

Bài 7

Công nghệ thi công nền móng

Giảng viên: PGS., TS. Nguyễn Bá Kế

1. Nguyên tắc chung trong giám sát	2
2. Nền móng tự nhiên	8
3. Nền cần gia cố	10
3.1. Bấc thăm, vãi địa kỹ thuật	10
3.2. Bơm ép vữa	13
3.3. Gia cố nền bằng phương pháp hoá học	13
3.4. Làm chặt đất bằng đầm, lu lèn trên mặt/chiều sâu	15
4. Thi công móng cọc	17
4.1. Cọc chế tạo sẵn	19
4.1.1. Giai đoạn sản xuất	19
4.1.2. Giai đoạn tháo khuôn, xếp kho, vận chuyển	22
4.1.3. Lựa chọn búa đóng cọc	22
4.1.4. Mối nối cọc và mũi cọc	23
4.1.5. Trình tự đóng cọc	23
4.1.6. Tiêu chuẩn dừng đóng cọc	24
4.1.7. Chấn động và tiếng ồn	25
4.1.8. Một số sự cố thường gặp	28
4.1.9. Nghiệm thu công tác đóng cọc	29
4.2. Cọc khoan nhồi	30
4.2.1. Yêu cầu chung	30
4.2.2. Khối lượng kiểm tra và cách xử lý	31
4.2.3. Kiểm tra chất lượng lỗ cọc	34
4.2.4. Kiểm tra lồng thép và lắp đặt ống đo	40
4.2.5. Kiểm tra chất lượng bê tông và công nghệ đổ bê tông	41
4.2.6. Kiểm tra chất lượng thân cọc	42
4.2.7. Kiểm tra sức chịu tải của cọc	48
4.2.8. Một số hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi	50
4.2.9. Nghiệm thu cọc khoan nhồi và đài	53
5. Thi công hố đào	54
Hình vẽ, biểu đồ	59

THI CÔNG NỀN MÓNG

PGS.TS. Nguyễn Bá Kế

Giám sát xây dựng nền móng là một trong những công việc rất đa dạng và khá phức tạp tại hiện trường, đòi hỏi người kỹ sư giám sát cần có trình độ hiểu biết, kinh nghiệm và phẩm chất cao vì những lý do sau đây:

- Thường có sự không ăn khớp giữa điều kiện đất nền lúc thăm dò để thiết kế và lúc thi công;
- Công nghệ dùng trong thi công nền móng có thể khác nhau trên cùng một công trình (nền tự nhiên, nền cọc, nền cần gia cố, đào trên khô, dưới mức nước ngầm, ngoài lòng sông, đào ép ngầm);
- Trong quá trình thi công thường bị chi phối bởi ảnh hưởng của sự thay đổi thời tiết (nóng khô, mưa bão, lụt lội..) điều đó có ý nghĩa rất lớn trong việc lựa chọn công nghệ thi công đào hố móng;
- Móng là kết cấu bị che lấp sau khi thi công xong nên cần sự giám sát thận trọng, tỉ mỉ và trung thực trong suốt quá trình thi công, một sai sót nào dù nhỏ ở khâu này có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng công trình bên trên, việc khắc phục sửa chữa sự cố là phức tạp, tốn kém và có khi phải làm mới để thay thế.

1. Nguyên tắc chung trong giám sát

- 1) Việc lựa chọn biện pháp thi công nền móng phải phù hợp với điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng và cần soạn thảo công nghệ thi công tương ứng cho từng loại nền (tự nhiên, nền gia cố, nền móng cọc) và cho từng loại công việc (như định vị cắm mốc, giải phóng và san lấp mặt bằng, đào móng, công tác bê tông, chống thấm...);
- 2) Các vật liệu, cấu kiện hoặc bộ phận kết cấu dùng khi xây dựng nền móng phải thoả mãn yêu cầu của thiết kế và theo tiêu chuẩn sản phẩm của người đặt hàng yêu cầu;
- 3) Phải xử lý đất, nước thải lúc đào móng, tiếng ồn và chấn động (đào, đóng cọc, rung..) theo những yêu cầu của tiêu chuẩn có liên quan đến môi trường (đối với nguồn nước, khu dân cư và công trình lân cận..);

- 4) Khi xây móng trên các loại nền đất có tính chất đặc biệt (đất lún ướt, đất đắp, đất chưa ổn định về cấu trúc, đất vùng dễ trượt lở, đất có hang động cac-tơ..) cũng như móng của các công trình đặc biệt quan trọng phải tổ chức việc theo dõi sự biến động của đất nền (chuyển vị đứng-lún - và ngang, áp lực nước lỗ rỗng vv..) để điều chỉnh tốc độ và phương pháp làm móng lúc thi công cũng như để đánh giá độ tin cậy của giải pháp thiết kế - thi công lúc khai thác công trình. Những chi phí cho công tác quan trắc này phải được lượng định trong lúc thiết kế và nằm trong giá thành công trình;
- 5) Khi xây dựng nền và móng phải có sự giám sát kỹ thuật và chất lượng của chủ đầu tư (thường do tổ chức tư vấn giám sát thực hiện), lập thành biên bản nghiệm thu trung gian và nghiệm thu cuối cùng theo những tiêu chuẩn đã quy định trước; Nội dung giám sát nói ở đây là theo tiêu chuẩn TCXD 79-1980 “Thi công và nghiệm thu các công tác nền móng”.
- 6) Chủ đầu tư (với sự trợ giúp của kỹ sư tư vấn) công bố văn bản chỉ dẫn kỹ thuật (Technical specification) cho nhà thầu biết để làm căn cứ trong việc đánh giá chất lượng và nghiệm thu cũng như tính toán giá thành.
- Nội dung bản chỉ dẫn kỹ thuật nói trên phải chỉ ra được những điều quan trọng sau đây:
- § Cơ sở của thiết kế và thi công;
 - § Liệt kê những công việc thi công một cách chi tiết và yêu cầu chính trong từng giai đoạn thi công, lựa chọn thiết bị thích hợp;
 - § Lập danh mục, khi cần phải trích dẫn, tất cả những tiêu chuẩn thi công và kiểm tra, nghiệm thu trong đánh giá khối lượng và chất lượng công tác thi công;
 - § Trách nhiệm và quyền hạn của chủ đầu tư, kỹ sư tư vấn giám sát và nhà thầu, cách và biện pháp xử lý các tranh chấp (kỹ thuật và kinh tế) nếu có xảy ra.
- Chú thích:* Với những công trình có giá trị khoảng 50 triệu USD, bản chỉ dẫn kỹ thuật nói trên có thể dày đến 500-700 trang A4;
- Ví dụ cho riêng khâu san nền và chuẩn bị mặt bằng của công trình xây dựng trên nền đất yếu, phần chỉ dẫn kỹ thuật có những nội dung như:
- (1) Quy định chung (cơ sở của chỉ dẫn kỹ thuật san lấp);
 - (2) Định vị công trình: xác định mốc, lưới không chế, toạ độ các điểm chuẩn..., đo đạc ở hiện trường, xây dựng mốc, thiết bị đo, độ chính xác, tiêu chuẩn dùng;

- (3) Công tác giải phóng mặt bằng: đặc điểm chính của địa hình, trình tự thi công giải phóng mặt bằng (ranh giới giải phóng mặt bằng, dọn chướng ngại vật, đào bóc đất yếu);
- (4) Công tác thi công vải địa kỹ thuật và bắc thấm (khi xử lý nền đất yếu), thành phần công việc, thiết bị sử dụng;
- (5) Thi công san lấp mặt bằng: mỏ vật liệu đắp, yêu cầu thành phần hạt và chất lượng vật liệu, các giai đoạn san lấp, thiết bị lu lèn, tiêu chuẩn cách kiểm tra độ chặt đất theo từng lớp;
- (6) Kỹ thuật thi công bắc thấm: yêu cầu kỹ thuật của vật liệu bắc thấm (chứng chỉ của nhà máy cung cấp và kết quả kiểm tra của chủ đầu tư qua một phòng thí nghiệm nào đó), trình tự thi công, hướng đóng ép bắc thấm, yêu cầu thiết bị thi công, tiêu chuẩn nghiệm thu;
- (7) Quy trình quan trắc nền đất: quan trắc lún theo độ sâu và ở bề mặt, quan trắc chuyển vị ngang, đo áp lực nước lỗ rỗng, số điểm quan trắc, tọa độ các điểm ấy, biểu mẫu ghi kết quả quan trắc, cách phân tích kết quả quan trắc.

Một ví dụ tương tự như vậy nhưng với đối tượng là cọc khoan nhồi sẽ thấy rõ hơn ở mục 4.2.

Ở đây cũng cần chỉ ra phạm vi nhiệm vụ của tư vấn giám sát thi công cho từng công việc thi công cụ thể (thành văn bản lưu hành trong phạm vi chủ đầu tư - Nhà thầu – Tư vấn giám sát). Ví dụ nói về nhiệm vụ của giám sát viên cho công tác san lấp mặt bằng:

- (1) Giám sát viên phải gửi báo cáo hàng tuần cho chủ đầu tư. Các báo cáo này phải nêu lên các vấn đề sau:
 - § Các sự việc xảy ra.
 - § Tình trạng máy thi công và khả năng chấp nhận.
 - § Các biên bản sai phạm (NCR) đã lập.
 - § Các biên bản sai phạm đã được làm sáng tỏ.
 - § Các biên bản sai phạm còn tồn tại.
 - § Các khuynh hướng bất lợi.
 - § Các nguyên nhân chính của sự chậm trễ.
 - § Các sai sót hoặc không đầy đủ trong báo cáo của nhà thầu.
 - § Tóm tắt tiến trình hiện tại so với tiến độ yêu cầu.
 - § Số lượng vật liệu đã đạt so với khối lượng yêu cầu.
 - § Quy mô cho phép khai thác mỏ đất.

- § Chu kỳ lấy mẫu tại hiện trường và mức độ đạt tiêu chuẩn.
- § Giờ công giám sát.
- § Khả năng cung cấp vật liệu của nhà thầu.
- § Đánh giá chứng chỉ vật liệu.
- § Đánh giá tình trạng máy thi công.
- § Khu vực san lấp.

Bản báo cáo hàng tuần phải được chuẩn bị xong trước 12 giờ của ngày thứ hai ở tuần tiếp theo. Bản báo cáo hàng tháng tổng kết các báo cáo hàng tuần và thống kê lại bằng đồ thị. Bản báo cáo hàng tháng phải được hoàn tất trước ngày thứ năm của tháng kế tiếp.

(2) Giám sát viên phải lập báo cáo chung về hệ thống quản lý chất lượng:

- a) Giám sát viên phải phối hợp cùng chủ nhiệm quản lý chất lượng QA của chủ đầu tư chỉ định để kiểm tra hệ thống quản lý chất lượng do nhà thầu trình và chấp nhận nhà thầu phụ thực hiện công việc san lấp;
- b) Hệ thống quản lý chất lượng phải dựa trên cơ sở ISO 9001 và ISO 9002. Các yêu cầu tối thiểu của hệ thống này phải bao gồm:
 - ✓ Kế hoạch chất lượng cụ thể của công trình (viết bằng lời);
 - ✓ Kế hoạch quản lý chất lượng cụ thể của công trình (dạng biểu đồ);
 - ✓ Kế hoạch giám sát và thí nghiệm công tác san lấp (chung);
 - ✓ Kế hoạch giám sát và thí nghiệm cho các yêu cầu thí nghiệm tương xứng.
 - ✓ Phụ lục các thư mục quản lý chất lượng.
 - ✓ Thống kê biên bản báo cáo sai phạm.
 - ✓ Thống kê các công việc được uỷ thác.
 - ✓ Yêu sách cho quy trình giám sát.
 - ✓ Mẫu yêu cầu giám định.
 - ✓ Quy trình thi công (công tác san lấp).
 - ✓ Mẫu biên bản quản lý chất lượng cho:
 - Giám sát thu nhận vật tư.
 - Lấy mẫu thử nghiệm.
 - Biên bản báo cáo sai phạm.
 - Mẫu chấp nhận mặt bằng được nạo vét.
 - Mẫu chấp nhận nguồn/bãi vật liệu.
 - Mẫu chấp nhận bắc thấm và vải địa kỹ thuật.
 - Chấp nhận mẫu thí nghiệm nén.

- Biên bản thí nghiệm nén..
- Biên bản thí nghiệm nén (biên bản thí nghiệm trong phòng).
- Biên bản đo độ lún.
- Chấp nhận máy thi công của nhà thầu.
- Phụ lục các thư mục công trình.
- Phụ lục các điều lệ, tiêu chuẩn, quy trình, kế hoạch và tiến độ công trình.
- Báo cáo tình hình thi công hàng tuần.
- Biên bản các cuộc họp.
- Lý lịch cán bộ chủ chốt của nhà thầu.
- Sơ đồ tổ chức nhân sự trên công trường.
- Phân công trách nhiệm trên công trường.
- Phụ lục các chữ ký có thẩm quyền trên công trường.
- Chứng chỉ vật liệu.
- Chứng chỉ bác thăm và vẽ địa kỹ thuật.
- Mặt bằng tổng thể các vị trí thí nghiệm.
- Điều phối vật liệu tại công trường.

(c) Tất cả các báo cáo quản lý chất lượng phải có phụ lục và đánh dấu các điểm liên quan phù hợp với yêu cầu của ISO. Tất cả các tài liệu được đính chính và có phụ lục kèm theo. Các trình tự của tài liệu được đánh rõ số tài liệu, vấn đề, nội dung, ngày bắt đầu, ngày kết thúc và số bắt đầu và số kết thúc theo thứ tự nội dung hoặc thứ tự ngày tháng.

(3) Báo cáo công trình của giám sát viên

(a) Giám sát viên phải thường xuyên báo cáo với yêu cầu tối thiểu về các vấn đề sau:

- ✓ Các chấp nhận máy thi công.
- ✓ Các chấp nhận mỏ đất/bãi sông.
- ✓ Các chấp nhận vật liệu.
- ✓ Thống kê biên bản sai phạm.
- ✓ Báo cáo các biên bản sai phạm.
- ✓ DRR's.
- ✓ Các bản sao đã thay đổi của báo cáo hàng tuần.
- ✓ Các báo cáo hàng tuần của nhà thầu.
- ✓ Các báo cáo hàng tháng của nhà thầu.

- ✓ Các báo cáo hàng tuần và hàng tháng của giám sát viên.
 - ✓ Mặt bằng tổng thể của các vị trí thí nghiệm.
 - ✓ Các biên bản kiểm kê.
 - ✓ Các tài liệu gửi đi và đến.
 - ✓ Các biên bản kiểm định với mục đích cụ thể.
- (b) Khi công trình được hoàn thành, hồ sơ trên sẽ được chuyển giao cho cơ quan chủ quản.
- (c) Đơn vị chủ quản sẽ kiểm tra lại các báo cáo của giám sát viên và nếu sai sót sẽ khước từ chứng nhận hoàn thành của tư vấn. Giám sát viên phải đảm bảo việc chỉnh lý tất cả các sai sót trong báo cáo trước khi bàn giao cho công ty.
4. Báo cáo hoàn tất công trình của giám sát viên
- (a) Trong vòng 7 ngày sau khi công việc san lấp hoàn tất, giám sát viên phải gửi báo cáo hoàn thành công trình cho công ty.
- (b) Báo cáo sẽ ghi ghi rõ sự thực hiện của nhà thầu:
- § Tổng số biên bản sai phạm đã gửi đi.
 - § Sự thực hiện của phòng thí nghiệm.
 - § Sự thực hiện của nhà thầu phụ.
 - § Các bài học kinh nghiệm.
 - § Các vấn đề kỹ thuật đã gặp phải.
 - § Các giải pháp cho các vấn đề kỹ thuật phát sinh.
 - § Đóng góp ý kiến của giám sát viên cho các công trình trong tương lai.
 - § Các lĩnh vực và phạm vi mà nhà thầu/công ty cần cải tiến.
 - § Đóng góp ý kiến đào tạo cho cán bộ của nhà thầu/công ty.
- (c) Báo cáo công trình của giám sát viên phải được kỹ sư trưởng và giám đốc điều hành của đơn vị giám sát xác nhận.
- (d) Báo cáo hoàn thành công trình phải được gửi cho chủ đầu tư và cho nhà thầu/công ty dưới hình thức như sau:
- § Bản gốc: 01 bản.
 - § Bản sao: 06 bản.

Trong các văn bản trên, lúc đánh giá chất lượng công tác san lấp mặt bằng cần dựa vào các quy định sau đây:

Tất cả các công việc và thí nghiệm phải được tiến hành phù hợp với những tiêu chuẩn sau hoặc các tiêu chuẩn tương ứng với chúng đã được chủ đầu tư phê duyệt: Nhà thầu và giám sát viên không được phép thay đổi các điều lệ áp dụng,

tiêu chuẩn, chỉ tiêu kỹ thuật hay quy trình khi không có sự chấp thuận bằng văn bản chính thức của chủ đầu tư, ví dụ:

- (a) AASHTO M145-87- Phân loại thành phần vật liệu đắp theo cấp hạt.
- (b) AASHTO T180-90 - Tương quan giữa dung trọng và độ ẩm của đất khi đầm nén.
- (c) AASHTO T190-86 - Xác định dung trọng riêng của vật liệu đắp tại hiện trường bằng phương pháp phễu rót cát.
- (d) AASHTO T100-90 - (ASTM D854-83) - Xác định trọng lượng riêng của vật liệu đắp.
- (e) ASTM D1556 - Kiểm tra độ chặt của đất đắp.
- (f) Yêu cầu ràng buộc trong quá trình giám sát.
- (g) Quy trình phối hợp của đề án.
- (h) Hệ thống quản lý chất lượng được phê duyệt của đơn vị thi công.
- (i) Quy trình được phê duyệt của nhà thầu.
- (j) Kế hoạch chất lượng được phê duyệt của nhà thầu.

2. Nền móng tự nhiên

Cần giám sát theo một số nội dung chính như:

- 1) Các biện pháp bảo vệ hố móng để đất nền không bị xấu đi (do mưa nắng, nước ngầm, nước mặt, phong hoá..);
- 2) Chống vách hố đào để giữ ổn định cho công trình lân cận;
- 3) Việc bơm hút nước trong hố móng hoặc cần hạ mực nước ngầm trong lúc đào móng phải được tiên liệu bằng thiết kế bơm hút thích hợp;
- 4) Phải xác nhận bằng đo đạc cẩn thận (biểu mẫu) về:
 - Tình trạng đất đáy móng;
 - Độ sâu đáy móng;
 - Vị trí và kích thước;
 - Các lỗ, hốc chừa sẵn và các lớp chống thấm của móng;
 - Vv...;

Một số sai sót thường xảy ra trong giai đoạn đào hố móng có thể dẫn đến làm công trình bị lún lớn hoặc lún không đều được trình bày trong bảng 2.1 và cần giám sát cẩn thận.

Bảng 2.1. Một số sai sót thường gặp trong thi công đào móng nơi trống trải và nơi chật hẹp.

No	Nguyên nhân và cách phòng tránh khi đào nơi trống trải	Nguyên nhân và cách phòng tránh khi đào gần công trình lân cận
1	Đất đáy hố móng bị nhão do nước mưa hoặc nước tràn vào đọng lâu. <i>Bảo vệ đáy hố móng bằng hệ thống thu và bơm nước hoặc chưa nên đào đến cốt thiết kế khi chưa chuẩn bị đủ vật liệu làm lớp lót hoặc làm móng</i>	Biến dạng nhà do đào hố móng hoặc hào ở gần: Trôi đất ở đáy hố móng mới hay chuyển dịch ngang móng cũ do đất ở đáy hố móng cũ bị trượt. <i>Để đề phòng thường phải đặt móng mới cao hơn móng cũ 0,5m hoặc chống đỡ cẩn thận thành hố móng bằng cọc bản thép hay cọc đất ximăng.</i>
2	Đất ở đáy móng bị khô và nứt nẻ do nắng hanh sẽ làm hỏng cấu trúc tự nhiên của đất, độ bền của đất sẽ giảm và công trình sẽ bị lún. <i>Cần che phủ hoặc chưa nên đào đến cốt thiết kế, dừng ở lớp đất cách đáy móng 15-20cm tùy theo loại đất.</i>	Biến dạng nhà ở gần do tác động động lực của máy thi công: (a) Do máy đào; (b) Do đóng cọc. <i>Để ngăn ngừa có thể dùng biện pháp giảm chấn động hoặc cọc ép hay cọc nhồi thay cho cọc đóng.</i>
3	Biến dạng lớp đất sét ở đáy móng do áp lực thủy tĩnh. <i>Cần có hệ thống bơm chân kim để hạ thấp mực nước ngầm quanh móng.</i>	<u>Biến dạng nhà do hút nước ngầm ở hố móng công trình mới, sẽ xảy ra hiện tượng rửa trôi đất ở đáy móng cũ hoặc làm tăng áp lực của đất tự nhiên (do không còn áp lực đẩy nổi của nước) và dẫn đến lún thêm.</u> Để phòng tránh, nên dùng các biện pháp để giảm gradient thủy lực $i < 0,6$.
4	Đáy móng bị bùng ở các lớp sét hoặc á sét do bị giảm áp lực bản thân của đất hoặc do áp lực thủy tĩnh của nước. <i>Phải tính toán để giữ lại lớp đất có chiều dày gây ra áp lực lớn hơn áp lực trương nở. Đối với nước thì</i>	Biến dạng của nhà cũ trên cọc ma sát khi xây dựng gần nó nhà mới trên móng bè. Vùng tiếp giáp nhà mới cọc chịu ma sát âm nền đất bị lún và sức chịu tải của cọc ở đó bị giảm đi. <i>Nên làm hàng tường ngăn cách giữa hai công trình cũ-mới.</i>

	<i>phòng tránh giống như nêu ở điểm 3.</i>	
5	Rửa trôi đất trong nền nhất là nền cát mịn hoặc đất yếu. <i>Cách phòng tránh: dùng tường vây hoặc cần bơm hạ mực nước ngầm, phải xác định cẩn thận tốc độ bơm hút có kể đến hiện tượng rửa trôi để đảm bảo an toàn nền của công trình.</i>	Biến dạng nhà của nhà cũ do đổ vật liệu ở gần nhà hoặc san nền bằng đất đắp nhân tạo làm hỏng cấu trúc tự nhiên của đất, nhất là khi gặp đất sét yếu ở gần đáy móng. <i>Để tránh ảnh hưởng xấu phải quy định nơi đổ vật liệu và tiến độ chất tải (thi công nhà mới theo độ cố kết tăng dần với thời gian).</i>
6	<u>Bùn nền do tăng áp lực thủy động trong đất thấm nước.</u> <i>Giảm độ dốc (gradient) thủy lực (thường $i < 0,6$) bằng cách kéo sâu tường vây hoặc gia cường đáy móng bằng bơm ép xi măng trước khi đào như nói ở điểm 3.</i>	Hình thành phễu lún của mặt đất do đào đường hầm trong lòng đất. Những công trình ngay ở phía trên hoặc ở cạnh đường hầm sẽ bị biến dạng lún hoặc nứt. <i>Phòng tránh bằng cách ép đẩy các đoạn ống (thép/bê tông cốt thép) chế tạo sẵn hoặc gia cường vùng phía trên nóc hầm bằng cọc rỗng cây hoặc bằng trụ xi măng đất.</i>

3. Nền cần gia cố

Cần xác định rõ các thông số kiểm tra sau:

- 1) Độ sâu và phạm vi gia cố (đầm nền bề mặt hoặc nén chặt sâu bằng cọc cát, cọc xi măng đất... hoặc bằng phương pháp hoá học);
- 2) Chỉ số độ chặt, độ bền, độ thấm xuyên nước so với yêu cầu thiết kế;
- 3) Công nghệ dùng trong kiểm tra chất lượng đất nền sau khi cải tạo/gia cố (lấy mẫu, đồng vị phóng xạ, nén tĩnh tại hiện trường, xuyên tĩnh/động vv...);
- 4) Công tác nghiệm thu kết quả cải tạo đất nền cần quy định tương ứng với các yêu cầu của thiết kế về kích thước khối đất và các đặc trưng của đất đã gia cố như các số liệu sau đây:
 - Mặt bằng và lát cắt khối đất đã cải tạo;
 - Lý lịch kỹ thuật của vật liệu đã dùng trong gia cố;
 - Nhật ký kiểm tra công việc;
 - Các số liệu về cường độ, tính thấm nước, độ ổn định nước của đất đã cải tạo.

3.1. Bấc thấm, vải địa kỹ thuật

Hiện nay ở nước ta đang áp dụng rộng rãi phương pháp bấc thấm (băng thoát nước) hoặc vải địa kỹ thuật để cải tạo đất yếu. Đây là những tiến bộ kỹ thuật

trong xây dựng đường và nhà ít tầng. Vì vậy cần nắm vững những hiểu biết cơ bản sau đây:

- Phạm vi áp dụng của phương pháp (bảng 3.1 và bảng 3.2);
- Lựa chọn đúng phương pháp;
- Thiết kế bố trí theo những tiêu chuẩn tương ứng. Trên hình 3.1 trình bày ví dụ dùng phương pháp thoát nước thẳng đứng cho nền đường;
- Nắm được những yêu cầu cơ bản của từng phương pháp khi lựa chọn cách thoát nước như:
- Khả năng chuyển nước, cường độ, độ dẻo và độ bền của vật liệu; - có khả năng ngăn chặn hạt đất nhỏ chui qua làm tắt đường thấm của nước; ví dụ đối với vải địa kỹ thuật thường theo các số liệu kinh nghiệm sau:

$$O_{90}/O_{50} < 1,7 \text{ đến } 3;$$

$$O_{90}/D_{85} < 2 \text{ đến } 3; \text{ hoặc } O_{90}/D_{85} < 1,3 \text{ đến } 1,8;$$

$$O_{90}/D_{50} < 10 \text{ đến } 12;$$

Trong đó: O_{50}/O_{90} , O_{95} - Đường kính lỗ bộ lọc chiếm 50%, 90% và 95% toàn bộ diện tích bộ lọc;

D_{50} , D_{85} - Đường kính hạt đất tương ứng với hàm lượng tích lũy của đường phân tích hạt là 50%, 85%.

Bảng 3.1. Khả năng áp dụng biện pháp kỹ thuật cải tạo nền cho các loại đất khác nhau

Cơ chế cải tạo	Cốt	Hỗn hợp trộn hay phụt vữa		Đầm chặt	Thoát nước
Thời gian cải tạo	Phụ thuộc sự tồn tại của thể vùi	Tương đối ngắn		Lâu dài	Lâu dài
Đất hữu cơ	↑	↑			↑
Đất sét có nguồn gốc núi lửa					
Đất sét độ dẻo cao					
Đất sét độ dẻo thấp					
Đất bùn				↑	↓
Đất cát		↓		↑	
Đất sỏi	↓			↓	
Trạng thái cải tạo của đất	Tương tác giữa đất và thể vùi (Không thay đổi trạng thái đất)	Xi măng hoá	Dung trọng cao do hệ số rỗng giảm (Thay đổi trạng thái đất)		

Bảng 3.2. Lĩnh vực ứng dụng và chức năng của vải địa kỹ thuật

Lĩnh vực điển hình	Chức năng				
	Phân cách	Tiêu	Lọc	Gia cố	Bảo vệ
Đường đất và sân kho	•	O	O	O	
Đường đất và bãi đỗ xe	•	O	O	O	
Đê và các công trình ngăn nước	•	O	O	*	
Gia cố tường và mái dốc		•	O	•	
Tiêu ngấm	O	O	•		
Lọc dưới rọ đá	O	O	•		
Lọc qua đập đất	•	•	•		
Lọc qua kè sông, biển	O		•		
Các công trình cải tạo đất bằng thuỷ lợi	•				
Khép kín các vùng đất chứa chất thải	O			O	•
Ngăn chặn các vùng đất chứa chất thải	O			O	•
Đường hầm không thấm nước				O	•
Ngăn chặn các hoá chất tổng hợp			•		•
Trạm bảo dưỡng đường sắt				•	
Sân vận động và sân giải trí		•	O	•	
Hệ thống các sản phẩm có hợp chất hoá học		•		•	

• Chức năng chính; O Chức năng phụ; * Ứng dụng tùy thuộc loại đất
 Khả năng chuyển nước của bắc thấm hoặc vải địa kỹ thuật là thông số cần thiết dùng trong thiết kế, thường không nhỏ hơn 100m³/năm ở áp suất không nở hông là 276 KPa (40psi).

Hệ số thấm của vải địa kỹ thuật thường bắt buộc lớn hơn hoặc bằng 10 lần hệ số thấm của đất.

Ngoài những yêu cầu về vật liệu lọc, phương pháp này còn phải dùng ở những địa tầng thích hợp của lớp đất yếu trong cấu trúc địa tầng nói chung, trong đó quan trọng là áp lực gia tải trước (để tạo ra sự thoát nước) được truyền đầy đủ lên lớp đất yếu và không lớn quá để gây mất ổn định nói chung. Chi tiết về vấn đề này có thể tìm hiểu

trong cuốn “Công nghệ mới xử lý nền đất yếu – vãi địa kỹ thuật và bác thấm” của Nguyễn Việt Trung, Hà Nội, 1997.

3.2. Bơm ép vữa

Công nghệ phun ép vữa (grouting technology), với áp lực 20-40 MPa hiện đang dùng trong xây dựng nền móng và công trình ngầm nhằm:

- Nhồi lấp các lỗ rỗng;
- Làm chuyển vị và dồn chặt đất;
- Giảm độ hút nước, tăng cường độ.

Với nhiều mục tiêu sau:

- 1) Rắn hoá và ổn định đất để truyền tải trọng xuống sâu trong thi công đường tàu điện ngầm, đường cao tốc và nền móng;
- 2) Cách chấn cho móng máy;
- 3) Làm hệ thống neo có phun vữa để giữ ổn định, chịu lực kéo;
- 4) Bít lấp các vết nứt trong công trình bê tông và thể xây;
- 5) Làm lớp phủ mặt kênh đào;
- 6) Phun khô bê tông làm lớp áo cho công trình ngầm;
- 7) Làm giếng dầu bằng xi măng giếng khoan;
- 8) Phun vữa ứng suất trước trên đường sông;
- 9) Phun vữa tạo cọc hoặc bảo vệ và xử lý cọc bị khuyết tật.

Trên hình 3.2a trình bày cách gia cố nền móng, trên hình 3.2b gia cố mái dốc và thi công công trình ngầm, và trên hình 3.2c - bơm tạo màng chống thấm.

Trên hình 3.3 trình bày công nghệ bơm ép gia cố nền và trên hình 3.4 - khối đất gia cố bằng bơm ép.

3.3. Gia cố nền bằng phương pháp hoá học (xi măng, thuỷ tinh lỏng hoặc các chất tổng hợp khác..) ở nước ta đã làm thực nghiệm khá lâu nhưng dùng nhiều nhất là phương pháp bơm vữa xi măng.

Mục đích của phương pháp này thường dùng để:

- § Nâng cao cường độ của nền nhà đã sử dụng;
- § Phòng ngừa những biến dạng có tính phá hỏng của kết cấu;
- § Thi công sửa chữa móng.

Tuỳ theo công nghệ gia cố và các quá trình xảy ra trong đất mà chia phương pháp gia cố nền làm 3 nhóm chính: hoá học, nhiệt và hoá lý. Ưu việt của phương pháp gia cố này là không làm gián đoạn sử dụng nhà và công trình, nhanh, tin cậy cao và

trong nhiều trường hợp là phương pháp duy nhất để tăng độ bền của đất có sức chịu tải không đủ.

Các phương pháp thường dùng là: silicat hoá, điện - silicat hoá, silicat khí, amoniac hoá, thấm nhựa... và có thể tìm hiểu chi tiết trong nhiều tài liệu tham khảo khác.

Phương pháp gia cố hoá học cũng dùng để gia cường móng và tường chắn, tăng sức chịu tải của cọc, bảo vệ móng chống các tác nhân ăn mòn, gia cố mái hố đào và công trình đất. Vật liệu cơ bản để gia cố bằng silicat là thủy tinh lỏng - dung dịch keo của silicat natri ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$). Tùy theo loại, thành phần và trạng thái của đất cần gia cố mà dùng một hay hai dung dịch silicat hoá.

Loại một dung dịch được dựa trên dung dịch tạo keo bơm vào trong đất gồm 2 hoặc 3 cấu tử. Phổ biến nhất là oxit phosphosilicat, oxit lưu huỳnh-nhôm-silicat, oxit lưu huỳnh-fluor-silicat, hydro-fluor-silicat v.v.. Phương pháp một dung dịch thích hợp cho đất cát có hệ số thấm 0,5-5m/ngày đêm.

Phương pháp 2 dung dịch dùng để gia cố đất cát có hệ số thấm đến 0,5m/ngày đêm và gồm 2 lần bơm lần lượt vào đất 2 dung dịch silicat Na và clorua Ca. Kết quả của phản ứng hoá học là tạo ra oxit keo silic làm cho đất tăng độ bền (đến 2-6Mpa) và không thấm nước.

Phương pháp điện hoá silicat là dựa trên sự tác động tổ hợp lên đất của hai phương pháp: silicat hoá và dòng điện 1 chiều nhằm gia cố cát hạt mịn quá ẩm và á cát có hệ số thấm đều 0,2 m/ngày đêm.

Phương pháp amoniac hoá là dựa trên việc bơm vào trong đất hoang thổ (để loại trừ tính lún sập) khí amoniac dưới áp lực không lớn lắm.

Silicat hoá bằng khí gas dùng để làm cứng silicat Na. Phương pháp này dùng để gia cố đất cát (kể cả đất cacbonat) có hệ số thấm 0,1-0,2 m/ngày đêm cũng như đất có hàm lượng hữu cơ cao (đến 0,2). Độ bền của đất gia cố có thể đến 0,5-2MPa trong thời gian ngắn.

Phương pháp thấm nhựa dùng để gia cố đất cát có hệ số thấm 0,5-5m/ngày đêm bằng cách bơm vào trong đất dung dịch nhựa tổng hợp (cacbonic, phenol, epoxy..). Tác dụng của nhựa hoá sẽ tăng lên khi bổ sung vào dung dịch một ít axit clohydric (đối với đất cát). Thời gian keo tụ rất dễ điều chỉnh bằng lượng chất đông cứng. Đất được gia cố bằng nhựa hoá sẽ không thấm nước và cường độ chịu nén 1-5Mpa. Ngoài việc gia cố nền, phương pháp này còn dùng để gia cố vùng sẽ đào xuyên của công trình ngầm. Tùy theo cách đặt ống bơm, có thể gia cố đất ở các vị trí khác nhau: thẳng

đứng, nghiêng, nằm ngang và kết hợp (hình 3.5) còn sơ đồ trên mặt bằng có thể theo dạng băng dài, dưới toàn bộ móng, gia cố cục bộ không nối kết hoặc theo chu vi vành móng. Việc chọn phương pháp và sơ đồ gia cố phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của nền, hình dạng và kích thước của móng cũng như tải trọng tác dụng lên móng.

3.4. Làm chặt đất bằng đầm/lu lèn trên mặt hoặc chiều sâu

Có các phương pháp sau:

- § Lu lèn, đầm nặng rơi từ cao xuống;
- § Lèn chặt đất qua lỗ khoan (cọc cát, cọc đá dăm, cọc đất vôi xi măng, nổ mìn..);
- § Cố kết động (dynamic consolidation).

Các công nghệ thi công nói trên hiện đã phát triển rất cao nhờ thiết bị thi công ngày càng hoàn thiện và phương pháp kiểm tra ngày càng có độ tin cậy cao. Những thông số kiểm tra chính như đã trình bày ở đầu mục 3 và chi tiết thì theo những tiêu chuẩn thi công cụ thể của từng phương pháp.

Về nguyên tắc và đối với công trình quan trọng cần tiến hành thí nghiệm nén và cắt cho đất có độ đầm chặt khác nhau, trên cơ sở đó xây dựng biểu đồ quan hệ giữa:

- § Lực dính và độ chặt (thông qua $\gamma_{khô}$ hay hệ số đầm chặt k_c);
- § Góc ma sát và độ chặt;
- § Mô đun biến dạng/cường độ và độ chặt.

Khi chưa có số liệu thí nghiệm có thể dùng các số liệu tham khảo ở các bảng sau đây trong thiết kế sơ bộ và khống chế chất lượng.

Bảng 3.3. Độ chặt yêu cầu của đất

Chức năng của đất lèn chặt	Hệ số đầm chặt k_c
§ Cho nền móng của nhà và công trình hoặc nền của thiết bị nặng cũng như nền có tải trọng phân bố đều lớn hơn 0,15MPa.	0,98-0,95
§ Như trên, thiết bị nặng vừa, mặt nền có tải trọng 0,05-0,15 MPa.	0,95-0,92
§ Như trên, thiết bị nhẹ, mặt nền có tải trọng nhỏ hơn 0,05 MPa.	0,92-0,90
§ Vùng không có công trình	0,9-0,88

Bảng 3.4. Trị tiêu chuẩn của môđun biến dạng E một số loại đất lèn chặt

Đất	E, MPa			
	Ở độ ẩm đầm chặt tối ưu		Ở trạng thái bão hoà nước	
	$k_c = 0,92$	$k_c = 0,95$	$k_c = 0,92$	$k_c = 0,95$
Á cát hoàng thổ (lót)	20	25	15	20
Á sét và sét lốt	25	30	20	25
Cát thô	30	40	-	-
Cát trung	25	30	-	-
Cát mịn	15	20	-	-

Bảng 3.5. Cường độ tính toán R_o của nền đất lèn chặt

Đất	R_o , MPa ở hệ số k_c		
	0,92	0,95	0,97
Á cát	0,2	0,25	0,28
Á sét	0,25	0,3	0,32
Sét	0,3	0,35	0,4
Cát thô	0,3	0,4	0,5
Cát trung	0,25	0,3	0,4
Cát mịn	0,2	0,25	0,3

Bảng 3.6. Trị khống chế về chất lượng tầng đất lèn chặt (kinh nghiệm Trung Quốc)

Loại hình kết cấu	Vị trí lớp lèn chặt	k_c	Độ ẩm W_{op} %
Kết cấu xây, nặng và Kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực	>0,96	$W_{op} \pm 2$
	Dưới phạm vi tầng chịu lực	0,93-0,96	
Kết cấu chống đỡ và không phải kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực	0,94-0,97	
	Dưới phạm vi tầng chịu lực	0,91-0,93	

Bảng 3.7. Trị tham khảo về độ ẩm tối ưu và độ chặt (khô) lớn nhất

Loại đất	Độ ẩm tối ưu (%)	Độ chặt (khô) lớn nhất (g/cm ³)
Đất cát	8-12	1,8-1,88
Đất sét	19-23	1,58-1,70
Đất sét bụi	12-15	1,85-1,95
Đất bụi	16-22	1,61-1,80

Bảng 3.8. Trị tham khảo về độ ẩm tối ưu W_{op} %

Chỉ số dẻo của đất I_p	Độ chặt khô lớn nhất γ_{dmax} (g/cm ³)	Độ ẩm tối ưu W_{op} (%)
<0	1,85	<13
0-14	1,75-1,85	13-15
14-17	1,70-1,75	15-17
17-20	1,65-1,70	17-19
20-22	1,60-1,75	19-21

Khi dùng phương pháp động để lèn chặt thì không chế sai khác giữa độ ẩm và độ ẩm tối ưu thay đổi trong -6% $+2\%$.

4. Thi công móng cọc

Móng cọc (cọc chế tạo sẵn rồi hạ vào đất bằng đóng, rung ép, ép, khoan thả hoặc cọc chế tạo trong lỗ tạo sẵn bằng cách nhồi bê tông, thường gọi chung là cọc nhồi) là giải pháp ưa dùng trong xây dựng công trình có tải trọng lớn trên nền đất yếu.

Việc lựa chọn cọc chế tạo sẵn (cọc gỗ, bê tông cốt thép hoặc thép) hay cọc nhồi là căn cứ vào các điều kiện cụ thể chủ yếu sau đây để quyết định:

- Đặc điểm công trình;
- Độ lớn của các loại tải trọng;

- Điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn;
- Yêu cầu của môi trường (rung động và tiếng ồn);
- Ảnh hưởng đến công trình lân cận và công trình ngầm;
- Khả năng thi công của nhà thầu;
- Tiến độ thi công và thời gian hoàn thành của chủ đầu tư;
- Khả năng kinh tế của chủ đầu tư;
- V.v..

Có thể tham khảo theo kinh nghiệm trình bày ở bảng 4.1.

Bảng 4.1. Lựa chọn loại cọc

Loại cọc		Cọc ép	Cọc đóng		Cọc nhồi
			Bê tông	Thép	
Tình hình					
Kích thước cọc và tải trọng cho phép	Đường kính (cm)	20-30	30-55	50-80	80-120
	Độ sâu (m)	15-20	20-40	25-150	40-60
	Tải trọng cho phép (tấn)	20-40	50-120	100-170	150-700
Phương thức chịu lực của cọc	Chống mũi	0	0	0	0
	Mũi + ma sát	0	0	0	0
	Ma sát	0	Δ	Δ	x
Độ sâu lớp đất chịu lực	Đến 10 m	0	0	Δ	Δ
	10-20 m	0	0	Δ	0
	20-30 m	Δ	0	0	0
	30-60 m	x	Δ	0	0
Lớp đất xen kẽ dày hơn 5 m	Sét N = 4-10	Δ	0	0	0
	N = 10-20	x	x	0	0
	Cát pha N = 15-30	0	0	0	0
	N = 30-50	Δ	Δ	0	0
	N > 50	x	x	Δ	0
	Cát rời	0	0	0	0
	Cuội sỏi:				

	d < 10 cm	x	Δ	0	0
	10-30 cm	x	x	Δ	Δ
	d > 30 cm	x	x	x	Δ
Nước ngầm	Không hạ được mực nước	0	0	0	0
	Tốc độ > 0,3m/s	0	0	0	x
Ảnh hưởng đến môi trường	Ồn và rung động	0	x	x	Δ
	Xây dựng trên nước	0	0	0	0
	Gần công trình lân cận	0	Δ	Δ	Δ
	Diện tích chật hẹp	0	x	Δ	Δ

Chú thích:

- 0 – Thích hợp trong sử dụng;
- Δ - Cần nghiên cứu trước khi sử dụng;
- x – Nói chung là không thích hợp.

4.1. Cọc chế tạo sẵn

Các công đoạn cần giám sát kỹ đối với cọc chế tạo sẵn (ở đây chủ yếu nói về cọc BTCT) gồm có:

- Giai đoạn sản xuất cọc (vật liệu và kích thước hình học);
- Giai đoạn tháo khuôn, xếp kho, vận chuyển;
- Chọn búa đóng cọc/hạ cọc;
- Trình tự đóng/hạ cọc;
- Tiêu chuẩn dừng đóng/hạ;
- Chấn động và tiếng ồn;
- Nghiệm thu công tác đóng/hạ cọc.

Dưới đây sẽ trình bày ngắn gọn một số yêu cầu chính trong các giai đoạn nói trên.

4.1.1. Giai đoạn sản xuất - trong sản xuất cọc BTCT, cần chú ý:

- Khống chế đường kính d_{max} của cốt liệu ($d_{max} = 1:3$ đến $1: 2,5 a_{thép}$);
- Cốt liệu (cát+sỏi) không có tính xâm thực và phản ứng kiềm silic;
- Lượng dùng xi măng $\geq 300\text{kg/m}^3$, nhưng không vượt quá 500kg/m^3 ;
- Độ sụt của bê tông 8-18 cm (cố gắng dùng bê tông khô);

- Dùng phụ gia với liều lượng thích hợp.

Các kiểm tra cốt liệu và xi măng theo như tiêu chuẩn kết cấu bê tông cốt thép.

Sai số về trọng lượng các thành phần của hỗn hợp bê tông không vượt quá các giá trị sau đây:

- Xi măng : $\pm 2\%$;
- Cốt liệu thô : $\pm 3\%$;
- Nước+dung dịch phụ gia: $\pm 2\%$;

Hồ sơ nghiệm thu cho cọc BTCT gồm:

- Bản vẽ kết cấu cọc;
- Phiếu kiểm tra vật liệu cọc;
- Phiếu nghiệm thu cốt thép;
- Cường độ ép mẫu bê tông;
- Phương pháp dưỡng hộ;
- Phiếu kiểm tra kích thước cọc (bảng 4.2).

Chất lượng mặt ngoài cọc phải phù hợp yêu cầu:

- Mặt cọc bằng phẳng, chắc đặc, độ sâu bị sút ở góc không quá 10 mm;
- Độ sâu vết nứt của bê tông do co ngót không quá 20mm, rộng không quá 0,5mm;
- Tổng diện tích mất mát do lẹm/sút góc và rỗ tổ ong không được quá 5% tổng diện tích bề mặt cọc và không quá tập trung;
- Đầu và mũi cọc không được rỗ, ghồ ghề, nứt/sút.

Trên hình 4.1 trình bày một số bước kiểm tra chất lượng cọc trước khi đóng gồm có việc xác định độ đồng nhất và cường độ bê tông (siêu âm + súng bật nảy theo một số tiêu chuẩn hiện hành như 20TCN: 87, TCXD171: 1987, và TCXD 225: 1998), vị trí cốt thép trong cọc (cảm ứng điện từ); kích thước cọc ở đầu và mũi.

Tỷ lệ % số cọc cần kiểm tra do tư vấn giám sát và thiết kế quyết định trên cơ sở công nghệ chế tạo và trình độ thành thạo nghề của nhà thầu.

Bảng 4.2. Sai lệch cho phép về kích thước của cọc bê tông đúc sẵn

Loại cọc	Hạng mục kiểm tra	Sai số cho phép (mm)
Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn	Độ dài cạnh mặt cắt ngang của cọc	± 5
	Đường chéo mặt đầu cọc	10
	Độ dày tầng bảo vệ	± 5
	Độ võng của cọc	$<1\%$ chiều dài cọc, ≤ 20
	Tâm ở mũi cọc	10
	Độ xiên mặt đầu cọc so với đường tim cọc	< 3
	Vị trí lỗ chừa cho tai móc để cầu cọc	5
Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn, rỗng	Đường kính	± 5
	Độ dày thành lỗ	-5
	Vị trí lỗ tròn ruột cọc so với đường tim cọc	5
	Đường tim mũi cọc	10
	Độ xiên của mặt bích ở đầu trên hoặc dưới của đoạn cọc so với đường tim cọc	2
	Tổng độ xiên của 2 mặt bích của đoạn cọc giữa	3
	Khung cốt thép của cọc	Khoảng cách giữa các cốt chủ
Tim mũi cọc		10
Khoảng cách giữa các cốt đai dạng vòng hoặc dạng xoắn lò xo		± 20

	Lưới thép ở đầu cọc	± 10
	Độ nhô của tai móc khỏi mặt cọc	$-0 \div 10$

4.1.2. - Giai đoạn tháo khuôn, xếp kho, vận chuyển

Những hư hỏng có thể xảy ra ở giai đoạn này thường gặp là:

- Vận chuyển, xếp kho khi cường độ bê tông chưa đạt 70% cường độ thiết kế;
- Cầu móc không nhẹ nhàng, vị trí và số lượng các móc thép để cầu làm không đúng theo thiết kế quy định.

Để tránh hỏng gãy cọc, thông thường dùng 2 móc cho cọc dài dưới 20 m và 3 móc cho cọc dài 20 - 30m.

Trên hình 4.2 trình bày nội lực (mô men uốn) xuất hiện trong cọc khi xếp kho, vận chuyển và cầu lắp ở hiện trường; Tùy thuộc vào cách đặt móc cầu mà nội lực sẽ được tính toán tương ứng theo nguyên tắc sau: Khi số móc trên cọc ít hơn hoặc bằng 3 thì vị trí của móc xác định theo sự cân bằng của mô men âm (hình 4.3) còn nếu số móc lớn hơn 3 thì vị trí của móc xác định theo sự cân bằng phản lực (hình 4.4).

Những kiểm toán nói trên phải được thông hiểu giữa người thiết kế và thi công để tránh nứt hoặc gãy cọc trước khi đóng. Điều này càng đặc biệt quan trọng khi chúng ta dùng cọc bê tông cốt thép dài trên 30 m hay cọc BTCT ứng suất trước.

4.1.3. Việc chọn búa đóng cọc

Một số nguyên tắc chung trong chọn búa:

- Bảo đảm cọc xuyên qua tầng đất dày (kể cả tầng cứng xen kẹp) có mũi vào được lớp chịu lực (cọc chống), đạt đến độ sâu thiết kế;
- Ứng suất do va đập gây ra trong cọc (ứng suất xung kích) phải nhỏ hơn cường độ của vật liệu cọc, ứng suất kéo do va đập nhỏ hơn cường độ chống kéo của bê tông thông thường, còn trong cọc BTCT ứng suất trước – nhỏ hơn tổng cường độ chống kéo của bê tông và trị ứng suất trước;
- Khống chế thoả đáng tổng số nhát búa + thời gian đóng (chống mỏi và giảm hiệu quả đóng);
- Độ xuyên vào đất của một nhát búa không nên quá nhỏ: búa diezen $-1 \div 2$ mm/nhát và búa hơi $2 \div 3$ mm/nhát (để phòng hỏng búa + máy đóng).

Căn cứ để chọn búa đóng:

- Theo trọng lượng cọc (trọng lượng búa > trọng lượng cọc);
- Theo lực xung kích của búa (lực xung kích > lực chống xuyên);

- Theo phương trình truyền sóng ứng suất;
- Theo cách không chế độ cứng (theo phương trình vi phân bậc 3 về truyền sóng ứng suất);
- Theo phương pháp đồ giải kinh nghiệm để chọn búa thủy lực cho thi công cọc ống thép;
- Theo phương pháp kinh nghiệm so sánh tổng hợp.

Chi tiết xem trong “Sổ tay công trình móng cọc, Bắc Kinh, 1995”.

4.1.4. Mối nối cọc và mũi cọc

Mối nối giữa các đoạn cọc chế tạo sẵn (BTCT, gỗ, thép..) có ý nghĩa rất quyết định khi dùng cọc dài. Về phương diện chịu lực, mối nối có thể chịu lực nén và cũng có khả năng xuất hiện lực nhỏ, mô men và lực cắt. Khi đóng thì mối nối vừa chịu lực nén vừa chịu lực nhỏ.

Đối với cọc bê tông cốt thép thông thường các liên kết giữa đoạn cọc được thực hiện bằng:

- § Hàn qua mặt bích + thép góc;
- § Hàn qua thép bản phủ kín mặt bích;
- § Liên kết bằng chốt nêm đóng;
- § Liên kết bằng chốt xoắn kiểu âm dương + đổ vữa.

Đối với cọc BTCT tròn, rỗng có thể liên kết bằng mối nối hàn hoặc nối bằng bulông.

Tại các nước có nền công nghiệp phát triển cao người ta dùng kiểu mối nối chế tạo cơ khí khá chính xác, rút ngắn việc ngừng chờ lúc hạ cọc và có được cây cọc dài với mối nối chắc chắn làm cho cọc chịu tải với độ tin cậy cao.

Một số kiểu mối nối vừa nêu có thể tìm thấy trong nhiều tài liệu chuyên khảo, ở đây chỉ nêu một số loại tiêu biểu.

Về mũi cọc, tùy theo điều kiện địa chất công trình và phương thức chịu lực của cọc mà mũi sẽ có cấu tạo khác nhau. Khi cọc đóng vào nền đất mềm thì có thể dùng đầu cọc bằng phẳng; khi đóng vào lớp đất cứng, vào lớp đá phong hoá bở rời hoặc mũi cọc có thể chống vào lớp đất đá có thể nằm nghiêng, cọc của các cầu lớn, để đảm bảo sức chịu tải cũng như ổn định của cọc phải cấu tạo mũi cọc một cách cẩn thận, đúng tâm để cọc không bị lệch hướng khi đóng/hạ vào trong đất.

Những chi tiết cấu tạo và thiết kế mối nối và mũi cọc có ý nghĩa kinh tế – kỹ thuật trong công trình móng cọc nói chung và cũng là những điều kiện dễ bị xem thường của người thiết kế lẫn người thi công.

4.1.5. Trình tự đóng cọc

Trình tự đóng/hạ cọc trong công nghệ thi công móng cọc cần dựa vào các yếu tố sau đây để quyết định:

- Điều kiện hiện trường và môi trường;
- Vị trí và diện tích vùng đóng cọc;
- Công trình lân cận và tuyến đường ống ngầm;
- Tính chất đất nền;
- Kích thước cọc, khoảng cách, vị trí, số lượng, chiều dài cọc;
- Thiết bị dùng để đóng/hạ cọc;
- Số lượng đài cọc và yêu cầu sử dụng.

Một số trình tự thường dùng trong thi công đóng hạ cọc trình bày ở hình 4.5. Việc lựa chọn cách đóng nào cần phải có sự phân tích kỹ lưỡng trong từng trường hợp cụ thể theo các yếu tố nêu trên.

Thông thường, nguyên tắc để xác định trình tự đóng cọc là:

- (1) Căn cứ vào mật độ của cọc và điều kiện xung quanh:
 - Chia khu để nghiên cứu trình tự đóng;
 - Chia 2 hướng đối xứng, từ giữa đóng ra;
 - Chia 4 hướng từ giữa đóng ra;
 - Đóng theo 1 hướng.
- (2) Căn cứ độ cao thiết kế của móng: Móng sâu hơn - đóng trước, nông hơn - đóng sau;
- (3) Căn cứ quy cách cọc: Cọc lớn - đóng trước, cọc nhỏ - đóng sau; cọc dài - đóng trước, cọc ngắn - đóng sau;
- (4) Căn cứ tình hình phân bố cọc: Cọc trong nhóm - đóng trước, cọc đơn - đóng sau;
- (5) Căn cứ yêu cầu độ chính xác lúc đóng: Độ chính xác thấp - đóng trước, độ chính xác cao - đóng sau.

4.1.6. Tiêu chuẩn dừng đóng cọc

Xác định tiêu chuẩn dừng đóng cọc theo yêu cầu thiết kế là vấn đề quan trọng vì nó có ý nghĩa rất lớn về kinh tế và kỹ thuật. Hai dấu hiệu để khống chế dừng đóng là: theo độ sâu mũi cọc quy định trong thiết kế và theo độ xuyên cuối cùng của cọc vào đất (có khi còn gọi là theo độ chối). Có nhiều nhân tố ảnh hưởng đến hai dấu hiệu nói trên và có khi mâu thuẫn nhau.

Tiêu chuẩn khống chế việc dừng đóng cọc nên quy định như sau;

- (1) Nếu mũi cọc đặt vào tầng đất thông thường thì độ sâu thiết kế làm tiêu chuẩn chính còn độ xuyên thì dùng để tham khảo;

- (2) Nếu mũi cọc đặt vào lớp đất cát từ chặt vừa trở lên thì lấy độ xuyên sâu làm tiêu chuẩn chính còn độ sâu cọc - tham khảo;
- (3) Khi độ xuyên đã đạt yêu cầu nhưng cọc chưa đạt đến độ sâu thiết kế thì nên đóng tiếp 3 đợt, mỗi đợt 10 nhát với độ xuyên của 10 nhát này không được lớn hơn độ xuyên quy định của thiết kế;
- (4) Khi cần thiết dùng cách đóng thử để xác định độ xuyên khống chế. Tham khảo kinh nghiệm của Trung Quốc ở bảng 4.3.

Bảng 4.3. Kiến nghị về tiêu chuẩn khống chế dùng đóng cọc (kinh nghiệm Trung Quốc)

Loại cọc		Cọc BTCT rỗng				Cọc BTCT đặc			
Kích thước cọc (cm)		Mũi kín	Mũi hở	Mũi kín	Mũi hở	40x40	45x45	50x50	50x50
Đất ở mũi cọc (trị số N)		Đất cát (30-50)	Đất sét cứng (20-25)	Đất cát (30-50)	Đất sét cứng (20-25)	Đất sét cứng (20-25)			Đất cát (30-50)
Loại búa	Điêzen	20-25 cấp		30-40 cấp		30 cấp	30-35 cấp	35-45 áp	40-45 cấp
	Hơi	4-7 T		7-10 T		7 T	7-10 T	10 T	10 T
Trị số khống chế tổng số nhát đóng		≤ 2000 -2500				≤ 1500 -2000			
Số nhát đóng khống chế ở 5 m cuối cùng		≤ 700 -800				≤ 500 -600			
Trị số độ xuyên cuối cùng	Điêzen	2 - 3mm/nhát				2 - 3mm/nhát			
	Hơi	3 - 4mm/nhát				3 - 4mm/nhát			

4.1.7. Chấn động và tiếng ồn

Vấn đề ảnh hưởng về chấn động cũng như tiếng ồn đối với công trình và con người do thi công đóng cọc gây ra cần phải được xem xét vì nó có thể dẫn đến những hậu

quả đáng tiếc, nhất là khi thi công đóng cọc gần công trình đã xây hoặc gần khu dân cư (hình 4.6).

Tiêu chuẩn để khống chế dao động và tiếng ồn do chấn động gây ra đối với người và công trình có thể tham khảo:

- Tiêu chuẩn Liên Xô (cũ): Nr. 1304 – 75;
- Tiêu chuẩn CHLB Đức: DIN 4150 – 1986;
- Tiêu chuẩn Thụy Sĩ : SN 640312 – 1978;
- Tiêu chuẩn Anh : BS 5228, Part 4 - 1992a (bảng 4.4a).
- Tiêu chuẩn Việt nam TCVN 5949-1998 (bảng 4.4b).

Về độ ồn thường khống chế 70 – 75 dB đối với khu ở và 70 – 85 dB đối với khu thương mại; Khi ồn quá giới hạn trên phải tìm cách giảm ồn. Cách phòng chống ảnh hưởng chấn động và ồn:

- Xác định khoảng cách an toàn khi đóng (hình 4.7);
- Chọn cách đóng (trọng lượng + độ cao rơi búa), loại búa hợp lý;
- Khoan dẫn, đóng vỗ, ép;
- Làm hào cách chấn;
- Đặt vật liệu tường tiêu âm, giảm thanh, đệm lót đầu mũ cọc;
- V.v..

Bảng 4. 4a. Ảnh hưởng của dao động đối với các đối tượng khác nhau
(theo tiêu chuẩn Anh **BS 5228 Part 4 1992a**)

Ví dụ	Đối tượng quan tâm	Thông số đo và phạm vi độ nhạy		
		Chuyển vị (mm)	Vận tốc (mm/s)	Gia tốc (g)
Phương tiện thí nghiệm	Thiết bị và vận hành	$(0,25-1) \times 10^{-3}$ (0,1Hz-30Hz)		$(0,1-5) \times 10^{-3}$ (30Hz-200Hz)
Cơ sở vi điện tử	Thiết bị và vận hành		$(6-400) \times 10^{-3}$ (3Hz-100Hz)	$(0,5-8) \times 10^{-3}$ (5Hz-200Hz)

Máy móc chính xác	Thiết bị và vận hành	$(0,1-1) \times 10^{-3}$		
Máy tính	Thiết bị và vận hành	$(3-250) \times 10^{-3}$		0,1-0,25 sai số trung phương (SSTP) (tối đa 300Hz)
Vi xử lý	Thiết bị và vận hành			0,1-1
Bệnh viện và nơi cư trú	Con người		0,15-15 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 0,4-40 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	0,5-50 (SSTP hướng đứng) (4Hz-8Hz)
Văn phòng	Con người		0,5-20 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 1-50 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	
Xưởng máy	Con người		1-20 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 3,2-52 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	$(4-650) \times 10^{-3}$ (SSTP hướng đứng) (4Hz-8Hz)
Khu dân cư hoặc thương mại	Công trình		1-50	
Ống dẫn khí hoặc nước	Dịch vụ ngầm dưới đất	$(10-400) \times 10^{-3}$	1-50	

Bảng 4.4b. Giới hạn tối đa cho phép tiếng ồn khu vực công cộng và dân cư
(tính theo mức âm tương đương dBA, TCVN 5949-1998)

Khu vực	Thời gian		
	từ 6h-18h	từ 18h-22h	từ 22h-6h
1. Khu vực cần đặc biệt yên tĩnh: bệnh viện, thư viện, nhà điều dưỡng, nhà trẻ, trường học, nhà thờ, chùa chiền.	50	45	40
2. Khu dân cư, khách sạn, nhà nghỉ, cơ quan hành chính.	60	55	50
3. Khu dân cư xen kẽ trong khu vực thương mại, dịch vụ, sản xuất	75	70	50

4.1.8. Một số sự cố thường gặp

- Khó xuyên và không đạt được độ sâu thiết kế quy định;
- Cọc bị xoay và nghiêng quá lớn;
- Cọc đóng đến độ sâu thiết kế nhưng sức chịu tải không đủ;
- Sự khác biệt dị thường về tài liệu địa chất lúc đóng so với ban đầu;
- Thân hoặc mối nối cọc bị hỏng/gãy ảnh hưởng đến việc tiếp tục ép/đóng;
- Cọc đóng trước bị trôi lên khi đóng các cọc sau;
- Không đóng tiếp được nữa do thời gian đóng kéo dài hoặc tạm ngừng;
- Biến dạng nền lớn dẫn đến trượt cả khối đất;
- Cọc bị lệch hoặc sai vị trí;
- V..v..

Những nguyên nhân trên phải được phân tích, tìm cách khắc phục, xử lý.. mới có thể đóng tiếp, có khi phải đóng thử để tìm ra công nghệ và trình tự đóng cọc hợp lý.

Ví dụ nguyên nhân gây trượt nền có thể là:

- (1) Tài liệu điều tra ĐCCT không giống thực tế hoặc sai, làm người thiết kế không thực hiện hoặc thực hiện sai trong kiểm toán ổn định;

- (2) Phương pháp và công nghệ thi công không đúng làm tăng áp lực nước lỗ rỗng, dưới tác dụng của ép chặt + chấn động dẫn đến mái đất bị trượt;
- (3) Không có biện pháp khống chế tốc độ đóng cọc;
- (4) Xếp cọc ở trên mái dốc hoặc bị đào ở chân dốc....,
- (5) Trong thời gian đóng cọc, mực nước của sông gần đó bị đột ngột hạ thấp.

Cách phòng ngừa và xử lý:

- (1) Điều tra kỹ đất nền, giảm khoảng cách giữa các lỗ khoan thăm dò;
- (2) Cần kiểm toán ổn định trong thiết kế thi công cọc ở vùng bờ dốc;
- (3) Giảm ảnh hưởng chấn động (khoan dẫn – ép – hạ cọc);
- (4) Dùng trình tự đóng từ gần đến xa;
- (5) Tiến độ thi công chậm;
- (6) Giảm thiểu tải trọng thi công, đình chỉ gia tăng tải ở mái dốc;
- (7) Theo dõi kỹ môi trường xây dựng: điều kiện thủy văn sóng biển, chú ý sự thay đổi mực nước, phòng ngừa việc hạ thấp đột ngột mực nước;
- (8) Nghiên cứu việc đào hố móng sâu trong khi đóng cọc, kiểm toán ổn định của đất sau khi đóng cọc trước khi đào móng sâu;
- (9) Theo dõi đo đạc áp lực nước lỗ rỗng và chuyển vị để khống chế tiến độ đóng cọc.

4.1.9. Nghiệm thu công tác đóng cọc

Chất lượng hạ cọc cần phải được thể hiện ở các điểm chính sau:

- (1) Chất lượng mối nối giữa các đoạn cọc (nếu có);
- (2) Sai lệch vị trí cọc so với quy định của thiết kế;
- (3) Sai lệch về độ cao đầu cọc: thường không quá 50 – 100mm;
- (4) Độ nghiêng của cọc không vượt quá 1% đối với cọc thẳng đứng và không vượt quá 1,5% góc nghiêng giữa trục cọc và đường nghiêng của búa;
- (5) Bề mặt cọc: nứt, méo mó, không bằng phẳng.

Tổng hợp những điều trên trong bảng 4.5 (hoặc bảng 10 của TCXD 79: 1980)

Bảng 4.5. Sai lệch cho phép về vị trí cọc chế tạo sẵn trên mặt bằng
(kinh nghiệm của Trung Quốc)

Loại cọc	Hạng mục kiểm tra	Sai lệch cho phép (mm)
Cọc BTCT đúc sẵn, cọc ống thép, cọc gỗ	§ Cọc phía trên có dầm móng:	
	1. Hướng vuông góc với trục dầm;	100
	2. Hướng song song với trục dầm	150
	§ Cọc trong nhóm 1-2 chiếc hoặc cọc trong hàng cọc	100
	§ Cọc trong móng có 3-20 cọc	≤1/2 đường kính cọc (hoặc cạnh cọc)
	§ Cọc trong móng có trên 20 cọc:	
	1. Cọc ở mép ngoài	1/2 đường kính cọc (hoặc cạnh cọc)
	2. Cọc trung gian	1 đường kính (hoặc cạnh cọc)
Cọc bản (barette) bằng BTCT	§ Vị trí	100
	§ Độ thẳng đứng	1%
	§ Khe hở giữa các cọc	
	- Để chống thấm	≤20
	- Để chắn đất	≤25

4.2. Cọc khoan nhồi

Cọc khoan nhồi trong những năm gần đây đã được áp dụng nhiều trong xây dựng nhà cao tầng, cầu lớn và nhà công nghiệp có tải trọng lớn. So với cọc chế tạo sẵn, việc thi công cọc nhồi có nhiều phức tạp hơn, do đó phương pháp và cách giám sát, kiểm tra chất lượng phải làm hết sức chu đáo, tử mỷ với những thiết bị kiểm tra hiện đại..

Dưới đây trình bày tóm tắt những nội dung chính mà người kỹ sư giám sát phải nắm vững để nâng cao hơn nữa trách nhiệm cũng như chất lượng giám sát.

4.2.1. Yêu cầu chung

Việc giám sát phải dựa vào công nghệ thi công và chương trình đảm bảo chất lượng đã duyệt. Trong chương trình đảm bảo chất lượng thi công của nhà thầu cần thể hiện chi tiết ở 3 khâu quan trọng sau:

- Công nghệ tạo lỗ (đào, đóng, khoan, ép), cách giữ thành lỗ cọc (ống chống suốt chiều dài cọc hoặc dung dịch) và chất lượng lỗ (đúng vị trí, không nghiêng quá trị số cho phép, cạn lắng ở đáy lỗ được thổi rửa sạch đúng yêu cầu);
- Chế tạo, lắp lồng cốt thép và giữ lồng thép ổn định trong quá trình đổ bê tông;
- Khối lượng bê tông, chất lượng và công nghệ đổ bê tông.

Về mặt quản lý và kiểm tra chất lượng cọc thì chia làm 2 giai đoạn: trước khi thành hình cọc và sau khi đã thi công xong cọc.

Chỉ tiêu cần phải kiểm tra và đánh giá gồm có:

- Chất lượng lỗ cọc trước khi đổ bê tông;
- Chất lượng và khối lượng bê tông đổ vào cọc;
- Lồng cốt thép trong lỗ cọc (sự liên tục, nghiêng lệch, trôi...);
- Chất lượng sản phẩm (tình trạng, kích thước thân cọc và sức chịu tải của cọc).

Nếu dùng dung dịch sét (hoặc hoá phẩm khác) để ổn định thành lỗ cọc thì cần phải quản lý chất lượng dung dịch này về các mặt:

- Chế tạo dung dịch đạt tiêu chuẩn đã đề ra;
- Điều chỉnh dung dịch (mật độ và độ nhớt..) theo điều kiện địa chất công trình - địa chất thuỷ văn và công nghệ khoan cụ thể;
- Thu hồi, làm giàu và sử dụng lại dung dịch;
- Hệ thống thiết bị để kiểm tra chất lượng dung dịch tại hiện trường.

4.2.2. Khối lượng kiểm tra và cách xử lý

Về nguyên tắc, công trình càng quan trọng (về ý nghĩa kinh tế, lịch sử, xã hội..), chịu tải trọng lớn, thi công trong điều kiện địa chất phức tạp, công nghệ thi công có độ tin cậy thấp, người thi công (và thiết kế) có trình độ và kinh nghiệm ít thì cần tiến hành quản lý và kiểm tra chất lượng có mật độ (tỷ lệ %) cao hơn, tức là nếu độ rủi ro

càng nhiều thì mức độ yêu cầu về quản lý và đánh giá chất lượng cần phải nghiêm ngặt với mật độ dày hơn.

Mặt khác, như sẽ được trình bày chi tiết hơn ở mục này, cách kiểm tra bằng phương pháp không phá hỏng (NDT) nhờ những thiết bị khá hiện đại đã có ở nước ta, cho phép thực hiện việc kiểm tra chất lượng cọc hết sức nhanh chóng với giá cả chấp nhận được. Vì vậy trong tiêu chuẩn TCXD 206: 1998 “Cọc khoan nhồi - yêu cầu về chất lượng thi công” đã đưa ra khối lượng kiểm tra tối thiểu (bảng 4.6).

Bảng 4.6. Khối lượng kiểm tra chất lượng bê tông thân cọc
(theo TCXD 206: 1998)

Thông số kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Tỷ lệ kiểm tra tối thiểu, %
Sự nguyên vẹn của thân cọc	-So sánh thể tích bê tông đổ vào lỗ cọc với thể tích hình học của cọc - Khoan lấy lõi - Siêu âm, tán xạ gama có đặt ống trước - Phương pháp biến dạng nhỏ (PIT, MIM), quan sát khuyết tật qua ống lấy lõi bằng camera vô tuyến - Phương pháp biến dạng lớn PDA	100 1-2% + phương pháp khác 10-25% + phương pháp khác ≥ 50 4% và không dưới 5 cọc
Độ mở rộng hoặc độ ngàm của mũi cọc vào đá	Khoan đường kính nhỏ (36mm) ở vùng mở rộng đáy hoặc xuyên qua mũi cọc	2-3 cọc lúc làm thử hoặc theo bảng 4.7
Cường độ bê tông thân cọc	-Thí nghiệm mẫu lúc đổ bê tông - Thí nghiệm trên lõi bê tông lúc khoan - Theo tốc độ khoan (khoan thổi không lấy lõi) - Súng bật nảy hoặc siêu âm đối với bê tông ở đầu cọc	Theo yêu cầu của giám sát 35

Chú thích:

- 1) Thông thường cần kết hợp từ 2 phương pháp khác nhau trở lên để tiến hành so sánh cho một thông số kiểm tra nêu ở bảng này. Khi cọc có $L/D > 30$ thì phương pháp kiểm tra qua ống đặt sẵn sẽ là chủ yếu (L-chiều dài, D-đường kính);
- 2) Lớp bê tông bảo vệ đường kính cọc và hình dạng bề ngoài của cốt thép có thể kiểm tra ở chỗ đầu cọc, khi đã loại bỏ lớp bê tông cạnh ở phía trên cốt đầu cọc.

Đối với những công trình có số lượng cọc trong mỗi móng là ít và tải trọng truyền lên móng lớn, kết cấu có độ nhạy cao khi lún không đều xảy ra, người ta yêu cầu tỷ lệ đặt ống để kiểm tra khá nhiều như trình bày ở bảng 4.7 dưới đây.

Bảng 4.7. Quy định tỷ lệ % cọc cần đặt sẵn ống và kiểm tra đối với công trình giao thông (DTU 13.2, P1 - 212, 9-1992, Pháp)

(N - tổng số cọc thi công, n - số cọc trong một móng trụ)

Cách thức tiếp nhận lực của cọc	N	n ≤ 4				n > 4			
		Số lượng ống đặt sẵn		Số lượng cọc kiểm tra		Số lượng ống đặt sẵn		Số lượng cọc kiểm tra	
		Các ống 50/60	Ống 102/114	Thăm dò thân cọc NDT	Khoan lấy lõi tại mũi cọc	Các ống 60/60	Ống 102/114	Thăm dò thân cọc NDT	Khoan lấy lõi tại mũi cọc
Chỉ có ma sát	≤ 50	100	0	100	0	100	0	50-100	0
Cục bộ	>50	100	0	100	1	50-100	0	50-100	0
Ma sát cục bộ và mũi cọc	≤ 50	100	≥ 50	100	30	100	≥ 30	50-100	≥ 20
	>50	100	≥ 30	50-100	20	50-100	≥ 20	50-100	≥ 10
Chỉ có mũi cọc	≤ 50	100	100	100	50-100	100	50-100	50-100	≥ 30
	>50	100	50-100	50-100	≥ 30	50-100	≥ 30	50-100	≥ 20

Không nhất thiết phải kiểm tra tất cả các cọc có đặt sẵn ống. Thông thường người ta chỉ tiến hành kiểm tra theo một tỷ lệ nào đó so với các cọc đã đặt ống, nếu thấy chất lượng tốt và đạt kết quả ổn định thì có thể dừng. Nếu có nghi vấn thì phải tiếp tục kiểm tra cho hết số cọc đã đặt ống.

Ngoài ra cũng có thể dựa vào sơ đồ trình bày trên hình 4.8 để thực hiện trình tự kiểm tra từ đơn giản đến phức tạp theo mức độ khai thác ứng suất cho phép và độ rui ro có thể xảy ra trong quá trình thi công cọc.

4.2.3 Kiểm tra chất lượng lỗ cọc

Yêu cầu về chất lượng

Chất lượng lỗ cọc là một trong các yếu tố có ý nghĩa quyết định chất lượng cọc. Công việc khoan và dọn lỗ cọc, sau đó là cách giữ thành vách lỗ cọc là những công đoạn quan trọng, ảnh hưởng đến chất lượng lỗ cọc tốt hay xấu. Các chỉ tiêu về chất lượng lỗ cọc gồm vị trí, kích thước hình học, độ nghiêng lệch, tình trạng thành vách và lớp cặn lắng ở đáy lỗ. Trong bảng 4.8 trình bày các thông số để đánh giá chất lượng và phương pháp kiểm tra chúng.

Bảng 4.8. Các thông số cần kiểm tra về lỗ cọc

Thông số kiểm tra	Phương pháp kiểm tra
Tình trạng lỗ cọc	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra bằng mắt có thêm đèn rọi - Dùng phương pháp siêu âm hoặc camera ghi chụp thành lỗ cọc
Vị trí, độ thẳng đứng và độ sâu	<ul style="list-style-type: none"> - Đo đạc so với mốc và tuyến chuẩn - So sánh khối lượng đất lấy lên với thể tích hình học của cọc - Theo lượng dùng dung dịch giữ thành - Theo chiều dài tời khoan - Quả dọi - Máy đo độ nghiêng, phương pháp siêu âm
Kích thước lỗ	<ul style="list-style-type: none"> - Mẫu, calip, thước xếp mở và tự ghi độ lớn nhỏ đường kính - Theo đường kính, thước xếp mở và tự ghi độ lớn nhỏ đường kính - Theo đường kính ống giữ thành

	- Theo độ mở của cách mũi khoan khi mở rộng đáy
Tình trạng đáy lỗ và độ sâu của mũi cọc trong đất+đá, độ dày lớp cặn lắng	- Lấy mẫu và so sánh với đất và đá lúc khoan, đo độ sâu trước và sau thời gian giữ thành không ít hơn 4 giờ (trước lúc đổ bê tông) - Độ sạch của nước thổi rửa - Phương pháp quả tạ rơi hoặc xuyên động - Phương pháp điện (điện trở, điện dung..) - Phương pháp âm.

Bảng 4.9. Sai số cho phép về lỗ cọc

Tiêu chuẩn	Độ thẳng đứng	Vị trí đỉnh cọc
ADSC	2% trên suốt chiều dài cọc	7,5 cm
FHWA (1998)	2% trên suốt chiều dài cọc	1/24 của đường kính cọc hoặc 7,5 cm
FHWA (1990)	1/48	7,5 cm
ACI	+ Đối với cọc không có cốt thép 1,5% trên suốt chiều dài cọc. + Đối với cọc có cốt thép 2% trên suốt chiều dài cọc	4% của đường kính cọc hoặc 7,5cm
ICE	1/75	7,5 cm
CGS	2% trên suốt chiều dài cọc	+ 7,5 cm + 15 cm đối với các công trình biển
Chú thích: ADSC: Hiệp hội các Nhà thầu cọc khoan nhồi Mỹ; FHWA: Cục đường bộ Liên bang Mỹ; ACI : Viện bê tông Mỹ; ICE : Viện Xây dựng dân dụng Anh; CGS : Hiệp hội Địa kỹ thuật Canada.		

Vị trí của lỗ cọc trên mặt bằng, độ nghiêng cũng như kích thước hình học của nó thường không đúng với thiết kế quy định, nhưng không được sai lệch quá giới hạn nào đó. Các phạm vi sai số này do thiết kế quy định theo tiêu chuẩn thiết kế và thi công cọc nhồi. Nhưng ngay tiêu chuẩn của các nước khác nhau cũng có những quy định cho phép sai số khác nhau (xem bảng 4.9).

Theo tiêu chuẩn của Trung Quốc thì yêu cầu sai số về độ nghiêng cao hơn nhiều so với bảng 4.9 như sau: Phải nhỏ hơn 1/500 đối với những công trình đòi hỏi cao và thấp nhất là không quá 1/100.

Trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn nhiều nước và tình hình thi công thực tế ở Việt Nam, TCXD 206 : 1998 quy định sai số cho phép về lỗ cọc nhồi như trong bảng 1 của tiêu chuẩn này.

Khi sử dụng bảng trên nên chú ý rằng: đối với những công trình đòi hỏi cao, số lượng cọc ít hoặc có những yêu cầu đặc biệt khác thì cần phải giảm các trị số cho phép nêu trên, đặc biệt là độ thẳng đứng. Ví dụ như công trình cầu khẩu độ lớn, nhịp bê tông cốt thép ứng suất trước liên tục, số lượng cọc là 10 cho mỗi trụ thì có thể phải quy định độ nghiêng cho lỗ cọc không được quá 1/200.

Ngoài kích thước và vị trí hình học như đã nói ở trên còn phải đảm bảo lượng cặn lắng ở đáy lõi không được dày quá các giá trị sau:

- Cọc chổng $\leq 50\text{mm}$;
- Cọc ma sát + chổng $\leq 100\text{mm}$;
- Cọc ma sát $\leq 200\text{mm}$.

Phương pháp kiểm tra

1. Kiểm tra kích thước và tình trạng thành vách lỗ cọc

• Đo đường kính lỗ cọc

Thiết bị đo đường kính lỗ cọc gồm 3 bộ phận cấu thành: đầu đo, bộ phận phóng đại và bộ phận ghi (hình 4.9) có thể đo lỗ cọc đường kính lên đến 1,2m. Nguyên tắc hoạt động của thiết bị là do cơ cấu cơ dẫn đàn hồi của 4 “ăng ten” ở đầu đo mà làm thay điện trở, từ đó làm thay đổi điện áp, kết quả của sự thay đổi được hiển thị bằng số hoặc máy ghi lưu giữ. Trị điện áp biểu thị và đường kính cọc có quan hệ:

$$\phi = \phi_0 + k \frac{\Delta V}{I}$$

Trong đó: ϕ - Đường kính lỗ cọc đo được, m; ϕ_0 - Đường kính lỗ cọc lúc đầu;
 ΔV - Biến đổi điện áp, vôn; k - Hệ số m / Ω ; I - Cường độ dòng điện, Ampe.

• Độ nghiêng và tình trạng thành vách lỗ cọc

Khi thi công cọc trong điều kiện có nước ngầm và có dùng dung dịch sét để giữ thành thì tình trạng thành vách, độ thẳng đứng và độ dày lớp cặn lắng chỉ có máy móc mới kiểm tra được.

Phương pháp sóng âm: Nguyên lý là dựa vào hiệu ứng điện áp của tinh thể mà phát sinh ra sóng siêu âm, thông qua bộ chuyển đổi năng lượng sóng âm đặt ở đầu dò (phát và thu), ta đo được các đại lượng:

$$t = L/C$$

Trong đó:

t - thời gian sóng âm qua môi trường, giây;

L - Đoạn đường của sóng truyền qua (âm trình), m;

C - Vận tốc của sóng âm, m/giây.

Trên hình 4.10 là thiết bị đo thành lỗ khoan DM - 686II của Nhật theo nguyên tắc sóng âm nói trên với độ sâu đo đến 100m và đường kính lỗ đến 4m và trên hình 4.11 là cách lắp đặt và kết quả đo.

2. Đo bề dày lớp cặn lắng ở đáy lỗ cọc

Phương pháp chùy rơi: Dùng chùy hình côn bằng đồng nặng khoảng 1kg, có tai để buộc dây và thả chậm chậm vào lỗ khoan. Phán đoán mặt lớp cặn lắng bằng cảm giác tay cầm dây, độ dày lớp cặn là hiệu số giữa độ sâu đo được lúc khoan xong với độ sâu đo được bằng chùy này.

Phương pháp điện trở: Dựa vào tính chất dẫn điện khác nhau của môi trường không đồng nhất (gồm nước +dung dịch giữ thành và các hạt cặn lắng) mà phán đoán chiều dày lớp cặn lắng này bằng trị số biến đổi của điện trở.

Theo định luật Ohm:

$$V_2 = V_1 \frac{R}{R_x + R}$$

Trong đó: V_1 - Điện áp ổn định của dòng xoay chiều (V);

V_2 - Điện áp đo được (V);

R - Điện trở điều chỉnh (Ω);

R_x - Trị điện trở của đất ở đáy lỗ (Ω).

R_x phụ thuộc vào môi trường, R_x khác nhau sẽ ứng với trị điện áp V_2 khác nhau, sẽ đọc được V_2 ở máy phóng đại. Cách đo như sau: Thả chậm đầu dò vào lỗ khoan, theo dõi sự thay đổi V_2 , khi kim chỉ V_2 biến đổi đột ngột, ghi lại độ sâu h_1 , tiếp tục thả đầu

dò, kim chỉ V_2 , ghi lại độ sâu h_2 ..., cho đến khi đầu dò không chìm được nữa, ghi lại độ sâu h_3 . Độ sâu của cọc khoan đã biết là H nên có thể tính chiều dày lớp cặn lắng là:

$$(H - h_1) \text{ hoặc } (H - h_2) \text{ hoặc } (H - h_3) \dots$$

Trên hình 4.12 a trình bày nguyên lý xác định chiều dày lớp cặn lắng bằng phương pháp điện trở.

Phương pháp điện dung: Dựa vào nguyên lý khoảng cách giữa hai cực bản kim loại và kích thước giữa chúng không thay đổi thì điện dung và suất điện giải của môi trường tỷ lệ thuận với nhau, suất điện giải của môi trường nước + dung dịch giữ thành + cặn lắng.. có sự khác biệt, do đó từ sự thay đổi của suất điện giải ta suy được chiều dày lớp cặn lắng. Trên hình 4.12b trình bày sơ đồ bộ đo cặn lắng bằng phương pháp điện dung.

Phương pháp âm (sonic): Dựa vào nguyên lý phản xạ của sóng âm khi gặp các giao diện khác nhau trên đường truyền sóng. Đầu đo làm hai chức năng phát và thu. Khi sóng gặp mặt lớp cặn lắng phản xạ lại, ghi được thời gian này là t_1 , khi gặp đáy lớp cặn (đất đá nguyên dạng) phản xạ lại, ghi được t_2 , chiều dày lớp cặn lắng sẽ là:

$$h = \left(\frac{t_1 - t_2}{2} \right) C$$

Trong đó: h - Độ dày lớp cặn lắng;

t_1 và t_2 - Thời gian phát và thu khi sóng gặp mặt và đáy lớp cặn lắng, giây;

C - Tốc độ sóng âm trong cặn lắng, m/giây.

Thật ra cặn lắng hình thành trong thời gian từ lúc tạo lỗ đến lúc đổ bê tông, trạng thái của lớp này từ trên xuống ở thể lỏng \rightarrow đặc \rightarrow hạt. Do vậy, thế nào là cặn lắng cũng không có định nghĩa rõ ràng và cũng không có một bề mặt cặn lắng xác định cụ thể mà chủ yếu dựa và kinh nghiệm.

3. Điều chế và quản lý dung dịch giữ thành

Trừ trường hợp lớp đất ở hiện trường thi công cọc khoan nhồi có thể tự tạo thành dung dịch sét ra hoặc tạo lỗ và giữ thành bằng phương pháp có ống chống đều phải dùng dung dịch chế tạo sẵn để giữ thành lỗ cọc. Chế tạo dung dịch phải được thiết kế cấp phối tùy theo thiết bị, công nghệ thi công, phương pháp khoan lỗ và điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng để quyết định.

Trong bảng 4.10 trình bày các yêu cầu về chất lượng của dung dịch sét lúc chế tạo ban đầu còn khi sử dụng có thể tham khảo bảng 4.11 để điều chế, quản lý và kiểm tra.

Bảng 4.10. Chỉ tiêu tính năng ban đầu của dung dịch sét (nếu dùng)

Hạng mục	Chỉ tiêu tính năng	Phương pháp kiểm tra
1. Khối lượng riêng	1,05 – 1,15	Tỷ trọng kế dung dịch sét hoặc Bomê kế
2. Độ nhớt	18 – 45 s	Phương pháp phễu 500/700cc
3. Hàm lượng cát	< 6%	
4. Tỷ lệ chất keo	> 95%	Phương pháp đong cốc
5. Lượng mất nước	< 30ml/30 phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
6. Độ dày của áo sét	1- 3/mm/30 phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
7. Lực cắt tĩnh	1 phút: 20-30 mg/cm ² 10 phút: 50 - 100 mg/cm ²	Lực kế cắt tĩnh
8. Tính ổn định	< 0,03 g/cm ²	
9. Trị số pH	7 - 9	Giấy thử pH

Bảng 4.11. Chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch sét bentonite trong sử dụng (kinh nghiệm của Nhật)

Phương pháp khoan	Địa tầng	Chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch sét					
		Khối lượng riêng	Độ nhớt (Pa.S)	Hàm lượng cát, %	Tỷ lệ chất keo, %	Mất nước (ml/30min.)	Độ pH
Tuần hoàn thuận, khoan đập	Đất sét	1,05-1,20	16-22	< 8-4	> 90-95	< 25	8 - 10
	Đất cát Đất sạn Cuội đá dăm	1,2-1,45	19-28	< 8-4	> 90-95	< 15	8 - 10
Khoan đẩy, khoan ngoạm	Đất sét	1,1-1,2	18-24	< 4	> 95	< 30	8-11
	Đất cát sỏi sạn	1,2-1,4	22-30	< 4	> 95	< 20	8-11

Khoan tuần hoàn nghịch	Đất sét	1,02- 1,06	16-20	< 4	> 95	< 20	8-10
	Đất cát	1,0-1,10	19-28	< 4	> 95	< 20	8-10
	Đất sạn	1,1-1,15	20-25	< 4	> 95	< 20	8-10

4.2.4. Kiểm tra lồng thép và lắp đặt ống đo

Lồng cốt thép ngoài việc phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế như quy cách, chủng loại, phẩm cấp que hàn, quy cách mối hàn, độ dài đường hàn, ngoại quan và chất lượng đường hàn.. còn phải phù hợp yêu cầu sau đây:

- Sai số cho phép trong chế tạo lồng cốt thép:
 - Cự ly giữa các cốt chủ $\pm 10\text{mm}$;
 - Cự ly cốt đai hoặc cốt lò xo $\pm 20\text{mm}$;
 - Đường kính lồng cốt thép $\pm 10\text{mm}$;
 - Độ dài lồng cốt thép $\pm 50\text{mm}$;
 - Độ thẳng của lồng thép $< 1/100$;
- Sai số cho phép của lớp bảo vệ cốt thép chủ của lồng thép:
 - Cọc đổ bê tông dưới nước $\pm 20\text{mm}$;
 - Cọc không đổ bê tông dưới nước $\pm 10\text{mm}$.

Các ống đo được làm bằng thép hoặc nhựa PVC (có khả năng giữ đúng vị trí khi vận chuyển và đổ bê tông) được nối với nhau bằng măng xông (không hàn) đảm bảo không lọt nước vào trong ống và trong ống đổ đầy nước sạch. Các ống này phải đặt song song và đưa xuống tới đáy lồng thép (hình 4.13b), được cố định cứng vào lồng thép và được bịt kín ở hai đầu. Nút dưới vừa đảm bảo cho đầu dưới kín nước tuy vẫn cho phép sau này khoan thủng được khi cần thiết. Dùng một đường dưỡng kiểm tra sự thông suốt của ống đo nhằm bảo đảm việc di chuyển các đầu dò trong ống sẽ dễ dàng. Đầu ống phía trên được chuẩn bị sao cho cao hơn mặt bê tông của đầu cọc ít nhất bằng 0,2 m. Đường kính trong tối thiểu của ống đo là 40mm, khoảng cách giữa các ống đo đối với mọi cấu kiện móng nằm trong khoảng 0,30m - 1,50m (hình 4.13a).

Đối với cọc có tiết diện ngang hình tròn, đường kính D (hình 4.13b) số lượng ống dự tính như sau:

- Hai ống nếu $D < 0,60\text{m}$;
- Ba ống nếu $0,60\text{m} < D \leq 1,20\text{m}$;

- Ít nhất 4 ống nếu $D > 1,20\text{m}$.

4.2.5. Kiểm tra chất lượng bê tông và công nghệ đổ bê tông

Thi công bê tông cho cọc khoan nhồi trong đất có nước ngầm phải tuân theo quy định về đổ bê tông dưới nước và phải có sự quản lý chất lượng bê tông khi đổ bằng các thông số sau đây:

- Độ sụt (cho từng xe đổ);
- Cốt liệu thô trong bê tông không lớn hơn cỡ hạt theo yêu cầu của công nghệ;
- Chất lượng xi măng;
- Mức hỗn hợp bê tông trong hố khoan;
- Độ sâu ngập ống dẫn bê tông trong hỗn hợp bê tông;
- Khối lượng bê tông đã đổ trong lỗ cọc;
- Cường độ bê tông sau 7 và 28 ngày.

Cần thiết lập cho từng cọc một đường cong đổ bê tông quan hệ giữa lượng thực tế của bê tông vào cọc và thể tích hình học (lý thuyết) của cọc qua từng độ sâu khác nhau. Đường cong nói trên phải có ít nhất 5 điểm phân bố trên toàn bộ chiều dài cọc. Trường hợp bê tông sai lệch không bình thường so với tính toán (ít quá hoặc nhiều quá 30%) thì phải dùng các biện pháp đặc biệt để thẩm định tìm nguyên nhân và phương pháp đổ thích hợp.

Ngoài điều kiện về cường độ, bê tông cho cọc khoan nhồi phải có độ sụt lớn để đảm bảo sự liên tục của cọc (bảng 4.12) và phải kiểm tra chặt chẽ trước khi đổ, và lượng xi măng thường không nhỏ hơn 350kg/m^3 bê tông.

Bảng 4.12. Độ sụt của bê tông cọc nhồi (theo TCXD 205-1998)

Điều kiện sử dụng	Độ sụt
Đổ tự do trong nước, cốt thép có khoảng cách lớn cho phép bê tông dịch chuyển dễ dàng	7,5 – 12,5
Khoảng cách cốt thép không đủ lớn, để cho phép bê tông dịch chuyển dễ dàng, khi cốt đầu cọc nằm trong vùng vách tạm. Khi đường kính cọc nhỏ hơn 600 mm	10 – 17,5
Khi bê tông được đổ dưới nước hoặc trong môi trường dung dịch sét ben-to-nít qua ống đổ (tremie)	> 15

Việc thi công đổ bê tông cho cọc thường tiến hành cùng lúc với việc khoan tạo lỗ cho các cọc khác. Những chấn động rung sẽ có ảnh hưởng không tốt đến quá trình đông cứng của bê tông tươi.

Do vậy cần phải hạn chế tác hại chấn động trong môi trường đất bằng thông số vận tốc chuyển động cực đại của chất điểm như trình bày trong bảng 4.13.

Bảng 4.13. *Mức vận tốc chấn động cho phép đối với bê tông*

Tuổi của bê tông	Vận tốc cực đại của chất điểm (mm/s)
0-4 giờ	Không hạn chế
4 - 24 giờ	5, tốt nhất là không có chấn động
1 - 7 ngày	50

4.2.6. Kiểm tra chất lượng thân cọc

Chất lượng của cọc sau khi đổ xong bê tông thường thể hiện bằng các chỉ tiêu sau:

- Độ nguyên vẹn (sự toàn khối của cọc);
- Sự tiếp xúc giữa mũi cọc và đất nền;
- Sức chịu tải của cọc.

Một số phương pháp kiểm tra thường dùng gồm có:

4.2.6.1. Phương pháp siêu âm truyền qua

Việc thăm dò bằng siêu âm một cấu kiện móng bằng bê tông có đặt trước ít nhất hai ống đo, song song, bao gồm các bước (hình 4.14) như sau:

- Cho một đầu dò (đầu phát) vào trong một ống đo đã đầy nước sạch và phát sóng siêu âm truyền qua bê tông của cấu kiện móng;
- Cho một đầu dò thứ hai (đầu thu) vào một ống khác cũng đầy nước và thu sóng siêu âm này ở cùng mức độ sâu của đầu phát sóng; khi cần (ví dụ lúc dò độ lớn lỗ hổng) có thể hai đầu thu phát không cùng ở một mức độ sâu nhưng khoảng cách chéo này phải được xác định.

- Trên suốt dọc chiều cao các ống, đo thời gian truyền sóng siêu âm giữa hai đầu dò;
- Ghi lại sự thay đổi biên độ của tín hiệu nhận được.

Một số cách đánh giá kết quả kiểm tra

Phân tích và đánh giá kết quả kiểm tra do chuyên gia tư vấn có trình độ chuyên môn cao thực hiện và chịu trách nhiệm trước người đặt yêu cầu.

Để đánh giá chất lượng bê tông của cấu kiện móng thường phải dựa vào các đặc trưng âm đo được (như vận tốc, biên độ, năng lượng, thời gian truyền..) hoặc vào hình dáng của sóng âm được ghi lại trên màn hình.

Trong bảng 4.14 trình bày cách đánh giá chất lượng bê tông theo một số đặc trưng sóng siêu âm và trên hình 4.15 trình bày ví dụ hình dáng sóng âm đối với cọc có khuyết tật.

Bảng 4.14. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc khoan nhồi theo đặc trưng sóng âm

Chất lượng	Thời gian truyền	Biên độ	Hình dạng sóng
Tốt	Đều đặn không đột biến	Không bị suy giảm lớn	Bình thường
Phân tầng	Tăng lớn	Có suy giảm	Biến đổi lạ
Nứt gãy	Tăng đột biến	Suy giảm rõ rệt	Biến đổi lạ

Phương pháp kiểm tra chất lượng bê tông bằng siêu âm không cho thông tin về cường độ (hoặc các đặc trưng cơ học khác như môđun đàn hồi, hệ số Poisson). Muốn có được các thông tin này, ở các công trường lớn (với khối lượng bê tông nhiều) phải tiến hành xây dựng các tương quan giữa đặc trưng cơ học nào đó (cần dùng nó trong kiểm soát chất lượng) với đặc trưng âm.

Trong trường hợp muốn có những số liệu sơ bộ về chất lượng hoặc cường độ bê tông thông qua các đặc trưng sóng âm có thể tham khảo bảng 4.15 và 4.16.

Bảng 4.15. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc bằng vận tốc xung

Tốc độ xung		Đánh giá chất lượng
ft/s	m/s	
Trên 15.000	Trên 4570	Rất tốt

12.000 - 15.000	3660 - 4570	Tốt
10.000 - 12.000	3050 - 3660	Nghi ngờ
7.000 - 10.000	2135 - 3050	Kém
Dưới 7.000	Dưới 2135	Rất kém

Bảng 4.16. Cấp chất lượng bê tông thân cọc theo vận tốc siêu âm
(kinh nghiệm Trung Quốc)

Vận tốc âm (m/s)	< 2000	2000-3000	3000-3500	3500-4000	>4000
Chất lượng bê tông	Rất kém	Kém	Trung bình	Tốt	Rất tốt
Cấp chất lượng của cọc	V	IV	III	II	I

4.2.6.2. Phương pháp đồng vị phóng xạ (tia gamma)

Để kiểm tra chất lượng và phát hiện khuyết tật trong bê tông móng, người ta sử dụng nguồn đồng vị C_s-137 (hoặc C_r-60) để khảo sát đặc trưng cơ bản của vật liệu.

Khi truyền qua bê tông, cường độ bức xạ bị giảm yếu do sự hấp thụ của bê tông. Về lý thuyết đã chứng minh được: mật độ bê tông thay đổi phụ thuộc tuyến tính với logarit của cường độ bức xạ I thu nhận theo phương trình:

$$\rho = A + B \ln I$$

Trong đó: A, B được xác định trên mẫu chuẩn trong phòng thí nghiệm phụ thuộc vào cường độ bức xạ ban đầu I_0 , chiều dày của móng d, hệ số suy giảm μ và một số tham số khác.

Khi chiều dày d không đổi thì việc xác định ρ chỉ hoàn toàn phụ thuộc vào việc phát và thu phóng xạ.

Từ mật độ ρ và sự phân bố của nó sẽ xác định được các khuyết tật và độ đồng nhất của bê tông móng.

4.2.6.3. Phương pháp biến dạng nhỏ (PIT)

Phương pháp thử bằng biến dạng nhỏ dựa trên nguyên lý phản xạ khi trở kháng thay đổi, của sóng ứng suất truyền dọc theo thân cọc, gây ra bởi tác động của lực xung tại đầu cọc.

Nguyên lý công tác của thiết bị dùng trong phương pháp này được trình bày về nguyên tắc ở hình 4.16 với trình tự thực hiện chủ yếu như sau:

- Dùng búa tay có lắp bộ cảm biến lực, đóng lên đầu cọc;
- Ghi lại hình sóng lực xung làm điều kiện biên;

Lực cản ở mặt bên của cọc mô phỏng theo luật tắt dần tuyến tính, lực cản ở mũi cọc mô phỏng theo lò xo và bộ phận tắt dần;

Dùng các tham số giả định của đất để tính bằng phương pháp lặp và điều chỉnh trở kháng để sao cho hình sóng tính toán tương đối khớp với hình sóng đo được từ thực tế, từ đó phán đoán vị trí và độ lớn khuyết tật.

Ngoài phương pháp biến dạng nhỏ PIT theo trường phái của Mỹ, ở Viện cơ học Việt Nam có hệ thống thiết bị MIMP-15 kiểm tra chất lượng cọc theo nguyên lý trở kháng cơ học (MIM) của người Pháp theo tiêu chuẩn Pháp NF 160-94.

4.2.6.4. Phương pháp biến dạng lớn (PDA)

Phương pháp thử bằng biến dạng lớn (theo mô hình E.A. Smith hoặc theo Case) là phương pháp đo sóng của lực ở đầu cọc và sóng vận tốc (tích phân gia tốc) rồi tiến hành phân tích thời gian thực đối với hình sóng (bằng các tính lặp) dựa trên lý thuyết truyền sóng ứng suất trong thanh cứng và liên tục do lực va chạm dọc trục tại đầu cọc gây ra.

Nguyên lý của phương pháp như trình bày trên hình 4.17.

Các đầu đo gia tốc và ứng suất được gắn chặt vào cọc, các tín hiệu từ đầu đo được truyền từ cọc như năng lượng lớn nhất của búa, ứng suất kéo nén lớn nhất của cọc, sức chịu tải Case-Goble, hệ số độ nguyên vẹn.. được quan sát trong quá trình thí nghiệm trên hệ thống máy phân tích và hiển thị.

Các số liệu hiện trường được phân tích bằng chương trình CAPWAP (hoặc Case) nhằm xác định sức chịu tải tổng cộng của cọc, sức chống ma sát của đất ở mặt bên và ở mũi cọc cùng một số thông tin khác về công nghệ đóng và chất lượng cọc.

Kết quả kiểm tra chất lượng cọc bằng phương pháp biến dạng lớn được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng và có dạng như trình bày trên hình 4.18.

Có thể phán đoán mức độ khuyết tật (có tính chất định tính) của cọc theo hệ số hoàn chỉnh β (theo bảng 4.17).

Bảng 4.17. Phán đoán mức độ khuyết tật của thân cọc

Hệ số β	1,0	0,8-1,0	0,6-0,8	< 0,6
Mức độ khuyết tật	Hoàn chỉnh	Tồn thất ít	Phá hỏng	Nứt gãy

Như đã lưu ý trên đây, các phương pháp kiểm tra không phá hỏng vừa nêu có những hạn chế của nó. Do đó để có độ tin cậy cao hơn trong việc xác định các khuyết tật của cọc thường phải dùng không ít hơn hai phương pháp khác nhau để cùng kiểm tra và xác nhận, không vội tin vào một phương pháp nào khi có nhiều nghi ngờ về kết quả. Có thể để khẳng định, phải dùng các phương pháp trực giác tuy tốn kém và công kênh như khoan lấy mẫu hoặc đào khi điều kiện cho phép.

Trong bảng 4.18 và 4.19 tóm tắt nêu một số ưu và nhược điểm cũng như phạm vi áp dụng của các phương pháp kiểm tra nói trên.

Bảng 4.18. Các phương pháp truyền qua trực tiếp (tia gamma hoặc siêu âm)

	Phương pháp kiểm tra bằng siêu âm truyền qua	Phương pháp kiểm tra bằng gamma truyền qua
Nguyên tắc và điều kiện áp dụng	<ul style="list-style-type: none"> -Đo sóng siêu âm truyền qua các ống đặt sẵn hoặc các lỗ khoan lấy mẫu. -Các dao động được truyền từ một ống khác cùng cao độ để đo thời gian đến và biên độ dao động 	<ul style="list-style-type: none"> -Đo số phóng xạ giữa các ống đặt sẵn hoặc các lỗ khoan lấy mẫu. -Nguồn phóng xạ và đầu thu để trong các ống gần nhau hoặc đối diện nhau có đổ đầy nước. Vùng mật độ thấp sẽ làm tăng photon trên đầu đo.
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> -Tương đối nhanh -Xác định được khuyết tật giữa các ống khá chuẩn -Không bị hạn chế độ sâu -Xem kết quả ngay trên màn 	<ul style="list-style-type: none"> -Tương đối nhanh -Xác định được khuyết tật giữa các ống khá chuẩn -Không bị hạn chế độ sâu -Xem kết quả ngay trên màn hình

	hình	
Nhược điểm	-Phải đặt trước các ống hoặc phải khoan lỗ -Khó xác định được khuyết tật ở gần mặt bên của cọc	-Phải đặt trước các ống hoặc phải khoan lỗ -Có thể gây nhiễm phóng xạ -Khoảng cách lớn nhất giữa các ống là 80cm.
Ứng dụng	-Kiểm tra đồng chất của bê tông hoặc xác định bất kỳ khuyết tật nào trong cọc	-Kiểm tra đồng chất của bê tông hoặc xác định bất kỳ khuyết tật nào trong thân cọc

Bảng 4.19. Các phương pháp thử động bề mặt (PIT, MIM, PDA)

	Phương pháp thử động biến dạng nhỏ (gõ - PIT, MIM)	Phương pháp thử động biến dạng lớn (PDA)
Nguyên tắc và điều kiện áp dụng	-Đo thời gian truyền sóng dọc trong bê tông. -Dùng búa gõ vào đầu cọc truyền sóng nén đi xuống gặp mũi cọc hoặc bất kỳ khuyết tật nào sẽ phản xạ lại bề mặt. -Việc phân tích sẽ tiến hành sau	-Đo vận tốc và biến dạng đầu cọc. -Dùng búa rơi tự do trên đầu cọc để gây ra chuyển dịch cọc vào trong đất -Dùng lý thuyết phương trình truyền sóng để phân tích
Ưu điểm	-Không cần chôn ống trước -Thiết bị gọn nhẹ xách tay -Nhanh	-Không cần chôn ống trước -Thiết bị gọn nhẹ xách tay -Nhanh
Nhược điểm	-Không xác định được đường kính cọc -Không xác định được các khuyết tật trong phạm vi 30cm ở đầu cọc hoặc chiều dài lớn hơn 30 lần đường kính	-Phải có quả búa rơi đủ nặng và gây va đập trên đầu cọc khoan nhồi -Việc chuẩn bị thử rất phức tạp và đòi hỏi sự cẩn thận cao.
Ứng dụng	-Kiểm tra sơ bộ tính đồng nhất của bê tông và xác định sơ bộ	-Xác định khá chính xác vị trí và mức độ khuyết tật trên thân cọc.

	khuyết tật trong thân cọc	-Xác định sức chịu tải của cọc (phân bố ma sát thành bên+sức chống ở mũi) -Xây dựng được biểu đồ quan hệ tải trọng chuyển vị.
--	---------------------------	--

4.2.7. Kiểm tra sức chịu tải của cọc

Sức chịu tải của cọc là thông số quan trọng và có ý nghĩa nhất phản ánh chất lượng của cọc đã thi công. Việc thử cọc để xác định sức chịu tải của nó thường là công việc tốn kém và không phải bao giờ cũng có thể thực hiện được cho nhiều loại cọc tại công trường.

Thí nghiệm bằng phương pháp động khi dùng các công thức động quen biết của Gerxevanov và Hiley là điều mà nhà thầu thường áp dụng lâu nay, chỉ có điều là đối với cọc nhồi đường kính lớn, phương pháp thử động vừa nói tỏ ra không tin cậy.

Thí nghiệm bằng biến dạng lớn PDA tuy là một công cụ khá hiện đại và được dùng rộng rãi ở các nước phát triển nhưng cũng chỉ thích hợp cho cọc đóng hoặc cọc nhồi đường kính nhỏ.

1. Phương pháp thử cọc bằng nén tĩnh được xem là phương pháp kinh điển và đáng tin cậy tuy rằng khi so sánh các phương pháp nén tĩnh khác nhau đã chứng tỏ rằng chúng thường cho các kết quả không giống nhau. Điều đó phụ thuộc vào phương pháp gia tải, quy ước về độ lún ứng với tải trọng giới hạn khác nhau và cách xác định sức chịu tải giới hạn khác nhau. Vậy, để tránh xảy ra nghi ngờ và tranh chấp cần phải xác định quy trình thử tĩnh cọc trong chương trình kiểm tra chất lượng của mình trên cơ sở lựa chọn một trong các tiêu chuẩn như TCXD 88-82 (Việt Nam, sắp soát xét lại), ASTM D1142-81 (Mỹ) hoặc CP 2004 (Anh).

Dùng đối trọng (quả nặng, vật liệu xây dựng, bao cát) với hệ thống kích thủy lực hoặc dùng phương pháp neo với hệ thống kích thủy lực là cách thường dùng hiện nay trong thử tĩnh. Trên hình 4.19 trình bày hệ thống thiết bị neo của hãng BAUER (CHLB) Đức để thử tĩnh cọc nhồi đường kính 1200mm, dài 18,50m với tải trọng 1700 tấn ở độ lún 12,1m tại A rập xêut.

2. Phương pháp thử tĩnh cọc có gắn thiết bị đo lực và chuyển vị

Quanh thân cọc theo chiều sâu, thống tin thu được gồm: Lực Q_i , chuyển vị Δ_i ở các độ sâu khác nhau L_i của cọc. Đây là phương pháp do Hiệp hội thí nghiệm vật liệu của Mỹ (ASTM) đề nghị. Sơ đồ cọc có gắn thiết bị đo như trình bày trên hình 24 và quan hệ Q_i và Δ_i có thể biểu diễn:

diễn:

$$Q_i = \frac{2AE\Delta_i}{L_i} - Q$$

Trong đó:

A, E - lần lượt là diện tích tiết diện và môđun đàn hồi của cọc;

Δ_i - chuyển vị đo được của cọc ở độ sâu L_i ;

Q - cấp tải trọng tác dụng lên đầu cọc.

Cấp tải trọng Q có thể tiến hành như thử tĩnh truyền thống và kết quả thu được không chỉ là chuyển vị và lực tác dụng ở đầu cọc mà chủ yếu là phân bố ma sát quanh thân cọc theo chiều sâu và phản lực ở mũi cọc, điều này có ý nghĩa quan trọng trong thực tế tính toán và kiểm tra sức chịu tải của cọc.

Đối với cọc đóng, thiết bị đo được gắn trên mặt ngoài của cọc, còn đối với cọc nhồi, gắn thiết bị trước khi đổ bê tông.

Nhờ kết quả đo của phương pháp này cho phép xác định hợp lý chiều dài của cọc cũng như việc tính lún (từ áp lực ở mũi cọc) sẽ chính xác hơn so với các phương pháp thử truyền thống.

3. Phương pháp thử hiện đại

Khi cọc nhồi có đường kính và chiều dài lớn với sức chịu tải hàng ngàn tấn thì phương pháp thử tĩnh nói trên không thể thực hiện được. Hơn nữa khi những cọc này ở giữa sông hoặc ngoài biển thì việc chằng tải hoặc neo là phương pháp không có tính khả thi. Do vậy người ta đã tìm phương pháp khác để thử sức chịu tải của cọc.

- **Phương pháp hộp tải trọng OSTERBERG**
- **Nguyên lý:** Dùng một (hay nhiều) hộp tải trọng OSTERBERG (hộp sẽ làm việc như kích thủy lực) đặt ở mũi khoan cọc nhồi hoặc ở 2 vị trí mũi và thân cọc trước khi đổ bê tông thân cọc. Sau khi bê tông đã đủ cường độ tiến hành thử tải bằng bơm dầu để tạo áp lực trong hộp kích.

Theo nguyên lý phản lực, lực truyền xuống đất ở mũi cọc bằng lực truyền lên thân cọc, ngược lại với lực này là trọng lượng cọc và ma sát đất chung quanh. Việc thử sẽ đạt đến phá hoại khi một trong hai phá hoại xảy ra ở mũi và quanh thân cọc. Dựa theo các thiết bị đo chuyển vị và đo lực gắn sẵn trong hộp OSTERBERG sẽ vẽ được các biểu đồ quan hệ giữa lực tác dụng và chuyển vị mũi cọc và chuyển vị thân cọc. Tùy theo trường hợp phá hoại có thể thu được một trong hai dạng biểu đồ quan hệ tải trọng chuyển vị có dạng gần giống như biểu đồ P-S trong thử tĩnh truyền thống. Phương pháp này phù hợp với các cọc có sức chống cho phép ở thành bên và mũi tương đương nhau, nếu không, phải ước tính để đặt hộp áp lực tại nhiều tầng trong thân cọc.

- **Phương pháp thử tĩnh động STATNAMIC**

Nguyên lý: Đặt một thiết bị dạng động cơ phản lực và đối trọng lên đầu cọc. Thông qua việc đốt nhiên liệu rắn trong buồng áp lực của động cơ sẽ tạo nên một áp suất đẩy khối đối trọng lên phía trên đồng thời sẽ gây ra một lực tác dụng lên đầu cọc theo chiều ngược lại. Đo chuyển vị của cọc dưới tác dụng của lực nổ và các thông số biến dạng + gia tốc đầu cọc sẽ xác định được sức chịu tải của cọc (hình 4.22).

Các số liệu về quan hệ tải trọng-chuyển vị của cọc được xác định bằng hộp tải trọng và đầu đo laser gắn sẵn trong thiết bị STATNAMIC. Trên hình 4.23 trình bày cấu tạo của thiết bị này.

Trong phương pháp STATNAMIC người ta đã xác định được gia tốc a của khối phản lực ($F_{12} = ma$) dịch chuyển lên phía trên lớn gấp 20 lần gia tốc của cọc dịch chuyển xuống phía dưới ($F_{21} = -F_{12}$). Như vậy trọng lượng của khối phản lực chỉ cân bằng $1/20$ đối trọng dự kiến trong thử tĩnh đã tạo nên được một lực lớn gấp 20 lần lực truyền lên đầu cọc. Nhờ đó việc thử tải bằng STATNAMIC sẽ giảm rất nhiều về quy mô và chi phí so với thử tĩnh nhưng kết quả đạt được rất gần với phương pháp tĩnh.

STATNAMIC được phát triển từ năm 1988 với tải trọng đạt đến 0,1MN. Đến 1994 đã có thiết bị thí nghiệm đến 30MN. Các nước Mỹ, Canada, Hà Lan, Nhật Bản, Đức, Israel và Hàn Quốc đã dùng phương pháp này. Năm 1995 tư vấn Anh ACER đã đề nghị dùng phương pháp này để thử cọc ống thép tại cảng côngtenơ Tân Thuận (thành phố Hồ Chí Minh) với tải trọng 3MN nhưng chưa được phía Việt Nam chấp thuận.

4.2.8. Một số hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi

Các hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi rất đa dạng do nhiều nguyên nhân khác nhau. Trong bảng 4.20 trình bày những dạng hư hỏng chính.

Ở đây cần lưu ý đến một số nguyên nhân chung gây ra cọc kém chất lượng thường xảy ra ở khâu khoan rồi dọn lỗ và khâu đổ bê tông.

Các nguyên nhân bao quát thường là:

- Do kém am hiểu một phần hay toàn bộ bản chất của đất nền và điều kiện địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng;
- Do kiểm tra không đầy đủ trên công trường của chủ đầu tư hay nhà thầu vì không có hoặc thiếu tư vấn giám sát có trình độ chuyên môn, kinh nghiệm và tư chất cần thiết;
- Do hợp đồng quy định quá eo hẹp hoặc kế hoạch thi công với tiến độ không thích hợp cho những công việc cần phải cẩn thận;
- Do thiếu khả năng hoặc tính cầu thả của nhà thầu khi thi công những công việc quá phức tạp;
- Sau cùng là do việc hoàn thành một cọc bao gồm một số thao tác đơn giản hợp thành nhưng những người thực hiện thiếu tinh tế và không có những kỹ xảo cần thiết (vì ít kinh nghiệm) mặc dù họ đã được lựa chọn khá kỹ nhưng vẫn không làm chủ tốt.

Bảng 4.20. Các hư hỏng có thể gặp ở cọc khoan nhồi. Phương pháp xác định

Mục	Loại hư hỏng	Nguyên nhân có thể	Hư hỏng một chỗ	Hư hỏng nhiều chỗ
1	Sai vị trí lệch tâm	Định vị sai và thân cọc không thẳng	Quan sát và đo đạc	Quan sát và đo đạc
2	Đứt gãy ở chân	Thiết bị thi công va phải đỉnh cọc	Thử bằng siêu âm hoặc gõ bằng phương pháp PIT, MIN..	Kiểm tra bằng siêu âm hoặc gamma trong các ống chôn sẵn hoặc các lỗ khoan nằm ngoài lồng thép
3	Thân phình ra hoặc thắt lại	Đi qua vùng đất xốp	Phối hợp kiểm tra chất lượng bằng quan sát với một	Như mục 2

			hoặc tổ hợp các phương pháp NDT thường dùng	
4	Có hang hốc	Do khoan qua cát trong nước không có ống vách hoặc dùng dung dịch	Như mục 3	Như mục 2
5	Mũi cọc xộp	Do vách lỗ hoặc không làm sạch hoàn toàn đáy	Phối hợp kiểm tra chất lượng bằng quan sát với kiểm tra siêu âm hoặc gamma trong các ống qua đáy cọc	
6	Thấu kính cát nằm ngang	Do ống bê tông bị rời khỏi bê tông	Như mục 3	Như mục 2
7	Hư hỏng ngoài lồng thép	Do độ sụt của bê tông thấp hoặc cốt thép quá dày	Như mục 3	Kiểm tra chất lượng bằng quan sát kết hợp bằng siêu âm hoặc gamma trong các ống hoặc các lỗ khoan nằm ngoài lồng thép
8	Rỗ tổ ong hoặc mất vữa hoặc tạo thành hang trong bê tông	Do lượng nước không cân bằng hoặc đổ bê tông trực tiếp vào nước	Như mục 3	Như mục 2
9	Lấn các mảnh vụn	Do không làm sạch mùn khoan	Đo cẩn thận khối lượng bê tông cộng với như mục 3	Đo cẩn thận khối lượng bê tông cộng với như mục 2

Ở công đoạn tạo lỗ, những hư hỏng có thể là do hậu quả của:

- Kỹ thuật thiết bị khoan hoặc loại cọc đã lựa chọn không thích hợp với đất nền;
- Mật dung dịch khoan đột ngột (khi gặp hang các-tơ hoặc thạch cao) hoặc sự trôi lên nhanh chóng của đất bị sụt lở vào thành lỗ khoan, 2 sự cố này dễ tạo thành “ngoài dự kiến thiết kế”;
- Sự quản lý kém khi khoan tạo lỗ do sử dụng loại dung dịch có thành phần không tương ứng với điều kiện đất nền và công nghệ khoan hoặc kiểm tra không tốt sự biến đổi thành phần dung dịch (nhất là mật độ và độ nhớt);
- Sự nghiêng lệch, bấp bênh của hệ thống máy khoan lỗ khi gặp đá mồ côi hoặc lớp đá nghiêng. Những sai lệch vị trí kiểu này phụ thuộc vào hiệu quả và vào sự

kiểm soát của thiết bị dẫn hướng, điều đó ắt dẫn đến tình trạng không tôn trọng độ thẳng đứng của cọc và vượt quá độ nghiêng dự kiến (cho phép) của thiết kế;
-Làm sạch mùn khoan trong lỗ cọc không tốt, đáy lỗ khoan có lớp cặn dày, sinh ra sự tiếp xúc xấu với lớp đất chịu lực tại mũi cọc, làm nhiễm bẩn và giảm chất lượng bê tông;

Ở công đoạn đổ bê tông vào cọc thường gặp những sai sót do một số nguyên nhân sau:

- Thiết bị đổ bê tông không thích hợp hoặc tình trạng làm việc xấu;
- Chỉ đạo công nghệ đổ bê tông kém: sai sót trong việc cung cấp bê tông không liên tục, gián đoạn trong khi đổ, rút ống đổ quá nhanh;
- Cấp liệu không đều sẽ dẫn đến lượng bê tông chiếm chỗ ban đầu không đủ do đổ quá nhanh;
- Sử dụng bê tông có thành phần không thích hợp, độ sụt hoặc tính dẻo không đủ và dễ bị phân tầng.

Một số nguyên nhân khác làm hỏng cọc hoặc làm giảm sức chịu tải của cọc có thể là:

- Sự lưu thông mạch nước ngầm làm trôi cục bộ bê tông tươi;
- Sự sắp xếp lại đất nền do chấn động sẽ dẫn đến sự suy giảm ma sát của mặt bên hoặc sức chống ở mũi cọc;
- Thời gian dẫn cách kéo dài quá quy định giữa khâu khoan tạo lỗ và đổ bê tông vào cọc gây ra sự sụt lở ở vách lỗ khoan và lắng đọng cặn quá dày ở đáy;
- Sử dụng khoan địa chất đối với cọc có đường kính quá bé, lúc đó bê tông không có đủ thời gian để chiếm chỗ trong lỗ cọc sẽ gây ra cho cọc bị gián đoạn ở thân hoặc xóp ở mũi.

Như vậy, 3 nhóm nguyên nhân nói trên (quản lý và trình độ, trong lúc tạo lỗ và giai đoạn đổ bê tông) thường chiếm tỷ trọng đáng kể gây ra sự cố chất lượng cho cọc khoan nhồi. Thường người thi công đã dự kiến trước các tình huống, chuẩn bị sẵn biện pháp xử lý hoặc khắc phục, nhưng điều đó không phải lúc nào cũng tiên liệu hết, nên kinh nghiệm trong và ngoài nước đều chỉ ra rằng phải lấy việc giám sát chặt chẽ và ghi chép đầy đủ là cách bảo đảm chất lượng cọc tin cậy nhất.

4.2.9. Nghiệm thu cọc khoan nhồi và đài theo TCXD 206: 1998 trong đó cần chú ý các nội dung chính sau đây:

Phân tạo lỗ:

- Mức nước ngầm hoặc mực nước sông biển;
- Tốc độ và quá trình thi công tạo lỗ;

- Kích thước và vị trí thực của lỗ cọc (mức lệch tâm và độ thẳng đứng);
- Đường kính và độ sâu làm lỗ, đường kính và độ dài của ống chống hoặc ống định vị ở tầng mặt; độ dài thực tế của cọc, độ thẳng đứng của cọc;
- Biên bản kiểm tra theo bảng 4.5, 4.6, 4.9, 4.10, sự cố và cách xử lý (nếu có).

Phần giữ thành và cốt thép:

- Loại dung dịch giữ thành và biện pháp quản lý dung dịch;
- Thời gian thi công cho mỗi công đoạn;
- Bố trí cốt thép, phương pháp nối đầu và độ cao đoạn đầu phần đổ bê tông;
- Biên bản kiểm tra theo bảng 4.9 và 4.10;
- Những trục trặc và sự cố (nếu có) và cách xử lý;
- Loại thợ và số người tham gia thi công.

Phần kiểm tra chất lượng cọc:

- Báo cáo kiểm tra chất lượng cọc và sức chịu tải của cọc đơn;
- Bản vẽ hoàn công móng cọc khi đào hố móng đến cốt thiết kế và bản vẽ cốt cao đầu cọc;

Nghiem thu đài cọc gồm các tài liệu sau đây:

- Biên bản thi công và kiểm tra cốt thép bê tông đài cọc;
- Biên bản về cốt neo giữa đầu cọc với đài cọc, cự ly mép biên của cọc ở mép đài, lớp bảo vệ cốt thép đài cọc;
- Bản ghi về độ dày, bề dài và bề rộng của đài cọc và tình hình ngoại quan của đài cọc.

5. Thi công hố đào

Khi thiết kế và thi công hố đào (sâu hơn 2 mét) trong khu đã xây dựng (ở gần hoặc phía dưới công trình đã có) cần chú ý các tình hình sau đây:

- § Lún và biến dạng của nhà ở gần hố đào;
- § Sự sụt lở thành hố do không chống đỡ hoặc thiết kế biện pháp thi công không đúng;

Các giải pháp thường áp dụng trong trường hợp nói trên là:

- § Đóng tường bằng bản thép để ngăn ngừa biến dạng nhà bên cạnh hoặc để bảo vệ thành hố đào hoặc tường trong đất.
- § Gia cố nền đất bằng silicat hoặc xi măng, hay cọc xi măng đất, cọc bê tông;
- § Dùng neo để giữ thành, bảo vệ hố móng.

Việc lựa chọn biện pháp nào trong số nói trên là phụ thuộc vào điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn, độ sâu hố móng và các điều kiện địa phương khác.

Ngoài các biện pháp thi công nói trên, khi nào trong đất yếu có mực nước ngầm cao người thiết kế và thi công còn phải chú ý đến công tác quan trắc địa kỹ thuật quanh hố đào và cả công trình lân cận, mà ở đây chủ yếu là:

- § Đặt ống đo theo dõi động thái mực nước ngầm (có hoặc không có biện pháp hạ mực nước ngầm). Điều này nói kỹ trong mục 4 của TCXD 79:1980;
- § Đặt ống đo sự thay đổi áp lực nước lỗ rỗng để phòng ngừa thành hố móng bị trượt;
- § Đặt ống đo chuyển vị ngang (inclinomet) để kiểm soát sự biến dạng của đất quanh hố móng và của bản thân thành cừ (cọc ván thép, cọc cừ, tường bê tông...); có khi phải đo nội lực trong các thanh chống;
- § Đặt mốc đo lún và nứt của phần công trình bên cạnh tiếp giáp với hố móng.

Việc quan trắc địa kỹ thuật nói trên (geotechnical instrumentation) thường do đơn vị chuyên môn thực hiện. Trên cơ sở quan trắc đó sẽ chỉ đạo, điều khiển quá trình đào hố móng cho an toàn và không gây sự cố. Những sự cố thường gặp trong thi công đào móng được trình bày trên hình (5.1).

Tùy theo tính chất đất, độ sâu của hố móng và vị trí mực nước ngầm mà vách hố móng là nghiêng hay thẳng đứng. Trong đất ít ẩm cho phép hố đào có vách thẳng đứng, không cần chống đỡ nếu thời gian đào hở này không kéo dài và khi không có công trình ở gần hoặc không gần hố móng tương lai, theo qui định sau:

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| § Đất hòn lớn, sỏi sạn, á cát dẻo... | không sâu quá 1m; |
| § Á cát cứng, á cát và sét dẻo mềm... | không sâu quá 1,25m; |
| § Á sét và sét dẻo cứng... | không sâu quá 1,5m; |
| § Á sét và sét nửa cứng.. | không sâu quá 2m; |
| § Á sét và sét cứng.. | không sâu quá 3m. |

Trong những hố móng có độ sâu bé hơn 5m có thể theo các giải pháp chống đỡ trình bày ở hình 5.2 nếu địa điểm không cho phép đào có mái nghiêng, còn khi cho phép đào có mái nghiêng thì có thể theo bảng 5.1 dưới đây:

Bảng 5.1. Độ dốc lớn nhất của vách hố móng

Đất	Độ dốc lớn nhất vách hố móng (cao/ngang) ở độ sâu, m đến		
	1,5	3	5
Đất đắp	1: 0,67	1:1	1: 1,25
Đất cát, sỏi, đất ẩm (không bão hoà)	1: 0,5	1:1	1:1
Đất sét:			
§ á cát	1: 0,25	1: 0,67	1: 0,85
§ á sét	1: 0	1: 0,25	1: 0,5
§ Sét	1: 0	1: 0,5	1: 0,5

Ngoài phương pháp chống giữ thành hố móng bằng cọc bản thép (hiện nay có loại bằng nhựa cốt thủy tinh) như nhiều người biết, người ta còn dùng cọc ximăng đất hoặc cọc bê tông cốt cứng để chống giữ thành hố móng (hình 5.3) và để giữ ổn định cho hàng cọc cừ (1 hoặc nhiều hàng)) phải chống đỡ bằng các thanh chống bên trong hoặc neo giữ ra xung quanh theo trình tự đào sâu dần vào đất. Neo cọc/tường cừ hay các công trình chịu nhỏ/lật khác là một công nghệ riêng, rất đa dạng (thiết bị, cấu tạo) được nhiều công ty nổi tiếng trên thế giới thực hiện (5.4).

Một biến tướng khác của cọc ximăng/bê tông khi dùng để bảo vệ hố móng sâu và làm luôn chức năng móng của công trình bên trên, hiện nay thường dùng phương pháp tường trong đất đổ bê tông tại chỗ hoặc lắp vào hào đào bằng các mảng tường đúc sẵn (hình 5.5).

Yêu cầu của công nghệ đào và phương pháp giữ thành bằng dung dịch bentonite cũng tương tự như đã trình bày ở phần cọc khoan nhồi, khi cần phải tìm hiểu sâu hơn về công nghệ tường trong đất này (một số công ty nước ngoài đã thi công tầng hầm nhà cao tầng ở thành phố Hồ Chí Minh).

Các phương pháp chống giữ thành hố móng nói trên có phạm vi áp dụng của nó (bảng 5.2).

Bảng 5.2. Phạm vi áp dụng có hiệu quả các phương pháp đào móng sâu
(kinh nghiệm của Ukraine)

Điều kiện nền đất	Diện tích công trình (m ²)	Độ sâu (m) với phương pháp xây dựng đề nghị		
		Hố đào hở đến độ sâu	Giếng chìm ở độ sâu hơn	Tường trong đất ở độ sâu hơn
Cát, độ ẩm tự nhiên	75	5	5,5	5
	450	6,5	8,5	6,5
	1250	11,5	16	11,5
Á sét ở độ ẩm tự nhiên	75	5	6	5
	450	6	10	6
	1250	13	8,5	13
Cát bão hoà nước	75	5	5	5
	450	5	5	5
	1250	7	10	7
Á sét bão hoà nước	75	5,5	6	5,5
	450	9	11,5	9
	1250	17	20	17

Cũng nên thấy rằng hiện nay, với thiết bị hiện đại, trong đất sét mềm hoặc nền đồng nhất, người ta đã thi công tường trong đất sâu đến 30-40m hoặc hơn. Tuy vậy cũng cần thấy rằng, phương pháp này không thích dụng trong các trường hợp sau đây:

- § Đất hòn lớn, có nhiều hang hốc giữa các tầng đá không được lấp nhét bằng đất hạt nhỏ, do đó dung dịch sét sẽ chảy mất vào trong đất và hố đào không thể thành công được;

- § Nền cac-tơ có nhiều hang hốc lớn và dung dịch sét bị chảy mất và do đó trên đáy trên hố không ở cùng độ sâu cần thiết và điều đó dẫn đến phá hoại nhanh chóng thành hố móng;
- § Bùn nhão, đặc biệt là khi loại bùn này nằm ngay trên mặt đất;
- § Đất đắp trên vùng mới san nền hay vùng đất cũ gồm nhiều vật cứng bằng thép như đường ray, dầm hoặc là chỗ giao nhau của các loại công trình ngầm và lưới kỹ thuật mà việc di chuyển chúng không thể thực hiện được;
- § Đá tảng cứng nếu chúng lớn hơn 150-200mm.

Cường độ nén của bê tông dùng cho tường trong đất đổ tại chỗ (theo GOST 4798-68) là 250-300 còn cho tường đúc sẵn: mác 300. Đáy bằng bê tông cốt thép mác 200-250.

Khi tường trong đất có chức năng chống thấm thì tùy thuộc vào gradient thủy lực (5-10, 10-12 và hơn 12) mà dùng bê tông có mác chống thấm tương ứng B6, B8 và B12.

Khi không có số liệu thí nghiệm, trong thiết kế sơ bộ có thể dùng mác bê tông chế tạo từ xi măng poocăng như ở bảng 5.3.

Bảng 5.3. Mác bê tông dùng cho xây dựng tường trong đất

Mác bê tông	
Theo cường độ nén	Theo chống thấm
M200	B6
M350	B8
M300	B12

Việc kiểm tra chất lượng bê tông của tường thực hiện theo những phương pháp dùng trong thi công cọc khoan nhồi, ở đây thêm chỉ tiêu là tính chống thấm nước, đặc biệt là ở các mối nối/mạch ngừng thi công.

GIÁM SÁT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU NỀN VÀ MÓNG CÔNG TRÌNH

I. MỞ ĐẦU

Gi~~m~~ s~~t~~ thi c~~ng~~ n~~òn~~ v~~ụ~~ m~~ang~~ c~~ng~~ tr~~x~~nh v~~ò~~ m~~ãt~~ ch~~ết~~ l-~~ing~~, n~~ãi~~ trong ch-~~ng~~ n~~ụ~~y, ch~~ĩ~~ y~~õu~~ t~~ếp~~ trung v~~ụ~~o c~~ng~~ t~~c~~ @~~ết~~, c~~ng~~ tr~~x~~nh @~~ết~~, n~~òn~~ gia c~~è~~ v~~ụ~~ c~~ng~~ t~~c~~ thi c~~ng~~ m~~ang~~ c~~ác~~. S~~ẽ~~ b~~é~~ gi~~ú~~i thi~~õu~~ m~~ét~~ s~~ẽ~~ ph-~~ng~~ ph~~p~~ th~~õ~~ @~~ó~~ bi~~õ~~t.

§~~ó~~ th~~ùc~~ hi~~õn~~ t~~ết~~ c~~ng~~ t~~c~~ gi~~m~~ s~~t~~ n~~ụ~~y ng-~~êi~~ k~~ũ~~ s- t- v~~ên~~ c~~ç~~n t~~x~~m hi~~õu~~ v~~ụ~~ n~~³~~4m v~~÷~~ng nh~~÷~~ng @~~éc~~ @~~i~~óm ch~~y~~nh t~~ang~~ qu~~t~~ nh~~ết~~ d-~~í~~ @~~o~~y.

1. §~~éc~~ @~~i~~óm c~~ña~~ c~~ng~~ t~~c~~ gi~~m~~ s~~t~~ thi c~~ng~~ n~~òn~~ m~~ang~~.

Kh~~c~~ v~~í~~ c~~c~~ c~~ng~~ tr~~x~~nh tr~~ª~~n m~~ãt~~ @~~ết~~, c~~ng~~ tr~~x~~nh thi c~~ng~~ n~~òn~~ m~~ang~~ c~~ả~~ nh~~÷~~ng @~~éc~~ thi m~~ụ~~ ng-~~êi~~ k~~ũ~~ s- t- v~~ên~~ c~~ç~~n bi~~õ~~t @~~ó~~ c~~ng~~ t~~c~~ gi~~m~~ s~~t~~ @~~t~~ k~~õ~~t qu~~¶~~ cao v~~ụ~~ thi c~~ng~~ c~~ả~~ ch~~ết~~ l-~~ing~~, nh- l~~ụ~~ :

1) Th-~~êng~~ c~~ả~~ s~~ù~~ sai kh~~c~~ gi~~÷~~a tại li~~õu~~ kh~~¶~~o s~~t~~ @~~pa~~ ch~~ết~~ c~~ng~~ tr~~x~~nh, @~~pa~~ ch~~ết~~ thu~~ũ~~ v~~õ~~n n~~ª~~u trong h~~ả~~ s~~ẽ~~ thi~~õ~~t k~~õ~~ thi c~~ng~~ v~~í~~ @~~i~~õu ki~~õn~~ @~~ết~~ n~~òn~~ th~~ùc~~ t~~õ~~ l~~óc~~ m~~ẽ~~ m~~ang~~; bi~~õ~~t l-~~êng~~ tr-~~íc~~ v~~ụ~~ dù ki~~õn~~ nh~~÷~~ng thay @~~ai~~ ph-~~ng~~ n~~thi~~ c~~ng~~ (c~~ả~~ khi c~~¶~~ thi~~õ~~t k~~õ~~) c~~ả~~ th~~ó~~ x~~¶~~y ra n~~õu~~ c~~ả~~ s~~ù~~ sai kh~~c~~ l~~ín~~;

2) Trong qu~~t~~ tr~~x~~nh thi c~~ng~~ th-~~êng~~ b~~p~~ chi p~~h~~ei b~~èi~~ s~~ù~~ bi~~õn~~ @~~ai~~ kh~~y~~ h~~ế~~u (n~~ang~~ kh~~«~~, m-~~a~~ b-~~o~~, l~~ôt~~ ...), @~~i~~õu n~~ụ~~y c~~ả~~ ¶~~nh~~ h-~~êng~~ l~~ín~~ @~~õn~~ ch~~ết~~ l-~~ing~~ thi c~~ng~~.

3) C~~ng~~ ngh~~õ~~ thi c~~ng~~ n~~òn~~ m~~ang~~ c~~ả~~ th~~ó~~ r~~ê~~t kh~~c~~ nhau tr~~ª~~n c~~ĩng~~ m~~ét~~ c~~ng~~ tr~~x~~nh (n~~òn~~ t~~ừ~~ nh~~ª~~n, n~~òn~~ gia c~~è~~, n~~òn~~ c~~ác~~, @~~uo~~ tr~~ª~~n kh~~«~~ hay d-~~í~~ n-~~íc~~ ng~~ç~~m, tr~~ª~~n c~~ª~~n ho~~éc~~ ngo~~ại~~ l~~ãng~~ s~~«~~ng, bi~~õn~~ ...); n~~ª~~n ph~~¶~~i c~~ả~~ c~~ch~~ gi~~m~~ s~~t~~ th~~y~~ch h~~íp~~;

4) Ph~~¶~~i c~~ả~~ bi~~õn~~ ph~~p~~ x~~õ~~ lý nh~~÷~~ng v~~ên~~ @~~ò~~ li~~ª~~n quan @~~õn~~ m~~«~~i tr-~~êng~~ do thi c~~ng~~ g~~o~~y ra (@~~ết~~, n-~~íc~~ th~~¶~~i l~~óc~~ @~~uo~~ m~~ang~~, dung d~~p~~ch s~~đ~~t khi l~~ụ~~m c~~ác~~ kho~~an~~ nh~~ả~~i, ản v~~ụ~~ ch~~ết~~ @~~é~~ng @~~èi~~ v~~í~~ khu d~~õn~~ c- v~~ụ~~ c~~ng~~ tr~~x~~nh ẽ g~~ç~~n, c~~ả~~ th~~ó~~ g~~o~~y bi~~õn~~ d~~ang~~ ho~~éc~~ n~~éi~~ lúc th~~ª~~m sinh ra trong m~~ét~~ ph~~ç~~n c~~ng~~ tr~~x~~nh hi~~õn~~ h~~÷~~u n~~»~~m g~~ç~~n h~~è~~ m~~ang~~ m~~ú~~ v~~v~~....);

5) M~~ang~~ l~~ụ~~ k~~õ~~t c~~ê~~u khu~~ết~~ sau khi thi c~~ng~~ (nh- m~~ang~~ tr~~ª~~n n~~òn~~ t~~ừ~~ nh~~ª~~n) ho~~éc~~ ngay trong l~~óc~~ thi c~~ng~~ (nh- n~~òn~~ gia c~~è~~, m~~ang~~ c~~ác~~ ...) n~~ª~~n c~~ç~~n tu~~õn~~ th~~ĩ~~n nghi~~ª~~m ng~~ãt~~ vi~~õc~~ ghi ch~~đ~~p (k~~p~~p th~~êi~~, t~~u~~ m~~ũ~~, trung th~~ùc~~) l~~óc~~ thi c~~ng~~ @~~ó~~ tr~~nh~~ nh~~÷~~ng ph~~o~~c t~~p~~ khi c~~ả~~ nghi ng~~ê~~ v~~ò~~ ch~~ết~~ l-~~ing~~ (kh~~ã~~ ki~~õm~~ tra ho~~éc~~ ki~~õm~~ tra v~~í~~ chi ph~~y~~ cao).

2. Kh~~èi~~ l-~~ing~~ ki~~õm~~ tra.

Ki~~õm~~ tra ch~~ết~~ l-~~ing~~ ngo~~ại~~ hi~~õn~~ tr-~~êng~~ th-~~êng~~ theo ph-~~ng~~ ph~~p~~ ng~~ế~~u nh~~ª~~n v~~í~~ m~~ét~~ t~~ếp~~ h~~íp~~ c~~c~~ m~~ế~~u th~~õ~~ (hay @~~o~~ ki~~õm~~, quan s~~t~~) c~~ả~~ gi~~ú~~i h~~ª~~n. Do @~~ã~~ @~~ó~~ k~~õ~~t qu~~¶~~ ki~~õm~~ tra c~~ả~~ @~~é~~ tin c~~ẽ~~y cao c~~ç~~n ph~~¶~~i th~~ùc~~ hi~~õn~~ nh~~÷~~ng ph~~đ~~p @~~o~~/th~~õ~~ v~~í~~ m~~ét~~ m~~ết~~ @~~é~~ nh~~ết~~ @~~đ~~nh tu~~ú~~ theo x~~c~~ su~~ết~~ b~~¶~~o @~~¶~~m do nh~~ụ~~ t- v~~ên~~ thi~~õ~~t k~~õ~~ (ho~~éc~~ ch~~ĩ~~ @~~ç~~u t-) y~~ª~~u c~~ç~~u (theo kinh nghi~~õm~~ c~~c~~ n-~~íc~~ ti~~ª~~n ti~~õn~~, th~~«~~ng th-~~êng~~ l~~ê~~y x~~c~~ su~~ết~~ b~~¶~~o @~~¶~~m P = 0,95).

§~~èi~~ v~~í~~ m~~ang~~, m~~ết~~ @~~é~~ (%) l~~ê~~y m~~ế~~u hay s~~ẽ~~ l~~ç~~n ki~~õm~~ tra c~~ả~~ th~~ó~~ tham kh~~¶~~o theo b~~¶~~ng 7.1.

B~~¶~~ng 7.1. M~~ết~~ @~~é~~ ki~~õm~~ tra (%) trong 1 @~~÷~~n v~~p~~ m~~ang~~ b~~p~~ ki~~õm~~ tra khi x~~c~~ su~~ết~~ b~~¶~~o @~~¶~~m P = 0,95 (theo quy @~~đ~~nh trong [1]).

§ ÷ n v p b p ki õm tra	Sai s ẽ %		
	5	10	20
M ang	13	4	2

Ch~~ó~~ th~~y~~ch :

(1) Khi t~~y~~nh to~~n~~ c~~c~~ tr~~p~~ s~~ẽ~~ ki~~õn~~ ngh~~p~~ tr~~ª~~n @~~o~~y b~~»~~ng ph-~~ng~~ ph~~p~~ th~~eng~~ k~~ª~~ to~~n~~ h~~ác~~ @~~·~~ ch~~ê~~p nh~~ên~~ c~~c~~ gi~~¶~~ @~~đ~~nh sau.

- T~~u~~ tr~~ang~~ c~~c~~ khi~~õm~~ khu~~ỹ~~ (s~~ù~~ sai l~~õ~~ch kh~~«~~ng h~~íp~~ v~~í~~ y~~ª~~u c~~ç~~u c~~ña~~ thi~~õ~~t k~~õ~~ ho~~éc~~ tại li~~õu~~ ti~~ª~~u ch~~u~~ên) trong 1 @~~÷~~n v~~p~~ b~~p~~ ki~~õm~~ tra kh~~«~~ng v-~~ít~~ qu~~t~~, 10%;

- Sê l-îng c,c th<ng sê kiÓm tra thay @æi trong ph'm vi 3 @Õn 15;
 - Sê l-îng nh÷ng @-n vP @ång nhËt (mét l« s¶n phÈm, 1 @ít s¶n xuÊt cũ cìng c<ng nghÖ vµ vËt liÖu) cũa s¶n phÈm @em kiÓm tra kh<ng lín 1/4m (20 @Õn 250);
 - TÊt c¶ c,c th<ng sê kiÓm tra lµ cũ gi, trP nh- nhau vµ tÊt c¶ c,c y'u cÇu cũa thiÕt kÕ vµ cũa Ti'u chuÈn @Òu @-íc tu@n thñ. VËy hÖ sê biÕn @æi V_p (lµ tû sê gi÷a sai sê qu@n ph-÷ng vói trP trung b×nh sê hác, tÝnh b>ng %) @Ó tÝnh to,n cũ thÓ lËy trong ph'm vi 20 - 25%.
- (2) Tuú theo ph-÷ng ph,p thờ ðìng trong kiÓm tra chËt l-îng sÏ cũ qui @Pnh cũ thÓ c,c th<ng sê kiÓm tra vµ sê mËu cÇn kiÓm tra còng nh- cũ thÓ n'u nh÷ng ti'u chÝ ðìng @Ó xõ lý c,c khiÓm khuÿt nh- : chËp nhËn, sõa ch÷a hoÆc ph, bá. §ìu nuy do kü s- thiÕt kÕ hoÆc t- vËn dù ,n quyÕt @Pnh.

3. Thùc hiÖn kiÓm tra.

- Theo giai @o^n kiÓm tra, ta cũ :
 - KiÓm tra @Çu vµo : vËt liÖu, s¶n phÈm, tµi liÖu kü thuËt, chøng chØ ...;
 - KiÓm tra thao t,c : theo c<ng nghÖ thi c<ng hoÆc ngay sau khi hoµn thµnh;
 - KiÓm tra @Ó nghiÖm thu : xem xÐt kÕt luËn @Ó lµm tiÕp hoÆc @-a vµo sô ðòng;
- Theo khèi l-îng kiÓm tra, ta cũ :
 - KiÓm tra tÊt c¶ s¶n phÈm tã chi tiÕt @Õn hoµn chØnh;
 - KiÓm tra cũ lùa chän theo y'u cÇu cũa ti'u chuÈn, qui ph'm ...
- Theo chu kú kiÓm tra, ta cũ :
 - KiÓm tra li'n tãc khi th<ng tin vÒ th<ng sê kiÓm tra nµo @ã cũa qu, tr×nh c<ng nghÖ xuÊt hiÖn mét c,ch li'n tãc;
 - KiÓm tra @Pnh kú khi th<ng tin vÒ th<ng sê kiÓm tra xuÊt hiÖn qua mét kho¶ng thêi gian nhËt @Pnh nµo @ã;
 - KiÓm tra chíp nho,ng thùc hiÖn mét c,ch ngËu nhi'n @-íc cũn yÖu ðìng khi c,c kiÓm tra nãi tr'n (tÊt c¶, @Pnh kú hoÆc lùa chän) tá ra kh<ng híp lý (vÝ ðã kiÓm tra @é chÆt cũa @Ët khi lËp l'i c,c hµo mãng);
- Theo ph-÷ng ph,p kiÓm tra, ta cũ kiÓm tra b>ng ðòng cũ thiÕt bP @o, b>ng m³/t, b>ng thanh tra kü thuËt vµ b>ng ph@n tÝch c,c ghi chÐp trong qu, tr×nh thi c<ng s¶n xuÊt.

§-n vP thùc hiÖn thÝ nghiÖm (th-êng lµ c,c c<ng ty hoÆc phßng thÝ nghiÖm cũ chuy'n m<n s@u) cÇn @-íc x,c @Pnh tr-íc vói sù chËp thuËn cũa cũn dù ,n, tæ chøc t- vËn gi,m s,t vµ nhµ thÇu, th<ng th-êng gãm cũ : Phßng thÝ nghiÖm cũa nhµ thÇu; phßng thÝ nghiÖm trung gian; phßng thÝ nghiÖm träng tµi (khi cÇn xõ lý c,c tranh chËp).

II. MÓNG TRÊN NỀN TỰ NHIÊN.

1.1. Ti'u chuÈn ðìng @Ó kiÓm tra thi c<ng nÒn mãng tù nhi'n cũ thÓ tham kh¶o :

- TCXD 79-1980 : Thi c<ng vµ nghiÖm thu c,c c<ng t,c nÒn mãng;
- TCVN 4195 ÷ 4202 : 1995 - §Ët x@y ðùng . Ph-÷ng ph,p thờ;
- ThÝ nghiÖm @Ët t'i hiÖn tr-êng : xuy'n tÛnh, xuy'n @éng, xuy'n ti'u chuÈn vµ c³/t c,nh;
- TCXD 193 : 1996, 210 vµ 211 : 1998 - Dung sai trong x@y ðùng c<ng tr×nh;
- C<ng t,c tr³/c @Pa trong x@y ðùng;
- SNIp 3.02.01-87 : C<ng tr×nh @Ët, nÒn vµ mãng.

1.2. C,c th<ng sê vµ ti'u chÝ kiÓm tra chËt l-îng hê mãng vµ nÒn @Ët @³/ap (xem b¶ng 7.2)

C,c sai lÖch giú h'n n'u ã cét 3 cũa b¶ng 7.2 do thiÕt kÕ qui @Pnh, nÕu kh<ng cũ th× cũ thÓ tham kh¶o ã cét nµy.

B¶ng 7.2. C,c th<ng sê vµ y'u cÇu chÝnh ðìng @Ó kiÓm tra chËt l-îng nÒn @Ët (theo kiÕn nghP cũa [1]).

STT	Thµnh phÇn c,c th<ng sê vµ y'u cÇu kiÓm tra	Sai sê giú h'n so vói th<ng sê vµ y'u cÇu cũa ti'u chuÈn
1	2	3
1	§Ët vµ vËt liÖu ðìng lµm nÒn vµ c<ng tr×nh b>ng @Ët	Thay @æi thiÕt kÕ chØ khi @-íc c÷ quan thiÕt kÕ vµ ng-êi @Æt hµng @ång ý
2	Tæ chøc tho,t n-íc mÆt : - Khi cũ c<ng tr×nh tho,t n-íc hoÆc c,c k²nh t'm vµ	Tõ c'nh phÝa tr'n cũa hê @µo

17	§é Èm W của @Êt @Çm chÆt khi lu lần " kh« "	@¾p AW ₀ < W < BW ₀ W ₀ - @é Èm tèt nhÊt A vµ B lÊy theo b¶ng 6 của SNiP 3.02.01.87
18	ThÝ nghiÖm @Çm chÆt @Êt @¾p vµ @Êt lÊp l-i khe mǎng trong thiÖt kÕ kh«ng cǎ nh÷ng chØ dÉn @Æc biÖt	Lµ b³t buéc khi thÓ tÝch lín h-n 10 ngun m ³ .
19	Sai sè gi÷a cèt @Êt lÊp khe mǎng vµ líp t«n nÒn so víi thiÖt kÕ: - PhÝa b ^a n ngoµi nhµ - PhÝa trong nhµ ẽ chç cõa @i, cõa sǎ, chç thu n-íc, m,ng n-íc	Kh«ng lín h-n 5 cm Kh«ng lín h-n 20 mm
20	Ch ^a nh lÖch cèt nÒn trong c,c nhµ liÒn kÕ	Kh«ng lín h-n 10mm
21	§é cao @Êt lÊp khe mǎng phÝa ngoµi nhµ	§Õn cèt @¶m b¶o tho,t @-íc n-íc mÆt
22	ChÊt l-íng líp phñ lÊp @-êng èng n-íc vµ @-êng c,p khi trong thiÖt kÕ kh«ng cǎ nh÷ng chØ dÉn @Æc biÖt	B»ng @Êt mÒm : c,t, c,t sái kh«ng cǎ h ^t lín h-n 50mm, gǎm c¶ @Êt sÐt, lo ⁱ trõ sÐt cõng.
23	BÒ dµy líp @Êt lÊp @-êng èng n-íc vµ c,p :	
1	2	3
24	- PhÝa tr ^a n @-êng c,p - PhÝa tr ^a n èng sµnh, èng xi m ^{ing} ami ^{ing} , èng polietilen - PhÝa tr ^a n c,c èng kh,c §Êt lÊp l-i cho c,c hµo mǎng: - Khi kh«ng cǎ t¶i trǎng th ^a m (trõ trǎng l-íng b¶n th©n @Êt) - Trong tr-êng híp cǎ t¶i trǎng th ^a m - Trong c,c khe hÑp, ẽ @Êy kh«ng cǎ ph-÷ng tiÖn @Çm chÆt @Õn @é chÆt y ^u cÇu	Kh«ng ná h-n 10 cm Kh«ng ná h-n 50 cm Kh«ng ná h-n 20 cm Cǎ thÓ kh«ng chÆt nh-ng ph¶i lÊy theo tuyÖn vµ dõng ru l« @Çm §Çm tång líp theo chØ dÉn của thiÖt kÕ ChØ lÊp b»ng @Êt cǎ tÝnh nÐn thÊp (m« @un biÖn d'ng 20 MPa vµ h-n) @, d'm, hçn híp c,t sái, c,t kh« vµ th« trung b×nh TiÖn hµnh theo c«ng nghÖ do thiÖt kÕ qui @Ðnh
25	NÒn @¾p cǎ gia c-êng cõng c,c m,i dèc hoÆc trong tr-êng híp khi @é chÆt của @Êt ẽ m,i dèc b»ng @é chÆt của th©n nÒn @¾p	TiÖn hµnh theo c«ng nghÖ do thiÖt kÕ qui @Ðnh
26	§¾p nÒn kh«ng cǎ @Çm chÆt - Theo thiÖt kÕ - Khi kh«ng cǎ thiÖt kÕ - §¾p b»ng @, - §¾p b»ng @Êt	ChØ víi chiÒu cao phßng lớn; Theo chØ dÉn @Æc biÖt Dù tr÷ chiÒu cao 6% Dù tr÷ chiÒu cao 9%
27	§Çm chÆt tång líp @Êt @¾p	Líp sau chØ @-íc @¾p khi líp tr-íc @· @-íc @Çm chÆt @t y ^u cÇu
28	Líp chËp phñ gi÷a c,c vÖt @Çm b»ng c-÷ giú	0,1 - 0,3m
29	Sai sè h×nh hǎc của nÒn @¾p : - VP trÝ tróc nÒn @-êng s³t - Tróc @-êng « t« - BÒ réng nÒn phÝa tr ^a n vµ d-í (ẽ mÆt vµ ẽ ch©n	+ 10 cm + 20 cm + 15 cm

) - Cột cao mÆt nÒn - §é nghiªng cªn m _i @¾p	+ 5 cm Kh«ng cho phĐp t'ng cao
---	-----------------------------------

1.3. Kiểm tra viÖc b¶o vÖ m«i tr-êng trong thi c«ng c«ng t,c @Æt

Nh÷ng th«ng tin cÇn biÖt vµ c«ng viÖc cÇn xõ lý cũ liªn quan :

- Líp @Æt mµu ðĩng @Ó trªng trät ph¶i @-íc thu gom @Ó t,i sô ðông cho viÖc canh t,c sau nµy. Kh«ng cÇn bãc bá líp @Æt mµu nÕu chiÒu ðuy bĐ h~n 10 cm;
- Khi thi c«ng @µo @Æt mµ ph_t hiÖn c,c di s¶n hoÆc cæ vÛt th× ph¶i t' m ðông viÖc @µo @Æt vµ b_o ngay cho chÝnh quyÒn @Đa ph-~ng biÖt @Ó xõ lý;
- §iÒu tra c«ng tr×nh ẽ gÇn mªng, @Ò phßng sù cè khi @µo (vì háng @-êng èng ðẾN @iÖn n-íc, c,p th«ng tin, cèng r-nh tho,t n-íc, nhµ ẽ gÇn);
- Nh÷ng h¹n chÕ vÒ tiÕng ản vµ chÈn @éng (theo tíu chuÈn chung vµ theo qui @Đnh cũn @Đa ph-~ng);
- Thu ðän, xõ lý r,c, bìn, thùc vÛt m¸c n,t;
- N-ì @æ @Æt th¶i (khi @Æt bĐ « nhiÔm);
- N-íc th¶i t¸ hè mªng (phßng « nhiÔm nguån n-íc mÆt);
- B¸i bÈn / bìn @Æt khi vÛn chuy¸n.

Mét sè tíu chuÈn cũ liªn quan cÇn tham kh¶o :

- TCVN 5949 : 1998 ẽm hác. TiÕng ản khu vùc c«ng céng vµ ð¸n c-. M¸c ản tòi @a cho phĐp.
- TCVN 5942, 5944, 5525-1995. ChÈt l-ĩng n-íc. Nh÷ng yªu cÇu vÒ b¶o vÖ nguån n-íc.
- GOST 12.1.012.78; CH 245-71; N⁰1304-75 (Liªn X« c¸) qui @Đnh vÒ m¸c @é giao @éng cũ h'ì @¸n s¸c kho¸ con ng-êi (cũ th¸ xem trong [2]).
- SNiP 3.02.01-87. C«ng tr×nh @Æt. NÒn vµ mªng (Liªn X« c¸) [3].

1.4. Kiểm tra viÖc thi c«ng hè mªng s¸u

TÛp trung vµo c,c viÖc chÝnh sau @¸y :

- Kiểm tra ph-~ng ,n thi c«ng hè mªng t¸ viÖc @µo, ch¾n gi÷, chèng, neo;
- Ph-~ng ,n thiÖt k¸ (cũ khi ðo nhµ thÇu thùc hiÖn) g¸m k¸t cÛu ch¾n gi÷, h¸ thèng chèng bªn trong hoÆc neo bªn ngoµi;
- BiÖn ph,p b¶o vÖ c«ng tr×nh ẽ gÇn vµ c«ng tr×nh ngÇm (èng cÛp vµ tho,t n-íc, @-êng ð¸y th«ng tin, c,p @iÖn vv....);
- H¹ n-íc ngÇm, h¸ thèng b-m h¸t, hiÖn t-ĩng c,t ch¶y;
- Quan tr¾c hè @µo vµ c«ng tr×nh l¸n cÛn lµ mét néi dung quan trªng khi thi c«ng hè @µo. Tuú theo tÇm quan trªng vÒ kü thuÛt kinh t¸ vµ m«i tr-êng mµ ng-êi thiÖt k¸ ch¸ @Đnh c,c h¹ng m¸c cÇn quan tr¾c thÝch híp. C¸ th¸ tham kh¶o theo b¶ng 7.3.

Bảng 7.3. Lựa chọn hình thức quan trắc hệ móng (kinh nghiệm n-íc ngoài)

STT	Hình thức quan trắc hệ móng	Cấp an toàn công trình hệ móng		
		Cấp I	Cấp II	Cấp III
1.	Điều kiện từ nh ² n (n-íc m-a, t ^o , n-íc ống vv...)	Δ	Δ	Δ
2.	Chuyển v ^h ngang ở Ønh của m _i Òt dèc	Δ	Δ	Δ
3.	Chuyển v ^h Øng ở Ønh của m _i Òt dèc	Δ	O	X
4.	Chuyển v ^h ngang của k ^o t c ^h u ch ^h ng Òi	Δ	Δ	Δ
5.	Chuyển v ^h Øng của k ^o t c ^h u ch ^h ng Òi	Δ	O	X
6.	L ^o n m ^h et Òt xung quanh hệ móng	Δ	O	X
7.	N ^o t m ^h et Òt xung quanh hệ móng	Δ	Δ	O
8.	Úng s ^h et bi ^o n d ^h ng của k ^o t c ^h u ch ^h ng Òi	Δ	O	X
9.	N ^o t k ^o t c ^h u ch ^h ng Òi	Δ	Δ	O
10.	Úng s ^h et v ^h lúc tr ^o c của thanh ch ^h ng v ^h neo	Δ	O	X
11.	§,y hệ móng l ^o n xu ^h ng v ^h tr ^o i l ^h n	O	X	X
12.	M ^u c n-íc ng ^h m	Δ	O	O
13.	Áp l ^u c b ^h n của Òt l ^h n l-ng t- ^h ng	O	O	X
14.	Áp l ^u c n-íc l ^u c r ^h ng của Òt ã l-ng t- ^h ng	O	X	X
15.	L ^o n của c _c c ^h ng tr ^h nh ở xung quanh	Δ	Δ	Δ
16.	Chuyển v ^h ngang c _c c ^h ng tr ^h nh ở xung quanh	Δ	X	X
17.	Nghi ^h ng l ^o ch của c _c c ^h ng tr ^h nh ở xung quanh	Δ	O	X
18.	V ^o t n ^o t c _c c ^h ng tr ^h nh ở xung quanh	Δ	Δ	O
19.	Chuyển v ^h v ^h h- h ^h i c _c thi ^o t b ^h tr ^h ng y ^o u ở xung quanh	Δ	Δ	Δ
20.	T ^h nh tr ^h ng qu, t ^h i của m ^h et Òt ở xung quanh hệ móng	Δ	Δ	Δ
21.	T ^h nh h ^h nh th ^h m, đ ^h n-íc của hệ móng	Δ	Δ	Δ

Ch^o th^hch :

D - hình thức b^ht bước ph^hi quan trắc;

O - hình thức n^hn quan trắc;

X - hình thức cũ th^o kh^hng quan trắc.

Theo t^hu ch^hng thi^ot k^o của Trung Qu^hc :

- An to^hn c^hp 1 : Khi h^hu qu^h ph, ho^hi (ng-^hi, của c^hi) l^u r^het nghi^hm tr^hng;

- An to^hn c^hp 2 : ... Nghi^hm tr^hng;

- An to^hn c^hp 3 : ... H^hu qu^h kh^hng nghi^hm tr^hng.

Khi c^hn chi ti^ot h^hn cũ th^o tham kh^ho t^hi li^ou [4].

1.5. Ki^ong tra thi c^hng m^hng.

- §^hnh v^h tr^hn m^het b^hng k^hch th-^hic v^h kho^hng c_cch, tr^oc m^hng.

- K^hch th-^hic h^hnh h^hc của v_n khu^hn (Òi víi m^hng BTCT);

- L-^hng, lo^hi v^h v^h tr^h c^ht th^hng trong m^hng;

- B^o dụ líp b^ho v^o c^ht th^hng trong m^hng;

- C_c l^uc ch^h k^u thu^ht (Ò Ò^het Ò-^hng òng Òi^on, n-^hic ho^hec thi^ot b^h c^hng ngh^o ...) trong th^on m^hng;

- C, c b^h n thĐp chē @Æt s¹/₂n @Ó li^an kÔt v^hi phÇn kÔt cÊu kh, c;
- Líp chēng thÊm, c, ch thi c<ng v^hi vÊt liÔu chēng thÊm;
- BiÔn ph, p chēng n mBn kÔt cÊu m^hng do n-íc ngÇm;
- LÊy mÊu thō, ph-^hng ph, p b^ho d-^hng b^a t<ng.

NÔu m^hng BTCT @óc s¹/₂n hoÆc m^hng x@y b>ng g^hch @, ph^hi kiÔm tra theo ti^au chuÈn kÔt cÊu BTCT hoÆc kÔt cÊu g^hch @.

Mét sê sai s^ht th-êng x^hy ra trong giai @o^hn @μo hê m^hng c^a thÓ dÊn @Ôn l^hm c<ng tr<nh bĐ lớn lín hoÆc lớn kh<ng @Ôu @-íc tr<nh b^hng 7.4 v^hi cÇn gi, m s, t cÈn thÊn.

B^hng 7.4 Mét sê sai s^ht th-êng gÆp trong thi c<ng @μo m^hng n-ⁱ trēng tr^hi v^hi chÊt h^hp.

No	Nguy ^a n nh@n v ^h i c, ch phBng tr, nh khi @μo n- ⁱ trēng tr ^h i	Nguy ^a n nh@n v ^h i c, ch phBng tr, nh khi @μo gÇn c<ng tr<nh l@n cÈn
1	§Êt @, y hê m ^h ng bĐ nh-o do n-íc m-a hoÆc n-íc tr ^h n v ^h o @ ^h ng l@u. B ^h o v@ @, y hê m ^h ng b>ng h@ thēng thu v ^h i b-m n-íc hoÆc ch-a n ^h n @μo @Ôn cèt thiÔt kÔ khi ch-a chuÈn bĐ @ ^h n vÊt liÔu l ^h m líp lát hoÆc l ^h m m ^h ng	BiÔn d ^h ng nh ^h do @μo hê m ^h ng hoÆc h ^h o ẽ gÇn: Tr ^h i @Êt ẽ @, y hê m ^h ng múi hay chuy@n dĐch ngang m ^h ng cò do @Êt ẽ @, y hê m ^h ng cò bĐ tr-ít. §Ó @Ó phBng th-êng ph ^h i @Æt m ^h ng múi cao h-n m ^h ng cò 0,5m hoÆc chēng @ì cÈn thÊn th ^h nh hê m ^h ng b>ng c ^a b ^h n thĐp hay c ^a @Êt xim ^h ng.
2	§Êt ẽ @, y m ^h ng bĐ kh< v ^h i n ^h t n ^h do n ^h ng h ^h nh s ^h l ^h m háng cÊu tróc tù nhi ^a n c ^a @Êt, @é b@n c ^a @Êt s ^h gi ^h m v ^h i c<ng tr<nh s ^h bĐ lớn. CÇn che ph ^h i hoÆc ch-a n ^h n @μo @Ôn cèt thiÔt kÔ, đōng ẽ líp @Êt c, ch @, y m ^h ng 15-20cm tu ^h i theo lo ^h i @Êt.	BiÔn d ^h ng nh ^h ẽ gÇn do t, c @éng @éng lúc c ^a m, y thi c<ng: (c) Do m, y @μo; (d) Do @ ^h ng c ^a . §Ó ng ^h n ngōa c ^a thÓ đ ^h ng biÔn ph, p gi ^h m chÊn @éng hoÆc c ^a Đp hay c ^a nh ^h i thay cho c ^a @ ^h ng.
3	BiÔn d ^h ng líp @Êt sĐt ẽ @, y m ^h ng do , p lúc thu ^h t ^h nh. CÇn c ^a h@ thēng b-m ch@m kim @Ó h ^h thÊp mùc n-íc ngÇm quanh m ^h ng.	BiÔn d ^h ng nh ^h do hót n-íc ngÇm ẽ hê m ^h ng c<ng tr<nh múi, s ^h xÊy ra hi@n t- ^h ng rōa tr<i @Êt ẽ @, y m ^h ng cò hoÆc l ^h m t ^h ng , p lúc c ^a @Êt tù nhi ^a n (do kh<ng cBn , p lúc @Êy n ^h i c ^a n-íc) v ^h i dÊn @Ôn lớn th ^a m. §Ó phBng tr, nh, n ^h n đ ^h ng c, c biÔn ph, p @Ó gi ^h m gradient thu ^h lúc i <0,6.
4	§, y m ^h ng bĐ b ^h ng ẽ c, c líp sĐt hoÆc , sĐt do bĐ gi ^h m , p lúc b ^h n th@n c ^a @Êt hoÆc do , p lúc thu ^h t ^h nh c ^a n-íc. Ph ^h i t ^h nh to, n @Ó gi- ^h líp @Êt c ^a chi@u đ ^h y g@y ra , p lúc lín h-n , p lúc tr- ^h ng nê. §èi v ^h i n-íc th< phBng tr, nh giēng nh- n ^h u ẽ @i@m 3.	BiÔn d ^h ng c ^a nh ^h cò tr ^h n c ^a ma s, t khi x@y dùng gÇn n ^h nh ^h múi tr ^h n m ^h ng b ^h . V ^h ng ti@p gi, p nh ^h múi c ^a chĐu ma s, t @m n@n @Êt bĐ lớn v ^h i s@c chĐu t ^h i c ^a c ^a ẽ @ ^h bĐ gi ^h m @i. N ^h n l ^h m h ^h ng t-êng ng ^h n c, ch gi- ^h a hai c<ng tr<nh cò- ^h múi.
5	Rōa tr<i @Êt trong n@n nhÊt l ^h m n@n c, t mĐn hoÆc @Êt y@u. C, ch phBng tr, nh: đ ^h ng t-êng v@y hoÆc cÇn b-m h ^h mùc n-íc ngÇm, ph ^h i x, c @Đnh cÈn thÊn tēc @é b-m hót c ^a kÓ @Ôn hi@n t- ^h ng rōa tr<i @Ó @ ^h m b ^h o an to ^h n n@n c ^a c<ng tr<nh.	BiÔn d ^h ng nh ^h c ^a nh ^h cò do @æ vÊt liÔu ẽ gÇn nh ^h hoÆc san n@n b>ng @Êt @ ^h ap nh@n t ^h o l ^h m háng cÊu tróc tù nhi ^a n c ^a @Êt, nhÊt l ^h m khi gÆp @Êt sĐt y@u ẽ gÇn @, y m ^h ng. §Ó tr, nh ^h nh h-êng xÊu ph ^h i quy @Đnh n- ⁱ @æ vÊt liÔu v ^h i ti@n @é chÊt t ^h i (thi c<ng nh ^h múi theo @é cè kÔt t ^h ng dÇn v ^h i thêi gian).
6	B ^h ng n@n do t ^h ng , p lúc thu ^h @éng trong @Êt thÊm n-íc. Gi ^h m @é dēc (gradient) thu ^h lúc (th-êng i <0,6) b>ng c, ch kĐo s@u t-êng v@y hoÆc gia c-êng @, y m ^h ng b>ng b-m Đp xim ^h ng tr-íc khi @μo nh- n ^h i ẽ @i@m 3.	H<nh th ^h nh ph@u lớn c ^a mÆt @Êt do @μo @-êng hÇm trong lBng @Êt. Nh- ^h ng c<ng tr<nh ngay ẽ ph ^h Ya tr ^h n hoÆc ẽ c ^h nh @-êng hÇm s ^h bĐ biÔn d ^h ng lớn hoÆc n ^h t. PhBng tr, nh b>ng c, ch Đp @Êy c, c @o ^h n èng (thĐp/b ^a t<ng cèt thĐp) ch@ t ^h o s ¹ / ₂ n hoÆc gia c-êng v ^h ng ph ^h Ya tr ^h n n ^h c hÇm b>ng c ^a r@ c@y hoÆc b>ng tr@ xim ^h ng @Êt.

III. NỀN GIA CỐ

Cần xác định rõ các thông số kiểm tra sau:

- 5) §é s©u vµ ph¹m vi gia cè (©Çm nÒn bÒ mÆt hoÆc nÐn chÆt s©u b»ng c¸c c,t, c¸c xi m'ng ©Êt... hoÆc b»ng ph-ng ph,p ho, h¸c);
- 6) ChØ sè ©é chÆt, ©é bÒn, m« ©un biÕn d'ng ©é thÊm xuyªn n-íc so víi yªu cÇu thiÕt kÕ;
- 7) C«ng nghÖ dïng trong kiÓm tra chÊt l-ng ©Êt nÒn sau khi c¶i t¹o/gia cè (LÊy mÉu, ©¸ng vÞ ph¸ng x¹, nÐn tÛnh t¸i hiÕn tr-ng, xuyªn tÛnh/©éng vv...);
- 8) C«ng t,c nghiÖm thu kÕt qu¶ c¶i t¹o ©Êt nÒn cÇn quy ©Þnh t-ng øng víi c,c yªu cÇu c¸a thiÕt kÕ vÒ kÝch th-íc khòi ©Êt vµ c,c ©Æc tr-ng c¸a ©Êt ©· gia cè nh- c,c sè liÖu sau ©©y:
 - MÆt b»ng vµ l,t c¸t khòi ©Êt ©· c¶i t¹o;
 - Lý lÞch kü thuËt c¸a vËt liÖu ©· ðïng trong gia cè;
 - L-ng vËt liÖu chÊt gia cè trong 1 m³ ©Êt gia cè (kg/m³);
 - NhËt ký kiÓm tra c«ng viÖc;
 - C,c sè liÖu vÒ c-ng ©é, m« ©un biÕn d'ng tÝnh thÊm n-íc, ©é æn ©Þnh n-íc c¸a ©Êt ©· c¶i t¹o.

1. BÊc thÊm, v¶i hoÆc l-đi ©Pa kü thuËt

Hiện nay ở nước ta đang áp dụng rộng rãi phương pháp bắc thám (bằng thoát nước) hoặc vãi /lưới địa kỹ thuật để cải tạo và ổn định đất yếu. Đây là những tiến bộ kỹ thuật trong xây dựng đường và nhà ít tầng. Vì vậy cần nắm vững những hiểu biết cơ bản sau đây:

- Ph¹m vi ,p dông c¸a ph-ng ph,p (b¶ng 7.5 vµ b¶ng 7.6);
- Lù ch¸n ©óng ph-ng ph,p;
- ThiÕt kÕ bè trÝ theo nh-ng tiªu chuÈn t-ng øng;
- N³m ©-íc nh-ng yªu cÇu c¸a b¶n c¸a tng ph-ng ph,p khi lù ch¸n c, ch tho,t n-íc;
- KiÓm tra chÊt l-ng vËt liÖu bÊc thÊm theo c,c tiªu chuÈn;
 - + Thi c«ng bÊc thÊm (theo TCXD 245 : 2000);
 - + §é xèp mao dÉn (theo ASTM - D4751);
 - + §é thÊm c¸a líp l¸c (theo ASTM - D4491 hoÆc NEN 5167);
 - + Kh¶ n'ng tho,t n-íc (theo ASTM - D4716);
 - + §é bÒn kÐo (theo ASTM - D4595 vµ ASTM - D4632);
 - + KiÓm tra kÕt qu¶ xõ lý : hÖ thèng quan tr¸c ln theo thêi gian vµ sù tiªu t,n ,p lúc n-íc lç rçng, chuyn vÞ ngang (xem h×nh 7.1) ; (c,c h×nh vË ©-íc tr×nh bÿy ẽ cuèi ch-ng nÿy);
- §èi víi v¶i ©Pa kü thuËt theo c,c tiªu chuÈn :
 - + LÊy mÉu vµ xõ lý thèng k¸ (theo TCN-1);
 - + X,c ©Þnh ©é dÿy tiªu chuÈn (theo TCN-2);
 - + X,c ©Þnh khòi l-ng ©-n vÞ diÕn tÝch (theo TCN-3);
 - + X,c ©Þnh ©é bÒn chÐu lúc kÐo vµ d-n dÿi (theo TCN-4);
 - + X,c ©Þnh ©é bÒn ch¸c thng (theo TCN-5);
 - + X,c ©Þnh kÝch th-íc lç v¶i (theo TCN-6);
 - + X,c ©Þnh ©é thÊm xuyªn (theo TCN-7);
 - + X,c ©Þnh ©é dÉn n-íc bÒ mÆt (theo TCN-8);
 - + X,c ©Þnh ©é bÒn chÐu tia cùc tÝm (theo TCN-9).

Bảng 7.5. Khả năng áp dụng biện pháp kỹ thuật cải tạo nền cho các loại đất khác nhau

C ₁ ch ₀ c ₁ it ₀	C ₂ t	Hỗn hợp trộn hay phụt vữa	§Çm chÆt	Tho ₁ t n-íc
Thêi gian c ₁ i t ₀	Phô thức sù tần t ₁ i c ₁ ĩa th ₀ v ₁ i	T- ₁ ng @èi ng ^{3/4} n	L ₀ u d ₁ i	L ₀ u d ₁ i
§Êt h÷u c ₁	↑	↑		↑
§Êt sĐt cũn g ₁ u ₁ n g ₁ ec n ₁ oi l ₁ o ₁				
§Êt sĐt @é d ₁ ĩo cao				
§Êt sĐt @é d ₁ ĩo thÊp				
§Êt b ₁ n			↑	
§Êt c ₁ , t				↓
§Êt s ₁ i		↓	↓	
Tr ₁ ng th ₁ , i c ₁ i t ₀ c ₁ ĩa @Êt	T- ₁ ng t ₁ , c gi÷a @Êt v ₁ ũ th ₀ v ₁ i (Kh ₁ ng thay @æi tr ₁ ng th ₁ , i @Êt)	Xi m ₁ ng ho ₁	Dung tr ₁ ng cao do h ₀ sè r ₁ ng gi ₁ m	
		(Thay @æi tr ₁ ng th ₁ , i @Êt)		

Bảng 7.6. Lũnh vực òng ð₁ng ð₁ng v₁ũ ch₁oc n₁ng c₁ĩa v₁i/l-₁i @Pa k₁ thuÊt

Lũnh vực @i ₀ n h×nh	Chức năng				
	Ph ₀ n c ₁ ,ch	Ti ₁ u	L ₁ c	Gia c ₁ e	B ₁ o v ₀
§-êng @Êt v ₁ ũ s ₀ n kho	•	○	○	○	
§-êng @Êt v ₁ ũ b-i @ç xe	•	○	○	○	
§ ^a v ₁ ũ c ₁ ,c c<ng tr×nh ng ₁ n n-íc	•	○	○	*	
Gia c ₁ e t-êng v ₁ ũ m ₁ ,i ð ₁ c		•	○	•	
Ti ₁ u ngÇm	○	○	•		
L ₁ c d- ₁ i r ₁ ã @ ₁	○	○	•		
L ₁ c qua @Ëp @Êt		•	•		
L ₁ c qua k ₁ s<ng, bi ₀ n	○		•		
C ₁ ,c c<ng tr×nh c ₁ i t ₀ @Êt b>ng thu ₁ l ₁ i	•				
KhĐp k ₁ Yn c ₁ ,c v ₁ ing @Êt ch ₁ o ₁ chÊt th ₁ i	○			○	•
Ng ₁ n chÆn c ₁ ,c v ₁ ing @Êt ch ₁ o ₁ chÊt th ₁ i	○			○	•
§-êng hÇm kh<ng thÊm n-íc				○	•
Ng ₁ n chÆn c ₁ ,c ho ₁ , chÊt t ₁ eng h ₁ p			•		•
Tr ₁ m b ₁ o d- ₁ ing @-êng s ₁ 4t				•	

Số nền móng và số giếng trÝ		•	0	•	
Hồ sơ kỹ thuật của hệ thống cọc, hệ thống cọc ép, cọc nhồi		•		•	

• - Chọc nền chÝnh; 0 - Chọc nền phõ; * - Ứng dụng tuất thuốc lo'i Òt
 Kỹ thuật chuyên n-íc của bÈc thÈm hoÆc v¶i Òpa kü thuËt lµ th¶ng sÈ c¶n thiÕt ðĩng trong thiÕt kÕ, th-êng kh¶ng nh¶ h¶n 100m³/n¶m ã ,p suËt kh¶ng nÈ h¶ng lµ 276 KPa (40psi).

Hệ số thấm của v¶i ðịa kỹ thuật thường bắt buộc lớn hơn hoặc bằng 10 lần hệ số thấm của ðất.

Ngoài những yêu cầu về vật liệu lọc, phương pháp này còn phải dùng ở những ðịa tầng thích hợp của lớp ðất yếu trong cấu trúc ðịa tầng nói chung, trong ðó quan trọng là áp lực gia tải trước (ðể tạo ra sự thoát nước) ðược truyền ðầy ðủ lên lớp ðất yếu và không lớn quá ðể gây mất ổn ðịnh nói chung. Chi tiết về vấn ðề này có thể tìm hiểu trong tài liệu tham khảo [5] và [6].

2. B-m ðp v÷a

C¶ng nghÖ b-m ðp v÷a (grouting technology), v¶i ,p lúc 20-40 MPa hiÕn Òang ðĩng trong x¶y ðùng nõn m¶ng v¶ c¶ng tr¶nh ng¶m nh¶m:

- Nh¶i lÈp c,c l¶ r¶ng;
- L¶m chuyÕn v¶ v¶ ð¶n chÆt Òt;
- Gi¶m Òé hót n-íc, t¶ng c-êng Òé.

V¶i nhiÒu mc tíu sau:

- 10) R¶n ho¶ và ổn ðịnh ðất ðể truyền tải trọng xung s¶u trong thi công ðường tàu ðiện ngầm, ðường cao tốc và nền móng;
- 11) C, ch chÈn cho m¶ng m,y;
- 12) L¶m hồ ðềng neo c¶ phun v÷a Ò gi÷ æn Ò¶nh, ch¶u lúc kÐo;
- 13) BÝt lÈp c,c vÕt nt trong c¶ng tr¶nh b¶ t¶ng v¶ th x¶y;
- 14) L¶m l¶p ph¶ mÆt k¶nh Òµo;
- 15) Phun kh¶ b¶ t¶ng l¶m l¶p ,o cho c¶ng tr¶nh ng¶m;
- 16) L¶m giÕng d¶u b¶ng xim¶ng giÕng khoan;
- 17) Phun v÷a òng suËt tr-íc tr¶n Ò-êng s¶ng;
- 18) Phun v÷a t¶o c¶c hoÆc b¶o vÕ v¶ x lý c¶c b¶ khuÏt tÈt.

Trên hình 7.2 trình bày cách gia cố nền móng, trên hình 7.2b gia cố mái ðốc và thi công công trình ngầm, và trên hình 7.2c - bơm tạo màng chống thấm.

Trên hình 7.3 trình bày công nghệ bơm ép gia cố nền. Nội dung kiểm tra như ðã nêu từ ðiểm 1 ðến ðiểm 4 còn chi tiết hơn xem ở bảng 7.7.

3. Gia cố nền b¶ng ph-¶ng ph,p ho, h¶c (xim¶ng, thu¶ tinh l¶ng hoÆc c,c chÈt t¶ng híp kh,c..)

Ở n-íc ta Ò l¶m ðhùc nghiÕm kh, lu nh-ng ðĩng nhiÒu nhÈt l¶ ph-¶ng ph,p b-m v÷a xim¶ng.

Mục ðích của phương pháp này thường dùng ðể:

- § Nng cao c-êng Òé của nõn nh¶ Ò- s ðông;
- § Ph¶ng nga nh-¶ng biÕn ð¶ng c¶ tÝnh ph, háng của kt cÈu;
- § Thi c¶ng sa ch÷a m¶ng hoÆc chÈng thÈm c¶ng tr¶nh ng¶m.

Tuỳ theo công nghệ gia cố và các quá trình xảy ra trong ðất mà chia phương pháp gia cố nền làm 3 nhóm chính: hoá học, nhiệt và hoá lý. Ưu việt của phương pháp gia cố này là không làm gián ðoạn sử dụng nhà và công trình, nhanh, tin cậy cao và

Bảng 7.7. Kiểm tra chất lượng nền đất gia cố (theo SNiP 3.02.01.87)

Những yêu cầu kỹ thuật	Sai lệch giới hạn	Kiểm tra (phương pháp và khối lượng)
1	2	3
<p>1. Kiểm tra sự đúng đắn các thông số dùng trong thiết kế (tính toán) và điều kiện kỹ thuật thi công bằng cách gia cố thử nghiệm.</p> <p>2. Các đặc trưng của vật liệu đầu vào (mật độ, nồng độ, nhiệt độ..., do thiết kế qui định)</p> <p>3. Áp lực và lưu lượng của vật liệu khi bơm ép cũng như các thông số công nghệ khác ... được kiểm tra bằng gia cố thử nghiệm.</p>	<p>Chất lượng của khối đất được gia cố (như sự toàn khối, đồng nhất, hình dáng và kích thước khối đất, đặc trưng bên và biến dạng) phải tương ứng với yêu cầu thiết kế. Sai lệch các đại lượng đo không được lớn hơn - 10%.</p> <p>Theo chỉ dẫn của thiết kế. Khi không có chỉ dẫn thì sai lệch không được quá 3%.</p> <p>Như trên, không lớn hơn 5%</p>	<p>Kiểm tra bằng mắt và bằng dụng cụ theo chỉ dẫn thiết kế. Khối lượng và danh mục các chỉ tiêu kiểm tra do thiết kế chỉ định. Khi không có chỉ dẫn thì khoan lấy mẫu 3% số lỗ khoan bơm và 1 lỗ đào để xem bằng mắt.</p> <p>Đo lường theo chỉ dẫn của thiết kế</p> <p>Như trên</p>
<p>4. Các chỉ số chất lượng của đất được gia cố (sự toàn khối, độ đồng nhất, hình dáng và kích thước khối đất gia cố, các đặc trưng bên và biến dạng của đất vv....)</p>	<p>Cần phù hợp với thiết kế</p>	<p>Như trên. Khi không có chỉ dẫn thì khoan kiểm tra với 3% số lỗ khoan/lỗ cọc lúc thi công và 1 lỗ đào cho 3 ngàn m³ đất gia cố nhưng không ít hơn 2 lỗ đào cho 1 công trình; Đối với công trình đặc biệt quan trọng và khối lượng đất gia cố hơn 50 ngàn m³ thì còn phải xuyên tĩnh hoặc động và nghiên cứu</p>

<p>5. Sai lệch cho phép theo chiều dài khi bố trí các ống đặt ống bơm ép.</p> <p>6. Sai lệch cho phép của các ống bơm so với hướng thiết kế:</p> <p>a) Khi độ sâu lỗ đặt ống bơm đến 5m</p> <p>b) Khi độ sâu lớn hơn</p> <p>7. Nhiệt độ của chất gia cố khi bơm</p> <p>8. Chế độ bơm thiết kế (áp lực và lưu lượng)</p> <p>9. Sai lệch về thời gian tạo keo (tạo gen) đối với loại 1 dung dịch có 2 thành phần là Silicat và keo</p>	<p>Theo chỉ dẫn của thiết kế. Khi không có chỉ dẫn thì không được lệch hơn 3% khoảng cách giữa các điểm đặt ống.</p> <p>1% độ sâu</p> <p>0,5% độ sâu</p> <p>Không được thấp hơn 5°C</p> <p>Cần phù hợp với thiết kế. Sự thay đổi chế độ bơm chỉ được phép nếu thiết kế chấp nhận</p> <p>Không được quá $\pm 20\%$. Khi sai lệch lớn phải điều chỉnh tỷ lệ các chất hợp thành</p>	<p>bằng các phương pháp địa vật lý. Khi gia cố nền móng của công trình hiện hữu cần quan trắc lún và các biến dạng khác trước và sau khi gia cố.</p> <p>Như trên, không ít hơn 10 điểm đặt ống kiểm tra 1 ống.</p> <p>Đo độ thẳng đứng của lỗ cho từng 5m một</p> <p>Đo định kỳ (cho từng ca làm việc)</p> <p>Như trên (theo thiết kế). Áp lực bơm nên giữ không đổi.</p> <p>Đo từng ngày</p>
<p>10. Chỉ tiêu chất lượng dung dịch bơm xi măng</p> <p>11. Chỉ tiêu chất lượng khi bơm xi măng vào đất đá</p> <p>12. Sự liên tục khi bơm dung dịch xi măng</p> <p>13. Thử tĩnh cọc xi măng đất về sức chịu tải</p>	<p>Theo thiết kế</p> <p>Cần phù hợp chỉ tiêu chất lượng thiết kế</p> <p>Theo yêu cầu công nghệ</p> <p>Ứng với thiết kế</p>	<p>Như trên</p> <p>Đo và quan sát bằng mắt (theo chỉ dẫn thiết kế)</p> <p>Ghi lại ở tất cả lỗ bơm sự liên khối</p> <p>Không sớm hơn 28 ngày sau khi làm xong cọc. 1% số lượng cọc nhưng</p>

<p>14. Chế độ công nghệ khi gia cố bùn bằng phương pháp khoan trộn (tần số quay, tốc độ dịch chuyển thẳng, số hành trình của cơ cấu công tác, sự liên tục khi bơm, tổng lưu lượng của dung dịch xi măng và mật độ dung dịch)</p> <p>15. Nhiệt độ và áp lực khí ga trong lỗ khoan khi gia cố bằng nhiệt</p> <p>16. Cường độ, biến dạng và độ bền nước của đất gia cố bằng phương pháp nhiệt</p>	<p>Cần theo thiết kế và theo kết quả gia cố thử nghiệm.</p> <p>Không được thấp hơn qui định của thiết kế</p> <p>Không được thấp hơn qui định của thiết kế</p>	<p>không ít hơn 2 cọc, hoặc khoan lấy lõi để nén 0,5% số cọc nhưng không ít hơn 2 cho một công trình, hoặc theo phương pháp không phá hoại với số lượng xác định bởi độ chính xác và độ tin cậy của phương pháp.</p> <p>Đo, quan sát bằng mắt, ghi chép.</p> <p>Đo liên tục</p> <p>Đo cho mỗi khối đất gia cố</p>
---	---	---

4. Lạm chÆt ®Æt b»ng ®Çm/lu llin trªn mÆt hoÆc chiÒu sÇu

Cã c,c ph--ng ph,p sau:

- § Lu llin, ®Çm nÆng r-i tå cao xueng;
- § Llin chÆt ®Æt qua lç khoan (cã c,t, cã ®, d'm, cã ®Æt v«i xim'ng, næ m×n..);
- § Cè kÕt ®éng (dynamic consolidation).

Các công nghệ thi công nói trên hiện đã phát triển rất cao nhờ thiết bị thi công ngày càng hoàn thiện và phương pháp kiểm tra ngày càng có độ tin cậy cao. Những thông số kiểm tra chính như đã trình bày ở đầu mục III và chi tiết thì theo những tiêu chuẩn thi công cụ thể của từng phương pháp.

VÒ nguyªn tãc : ®èi víi c«ng tr×nh quan trãng cÇn tiÕn hnh thÝ nghiÖm nÐn vµ c³t cho ®Æt ẽ ®é ®Çm chÆt kh,c nhau, trªn c- sã ®ã xÇy dùng biÕu ®ã quan hÖ gi-a:

- § Lùc dÝnh vµ ®é chÆt (th«ng qua γ_{kh} hay hÖ sè ®Çm chÆt k_c);
- § Gãc ma s,t vµ ®é chÆt;
- § M« ®un biÕn d'ng/c-êng ®é vµ ®é chÆt.

Khi chưa có số liệu thí nghiệm có thể dùng các số liệu tham khảo ở các bảng sau đây trong thiết kế sơ bộ để khống chế chất lượng.

Bảng 7.8. Độ chặt yêu cầu của đất đắp

Chức năng của đất lèn chặt		Hệ số k_c
§ Cho nền móng của nhà ≤ 10 tầng hoặc nền móng thi công bằng bê tông cốt thép không có sàn tầng trệt phía trên nền bê tông cốt thép $\geq 0,15$ MPa.		0,98-0,95
§ Nhà ≤ 10 tầng, thi công bằng bê tông cốt thép không có sàn tầng trệt $0,05-0,15$ MPa.		0,95-0,92
§ Nhà ≤ 10 tầng, thi công bằng bê tông cốt thép có sàn tầng trệt $\geq 0,05$ MPa.		0,92-0,90
§ Vững không có sàn tầng trệt		0,9-0,88

Bảng 7.9. Trị tiêu chuẩn của mô đun đàn hồi E tính theo k_c

§	E , MPa			
	Ở tầng ≥ 1		Ở tầng ≤ 1	
	$k_c = 0,92$	$k_c = 0,95$	$k_c = 0,92$	$k_c = 0,95$
Á, tầng hầm (lít)	20	25	15	20
Á, tầng trệt	25	30	20	25
C, tầng hầm	30	40	-	-
C, tầng trệt	25	30	-	-
C, tầng hầm	15	20	-	-

Bảng 7.10. Hệ số tính toán R_o của nền đất tính theo k_c

§	R_o , MPa ở hệ số k_c		
	0,92	0,95	0,97
Á, tầng trệt	0,2	0,25	0,28
Á, tầng hầm	0,25	0,3	0,32
S, tầng trệt	0,3	0,35	0,4
C, tầng trệt	0,3	0,4	0,5
C, tầng trệt	0,25	0,3	0,4
C, tầng hầm	0,2	0,25	0,3

Bảng 7.11. Trị tiêu chuẩn về độ lún W_{op} (kính nghiệm Trung Quốc)

Loại hình kết cấu	Vị trí lớp lèn chặt	k_c	§ W_{op} %
Kết cấu ≥ 10 tầng	Trong phạm vi tầng chôn lún	$>0,96$	$W_{op} \pm 2$
Kết cấu khung	Dưới phạm vi tầng chôn lún	0,93-0,96	
Kết cấu tầng trệt	Trong phạm vi tầng chôn lún	0,94-0,97	
Không có tầng trệt	Dưới phạm vi tầng chôn lún	0,91-0,93	

Bảng 7.12. Trị tiêu chuẩn về độ lún W_{op} tính theo k_c (kh) tính theo

Loại đất	§é Êm tòi -u (%)	§é chÆt (kh«) lín nhÊt(g/cm ³)
§Êt c ₃ t	8-12	1,8-1,88
§Êt sĐt	19-23	1,58-1,70
§Êt sĐt bôi	12-15	1,85-1,95
§Êt bôi	16-22	1,61-1,80

B¶ng 7.13. TrÞ tham kh¶o vÒ §é Êm tòi -u W_{op} %

ChØ sè d¶o c¶a §Êt I _p	§é chÆt kh« lín nhÊt γ _{dmax} (g/cm ³)	§é Êm tòi -u W _{op} (%)
<0	1,85	<13
0-14	1,75-1,85	13-15
14-17	1,70-1,75	15-17
17-20	1,65-1,70	17-19
20-22	1,60-1,75	19-21

Chó thÝch :

- Khi dùng ph-¶ng ph_p §éng Ó lín chÆt th× kh«ng chÕ sai kh_c gi-a §é Êm vµ §é Êm tòi -u thay @æi trong ± 2%;
- Khi thi c«ng §¶p §Êt l¶n v¶ng §Êt rÊt yÕu (c-êng §é bĐ h-¶n 0,3 MPa) th× ph¶i lµm c_c §-êng t¶m Ó m_y m¶c @i l¶i. Lóc nµy c¶n ph¶i c¶ biÕn ph_p æn §¶nh §-êng (§¶p líp §Êt tho_t §-íc n-íc nh- c_t, §, d¶m hoÆc vÊt liÕu v¶i / l-ũ §¶a kù thuÊt);
- ChÕ §é §¶p (bÒ duy vµ tèt §é §¶p) do thiÕt kÕ qui §¶nh Ó tr¶nh nÒn mÊt æn §¶nh do v-ít t¶i. C¶ khi ph¶i §Æt mèt quan tr¶c lón theo §é s©u vµ tr¶n mÆt §Êt yÕu Ó khèng chÕ tèt §é gia t¶i lóc thi c«ng.

IV. THI CÔNG MÓNG CỌC

Móng cọc (cọc chế tạo sẵn rồi hạ vào đất bằng đóng, rung ép, ép, khoan thả hoặc cọc chế tạo trong lỗ tạo sẵn bằng cách nhồi bê tông, thường gọi chung là cọc nhồi) là giải pháp ưa dùng trong xây dựng công trình có tải trọng lớn trên nền đất yếu.

ViÖc lựa chọn các chÕ t¶o s¶n (các gç, b¶ t«ng cèt thĐp hoÆc thĐp) hay các nh¶i lµ c¶n cø vµo c_c @iÒu kiÕn cô thÓ chñ yÕu sau @©y Ó quyÕt §¶nh:

- §Æc @iÓm c«ng tr¶nh;
- §é lín c¶a c_c lo-i t¶i tr¶ng;
- §iÒu kiÕn §¶a chÊt c«ng tr¶nh vµ §¶a chÊt thuê v¶n;
- Y¶u cÇu c¶a m¶i tr-êng (rung §éng vµ tiÕng æn, §Êt n-íc th¶i);
- Ảnh h-êng §Õn c«ng tr¶nh l©n cËn vµ c«ng tr¶nh ngÇm;
- Kh¶ n¶ng thi c«ng c¶a nhµ thÇu;
- TiÕn §é thi c«ng vµ thêi gian hµn th¶nh c¶a chñ @Çu t-;
- Kh¶ n¶ng kinh tÕ c¶a chñ @Çu t-;
- V...v..

Có thể tham khảo theo kinh nghiệm trình bày ở bảng 7.14.

B¶ng 7.14. Lựa chọn lo-i các

Loại các		Các Đp	Cọc đóng		Các nh¶i
			B¶ t«ng	ThĐp	
T×nh h×nh					
KÝch th-íc các vµ t¶i tr¶ng cho	§-êng kÝnh (cm) §é s©u (m)	20-30 15-20	30-55 20-40	50-80 25-150	80-120 40-60

phĐp	T¶i tr¶ng cho phĐp (tÊn)	20-40	50-120	100-170	150-700
Ph-ñng thøc chĐu lúc c¶a c¶c	Chềng mòi	0	0	0	0
	Mòi + ma s,t	0	0	0	0
	Ma s,t	0	Δ	Δ	x
§é s©u líp @Êt chĐu lúc	§Õn 10 m	0	0	Δ	Δ
	10-20 m	0	0	Δ	0
	20-30 m	Δ	0	0	0
	30-60 m	x	Δ	0	0
Líp @Êt xen kÑp đụy h-ñ 5 m	SĐt N = 4-10	Δ	0	0	0
	N = 10-20	x	x	0	0
	C,t pha N = 15-30	0	0	0	0
	N = 30-50	Δ	Δ	0	0
	N > 50	x	x	Δ	0
	C,t rêi	0	0	0	0
	Cuối sái:				
	d < 10 cm	x	Δ	0	0
10-30 cm	x	x	Δ	Δ	
d > 30 cm	x	x	x	Δ	
N-íc ngÇm	Kh«ng h ¹ @-íc mùc n-íc				
	Tèc @é > 0,3m/s	0	0	0	0
Ảnh h-ềng @Õn m«i tr-ềng	Õn vù rung @éng	0	x	x	Δ
	X©y dùng tr¶n n-íc	0	0	0	0
	GÇn c«ng tr¶nh l©n cÊn	0	Δ	Δ	Δ
	DiÕn tÝch chÊt hÑp	0	x	Δ	Δ

Chó thÝch:

0 - ThÝch híp trong sô dông; D - CÇn nghi¶n cøu tr-íc khi sô dông;
x - Nãi chung lụ kh«ng thÝch híp; N - ChØ sè xuy¶n ti¶u chuÊn.

1. Các chỖ t'ỏ s/zn

C,c c«ng @o'n cÇn gi,m s,t kü @èi vớ các chỖ t'ỏ s/zn (è @©y chñ yÕu nãi vÒ các BTCT) g¶m c¶:

- Giai @o'n s¶n xuÊt c¶c (vÊt liÕu vù kÝch th-íc h×nh h¶c);
- Giai @o'n th,ỏ khu«n, xÕp kho, vÊn chuyÕn;
- Ch¶n bóa @ãng c¶c/h¹ c¶c;
- Tr¶nh tù @ãng/h¹ c¶c;
- Ti¶u chuÊn dông @ãng/h¹;
- ChÊn @éng vù tiÕng ản;
- NghiÕm thu c«ng t,c @ãng/h¹ c¶c.

Dưới đây sẽ trình bày ngắn gọn một số yêu cầu chính trong các giai đoạn nói trên.

1.1. Giai @o'n s¶n xuÊt -

- Trong s¶n xuÊt c¶c BTCT, cÇn chú ý:
- Khềng chỖ @-ềng kÝnh d_{max} c¶a cèt liÕu (d_{max} = 1:3 @Õn 1: 2,5 a_{thĐp});
- Cèt liÕu (c,t+sái) kh«ng c¶ tÝnh x©m thùc vù ph¶n ụng kiØm silic;
- L-ìng đĩng xim¶ng ≥ 300kg/m³, nh-ng kh«ng v-ít qu, 500kg/m³;
- §é sôt c¶a b^a t«ng 8-18 cm (cè g^{3/4}ng đĩng b^a t«ng kh«);
- Đĩng phô gia vớ liÕu l-ìng thÝch híp.

Chú thích :

1) Lượng dùng xi măng (theo tiêu chuẩn Mỹ ACI, 543, 1980)

- Trong môi trường bình thường 335 kg/m^3 ;
 - Trong môi trường nước biển 390 kg/m^3 ;
 - Đổ bê tông dưới nước (cọc nhồi) $335 - 446 \text{ kg/m}^3$;
- 2) Độ sụt của hỗn hợp bê tông (theo tiêu chuẩn vừa nêu)
- Đúc tại chỗ (cọc nhồi) không có nước : $75 - 100 \text{ mm}$;
 - Đúc sẵn : $0 - 75 \text{ mm}$;
 - Đổ bê tông dưới nước : $150 - 200 \text{ mm}$.

Các kiểm tra cốt liệu và ximăng theo như tiêu chuẩn kết cấu bê tông cốt thép.

Sai sè vÒ trắng l-íng c, c thụnh phÇn cña hện híp b^a t«ng kh«ng v-ít qu, c, c gi, trP sau ©©y:

- Ximăng : $\pm 2\%$;
- Cèt liÖu th« : $\pm 3\%$;
- N-íc+dung dÞch phô gia : $\pm 2\%$;

Hồ sơ nghiệm thu cho cọc BTCT gồm:

- B¶n vẽ kỐt cÊu c¸c;
- PhiÖu kiÓm tra vÛt liÖu c¸c;
- PhiÖu nghiÖm thu cèt thĐp;
- C-êng ®é Đp mẾu b^a t«ng;
- Ph-íng ph, p d-ìng h¸;
- PhiÖu kiÓm tra kÝch th-íc c¸c (tham kh¶o b¶ng 7.15).

Chất lượng mặt ngoài cọc phải phù hợp yêu cầu:

- MÆt c¸c b»ng ph¼ng, ch¼c ®Æc, ®é s©u bÞ sọt ẽ g¸c kh«ng qu, 10 mm;
- §é s©u vỐt nọt cña b^a t«ng do co ng¸t kh«ng qu, 20mm, r¸ng kh«ng qu, 0,5mm;
- T¸ng diÖn tÝch mÊt m, t do lÑm/sọt g¸c vù rç t¸ ong kh«ng ®-íc qu, 5% t¸ng diÖn tÝch bÒ mÆt c¸c vù kh«ng qu, tÛp trung;
- §Çu vù mòi c¸c kh«ng ®-íc rç, g¸ ghÒ, nọt/sọt.

Chất lượng cọc trước khi đóng cần kiểm tra gồm có việc xác định độ đồng nhất và cường độ bê tông (siêu âm + súng bật nảy theo một số tiêu chuẩn hiện hành như 20TCN: 87, TCXD171: 1987, và TCXD 225: 1998), vị trí cốt thép trong cọc (cảm ứng điện từ); kích thước cọc ở đầu và mũi.

Từ 10% sẽ các cÇn kiÓm tra do t- vÛn gi, m s, t vù thiỐt kỐ quyỐt ®Pnh tr¸n c- s¸ c«ng nghÖ chÕ t'ò vù tr¸nh ®é thụnh th'ò nghÖ cña nhự thÇu.

B¶ng 7.15. Sai lÖch cho phĐp vÒ kÝch th-íc cña c¸c b^a t«ng ®óc s/zn

Loại c¸c	H¹ng m¸c kiÓm tra	Sai sè cho phĐp (mm)
C¸c b ^a t«ng cèt thĐp ®óc s/zn	§é dui c¹nh mÆt c¼t ngang cña c¸c	± 5
	§-êng chĐo mÆt ®Çu c¸c	
	§é dui tÇng b¶o vỐ	10
	§é v¸ng cña c¸c	± 5
	T¸m ẽ mòi c¸c	<1% chiÖu dui c¸c, ≤ 20
	§é xi¹n mÆt ®Çu c¸c so víi ®-êng tim c¸c	10
	VÞ trÝ lç ch¸a cho tai m¸c ®Ó cÊu c¸c	< 3
		5

Các b ^a t ^{<} ng c ^è t th ^Đ p [®] óc s ^l /z ⁿ , r ^ç ng	§-êng k ^Ý nh §é d ^ụ y th ^ụ nh l ^ç V ^P tr ^Ý l ^ç tr ^ở n ru ^é t các so v ^ớ i [®] -êng t ^ì m các §-êng t ^ì m m ^ò i các §é xi ^ª n c ^ũ a m ^Æ t b ^Ý ch ẽ [®] Çu tr ^ª n ho ^Æ c d ^{-í} i c ^ũ a [®] o ^ª n các so v ^ớ i [®] -êng t ^ì m các T ^æ ng [®] é xi ^ª n c ^ũ a 2 m ^Æ t b ^Ý ch c ^ũ a [®] o ^ª n các gi [÷] a	± 5 -5 5 10 2 3
Khung c ^è t th ^Đ p c ^ũ a các	Kho [¶] ng c ₁ ch gi [÷] a c ₂ c c ^è t c ^ũ n T ^ì m m ^ò i các Kho [¶] ng c ₁ ch gi [÷] a c ₂ c c ^è t [®] ai d ^ª ng v ^õ ng ho ^Æ c d ^ª ng xo ^³ án l ^õ xo L ^{-í} i th ^Đ p ẽ [®] Çu các §é nh [«] c ^ũ a tai m ^ã c kh ^á i m ^Æ t các	± 5 10 ± 20 ± 10 + 10

1.2. - Giai [®]o^ªn th^o khu[«]n, x^Ôp kho, v^Ền chuy^Ón

Những hư hỏng có thể xảy ra ở giai đoạn này thường gặp là:

- V^Ền chuy^Ón, x^Ôp kho khi c-êng [®]é b^a t[<]ng ch-a [®]t 70% c-êng [®]é thi^Ôt k^Ô;
- C^Èu m^ãc kh[«]ng nh^ĩ nh^ũng, v^P tr^Ý v^ụ s^è l-îng c₁c m^ãc th^Đp [®]Ó c^Èu l^ụm kh[«]ng [®]óng theo thi^Ôt k^Ô quy [®]Đnh.

Đ^Ể tránh hỏng gãy cọc, thông thường dùng 2 móc cho cọc dài dưới 20 m và 3 móc cho cọc dài 20 - 30m.

Tu^ú th^uéc v^ụo c₁ch [®]Æt m^ãc c^Èu m^ụ néi lúc s^ĩ [®]-íc t^Ýnh to₁n t-^{ng} øng theo nguy^ªn t^¼c sau: Khi s^è m^ãc tr^ªn các Ýt h-ⁿ ho^Æc b[»]ng 3 th[×] v^P tr^Ý c^ũa m^ãc x₁c [®]Đnh theo s^ù c[®]n b[»]ng c^ũa m[«] men [®]m (h[×]nh 7.5) c^õn n^Ôu s^è m^ãc l^{ín} h-ⁿ 3 th[×] v^P tr^Ý c^ũa m^ãc x₁c [®]Đnh theo s^ù c[®]n b[»]ng ph[¶]i lúc (h[×]nh 7.6).

Nh[÷]ng ki^Óm to₁n n^ãi tr^ªn ph[¶]i [®]-íc th[«]ng hi^Óu gi[÷]a ng-êi thi^Ôt k^Ô v^ụ thi c[«]ng [®]Ó tr^ªn n^øt ho^Æc g^Éy các tr-íc khi [®]ãng. §i^Òu n^ụy c^ũng [®]Æc bi^Ôt quan tr^ãng khi ch^óng ta đ^ĩng các b^a t[<]ng c^èt th^Đp đ^ại tr^ªn 30 m hay các BTCT øng su^Êt tr-íc.

1.3. Ch^ãn b^óa [®]ãng các

M^{ét} s^è nguy^ªn t^¼c chung trong ch^ãn b^óa:

- B^ảo đ^ảm cọc xuyên qua tầng đất dày (k^ể cả tầng cứng xen k^ẹp) có mũi vào đ^{ượ}c lớp chịu lực (cọc ch^ống), đ^{ạt} đ^{ến} độ sâu thiết k^ế;
- Úng su^Êt do va [®]Èp g[©]y ra trong các (øng su^Êt xung k^Ých) ph[¶]i nh^á h-ⁿ c-êng [®]é c^ũa v^Ềt li^Òu các, øng su^Êt k^Đo do va [®]Èp nh^á h-ⁿ c-êng [®]é ch^èng k^Đo c^ũa b^a t[<]ng th[«]ng th-êng, c^õn trong các BTCT øng su^Êt tr-íc – nh^á h-ⁿ t^æng c-êng [®]é ch^èng k^Đo c^ũa b^a t[<]ng v^ụ tr^P øng su^Êt tr-íc;
- Kh^èng ch^Ỗ tho[¶] [®]ng t^æng s^è nh^t b^óa + th^êi gian [®]ãng (ch^èng mái v^ụ gi[¶]m hi^Óu qu[¶] [®]ãng);
- §é xuy^ªn v^ụo [®]Êt c^ũa mét nh^t b^óa kh[«]ng n^ªn qu, nh^á: b^óa diezen -1÷2 mm/nh^t v^ụ b^óa h-i 2÷3 mm/nh^t ([®]Ò ph^õng háng b^óa + m₁y [®]ãng).

C[’]n c^ơ [®]Ó ch^ãn b^óa [®]ãng:

- Theo tr^ãng l-îng các (tr^ãng l-îng b^óa > tr^ãng l-îng các);
- Theo lúc xung k^Ých c^ũa b^óa (lúc xung k^Ých > lúc ch^èng xuy^ªn);
- Theo ph-^{ng} tr[×]nh truy^Òn s^ãng øng su^Êt;
- Theo c₁ch kh^èng ch^Ỗ [®]é c^ơng (theo ph-^{ng} tr[×]nh v^{iph}©n b^Ểc 3 v^Ò truy^Òn s^ãng øng su^Êt);
- Theo ph-^{ng} ph₁p [®]ả gi[¶]i kinh nghi^Ôm [®]Ó ch^ãn b^óa thu^ê lúc cho thi c[«]ng các òng th^Đp;
- Theo ph-^{ng} ph₁p kinh nghi^Ôm so s₁nh t^æng h^{íp}.

Chi tiết có thể xem trong “Sổ tay công trình móng cọc, Bắc Kinh, 1995”.

1.4. Mối nối cọc và mũi cọc

Mối nối giữa các đoạn cọc chế tạo sẵn (BTCT, gỗ, thép..) có ý nghĩa rất quyết định khi dùng cọc dài. Về phương diện chịu lực, mối nối có thể chịu lực nén và cũng có khả năng xuất hiện lực nhổ, mô men và lực cắt. Khi đóng thì mối nối vừa chịu lực nén vừa chịu lực nhổ.

Đối với cọc bê tông cốt thép thông thường các liên kết giữa đoạn cọc được thực hiện bằng:

- § Hàn qua mặt bích + thép góc;
- § Hàn qua thép bản phủ kín mặt bích;
- § Liên kết bằng chốt nêm đóng;
- § Liên kết bằng chốt xoắn kiểu âm dương + đổ vữa.

Đối với cọc BTCT tròn, rỗng có thể liên kết bằng mối nối hàn hoặc nối bằng bulông.

Tại các nước có nền công nghiệp phát triển cao người ta dùng kiểu mối nối chế tạo cơ khí khá chính xác, rút ngắn việc ngừng chờ lúc hạ cọc và có được cây cọc dài với mối nối chắc chắn làm cho cọc chịu tải với độ tin cậy cao.

Một số kiểu mối nối vừa nêu có thể tìm thấy trong nhiều tài liệu chuyên khảo, ở đây chỉ nêu một số loại tiêu biểu (xem hình 7.7 - hình 7.9).

Về mũi cọc (hình 7.10) tùy theo điều kiện địa chất công trình và phương thức chịu lực của cọc mà mũi sẽ có cấu tạo khác nhau. Khi cọc đóng vào nền đất mềm thì có thể dùng đầu cọc bằng phẳng; khi đóng vào lớp đất cứng, vào lớp đá phong hoá bở r rời hoặc mũi cọc có thể chống vào lớp đất đá có thể nằm nghiêng, cọc của các cầu lớn, để đảm bảo sức chịu tải cũng như ổn định của cọc phải cấu tạo mũi cọc một cách cẩn thận, đúng tâm để cọc không bị lệch hướng khi đóng/hạ vào trong đất.

Những chi tiết cấu tạo và thiết kế mối nối và mũi cọc có ý nghĩa kinh tế – kỹ thuật trong công trình móng cọc nói chung và cũng là những điều kiện để bị xem thường của người thiết kế lẫn người thi công.

1.5. Tr×nh từ @ăng c÷c

Tr×nh từ @ăng/h¹ các trong c÷ng nghÖ thi c÷ng m±ng các c÷n ðưa vµo c,c yÖu tè sau @©y @Ó quyÖt @Ðnh:

- §iÖu kiÖn hiÖn tr-êng vµ m÷i tr-êng;
- VÞ trÝ vµ ðiÖn tÝch vïng @ăng c÷c;
- C÷ng tr×nh l©n cËn vµ tuyÖn @-êng òng ngÇm;
- TÝnh chÊt @Êt nÒn;
- KÝch th-íc các, kho¶ng c, ch, vÞ trÝ, sè l-êng, chiÖu dµi các;
- ThiÖt bÞ ðĩng @Ó @ăng/h¹ các;
- Sè l-êng @µi các vµ yªu cÇu sø ðóng.

Việc lựa chọn cách đóng nào cần phải có sự phân tích kỹ lưỡng trong từng trường hợp cụ thể theo các yếu tố nêu trên.

Th<ng th-êng, nguy^an t⁴c @Ó x,c @Pnh tr<nh tù @ãng các lụ:

(6) Căn cứ vào mật độ của cọc và điều kiện xung quanh:

- Chia khu @Ó nghi^an cøu tr<nh tù @ãng;
- Chia 2 h-íng @èi xøng, tồ gi÷a @ãng ra;
- Chia 4 h-íng tồ gi÷a @ãng ra;
- §ãng theo 1 h-íng.

(7) Cⁿ cø @é cao thiOt KÕ cña mãng: Mãng s@u h-n - @ãng tr-íc, n<ng h-n - @ãng sau;

(8) Cⁿ cø quy c, ch các: Các lín - @ãng tr-íc, các nhá - @ãng sau; các ðui - @ãng tr-íc, các ng³4n - @ãng sau;

(9) Cⁿ cø t<nh h<nh ph@n bè các: Các trong nhãm - @ãng tr-íc, các @-n - @ãng sau;

(10) Cⁿ cø y^au cÇu @é chÝnh x,c lóc @ãng: §é chÝnh x,c thÊp - @ãng tr-íc, @é chÝnh x,c cao - @ãng sau.

1.6. Ti^u chuÈn ðoàng @ãng các

Xác định tiêu chuẩn dùng đóng cọc theo yêu cầu thiết kế là vấn đề quan trọng vì nó có ý nghĩa rất lớn về kinh tế và kỹ thuật. Hai dấu hiệu để khống chế dùng đóng là: theo độ sâu mũi cọc quy định trong thiết kế và theo độ xuyên cuối cùng của cọc vào đất (có khi còn gọi là theo độ chối). Có nhiều nhân tố ảnh hưởng đến hai dấu hiệu nói trên và có khi mâu thuẫn nhau.

Tiêu chuẩn khống chế việc dùng đóng cọc nên quy định như sau:

- (5) Nếu mũi cọc đặt vào tầng đất thông thường thì độ sâu thiết kế làm tiêu chuẩn chính còn độ xuyên thì dùng để tham khảo;
- (6) Nếu mũi cọc đặt vào lớp đất cát từ chặt vừa trở lên thì lấy độ xuyên sâu làm tiêu chuẩn chính còn độ sâu cọc - tham khảo;
- (7) Khi độ xuyên đã đạt yêu cầu nhưng cọc chưa đạt đến độ sâu thiết kế thì nên đóng tiếp 3 đợt, mỗi đợt 10 nhát với độ xuyên của 10 nhát này không được lớn hơn độ xuyên quy định của thiết kế;
- (8) Khi cần thiết dùng cách đóng thử để xác định độ xuyên khống chế.

Tham khảo kinh nghiệm của Trung Quốc ở bảng 7.16.

Bảng 7.16. Kiến nghị về tiêu chuẩn khống chế dùng đóng cọc (kinh nghiệm Trung Quốc)

Loại cọc	Cọc BTCT rỗng				Cọc BTCT đặc			
	Mũi kín	Mũi hở	Mũi kín	Mũi hở	40x40	45x45	50x50	50x50
Kích thước cọc (cm)								
Đất ở mũi cọc (trị số N)	Đất cát (30-50)	Đất sét cứng (20-25)	Đất cát (30-50)	Đất sét cứng (20-25)	Đất sét cứng (20-25)			Đất cát (30-50)

Loại búa	Điêzen	20-25 cấp	30-40 cấp	30 cấp	30-35 cấp	35-45 cấp	40-45 cấp
	Hơi	4-7 T	7-10 T	7 T	7-10 T	10 T	10 T
Trị số khống chế tổng số nhát đóng		≤ 2000 -2500			≤ 1500 -2000		
Số nhát đóng khống chế ở 5 m cuối cùng		≤ 700 -800			≤ 500 -600		
Trị số độ xuyên cuối cùng	Điêzen	2 - 3mm/nhát		2 - 3mm/nhát			
	Hơi	3 - 4mm/nhát		3 - 4mm/nhát			

1.7. Cọc và mặt nền bị đẩy trôi.

Việc mặt đất bị nâng lên cũng như bị chuyển vị ngang khi hạ cọc có khoảng cách giữa chúng quá gần hoặc bố trí quá dày là nguy cơ thường xảy ra trong thi công. Điều đó sẽ gây ra những hư hỏng cho cọc như là bị nứt hoặc gãy do lực kéo và do áp lực ngang của đất lên cọc quá lớn; mũi cọc không tiếp xúc tốt với lớp chịu lực do bị nâng lên khi hạ những cọc sau đó ở gần nó nên sức chịu tải không đáp ứng với thiết kế và độ lún công trình sẽ lớn. Hiện tượng nói trên trở nên nghiêm trọng hơn khi hạ cọc có mật độ dày trong đất yếu no nước vì loại đất này không có khả năng bị ép chặt.

Độ nâng cao mặt đất và chuyển vị ngang trong đất sét no nước chẳng những có quan hệ với khoảng cách giữa các cọc, đường kính và độ dài của cọc mà còn có quan hệ đến mật độ bố trí cọc. Theo kết quả theo dõi và thống kê trong thi công cho thấy nếu $W_s < 5\%$ thì độ nguy hiểm về chất lượng cọc bé, với W_s tính bằng công thức :

$$W_s = \frac{\Sigma f}{F}$$

Trong đó :

f - diện tích tiết diện ngang (m^2) của cọc đơn;

Σf - tổng diện tích tiết diện ngang của các cọc đơn;

F - diện tích hiện trường (m^2) bao bằng hàng cọc ngoài cùng;

W_s - mật độ diện tích cọc được hạ vào đất.

Nếu dùng mật độ thể tích cọc được hạ vào đất W_v để biểu thị, khi $W_v < 0,6$ thì ít có nguy hiểm về chất lượng cọc với W_v tính bằng công thức :

$$W_v = \frac{\sum V_i}{F}$$

Trong đó :

V_i - thể tích của phân cọc đã hạ vào đất của cọc đơn;

$\sum V_i$ - tổng thể tích của phân đã hạ vào đất của các cọc;

F - như trên.

Khi mật độ bố trí cọc có $W_s > 5\%$, $W_v > 0,6$ thì khả năng gãy cọc tương đối nhiều.

Cách xử lý khi gặp hiện tượng nói trên là phải thực hiện việc kiểm tra đo đạc cẩn thận, cần thiết phải bố trí lại cọc, đóng cọc qua lỗ khoan mới để giảm thể tích bị đẩy trôi, thực hiện trình tự đóng cọc hợp lí và phải đóng võ lại những cọc chưa bị gãy, chỉ bị nâng lên cho đến độ sâu thiết kế yêu cầu.

Quá trình đóng lại này có thể tới khi cọc đạt được độ chối như cũ hoặc theo độ cao đầu cọc. Việc đóng lại cọc chỉ nên được bắt đầu khi quá trình đóng cọc đã vượt ra ngoài phạm vi ảnh hưởng để nó không gây ra hiện tượng trôi nào nữa cho những cọc đã đóng.

Vấn đề này cũng xuất hiện ở lớp cát mịn chặt bão hoà nước và lớp phù sa vô cơ, khi quá trình hạ cọc ngừng lại, áp lực nước lỗ rỗng âm sẽ biến mất do đó làm giảm độ bền cắt theo thời gian nên làm giảm sức chịu tải của cọc theo thời gian và gọi là hiện tượng chùng. Võ nhẹ lên các cọc đã đóng cũng phải tiến hành trong các điều kiện đất như vậy. Nếu sau khi võ lại mà phát hiện thấy sức kháng cũ đã giảm thì những cọc này cần phải đóng thêm cho đến khi đạt được sức kháng danh định.

1.8. Chấn động và tiếng ồn.

Vấn đề ảnh hưởng của chấn động cũng như tiếng ồn (xem hình 7.11a) đối với công trình và con người do thi công đóng cọc gây ra cần phải được xem xét vì nó có thể dẫn đến những hậu quả đáng tiếc, nhất là khi thi công đóng cọc gần công trình đã xây hoặc gần khu dân cư.

Tiêu chuẩn để khống chế dao động và tiếng ồn do chấn động gây ra đối với người và công trình có thể tham khảo:

- Tiêu chuẩn Liên Xô (cũ): Nr. 1304 – 75 hay CH 2.2.4/2.1.8.562-96;
- Tiêu chuẩn CHLB Đức: DIN 4150 – 1986;
- Tiêu chuẩn Thụy Sĩ : SN 640312 – 1978;
- Tiêu chuẩn Anh : BS 5228, Part 4 - 1992a (bảng 7.17).
- Tiêu chuẩn Việt nam TCVN 5949-1998 (bảng 7.18).

Về độ ồn thường khống chế 70 – 75 dB đối với khu ở và 70 – 85 dB đối với khu thương mại; Khi ồn quá giới hạn trên phải tìm cách giảm ồn. Cách phòng chống ảnh hưởng chấn động và ồn:

- Xác định khoảng cách an toàn khi đóng (hình 7.11b);
- Chọn cách đóng (trọng lượng + độ cao rơi búa), loại búa hợp lý;
- Khoan dẫn, đóng vồ, ép;
- Làm hào cách chấn;
- Đặt vật liệu tường tiêu âm, giảm thanh, đệm lót đầu mũ cọc;
- V.v..

Bảng 7.17. Ảnh hưởng của dao động đối với các đối tượng khác nhau
(theo tiêu chuẩn Anh **BS 5228 Part 4 1992a**)

Ví dụ	Đối tượng quan tâm	Thông số đo và phạm vi độ nhạy		
		Chuyển vị (mm)	Vận tốc (mm/s)	Gia tốc (g)
Phương tiện thí nghiệm	Thiết bị và vận hành	$(0,25-1) \times 10^{-3}$ (0,1Hz-30Hz)		$(0,1-5) \times 10^{-3}$ (30Hz-200Hz)
Cơ sở vi điện tử	Thiết bị và vận hành		$(6-400) \times 10^{-3}$ (3Hz-100Hz)	$(0,5-8) \times 10^{-3}$ (5Hz-200Hz)
Máy móc chính xác	Thiết bị và vận hành	$(0,1-1) \times 10^{-3}$		
Máy tính	Thiết bị và vận hành	$(3-250) \times 10^{-3}$		0,1-0,25 sai số trung phương (SSTP) (tối đa 300Hz)
Vi xử lý	Thiết bị và vận hành			0,1-1
Bệnh viện và nơi cư trú	Con người		0,15-15 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 0,4-40 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	0,5-50 (SSTP hướng đứng) (4Hz-8Hz)
Văn phòng	Con người		0,5-20 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 1-50 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	

Xưởng máy	Con người		1-20 (hướng đứng) (8Hz-80Hz) 3,2-52 (hướng ngang) (2Hz-80Hz)	$(4-650) \times 10^{-3}$ (SSTP hướng đứng) (4Hz-8Hz)
Khu dân cư hoặc thương mại	Công trình		1-50	
Ống dẫn khí hoặc nước	Dịch vụ ngầm dưới đất	$(10-400) \times 10^{-3}$	1-50	

Bảng 7.18. Giới hạn tối đa cho phép tiếng ồn khu vực công cộng và dân cư (tính theo mức âm tương đương dBA TCVN 5949-1998)

Khu vực	Thời gian		
	từ 6h-18h	từ 18h-22h	từ 22h-6h
4. Khu vực cần đặc biệt yên tĩnh: bệnh viện, thư viện, nhà điều dưỡng, nhà trẻ, trường học, nhà thờ, chùa chiền.	50	45	40
5. Khu dân cư, khách sạn, nhà nghỉ, cơ quan hành chính.	60	55	50
6. Khu dân cư xen kẽ trong khu vực thương mại, dịch vụ, sản xuất	75	70	50

1.9. Một số sự cố thường gặp

- Khó xuyên và không đạt được độ sâu thiết kế quy định;
- Cọc bị xoay và nghiêng quá lớn;
- Cọc đóng đến độ sâu thiết kế nhưng sức chịu tải không đủ;
- Sự khác biệt dị thường về tài liệu địa chất lúc đóng so với ban đầu;
- Thân hoặc mối nối cọc bị hỏng/gãy ảnh hưởng đến việc tiếp tục ép/đóng;
- Cọc đóng trước bị trôi lên khi đóng các cọc sau;
- Không đóng tiếp được nữa do thời gian đóng kéo dài hoặc tạm ngừng;
- Biến dạng nền lớn dẫn đến trượt cả khối đất;
- Cọc bị lệch hoặc sai vị trí;
- V..v..

Những nguyên nhân trên phải được phân tích, tìm cách khắc phục, xử lý.. mới có thể đóng tiếp, có khi phải đóng thử để tìm ra công nghệ và trình tự đóng cọc hợp lý.

Ví dụ nguyên nhân gây trượt nền có thể là:

- (6) Tài liệu điều tra ĐCCT không giống thực tế hoặc sai, làm người thiết kế không thực hiện hoặc thực hiện sai trong kiểm toán ổn định;
- (7) Phương pháp và công nghệ thi công không đúng làm tăng áp lực nước lỗ rỗng, dưới tác dụng của ép chặt + chấn động dẫn đến mái đất bị trượt;
- (8) Không có biện pháp khống chế tốc độ đóng cọc;
- (9) Xếp cọc ở trên mái dốc hoặc bị đào ở chân dốc...,
- (10) Trong thời gian đóng cọc, mực nước của sông gần đó bị đột ngột hạ thấp.

Cách phòng ngừa và xử lý:

- (10) Điều tra kỹ đất nền, giảm khoảng cách giữa các lỗ khoan thăm dò;
- (11) Cần kiểm toán ổn định trong thiết kế thi công cọc ở vùng bờ dốc;
- (12) Giảm ảnh hưởng chấn động (khoan dẫn – ép – hạ cọc);
- (13) Dùng trình tự đóng từ gần đến xa;
- (14) Tiến độ thi công chậm;
- (15) Giảm thiểu tải trọng thi công, đình chỉ gia tăng tải ở mái dốc;
- (16) Theo dõi kỹ môi trường xây dựng: điều kiện thủy văn sông biển, chú ý sự thay đổi mực nước, phòng ngừa việc hạ thấp đột ngột mực nước;
- (17) Nghiên cứu việc đào hố móng sâu trong khi đóng cọc, kiểm toán ổn định của đất sau khi đóng cọc trước khi đào móng sâu;
- (18) Theo dõi đo đạc áp lực nước lỗ rỗng và chuyển vị để khống chế tiến độ đóng cọc.

1.10. Nghiệm thu công tác đóng cọc

Chất lượng hạ cọc cần phải được thể hiện ở các điểm chính sau:

- (6) Chất lượng mối nối giữa các đoạn cọc (nếu có);
- (7) Sai lệch vị trí cọc so với quy định của thiết kế;
- (8) Sai lệch về độ cao đầu cọc: thường không quá 50 – 100mm;
- (9) Độ nghiêng của cọc không vượt quá 1% đối với cọc thẳng đứng và không vượt quá 1,5% góc nghiêng giữa trục cọc và đường nghiêng của búa;
- (10) Bề mặt cọc: nứt, méo mó, không bằng phẳng.

Tổng hợp những điều trên trong bảng 7.19 (hoặc bảng 10 của TCXD 79: 1980)

Bảng 7.19. Sai lệch cho phép về vị trí cọc chế tạo sẵn trên mặt bằng
(kinh nghiệm của Trung Quốc)

Loại cọc	Hạng mục kiểm tra	Sai lệch cho phép (mm)
Cọc BTCT đúc sẵn, cọc ống thép, cọc gỗ	§ Cọc phía trên có dầm móng:	100
	3. Hướng vuông góc với trục dầm	150
	4. Hướng song song với trục dầm	
	§ Cọc trong nhóm 1-2 chiếc hoặc cọc trong hàng cọc	100
	§ Cọc trong móng có 3-20 cọc	$\leq 1/2$ đường kính cọc (hoặc cạnh cọc)
	§ Cọc trong móng có trên 20 cọc:	
3. Cọc ở mép ngoài	$\leq 1/2$ đường kính cọc (hoặc cạnh cọc)	
4. Cọc trung gian	1 đường kính (hoặc cạnh cọc)	
Cọc bản (barette) bằng BTCT	§ Vị trí	100
	§ Độ thẳng đứng	1%
	§ Khe hở giữa các cọc	
	- Để chống thấm	≤ 20
	- Để chấn đất	≤ 25

2. Cọc thép

Loại cọc thép thường dùng hiện nay là cọc ống tròn, cọc thép hình chữ I, chữ H.

2.1. Kiểm tra chất lượng chế tạo.

Theo chứng chỉ của nhà chế tạo, khi cần có thể lấy mẫu kiểm tra. Các hạng mục chính cần kiểm tra, gồm :

- Chứng chỉ về cọc thép, thành phần kim loại chính;
- Độ bền chống ăn mòn của thép (mm/năm) trong các môi trường ăn mòn khác nhau (ăn mòn yếu, trung bình, mạnh);
- Dung sai kích thước của cọc (tham khảo bảng 7.20 và bảng 7.21) do người đặt hàng yêu cầu.

Bảng 7.20. Sai số chế tạo cho phép của cọc ống thép (theo [7])

Hạng mục		Sai số cho phép	
Đường kính ngoài	Phân đầu ống	$\pm 0,5\%$	
	Phân thân ống	$\pm 1\%$	
Độ dày	< 16mm	Φ ngoài < 500mm	+ không quy định - 0,6 mm
		Φ ngoài > 500mm	+ không quy định - 0,7mm
	> 16mm	Φ ngoài < 800mm	+ không quy định - 0,8mm
		Φ ngoài > 800mm	+ không quy định - 1,0mm
Độ dài		+ không quy định - 0mm	
Độ cong vênh		< 0,1% độ dài	
Độ phẳng đầu nối		< 2mm	
Độ vuông góc đầu nối		< 0,5 % Φ ngoài, tối đa 4mm	

Cọc thép chữ H được chế tạo bằng phương pháp cán thép một lần tại nhà máy thép, chất thép có thép cacbon phổ thông, thép cường độ cao Mn16. Ngoài ra trong nhà máy thép còn có thể chế tạo loại thép đặc biệt chống rỉ bằng cách cho thêm đồng, kền, cali vào khi luyện thép, có thể dùng ở các công trình trên biển.

Độ chính xác chế tạo cọc chữ H theo bảng 7.21.

Bảng 7.21. Sai số cho phép của cọc thép chữ H (theo [7])

Hạng mục	Sai số cho phép	Cách xác định
Độ cao (h)	+ 4mm - 3mm	Đo thước thép
Độ rộng (b)	+ 6mm - 5mm	Đo thước thép
Độ dài (l)	+ 100mm - 0mm	Đo thước thép
Độ cong vênh	< 0,1% độ dài	Căng dây
Bản bung lệch tâm (E)	< 5mm	Đo thước thép
Độ vuông mặt đầu	h < 300	< 6mm (T+ T')
	h > 300	< 8mm (T+ T')
		T' - độ lệch cánh trên T- độ lệch cánh dưới

Cọc thép ngoài việc kiểm tra kích thước ngoại hình ra còn phải có :

1. Chất lượng hợp chuẩn chất lượng thép;
2. Nếu là thép nhập khẩu phải có kiểm nghiệm hợp chuẩn của cơ quan thương kiểm địa phương.

Ngoài yêu cầu độ chính xác về kích thước hình học như trên, trong thiết kế lúc xác định diện tích tiết diện chịu tải của cọc thép còn căn cứ vào độ ăn mòn và phòng chống ăn mòn.

Trong bảng 7.22 trình bày số liệu tham khảo về tốc độ ăn mòn của thép. Xử lý và phòng chống ăn mòn có thể dùng các phương pháp sơn phủ hay bảo vệ bằng cực dương, tăng thêm chất chống ăn mòn khi chế tạo vv.... Có thể tham khảo ở bảng 7.23 lấy từ tài liệu [8].

Bảng 7.22. Tốc độ ăn mòn cọc thép trong 1 năm
(theo tiêu chuẩn JGJ-94, Trung Quốc)

Môi trường của cọc thép		Tốc độ ăn mòn mm/năm
Trên mặt đất	Trong môi trường ít ăn mòn	0,05 - 0,1
Dưới mặt đất	Trên mực nước ngầm	0,05
	Dưới mực nước ngầm	0,03
	Khu vực có sóng	0,1 - 0,3

Bảng 7.23. Hướng dẫn bảo vệ cọc chống ăn mòn (theo [8])

Môi trường hạ cọc	Khả năng ăn mòn	Khuyến nghị cách bảo vệ
Trong đất không thấm ^{a)}	Rất ít	Không yêu cầu bảo vệ
Trong đất dễ thấm ^{a)}	Khoảng 0,5m dưới mặt đất	Vỏ bọc bề mặt
Nhô ra ngoài không khí	Ăn mòn không khí Ăn mòn do đất chung quanh	Sơn phía trên mặt đất nền Bọc bê tông hoặc hắc ín 0,5mm ở phía trên và dưới đất
Trong nước ngọt	Không ăn mòn	Không yêu cầu bảo vệ
Trong nước biển	Ăn mòn do không khí trên mực nước thủy triều Bị ăn mòn giữa mực nước triều cao và mặt bùn	Sơn Bọc bê tông hoặc bột hắc ín

a) Quyết định cuối cùng phụ thuộc vào kết quả thí nghiệm đất tại chỗ.

Nếu đất không thuộc loại gây ăn mòn như những trường hợp nêu ở đây thì phải xem xét đến các biện pháp bảo vệ thích hợp.

2.2. *Chất lượng hàn và cấu tạo mối cọc*

Chất lượng hàn là một phần quan trọng trong việc đánh giá tổng thể chất lượng thi công cọc thép, khi thi công phải chọn những công nhân có tư chất tốt, kỹ thuật thành thạo, và có những kinh nghiệm để thi công hàn. Thiết bị hàn cũng phải có tính năng tốt và tăng cường quản lý, bảo đảm tiêu chuẩn nghiệm thu chất lượng công trình, chất lượng mối hàn (xem bảng 7.24). Trong bảng từ điểm 1 - 7 đều kiểm tra bằng ngoại quan khi nối bằng cách hàn do kiểm tra viên dùng các dụng cụ đo chuyên dụng để đo thực tế từng đầu mối hàn, đồng thời phải trung thực ghi vào biên bản (xem bảng 7.25)

Bảng 7.24. Tiêu chuẩn nghiệm thu chất lượng hàn cọc thép (theo [7])

TT	Hạng mục	Tiêu chuẩn	Ghi chú
1	Khe hở giữa đoạn cọc trên và dưới	2-4mm	Mỗi đầu nối kiểm tra không ít hơn 4 điểm
2	Lệch miệng đoạn cọc trên dưới cọc ống thép $\Phi < 700\text{mm}$	$< 2\text{mm}$	nt
3	Lệch miệng đoạn cọc trên dưới cọc ống thép $\Phi > 700\text{mm}$	$< 3\text{mm}$	nt
4	Lệch miệng đoạn cọc trên dưới cọc thép chữ H	$< 3\text{mm}$	nt
5	Độ sâu ngoạm vào thịt	$< 0,5\text{mm}$	
6	Độ sâu mạch hàn chùm qua vật liệu gốc	$< 3\text{mm}$	
7	Chồng cao của mạch hàn	$< 2-3\text{mm}$	
8	X quang dò khuyết tật	cấp III trở lên hợp lệ	Cứ 20 cọc chụp 1 ảnh rút mẫu kiểm tra

Bảng 7.25. Kiểm tra ngoại quan mối hàn nối cọc thép

Tên công trình Ngày tháng năm

Số cọc	Loại cọc	Qui cách	Vị trí đầu nối	Chất lượng mối hàn											
				Khe hở giữa cọc trên dưới mm				Lệch miệng đoạn cọc mm				Ngoạm thịt mm	Chồng cao mm	Độ rộng mm	Ghi chú
			Đầu nối 1												

			Đầu nối 2												
			Đầu nối 3												
			Đầu nối 4												

Người phụ trách

.....

Người kiểm tra

.....

Thợ hàn

.....

Phương pháp kiểm tra chất lượng bên trong của mỗi hàn có dò khuyết tật bằng tia X, bằng sóng siêu âm, bằng nhuộm màu Tiêu chuẩn xem xét phim chụp Xquang xem bảng 7.26.

Bảng 7.26. Tiêu chuẩn xem xét phim chụp Xquang (theo [7])

(A) Phân cấp khuyết tật dạng điểm Đơn vị : mm

Khuyết tật Độ dày vật liệu Cấp loại	10 x 10		10 x 20		10 x 30
	< 10	10-25	25-50	50-100	> 100
Cấp 1	1	2	4	5	6
Cấp 2	3	6	12	15	18
Cấp 3	6	12	24	30	36
Cấp 4	Số điểm khuyết tật nhiều hơn cấp 3				

(B) Độ dài khuyết tật và tính đổi số điểm

Độ dài khuyết tật mm	< 10	10-20	20-30	30-40	40-60	60-80	> 80
Số điểm	1	2	3	6	10	15	25

(C) Phân cấp khuyết tật dạng dài

Độ dày vật liệu mm Cấp loại	< 12	12 - 48	> 48
Cấp 1	< 3	nhỏ hơn 1/4 độ dày vật liệu	< 12
Cấp 2	< 4	nhỏ hơn 1/3 độ dày vật liệu	< 16
Cấp 3	< 6	nhỏ hơn 1/2 độ dày vật liệu	< 24
Cấp 4	Độ dài khuyết tật dài hơn cấp 3		

Giống như cọc bê tông cốt thép, tùy theo điều kiện đất nền mà cọc thép có cấu tạo mũi khác nhau. Ưu điểm nổi bật của cọc thép tròn hở mũi hoặc cọc thép hình chữ H là chúng có thể đóng vào các lớp đất chịu lực cứng và ở độ sâu khá lớn và ít bị ép đẩy đất, điều này có lợi khi đóng gần công trình cũ.

Trên hình 7.12 trình bày một số hình thức mũi cọc thép tròn và thép hình chữ H.

2.3. Tiêu chuẩn dùng đóng.

Cọc thép phải được đóng với búa nặng thích đáng, có thể tham khảo các khống chế sau đây :

(1) Độ xuyên sâu vào đất ở những mét cuối cùng 3-4mm/nhát đập, hoặc 12-15 nhát búa/in;

(2) Số lần đánh búa ở mét cuối cùng phải lớn hơn 250 lần, ở 10 m cuối cùng dưới 1500 lần, số búa đánh khống chế dưới 3000 lần.

3. Cọc khoan nhồi

Cọc khoan nhồi trong những năm gần đây đã được áp dụng nhiều trong xây dựng nhà cao tầng, cầu lớn và nhà công nghiệp có tải trọng lớn. So với cọc chế tạo sẵn, việc thi công cọc nhồi có nhiều phức tạp hơn, do đó phương pháp và cách giám sát, kiểm tra chất lượng phải làm hết sức chu đáo, tỷ mỉ với những thiết bị kiểm tra hiện đại..

Dưới đây trình bày tóm tắt những nội dung chính mà người kỹ sư giám sát phải nắm vững để nâng cao hơn nữa trách nhiệm cũng như chất lượng giám sát.

3.1. Yêu cầu chung

Việc giám sát phải dựa vào công nghệ thi công và chương trình đảm bảo chất lượng đã duyệt. Trong chương trình đảm bảo chất lượng thi công của nhà thầu cần thể hiện chi tiết ở 3 khâu quan trọng sau:

- Công nghệ tạo lỗ (đào, đóng, khoan, ép), cách giữ thành lỗ cọc (ống chống suốt chiều dài cọc hoặc dung dịch) và chất lượng lỗ (đúng vị trí, không nghiêng quá trị số cho phép, cặn lắng ở đáy lỗ được thổi rửa sạch đúng yêu cầu);
- Chế tạo, lắp lồng cốt thép và giữ lồng thép ổn định trong quá trình đổ bê tông;
- Khối lượng bê tông, chất lượng và công nghệ đổ bê tông.

Về mặt quản lý và kiểm tra chất lượng cọc thì chia làm 2 giai đoạn: trước khi thành hình cọc và sau khi đã thi công xong cọc.

Chỉ tiêu cần phải kiểm tra và đánh giá gồm có:

- Chất lượng lỗ cọc trước khi đổ bê tông;
- Chất lượng và khối lượng bê tông đổ vào cọc;
- Lồng cốt thép trong lỗ cọc (sự liên tục, nghiêng lệch, trôi...);
- Chất lượng sản phẩm (tình trạng, kích thước thân cọc và sức chịu tải của cọc).

Nếu dùng dung dịch sét (hoặc hoá phẩm khác) để ổn định thành lỗ cọc thì cần phải quản lý chất lượng dung dịch này về các mặt:

- Chế tạo dung dịch đạt tiêu chuẩn đã đề ra;

- Điều chỉnh dung dịch (mật độ và độ nhớt.. .) theo điều kiện địa chất công trình - địa chất thủy văn và công nghệ khoan cụ thể;
- Thu hồi, làm giàu và sử dụng lại dung dịch;
- Hệ thống thiết bị để kiểm tra chất lượng dung dịch tại hiện trường.

3.2. Khối lượng kiểm tra và cách xử lý

Về nguyên tắc, công trình càng quan trọng (về ý nghĩa kinh tế, lịch sử, xã hội.. .), chịu tải trọng lớn, thi công trong điều kiện địa chất phức tạp, công nghệ thi công có độ tin cậy thấp, người thi công (và thiết kế) có trình độ và kinh nghiệm ít thì cần tiến hành quản lý và kiểm tra chất lượng có mật độ (tỷ lệ %) cao hơn, tức là nếu độ rủi ro càng nhiều thì mức độ yêu cầu về quản lý và đánh giá chất lượng cần phải nghiêm ngặt với mật độ dày hơn.

Mặt khác, như sẽ được trình bày chi tiết hơn ở mục này, cách kiểm tra bằng phương pháp không phá hỏng (NDT) nhờ những thiết bị khá hiện đại đã có ở nước ta, cho phép thực hiện việc kiểm tra chất lượng cọc hết sức nhanh chóng với giá cả chấp nhận được. Vì vậy trong tiêu chuẩn TCXD 206: 1998 “Cọc khoan nhồi - yêu cầu về chất lượng thi công” đã đưa ra khối lượng kiểm tra tối thiểu (bảng 7.27).

Bảng 7.27. Khối lượng kiểm tra chất lượng bê tông thân cọc
(theo TCXD 206: 1998)

Thông số kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Tỷ lệ kiểm tra tối thiểu, %
Sự nguyên vẹn của thân cọc	-So sánh thể tích bê tông đổ vào lỗ cọc với thể tích hình học của cọc	100
	- Khoan lấy lõi	1-2% + phương pháp khác
	- Siêu âm, tán xạ gama có đặt ống trước	10-25% + phương pháp khác
	- Phương pháp biến dạng nhỏ (PIT, MIM), quan sát khuyết tật qua ống lấy lõi bằng camera vô tuyến	≥ 50
	- Phương pháp biến dạng lớn PDA	4% và không dưới 5 cọc
Độ mở rộng hoặc độ ngàm của mũi cọc vào đá	Khoan đường kính nhỏ (36mm) ở vùng mở rộng đáy hoặc xuyên qua mũi cọc	2-3 cọc/lúc làm thử hoặc theo bảng 7.28
Cường độ bê tông thân cọc	-Thí nghiệm mẫu lúc đổ bê tông - Thí nghiệm trên lõi bê tông lúc khoan - Theo tốc độ khoan (khoan thổi không lấy lõi) - Súng bật nảy hoặc siêu âm đối	Theo yêu cầu của giám sát

	với bê tông ở đầu cọc	35
Chú thích:		
3) Thông thường cần kết hợp từ 2 phương pháp khác nhau trở lên để tiến hành so sánh cho một thông số kiểm tra nêu ở bảng này. Khi cọc có $L/D > 30$ thì phương pháp kiểm tra qua ống đặt sẵn sẽ là chủ yếu (L-chiều dài, D-đường kính);		
4) Lớp bê tông bảo vệ cốt thép cọc và hình dạng bề ngoài của cốt thép có thể kiểm tra ở chỗ đầu cọc, khi đã loại bỏ lớp bê tông chặn ở phía trên cốt đầu cọc.		

Đối với những công trình có số lượng cọc trong mỗi móng là ít và tải trọng truyền lên móng lớn, kết cấu có độ nhạy cao khi lún không đều xảy ra, người ta yêu cầu tỷ lệ đặt ống để kiểm tra khá nhiều như trình bày ở bảng 7.28 dưới đây.

Bảng 7.28. Quy định tỷ lệ % cọc cần đặt sẵn ống và kiểm tra đối với công trình giao thông (DTU 13.2, P1 - 212, 9-1992, Pháp)

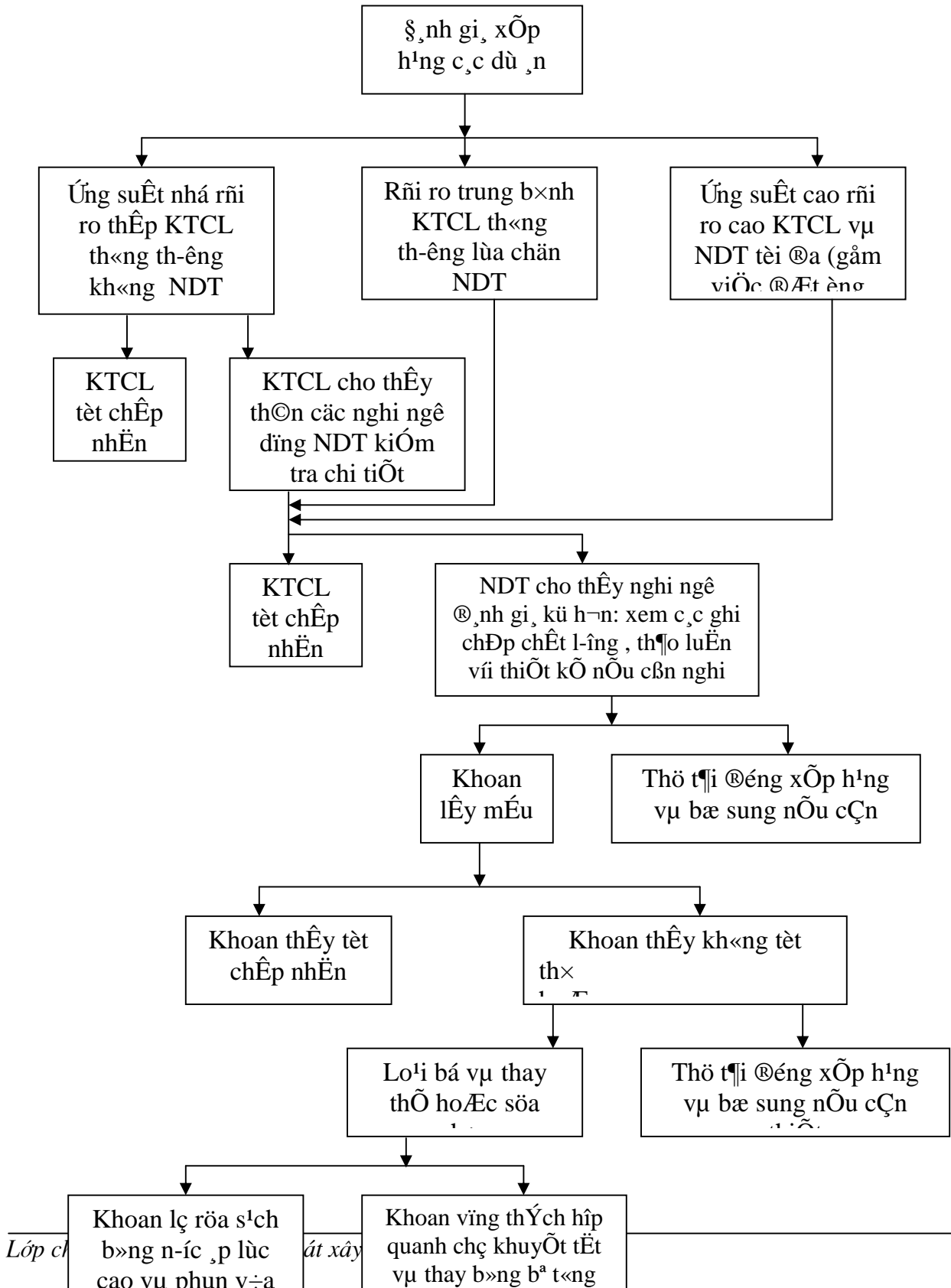
(N - tổng số cọc thi công, n - số cọc trong một móng trụ)

Cách thức tiếp nhận lực của cọc	N	n ≤ 4				n > 4			
		Số lượng ống đặt sẵn		Số lượng cọc kiểm tra		Số lượng ống đặt sẵn		Số lượng cọc kiểm tra	
		Các ống 50/60	Ống 102/114	Thăm dò thân cọc NDT	Khoan lấy lõi tại mũi cọc	Các ống 60/60	Ống 102/114	Thăm dò thân cọc NDT	Khoan lấy lõi tại mũi cọc
Chỉ có ma sát Cọc bộ	≤ 50	100	0	100	0	100	0	50-100	0
	> 50	100	0	100	1	50-100	0	50-100	0
Ma sát cọc bộ và mũi cọc	≤ 50	100	≥ 50	100	30	100	≥ 30	50-100	≥ 20
	> 50	100	≥ 30	50-100	20	50-100	≥ 20	50-100	≥ 10
Chỉ có mũi cọc	≤ 50	100	100	100	50-100	100	50-100	50-100	≥ 30
	> 50	100	50-100	50-100	≥ 30	50-100	≥ 30	50-100	≥ 20

Ống thăm dò NDT đặt suốt chiều dài cọc còn ống khoan lấy lõi phải đặt cách đáy cọc từ 3 ÷ 4m.

Không nhất thiết phải kiểm tra tất cả các cọc có đặt sẵn ống. Thông thường người ta chỉ tiến hành kiểm tra theo một tỷ lệ nào đó so với các cọc đã đặt ống, nếu thấy chất lượng tốt và đạt kết quả ổn định thì có thể dừng. Nếu có nghi vấn thì phải tiếp tục kiểm tra cho hết số cọc đã đặt ống.

Ngoài ra cũng có thể dựa vào sơ đồ trình bày trên hình 7.13 để thực hiện trình tự kiểm tra từ đơn giản đến phức tạp theo mức độ khai thác ứng suất cho phép và độ rủi ro có thể xảy ra trong quá trình thi công cọc.



Hình 7.13. Sơ đồ dùng để đánh giá và xử lý cọc khoan nhồi (Cục đường bộ Liên bang Mỹ, 1993)

3.3. Kiểm tra chất lượng lỗ cọc

Yêu cầu về chất lượng

Chất lượng lỗ cọc là một trong các yếu tố có ý nghĩa quyết định chất lượng cọc. Công việc khoan và dọn lỗ cọc, sau đó là cách giữ thành vách lỗ cọc là những công đoạn quan trọng, ảnh hưởng đến chất lượng lỗ cọc tốt hay xấu. Các chỉ tiêu về chất lượng lỗ cọc gồm vị trí, kích thước hình học, độ nghiêng lệch, tình trạng thành vách và lớp cặn lắng ở đáy lỗ. Trong bảng 7.29 trình bày các thông số để đánh giá chất lượng và phương pháp kiểm tra chúng.

Bảng 7.29. Các thông số cần kiểm tra về lỗ cọc (theo TCXD 206 : 1998)

Thông số kiểm tra	Phương pháp kiểm tra
Tình trạng lỗ cọc	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra bằng mắt có thêm đèn rọi - Dùng phương pháp siêu âm hoặc camera ghi chụp thành lỗ cọc
Vị trí, độ thẳng đứng và độ sâu	<ul style="list-style-type: none"> - Đo đạc so với mốc và tuyến chuẩn - So sánh khối lượng đất lấy lên với thể tích hình học của cọc - Theo lượng dùng dung dịch giữ thành - Theo chiều dài tời khoan - Quả dọi - Máy đo độ nghiêng, phương pháp siêu âm
Kích thước lỗ	<ul style="list-style-type: none"> - Mẫu, calip, thước xếp mở và tự ghi độ lớn nhỏ đường kính - Theo đường kính, thước xếp mở và tự ghi độ lớn nhỏ đường kính - Theo đường kính ống giữ thành - Theo độ mở của cách mũi khoan khi mở rộng đáy
Tình trạng đáy lỗ và độ sâu của mũi cọc trong	<ul style="list-style-type: none"> - Lấy mẫu và so sánh với đất và đá lúc khoan, đo độ sâu trước và sau thời gian giữ thành không ít hơn 4

đất+đá, độ dày lớp cặn lắng	giờ (trước lúc đổ bê tông) - Độ sạch của nước thổi rửa - Phương pháp quả tạ rơi hoặc xuyên động - Phương pháp điện (điện trở, điện dung..) - Phương pháp âm.
--------------------------------	--

Bảng 7.30. Sai số cho phép về lỗ cọc

Tiêu chuẩn	Độ thẳng đứng	Vị trí đỉnh cọc
ADSC	2% trên suốt chiều dài cọc	7,5 cm
FHWA (1998)	2% trên suốt chiều dài cọc	1/24 của đường kính cọc hoặc 7,5 cm
FHWA (1990)	1/48	7,5 cm
ACI	+ Đối với cọc không có cốt thép 1,5% trên suốt chiều dài cọc. + Đối với cọc có cốt thép 2% trên suốt chiều dài cọc	4% của đường kính cọc hoặc 7,5cm
ICE	1/75	7,5 cm
CGS	2% trên suốt chiều dài cọc	+ 7,5 cm + 15 cm đối với các công trình biển
<p>Chú thích:</p> <p><i>ADSC</i> : Hiệp hội các Nhà thầu cọc khoan nhồi Mỹ; <i>FHWA</i> : Cục đường bộ Liên bang Mỹ; <i>ACI</i> : Viện bê tông Mỹ; <i>ICE</i> : Viện Xây dựng dân dụng Anh; <i>CGS</i> : Hiệp hội Địa kỹ thuật Canada.</p>		

Vị trí của lỗ cọc trên mặt bằng, độ nghiêng cũng như kích thước hình học của nó thường không đúng với thiết kế quy định, nhưng không được sai lệch quá giới hạn nào đó. Các phạm vi sai số này do thiết kế quy định theo tiêu chuẩn thiết kế và thi công cọc nhồi. Nhưng ngay tiêu chuẩn của các nước khác nhau cũng có những quy định cho phép sai số khác nhau (xem bảng 7.30).

Theo tiêu chuẩn của Trung Quốc thì yêu cầu sai số về độ nghiêng cao hơn nhiều so với bảng 7.30 như sau: Phải nhỏ hơn 1/500 đối với những công trình đòi hỏi cao và thấp nhất là không quá 1/100.

Trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn nhiều nước và tình hình thi công thực tế ở Việt Nam, TCXD 206 : 1998 quy định sai số cho phép về lỗ cọc nhồi như trong bảng 1 của tiêu chuẩn này.

Khi sử dụng bảng trên nên chú ý rằng: đối với những công trình đòi hỏi cao, số lượng cọc ít hoặc có những yêu cầu đặc biệt khác thì cần phải thay đổi các trị số cho phép nêu trên, đặc biệt là độ thẳng đứng. Ví dụ như công trình cầu khẩu độ lớn, nhịp

bê tông cốt thép ứng suất trước liên tục, số lượng cọc là 10 cho mỗi trụ thì có thể phải quy định độ nghiêng cho lỗ cọc không được quá 1/200.

Ngoài kích thước và vị trí hình học như đã nói ở trên còn phải đảm bảo lượng cặn lắng ở đáy lỗ không được dày quá các giá trị sau:

- Cọc chống $\leq 50\text{mm}$;
- Cọc ma sát + chống $\leq 100\text{mm}$;
- Cọc ma sát $\leq 200\text{mm}$.

Phương pháp kiểm tra

(1). Kiểm tra kích thước và tình trạng thành vách lỗ cọc

• Đo đường kính lỗ cọc

Thiết bị đo đường kính lỗ cọc gồm 3 bộ phận cấu thành: đầu đo, bộ phận phóng đại và bộ phận ghi (hình 7.14) có thể đo lỗ cọc đường kính lên đến 1,2m. Nguyên tắc hoạt động của thiết bị là do cơ cấu cơ dẫn đàn hồi của 4 “ăng ten” ở đầu đo mà làm thay điện trở, từ đó làm thay đổi điện áp, kết quả của sự thay đổi được hiển thị bằng số hoặc máy ghi lưu giữ. Trị điện áp biểu thị và đường kính cọc có quan hệ:

$$\phi = \phi_0 + k \frac{\Delta V}{I}$$

Trong đó: ϕ - đường kính lỗ cọc đo được, m;
 ϕ_0 - đường kính lỗ cọc lúc đầu m;
 ΔV - biến đổi điện áp, vôn;
 k - hệ số m / Ω ;
 I - cường độ dòng điện, Ampe.

• Độ nghiêng và tình trạng thành vách lỗ cọc

Khi thi công cọc trong điều kiện có nước ngầm và có dùng dung dịch sét để giữ thành thì tình trạng thành vách, độ thẳng đứng và độ dày lớp cặn lắng chỉ có máy móc mới kiểm tra được.

Phương pháp sóng âm: Nguyên lý là dựa vào hiệu ứng điện áp của tinh thể mà phát sinh ra sóng siêu âm, thông qua bộ chuyển đổi năng lượng sóng âm đặt ở đầu dò (phát và thu), ta đo được các đại lượng:

$$t = L/C$$

Trong đó:

t - thời gian sóng âm qua môi trường, giây;
 L - đoạn đường của sóng truyền qua (âm trình), m;
 C - vận tốc của sóng âm, m/giây.

Trên hình 7.15 là thiết bị đo thành lỗ khoan DM - 686II của Nhật theo nguyên tắc sóng âm nói trên với độ sâu đo đến 100m và đường kính lỗ đến 4m và trên hình 7.16 là cách lắp đặt và kết quả đo.

(2). Đo bề dày lớp cặn lắng ở đáy lỗ cọc

Phương pháp chùy rơi: Dùng chùy hình côn bằng đồng nặng khoảng 1kg, có tai để buộc dây và thả chậm chậm vào lỗ khoan. Phán đoán mặt lớp cặn lắng bằng cảm giác tay cầm dây, độ dày lớp cặn là hiệu số giữa độ sâu đo được lúc khoan xong với độ sâu đo được bằng chùy này.

Phương pháp điện trở: Dựa vào tính chất dẫn điện khác nhau của môi trường không đồng nhất (gồm nước + dung dịch giữ thành và các hạt cặn lắng) mà phán đoán chiều dày lớp cặn lắng này bằng trị số biến đổi của điện trở.

Theo định luật Ohm:

$$V_2 = V_1 \frac{R}{R_x + R}$$

Trong đó: V_1 - điện áp ổn định của dòng xoay chiều (V);

V_2 - điện áp đo được (V);

R - điện trở điều chỉnh (Ω);

R_x - trị điện trở của đất ở đáy lỗ (Ω).

R_x phụ thuộc vào môi trường, R_x khác nhau sẽ ứng với trị điện áp V_2 khác nhau, sẽ đọc được V_2 ở máy phóng đại. Cách đo như sau: Thả chậm đầu dò vào lỗ khoan, theo dõi sự thay đổi V_2 , khi kim chỉ V_2 biến đổi đột ngột, ghi lại độ sâu h_1 , tiếp tục thả đầu dò, kim chỉ V_2 , ghi lại độ sâu h_2 ..., cho đến khi đầu dò không chìm được nữa, ghi lại độ sâu h_3 . Độ sâu của cọc khoan đã biết là H nên có thể tính chiều dày lớp cặn lắng là:

$$(H - h_1) \text{ hoặc } (H - h_2) \text{ hoặc } (H - h_3) \dots$$

Trên hình 7.17a trình bày nguyên lý xác định chiều dày lớp cặn lắng bằng phương pháp điện trở.

Phương pháp điện dung: Dựa vào nguyên lý khoảng cách giữa hai cực bản kim loại và kích thước giữa chúng không thay đổi thì điện dung và suất điện giải của môi trường tỷ lệ thuận với nhau, suất điện giải của môi trường nước + dung dịch giữ thành + cặn lắng.. có sự khác biệt, do đó từ sự thay đổi của suất điện giải ta suy được chiều dày lớp cặn lắng. Trên hình 7.17b trình bày sơ đồ bộ đo cặn lắng bằng phương pháp điện dung.

Phương pháp âm (sonic) : Dựa vào nguyên lý phản xạ của sóng âm khi gặp các giao diện khác nhau trên đường truyền sóng. Đầu đo làm hai chức năng phát và thu. Khi sóng gặp mặt lớp cặn lắng phản xạ lại, ghi được thời gian này là t_1 , khi gặp đáy lớp cặn (đất đá nguyên dạng) phản xạ lại, ghi được t_2 , chiều dày lớp cặn lắng sẽ là :

$$h = \left(\frac{t_1 - t_2}{2} \right) C$$

Trong đó:

h - độ dày lớp cặn lắng;

t_1 và t_2 - thời gian phát và thu khi sóng gặp mặt và đáy lớp cặn lắng, giây;

C - tốc độ sóng âm trong cặn lắng, m/giây.

Thực ra cặn lắng hình thành trong thời gian từ lúc tạo lỗ đến lúc đổ bê tông, trạng thái của lớp này từ trên xuống ở thể lỏng → đặc → hạt. Do vậy, thế nào là cặn lắng cũng không có định nghĩa rõ ràng và cũng không có một bề mặt cặn lắng xác định cụ thể mà chủ yếu dựa và kinh nghiệm.

(3). Điều chế và quản lý dung dịch giữ thành

Trừ trường hợp lớp đất ở hiện trường thi công cọc khoan nhồi có thể tự tạo thành dung dịch sét ra hoặc tạo lỗ và giữ thành bằng phương pháp có ống chống đều phải dùng dung dịch chế tạo sẵn để giữ thành lỗ cọc. Chế tạo dung dịch phải được thiết kế cấp phối tùy theo thiết bị, công nghệ thi công, phương pháp khoan lỗ và điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng để quyết định.

Trong bảng 7.31 trình bày các yêu cầu về chất lượng của dung dịch sét lúc chế tạo ban đầu còn khi sử dụng có thể tham khảo bảng 7.32 để điều chế, quản lý và kiểm tra.

Bảng 7.31. Chỉ tiêu tính năng ban đầu của dung dịch sét (nếu dùng)

Hạng mục	Chỉ tiêu tính năng	Phương pháp kiểm tra
1. Khối lượng riêng	1,05 – 1,15	Tỷ trọng kế dung dịch sét hoặc Bomê kế
2. Độ nhớt	18 – 45 s	Phương pháp phễu 500/700cc
3. Hàm lượng cát	< 6%	
4. Tỷ lệ chất keo	> 95%	Phương pháp đong cốc
5. Lượng mất nước	< 30ml/30 phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
6. Độ dày của áo sét	1- 3/mm/30 phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
7. Lực cắt tĩnh	1 phút: 20-30 mg/cm ² 10 phút: 50 - 100 mg/cm ²	Lực kế cắt tĩnh
8. Tính ổn định	< 0,03 g/cm ²	
9. Trị số pH	7 - 9	Giấy thử pH

**Bảng 7.32. Chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch sét bentonite trong sử dụng
(kinh nghiệm của Nhật)**

Phương pháp khoan	Địa tầng	Chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch sét					
		Khối lượng riêng	Độ nhớt (Pa.S)	Hàm lượng cát, %	Tỷ lệ chất keo, %	Mất nước (ml/30 min)	Độ pH
Tuần hoàn thuận, khoan đập	Đất sét	1,05-1,20	16-22	< 8-4	> 90-95	< 25	8 - 10
	Đất cát	1,2-1,45	19-28	< 8-4	> 90-95	< 15	8 - 10
	Đất sạn						
Cuội đá dăm							
Khoan đẩy, khoan ngoạm	Đất sét	1,1-1,2	18-24	< 4	> 95	< 30	8-11
	Đất cát sỏi sạn	1,2-1,4	22-30	< 4	> 95	< 20	8-11
Khoan tuần hoàn nghịch	Đất sét	1,02-1,06	16-20	< 4	> 95	< 20	8-10
	Đất cát	1,0-1,10	19-28	< 4	> 95	< 20	8-10
	Đất sạn	1,1-1,15	20-25	< 4	> 95	< 20	8-10

3.4. Kiểm tra lồng thép và lắp đặt ống đo

Lồng cốt thép ngoài việc phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế như quy cách, chủng loại, phẩm cấp que hàn, quy cách mối hàn, độ dài đường hàn, ngoại quan và chất lượng đường hàn.. còn phải phù hợp yêu cầu sau đây:

- Sai số cho phép trong chế tạo lồng cốt thép:
 - Cự ly giữa các cốt chủ $\pm 10\text{mm}$;
 - Cự ly cốt đai hoặc cốt lò xo $\pm 20\text{mm}$;
 - Đường kính lồng cốt thép $\pm 10\text{mm}$;
 - Độ dài lồng cốt thép $\pm 50\text{mm}$;
 - Độ thẳng của lồng thép $< 1/100$;
- Sai số cho phép của lớp bảo vệ cốt thép chủ của lồng thép:
 - Cọc đổ bê tông dưới nước $\pm 20\text{mm}$;
 - Cọc không đổ bê tông dưới nước $\pm 10\text{mm}$.

Các ống đo được làm bằng thép hoặc nhựa PVC (có khả năng giữ đúng vị trí khi vận chuyển và đổ bê tông) được nối với nhau bằng măng xông (không hàn) đảm bảo không lọt nước vào trong ống và trong ống đổ đầy nước sạch. Các ống này phải đặt song song và đưa xuống tới đáy lồng thép (hình 7.18b), được cố định cứng vào lồng thép và được bịt kín ở hai đầu. Nút dưới vừa đảm bảo cho đầu dưới kín nước tuy vẫn cho phép sau này khoan thủng được khi cần thiết. Dùng một đường dưỡng kiểm tra sự

thông suốt của ống đo nhằm bảo đảm việc di chuyển các đầu dò trong ống sẽ dễ dàng. Đầu ống phía trên được chuẩn bị sao cho cao hơn mặt bê tông của đầu cọc ít nhất bằng 0,2 m. Đường kính trong tối thiểu của ống đo là 40mm, khoảng cách giữa các ống đo đối với mọi cấu kiện móng nằm trong khoảng 0,30m - 1,50m (hình 7.18a).

Đối với cọc có tiết diện ngang hình tròn, đường kính D (hình 7.18b) số lượng ống dự tính như sau:

- Hai ống nếu $D < 0,60\text{m}$;
- Ba ống nếu $0,60\text{m} < D \leq 1,20\text{m}$;
- Ít nhất 4 ống nếu $D > 1,20\text{m}$.

3.5. Kiểm tra chất lượng bê tông và công nghệ đổ bê tông

Thi công bê tông cho cọc khoan nhồi trong đất có nước ngầm phải tuân theo quy định về đổ bê tông dưới nước và phải có sự quản lý chất lượng bê tông khi đổ bằng các thông số sau đây:

- Độ sụt (cho từng xe đổ);
- Cốt liệu thô trong bê tông không lớn hơn cỡ hạt theo yêu cầu của công nghệ;
- Chất lượng xi măng;
- Mức hỗn hợp bê tông trong hố khoan;
- Độ sâu ngập ống dẫn bê tông trong hỗn hợp bê tông;
- Khối lượng bê tông đã đổ trong lỗ cọc;
- Cường độ bê tông sau 7 và 28 ngày.

Cần thiết lập cho từng cọc một đường cong đổ bê tông quan hệ giữa lượng thực tế của bê tông vào cọc và thể tích hình học (lý thuyết) của cọc qua từng độ sâu khác nhau. Đường cong nói trên phải có ít nhất 5 điểm phân bố trên toàn bộ chiều dài cọc. Trường hợp bê tông sai lệch không bình thường so với tính toán (ít quá hoặc nhiều quá 30%) thì phải dùng các biện pháp đặc biệt để thẩm định tìm nguyên nhân và phương pháp đổ thích hợp.

Ngoài điều kiện về cường độ, bê tông cho cọc khoan nhồi phải có độ sụt lớn để đảm bảo sự liên tục của cọc (bảng 7.33) và phải kiểm tra chặt chẽ trước khi đổ, và lượng xi măng thường không nhỏ hơn 350kg/m^3 bê tông.

Bảng 7.33. Độ sụt của bê tông cọc nhồi (theo TCXD 205-1998)

Điều kiện sử dụng	Độ sụt (mm)
Đổ tự do trong nước, cốt thép có khoảng cách lớn cho phép bê tông dịch chuyển dễ dàng	7,5 – 12,5
Khoảng cách cốt thép không đủ lớn để cho phép bê tông dịch chuyển dễ dàng, khi cốt đầu cọc nằm trong vùng vách tạm. Khi đường kính cọc nhỏ hơn 600 mm	10 – 17,5

Khi bê tông được đổ dưới nước hoặc trong môi trường dung dịch sét ben-to-nít qua ống đổ (tremie)	> 15
--	------

Việc thi công đổ bê tông cho cọc thường tiến hành cùng lúc với việc khoan tạo lỗ cho các cọc khác. Những chấn động rung sẽ có ảnh hưởng không tốt đến quá trình đông cứng của bê tông tươi.

Do vậy cần phải hạn chế tác hại chấn động trong môi trường đất bằng thông số vận tốc chuyển động cực đại của chất điểm như trình bày trong bảng 7.34.

Bảng 7.34. Mức vận tốc chấn động cho phép đối với bê tông

Tuổi của bê tông	Vận tốc cực đại của chất điểm (mm/s)
0-4 giờ	Không hạn chế
4 - 24 giờ	5, tốt nhất là không có chấn động
1 - 7 ngày	50

3.6. Kiểm tra chất lượng thân cọc

Chất lượng của cọc sau khi đổ xong bê tông thường thể hiện bằng các chỉ tiêu sau:

- Độ nguyên vẹn (sự toàn khối của cọc);
- Sự tiếp xúc giữa mũi cọc và đất nền;
- Sức chịu tải của cọc.

Một số phương pháp kiểm tra thường dùng gồm có:

(1) Phương pháp siêu âm truyền qua

Việc thăm dò bằng siêu âm một cấu kiện móng bằng bê tông có đặt trước ít nhất hai ống đo, song song, bao gồm các bước (hình 7.19) như sau:

- Cho một đầu dò (đầu phát) vào trong một ống đo đã đầy nước sạch và phát sóng siêu âm truyền qua bê tông của cấu kiện móng;
- Cho một đầu dò thứ hai (đầu thu) vào một ống khác cũng đầy nước và thu sóng siêu âm này ở cùng mức độ sâu của đầu phát sóng; khi cần (ví dụ lúc dò độ lớn lỗ hổng) có thể hai đầu thu phát không cùng ở một mức độ sâu nhưng khoảng cách chéo này phải được xác định.
- Trên suốt dọc chiều cao các ống, đo thời gian truyền sóng siêu âm giữa hai đầu dò;
- Ghi lại sự thay đổi biên độ của tín hiệu nhận được.

Một số cách đánh giá kết quả kiểm tra

Phân tích và đánh giá kết quả kiểm tra do chuyên gia tư vấn có trình độ chuyên môn cao thực hiện và chịu trách nhiệm trước người đặt yêu cầu.

Để đánh giá chất lượng bê tông của cấu kiện móng thường phải dựa vào các đặc trưng âm đo được (như vận tốc, biên độ, năng lượng, thời gian truyền..) hoặc vào hình dáng của sóng âm được ghi lại trên màn hình.

Trong bảng 7.35 trình bày cách đánh giá chất lượng bê tông theo một số đặc trưng sóng siêu âm.

Bảng 7.35. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc khoan nhồi theo đặc trưng sóng âm

Chất lượng	Thời gian truyền	Biên độ	Hình dạng sóng
Tốt	Đều đặn không đột biến	Không bị suy giảm lớn	Bình thường
Phân tầng	Tăng lớn	Có suy giảm	Biến đổi lạ
Nứt gãy	Tăng đột biến	Suy giảm rõ rệt	Biến đổi lạ

Phương pháp kiểm tra chất lượng bê tông bằng siêu âm không cho thông tin về cường độ (hoặc các đặc trưng cơ học khác như mô đun đàn hồi, hệ số Poisson). Muốn có được các thông tin này, ở các công trường lớn (với khối lượng bê tông nhiều) phải tiến hành xây dựng các tương quan giữa đặc trưng cơ học nào đó (cần dùng nó trong kiểm soát chất lượng) với đặc trưng âm.

Trong trường hợp muốn có những số liệu sơ bộ về chất lượng hoặc cường độ bê tông thông qua các đặc trưng sóng âm có thể tham khảo bảng 7.36 và 7.37.

Bảng 7.36. Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc bằng vận tốc xung

Tốc độ xung		Đánh giá chất lượng
ft/s	m/s	
Trên 15.000	Trên 4570	Rất tốt
12.000 - 15.000	3660 - 4570	Tốt
10.000 - 12.000	3050 - 3660	Nghi ngờ
7.000 - 10.000	2135 - 3050	Kém
Dưới 7.000	Dưới 2135	Rất kém

Bảng 7.37. Cấp chất lượng bê tông thân cọc theo vận tốc siêu âm (kinh nghiệm Trung Quốc)

Vận tốc âm (m/s)	< 2000	2000-3000	3000-3500	3500-4000	>4000
Chất lượng bê tông	Rất kém	Kém	Trung bình	Tốt	Rất tốt
Cấp chất lượng của cọc	V	IV	III	II	I

(2) Phương pháp đồng vị phóng xạ (tia gamma)

Để kiểm tra chất lượng và phát hiện khuyết tật trong bê tông móng, người ta sử dụng nguồn đồng vị C_s-137 (hoặc C_{r-60}) để khảo sát đặc trưng cơ bản của vật liệu.

Khi truyền qua bê tông, cường độ bức xạ bị giảm yếu do sự hấp thụ của bê tông. Về lý thuyết đã chứng minh được: mật độ bê tông thay đổi phụ thuộc tuyến tính với logarit của cường độ bức xạ I thu nhận theo phương trình:

$$\rho = A + B \ln I$$

Trong đó: A, B được xác định trên mẫu chuẩn trong phòng thí nghiệm phụ thuộc vào cường độ bức xạ ban đầu I_0 , chiều dày của móng d, hệ số suy giảm μ và một số tham số khác.

Khi chiều dày d không đổi thì việc xác định ρ chỉ hoàn toàn phụ thuộc vào số lượng tia phóng xạ phát và thu.

Từ mật độ ρ và sự phân bố của nó sẽ xác định được các khuyết tật và độ đồng nhất của bê tông cọc móng.

(3) Phương pháp biến dạng nhỏ (PIT)

Phương pháp thử bằng biến dạng nhỏ dựa trên nguyên lý phản xạ khi trở kháng thay đổi, của sóng ứng suất truyền dọc theo thân cọc, gây ra bởi tác động của lực xung tại đầu cọc.

Nguyên lý công tác của thiết bị dùng trong phương pháp này được trình bày về nguyên tắc ở hình 7.20 với trình tự thực hiện chủ yếu như sau:

- Dùng búa tay có lắp bộ cảm biến lực, đóng lên đầu cọc;
- Ghi lại hình sóng lực xung làm điều kiện biên;

Lực cản ở mặt bên của cọc mô phỏng theo luật tắt dần tuyến tính, lực cản ở mũi cọc mô phỏng theo lò xo và bộ phận tắt dần.

Dùng các tham số giả định của đất để tính bằng phương pháp lặp và điều chỉnh trở kháng để sao cho hình sóng tính toán tương đối khớp với hình sóng đo được từ thực tế, từ đó phán đoán vị trí và độ lớn khuyết tật.

Ngoài phương pháp biến dạng nhỏ PIT theo trường phái của Mỹ, ở Viện cơ học Việt Nam có hệ thống thiết bị MIMP-15 kiểm tra chất lượng cọc theo nguyên lý trở kháng cơ học (MIM) của người Pháp theo tiêu chuẩn Pháp NF 160-94.

(4). Phương pháp biến dạng lớn (PDA)

Phương pháp thử bằng biến dạng lớn (theo mô hình E.A. Smith hoặc theo Case) là phương pháp đo sóng của lực ở đầu cọc và sóng vận tốc (tích phân gia tốc) rồi tiến hành phân tích thời gian thực đối với hình sóng (bằng các tính lặp) dựa trên lý thuyết truyền sóng ứng suất trong thanh cứng và liên tục do lực va chạm dọc trục tại đầu cọc gây ra.

Nguyên lý của phương pháp như trình bày trên hình 7.21.

Các đầu đo gia tốc và ứng suất được gắn chặt vào cọc, các tín hiệu từ đầu đo được truyền từ cọc như năng lượng lớn nhất của búa, ứng suất kéo nén lớn nhất của cọc, sức chịu tải Case-Goble, hệ số độ nguyên vẹn.. được quan sát trong quá trình thí nghiệm trên hệ thống máy phân tích và hiển thị.

Các số liệu hiện trường được phân tích bằng chương trình CAPWAP (hoặc Case) nhằm xác định sức chịu tải tổng cộng của cọc, sức chống ma sát của đất ở mặt bên và ở mũi cọc cùng một số thông tin khác về công nghệ đóng và chất lượng cọc.

Kết quả kiểm tra chất lượng cọc bằng phương pháp biến dạng lớn được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng và có dạng như trình bày trên hình 7.22.

Có thể phán đoán mức độ khuyết tật (có tính chất định tính) của cọc theo hệ số hoàn chỉnh β (theo bảng 7.38).

Bảng 7.38. Phán đoán mức độ khuyết tật của thân cọc

Hệ số β	1,0	0,8-1,0	0,6-0,8	< 0,6
Mức độ khuyết tật	Hoàn chỉnh	Tổn thất ít	Phá hỏng	Nứt gãy

Như đã lưu ý trên đây, các phương pháp kiểm tra không phá hỏng vừa nêu có những hạn chế của nó. Do đó để có độ tin cậy cao hơn trong việc xác định các khuyết tật của cọc thường phải dùng không ít hơn hai phương pháp khác nhau để cùng kiểm tra và xác nhận, không vội tin vào một phương pháp nào khi có nhiều nghi ngờ về kết quả. Có thể để khẳng định, phải dùng các phương pháp trực giác tuy tốn kém và công kênh như khoan lấy mẫu hoặc đào khi điều kiện cho phép.

Trong bảng 7.39 và 7.40 tóm tắt nêu một số ưu và nhược điểm cũng như phạm vi áp dụng của các phương pháp kiểm tra nói trên.

Bảng 7.39. Các phương pháp truyền qua trực tiếp (tia gamma hoặc siêu âm)

P pháp Ư khuyết	Phương pháp kiểm tra bằng siêu âm truyền qua	Phương pháp kiểm tra bằng gamma truyền qua
Nguyên tắc và điều kiện áp dụng	-Đo sóng siêu âm truyền qua các ống đặt sẵn hoặc các lỗ khoan lấy mẫu. -Các dao động được truyền từ một ống khác cùng cao độ để đo thời gian đến và biên độ dao động	-Đo số phóng xạ giữa các ống đặt sẵn hoặc các lỗ khoan lấy mẫu. -Nguồn phóng xạ và đầu thu để trong các ống gần nhau hoặc đối diện nhau có đổ đầy nước. Vùng mật độ thấp sẽ làm tăng photon trên đầu đo.
Ưu điểm	-Tương đối nhanh -Xác định được khuyết tật giữa các ống khá chuẩn -Không bị hạn chế độ sâu -Xem kết quả ngay trên màn hình	-Tương đối nhanh -Xác định được khuyết tật giữa các ống khá chuẩn -Không bị hạn chế độ sâu -Xem kết quả ngay trên màn hình

Nhược điểm	-Phải đặt trước các ống hoặc phải khoan lỗ -Khó xác định được khuyết tật ở gần mặt bên của cọc	-Phải đặt trước các ống hoặc phải khoan lỗ -Có thể gây nhiễm phóng xạ -Khoảng cách lớn nhất giữa các ống là 80cm.
Ứng dụng	-Kiểm tra đồng chất của bê tông hoặc xác định bất kỳ khuyết tật nào trong cọc	-Kiểm tra đồng chất của bê tông hoặc xác định bất kỳ khuyết tật nào trong thân cọc

Bảng 7.40. Các phương pháp thử động bê mặt (PIT, MIM, PDA)

P pháp Ư khuyết	Phương pháp thử động biến dạng nhỏ (gõ - PIT, MIM)	Phương pháp thử động biến dạng lớn (PDA)
Nguyên tắc và điều kiện áp dụng	-Đo thời gian truyền sóng dọc trong bê tông. -Dùng búa gõ vào đầu cọc truyền sóng nén đi xuống gặp mũi cọc hoặc bất kỳ khuyết tật nào sẽ phản xạ lại bề mặt. -Việc phân tích sẽ tiến hành sau	-Đo vận tốc và biến dạng đầu cọc. -Dùng búa rơi tự do trên đầu cọc để gây ra chuyển dịch cọc vào trong đất -Dùng lý thuyết phương trình truyền sóng để phân tích
Ưu điểm	-Không cần chôn ống trước -Thiết bị gọn nhẹ xách tay -Nhanh	-Không cần chôn ống trước -Thiết bị gọn nhẹ xách tay -Nhanh
Nhược điểm	-Không xác định được đường kính cọc -Không xác định được các khuyết tật trong phạm vi 30cm ở đầu cọc hoặc chiều dài lớn hơn 30 lần đường kính	-Phải có quả búa rơi đủ nặng và gây va đập trên đầu cọc khoan nhồi -Việc chuẩn bị thử rất phức tạp và đòi hỏi sự cẩn thận cao.
Ứng dụng	-Kiểm tra sơ bộ tính đồng nhất của bê tông và xác định sơ bộ khuyết tật trong thân cọc	-Xác định khá chính xác vị trí và mức độ khuyết tật trên thân cọc. -Xác định sức chịu tải của cọc (phân bố ma sát thành bên+sức chống ở mũi) -Xây dựng được biểu đồ quan hệ tải trọng chuyển vị.

3.7. Kiểm tra sức chịu tải của cọc

Sức chịu tải của cọc là thông số quan trọng và có ý nghĩa nhất phản ánh chất lượng của cọc đã thi công. Việc thử cọc để xác định sức chịu tải của nó thường là công việc tốn kém và không phải bao giờ cũng có thể thực hiện được cho nhiều loại cọc tại công trường.

Thí nghiệm bằng phương pháp động khi dùng các công thức động quen biết của Gerxevanov và Hiley là điều mà nhà thầu thường áp dụng lâu nay, chỉ có điều là đối với cọc nhồi đường kính lớn, phương pháp thử động vừa nói tỏ ra không tin cậy.

Thí nghiệm bằng biến dạng lớn PDA tuy là một công cụ khá hiện đại và được dùng rộng rãi ở các nước phát triển nhưng cũng chỉ thích hợp cho cọc đóng hoặc cọc nhồi đường kính nhỏ.

(1) Phương pháp thử cọc bằng nén tĩnh được xem là phương pháp kinh điển và đáng tin cậy tuy rằng khi so sánh các phương pháp nén tĩnh khác nhau đã chứng tỏ rằng chúng thường cho các kết quả không giống nhau. Điều đó phụ thuộc vào phương pháp gia tải, quy ước về độ lún ứng với tải trọng giới hạn khác nhau và cách xác định sức chịu tải giới hạn khác nhau. Vậy, để tránh xảy ra nghi ngờ và tranh chấp cần phải xác định quy trình thử tĩnh cọc trong chương trình kiểm tra chất lượng của mình trên cơ sở lựa chọn một trong các tiêu chuẩn như TCXD 88-82 (Việt Nam, sắp soát xét lại), ASTM D1142-81 (Mỹ) hoặc CP 2004 (Anh).

Dùng đối trọng (quả nặng, vật liệu xây dựng, bao cát) với hệ thống kích thủy lực hoặc dùng phương pháp neo với hệ thống kích thủy lực là cách thường dùng hiện nay trong thử tĩnh. Trên hình 7.23 trình bày hệ thống thiết bị neo của hãng BAUER (CHLB) Đức để thử tĩnh cọc nhồi đường kính 1200mm, dài 18,50m với tải trọng 1700 tấn ở độ lún 12,1m tại A rập Xêut.

(2) Phương pháp thử tĩnh cọc có gắn thiết bị đo lực và chuyển vị

Quanh thân cọc theo chiều sâu, thống tin thu được gồm: Lực Q_i , chuyển vị Δ_i ở các độ sâu khác nhau L_i của cọc. Đây là phương pháp do Hiệp hội thí nghiệm vật liệu của Mỹ (ASTM) đề nghị. Sơ đồ cọc có gắn thiết bị đo như trình bày trên hình 7.24 và quan hệ Q_i và Δ_i có thể biểu diễn:

$$Q_i = \frac{2AE\Delta_i}{L_i} - Q$$

Trong đó:

A, E - lần lượt là diện tích tiết diện và môđun đàn hồi của cọc;

Δ_i - chuyển vị đo được của cọc ở độ sâu L_i ;

Q - cấp tải trọng tác dụng lên đầu cọc.

Cấp tải trọng Q có thể tiến hành như thử tĩnh truyền thống và kết quả thu được không chỉ là chuyển vị và lực tác dụng ở đầu cọc mà chủ yếu là phân bố ma sát quanh thân cọc theo chiều sâu và phản lực ở mũi cọc, điều này có ý nghĩa quan trọng trong thực tế tính toán và kiểm tra sức chịu tải của cọc.

Đối với cọc đóng, thiết bị đo được gắn trên mặt ngoài của cọc, còn đối với cọc nhồi, gắn thiết bị trước khi đổ bê tông.

Nhờ kết quả đo của phương pháp này cho phép xác định hợp lý chiều dài của cọc cũng như việc tính lún (từ áp lực ở mũi cọc) sẽ chính xác hơn so với các phương pháp thử truyền thống.

(3). Phương pháp thử hiện đại

Khi cọc nhồi có đường kính và chiều dài lớn với sức chịu tải hàng ngàn tấn thì phương pháp thử tĩnh nói trên không thể thực hiện được. Hơn nữa khi những cọc này ở giữa sông hoặc ngoài biển thì việc chắt tải hoặc neo là phương pháp không có tính khả thi. Do vậy người ta đã tìm phương pháp khác để thử sức chịu tải của cọc.

- **Phương pháp hộp tải trọng OSTERBERG**

- **Nguyên lý:** Dùng một (hay nhiều) hộp tải trọng OSTERBERG (hộp sẽ làm việc như kích thủy lực) đặt ở mũi khoan cọc nhồi hoặc ở 2 vị trí mũi và thân cọc trước khi đổ bê tông thân cọc (xem hình 7.25). Sau khi bê tông đã đủ cường độ tiến hành thử tải bằng bơm dầu để tạo áp lực trong hộp kích.

Theo nguyên lý phản lực, lực truyền xuống đất ở mũi cọc bằng lực truyền lên thân cọc, ngược lại với lực này là trọng lượng cọc và ma sát đất chung quanh. Việc thử sẽ đạt đến phá hoại khi một trong hai phá hoại xảy ra ở mũi và quanh thân cọc. Dựa theo các thiết bị đo chuyển vị và đo lực gắn sẵn trong hộp OSTERBERG sẽ vẽ được các biểu đồ quan hệ giữa lực tác dụng và chuyển vị mũi cọc và chuyển vị thân cọc. Tuy theo trường hợp phá hoại có thể thu được một trong hai dạng biểu đồ quan hệ tải trọng chuyển vị có dạng gần giống như biểu đồ P-S trong thử tĩnh truyền thống. Phương pháp này phù hợp với các cọc có sức chống cho phép ở thành bên và mũi tương đương nhau, nếu không, phải ước tính để đặt hộp áp lực tại nhiều tầng trong thân cọc.

- **Phương pháp thử tĩnh động STATNAMIC**

Nguyên lý: Đặt một thiết bị dạng động cơ phản lực và đối trọng lên đầu cọc. Thông qua việc đốt nhiên liệu rắn trong buồng áp lực của động cơ sẽ tạo nên một áp suất đẩy khối đối trọng lên phía trên đồng thời sẽ gây ra một lực tác dụng lên đầu cọc theo chiều ngược lại. Đo chuyển vị của cọc dưới tác dụng của lực nổ và các thông số biến dạng + gia tốc đầu cọc sẽ xác định được sức chịu tải của cọc (hình 7.26).

Các số liệu về quan hệ tải trọng-chuyển vị của cọc được xác định bằng hộp tải trọng và đầu đo laser gắn sẵn trong thiết bị STATNAMIC. Trên hình 7.27 trình bày cấu tạo của thiết bị này.

Trong phương pháp STATNAMIC người ta đã xác định được gia tốc a của khối phản lực ($F_{12} = ma$) dịch chuyển lên phía trên lớn gấp 20 lần gia tốc của cọc dịch chuyển xuống phía dưới ($F_{21} = -F_{12}$). Như vậy trọng lượng của khối phản lực chỉ cần bằng $1/20$ đối trọng dự kiến trong thử tĩnh đã tạo nên được một lực lớn gấp 20 lần lực truyền lên đầu cọc. Nhờ đó việc thử tải bằng STATNAMIC sẽ giảm rất nhiều về quy mô và chi phí so với thử tĩnh nhưng kết quả đạt được rất gần với phương pháp tĩnh.

STATNAMIC được phát triển từ năm 1988 với tải trọng đạt đến 0,1MN. Đến 1994 đã có thiết bị thí nghiệm đến 30MN. Các nước Mỹ, Canada, Hà Lan, Nhật Bản, Đức, Israel và Hàn Quốc đã dùng phương pháp này. Năm 1995 tư vấn Anh ACER đã đề nghị dùng phương pháp này để thử cọc ống thép tại cảng côngtenơ Tân Thuận

(thành phố Hồ Chí Minh) với tải trọng 3MN nhưng chưa được phía Việt Nam chấp thuận.

Tóm lại những kiểm tra chính của cọc có thể tham khảo ở bảng 7.41.

Bảng 7.41. Những hạng mục kiểm tra chất lượng chính của cọc
(cọc chế tạo sẵn và cọc nhồi) (theo [1])

STT	Các thông số kiểm tra và yêu cầu của tiêu chuẩn	Sai lệch giới hạn so với thông số và yêu cầu
1	2	3
1	Đóng cọc thử theo số lượng và vị trí do thiết kế xem xét để chính xác hoá sức chịu tải	Không ít hơn qui định của tiêu chuẩn TCXD 205 : 1998 và thử theo tiêu chuẩn thử tĩnh
2	Sai lệch về chiều sâu hạ cọc: - Đối với cọc dài đến 10 m - Đối với cọc dài hơn 10 m	Không hạ được phải nhỏ hơn 15% chiều dài Nếu không hạ được vượt quá 10% chiều dài thì phải tìm nguyên nhân và có kết luận của cơ quan thiết kế về khả năng sử dụng cọc này mà không cần đóng cọc bổ sung
3	Trị số chồi của cọc và sự chính xác của nó khi : - Khi đóng bằng búa hơi đơn động hoặc búa điezen - Khi đóng cọc bằng búa song động	Đo độ chồi với độ chính xác không ít hơn 0,1 cm bằng phương pháp đảm bảo sự chính xác ấy Trị trung bình của 10 nhát búa cuối cùng lấy trong 3 lần đóng (tổng cộng 30 nhát) Đo theo nhát đập cuối cùng khi kéo dài trong thời gian không ít hơn 3 phút và xác định bằng trị trung bình về độ sâu hạ cọc từ một nhát đập trong phút cuối cùng Độ chồi không thể lớn hơn độ chồi tính toán xác định theo tiêu chuẩn thử cọc.
4	Đóng cọc BTCT phải dùng mũ cọc và đệm đầu cọc	Không cho phép phá hoại đầu cọc
5	Đóng cọc phải tiến hành theo cốt đáy hố móng và không được cao	Khi không có qui định cốt đáy và bị trôi cao thì bắt buộc phải điều chỉnh

	trôi quá đáy hố	độ sâu hạ cọc
1	2	3
6	Khẳng định được mũi cọc đã vào trong lớp đất chắc theo độ sâu thiết kế	Kết luận chắc chắn bằng thử nghiệm rằng mũi cọc đã vào lớp đất chặt như thiết kế qui định
7	<p>Không cho phép sai lệch đầu cọc trên mặt bằng so với vị trí thiết kế lớn hơn các trị số sau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khi cọc bố trí 1 hàng - Khi cọc bố trí thành nhóm và trong móng băng có 2 - 3 hàng - Khi cọc bố trí thành " trường cọc " dưới toàn bộ nhà và công trình - Khi cọc đơn và cọc cột (chỉ có 1 cọc) - Cọc đóng, cọc khoan nhồi và cọc nhồi 	<p>Cọc có đường kính hoặc cạnh của tiết diện đến 0,5m</p> <p>Theo chiều ngang của hàng - 0,2D Theo chiều dọc của hàng - 0,3D</p> <p>Ở ngoài cùng theo chiều ngang - 0,2D Ở vị trí còn lại và dọc hàng - 0,3D</p> <p>Cọc ngoài cùng - 0,2D Cọc ở giữa - 0,4 D</p> <p>Lần lượt là 5 và 3 cm. " D " đường kính cọc tròn hoặc cạnh bé của cọc tiết diện chữ nhật.</p> <p>Cọc có " D " lớn hơn 0,5m Theo chiều ngang - 10 cm Theo chiều dọc - 15 cm Cọc đơn - 8 cm</p>
8	<p>Sai lệch về độ cao đầu cọc:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trong đài đổ bê tông toàn khối - Trong đài lắp ghép - Trong móng không đài có mũ cọc lắp ghép - Trong cọc cột 	<p>Không lớn hơn 3 cm Không lớn hơn 1 cm Không lớn hơn 5 cm Không lớn hơn 3 cm</p>
9	Độ nghiêng của cọc so với trục thẳng đứng (không kể cọc cột)	Không vượt quá 1%
10	Độ nghiêng của lỗ khoan (khi làm cọc khoan nhồi)	Không được quá 1%
11	<p>Sai lệch đối với cọc khoan nhồi có mở rộng đáy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cốt sâu của phân mở và đáy cọc 	Không được quá 10cm

12	- Đường kính lỗ khoan - Đường kính chỗ mở rộng Độ sai lệch lỗ khoan cọc nhồi trên mặt bằng	Không được quá 5 cm Không được quá 10 cm Theo điểm 7
----	--	--

1	2	3
13	Sai lệch so với vị trí thiết kế đài cọc đúc sẵn của móng nhà ở và nhà công cộng: - Đối với các trục định vị - Đối với độ cao mặt đài	Không được quá 10 mm Không được quá 5mm
14	Sai lệch so với vị trí thiết kế của đài cọc đúc sẵn cho móng nhà sản xuất: - Đối với trục định vị - Đối với độ cao mặt đài	Không được quá 20 mm Không được quá 10 mm
15	Sai lệch trục mũ cọc so với trục cọc	Không được quá 10mm
16	Bề dày lớp vữa đệm giữa đài và mũ cọc	Không được quá 30mm
17	Bề dày lớp vữa đệm trong móng cọc không đài: - Giữa bản và mũ cọc - Giữa tấm tường và mũ cọc	Không lớn hơn 30mm Không lớn hơn 20mm
18	Cắt đầu cọc sau khi đóng	Ở chỗ đảm bảo được sự ngàm cốt thép của cọc và thân cọc vào đài theo qui định của thiết kế
19	Ngàm cọc BTCT ứng suất trước (thanh hoặc sợi) vào đài cọc	Không được cắt đầu cọc hoặc theo qui định của thiết kế
20	Làm khe theo chu vi cọc bằng cách nhồi vật liệu đàn hồi trong móng cọc đài cao	Không bé hơn 8 cm
21	Sự ngừng giữa khi kết thúc khoan và đổ bê tông trong cọc khoan nhồi - Trong đất thông thường - Trong đất lún sụt	Không được quá 24 giờ Không được quá 8 giờ (Cần theo thí nghiệm lúc khoan thử)
22	Làm sạch đáy lỗ khoan và sự ngừng	Không quá 15cm mùn khoan và

	tới lúc chờ đổ bê tông	không quá 4 giờ (do thiết kế qui định)
23	Gia cường cọc BTCT khi có vết nứt ngang và nghiêng với bề rộng hơn 0,3mm	Dùng tấm ốp BTCT có bề dày không bé hơn 10mm
24	Hồ sơ nghiệm thu của nhà thầu phải đầy đủ với các thông tin tin cậy	Nhật ký đóng cọc, biên bản đóng thử, thử cọc, biên bản đào đất, lý lịch cọc.

Chú thích :

1) Kiểm tra và nghiệm thu công tác cọc cần theo qui định của thiết kế và có thể dựa vào các tiêu chuẩn Việt Nam như :

- TCXD 205 : 1998 - Móng cọc . Tiêu chuẩn thiết kế
- TCXD 206 : 1998 - Cọc khoan nhồi. Yêu cầu về chất lượng thi công
- 22 TCN - 257 : Cọc khoan nhồi . Quy phạm thi công và nghiệm thu

2) Chi tiết hơn có thể tham khảo tài liệu số [9, 10].

3.8. Một số hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi

Các hư hỏng thường gặp trong thi công cọc khoan nhồi rất đa dạng do nhiều nguyên nhân khác nhau. Trong bảng 7.42 trình bày những dạng hư hỏng chính.

Ở đây cần lưu ý đến một số nguyên nhân chung gây ra cọc kém chất lượng thường xảy ra ở khâu khoan rồi dọn lỗ và khâu đổ bê tông.

Các nguyên nhân bao quát thường là:

- Do kém am hiểu một phần hay toàn bộ bản chất của đất nền và điều kiện địa chất thủy văn của địa điểm xây dựng;
- Do kiểm tra không đầy đủ trên công trường của chủ đầu tư hay nhà thầu vì không có hoặc thiếu tư vấn giám sát có trình độ chuyên môn, kinh nghiệm và tư chất cần thiết;
- Do hợp đồng quy định quá eo hẹp hoặc kế hoạch thi công với tiến độ không thích hợp cho những công việc cần phải cẩn thận;
- Do thiếu khả năng hoặc tính cẩn thận của nhà thầu khi thi công những công việc quá phức tạp;
- Sau cùng là do việc hoàn thành một cọc bao gồm một số thao tác đơn giản hợp thành nhưng những người thực hiện thiếu tinh tế và không có những kỹ xảo cần thiết (vì ít kinh nghiệm) mặc dù họ đã được lựa chọn khá kỹ nhưng vẫn không làm chủ tốt.

Bảng 7.42. Các hư hỏng có thể gặp ở cọc khoan nhồi. Phương pháp xác định

Mục	Loại hư hỏng	Nguyên nhân có thể	Hư hỏng một chỗ	Hư hỏng nhiều chỗ
1	Sai vị trí lệch tâm	Định vị sai và thân cọc không thẳng	Quan sát và đo đạc	Quan sát và đo đạc
2	Đứt gãy ở chân	Thiết bị thi công va phải đỉnh cọc	Thử bằng siêu âm hoặc gõ bằng phương pháp PIT...	Kiểm tra bằng siêu âm hoặc gamma trong các ống chôn sẵn hoặc các lỗ khoan nằm ngoài lồng thép
3	Thân phình ra hoặc thắt lại	Đi qua vùng đất xốp	Phối hợp kiểm tra chất lượng bằng quan sát với một hoặc tổ hợp các phương pháp NDT thường dùng	Như mục 2
4	Có hang hốc	Do khoan qua cát trong nước không có ống vách hoặc dùng dung dịch	Như mục 3	Như mục 2
5	Mũi cọc xốp	Do vách lở hoặc không làm sạch hoàn toàn đáy	Phối hợp kiểm tra chất lượng bằng quan sát với kiểm tra siêu âm hoặc gamma trong các ống qua đáy cọc	
6	Thấu kính cát nằm ngang	Do ống bê tông bị rời khỏi bê tông	Như mục 3	Như mục 2
7	Hư hỏng ngoài lồng thép	Do độ sụt của bê tông thấp hoặc cốt thép quá dày	Như mục 3	Kiểm tra chất lượng bằng quan sát kết hợp bằng siêu âm hoặc gamma trong các ống hoặc các lỗ khoan nằm ngoài lồng

				thép
8	Rỗ tổ ong hoặc mất vữa hoặc tạo thành hang trong bê tông	Do lượng nước không cân bằng hoặc đổ bê tông trực tiếp vào nước	Như mục 3	Như mục 2
9	Lấn các mảnh vụn	Do không làm sạch mùn khoan	Đo cẩn thận khối lượng bê tông cộng với như mục 3	Đo cẩn thận khối lượng bê tông cộng với như mục 2

Ở công đoạn tạo lỗ, những hư hỏng có thể là do hậu quả của:

- Kỹ thuật thiết bị khoan hoặc loại cọc đã lựa chọn không thích hợp với đất nền;
- Mất dung dịch khoan đột ngột (khi gặp hang các-tơ hoặc thạch cao) hoặc sự trôi lên nhanh chóng của đất bị sụt lở vào thành lỗ khoan, 2 sự cố này dễ tạo thành “ngoài dự kiến thiết kế”;
- Sự quản lý kém khi khoan tạo lỗ do sử dụng loại dung dịch có thành phần không tương ứng với điều kiện đất nền và công nghệ khoan hoặc kiểm tra không tốt sự biến đổi thành phần dung dịch (nhất là mật độ và độ nhớt);
- Sự nghiêng lệch, bấp bênh của hệ thống máy khoan lỗ khi gặp đá mô côi hoặc lớp đá nghiêng. Những sai lệch vị trí kiểu này phụ thuộc vào hiệu quả và vào sự kiểm soát của thiết bị dẫn hướng, điều đó ắt dẫn đến tình trạng không tôn trọng độ thẳng đứng của cọc và vượt quá độ nghiêng dự kiến (cho phép) của thiết kế;
- Làm sạch mùn khoan trong lỗ cọc không tốt, đáy lỗ khoan có lớp cặn dày, sinh ra sự tiếp xúc xấu với lớp đất chịu lực tại mũi cọc, làm nhiễm bẩn và giảm chất lượng bê tông;

Ở công đoạn đổ bê tông vào cọc thường gặp những sai sót do một số nguyên nhân sau:

- Thiết bị đổ bê tông không thích hợp hoặc tình trạng làm việc xấu;
- Chỉ đạo công nghệ đổ bê tông kém: sai sót trong việc cung cấp bê tông không liên tục, gián đoạn trong khi đổ, rút ống đổ quá nhanh;
- Cấp liệu không đều sẽ dẫn đến lượng bê tông chiếm chỗ ban đầu không đủ do đổ quá nhanh;
- Sử dụng bê tông có thành phần không thích hợp, độ sụt hoặc tính dẻo không đủ và dễ bị phân tầng.

Một số nguyên nhân khác làm hỏng cọc hoặc làm giảm sức chịu tải của cọc có thể là:

- Sự lưu thông mạch nước ngầm làm trôi cục bộ bê tông tươi;

- Sự sắp xếp lại đất nền do chấn động sẽ dẫn đến sự suy giảm ma sát của mặt bên hoặc sức chống ở mũi cọc;
- Thời gian dân cách kéo dài quá quy định giữa khâu khoan tạo lỗ và đổ bê tông vào cọc gây ra sự sụt lở ở vách lỗ khoan và lắng đọng cặn quá dày ở đáy;
- Sử dụng khoan địa chất đối với cọc có đường kính quá bé, lúc đổ bê tông không có đủ thời gian để chiếm chỗ trong lỗ cọc sẽ gây ra cho cọc bị gián đoạn ở thân hoặc xóp ở mũi.

Như vậy, 3 nhóm nguyên nhân nói trên (quản lý và trình độ, trong lúc tạo lỗ và giai đoạn đổ bê tông) thường chiếm tỷ trọng đáng kể gây ra sự cố chất lượng cho cọc khoan nhồi. Thường người thi công đã dự kiến trước các tình huống, chuẩn bị sẵn biện pháp xử lý hoặc khắc phục, nhưng điều đó không phải lúc nào cũng tiên liệu hết, nên kinh nghiệm trong và ngoài nước đều chỉ ra rằng phải lấy việc giám sát chặt chẽ và ghi chép đầy đủ là cách bảo đảm chất lượng cọc tin cậy nhất.

3.9. Nghiệm thu cọc khoan nhồi và đài

Theo TCXD 206: 1998 trong đó cần chú ý các nội dung chính sau đây:

Phân tạo lỗ:

- Mực nước ngầm hoặc mực nước sông biển;
- Tốc độ và quá trình thi công tạo lỗ;
- Kích thước và vị trí thực của lỗ cọc (mức lệch tâm và độ thẳng đứng);
- Đường kính và độ sâu làm lỗ, đường kính và độ dài của ống chống hoặc ống định vị ở tầng mặt; độ dài thực tế của cọc, độ thẳng đứng của cọc;
- Biên bản kiểm tra chất lượng, sự cố và cách xử lý (nếu có).

Phân giữ thành và cốt thép:

- Loại dung dịch giữ thành và biện pháp quản lý dung dịch;
- Thời gian thi công cho mỗi công đoạn;
- Bố trí cốt thép, phương pháp nối đầu và độ cao đoạn đầu phần đổ bê tông;
- Biên bản kiểm tra chất lượng cọc;
- Những trục trặc và sự cố (nếu có) và cách xử lý;
- Loại thợ và số người tham gia thi công.

Phân kiểm tra chất lượng cọc:

- Báo cáo kiểm tra chất lượng cọc và sức chịu tải của cọc đơn;
- Bản vẽ hoàn công móng cọc khi đào hố móng đến cốt thiết kế và bản vẽ cốt cao đầu cọc;

Nghiệm thu đài cọc gồm các tài liệu sau đây:

- Biên bản thi công và kiểm tra cốt thép bê tông đài cọc;

- Biên bản về cốt neo giữa đầu cọc với đài cọc, cự ly mép biên của cọc ở mép đài, lớp bảo vệ cốt thép đài cọc;
- Bản ghi về độ dày, bề dài và bề rộng của đài cọc và tình hình ngoại quan của đài cọc.

V. XÂY DỰNG Ở VÙNG ĐÔI NÚI

Để công trình (gồm cả phần nền móng) có chất lượng xây dựng tốt cần tư vấn giám sát kỹ ở 4 khâu :

- Chuẩn bị thiết kế : giai đoạn khảo sát đất nền;
- Biện pháp thiết kế để tránh nguy cơ hư hỏng;
- Thi công đúng trong khâu nền móng;
- Biện pháp bảo vệ đất nền của công trình.

Dưới đây xin trình bày những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu liên quan đến 4 vấn đề nói trên.

1. Yêu cầu khi thiết kế nền đất vùng đôi núi

1) Trong điều kiện tự nhiên ở vùng xây dựng có hiện tượng trượt lở dốc hay không ?

2) Lượng định ảnh hưởng có hại đến ổn định của dốc núi trong thi công như đào, lấp, chất tải ở gần hố móng để có biện pháp phòng ngừa;

3) Tính không đồng đều của nền đất (nguyên thổ, san lấp, lẫn đá cuội, đá mồi côi) và thể nằm của các lớp đất đá (bằng phẳng hay nghiêng);

4) Mức độ hình thành và phát triển các hang đất và xói lở đất đá, sự nứt nẻ, phong hoá đá ... tạo thành dòng chảy mạnh;

5) Ảnh hưởng của nước mặt (theo mùa khô và mùa mưa) và nước ngầm khi thi công và sử dụng công trình.

Minh hoạ những vấn đề nói trên bằng 3 ví dụ sau :

Hình 7.28 : Nhà xây ở đầu dốc trên lớp đất đắp (số 8), tuy có làm lớp phủ mặt (số 3) để ngăn sự xâm nhập của nước thải nhưng không có hiệu quả, cuối dốc có dòng sông/ suối bé (số 7) làm mức nước ngầm thay đổi nhiều (số 5) nên nhà bị hỏng, nứt (số 2).

Bài học : sườn dốc không ổn định, móng đặt nông trên đất đắp có chiều dày không đều.

Hình 7.29 : Nhà đang xây dở dang nằm giữa mái dốc trên lớp đất nằm nghiêng và yếu có tác dụng như lớp " bôi trơn " làm nhà trượt về phía cuối dốc.

Bài học : điều tra nền đất không tốt, thế đất nằm nghiêng quá qui định và thiết kế không có giải pháp gia cường móng.

Hình 7.30 : Độ dốc lớn, không có biện pháp giữ ổn định đất ngoài phạm vi móng, nhà cuối dốc bị đất trượt đè lên, không thể tiếp tục sử dụng.

Bài học : Cần có biện pháp bảo vệ chống trượt cho đất quanh nhà theo hướng dốc của đồi núi.

2. Cơ chế trượt đất vùng đồi dốc

Có 3 dạng mất ổn định (hình 7.31) do trượt chính sau đây :

- Công trình đặt trên đầu dốc gây trượt làm đất dưới móng bị rời ra;
- Công trình đặt ở giữa dốc, mặt trượt hình thành dưới toàn bộ móng;
- Công trình ở cuối dốc nhưng do phân đất (và có thể có cả công trình) nằm ở phía trên bị trượt và đất đè lên nhà ở cuối dốc.

3. Giải pháp quy hoạch để hạn chế hư hỏng

Việt Nam chưa có quy định về tiêu chuẩn qui hoạch xây dựng nhà ở vùng đồi núi, ở đây tham khảo Tiêu chuẩn nước ngoài (chương 5 tiêu chuẩn TJ7-74 Trung Quốc) :

- Không xây dựng ở nơi trượt dốc lớn, bùn đá chảy, sụt lở mạnh, hang đất phát triển, độ nghiêng mặt đất đá quá giới hạn cho phép. Khi có nhu cầu đặc biệt bắt buộc phải sử dụng vùng đất loại này thì phải có biện pháp xử lý đủ tin cậy;

- Quy hoạch tổng thể phải bố trí hợp lý tùy thuộc yêu cầu sử dụng với điều kiện địa hình địa chất. Công trình nặng, chính nên bố trí ở chỗ có nền đất tốt hơn, cố gắng tạo sự phù hợp giữa điều kiện đất nền với yêu cầu kết cấu bên trên, không tạo ra sự chênh lệch lớn tải trọng của móng trên đất dốc;

- Phải triệt để bảo vệ và lợi dụng hệ thống thoát nước tự nhiên và thảm thực vật ở vùng đồi núi. Khi bắt buộc phải thay đổi hệ thống thoát nước tự nhiên thì phải dẫn nguồn nước ra khỏi địa điểm xây dựng ở những chỗ dễ nắn dòng hoặc dễ chặn dòng vào các sông/suối tự nhiên hoặc rãnh thoát tạm thời trong thời gian mưa to lúc thi công;

- Ở những vùng đất chịu ảnh hưởng của nước lũ phải có các biện pháp thoát lũ thích hợp, kè giữ các bờ của dòng chảy để tránh xói lở (trồng cây, kè đá / bê tông, tường chắn ...).

Minh họa những khuyến cáo nói trên bằng các ví dụ nêu ở các hình sau đây :

Hình 7.32 : Nguyên tắc đặt móng trên mái dốc theo tỷ lệ ngang 3, đứng 2.

Hình 7.33 : Công trình ở đầu và chân mái dốc.

a) Khi công trình đặt ở đầu mái dốc với mái nghiêng nhỏ hơn 45° và cao không quá 8m thì khoảng cách mép móng đến mép dốc S không được nhỏ hơn 2,5m và tính theo các công thức đã nêu. Trong trường hợp $\alpha > 45^\circ$ và $H > 8m$ phải kiểm toán độ ổn định của mái dốc + công trình.

b) Cách bố trí công trình ở đỉnh và chân dốc

Hình 7.34 : Giải pháp đặc biệt khi cần đặt công trình trên đỉnh và giữa mái dốc : dùng cọc rễ cây hoặc neo vào đất đá.

Hình 7.35 : Cách chống trượt và lấp bằng tường ốp và cọc.

Hình 7.36 - Hình 7.37 : Một số biện pháp bảo vệ mái dốc cho đường giao thông và bờ sông hoặc suối.

Một số khuyến cáo trong thiết kế

Khi lớp đất phủ là mỏng, phía dưới là mặt đá gốc theo bảng 7.43 để thiết kế. Khi san nền cần đắp đất để lấy mặt bằng xây dựng thì việc thiết kế và kiểm tra theo bảng 7.44 và 7.45.

Bảng 7.43. *Trị độ dốc cho phép của bề mặt đá gốc nằm dưới lớp đất đắp.*

Lực chịu tải cho phép của tầng đất phủ trên (R) T/m ²	Kết cấu gạch đá chịu lực 4 tầng và dưới 4 tầng, kết cấu khung 3 tầng và dưới 3 tầng	Kết cấu khung 1 tầng thông thường có cầu trục 15T và dưới 15 T	
		Cột biên mang tường và tường hồi	Cột giữa không tường
≥ 15	≤ 15%	≤ 15%	≤ 30%
≥ 20	≤ 25%	≤ 30%	≤ 50%
≥ 30	≤ 40%	≤ 50%	≤ 70%

Chú thích : *Biểu này thích hợp cho nền đất xây dựng ở trạng thái ổn định, mặt dốc của đá gốc chỉ nghiêng về 1 hướng và bề mặt của đá gốc với mặt đáy của móng nằm trên lớp đất có độ dày lớn hơn 30cm.*

Đối với nền đất có nhiều lớp đá và có lộ ra, nếu ở giữa các lớp đá có xen kẹp lớp đất sét hồng cứng dẻo hoặc cứng rắn, nếu là nhà kết cấu gạch đá chịu lực 4 tầng và dưới 4 tầng, kết cấu khung 3 tầng và dưới 3 tầng, hoặc kết cấu khung 1 tầng có cầu trục 15T và dưới 15T, mà áp lực đáy móng nhỏ hơn 20 T/m² thì có thể không cần xử lý nền đất.

Khi không thoả mãn các qui định trên có thể dùng lớp đá để làm mố đỡ móng, khi lớp đá lộ ra có thể dùng làm đệm kê, cần thiết thì độn bê tông đá học cho nền ổn định hơn. Khi lớp đất xen kẹp mỏng có thể moi đào bỏ đi và nhồi vào đó vật liệu đá dăm, đất lẫn đá hoặc vật liệu ít co ngót nhồi vào với hệ số đầm chặt 0,87.

Bảng 7.44. Trị khống chế chất lượng nền đất đắp.

Loại hình kết cấu	Vị trí đất lấp	Hệ số đầm chặt k_c	Hàm lượng nước khống chế (%)
Kết cấu gạch đá chịu lực và kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	$> 0,96$	$W_{op} \pm 2$
	Dưới phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	$0,93 \sim 0,96$	
Kết cấu gối đơn giản và kết cấu khung	Trong phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	$0,94 \sim 0,97$	
	Dưới phạm vi tầng chịu lực chủ yếu của nền đất	$0,91 \sim 0,93$	

Chú thích : Hệ số nén chặt k_c , là trị của tỉ số giữa dung trọng khô khống chế g_d của đất với dung trọng khô tối đa g_{dmax} , W_{op} là hàm lượng nước tối ưu, thể hiện bằng %.

Bảng 7.45. Sức chịu tải cho phép và độ dốc biên cho phép của nền đất cấp

Loại đất lấp	Hệ số nén chặt k_c	Lực chịu tải cho phép R T/m ²	Trị độ dốc biên cho phép (Tỉ số cao : rộng)	
			Dốc cao dưới 8m	Dốc cao 8 ~15m
Đá dăm, đá cuội	$0,94 \sim 0,97$	20 ~ 30	1: 1,50 ~ 1: 1,25	1: 1,75 ~ 1: 1,50
Cát lẫn đá (trong đó đá dăm đá cuội chiếm 30-50% toàn trọng lượng)		20 ~ 25	1: 1,50 ~ 1: 1,25	1: 1,75 ~ 1: 1,50
Đất lẫn đá (trong đó đá dăm đá cuội chiếm 30-50% toàn trọng lượng)		15 ~ 20	1: 1,50 ~ 1: 1,25	1: 2,00 ~ 1: 1,50
Đất sét ($8 < I_p < 14$)		13 ~ 18	1: 1,75 ~ 1: 1,50	1: 2,25 ~ 1: 1,75

Trị số dốc cho phép của sườn dốc, phải căn cứ vào kinh nghiệm tại chỗ, xác định theo trị số độ dốc ổn định của các loại đất đá cùng loại. Khi điều kiện địa chất là tốt, chất đất đá tương đối đồng đều, có thể xác định theo bảng 7.46 và bảng 7.47

Bảng 7.46. Trị độ dốc cho phép của sườn dốc đá.

Loại đá nham	Độ phong hoá	Trị độ dốc cho phép (tỉ số cao : rộng)	
		Dốc cao dưới 8m	Dốc cao 8 ~ 15m
Đá cứng	Phong hoá nhẹ	1: 1,10 ~ 1: 0,20	1: 0,20 ~ 1: 0,35
	Phong hoá vừa	1: 0,20 ~ 1: 0,35	1: 0,35 ~ 1: 0,50
	Phong hoá mạnh	1: 0,35 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
Đá mềm	Phong hoá nhẹ	1: 0,35 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
	Phong hoá vừa	1: 0,50 ~ 1: 0,75	1: 0,75 ~ 1: 1,00
	Phong hoá mạnh	1: 0,75 ~ 1: 1,00	1: 1,00 ~ 1: 1,25

Bảng 7.47. TrP ®é dèc cho phĐp của s-ên dèc ®Êt.

Loại đất	Độ chặt học trạng thái đất sét	Trị độ dốc cho phép (tỉ số cao : rộng)	
		Dốc cao dưới 8m	Dốc cao 8 ~ 15m
Đất đá vụn	Thật chặt	1: 0,35 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
	Chặt vừa	1: 0,50 ~ 1: 0,75	1: 0,75 ~ 1: 1,00
	Hơi chặt	1: 0,75 ~ 1: 1,00	1: 1,00 ~ 1: 1,25
Đất sét cứng	Cứng rắn	1: 0,33 ~ 1: 0,50	1: 0,50 ~ 1: 0,75
	Cứng dẻo	1: 0,50 ~ 1: 0,75	1: 0,75 ~ 1: 1,00
Đất sét thường	Cứng rắn	1: 0,75 ~ 1: 1,00	1: 1,00 ~ 1: 1,25
	Cứng dẻo	1: 1,00 ~ 1: 1,25	1: 1,25 ~ 1: 1,50

Chó thÝch :

1. Trong b¶ng, chÊt bæ sung vµo với ®Êt ®, vn lm ®Êt tÝnh sĐt ẽ tr¶ng th, i cng r¶n hoÆc cng do.

2. Vi ®Êt ®, vn m bæ sung b¶ng ®Êt c, t hoÆc lm vi ®Êt c, t th× trP sè dèc cho phĐp của s-ên dèc ®Òu x, c ®Pnh theo gãc dèc tù nhiªn.

Khi gÆp mét trong c, c t×nh huøng sau ®Cy, trP ®é dèc cho phĐp của s-ên dèc ph¶i ®-íc thiÖt k riªng :

1. §é cao của s-ên dèc ln h-n qui ®Pnh trong b¶ng 7.46 vµ 7.47;

2. N-íc ngÇm t-ng ®èi ph, t triÖn hoÆc cũ tÇng ®Êt nghiªng vi bÒ mÆt yu

(®Ò phng bP tr¶i tr-ít).

3. ChiÒu dèc nghiªng của mÆt lp ®, hoÆc mÆt san nÒn cũ yu cũ cng ®é dèc nghiªng của thành hè ®µo, nh-ng gãc kp gi÷a h-íng ®i của 2 mÆt ny li nhá h-n 45°.

§èi vi s-ên dèc b¶ng ®Êt hoÆc s-ên dèc lm ®, do ho, mm khi ®µo mng ph¶i cũ c, c biÖn ph, p thÝch hp ®O tho, t n-íc, b¶o v chn dèc, b¶o v mÆt dèc, kh¶ng ®-íc ®O n-íc ng trong ph¹m vi cũ th ¶nh h-øng ®Òn æn ®Pnh của s-ên dèc.

Khi ®µo ®Êt ®, nªn ®µo t trªn xuøng d-í. §µo, lp ®Êt ph¶i tÝnh ®Òn viÖc cũn b¶ng. Cè g¶ng x lý phn t, n ®Êt th¶i. Nu b¶t buéc ph¶i tập trung mét l-íng ln ®Êt th¶i ẽ ®Ønh dèc hoÆc ẽ s-ên dèc th× ph¶i thùc hin nghiÖm to, n æn ®Pnh của thn dèc.

Trong nhiều tr-øng hp ph¶i dng t-øng ch¶n ®Êt ®O gi÷ æn ®Pnh m, i dèc. ViÖc thiÖt k t-øng ch¶n ®Êt (lo'i trng lc hoÆc lo'i mm) ph¶i tun theo c, c tiªu chun cũ liªn quan.

MỤC LỤC CHƯƠNG 7

Trang

I. Mỡ @Cu

1. §Æc @iÓm cña c«ng t,c gi,m s,t thi c«ng nÒn mãng
2. Khèi l-íng kiÓm tra
3. Thùc hiÕn kiÓm tra

II. Mãng trªn nÒn @Êt tù nhiªn

- 1.1. Tªu chuÈn ðĩng @Ó kiÓm tra thi c«ng nÒn mãng tù nhiÕn
- 1.2. C,c th«ng sè vµ tiªu chÝ kiÓm tra chÊt l-íng hê mãng vµ nÒn @Êt @¾p
- 1.3. KiÓm tra viÖc b¶o vÖ m«i tr-êng trong thi c«ng c«ng t,c @Êt
- 1.4. KiÓm tra viÖc thi c«ng hê mãng s©u
- 1.5. KiÓm tra thi c«ng mãng

III. NÒn gia cè

1. BÊc thÊm, v¶i hoÆc l-í @Pa kü thuÊt
2. B-m Ðp v÷a
3. Gia cè nÒn b»ng ph-íng ph,p ho, hãc
4. Lµm chÆt @Êt b»ng @Çm/lu lĩn trªn mÆt hoÆc chiÒu s©u

IV. Thi c«ng mãng c¸c

1. C¸c chÕ t'º s½n
 - 1.1. Giai @o¹n s¶n xuÊt
 - 1.2. Giai @o¹n th,º khu«n, xÕp kho, vËn chuyÓn
 - 1.3. Ch¸n b¸a @¸ng c¸c
 - 1.4. Mèi nèi c¸c vµ mòi c¸c
 - 1.5. Tr¸nh tù @¸ng c¸c
 - 1.6. Tªu chuÈn ð¸ng @¸ng c¸c
 - 1.7. C¸c vµ mÆt nÒn @Êt bP @Èy tr¸i
 - 1.8. ChÊn @éng vµ tiÕng ¸n
 - 1.9. Mét sè sù cè th-êng gÆp
 - 1.10. NghiÖm thu c«ng t,c @¸ng c¸c
2. C¸c thÐp
 - 2.1. KiÓm tra chÊt l-íng chÕ t'º
 - 2.2. ChÊt l-íng hµn vµ cÈu t'º mòi c¸c
 - 2.3. Tªu chuÈn ð¸ng @¸ng
3. C¸c khoan nh¸i
 - 3.1. Yªu cÇu chung
 - 3.2. Khèi l-íng kiÓm tra vµ c,ch x¸ lý
 - 3.3. KiÓm tra chÊt l-íng lç c¸c
 - 3.4. KiÓm tra l¸ng thÐp vµ l¾p @Æt èng @o
 - 3.5. KiÓm tra chÊt l-íng bª t«ng vµ c«ng nghÖ @æ bª t«ng
 - 3.6. KiÓm tra chÊt l-íng th¸n c¸c

3.7. Kiểm tra sọc chढ़u tđi cđn cđc

3.8. Mét sè h- háng th-êng gÆp trong thi c«ng cđc khoan nhđi

3.9. NghiÖm thu cđc khoan nhđi vµ ®µi

V. X©y ðùng ẽ vđng ®đi nói

1. Yªu cÇu khi thiÖt kÕ nÒn ®Êt vđng ®đi nói

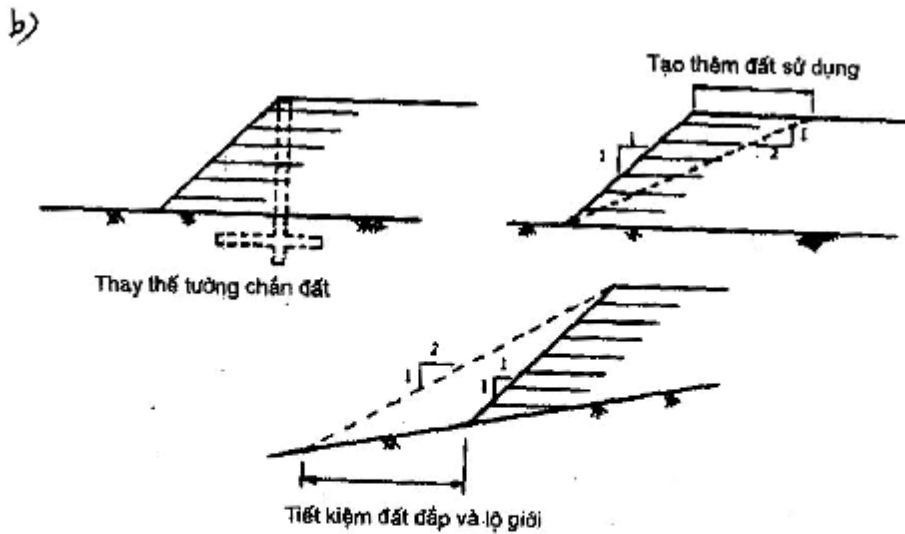
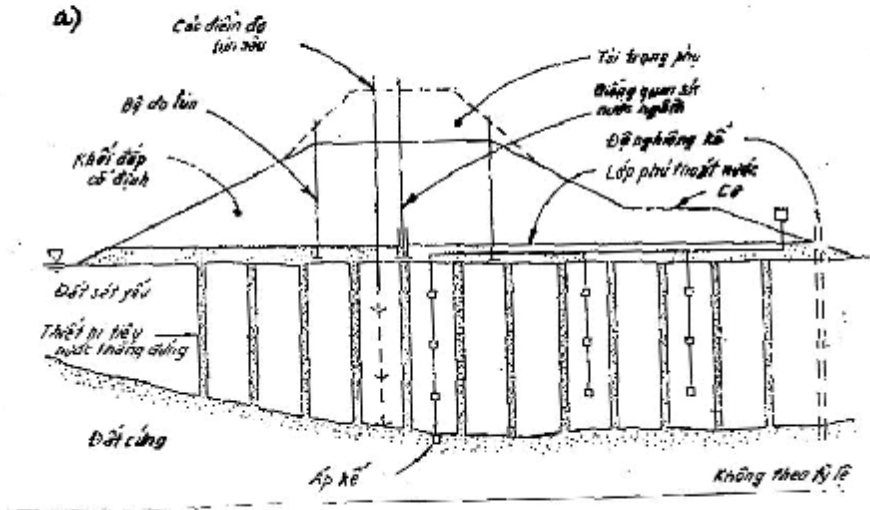
2. C÷ chÕ truit ®Êt vđng ®đi nói

3. Gi¶i ph, p quy ho'ch ®Ó h'ñ chÕ h- háng

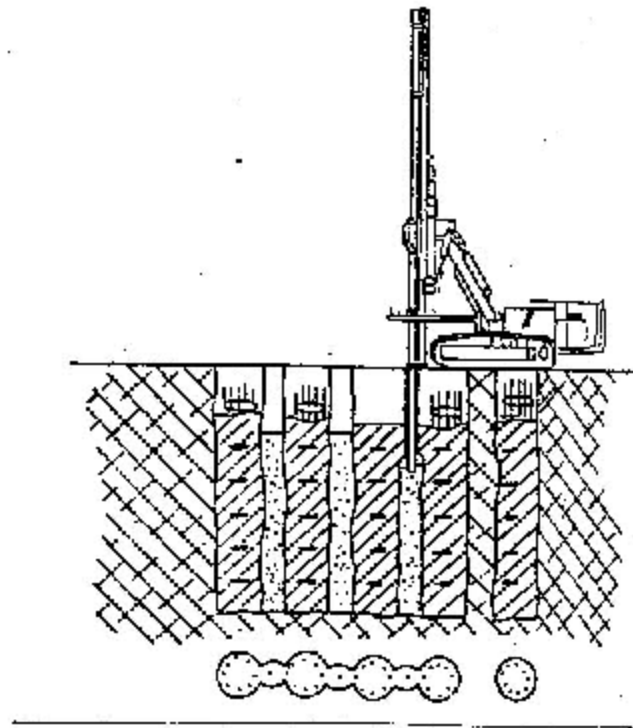
H×nh vđ vµ ¶nh

Tµi liÖu tham kh¶o

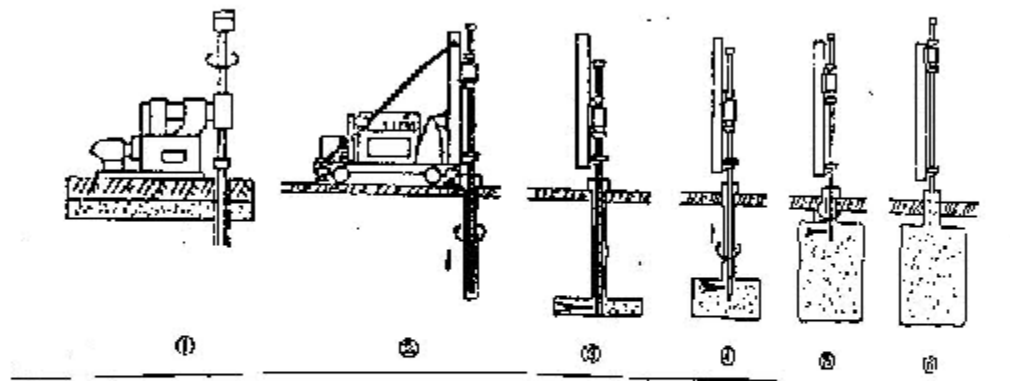
Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng



Hình 7.1. Cải tạo nền đường bằng phương pháp thoát nước thẳng đứng (bấc thấm, giếng lọc cát) (a) và lưới địa kỹ thuật để gia cố mái dốc (b)

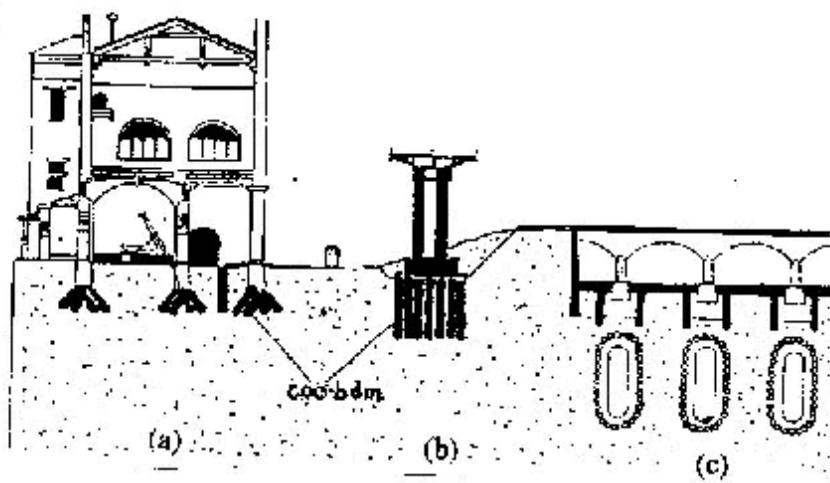


Hình 7.2c. Bơm vữa giữa các cọc nhồi để tạo màng chống thấm cho hố đào

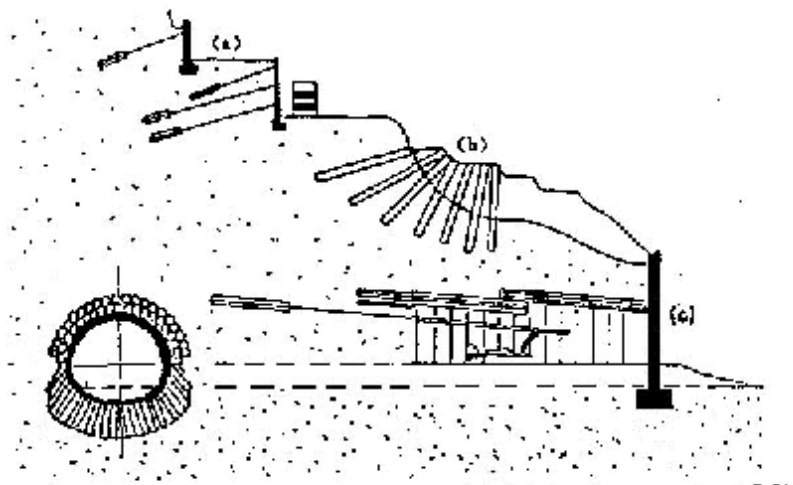


Hình 7.3. Trình tự của công nghệ bơm ép vữa

1. Định vị máy khoan; 2. Khoan tạo lỗ và đặt ống;
3. Khi mũi khoan đến đáy thì bắt đầu bơm ép vữa;
4. Bơm vữa từ đáy hố và cao dần lên;
5. Khi bơm đến đỉnh hố thì kết thúc bơm;
6. Dừng máy khoan bơm.

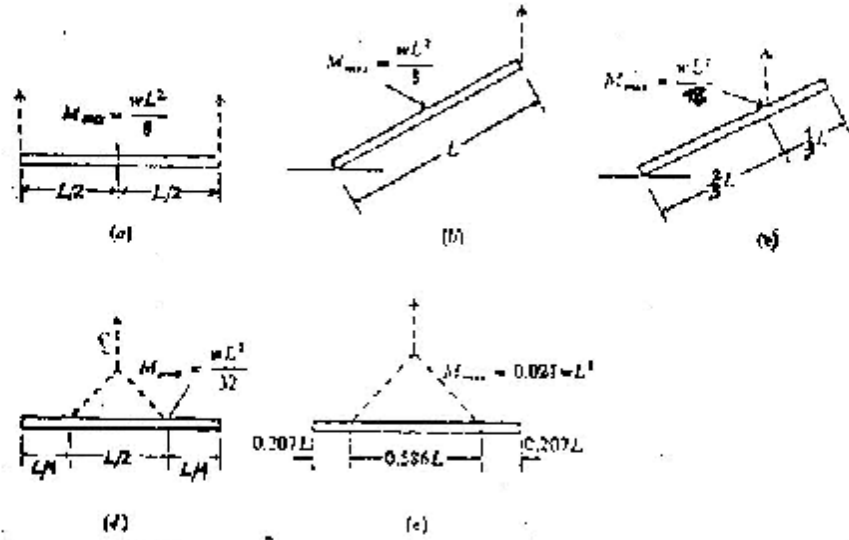


Hình 7.2a. Gia cố nền bằng cọc bơm
(a) Gia cố nền móng đã xây dựng
(b) Gia cố nền của cầu vượt
(c) Gia cố vách hố móng cầu

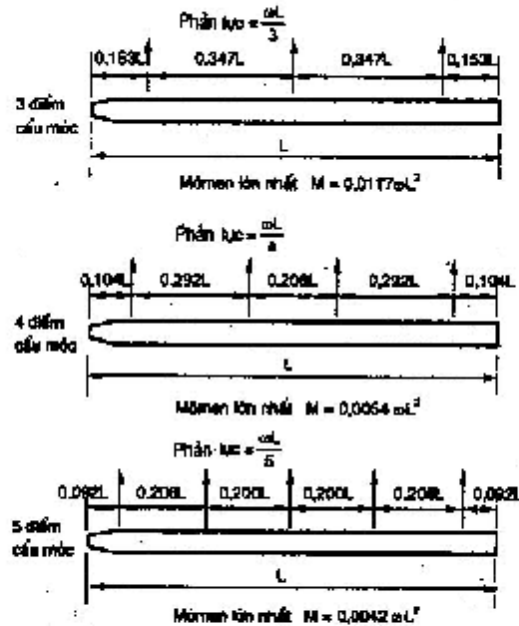


Hình 7.2b. Gia cường nền bằng neo bơm
(a) Phòng trượt
(b) Bơm ngang để đào ngầm
(c) Mặt cắt đường đào ngầm

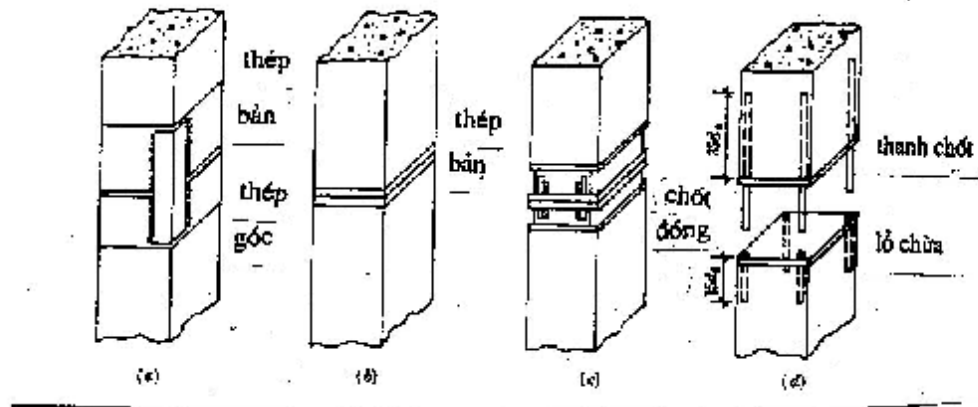
Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng



Hình 7.5. Vị trí điểm môc và trị số mô mem uốn (W - trọng lượng của 1 m dài cọc)



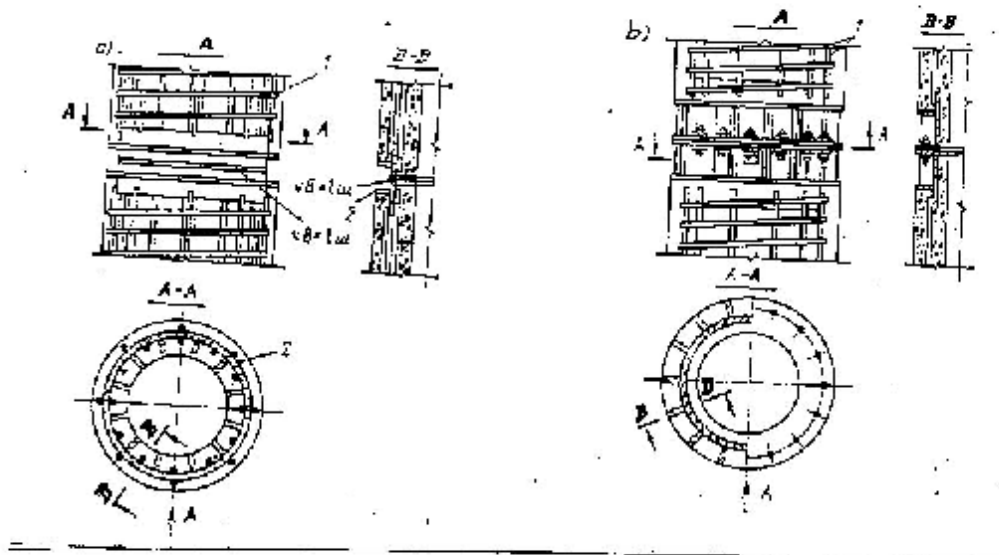
Hình 7.6. Vị trí điểm môc và vị trí mô mem uốn khi phân lực đều nhau cho cọc có từ 3 móc trở lên



Hình 7.7. Mối nối cọc bê tông cốt thép đúc sẵn

(a) - Hàn qua thép góc; (b)- Hàn qua thép bản;

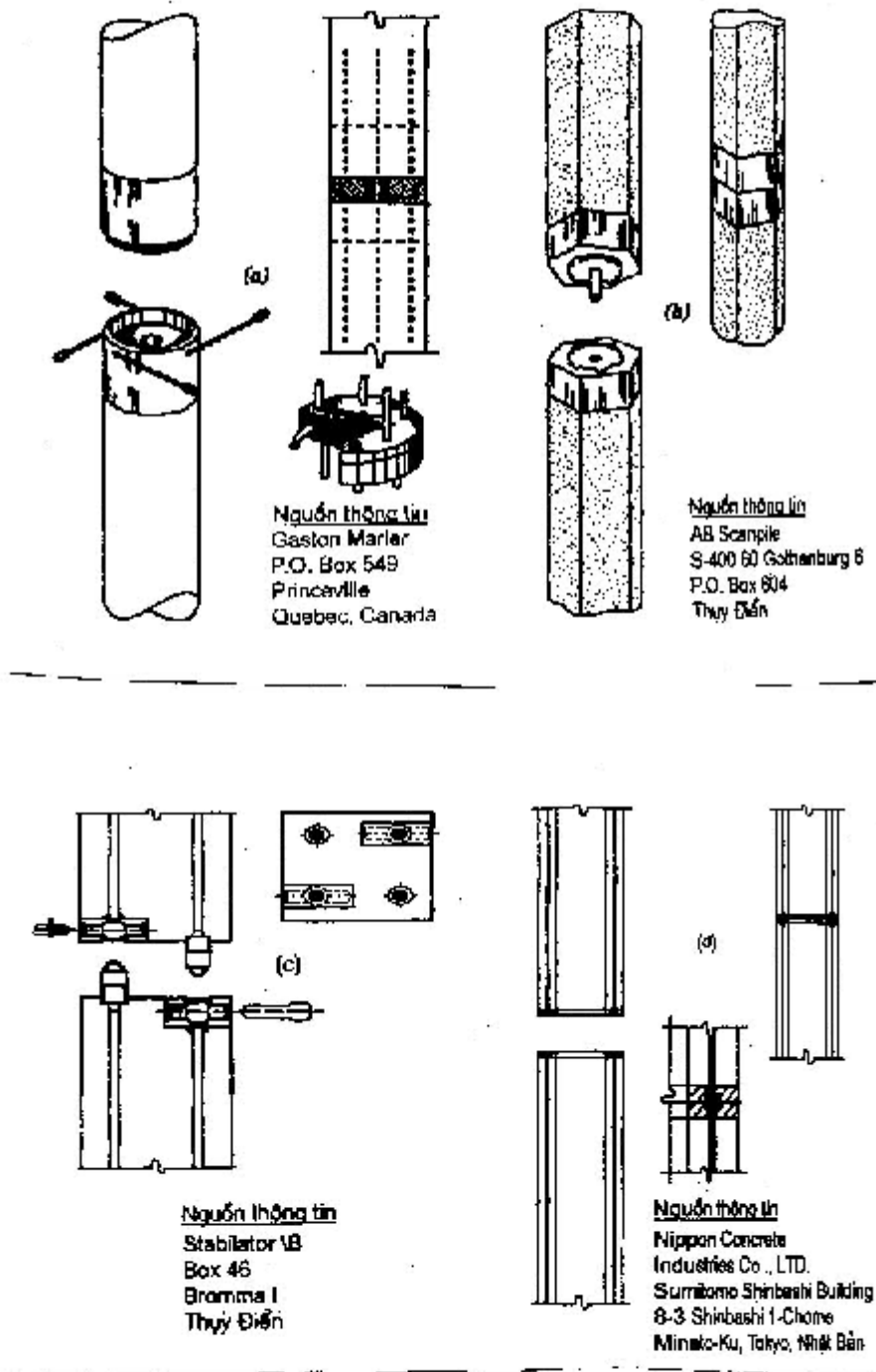
(c)- Liên kết bằng chốt đóng; (d)- Liên kết bằng chốt xo + đố vừa



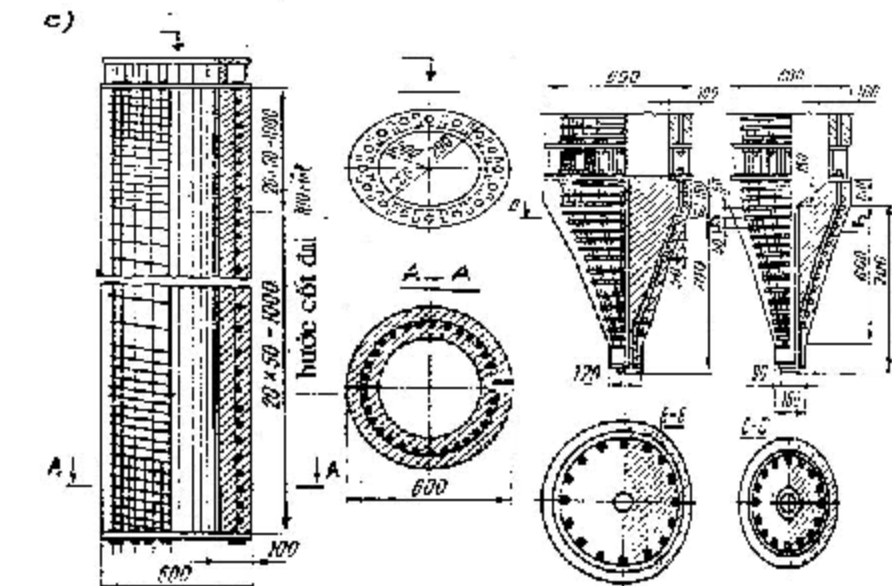
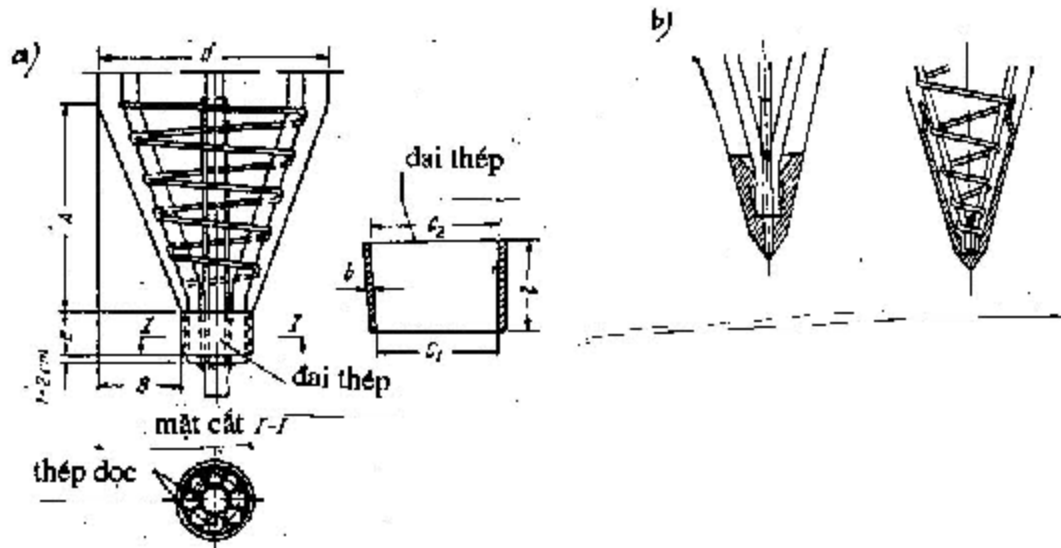
Hình 7.8. Mối nối cọc bê tông cốt thép tròn, rỗng

(a) - Mối nối hàn; (b)- Mối nối bu lông.

1- Khung thép; 2- Phần tử hàn.



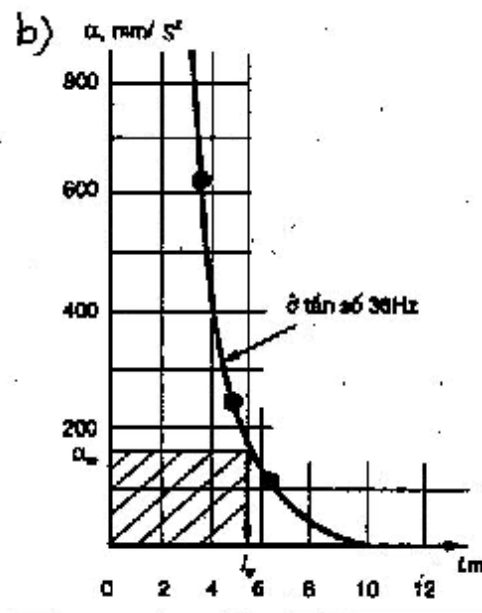
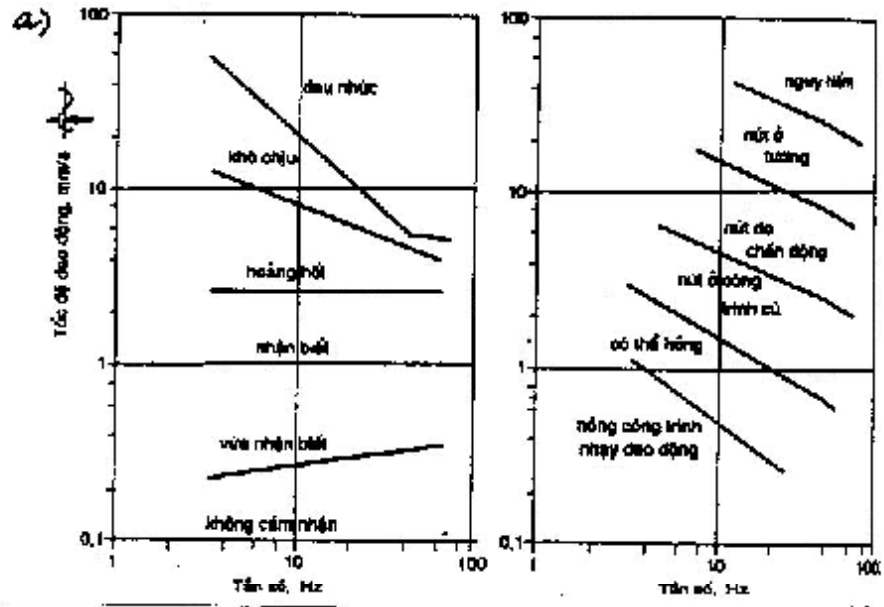
Hình 7.9. Sơ đồ các loại mối nối cọc (BRUCE và HEBERT, 1974)
(a) Mối nối Marrier; (b) Mối nối Herkules;
(c) Mối nối ABB; (d) Mối nối NCS.



Hình 7.10. Cấu tạo mũi cọc bê tông cốt thép khi đóng trong đất đá cứng, phong hoá

- (a) Mũi có đai thép bảo vệ;
- (b) Mũi có thép bán bọc kín;
- (c) Cấu tạo mũi cọc ống.

Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng



Hình 7.11. Ảnh hưởng của giao động đến công trình và con người (a) và cách xác định (b)

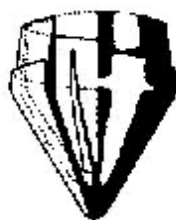
Tài liệu bồi dưỡng KSIVGS chất lượng xây dựng



Bộ nối cọc ống
cải tiến S 18000



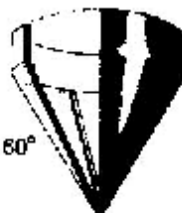
Nối ống và vò
B 11000



Mép ngoài có góc đỉnh 60°
P 13008 đỉnh cọc đồng



Chân đế bị cắt: hồ dầu
O 14000



Làm việc nặng góc đỉnh 60°
P 13000 mép trong



Đầu Pruyn
HP 25500



Bộ nối Champion
HP 30000



Đầu Pruyn
HP 75750



Đầu Pruyn
HP 75800



Bộ gán cứng **
HP 77700

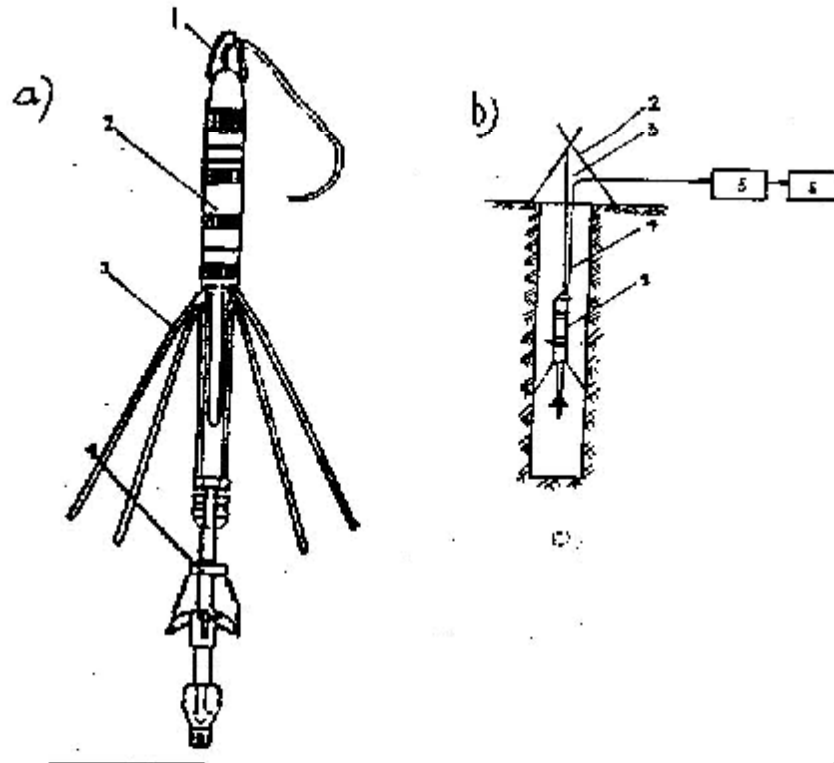


Bộ gán cứng **
HP 77600

* Được cấp bằng sáng chế

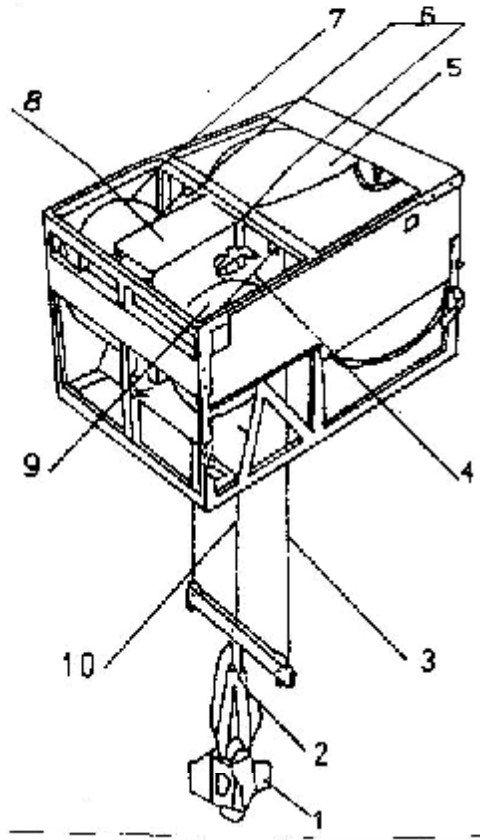
** Đã được cấp bằng sáng chế và chưa quyết định cấp bằng sáng chế

Hình 7.12. Mũi cọc thép hình ống và hình chữ H



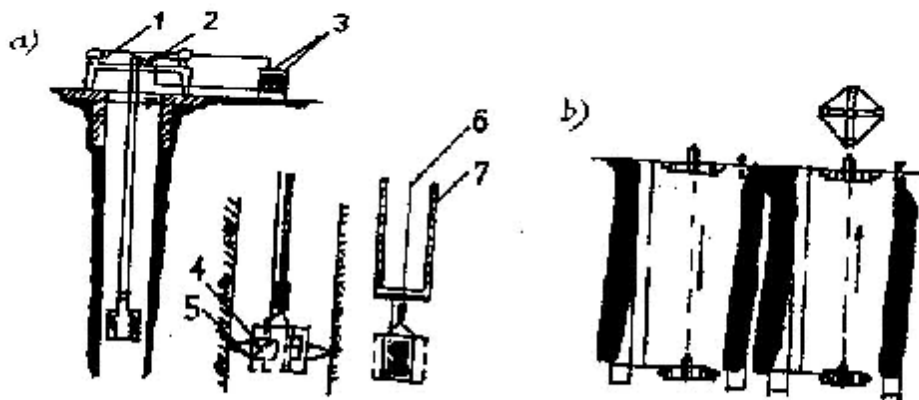
Hình 7.14. Thiết bị đo đường kính lỗ cọc

- | | |
|------------------------------------|--|
| a) Đầu đo; | b) Thiết bị đo đường kính giếng |
| 1- Cáp điện; 2- Ống kín; | 1- Đầu đo; 2- Giá tam giác; 3- Dây thép; |
| 3- Chân đo; 4- Thiết bị khoá chân; | 4- Cáp điện; 5- Bộ khuếch đại; 6- Máy ghi. |



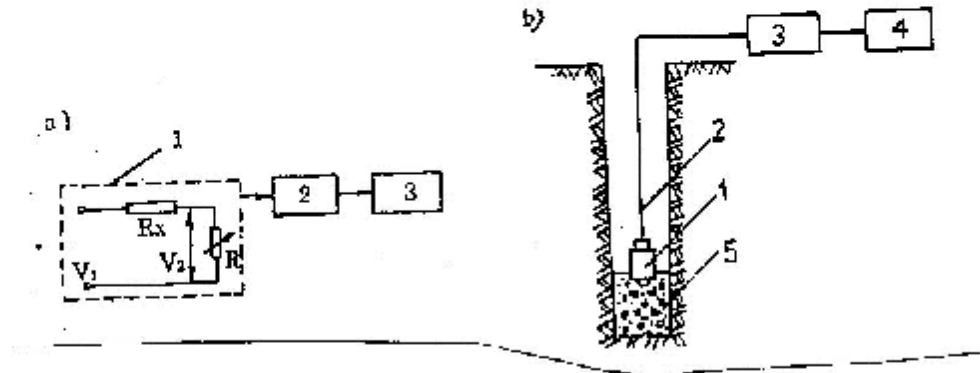
Hình 7.15. Thiết bị đo thành vách lỗ cọc DM-686II

- 1- Đầu dò; 2- Thiết bị nổi chống nước;
- 3- Cáp thép; 4- Thiết bị khống chế dừng đi lên;
- 5- Ống cuộn cáp điện; 6- Thiết bị khống chế dừng đi xuống;
- 7,9- Ống cuộn cáp thép; 8- Nắp đậy động cơ điện;
- 10- Cáp điện.



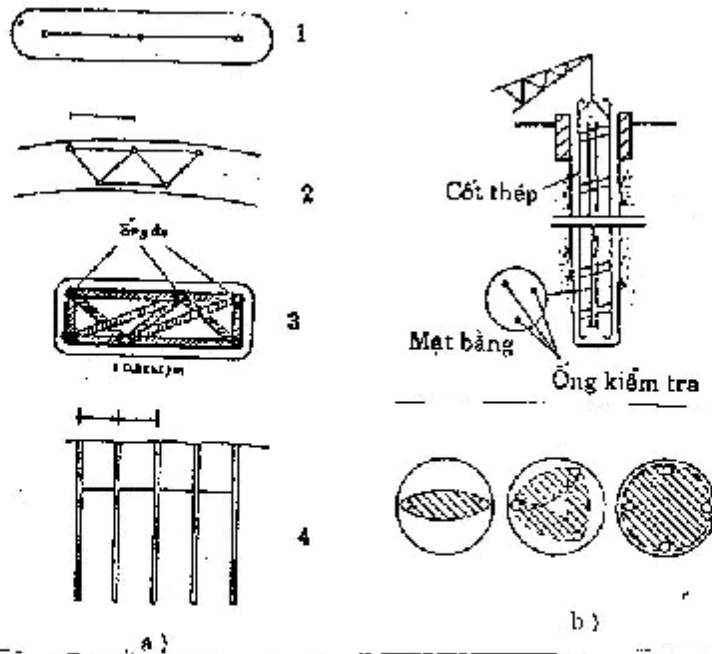
Hình 7.16. Sơ đồ làm việc (a) và kết quả đo về thành vách và độ nghiêng lỗ cọc (b) của máy DM-686II.

- 1- Máy phát điện; 2- Bộ phận khống chế tốc độ của giấy ghi;
- 3- Máy ghi; 4- Đầu phát; 5- Đầu thu; 6- Dây điện; 7- Dây cáp.



Hình 7.17. Sơ đồ nguyên lý đo cản lắg

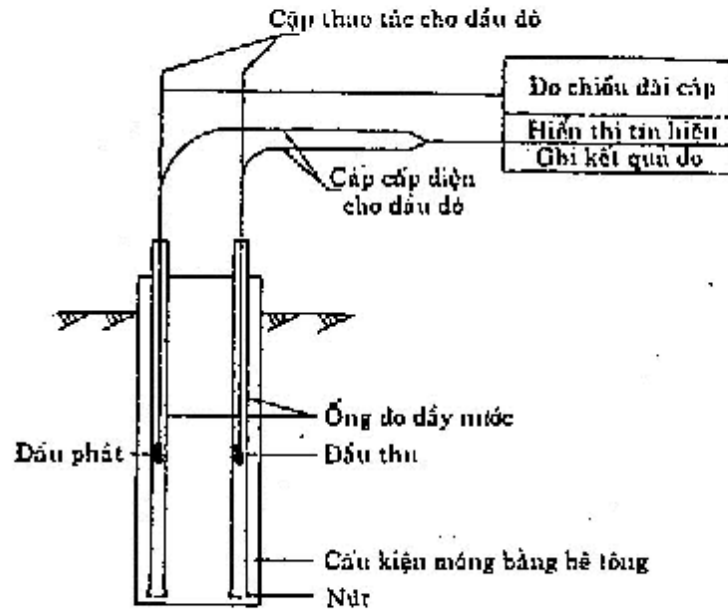
- a) Phương pháp điện trở: 1- Đầu đo; 2- Bộ khuếch đại; 3- Bộ chỉ thị;
 b) Phương pháp điện dung: 1- Đầu đo; 2- Dây điện; 3- Nguồn điện khởi động;
 4- Bộ chỉ thị; 5- Cản lắg.



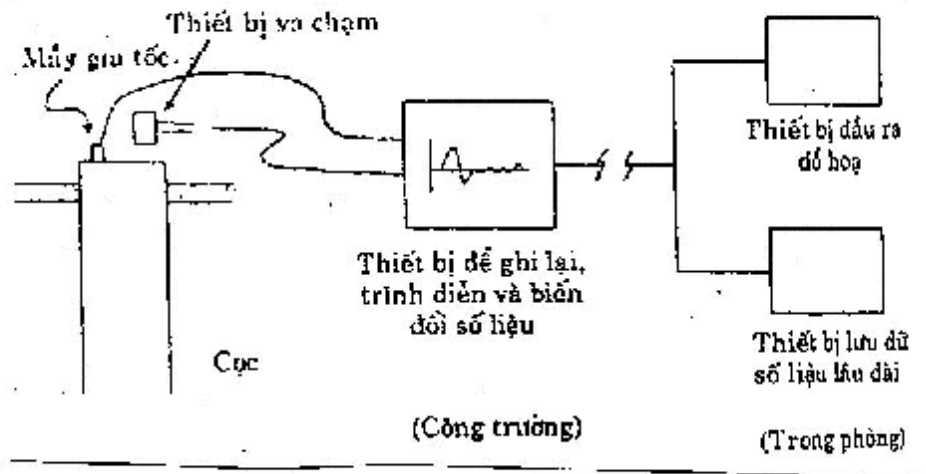
Hình 7.18. Cách bố trí ống đo trong cấu kiện móng (a) và trong cọc (b)

- 1- 2- Tường trong đất (từ 1 đến 2 hàng); 3- Cọc chữ nhật (barrette);
 4- Than đập hoặc khối móng lắg.

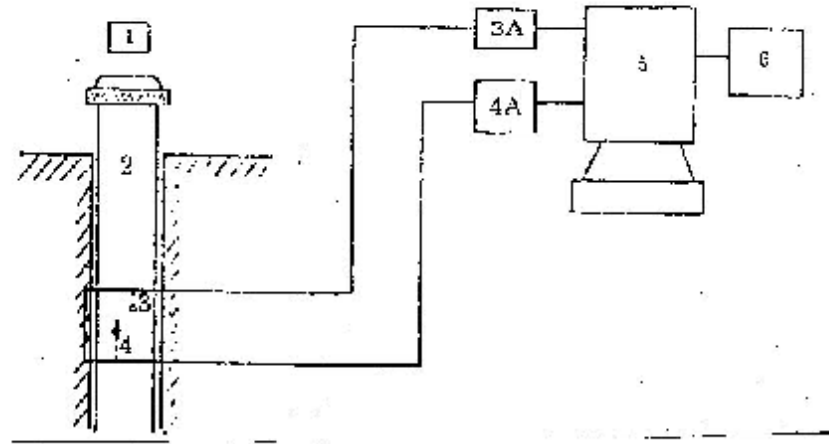
Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng



Hình 7.19. Nguyên lý kiểm tra bằng phương pháp siêu âm (theo tiêu chuẩn của Pháp NFP 94-160-1)

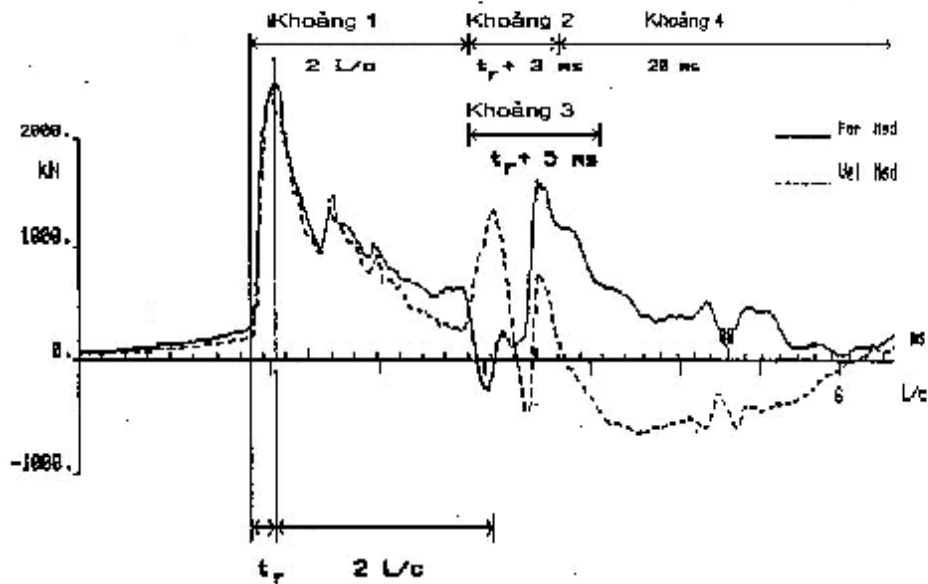


Hình 7.20. Sơ đồ nguyên lý kiểm tra bằng phương pháp biến dạng nhỏ (theo tiêu chuẩn Mỹ ASTM D5882-96)



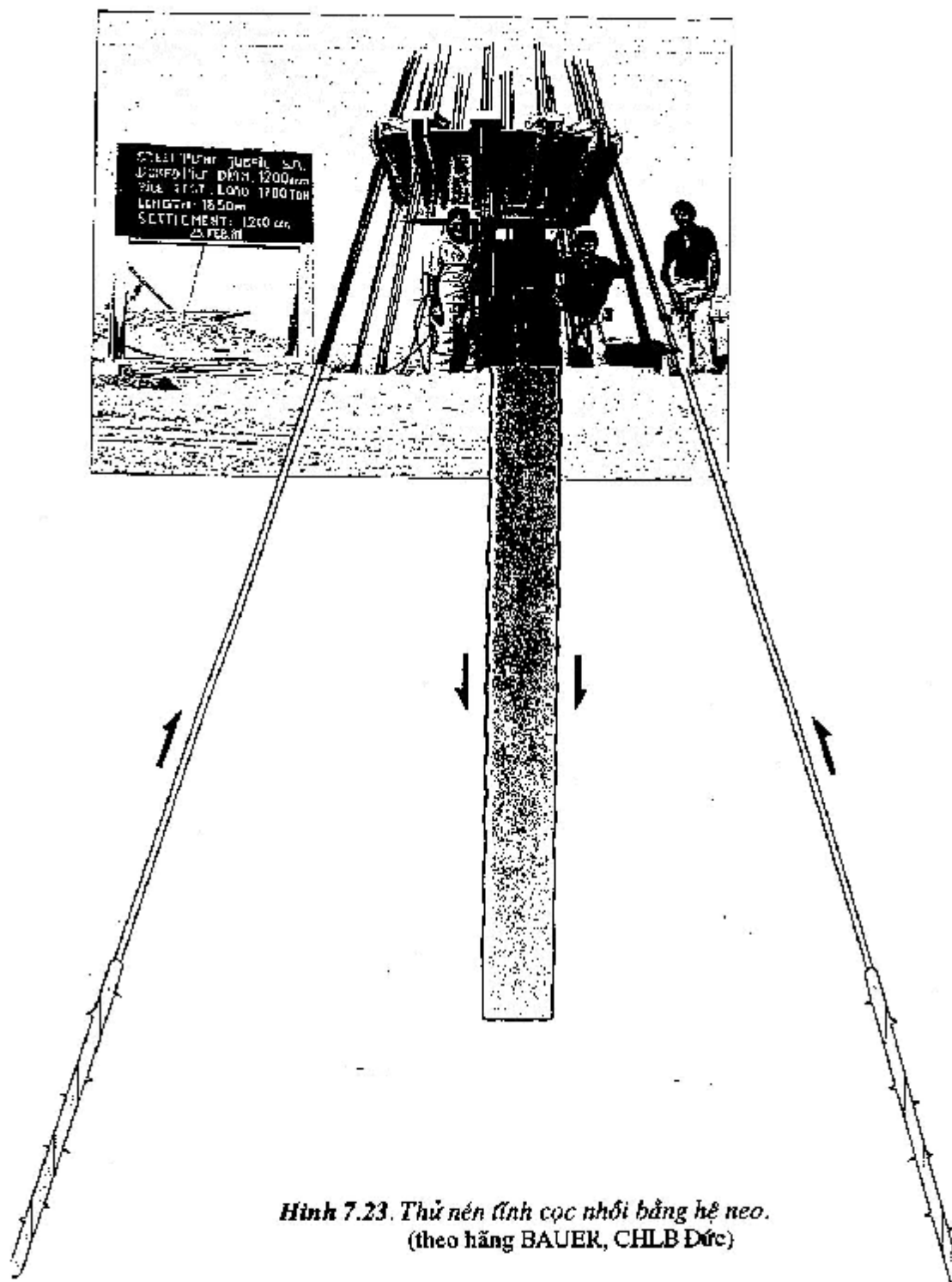
Hình 7.21. Sơ đồ nguyên lý thí nghiệm cọc bằng phương pháp biến dạng lớn (theo tiêu chuẩn Mỹ ASTM D4945-89)

- 1- Búa; 2- Cọc; 3- Đầu đo gia tốc; 3A- Máy đo gia tốc;
- 4- Đầu đo ứng suất; 4A- Máy đo ứng suất;
- 5- Thiết bị phân tích (máy tính + phần mềm);
- 6- Máy in kết quả.

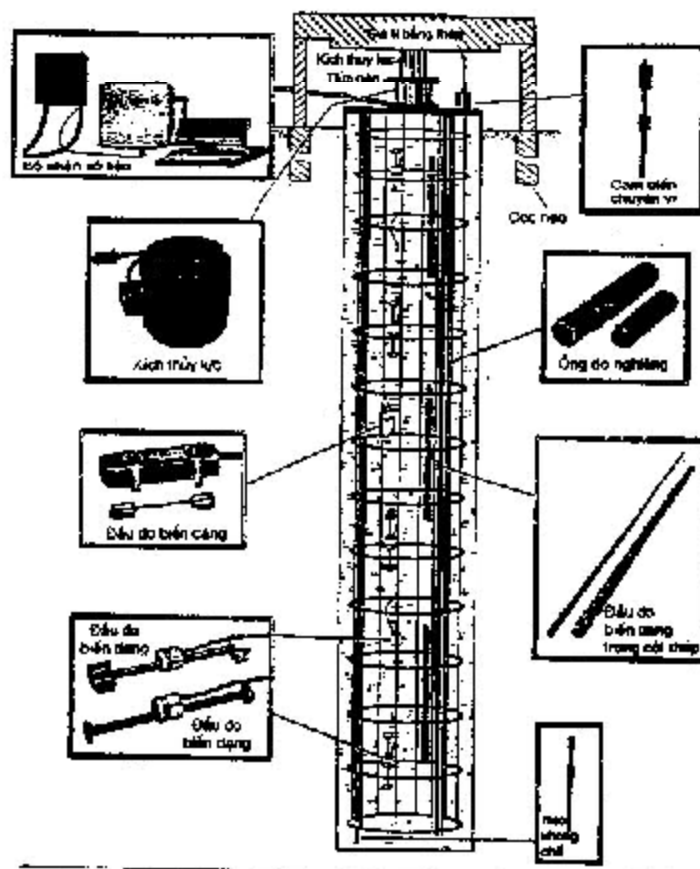


Hình 7.22. Dạng tổng quát điển hình của lực và tốc độ phụ thuộc thời gian trong thí nghiệm bằng phương pháp biến dạng lớn

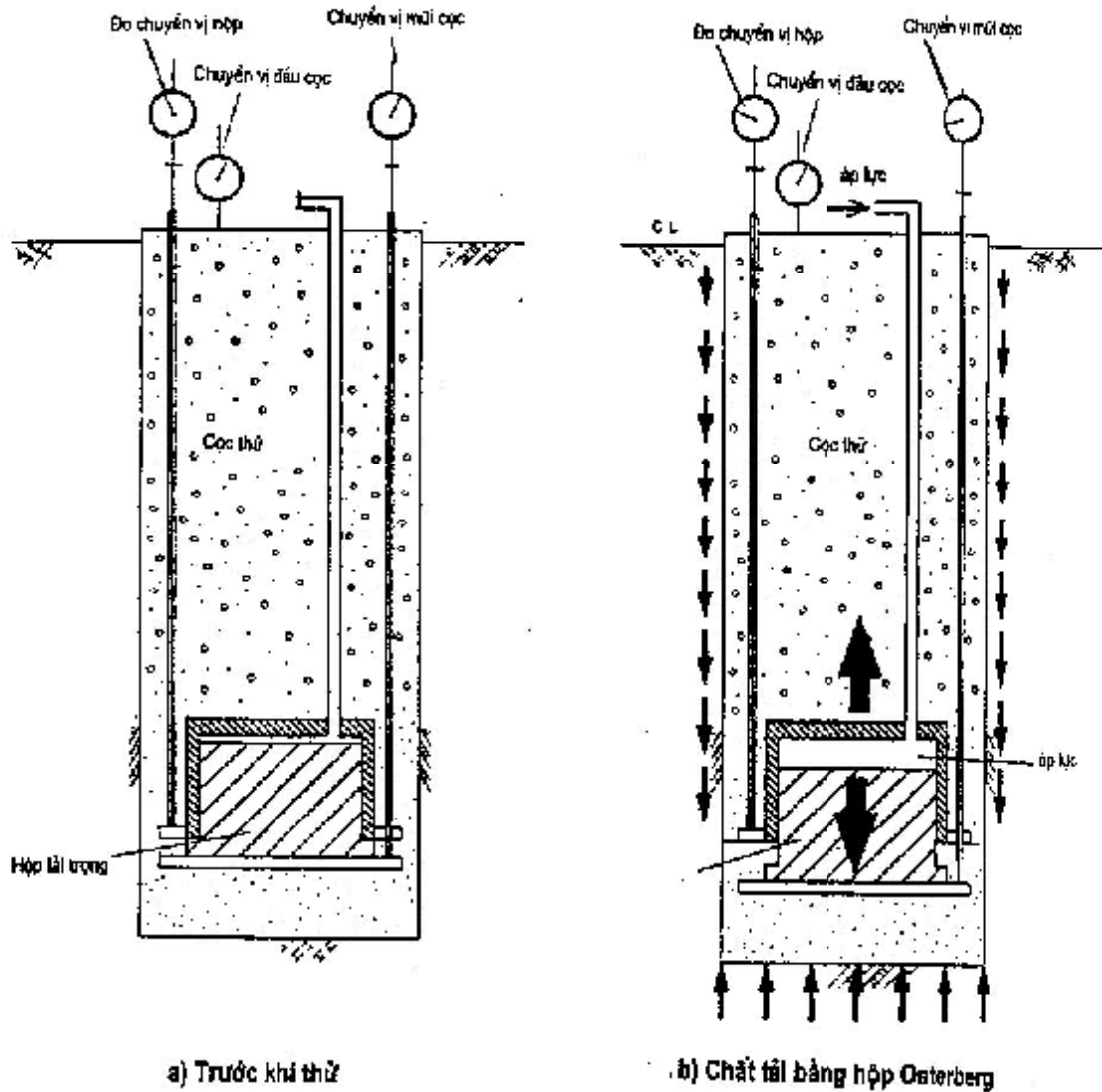
Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng



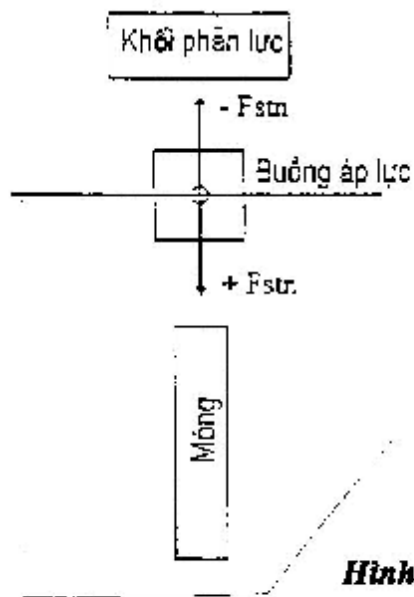
Hình 7.23. Thử nén tĩnh cọc nhồi bằng hệ neo.
(theo hãng BAUER, CHLB Đức)



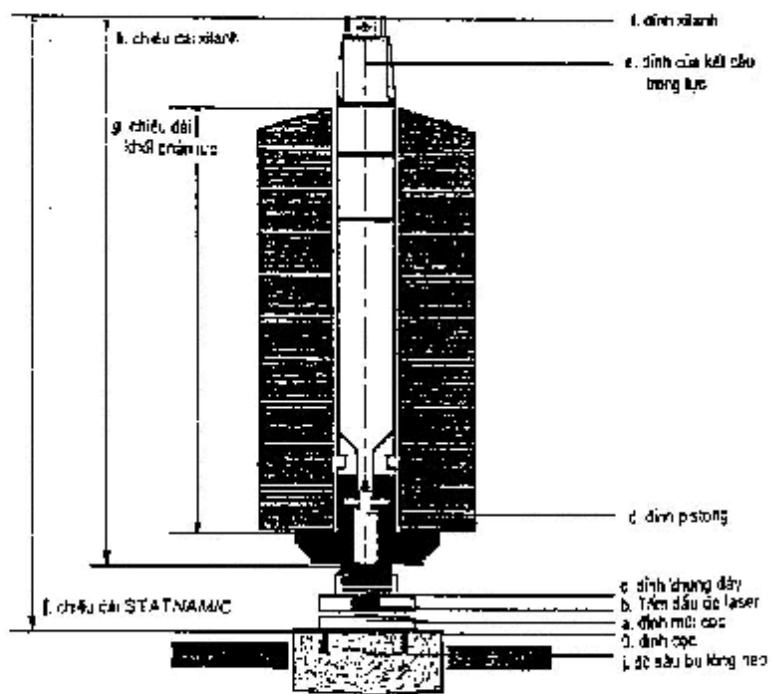
Hình 7.24. Sơ đồ thử tải tĩnh một cọc khoan nhồi có gắn thiết bị



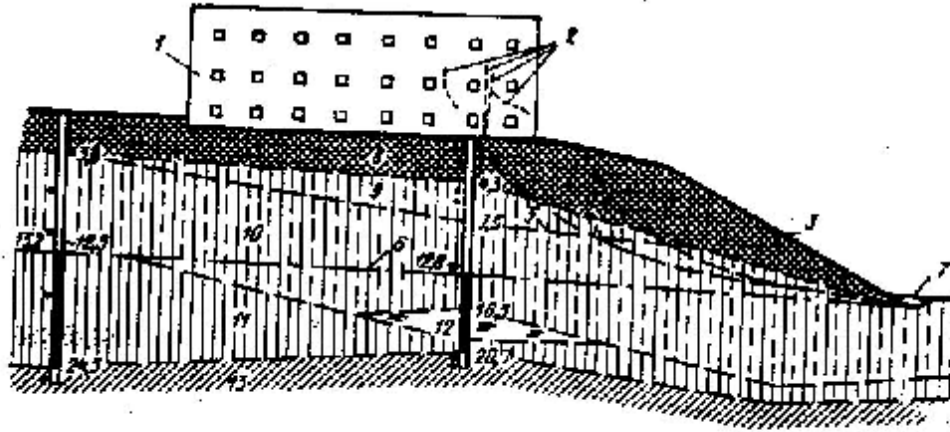
Hình 7.25. Sơ đồ bố trí thiết bị và chất tải theo phương pháp thử tĩnh bằng hộp Osterberg



Hình 7.26. Sơ đồ thử theo STATNAMIC

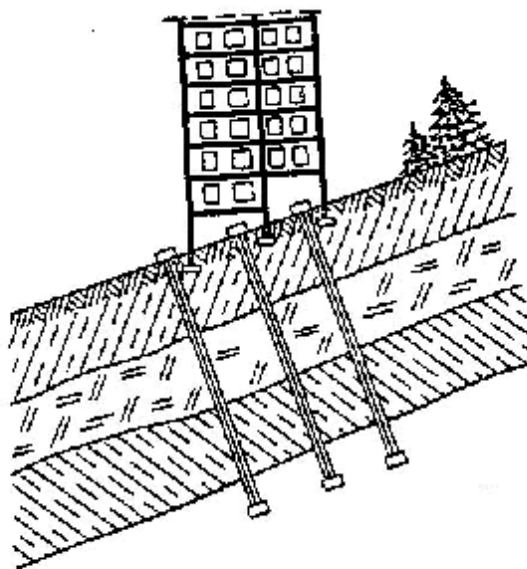


Hình 7.27. Cấu tạo của thiết bị STATNAMIC



Hình 7.28. Sơ đồ biến dạng nhà nổi hơi trên sườn dốc (thành phố Dnhepropetrovski)
1- Nhà nổi hơi; 2- Vết nứt trên tường; 3- Lớp phủ bề mặt; 4- Mặt trượt; 5- Thay đổi mực nước ngầm; 6- Mực nước ngầm ổn định; 7- Dòng sông bé; 8- Đất đắp lẫn thực vật; 9- Đất dạng lớp ít ẩm; 10-11- A sét no nước và ẩm.

Nền: Á sét có tính lún ướt đã xử lý trước khi xây dựng
Sử dụng: Tiếp tục làm ướt đất nền gây trượt
Hậu quả: Trên tường bị nứt
Xử lý: Gia cố sườn dốc và móng.



Hình 7.29. Nhà hành chính tại Altene
(Cộng hoà liên bang Đức)

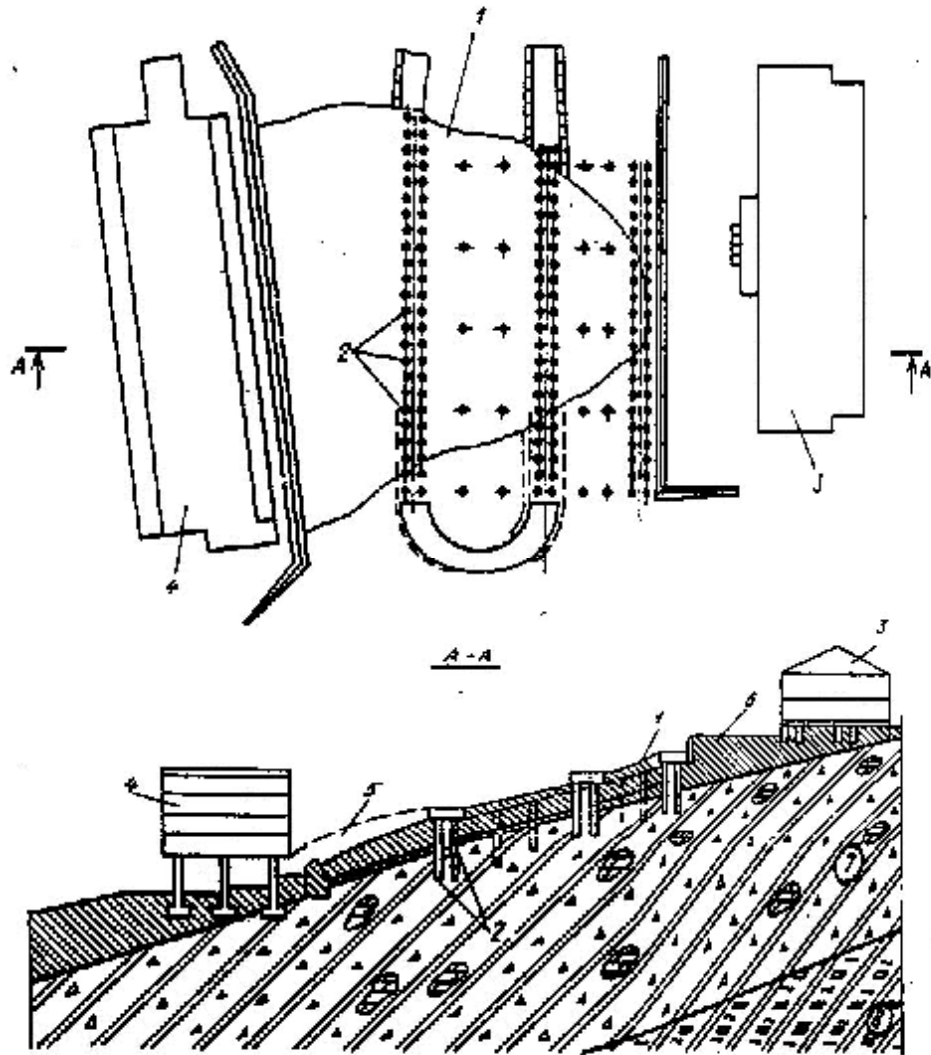
Nhà 8 tầng 13,4 x 53 m xây năm 1960;
Móng băng BTCT;
Nền có lớp đất yếu (độ dày?) trên lớp đất tốt.

Diễn biến:

- . Nhà chuyển dịch (mới 5 tầng) về phía chân dốc, nứt tầng hầm;
- . Để ngăn trượt: khoan 150 lỗ, $d=50\text{cm}$, sâu 6,1 m;
- . Đặt thép $\phi 46$ và đổ vữa xi măng làm thành cọc, chịu lực cắt;
- . Trên cọc làm giằng và tạo các lớp tường ngang chống trượt.

Nguyên nhân:

Lớp đất yếu không đủ sức chịu và làm trượt.



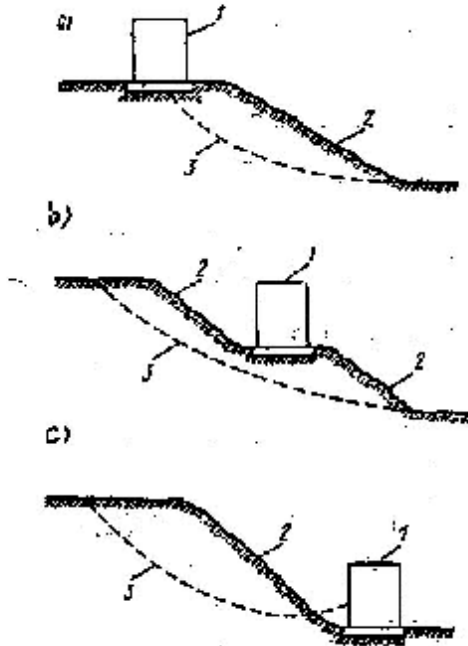
Hình 7.30. Sơ đồ gia cố sườn dốc tại nhà an dưỡng MELAS ở CRUM

1- Chu vi vùng trượt và mặt sườn dốc; 2- Cọc nhồi chống trượt; 3- Nhà hành chính; 4- Nhà ngủ; 5- Khối đất của lưới trượt; 6- A sét + sỏi sạn; 7- Achilit chặt.

Đất nền: Á sét ẩm + sỏi sạn + phòng hoá trên bề mặt

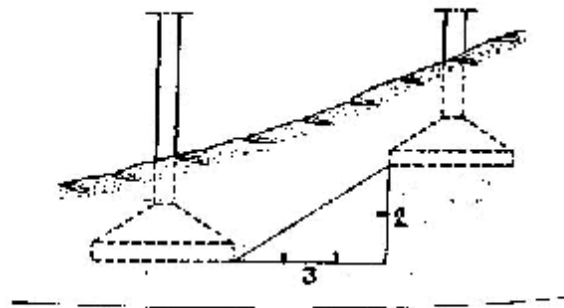
Nguyên nhân: Làm con đường ở sườn dốc không tính đến lực trượt

Xử lý: Làm 3 dãy cọc để chống trượt.



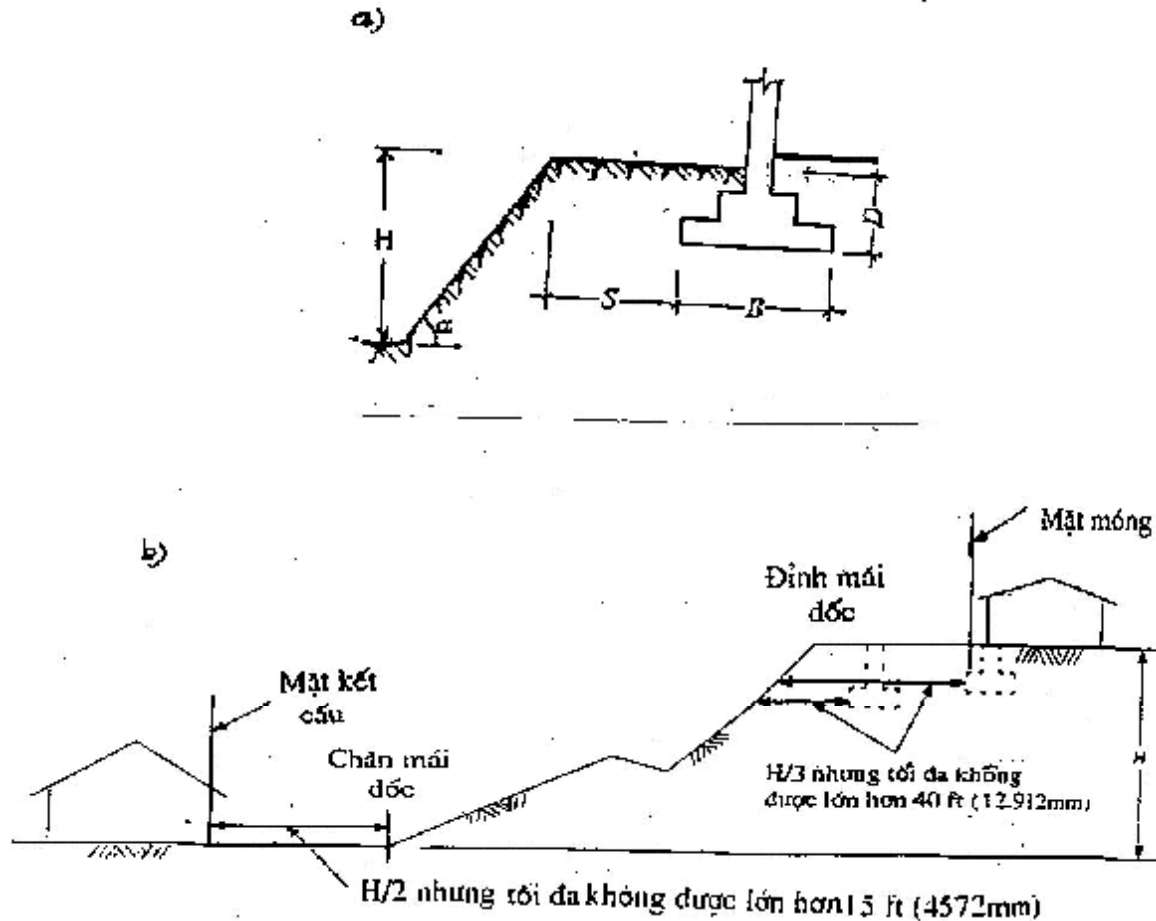
Hình 7.31. Các dạng mất ổn định của công trình trên sườn dốc

- a) Làm rời đất dưới móng
 - b) Chuyển dịch đất dưới nhà
 - c) Áp lực của đất trượt lên công trình
1. Nhà đã xây dựng;
2. Bề mặt sườn dốc;
3. Mặt trượt của đất.



Hình 7.32. Nguyên tắc đặt móng khi độ sâu móng khác nhau

(Điều 2.53 của DTU 13-1, Pháp)
Độ dốc lớn nhất: đáy 3, cao 2.



Hình 7.33. Một số nguyên tắc đơn giản để phòng trượt đất khi xây ở gần mái dốc

a) Móng ở đầu dốc (theo TI7- 74, Trung quốc)

Móng băng:

$$\geq 3,5B - \frac{D}{\tan\alpha}$$

Móng chữ nhật:

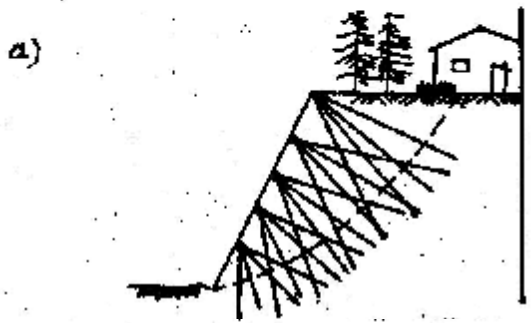
$$\geq 2,5B - \frac{D}{\tan\alpha}$$

$\geq 2,5m$

Khi $\alpha > 45^\circ$ và $H > 8m$: kiểm toán ổn định

b) Công trình ở chân và đỉnh dốc (theo UBC, 1997, Mỹ)

Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng

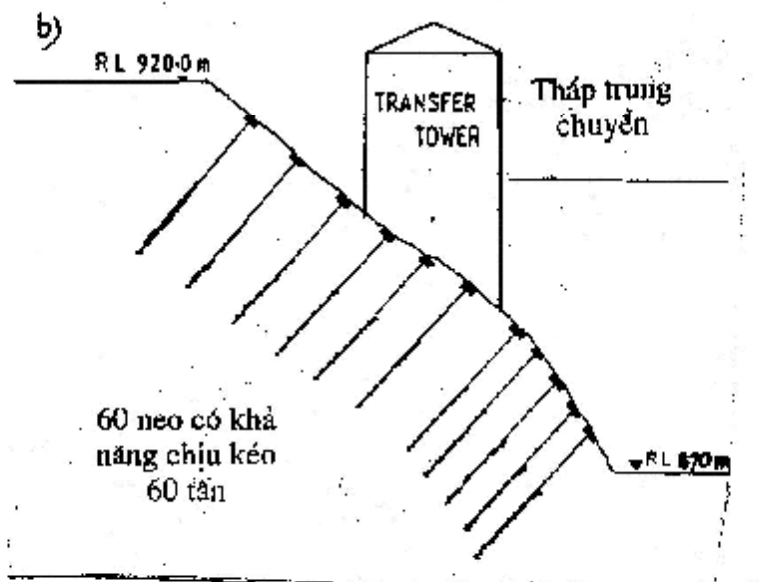


a)

Cọc rễ cây trong phòng chống trượt của mái dốc

Cách thi công :

- Khoan lỗ ϕ 10-25cm
- Rửa sạch lỗ (nếu nền đá)
- Đặt thép 1-3 thanh ϕ 12-18
- Bơm vữa xi măng cát.



b)

RL 920.0m

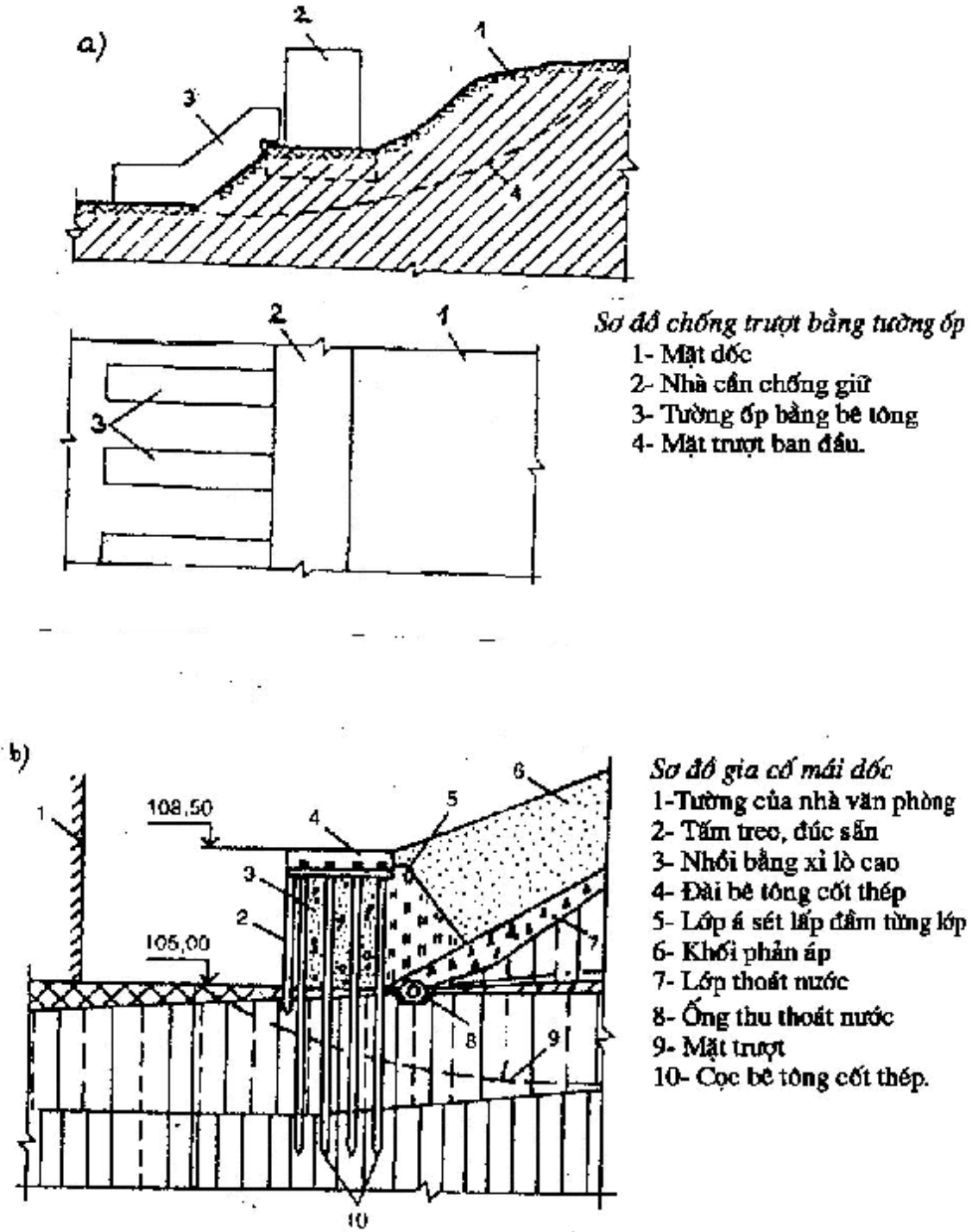
TRANSFER TOWER

Tháp trung chuyển

60 neo có khả năng chịu kéo 60 tấn

RL 870m

Hình 7.34. Chống trượt mái dốc bằng cọc rễ cây (a) hoặc neo (b)



Hình 7.35. Chống trượt và lấp bằng tường ốp (a) hoặc cọc (b)

Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng



a) Mái đất ở trạng thái ban đầu

b) Bảo vệ bằng phương pháp phun bê tông có lớp lưới thép phủ mặt



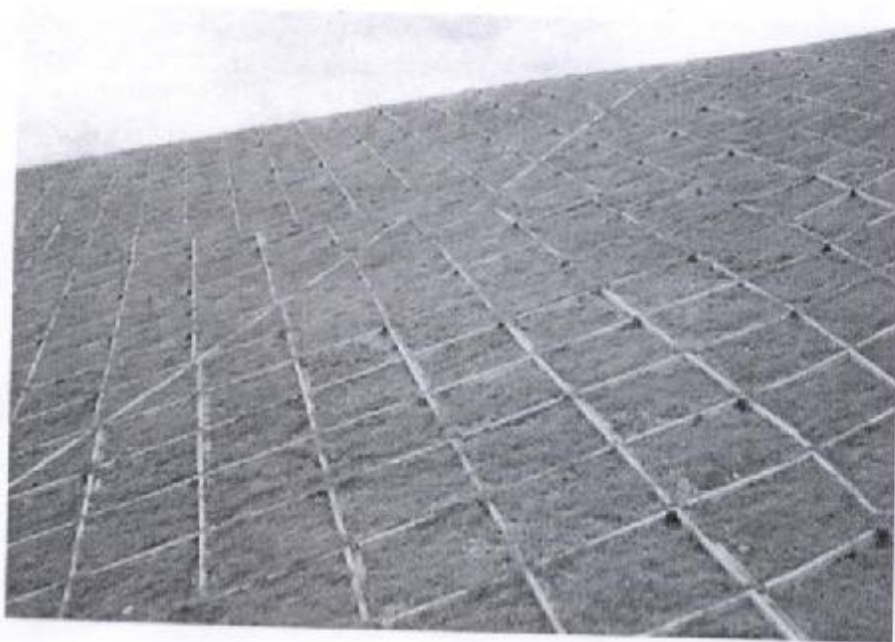
c) Bảo vệ bằng cách tạo thảm thực vật trên mặt mái dốc

Hình 7.36. Một số biện pháp bảo vệ mái đất chống trượt

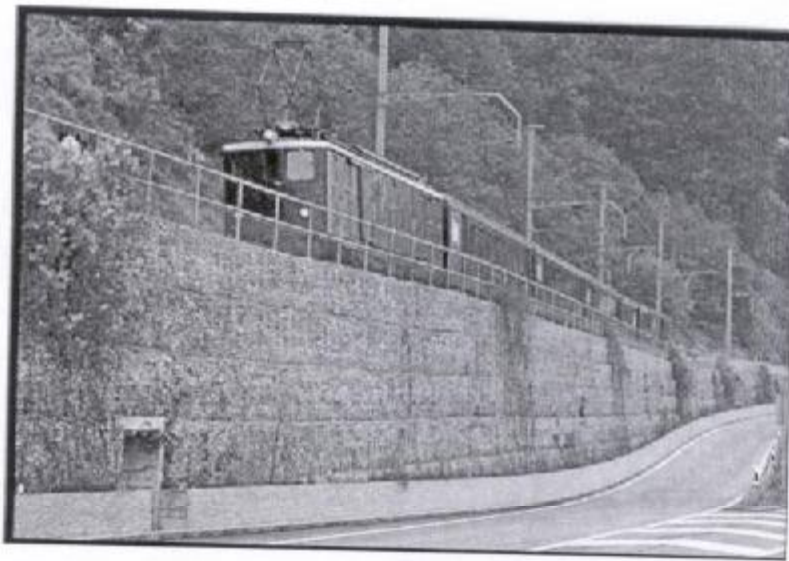
Tài liệu bồi dưỡng KSTVGS chất lượng xây dựng



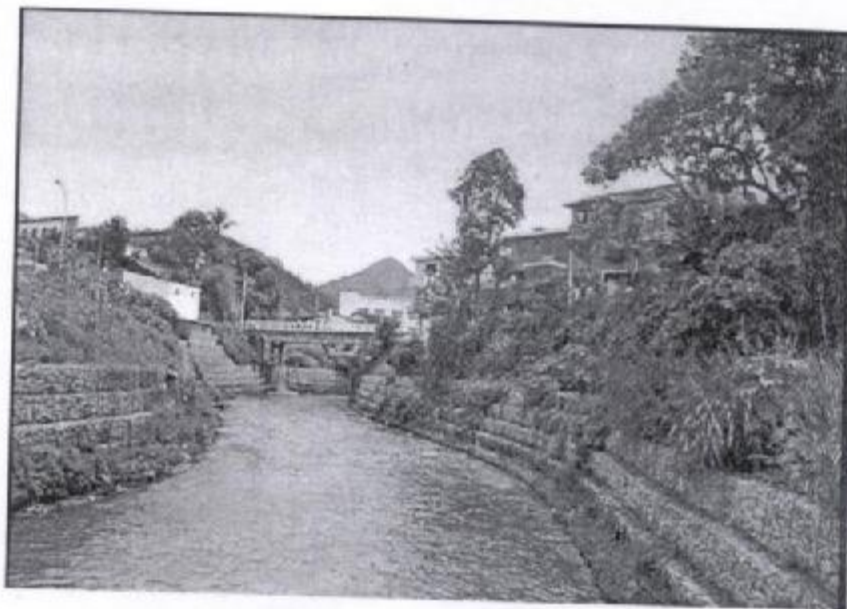
d) Đặt cốt trên mặt mái dốc



e) Trồng cỏ trên mái đất có cốt



a) Mái dốc của đường giao thông



b) Mái dốc bờ sông / suối

Hình 7.37. Bảo vệ mái dốc bằng rọ đá

Tài liệu bồi dưỡng KSIVGS chất lượng xây dựng

Tài liệu tham khảo

- 1. Chuyên khảo** cho cán bộ giám sát chất lượng công tác xây lắp trong xây dựng (tiếng Nga). 1992
- 2. Nguyễn Bá Kế** - Chương 8 "Hư hỏng công trình dưới tác dụng của tải trọng động" trong "Sự cố công trình nền móng, phòng tránh, sửa chữa, gia cường" NXB xây dựng, Hà Nội, 2000
- 3. SNIP 3.02.01-87** Công trình đất nền và móng (tiếng Nga)
- 4. Nguyễn Bá Kế** - Thiết kế và thi công hố móng sâu. NXB xây dựng, Hà Nội, 2002
- 5. Nguyễn Việt Trung và nnk** - Công nghệ mới xử lý nền đất yếu vài địa kỹ thuật và bác thăm. NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 1998
- 6. Bùi Đức Hợp** - Ứng dụng vải và lưới địa kỹ thuật trong xây dựng công trình. NXB. Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2000
- 7. Sổ tay** công trình móng cọc (trung văn) NXB công nghiệp xây dựng Trung Quốc, Bắc Kinh, 1997
- 8. Shamsher Prakash - Hari D.Sharma** - Móng cọc trong thực tế xây dựng. NXB xây dựng. Hà Nội, 1999
- 9. Cung Nhất Minh** - Thí nghiệm và kiểm tra chất lượng cọc - Nguyễn Đăng Sơn dịch. NXB xây dựng, Hà Nội, 1999
- 10. Nguyễn Bá Kế, Nguyễn Hữu Đẩu** - Chất lượng móng cọc. Quản lý và đánh giá. NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2000.

