hao thiết bị và động lực cũng như giảm chi phí đầu tư cho công trình. Có thể sử dụng các biện pháp từ hai công đoạn hút bùn và xả bùn để nâng cao nồng độ của dung dịch bùn. Biện pháp chủ yếu trong công đoạn hút bùn là căn cứ vào tính chất thổ nhưỡng chọn thiết bị đào bùn thích hợp (như các lưỡi xén, gầu ngoạm...). Sử dụng phương pháp đào bùn hợp lý, cố gắng giảm thiểu cao trình lắp đặt của máy bơm và các biện pháp để bảo vệ các thiết bị máy bơm bùn được đóng kín, nhằm giảm thiểu tiêu hao chân không trong chiều cao đẩy của ống hút bùn. Về công đoạn thải bùn có thể sử dụng những biện pháp tăng cường nồng độ.

c) Tổn thất cột nước của đường ống vận chuyển bùn

- Tổn thất cột nước ma sát dọc đường: Tổn thất cột nước ma sát dọc đường được tính toán theo công thức sau:

$$h_r = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \text{ (mH}_2\text{O)} \quad (11-19)$$

Trong đó:

D - Đường kính của ống (m);

v - Vận tốc công tác của đường ống (m/s);

g - Gia tốc trọng trường (9,8m/s²);

L - Chiều dài đường ống (m);

λ - Hệ số sức cản dọc đường của dung dịch bùn chuyển động trong đường ống.

$$\lambda = \gamma_m \lambda_w \quad (11-20)$$

γ_m - Tỷ trọng của dung dịch bùn;

λ_w - Hệ số sức cản dọc đường của nước trong ống trơn.

Có người cho rằng, mức độ rối động của dung dịch bùn trong đường ống nhỏ hơn mức độ rối động của nước trong nên để nghị công thức trên lấy số mũ của v là 1,75. Để hệ số sức cản là hằng số, có thể chọn $\lambda = 0,0208$ tức là:

$$h_r = 0,0208 \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^{1,75}}{2g} \text{ (mH}_2\text{O)} \quad (11-21)$$

- Tổn thất cột nước cục bộ của đường ống vận chuyển bùn xuất hiện ở khúc cong, van và ở những vị trí nối đường ống. Những tổn thất đó có thể tính toán theo công thức trong sổ tay thủy lực. Để đơn giản có thể dùng phương pháp chiều dài đẳng hiệu tức là thay thế các tổn thất cục bộ trong đường ống bằng cách tăng thêm chiều dài đường ống, tổn thất dọc đường của đoạn ống tăng lên bằng tổn thất cục bộ toàn ống. Cũng có khi tính toán tổn thất dọc đường bằng cách tăng thêm hệ số sức cản để gộp các tổn thất cục bộ vào trong hệ số đó.

d) Tổn thất cột nước toàn hệ thống máy bơm bùn

Tổn thất cột nước trong hệ thống bơm bùn là tổng đại số các tổn thất cột nước trong đường ống hút và xả bùn tức là: $H = H_B + H_M$

- Tổn thất cột nước của ống hút H_B :

$$H_B = h_c + h_{sl} + h_{v1} + h_{f1} \quad (11-22)$$

Trong đó:

h_c - Tổn thất ở miệng vào (m);

$$h_c = \gamma_m \cdot k_c \cdot \frac{v_l^2}{2g} \quad (11-23)$$

k_c - Hệ số xét đến hình dạng miệng vào, đối với miệng vào hình loa $k_c = 0,04$; đối với miệng vào không tròn lằm $k_c = 0,23$, đối với ống thẳng $k_c = 0,50$;

v_l - Lưu tốc của dung dịch bùn trong ống hút (m/s);

h_{v1} - Chiều dài ống hút (m), tức là hiệu số giữa cột nước thủy tĩnh của miệng vào ống hút và trục máy bơm.

$$h_{s1} = \gamma_m B - \gamma_w C \quad (11-24)$$

B - Chênh lệch độ cao của đầu vào ống hút và trục máy bơm (m);

C - Chênh lệch độ cao giữa miệng vào ống hút đến mực nước tĩnh (m);

h_{v1} - Cột nước vận tốc đầu ống hút (m);

$$h_{v1} = \gamma_m \cdot \frac{v_1^2}{2g} \quad (11-25)$$

h_{i1} - Tổn thất cột nước ma sát dọc đường (m).

• Tổn thất cột nước trong ống thải bùn H_M :

$$H_M = h_{s2} + h_{v2} + h_{f2} + h' \quad (11-26)$$

Trong đó:

h_{s2} - Chênh lệch cột nước thủy tĩnh từ trọng tâm máy bơm đến đầu ra ống thải cát (m);

$$h_{s2} = \gamma_m \cdot s \quad (11-27)$$

s - Chênh lệch độ cao từ trục máy bơm đến tâm miệng ra của ống thải (m);

h_{v2} - Cột nước vận tốc ở cuối ống thải:

$$h_{v2} = \gamma_m \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad (11-28)$$

v_2 - Lưu tốc của dung dịch bùn trong ống thải (m/s);

h_{f2} - Tổn thất ma sát dọc đường (m);

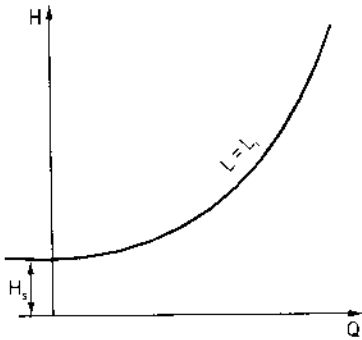
h' - Tổn thất cục bộ (m).

11.3.3. Đường cong đặc trưng của đường ống tải bùn

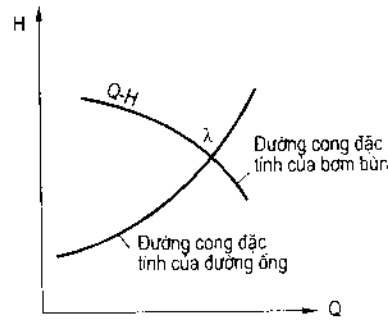
Từ tính toán thủy lực đường ống tải bùn đã nói ở trên ta thấy rằng, khi kích thước mặt cắt ngang của đường ống đã xác định thì lưu lượng sẽ thay đổi theo lưu tốc; khi chiều dài và cách bố trí của đường ống đã xác định thì tổng tổn thất cột nước của đường ống cũng thay đổi theo lưu tốc. Cho nên, khi kích thước mặt cắt ngang, chiều dài và cách bố trí của đường ống đã nói có tổng tổn thất cột nước H là hàm số của lưu lượng Q , biểu thị hàm số trực tiếp bằng đường cong thì gọi là đường cong đặc tính của đường ống (hình 11-18). Đường ống khác nhau, đường cong đặc tính của chúng cũng khác nhau. Trong hình $H_s = h_{s1} + h_{s2}$ là cột nước thủy tĩnh của hệ thống bơm bùn, nó không phải là hàm số của lưu tốc, lưu lượng.

Như trên đã chỉ rõ, đường cong đặc tính của bơm bùn có thể quy định phạm vi công tác của bơm bùn, nhưng bơm bùn hoạt động theo nguyên lý tự hành và thông qua đường ống để hút xả bùn, do đó khi sử dụng đường cong đặc tính cần phải chú ý đến đặc tính của máy phát và đặc tính của đường ống. Trong một điều kiện xác định nào đó (nồng độ của dung dịch bùn, đường kính và chiều dài đường ống, vận tốc quay và đường kính của cánh tuốc bin bơm), bơm chỉ có thể làm việc trên một điểm công tác của đường cong đặc tính. Điểm đó là giao điểm A trên đường cong đặc tính của máy bơm và đường cong đặc tính của đường ống (hình 11-19). Nếu điều kiện thay đổi, điểm công tác A sẽ thay đổi theo. Trong thực tế, chiều dài của đường ống bơm và nồng độ dung dịch bùn luôn luôn thay đổi, đặc

biệt đối với máy bơm bùn của tàu nạo vét và của trạm bơm di động, do đó cần phải điều tiết vận tốc quay hoặc thay đổi đường kính của cánh bơm để thích hợp với sự thay đổi của tình huống thực tế.



Hình 11-18. Đường cong đặc tính của đường ống dẫn bùn.



Hình 11-19. Điểm công tác của bơm bùn.

11.4. Xử lý bùn nạo vét và công trình phun đắp

11.4.1. Phương pháp xử lý đối với bùn nạo vét

Xử lý đối với bùn nạo vét là một vấn đề cực kỳ quan trọng trong công tác thi công nạo vét. Kinh nghiệm chỉ rõ rằng phương pháp xử lý bùn nạo vét có quan hệ trực tiếp đến tiến độ thi công của công trình, hiệu suất nạo vét và giá thành công trình. Do đó cần phải coi trọng đầy đủ các mặt và tùy theo loại hình của phương tiện nạo vét, phương thức nạo vét và điều kiện thi công mà có phương pháp xử lý bùn nạo vét. Có 3 hình thức chủ yếu sau: Đổ bùn dưới nước, đổ bùn bên rìa bờ và phun đắp.

a) Phương pháp đổ bùn dưới nước

Vận chuyển bùn cát nạo vét đến một vùng nước đã xác định để đổ bùn và không sử dụng lại lượng bùn đổ vào mục đích khác gọi là phương pháp đổ bùn dưới nước. Chọn khu đổ bùn dưới nước cần xem xét các vấn đề sau:

- Chọn vị trí gần nơi nạo vét để rút ngắn khoảng cách vận chuyển, giảm giá thành công trình;
- Khu đổ bùn cần có diện tích vùng nước và độ sâu nhất định để phương tiện chở bùn ra vào và quay tàu một cách thuận lợi, tiết kiệm thời gian tác nghiệp của tàu đổ bùn;
- Sóng gió trong vùng nước dọc đường đến khu đổ bùn không ảnh hưởng đến tác nghiệp của khu đổ bùn;
- Không ảnh hưởng đến sự đi lại của tàu thuyền khác, không làm cản trở đến các hoạt động khác như thủy sản, thủy lợi... Khu đổ bùn đã lựa chọn cần phải được sự đồng ý của các cơ quan chức năng liên quan.
- Trong điều kiện thoả mãn các yêu cầu nói trên, đồng thời phải làm rõ tình hình dòng chảy, cần chọn nơi đổ bùn có lưu tốc bé, lưu hướng của dòng chảy tách rời với hướng luồng đào để tránh hiện tượng sau khi đổ bùn cát quay trở lại bồi lấp luồng tàu.

b) Phương pháp đổ bùn bên rìa bờ

Tàu hút bùn tự hành trong quá trình tác nghiệp nạo vét, vừa đào bùn, vừa thải bùn cát vào nước để dòng chảy mang bùn cát đi thì gọi là phương pháp đổ bùn rìa bờ.

- Cửa xả bên

Tàu hút bùn hiện đại đều bố trí những cửa xả bên chuyên dùng. Dung dịch bùn được máy bơm hút lên đi qua cửa xả bên sườn để xả trực tiếp vào trong nước. Để cho càng nhiều bùn cát được mang ra phía ngoài luồng đào thì ngoài yêu cầu lưu tốc dòng chảy tương đối lớn, phương di chuyển tạo với trục luồng đào một góc nhất định, góc lệch càng lớn hiệu quả càng cao.

- Chảy tràn

Dung dịch bùn được máy bơm hút lên sẽ đi vào trong khoang chứa. Khi khoang chứa bùn đã đầy thì dung dịch bùn sẽ tràn qua các cửa tràn 2 phía thải vào trong nước. Điều đó có thể làm cho các cục đất và những bùn cát hạt thô được chặn lại trong khoang chứa bùn, từ đó giảm thiểu sự bồi lắng trở lại luồng tàu. Đến khi khoang chứa bùn đã đầy, bùn cát được đưa đến vị trí đổ quy định.

- Dùng tàu hút xả bên để đổ bùn ở 2 phía luồng đào

Tàu hút bùn xả bên khi vận hành dọc theo luồng đào thông qua đường ống xả bùn được lắp đặt trên một cần dài vươn ra phía ngoài thân tàu vừa đào vừa xả các bùn cát hút lên đổ vào 2 phía. Các hạt bùn cát tương đối thô sẽ chìm xuống đáy nước còn lại những hạt mịn sẽ bị dòng chảy mang đi. Với phương pháp đổ bùn bên cạnh nói trên, mặc dù quá trình bồi lắng trở lại tương đối lớn nhưng vì nó tiết kiệm được rất nhiều thời gian đổ bùn nên có hiệu suất thi công tương đối cao. Khuyết điểm lớn nhất của phương pháp này là có thể tạo nên sự ô nhiễm 2 lần.

c) Phương pháp phun đắp

Phun đắp là phương pháp đưa bùn cát nạo vét vận chuyển đến một vị trí trên bờ hoặc vùng bãi thấp dưới nước để bồi đắp, tạo mặt bằng xây dựng công trình. Phương pháp này không những làm cho các phế thải được tái sử dụng phục vụ đa mục tiêu kinh tế xã hội mà còn tránh được khả năng bồi lắng trở lại, nên đó là một phương pháp ưu việt.

11.4.2. Công trình phun đắp

Công trình phun đắp có thể tùy theo tính chất của nó mà chia ra các loại sau:

1. Lấy công tác nạo vét lòng sông là nhiệm vụ chính, kết hợp phun đắp xử lý bùn cát vào mục đích sử dụng khác.

2. Lấy việc phun đắp bùn cát làm chính, phục vụ việc tạo mặt bằng xây dựng công trình.

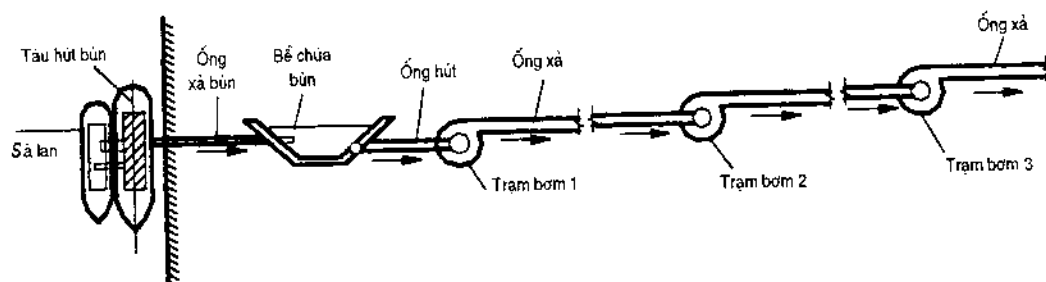
Hiện nay, việc sử dụng nạo vét để phun đắp và tạo mặt bằng mở rộng diện tích lục địa, quai đê lấn biển, lấn sông, đắp đường hoặc kết hợp với công trình chính trị đã sử dụng một cách rộng rãi.

a) Bố trí hệ thống trạm bơm (hoặc bố trí chuỗi trạm bơm)

Khi bùn cát nạo vét cần phải trung chuyển để phun đắp cho một vùng xa cần phải lắp đặt một chuỗi trạm bơm tiếp sức. Tức là nối một số máy bơm bằng các đoạn ống tải bùn để tạo thành một hệ thống liên tục vận chuyển bùn cát. Chuỗi trạm bơm tiếp sức có 2 phương thức liên kết máy bơm và tàu hút bùn:

- Bố trí một bể chứa trung gian ở giữa máy bơm và tàu hút bùn (bể bùn) để tích trữ dung dịch bùn từ tàu hút bùn bơm đến và là nguồn dung dịch bùn cát của máy bơm (hình 11-20). Với cách này tàu hút bùn và chuỗi trạm bơm làm việc độc lập nhau, chỉ liên hệ với nhau thông qua bể bùn.

- Nối trực tiếp tàu hút bùn với chuỗi máy bơm. Với cách này, khi tàu thổi bùn thay đổi vị trí sà lan và không thể dừng máy bơm, cần phải bơm nước trong. Những máy bơm xâu chuỗi với nhau có thể tập trung một chỗ, cũng có thể phân thành các đoạn cách nhau (hình 11-20).



Hình 11-20. Sơ đồ bố trí chuỗi trạm bơm

Loại tập trung quản lý đơn giản thuận tiện hơn nhưng áp lực trong đường ống tải bùn tăng lên gấp bội, do đó thành ống tải bùn cần phải tăng thêm chiều dày. Loại cách đoạn, 2 trạm bơm cách xa nhau nên áp lực trong ống thấp, cần đảm bảo thành ống hút của trạm bơm sau phải có áp lực dương tránh không khí bị hút vào đường ống.

b) Chọn khu vực đắp bùn

Khu vực dùng để tập trung bùn cát phun đắp gọi là bãi bùn. Điều kiện để chọn bãi bùn tùy theo tính chất của công trình khác nhau, đối với công trình phun đắp là chính thì chủ yếu phụ thuộc vào phạm vi cần phải đắp. Đối với công trình nạo vét là chính cần xét đến các vấn đề sau:

- Căn cứ vào chất đất và khối lượng nạo vét để quyết định phạm vi và dung lượng bãi bùn.

- Chọn những vùng đất thấp, hõ sâu không sử dụng và thuận tiện cho việc chứa bùn.

- Phụ cận bãi bùn có rãnh thoát nước thuận lợi cho việc thoát nước của bãi.

- Nếu không có điều kiện lắp đặt trạm bơm, chỉ có thể phun đắp ở vùng gần, khi đó số lượng bãi chứa cần phải căn cứ vào tính năng tàu hút bùn và chiều dài đường ống để quyết định.

c) Xây đê vây bãi bùn

Việc xây đê vây để tạo thành bãi chứa bùn làm cho bùn cát được lắng đọng lại trong phạm vi quy định, không cho chảy tràn ra ngoài một cách tự do. Đê vây có tác dụng bảo vệ cho bãi bùn không chịu sự đào xói của dòng chảy và của sóng từ phía ngoài.

Bố trí đê vây cần dựa vào địa hình, cố gắng bố trí tuyến đê đi qua nơi có gò cao, bờ nhô để giảm thiểu chi phí đắp đê. Kích thước của đê tùy thuộc vào chất đất, thông thường lấy theo quy cách trong bảng 11-3. Trường hợp chiều cao đê vây lớn hơn 3m, cần sử dụng phương pháp phân kỳ đắp đê để giảm nhỏ mặt cắt ngang đê vây và sự cố trượt mái đê vây.

Cao trình đỉnh đê vây tính toán theo công thức sau:

$$H = H_0 + \Delta H \quad (11-29)$$

Trong đó:

H - Cao trình đỉnh đê (m);

H_0 - Cao trình thiết kế của bãi bùn (m);

ΔH - Độ vượt cao dự phòng, xét đến việc sau khi kết thúc phun đắp nước rút ra khỏi khối bùn thì cao trình mặt bùn bằng phẳng, thường lấy $\Delta H = 0,3 \div 0,5m$.

Bảng 11-3. Kích thước một số hình thức đê vây

Loại đất	Mái		Chiều rộng đỉnh	Ghi chú
	Trong	Ngoài		
Đê đất	1:1,5	1:2,0	1~2	Đất không tốt cần gia cố mái
Đê cát	1:2,0	1:2,5~1:3,0	1~2	Gia cố bằng cỏ hoặc bao tải
Đê bùn	1:1,5	1:2,0	1~1,5	Mái trong cần gia cố
Đê bao cát	1:0,5	1:1,0	1,5~2,0	
Đê đá phiến	1:0,5	1:1,0	0,8~1,2	Mái trong cần tăng lọc ngược

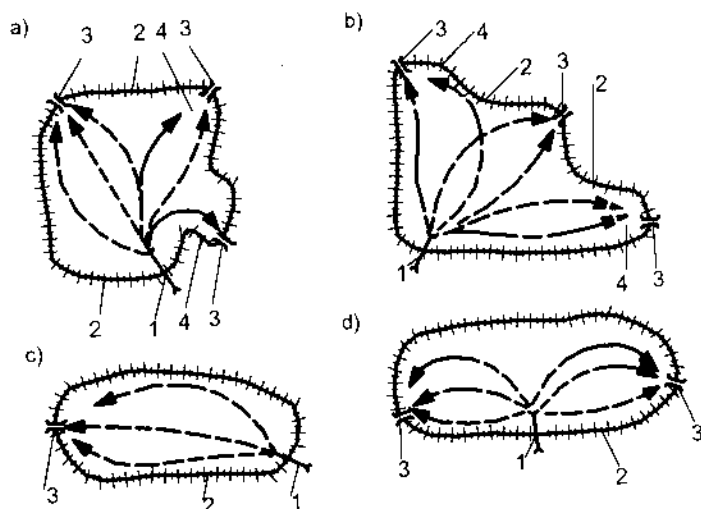
Khi xây đê vây, trước hết cần thanh thải rễ cây, cỏ tạp, đề phòng lún và rò rỉ, đối với nền đất mềm phải xử lý thích đáng, nền đất cát cần có giải pháp chống thấm. Thân đê nếu được đắp bằng vật liệu có tính thấm nước cao, cần phải có lõi đê bằng đất sét hoặc vật liệu có tính chống thấm tương tự.

d) Bố trí cửa thoát nước

Cửa thoát nước là bộ phận quan trọng của bãi chứa bùn. Tác dụng của nó là dẫn thoát lượng nước trong khối bùn. Trong quá trình phun đắp cần phải điều tiết mực nước trong bãi bùn để khống chế việc thất thoát bùn đất, đạt được sự bằng phẳng mặt bãi. Cửa thoát nước cần lắp đặt vững chắc nếu không sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của phun đắp và an toàn của đê vây. Cửa thoát nước bao gồm các loại: cống hình hộp, cửa van và loại cửa bản lề tùy theo điều kiện cụ thể để chọn. Vị trí cửa thoát nước thường bố trí cách miệng ra của ống xả bùn càng xa càng tốt. Mục đích là làm cho dung dịch bùn có quãng đường đi dài, để khi dòng thải ra đến cửa thoát nước thì chủ yếu là nước trong. Đồng thời phải xét đến khi nước

đục thải ra không làm cho bến cảng, cầu cống, công trình thủy lợi, đê điều vùng phụ cận bị bồi hoặc xói. Ở cửa sông vùng triều, phải xét đến thời gian duy trì triều cao vẫn có thể thoát nước được. Hình 11-21 thể hiện các phương thức bố trí cửa thoát nước cho công trình phun đắp. Các phương thức bố trí đều trong tình hình đường ống xả bùn không được nối dài thêm, điều tiết lưu hướng của dung dịch bùn bằng cửa thoát nước làm cho mặt bãi bùn được bằng phẳng.

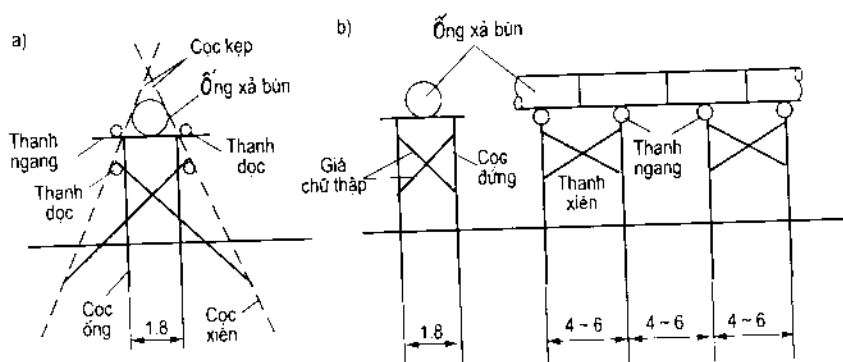
Hình 11-21. Sơ đồ bố trí cửa thoát nước bãi bùn
1. Ống xả bùn; 2. Đê vây;
3. Cửa thoát nước; 4. Vùng đất chết.
a) Bố trí cửa thoát nước tại góc chết;
b) Bố trí cửa thoát nước phân lưu nhiều hướng; c) Bố trí cửa thoát nước đơn hướng; d) Bố trí cửa thoát nước hai hướng.



e) Bố trí đường ống xả bùn

Đường ống xả bùn là thiết bị quan trọng để vận chuyển dung dịch bùn tới bãi phun đắp. Sự bố trí có hợp lý hay không ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất làm việc của tàu hút bùn, trạm bơm và kinh phí của công trình. Khi chọn tuyến đường ống thải bùn cần xem xét một cách tổng thể về công suất của máy chính, tàu hút bùn và trạm bơm, cột nước của máy bơm bùn và khoảng cách vận chuyển bùn. Tuyến đường ống xả bùn cần tránh đổi hướng đột ngột và cố gắng rút ngắn chiều dài đường ống để giảm thiểu độ dốc và tổn thất cột nước. Trong điều kiện có thể, cần tận dụng giảm thiểu khối lượng công trình cho đường ống trên mặt nước. Đường ống trên cạn nên chọn đặt nơi có địa hình bằng phẳng, rộng rãi, cố gắng hạn chế sử dụng giá đỡ. Các giá đỡ đường ống trong bãi bùn phải dựa vào tính chất đất phun đắp để quy định.

Khi thổi bùn cần bố trí giá đỡ một lần, còn khi thổi cát cần vừa phun thổi vừa nối dài đường ống. Giá đỡ của ống xả bùn thường có 2 dạng được thể hiện trên hình 11-22. Loại thứ nhất dùng cho đường ống trên nước, loại 2 dùng cho đường ống trên cạn và trong nội bộ bãi bùn.



Hình 11-22. Các dạng giá đỡ đường ống xả bùn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ môn Cảng - Đường thuỷ - Trường Đại học Xây dựng. *Thi công công trình cảng - đường thuỷ*. Giáo trình Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội 1968.
2. Lê Văn Kiểm. *Kỹ thuật thi công lắp ghép*. Giáo trình Đại học Xây dựng, Hà Nội 1971.
3. Đại học Thiên tân Trung Quốc. *Thi công công trình cảng - đường thuỷ*. Nhà xuất bản Giao thông Nhân dân, 1961.
4. Cục Công trình giao thông thuỷ I - Bộ Giao thông Trung Quốc. *Sổ tay thi công công trình cảng* - Nhà xuất bản Giao thông Nhân dân, 1994.
5. Đại học Hà Hải - Nam Kinh - Trung Quốc - *Thi công công trình vận tải thuỷ*. Giáo trình Trường Đại học Hà Hải - Nam Kinh - Trung Quốc, 1997.
6. N.M. Cô lô cô cô lớp. *Xây dựng Cảng*. Nhà xuất bản Giao thông Moskva, 1978.

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1: ĐẶC ĐIỂM CHUNG VỀ THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẢNG - ĐƯỜNG THỦY	
1.1. Nhiệm vụ và nội dung chủ yếu của thi công công trình cảng - đường thủy	5
1.2. Những đặc điểm về tổ chức thi công công trình cảng - đường thủy	5
1.3. Các bộ phận đặc biệt của tổ chức thi công công trình cảng - đường thủy	7
Chương 2: ĐO ĐẠC THI CÔNG VÀ ĐỊNH VỊ CÔNG TRÌNH	
2.1. Đo đạc khống chế thi công	9
2.2. Định vị điểm khống chế mặt bằng và cao độ công trình bến trọng lực	14
2.3. Định vị cọc cầu tàu	16
2.4. Định vị trí tàu đổ đá và đầm lớp đệm	22
2.5. Tiêu khống chế của dè chắn sóng loại mái nghiêng	24
2.6. Tiêu báo mực nước thủy triều	24
Chương 3: THI CÔNG LỚP ĐỆM ĐÁ DƯỚI NƯỚC	
3.1. Yêu cầu đối với lớp đệm đá dưới nước	25
3.2. Trình tự và phân lớp đổ đá	25
3.3. Phương pháp vận chuyển và đổ đá lớp đệm	26
3.4. Đầm chặt lớp đệm	29
3.5. San phẳng lớp đệm	34
Chương 4: THI CÔNG CÔNG TRÌNH BẰNG CÁC KHỐI BÊ TÔNG	
4.1. Bãi đúc khối và bố trí mặt bằng bãi đúc khối bê tông	38
4.2. Đúc khối bê tông thường và khối dệ hình	41
4.3. Vận chuyển khối bê tông	42
4.4. Xếp khối bê tông	44
4.5. Đổ khối bê tông	45
Chương 5: THI CÔNG CÔNG TRÌNH BẰNG THÙNG CHÌM	
5.1. Các phương thức chế tạo thùng chìm	48
5.2. Công nghệ chế tạo thùng chìm	54
5.3. Di chuyển và hạ thủy thùng chìm	60

5.4. Vận chuyển thùng chìm dưới nước	64
5.5. Lắp đặt và lắp thùng chìm	69
Chương 6: CÔNG TÁC CỌC	
6.1. Các loại cọc thường dùng trong xây dựng công trình cảng - đường thủy	73
6.2. Hiện tượng vật lý xảy ra khi đóng cọc	77
6.3. Bãi đúc cọc và bố trí mặt bằng bãi đúc cọc	79
6.4. Đặc điểm công nghệ đúc cọc	81
6.5. Vận chuyển cọc	83
6.6. Thiết bị đóng cọc	86
6.7. Chọn búa và giá búa đóng cọc	90
6.8. Đóng cọc đơn	93
6.9. Đóng cọc cừ	96
6.10. Thao tác phụ trong đóng cọc	98
6.11. Nguyên nhân cọc bị lệch, nứt khi đóng và biện pháp đề phòng, xử lý	101
6.12. Hạ cọc bằng phương pháp dùng máy chấn động (búa rung)	103
6.13. Hạ cọc bằng phương pháp xói nước	108
6.14. Hạ cọc xoắn	110
6.15. Thi công cọc đổ bê tông tại chỗ	111
6.16. Thi công cọc ống bê tông cốt thép	113
Chương 7: THI CÔNG TRIỂN TÀU	
7.1. Chế tạo cấu kiện đúc sẵn	116
7.2. Lắp đặt cấu kiện	118
Chương 8: THI CÔNG HẠ GIẾNG CHÌM VÀ THÙNG CHÌM KHÍ ÉP	
8.1. Khái niệm và cấu tạo	127
8.2. Hạ giếng chìm trên khô	128
8.3. Hạ giếng chìm dưới nước	133
8.4. Kiểm tra điều chỉnh giếng chìm	137
8.5. Bịt giếng (hay lắp giếng)	138
8.6. Thi công hạ thùng chìm khí ép	138
Chương 9: THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẢNG BẰNG KẾT CẤU LẮP GHÉP	
9.1. Công tác lắp ghép cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn	144
9.2. Thi công lắp ghép kết cấu phần trên của cầu tàu	146
9.3. Thi công bến tường cừ	154
9.4. Thi công bến tường góc lắp ghép	160

Chương 10: THI CÔNG CÔNG TRÌNH GIA CỐ BỜ

10.1. Gia cố bờ bằng tấm cỏ	164
10.2. Gia cố bờ bằng đá lát	165
10.3. Gia cố bờ bằng rọ đá	166
10.4. Gia cố bờ bằng khối bê tông và tấm bê tông cốt thép	167
10.5. Gia cố bờ bằng bó cành cây	168

Chương 11: THI CÔNG NẠO VẾT

11.1. Thiết bị nạo vét và phương pháp thi công	169
11.2. Lựa chọn và xác định số lượng tàu nạo vét	181
11.3. Bơm bùn và vận chuyển dung dịch bùn	183
11.4. Xử lý bùn nạo vét và công trình phun đắp	191

Tài liệu tham khảo

196

KỸ THUẬT THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẢNG - ĐƯỜNG THỦY

Chịu trách nhiệm xuất bản :

BÙI HỮU HẠNH

Biên tập : TRỊNH KIM NGÂN

Chế bản : LÊ THỊ HƯƠNG

Sửa bản in : TRỊNH KIM NGÂN

NGUYỄN MINH HÀNG

Bìa : NGUYỄN HỮU TÙNG

In 1000 cuốn khổ 19 × 27cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 06/XB-QLXB-12, ngày 04-01-2002. In xong nộp lưu chiểu tháng 4 năm 2003.

3

6X7.6
XD- 2003

Kí thi công cấp đòng thủy
1 003051 600020
32.000 VNĐ

Giá : 32.000^d