



VIETCONS
ALWAYS BESIDE YOUR SUCCESS

TRUNG TÂM NẠO TẠO, XÂY DỰNG VIETCONS
CHỖNG TRÌNH MỖI NGÀY MỖI CUỐN SÁCH

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ MÓNG CỌC

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

Không Chừng Cuối

ИИИОСП им Н.М. ГЕРСЕВАНОВА



VIETCONS
ALWAYS BESIDE YOUR SUCCESS

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ MÓNG CỌC

Biên dịch:

NGUYỄN BÁ KẾ
NGUYỄN VĂN QUANG
TRỊNH VIỆT CƯỜNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 1993

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ им. Н.М. ГЕРСЕВАНОВА (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова)
ГОССТРОЯ СССР



РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ



МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1980



VIETCONS

ALWAYS BESIDE YOUR SUCCESS

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay ở nước ta cũng như nhiều nước trên thế giới, móng cọc là một trong những giải pháp móng thường dùng trong xây dựng công trình ở những nơi có điều kiện địa chất phức tạp. Mặt khác do tính chất công nghiệp hoá cao (thực hiện một số công nghệ ngày càng hoàn thiện trong việc chế tạo và thi công cọc) nên móng cọc ngày càng được áp dụng rộng rãi. Trong một số trường hợp như xây dựng công trình cao tầng, hoặc công trình có tải trọng truyền lên móng lớn v.v... thì móng cọc trở thành giải pháp duy nhất.

Nhằm đáp ứng các yêu cầu nói trên, tập thể cán bộ khoa học của Viện Khoa học kỹ thuật xây dựng chọn dịch và biên soạn quyển "Hướng dẫn thiết kế móng cọc" dựa trên tài liệu cùng tên xuất bản bằng tiếng Nga "Руководство по проектированию свайных фундаментов", năm 1980 và Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc SNIP 2.02.03.85, năm 1986.

Tài liệu hướng dẫn này nhằm cụ thể hoá hơn nữa Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc SNIP II-17-77 mà Việt Nam đã nghiên cứu áp dụng và ban hành "Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc 20 TCN 21-86".

Chúng tôi đã thực hiện một số công việc sau đây:

- Thay một số điều trong 20 TCN 21-86 bằng những điều sửa đổi đã trình bày trong Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc SNIP 2.02.03.85.
- Không đề cập đến một số điều, chương hoặc phụ lục mà xét thấy chưa cần thiết trong thực tế xây dựng ở nước ta. Song để dễ đối chiếu, trong quyển hướng dẫn này chúng tôi giữ nguyên thứ tự trình bày các điều, chương hoặc phụ lục như trong quyển "Hướng dẫn thiết kế móng cọc" bằng tiếng Nga, xuất bản năm 1980.
- Để tham khảo và có điều kiện sử dụng một số phương pháp thường dùng ở các nước phương Tây, chúng tôi soạn thêm 2 phụ lục mới, số 16 và 17.

PGS.PTS Nguyễn Văn Quang biên soạn các chương 12, 13, phụ lục 1 và phụ lục 11. Kỹ sư Trịnh Việt Cường biên soạn phụ lục 16 và 17. PGS.PTS Nguyễn Bá Kế biên dịch các phần còn lại và chịu trách nhiệm hiệu đính.

Hy vọng rằng trong tương lai gần đây, với sự nỗ lực của các chuyên gia trong lĩnh vực địa kỹ thuật, chúng ta sẽ có bộ tiêu chuẩn thiết kế móng cọc hoàn chỉnh và hiện đại hơn.

Thay mặt tập thể tác giả
NGUYỄN BÁ KẾ.



1. NGUYÊN TẮC CHUNG :

1.1. Tiêu chuẩn này dùng để thiết kế móng cọc cho nhà, công trình xây mới và kể cả sửa chữa.

Tiêu chuẩn này không dùng để thiết kế móng cọc cho máy có tải trọng động, cũng như trụ giàn khoan dầu khí và các công trình khác xây ở thềm lục địa có mô trụ sâu hơn 35m.

Chú thích :

1. *Móng cọc của các máy có tải trọng động phải thiết kế theo các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế móng máy có tải trọng động.*

2. *Móng cọc của nhà và công trình xây ở những nơi chưa ổn định về mặt địa chất (nơi có thể xuất hiện trượt, các-teri) và trong những điều kiện đặc biệt, nên thiết kế có kể đến những yêu cầu xây dựng bổ sung trong quá trình sử dụng.*

G*1.1. Nhưng điều kiện đặc biệt là những điều kiện xuất phát từ đặc điểm làm việc của những công trình chuyên dùng. Ví dụ, móng cọc của trụ cầu, của công thoát nước phải thiết kế có kể đến ảnh hưởng của đất đắp, nền đồ bèn và biến dạng nền móng của trụ cầu, ống thoát nước. Ảnh hưởng của việc bão mòn lòng sông đến sức chịu tải và ổn định của móng, ngoài tải trọng đứng, còn có tác động của lực ngang lớn, (như áp lực đất, gió, lực đập theo một phía của các kết cấu nhịp vòm, lực hãm của phương tiện vận chuyển v.v.). Nhưng yêu cầu cao về mặt độ lún giới hạn và chuyển vị ngang, đặc biệt là của các cấu kiện cột thép trong điều kiện vận chuyển nhanh của phương tiện giao thông. Nhưng đặc điểm nổi bật về sự làm việc của cầu và công thoát nước được nói rõ trong những tài liệu tiêu chuẩn thiết kế các công trình này.

1.2. Lựa chọn kết cấu móng (ví dụ nền cọc hoặc nền thiên nhiên, trên nền được gia cố bằng phương pháp lèn chặt, hoá học hoặc nhiệt v.v...) cũng như lựa chọn dạng cọc và kiểu móng cọc (ví dụ cọc đóng theo nhóm, theo hàng dài, trường cọc) phải xuất phát từ điều kiện cụ thể của nơi xây dựng, từ tài liệu khảo sát kỹ thuật. So sánh về mặt kinh tế - kỹ thuật các phương án của giải pháp thiết kế móng, có chú ý đến việc tiết kiệm các vật liệu xây dựng cơ bản.

G.1.2. Để lựa chọn một phương án móng kinh tế nhất, trước hết cần sử dụng bản vẽ kết cấu điển hình và chú ý đến kinh nghiệm địa phương về xây dựng trong những điều kiện địa chất tương tự, các cơ sở sản xuất hiện có, các nguồn vật liệu của cơ quan đặt hàng và cơ quan nhận thầu.

Khi chọn dạng móng nên chú ý rằng việc dùng móng cọc thay cho móng băng trên nền thiên nhiên đối với nhà ở và nhà công cộng trong những điều kiện địa chất tương đối thuận lợi thường hợp lý khi chiều sâu móng băng lớn hơn 1,7m so với mặt đất quy hoạch, còn đối với nhà sản xuất - khi chiều sâu móng đơn nhiều cấp lớn hơn 2,5m.

Nên chú ý đến tính chất hợp lý của việc dùng móng cọc khi xây dựng trên đất yếu (đất sét, đất đắp, đất than bùn chảy và dẻo chảy có chiều dày lớn v.v...) và khi mực nước ngầm cao.

Khi có lớp đá ở độ sâu đến 2,5m cách mặt đất thì việc dùng móng cọc là không hợp lý.

Khi cọc chống lên lớp đất không nén được hoặc ít nén (ví dụ đá, đất sét cứng, cát chặt, đất sỏi sạn v.v...) với các lớp đất này ở độ sâu hơn 2,5m thì cho hiệu quả kinh tế nhất.

Phương pháp đánh giá các giải pháp thiết kế móng cọc trình bày ở phụ lục 1.

1.3. Móng cọc nên thiết kế trên cơ sở các kết quả điều tra địa chất công trình và địa chất thủy văn của vùng xây dựng (theo như những yêu cầu của mục 3 thuộc tiêu chuẩn này). Theo các số liệu về điều kiện khí hậu của nơi xây dựng cũng như theo đặc điểm của nhà và công trình định thiết kế và theo kinh nghiệm xây dựng của địa phương. Không cho phép thiết kế móng cọc mà không có cơ sở địa chất công trình thích hợp hoặc khi thiếu cơ sở địa chất công trình để lựa chọn kết cấu hợp lý của móng, dạng cọc và để xác định kích thước cọc.

G.1.3. Các tiêu chuẩn có liên quan đến thiết kế móng cọc gồm có :

- Khảo sát địa kỹ thuật 20 TCN 160- 87
- Phương pháp thử cọc tại hiện trường 20 TCN 88- 82
- Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc 20 TCN 21- 86
- Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu nền móng TCXD 79- 80.

Khi thiết kế móng cọc trong điều kiện nước ngầm có tính chất ăn mòn thì cần chú ý đến những yêu cầu của tiêu chuẩn "Bảo vệ kết cấu xây dựng chống ăn mòn".

Khi thiết kế móng cọc cho cầu và công trình phải theo các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế cầu và cống.

1.4. Trong các bản vẽ thi công móng cọc phải chỉ rõ loại cọc, số lượng và các thông số của cọc (tiết diện và chiều dài cọc, sức chịu tải và tải trọng cho phép tương ứng của cọc), các thông số này không cần làm chính xác thêm bằng cách thử cọc trong đất trong quá trình xây dựng.

Chú thích : Việc thử cọc, cọc ống hoặc móng cọc (ví dụ nhóm cọc), tiến hành trong quá trình xây dựng hoặc sau khi đã xây xong, phải theo những yêu cầu của tiêu chuẩn thi công, nghiệm thu nền, móng và sau khi nghiệm thu đưa vào sử dụng có sự kiểm tra của xí nghiệp xây dựng nhà và công trình, nhằm xác định chất lượng của móng cọc và sự phù hợp của móng với thiết kế, cũng như để xác định sự tương ứng của điều kiện địa chất nơi xây dựng với tài liệu có được lúc thiết kế.

G.1.4. Để soạn thảo đồ án thiết kế móng cọc cần phải có những số liệu gốc sau đây :

- Báo cáo về điều tra địa chất công trình khoảnh đất định xây nhà, công trình.
- Tổng mặt bằng với tỷ lệ 1:2000 hoặc 1:500 có ghi rõ chu vi của nhà với các trục dọc và ngang, ghi kèm các hố khoan (hố đào), các điểm xuyên, các cọc thử bằng phương pháp động và tĩnh (nếu như việc này có tiến hành làm); thông tin về các nhà đã và đang xây dựng ở gần đấy, về các công trình dưới mặt đất cũng như về các đặc điểm khác của vùng ấy.
- Các cột và mặt cắt địa chất theo các đường cắt.
- Các số liệu về các đặc trưng cơ lý của đất mà cọc xuyên qua và nằm phía dưới mũi cọc.
- Các số liệu về điều kiện địa chất thủy văn của vùng (mực nước ngầm xuất hiện và ổn định, nguồn cấp nước, sự liên quan với hồ chứa nước gần nhất, khả năng thay đổi mực nước ngầm trong thời gian một năm và trong thời kỳ sử dụng).

- Các số liệu thí nghiệm về thành phần hoá học của nước ngầm, độ ăn mòn của nước và chiều sâu lấy mẫu nước.
- Các kết quả xuyên động và xuyên tĩnh (nếu có tiến hành làm).
- Các kết quả đóng cọc thử, các thử động và thử tĩnh cọc (nếu có làm).
- Thiết kế san nền của vùng.
- Các tài liệu về cốt tuyệt đối của sàn tầng thứ nhất, của sàn kỹ thuật hoặc của tầng hầm nếu như trong thiết kế có định làm.
- Phần kết cấu của chu kỳ không (kích thước của sàn kỹ thuật hoặc của tầng hầm), kết cấu của tường thuộc chu trình không, của tầng thứ nhất và sự bố trí các lỗ cửa trong các tường và sự đánh dấu các lỗ cửa ấy ở phía dưới cùng.
- Các số liệu tải trọng tính toán và tải trọng tiêu chuẩn trên móng trong tổ hợp cơ bản, và khi cần thiết, trong tổ hợp đặc biệt.
- Các đặc trưng và các kích thước cơ bản của móng dưới thiết bị, đường cáp, đường hầm và của các đồ sâu khác.

Đồ án móng cọc phải làm trên cơ sở các tài liệu đầy đủ giá trị về điều tra địa chất công trình, vì vậy trong quá trình xây dựng không cần phải làm chính xác lại các thông số của cọc (tiết diện, chiều dài, sức chịu tải) bằng cách thử cọc trong đất.

Các thí nghiệm kiểm tra, thử động và tĩnh cho cọc và cọc ống .v.v... nhằm để xác định chất lượng công tác đóng cọc và xem sự tương ứng của những điều kiện địa chất của vùng với số liệu có lúc thiết kế.

Đối với cọc đóng nên thử bằng tải trọng động và tĩnh; Đối với cọc khoan nhồi và cọc ống - chỉ thử bằng tải trọng tĩnh. Khi có điều kiện kỹ thuật cho phép có thể thử cọc bằng một số phương pháp khác như bằng cách đo sóng ứng suất.

Số lượng thử cọc để kiểm tra do cơ quan thiết kế quy định, vì cơ quan ấy là tác giả của đồ án móng cọc, xuất phát từ đặc điểm của điều kiện địa chất công trình nơi xây dựng, có chú ý đến đặc điểm kết cấu của nhà hoặc công trình định xây. Số lượng cọc trong công trình, sức chịu tải của cọc dùng trong thiết kế có chú ý đến các đề nghị của tiêu chuẩn thử cọc trong đất. Thông thường việc thử cọc để kiểm tra nên làm ở thời kỳ đầu, lúc thi công hạ cọc, để tránh tốn phí vật liệu (bê tông, thép) do phải cắt bỏ đầu cọc (đối với cọc đóng) hoặc dùng bê tông quá mức khi chưa tận dụng hết sức chịu tải của cọc đóng và cọc khoan nhồi dự kiến trong thiết kế so với sức chịu tải có được theo kết quả thử kiểm tra.

Khi cần thiết, cơ quan thiết kế nên thiết kế lại móng cọc theo kết quả thử kiểm tra mà không được làm chậm công tác thi công.

1.5. Trong những đồ án móng cọc nên dự kiến việc đo thực tế biến dạng của nền và móng theo các mốc đặc biệt làm sẵn trong các trường hợp sau đây : khi dùng các kết cấu mới cho nhà và công trình hoặc cho móng cọc mà chưa được nghiên cứu đầy đủ trong xây dựng hàng loạt; khi có nhiệm vụ đặc biệt, trong thiết kế có yêu cầu riêng về đo biến dạng nhằm nghiên cứu sự làm việc của nền, móng, kết cấu của nhà, công trình hoặc của thiết bị công nghệ. Việc chọn đối tượng để đo biến dạng cần phải được sự đồng ý của người giao thầu.

Chương trình và các kết quả đo đạc làm lúc xây dựng phải ghi trong tài liệu thiết kế và được chuyển cho cơ quan nghiệm thu sử dụng nhà hoặc công trình.

G.1.5. Những đo đạc thực tế các biến dạng của nền móng của nhà và công trình, thông thường nên làm :

Ở những vùng điều kiện địa chất công trình đặc biệt phức tạp (đất yếu có chiều dày lớn, đất lún ướt và trương nở, khi có các phụ lớp than bùn hoặc bùn có khả năng nén co lớn, các lớp này nằm trong phạm vi phần được đóng cọc; trong những vùng có thể phát triển các hiện tượng cát lở và xói ngầm v. v...).

- Khi có những yêu cầu đặc biệt về độ lún đối với các kết cấu của nhà, công trình hoặc của thiết bị công nghệ phía trên móng.

- Khi dùng các kết cấu mới cho nhà.

- Khi dùng cọc có kết cấu mới mà công nghệ thi công chúng chưa được nắm vững

- Ở những điều kiện khác được dự kiến bởi cơ quan thiết kế (tác giả của đồ án nhà hoặc móng cọc).

Những đo đạc thực tế các biến dạng của nền, móng cọc phải thực hiện trong thời kỳ xây dựng và sử dụng.

Các kết quả đo đạc biến dạng nền, móng cọc được dùng để nghiên cứu sự làm việc của kết cấu nhà và móng cọc nhằm mục đích hoàn thiện các phương pháp tính toán và thiết kế chúng cũng như có những biện pháp kịp thời chấm dứt các biến dạng ấy.

Việc theo dõi biến dạng của nền móng cọc trong thời kỳ xây dựng phải do cơ quan thi công làm hoặc hợp đồng với cơ quan chuyên trách khác.

Các kết quả theo dõi này phải nằm trong hồ sơ thiết kế và chuyển cho cơ quan nghiệm thu sử dụng nhà hoặc công trình.

Sự cần thiết phải theo dõi biến dạng nền móng cọc trong thời kỳ sử dụng được quyết định bởi tác giả của đồ án nhà, móng cọc và được sự đồng ý của người giao thầu.

Các công tác theo dõi biến dạng nền móng cọc trong thời gian thi công và sử dụng phải thực hiện theo những chương trình riêng do cơ quan đo đạc soạn thảo và được sự đồng ý của tác giả đồ án nhà, móng cọc cũng như của người giao thầu.

Việc theo dõi phải dựa vào các mốc làm sẵn, đặc biệt bố trí các mốc này phải xuất phát từ việc đảm bảo chúng nguyên vẹn trong suốt quá trình theo dõi được qui định trong chương trình.

Khi soạn thảo chương trình đo đạc phải theo các hướng dẫn hiện nay về việc theo dõi biến dạng của nền móng.

1.8. Các móng cọc ở trong các điều kiện của môi trường ăn mòn phải được thiết kế theo các yêu cầu bổ sung của tiêu chuẩn bảo vệ kết cấu xây dựng chống ăn mòn, còn các móng cọc gỗ cũng phải lưu ý các yêu cầu bảo vệ chúng chống mục, hỏng và các khuyết tật do mối mọt gây ra.

G.1.6. Cọc gỗ và các kết cấu bằng gỗ khác của móng cọc đối với nhà và công trình chỉ nên dùng khi chúng hoàn toàn nằm dưới mực nước ngầm không bé hơn 0,5m trong thời gian thi công và sử dụng. Dùng cọc gỗ trên mực nước ngầm chỉ cho phép đối với các móng nhà và công trình tạm thời cũng như móng của trụ đường dây tải điện với điều kiện là phải dùng các biện pháp thích hợp để bảo vệ chúng khỏi bị mục.

2.1. HẠ CỌC:

2.1.1. Theo phương pháp hạ cọc vào đất, có các loại cọc sau đây :

- a) Cọc đóng làm bằng bê tông cốt thép, bằng thép và gỗ, hạ vào đất bằng búa, máy rung và bằng máy rung ép;
- b) Cọc ống bằng bê tông cốt thép hạ bằng rung có lấy đất khỏi lòng cọc và nhồi vữa bê tông khô một phần hoặc toàn bộ;
- c) Cọc nhồi bằng bê tông và bê tông cốt thép, làm tại chỗ trong đất với lỗ để nhồi do ép đất tạo thành;
- d) Cọc bê tông cốt thép khoan làm bằng các cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn hạ vào đất hoặc bằng vữa bê tông trong các lỗ đã khoan sẵn;
- đ) Cọc vít có thân bằng thép hoặc bằng bê tông cốt thép.

G2.1. Việc phân loại cọc được xác định bởi môi trường đất mà trong đó cọc hạ vào, đất có thể bị sự thay đổi khác nhau. Đối với cọc đóng, đất ở quanh cọc và ở dưới nền của cọc được nén chặt lại. Đối với cọc nhồi thì đất quanh cọc hoặc ở trạng thái tự nhiên hoặc độ chặt của nó bị thay đổi do cho nước đầy vào lỗ khoan và mềm đi do mùn khoan lưu lại trong hố khoan và cản trở cho việc đổ bê tông v.v... Có thể xảy ra sự lún chặt nào đó trong đất khi đóng cọc nhồi. Tuy nhiên mức độ lún chặt này ít hơn so với cọc đóng. Trong quá trình đóng cọc tạo ra vùng đất được nén chặt, nhất là trong phạm vi 3d, (trong đó d - cạnh hoặc đường kính tiết diện ngang của cọc). Vì cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc đóng, tùy thuộc vào độ chặt tự nhiên và độ sệt của đất, cường độ này sẽ lớn hơn vài lần so với khi móng đặt trên nền thiên nhiên.

Thường cọc ống được hạ bằng máy rung (ống có đường kính lớn hơn 800mm xem điều 2.3). Trong quá trình hạ cọc ống, tiến hành lấy hết hoặc lấy một phần đất ra khỏi thân cọc hoặc lưu lại một phần đất còn nguyên vẹn. Trong tất cả các trường hợp ấy, sức chịu tải của cọc ống có thể khác nhau ngay trong những điều kiện địa chất giống nhau.

Cọc vít, so với các loại cọc khác, làm việc tốt hơn với lực nhỏ. Vì vậy, chúng được dùng chủ yếu ở những công trình mà ở đó lực nhỏ là lực chính truyền lên móng.

2.2. Tùy theo điều kiện tương tác giữa đất và cọc, mà cọc được chia ra thành cọc chống và cọc treo.

Cọc các loại và cọc ống, khi chúng truyền tải trọng qua mũi cọc lên đất ít nén co, đều thuộc loại cọc chống. Lực ma sát ở mặt hông của cọc chống sẽ không được kể đến trong các tính toán sức chịu tải của cọc theo đất nền khi chịu tải trọng nén. Tất cả các loại cọc và cọc ống được hạ vào trong các loại đất có khả năng nén co đều thuộc loại cọc treo. Cọc treo truyền tải trọng lên đất qua mặt hông và qua mũi cọc.

Chú thích : Đất ít nén co là các loại đá, đất hồn thô (cuội, sỏi, sạn, dăm) có lẫn chất lấp nhét là cát và đất sét, có độ sệt cứng, ở trạng thái no nước có môđun biến dạng $E \geq 50000$ KPa (500KG/cm^2).

G.2.2. Cọc chống truyền tải trọng qua mũi cọc, và mũi cọc tựa lên đất thực tế không nén co được. Cường độ của đất ở mặt hông cọc trong những trường hợp này sẽ không được kể đến vì rằng độ lún của cọc, không kể thân cọc bị nén lại, thực tế sẽ không xảy ra, còn sức chống của đất ở mặt hông cọc, như mọi người đều biết, quyết định bởi sức chống cắt của đất và chỉ có thể xuất hiện trong quá

trình chuyển vị (tức là trong quá trình lún của cọc)/ Cọc khi hạ vào trong đất nén co được và mũi của chúng cũng tựa lên đất nén co được, gọi là cọc treo. Cọc treo, nhờ phát triển độ lún do biến dạng của đất nén co ở dưới mũi cọc, sẽ truyền tải trọng qua mặt hông và qua mũi cọc. Cát, á cát, á sét và sét từ độ sét chảy đến nửa cứng đều thuộc đất nén co được. Tùy thuộc vào độ chặt của đất cát và độ sét của đất sét nằm quanh cọc mà trị số sức chống của đất ở mặt hông và ở dưới mũi cọc, sẽ dao động trong những phạm vi khá rộng. Quan hệ định lượng giữa sức chống của đất ở mặt hông và dưới mũi cọc không thể xác định một cách đơn trị do sự đa dạng của các lớp đất.

2.3. Cọc đóng làm bằng bê tông cốt thép và cọc ống được chia thành :

a. Theo cách đặt cốt thép - cọc và cọc ống có cốt dọc không kéo căng với cốt thép ngang và có cốt dọc hoặc có sợi thép dọc kéo căng trước (bằng sợi thép và bó thép cường độ cao) với cốt ngang và không có cốt ngang, đồng thời chỉ có cọc tiết diện ngang là hình vuông mới được chế tạo mà không có cốt ngang.

b. Theo hình dáng tiết diện ngang - cọc vuông, cọc chữ nhật, cọc vuông có lỗ tròn và cọc tròn rỗng đường kính đến 800mm, bao gồm cả cọc ống đường kính hơn 800mm.

c. Theo hình dáng tiết diện dọc - cọc lạng trụ và cọc có mặt hông nghiêng (cọc tháp, cọc hình thang, cọc hình thoi).

d. Theo đặc điểm kết cấu của thân cọc - cọc nguyên và cọc nối (gồm các đoạn riêng rẽ).

d. Theo kết cấu mũi cọc - cọc mũi nhọn, cọc mũi phẳng, cọc mở rộng đáy hoặc không mở rộng đáy, cọc rỗng có mũi kín hay mũi hở và cọc mở rộng đáy bằng nổ mìn.

Chú thích : Cọc đóng có đáy mở rộng bằng nổ mìn được chế tạo bằng cách đóng cọc tròn rỗng ruột, ở phần mũi có lắp mũi thép rỗng với mũi bịt kín, sau đó nhồi hỗn hợp bê tông vào ruột cọc, cho mìn nổ ở phần mũi để tạo ra đế cho cọc. Trong đồ án móng cọc khi dùng cọc đóng và mở rộng đáy bằng nổ mìn phải ghi rõ về sự tuân thủ một cách chặt chẽ các yêu cầu thi công công tác khoan nổ, trong đó phải xác định khoảng cách cho phép từ nhà hoặc công trình hiện có đến vị trí nổ.

G2.3. Trong đồ án móng cọc phải xem xét các kết cấu cọc đóng và cọc ống đã được qui định bằng tiêu chuẩn Nhà nước và được diễn hình hoá. Các kết cấu cọc đóng và cọc ống chưa được diễn hình hoá chủ yếu nên dùng trong những trường hợp, khi mà các kết cấu diễn hình chứng tỏ, qua tính toán, không đủ khả năng tiếp thu tải trọng của công trình định thiết kế, và bằng tính toán kinh tế - kỹ thuật, dùng cọc không diễn hình là có cơ sở. Nhằm mục đích nâng cao chất lượng chế tạo cọc, các tiêu chuẩn Nhà nước đã bao gồm các kết cấu sau đây của cọc đóng làm bằng bê tông cốt thép tiết diện đặc, hình vuông:

- Cốt thép không kéo căng, dài 3 - 16m, tiết diện từ 200×200 đến 400×400 mm;
- Cốt thép kéo căng gồm các sợi thép cường độ cao, dài 3 - 16m, tiết diện từ 200×200 đến 400×400 mm;
- Thanh thép kéo căng, dài 9- 20m, tiết diện từ 300×300 đến 400×400 mm;
- Cốt thép bó kéo căng dài 11- 20m, tiết diện từ 300×300 đến 400×400 mm;
- Không có cốt ngang, có cốt dọc kéo căng, dài 3- 12m, tiết diện từ 250×250 đến 300×300 mm;

Cọc tròn rỗng ruột và cọc ống theo các bản vẽ điển hình đã có loại nguyên dài 4-12m và loại nối, gồm các đoạn ngắn được nối dài trong quá trình hạ cọc vào đất. Nối liền các đoạn cọc, có thể dùng mối nối hàn hoặc mối nối bằng bu lông. Các bộ phận của mối nối là các chi tiết bằng thép làm sẵn và được đặt ở đầu các đoạn cọc trong lúc đổ bê tông. Cọc tròn rỗng đường kính đến 800mm được sử dụng có mũi hở hoặc mũi bịt kín. Ở giai đoạn cuối khi hạ cọc tròn rỗng phải lưu lại một nhân đất nguyên dạng có chiều cao không bé hơn 2 lần đường kính ngoài của cọc.

Cọc mũi có thể có kết cấu đai ở mũi khác nhau. Nếu cọc định đóng xuyên qua lớp đất yếu, trong đó không có các tầng vật lầy, và tựa lên đất có tính nén co bé ở độ sâu không lớn, thì mũi cọc không cần bịt bằng đai thép, mà chỉ cần làm cứng mũi, bằng cách giảm bước cốt thép ngang (cốt vòng ốc) ở độ cao bằng hai lần đường kính ngoài.

Cọc ống mũi hở hạ vào đất bằng búa rung, không lấy và lấy (hoàn toàn hay một phần) đất ra khỏi thân cọc.

Khoảng trống bên trong cọc ống được nhồi bằng bê tông trên suốt chiều cao hoặc chỉ ở phần đáy, sau đó nhồi một phần đất cát ở đoạn giữa, còn phần trên thì nhồi bê tông. Quyết định nhồi bằng gì là phụ thuộc vào: trị số tải trọng tác dụng lên cọc, đặc trưng của các lớp đất và vào độ sâu đáy dài v.v...

Cọc đóng làm bằng bê tông cốt thép tiết diện vuông không có cốt ngang, nên dùng khi cọc xuyên qua cát có độ chặt trung bình và rời, á cát có độ sệt dẻo và chảy, á sét và sét từ dẻo vừa đến chảy, với điều kiện là cọc được đóng vào đất trên suốt độ sâu hoặc nhô lên trên mặt đất ở độ cao không quá 2m và được bố trí phía bên trong của nhà. Khi cần phải xuyên qua các loại đất khác, việc cho phép dùng cọc có kết cấu nối trên phải quy định bằng cách đóng thử.

Cho phép tựa mũi cọc không có cốt ngang lên tất cả các loại đất, trừ đá, đất hòn lớn, than bùn, đất yếu kiểu bùn, đất sét có độ sệt nhão và các đất khác có tính nén co lớn, lúc này cần lưu ý các chỉ dẫn bổ sung trình bày trong các bản vẽ thi công cọc. Loại cọc vừa nói, nên dùng cho móng của bất kỳ nhà và công trình nào (trừ móng cầu và móng công trình cảng). Loại cọc này không cho phép dùng chịu lực nhỏ và lực động đất, khi cần phải hạ chúng vào đất bằng chấn động. Dùng cọc không có cốt ngang cho phép giảm lượng thép trung bình từ 20 - 25% so với cọc có cốt dọc được kéo căng trước và có cốt ngang, và giảm từ 40 - 45% so với cọc cốt dọc không kéo căng và có cốt ngang, chi phí lao động để chế tạo cọc trong các nhà máy kết cấu bê tông cốt thép cũng giảm.

Cọc đóng tiết diện đặc hình vuông có cốt ngang, cọc tròn rỗng và cọc ống có thể dùng ở bất kỳ loại đất nén co nào mà cọc phải xuyên qua với mũi tựa lên bất kỳ loại đất nào trừ than bùn, đất yếu kiểu bùn, đất sét có độ sệt nhão và các loại đất có khả năng nén co lớn khác. Chúng có thể dùng cho móng của bất kỳ loại nhà và công trình nào chịu lực ép hướng thẳng đứng, lực nhỏ cũng như chịu tải trọng ngang và mômen uốn. Cọc tròn rỗng và cọc ống dùng thích hợp trong đất yếu có chiều dày lớn và chịu tải trọng ngang lớn.

Khi dùng cọc có cốt kéo căng trước bất kỳ loại nào, trong đó kể cả loại có kết cấu điển hình, nên thấy rằng trong trường hợp cần đảm bảo sự liên kết cứng của cọc với đài cũng như khi truyền lên cọc các lực kéo thì đầu của loại cọc này phải ngàm vào bản đài một độ sâu do tính toán yêu cầu. Tuy nhiên cọc được kéo căng trước có cốt dọc làm bằng sợi thép cường độ cao và bằng bó gồm 7 sợi thép cho

phép giảm lượng thép (theo trọng lượng thực tế đến 50% so với cọc có cốt không kéo căng. Vì vậy nhằm giảm lượng thép, các cọc có cốt dọc không kéo căng trước, chỉ nên dùng cho móng nhà và công trình trong những trường hợp điều kiện địa chất hoặc điều kiện truyền tải trọng ngoài không thể dùng cọc kéo căng trước mà không có cốt ngang hoặc cọc kéo căng trước có cốt ngang.

Hiện chưa có kết cấu điển hình của cọc tiết diện chữ nhật. Tuy nhiên thực tế cọc chữ nhật thường được dùng trong móng của những công trình chịu tải trọng ngang khá lớn (móng của trụ cầu, bờ cảng, trụ đường ống dẫn v.v...). Cảnh lớn tiết diện ngang của cọc loại này trong các trường hợp nói trên nằm theo hướng tác dụng của mômen và lực ngang lớn nhất.

Gần đây người ta dùng những loại cọc mới, trong đó có cọc hình kim, cọc ném, cọc hình thoi. Các kết cấu điển hình của những loại cọc này cũng chưa được nghiên cứu. Cọc bê tông cốt thép hình kim chỉ dùng hợp lý, khi dưới địa điểm xây dựng có lớp đất rất yếu (cát rời, á cát có độ sệt chảy, bùn v. v...) tiếp đó là lớp đất tương đối chặt. Cọc này có thể dùng để làm móng nhà và công trình chịu tải trọng ép tĩnh là chủ yếu. Cọc hình kim tiếp thu lực ngang kém hơn so với cọc lạng trụ bằng bê tông cốt thép, vì vậy không nên dùng chúng trong các móng chịu tải trọng ngang lớn.

Cọc đóng làm bằng bê tông cốt thép hình tháp (cọc ném) có thể có 2 loại - cọc ném có góc ở đỉnh lớn và cọc ném có góc ở đỉnh bé. Cọc ném có góc ở đỉnh bé (góc nghiêng của các mặt bên 1-4°) nên dùng trong các đất đồng nhất theo chiều sâu, cũng như trong trường hợp khi cọc bắt buộc phải xuyên qua lớp đất chặt và mũi của nó chôn vào trong các đất yếu hơn. Cọc loại này không nên dùng trong đất đắp, đất trương nở và đất lún ướt (không hoàn toàn xuyên qua hết các loại đất ấy).

Cọc ném có góc nghiêng các mặt bên lớn (4-14°) nên dùng trong đất cát và đất sét, đối với các nhà nhẹ thì có thể dùng trong đất lún ướt loại I. Những cọc này không nên dùng trong đất trương nở, đất lún ướt loại II, trong đất đắp cũng như không nên dùng trong những trường hợp, khi mà ở độ sâu bé hơn 5m cách mũi cọc có đất sét dẻo nhão và nhão hoặc than bùn.

Cọc ném (với bất kỳ góc nghiêng nào của các mặt bên) chỉ nên dùng như là cọc treo và truyền chủ yếu lên cọc tại trọng áp hướng thẳng đứng. Cọc này đặc biệt có hiệu quả trong các móng bang gồm 1 và 2 hàng cọc, cho phép dùng thành nhóm nhưng không quá 2 hàng cọc.

Nhưng yêu cầu cơ bản về công nghệ chế tạo cọc đóng có để lại bằng phương pháp nổ mìn được trình bày trong chú thích của điều 2.3. Tuy nhiên, nên chú ý rằng cọc loại này không dùng rộng rãi lắm và được dùng chỉ trong những trường hợp riêng lẻ, chủ yếu là trong xây dựng cầu.

2.4. Biến tướng của cọc đóng làm bằng bê tông cốt thép, theo kết cấu và theo phương pháp hạ cọc, là :

a. Cọc - cột là phần trên mặt đất của cọc dùng làm cột nhà (công trình); Không cho phép dùng với tính cách là cọc-cột các cọc bằng bê tông cốt thép kéo căng trước với cốt dọc là thép sợi, cũng như các cọc kéo căng trước không có cốt ngang với bất kỳ loại cốt dọc nào.

b. Cọc được hạ vào các hố khoan sẵn và đường kính lỗ khoan không nên lớn hơn cạnh bé nhất của tiết diện ngang hoặc đường kính cọc, còn độ sâu hố khoan nên bé

hơn độ sâu hạ cọc yêu cầu theo tính toán không ít hơn 1m. Cần phải có các hố khoan sẵn khi cọc xuyên qua lớp đất sét có độ sệt cứng và nửa cứng (ví dụ đất trương nở, đất lún ướt), hoặc trong những trường hợp, khi mà theo kết quả đóng cọc thử cũng như theo kinh nghiệm xây dựng xác định được rằng không thể nào hạ cọc qua các lớp đất ấy nếu không khoan trước.

c. Khi đóng cọc có dùng phương pháp xói nước, không được tiến hành xói nước ở mét cuối cùng lúc hạ cọc, cọc nên được tiếp tục đóng để đạt đến độ chối thiết kế. Phương pháp xói nước được dùng nhất là khi đóng cọc qua lớp đất cát có chiều dày lớn.

G.2.4. Cọc - cọc là biến thể của cọc bê tông cốt thép mà phần cọc trên mặt đất dùng làm cột của nhà hoặc công trình. Cọc cọc dài 5-16m, tiết diện từ 200 × 200 đến 400 × 400mm và đường kính 100-800mm, nên dùng làm trụ đỡ công trình (của các đường ống kỹ thuật, các hành lang vận chuyển, của các bộ thiết bị chịu tải trọng tĩnh v.v...) và cột của các nhà nông nghiệp một tầng cao đến 6m và có nhịp rộng đến 21m. Đối với trụ đỡ các đường ống công nghệ có thể dùng cọc cọc điển hình tiết diện vuông và cọc rỗng hình tròn, đối với nhà nông nghiệp một tầng dùng cọc cọc có 2 công-xôn, dài từ 5 đến 7,5m, tiết diện 200 × 200 đến 300 × 300mm.

Cọc cọc nên dùng ở địa hình bằng phẳng của nơi xây dựng gồm đất sét dẻo mềm, ít dẻo, nửa cứng và đất cát có độ chặt vừa.

Không cho phép dùng cọc cọc, khi trong phạm vi phần cọc được đóng hoặc bên dưới mũi cọc có các loại đất yếu (đất than bùn, than bùn, bùn, đất sét nhão v.v...) hoặc là cát sỏi, đất hòn lớn và đất cát chặt.

Không cho phép dùng cọc cọc là các cọc bê tông cốt thép kéo căng trước có cốt dọc là thép sợi và cọc bê tông cốt thép kéo căng trước mà không có cốt ngang với bất kỳ loại cốt dọc nào.

2.5. Cọc đóng làm bằng gỗ được chia thành các loại sau :

- Cọc nguyên làm bằng một cây gỗ;
- Cọc nối theo chiều dài;
- Cọc bó gồm một số cọc nguyên hoặc cọc nối.

G2.5. Cọc gỗ làm bằng cây gỗ nguyên, thường có chiều dài 4,5 - 8,5m và đường kính mặt cắt 160 - 340mm. Rất ít dùng cọc gỗ nguyên dài đến 12m. Việc chế tạo những cọc gỗ dài trên 16m là rất khó, vì khó chọn được cây gỗ có chiều dài như thế và khó chuyên chở từ nơi chế tạo. Vì những nguyên nhân ấy mà người ta dùng cọc nối gồm 2 (hoặc 3) đoạn hoặc dùng cọc bó, gồm một số cây gỗ. Cọc bó thường dài đến 25m, tiết diện ngang (đường kính) đến 600mm và có khi lớn hơn 600mm.

Khuyết điểm cơ bản của cọc nối và cọc bó là có thể bị rời các mối nối khi đóng và sau đó thép ở chỗ mối nối có thể bị rỉ trong những điều kiện nước ngầm có tính an mòn thép.

Cọc gỗ nên dùng ở những vùng mà ở đó gỗ là vật liệu xây dựng chủ yếu, nhằm tiết kiệm bê tông và thép.

2.6. Cọc nhồi, theo phương pháp chế tạo, được chia thành các loại sau :

- Cọc nhồi được chế tạo bằng cách đóng trước các ống thép bịt kín mũi ống và để lại trong đất mũ bịt hoặc nút bằng bê tông và sau đó rút ống ra dần tùy theo lượng bê tông đổ vào lỗ.

b. Cọc nhồi rung đập, tạo ra trong các lỗ khoan sẵn hoặc các lỗ đóng bằng cách cho vào các lỗ này hỗn hợp bê tông cứng, đầm chặt bằng máy rung đập có dạng hình ống với đầu nhọn và lắp vào máy hạ cọc bằng phương pháp rung.

c. Cọc nhồi trong ống đập được chế tạo bằng cách ép khuôn vào đất, tạo nên lỗ có dạng hình tháp hoặc hình nón, và sau đó nhồi hỗn hợp bê tông vào lỗ.

d. Cọc khoan nhồi có mở rộng đáy hoặc không mở rộng đáy, được chế tạo trong đất sét không no nước, không cần chèn thành hố, còn trong đất ngập nước và trong cát thì phải giữ thành hố bằng dung dịch sét hoặc bằng ống chèn, sau đó rút ống lên và chỉ trong những trường hợp đặc biệt (khi có căn cứ hợp lý) thì ống chèn mới để lưu lại trong đất.

đ. Cọc khoan nhồi mở rộng đáy bằng nổ mìn, được chế tạo bằng cách khoan lỗ và sau đó mở rộng lỗ bằng nổ mìn và nhồi hỗn hợp bê tông vào lỗ.

G2.6. Cọc nhồi được chế tạo bằng các phương pháp đã nói ở các điểm a, b, c, thì sức chịu tải của nó có thể thuộc loại cọc đóng, vì đất xung quanh cọc và ở dưới mũi cọc được nén chặt lại giống như khi hạ cọc đóng vào đất. Các loại cọc nhồi này nên dùng thay cho cọc đóng khi trong vùng hạ cọc không có nước ngầm, đặc biệt là trong những trường hợp khi khó chế tạo cọc đóng bằng bê tông cốt thép (có các tính chất như loại sản xuất tại nhà máy) hoặc khi địa điểm xây dựng có sự dao động rất lớn về thể tích của các tầng đất ít nén co và không nén co.

Cọc khoan nhồi hiện nay được chế tạo đến đường kính 400-1700mm. Phần đáy cọc có thể mở rộng đường kính đến 3500mm. Lúc thi công cọc này, thành hố có thể được giữ hoặc không cần giữ bằng ống chèn. Cọc khoan nhồi khi chế tạo không cần giữ thành hố. Điều kiện thích hợp để dùng cọc khoan nhồi là: chỗ xây dựng gồm các loại đất sét, và mực nước ngầm trong thời kỳ xây dựng nằm phía dưới mũi cọc. Khối lượng khá lớn, cọc khoan nhồi được dùng khi xây dựng trên các đất lún ướt và đất trương nở. Khi cọc khoan nhồi cần xuyên qua lớp đất hào lớn với bất kỳ độ ẩm nào, hoặc qua các loại đất khác nằm dưới mực nước ngầm thì trong thiết kế, xét cách thi công cọc, có giữ thành hố. Việc giữ thành hố có thể dùng các ống thép rỗng và sau đó rút khỏi đất (khi sử dụng các máy chuyên dùng).

Cũng có thể dùng dung dịch sét để giữ thành hố trong quá trình khoan và lúc đổ bê tông. Việc dùng các ống chống để giữ thành hố và sau đó chúng nằm lại trong đất chỉ cho phép trong những trường hợp khi mà không thể dùng các phương pháp khác. Việc hạn chế sử dụng phương pháp này để giữ thành hố xuất phát chủ yếu từ sự cần thiết tiết kiệm thép.

Cọc khoan nhồi nên dùng cho nhà và công trình có bất kỳ chức năng nào (nhà sản xuất, nhà công cộng, nhà ở v.v...) dưới tải trọng tập trung lớn theo hướng thẳng đứng và hướng ngang cũng như ở những nơi điều kiện địa chất phức tạp và trong các điều kiện xây dựng khác. Cọc khoan nhồi dùng thích hợp nhất khi chiều dài của cọc hơn 10m, còn cọc có chiều dài ngắn hơn thì dùng ở những công trình (ví dụ đối với các nhà nông nghiệp) có tải trọng nhẹ và trung bình. Trong những trường hợp không có điều kiện chế tạo cọc khoan nhồi thì dùng cọc đóng làm bằng bê tông cốt thép. Cọc khoan nhồi cũng nên dùng trong những trường hợp sau: Khi cọc cần xuyên qua lớp đất đắp có lẫn các vật cứng (ở dạng sỏi lại của các kết cấu bằng bê tông, bằng đá, bằng bê tông cốt thép đã bị phá v.v...) hoặc khi cọc xuyên qua các lớp đất có cấu trúc tự nhiên ở dạng đất sét cứng, các lớp có gập đá tảng v.v..., ở đây không cho phép đóng cọc hoặc hạ cọc bằng phương pháp rung.

2.7. Cọc đúc sẵn cho vào lỗ khoan, theo phương pháp thi công chia ra như sau :

a. Cọc-cột được chế tạo như sau : đặt vào trong các lỗ khoan sẵn các cấu kiện đúc sẵn hình trụ hoặc lăng trụ có tiết diện đặc với các cạnh hoặc đường kính $\geq 800\text{mm}$, sau đó dùng vữa xi măng-cát nhồi vào khe (rộng 5 - 10cm) giữa thành hố khoan và các cấu kiện ấy.

b. Cọc đúc sẵn cho vào lỗ khoan có mở rộng đáy bằng nổ mìn khác với cọc khoan nhồi có nổ mìn (điểm d của điều 2.6) ở chỗ : sau khi nhồi hỗn hợp bê tông rồi mở rộng đáy bằng nổ mìn trong lỗ khoan đã đặt sẵn cọc bê tông cốt thép đã chế tạo trước trong nhà máy.

2.8. Cọc bê tông cốt thép, cọc bê tông, cọc ống và cọc-cột bằng bê tông cốt thép nên thiết kế bằng bê tông nặng. Mác bê tông về độ bền chịu nén đối với cọc đóng và cọc ống phải lấy không bé hơn mức thiết kế được quy định bằng các tiêu chuẩn Nhà nước cho cọc và cọc ống.

Đối với cọc nhồi, cọc-cột và các loại cọc đóng khác không có kéo căng trước, khi chưa có tiêu chuẩn Nhà nước, nên dùng bê tông có mac không thấp hơn M200, còn khi có kéo căng trước - thì không thấp hơn M300.

Chú thích : Đối với cọc nhồi ngắn (chiều dài < 3m) cho phép dùng bê tông nặng có mac thiết kế không bé hơn M100.

G2.8. Trong những trường hợp, khi mà theo thiết kế, cọc bắt buộc phải đóng qua tầng cát dày, qua các lớp cát chặt, các phụ lớp sỏi sạn hoặc lớp đất sét cứng hoặc nửa cứng (ví dụ đất lún ướt), do cần phải dùng các búa có năng lượng và đập lớn, thì mac bê tông của cọc (theo độ bền chịu nén) có thể lấy cao hơn mac thiết kế được quy định bằng bản vẽ thi công các kết cấu điển hình của cọc.

Độ bền khối cần có của bê tông cọc khi chịu nén σ_k , KG/cm^2 trong trường hợp này, để đóng được cọc, có thể xác định theo công thức :

$$\sigma_k = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{3}{\left(\frac{\rho}{E_n} + \frac{1}{2} \frac{1}{E_b}\right) \left(1 + \frac{Q}{q}\right) F}}$$

Trong đó : 3 - Năng lượng và đập lớn nhất của búa cần để đóng cọc (KG.cm).

ρ - Chiều dày của vật đệm ở mũi cọc, (cm), thường lấy bằng 10 - 20cm.

E_n - Môđun đàn hồi của vật đệm, trong trường hợp vật đệm bằng các tấm gỗ, $E_n = 3000 \text{ KG/cm}^2$.

l - Chiều dài cọc, (cm).

E_b - Môđun đàn hồi của bê tông, lấy $E_b = 3.10^5 \text{ KG/cm}^2$.

Q - Trọng lượng phần va đập của búa, (KG).

q - Trọng lượng cọc (KG).

F - Diện tích tiết diện ngang của cọc, (cm^2).

2.9. Dài móng cọc bằng bê tông cốt thép nên thiết kế bằng bê tông nặng, có mac thiết kế theo độ bền chịu nén như sau :

a. Đối với cầu, công trình thủy lợi và trụ đường dây tải điện có độ sai dáy lớn :

. Láp ghép - không bé hơn M300

. Đổ tại chỗ - không bé hơn M200

b. Đối với nhà và công trình, trừ các loại đã nói ở điểm "a"

. Lắp ghép - không bé hơn M200

. Đổ tại chỗ - không bé hơn M150

Bê tông để lên các cột bê tông cốt thép, trong các cọc của đài cọc, cũng như để lên đầu cọc đối với đài móng bằng đúc sẵn, nên theo đúng các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép dùng cho bê tông đổ ở các mối nối các kết cấu đúc sẵn, nhưng không được bé hơn mức M150.

Chú thích: Khi thiết kế công trình thủy lợi và cầu, mức thiết kế của bê tông để lên các cấu kiện đúc sẵn của móng cọc, phải lớn hơn một cấp so với mức thiết kế của bê tông thuộc cấu kiện được liên kết.

2.10. Mức thiết kế của bê tông chống thấm nước đối với cọc đóng bằng bê tông cốt thép, tiết diện vuông (trong đó kể cả có lỗ tròn ở giữa) cũng như đối với cọc tròn và cọc ống bằng bê tông cốt thép phải quy định theo yêu cầu của các tiêu chuẩn Nhà nước đối với loại cọc kể trên.

Đối với cọc nhồi, cọc cột, các loại cọc đóng khác cũng như đối với đài cọc chưa có tiêu chuẩn Nhà nước, mức thiết kế của bê tông chống thấm nước nên quy định theo các yêu cầu của tài liệu tiêu chuẩn thiết kế nhà và công trình mà trong đó có sử dụng móng cọc. Khi không có các yêu cầu này trong tài liệu tiêu chuẩn, thì mức thiết kế của bê tông không thấm nước nên quy định xuất phát từ điều kiện thất độ, khí hậu của vùng xây dựng và điều kiện địa chất nơi dùng móng cọc, giống như các yêu cầu đã nói trên đây trong các tiêu chuẩn Nhà nước đối với cọc tiết diện vuông, cọc tròn và cọc ống.

G2.10. Xem giải thích ở điều 2.8

2.11. Các mối nối của cọc bê tông cốt thép ghép lại và của cọc ống phải đảm bảo:

a. Có độ bền đồng đều của liên kết nối và của thân cọc (cọc ống) khi chịu lực ép dọc trục và lực ngang cũng như mômen uốn, còn đối với móng có cọc làm việc với tải trọng nhỏ - phải chịu lực kéo.

b. Tính chất đồng trục của các cấu kiện nối.

G2.11. Hiện nay các cọc nối dùng các kết cấu mối nối khác nhau, đặc biệt thường dùng mối nối bằng hàn và bằng bu lông. Tuy nhiên, phù hợp nhất với các yêu cầu nói ở điều này là kết cấu mối nối do Viện nền cùng với Viện nghiên cứu bê tông cốt thép và cơ sở thực nghiệm của Viện nghiên cứu kết cấu đề nghị. Mối nối này gồm có cốt bằng kim loại lắp cứng vào đầu dưới của cọc và một bộ phận hình trụ ép vào cọc theo hướng dọc có lớp ngoài để nén co, lắp vào đầu trên của cọc. Để nâng cao độ chặt của liên kết, trong các chi tiết mối nối có lớp bọc ngoài hình răng zưa. Đường kính ngoài của phần trụ tròn có hình răng của lớn hơn đường kính trong của cốt kim loại. Mối nối kiểu này đơn giản lúc thi công, chắc chắn lúc hạ cọc và khi sử dụng. Mối nối có độ bền bằng độ bền của các đoạn thân cọc. Việc hạ cọc vào đất với mối nối trên được thực hiện hầu như không cần dùng búa. Mối nối cốt sẽ được ném chặt dần khi đóng, do đó không cần hàn hoặc siết bu lông hoặc làm thêm các chi tiết khác. Lượng thép dùng cho cọc dài 15-18m có kết cấu mối nối như thế giảm được 1,5 - 2,5 lần so với các cọc có các mối nối hoàn thiện nhất.

Không cho phép truyền tải trọng nhỏ lên cọc nối có mối nối kiểu cọc.

2.12. Dài lắp ghép bằng bê tông cốt thép hình băng và của nhóm cọc cho phép dùng loại nguyên cấu kiện cũng như loại lắp ghép từng đoạn, điều này phụ thuộc vào sức chở của các phương tiện vận tải và vào máy móc cấu lắp.

G2.12. Hiện nay trong xây dựng công nghiệp thường dùng dài đổ tại chỗ cho nhóm cọc, đối với phần lớn trường hợp thường bố trí cọc theo hàng. Dài lắp ghép dùng chủ yếu để xây dựng nhà ở, trong trường hợp cọc bố trí theo hàng; cũng như khi xây dựng các tổ hợp công nghiệp có nhiều nhà một tầng. Trong trường hợp này có thể dùng kết cấu dài đúc sẵn - đổ tại chỗ hoặc hoàn toàn đúc sẵn. Dài kiểu đúc sẵn - đổ tại chỗ, gồm các đoạn ngắn đúc sẵn, nối 2-3 đầu cọc lại với nhau, sau đó đặt các dầm dài đúc sẵn hoặc tấm bê tường lên các đoạn đúc sẵn nối trên. Khối lượng của bê tông đúc sẵn trong dài kiểu ấy thường chiếm khoảng 75% toàn bộ khối lượng của dài.

Ở các dài cọc hoàn toàn đúc sẵn, ta dùng cấu kiện trung gian giữa đầu cọc và dầm dài, là những cái mũ hình chuông bằng bê tông cốt thép. Tuy nhiên việc dùng mũ như thế không loại bỏ được hoàn toàn các quá trình ướt khi thi công dài, vì rằng cần phải lên bê tông cho bản thân các mũ ấy. Do vậy mà trong nhiều trường hợp, với tải trọng truyền lên cọc không lớn lắm (đến 40 tấn), người ta dùng dài đúc sẵn, đặt trực tiếp lên các đầu cọc, chủ yếu là loại cọc thép hoặc láng trụ có tiết diện chữ nhật.

Dầm đúc sẵn của dài bọc có thể được kéo căng trước và có thể bằng cốt thép thường, không kéo căng. Dài đúc sẵn yêu cầu việc hạ cọc phải chính xác trong mặt bằng cũng như theo độ cao. Ở đây độ sai lệch cho phép của cọc so với vị trí thiết kế cần phải nghiêm ngặt hơn so với lúc dùng dài đổ tại chỗ. Hiện tại, các cơ quan xây dựng thường được trang bị các thiết bị không đảm bảo việc đóng cọc chính xác. Vì vậy mà dài đổ tại chỗ là phổ biến hơn so với dài đúc sẵn.

~~Trong xây dựng nhà ở, đối với những nhà tầng lớn từ 12 tầng trở lên, tính toán làm cọc (cọc gỗ, cọc bê tông) bố trí thành một hàng, thường dùng cọc~~

2.13. Cọc gỗ phải chế tạo bằng loại gỗ lá kim (thông, lác điệp tùng, cây tùng) có đường kính 22-34cm và dài 6,5 - 8,5m. Gỗ để làm cọc phải bóc vỏ, vác bỏ mắt gỗ và cành. Phải giữ độ vác tự nhiên của thân gỗ. Các kích thước tiết diện ngang và chiều dài của cọc bó, phải lấy theo kết quả tính toán và phù hợp với đặc điểm của đối tượng được thiết kế.

Chú thích: Khả năng dùng cọc gỗ có thân dài hơn 8,5m chỉ cho phép khi được sự đồng ý của xí nghiệp chế tạo cọc.

G2.13. Để làm cọc gỗ phải dùng gỗ lá kim. Độ ẩm của gỗ không cần hạn chế. Chủ yếu nên dùng thông và lác điệp tùng để làm cọc. Khuyết điểm của gỗ thông là có nhiều cành (mắt cây) và dễ bị chẻ nên sẽ tăng số cọc bị hỏng khi đóng.

Cọc bằng gỗ lá to thường không được dùng, vì độ bền lâu kém và tốn nhiều công để chọn gỗ có chiều dài và độ thẳng yêu cầu.

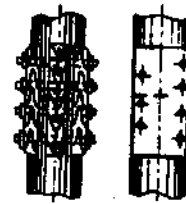
2.14. Mỗi nối theo chiều dài trong các cọc gỗ và trong cọc bó phải dùng kiểu nối đối đầu, có bọc bằng các đai thép, hoặc bằng ống thép. Mỗi nối trong các cọc bó phải bố trí so le cách nhau không bé hơn 1,5m.

G.2.14. Các cọc dài gồm 2 và nhiều đoạn gỗ, được nối với nhau bằng các đai siết, hoặc cũng có thể bằng các bản kẹp bằng thép hoặc bằng gỗ, bắt bu lông. Để

làm việc này người ta cũng có thể dùng các đoạn ống thép. Trên hình 1 trình bày mẫu của các mối nối.

3- YÊU CẦU ĐỐI VỚI KHẢO SÁT:

3.1. Khối lượng và thành phần của công tác khảo sát cho từng đối tượng định thiết kế bằng móng cọc, phải được quy định bởi một chương trình do cơ quan khảo sát soạn thảo, căn cứ theo nhiệm vụ kỹ thuật lúc tiến hành khảo sát, theo yêu cầu của người giao thầu (cơ quan thiết kế - người chủ trì thiết kế), phù hợp với những yêu cầu của tiêu chuẩn khảo sát công trình xây dựng, của các tiêu chuẩn Nhà nước và của các tài liệu tiêu chuẩn khác hiện có về công tác khảo sát, nhằm nghiên cứu đất nền nhà và công trình, cũng như theo các yêu cầu của phần 3 thuộc tiêu chuẩn này.



HÌNH 1 - Các mối nối của cọc gỗ

Nhiệm vụ kỹ thuật khi tiến hành khảo sát do người chủ trì thiết kế soạn thảo, có sự tham gia của cơ quan thiết kế móng. Chương trình này cần phải được sự đồng ý của cơ quan đề ra yêu cầu kỹ thuật khi tiến hành khảo sát.

G3.1. Cơ quan khảo sát soạn thảo chương trình có kể đến các tài liệu lưu trữ về khảo sát địa chất công trình trong vùng đã biết, có kinh nghiệm xây dựng, sử dụng nhà và công trình hiện đang ở gần đấy. Những kết quả khảo sát phải đảm bảo thu được những tài liệu cần thiết để tính toán cọc và móng cọc, theo nhóm thứ nhất và thứ hai của trạng thái giới hạn.

Khi lập chương trình công tác, nên đặc biệt chú ý đến sự cần lấy mẫu đất trong các hố khoan, hố đào và tiến hành xuyên ở những độ sâu nằm dưới mũi cọc dự kiến. Nếu xác định được trước tính chất hợp lý của việc dùng móng cọc, thì các mẫu đất ở các lớp trên có thể lấy với số lượng ít hơn, nhưng phải đủ để dựa vào các đặc trưng ấy mà xác định được sức chống ở mặt hông của cọc. Nếu truyền lên cọc lực ngang lớn, thì phải đặc biệt chú ý việc lấy mẫu đất ở các lớp phía trên kể từ bề mặt quy hoạch.

Khi qui định thành phần và khối lượng khảo sát cần lưu ý:

- Đặc điểm kết cấu và công nghệ của nhà, công trình định thiết kế (có tầng hầm, móng dưới thiết bị, tải trọng trên mặt nền, các tác động động lực v.v.).
- Độ lớn và tính chất của tải trọng tác dụng lên móng.
- Yêu cầu về trị số độ lún tuyệt đối và lún không đều của các móng nhà, công trình định thiết kế.
- Khả năng thay đổi các điều kiện địa chất thủy văn trong quá trình xây dựng và sử dụng nhà, công trình.
- Các dạng có thể có về giải pháp kết cấu của móng cọc (cọc cột, móng gồm cọc đơn, cọc bố trí một hàng nhóm cọc hoặc trường cọc).
- Sự cần thiết ước lượng khả năng hạ cọc đến độ sâu yêu cầu.
- Công nghệ chế tạo cọc nhồi.

3.2. Tất cả các loại khảo sát công trình cần để lập thiết kế móng cọc phải được thực hiện trong tổng thể của công tác khảo sát - thiết kế, thông thường là ở giai đoạn

lập thiết kế kỹ thuật (kỹ thuật - thi công) trong đó phải đảm bảo có các dữ kiện sau đây :

a. Các dữ liệu ban đầu cho phép cơ quan thiết kế xác định khả năng và tính hợp lý của việc dùng móng cọc (theo kết quả khoan, hố đào, xuyên tĩnh, nghiên cứu đất trong phòng thí nghiệm và nước ngầm).

b. Các số liệu đầy đủ cần để lập bản vẽ thi công móng cọc (chọn loại, xác định các kích thước của cọc, cọc ống, cọc trụ và sức chịu tải của cọc, tải trọng tính toán tương ứng cho phép trên mỗi cọc). Các số liệu này phải kết hợp với kết quả khoan, hố đào, xuyên và thử đất bằng bàn nén, dưới tải trọng tĩnh, hoặc bằng cách nén ngang trong vùng chu vi của nhà (công trình) định thiết kế. Khi cần thiết, tại nơi xây dựng phải tiến hành thử cọc, hoặc cọc ống trong đất bằng tải trọng tĩnh hoặc động. Còn đối với những nơi có đất trương nở, thì thử nén cọc bằng tải trọng tĩnh, ứng với các nhiệm vụ kỹ thuật bổ sung (theo chương trình), do cơ quan thiết kế - người chủ trì thiết kế nêu ra. Nhiệm vụ kỹ thuật phải được soạn thảo có sự tham gia của cơ quan chịu trách nhiệm đồ án móng.

Trong những trường hợp cá biệt, khi không thể thực hiện đầy đủ công tác khảo sát thiết kế do hiện trường xây dựng chưa giải phóng mặt bằng, để lập bản vẽ thi công móng cọc, có thể chưa cần đến công tác thử cọc. Sau đó làm chính xác lại bản vẽ thi công, điều chỉnh dự toán và trình bày cho người đặt hàng biết trước khi bắt đầu thi công.

Chú thích :

1. Thử động và thử tĩnh cọc, cọc ống và cọc trụ nên làm theo các yêu cầu của tiêu chuẩn Nhà nước về phương pháp thử cọc tại hiện trường (20 TCN 88- 82). Thử đất bằng xuyên tĩnh và xuyên động, bằng phương pháp nén ngang và bằng bàn nén theo các yêu cầu của các tiêu chuẩn nhà nước tương ứng về phương pháp thử đất bằng xuyên tĩnh và xuyên động. Xác định tại hiện trường môđun biến dạng của đất bằng cách nén ngang và bằng bàn nén.

2. Những điều đã trình bày ở điểm "a" của điều 3.2, công tác khảo sát có thể không tiến hành hoặc tiến hành với khối lượng giảm bớt nếu như các số liệu cần để xác định giải pháp kỹ thuật và loại móng cọc có thể tìm được ở các tài liệu lưu trữ của các cơ quan thiết kế, khảo sát và các cơ quan khác.

3. Những thử tĩnh cọc trong khảo sát công trình thường không tiến hành, nếu như móng được thiết kế bằng cọc chống, đóng bằng búa mà năng lượng va đập của nó thoả mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu nền móng. Việc cần phải thử tĩnh cọc hay không phải được cơ quan thiết kế móng cọc quyết định khi họ đề ra nhiệm vụ khảo sát.

G.3.2. Thành phần và khối lượng khảo sát công trình khi thiết kế móng cọc treo, được xác định theo những yêu cầu của bảng trình bày ở phụ lục 3, tùy thuộc vào đặc trưng của nhà và công trình định thiết kế, vào mức độ phức tạp của điều kiện địa chất. Khi giải quyết vấn đề về sự cần thiết tiến hành thử cọc tại hiện trường thì theo phụ lục 3.

Tiến hành khảo sát trước hết là tổng hợp các số liệu ban đầu và sau đó mới tìm đủ các dữ kiện, việc này thường làm mất hơn 6 tháng khi khối lượng khảo sát nhiều. Trong những trường hợp khác không nên tiến hành việc chia nhỏ công tác khảo sát như vậy. Cũng có thể có ngay toàn bộ khối lượng khảo sát nếu như đối với thiết kế kỹ thuật có thể sử dụng các tài liệu lưu trữ địa chất.

Việc khảo sát địa chất công trình để thi công móng cọc cần phải làm với thành phần và khối lượng nhằm đảm bảo được :

1. Xác định độ đồng nhất của đất thuộc vùng nghiên cứu (ở đây cần làm rõ sự có mặt của các thấu kính và phụ lớp, chúng sẽ làm mất tính chất đồng nhất về mặt thạch học của cấu trúc lớp và có thể là nguyên nhân làm phức tạp việc thi công hạ cọc).

2. Xác định trên mặt bằng và theo chiều sâu ranh giới giữa các lớp không cùng nguồn gốc thạch học cũng như chia lớp có cùng nguồn gốc thạch học ra thành phụ lớp khác nhau về độ sệt (đất sét) hoặc độ chặt (đất cát).

3. Làm sáng tỏ, trong chiều dày của lớp đất nghiên cứu ở độ sâu nào cọc sẽ có sức chịu tải lớn nhất (lớp chịu lực).

4. Có được những số liệu để xác định sức chịu tải của cọc và dự tính độ lún của công trình.

Để đáp ứng các nhiệm vụ nói trên, việc khảo sát địa chất công trình phải gồm các công việc sau đây (hoàn toàn hoặc từng phần) :

- Khoan lấy mẫu đất nguyên dạng và mẫu nước ngầm.
- Xác định trong phòng thí nghiệm loại đất, trạng thái và tính chất đất theo mẫu đất nguyên dạng đã lấy được.
- Thử đất bằng xuyên.
- Thử tĩnh và thử động cọc mẫu tiết diện bé (cọc mô hình, cọc chuẩn).
- Thử tĩnh và thử động cọc có kích thước thật.
- Thử đất bằng nén ngang trong hố khoan (prexiomet).
- Thử đất bằng tải trọng tĩnh (bằng bàn nén).

Điều sơ đẳng có tính chất bắt buộc đối với công việc khảo sát trong mọi trường hợp là phải khoan, lấy mẫu đất và mẫu nước ngầm, thử các mẫu đất này trong phòng thí nghiệm, còn khi chiều dài cọc đến 16m thì thử đất bằng xuyên tĩnh. Các mẫu đất và khối nguyên dạng phải lấy trên suốt chiều dài và cách nhau không quá 3m. Số lượng mẫu đất phải đủ để xử lý bằng thống kê toán.

Dùng phương pháp xuyên tĩnh đất để thiết kế móng cọc là nhằm các mục đích sau :

- Xác định vị trí trên mặt bằng và theo chiều sâu mái của lớp đất chịu lực đối với cọc treo, theo mái của lớp đá, đất hùn lún đối với cọc chống.
- Ước lượng khả năng hạ cọc đến độ sâu đã chọn.
- Xác định tính đồng nhất của đất trên mặt bằng và theo chiều sâu.
- Chính xác hoá ranh giới giữa các lớp có nguồn gốc thạch học khác nhau, cũng như ranh giới phân chia một lớp có cùng nguồn gốc thạch học thành nhiều lớp có độ bền và độ chặt khác nhau.
- Xác định sức chịu tải của cọc
- Xác định các đặc trưng cơ lý của đất, đặc biệt là của đất cát mà việc lấy mẫu nguyên dạng rất khó khăn.
- Chọn vị trí đặt các điểm thử để thử đất bằng các phương pháp khác nhau và để thử cọc.

Thành phần và khối lượng công tác địa chất công trình để thiết kế và thi công móng cọc chống, là cần phải xác định được độ sâu và địa hình của mái đất coi

như không nén co được hoặc phải xác định được trạng thái của những đất ấy trên mái của lớp.

Việc khảo sát để thiết kế và xây dựng móng cọc chống gồm các loại công việc sau đây :

a- Khoan lấy mẫu để xác định vị trí của mái lớp đất thực tế không nén được với độ sâu trong lớp đất này không bé hơn 1,5m, và ở 3 hố khoan thì độ sâu mũi khoan trong đất không nén được này không bé hơn 3m;

b- Xuyên động hoặc xuyên tĩnh để xác định chính xác vị trí mái lớp đất không nén được và chọn phương pháp thi công cọc;

c- Đào hố lấy mẫu có kết cấu nguyên dạng và phá hoại đối với đất của mái lớp thực tế không nén được khi không thể đánh giá được trạng thái của lớp theo các hố khoan;

d- Thử cọc có kích thước thật, sự cần thiết thử này do cơ quan khảo sát quyết định và được sự đồng ý của cơ quan đề ra yêu cầu kỹ thuật cho khảo sát;

d- Các phương pháp địa vật lý.

Khối lượng của công tác này phải đủ để xây dựng được trên mặt địa hình của phần nghiên cứu đường dâng cao của mái lớp đất thực tế không nén được cách nhau từng một một trong phạm vi chu vi của nhà và công trình định thiết kế.

3.3- Số lượng các phần khảo sát nói ở điều 3.2 cho mỗi nhà hoặc công trình không được ít hơn :

- Hố khoan : 2
- Hố đào : 2
- Xuyên : 5
- Thử động cọc : 5
- Thử tĩnh cọc, cọc mẫu hoặc cọc ống : 2
- Thử đất bằng bàn nén với tải trọng tĩnh hoặc nén ngang : 2.

Số lượng và trình tự lấy mẫu đất để tiến hành thử trong phòng thí nghiệm được quy định trong chương trình thi công khảo sát, theo các yêu cầu của các tài liệu tiêu chuẩn hiện hành về nghiên cứu đất nền nhà và công trình, trong đó bắt buộc phải lấy các mẫu đất nằm ngang ở chỗ mũi cọc và ở phía dưới mũi cọc trong phạm vi 5m.

Chú thích :

1. Nếu những điều kiện địa chất công trình của nơi xây dựng tương tự điều kiện vùng đất tiếp giáp, mà ở vùng ấy đã có nhiều kinh nghiệm làm móng cọc, thì theo sự thoả thuận với cơ quan thiết kế, tác giả đồ án móng, được phép rút bớt khối lượng nghiên cứu.

2. Không được phép lập bản vẽ thi công móng cọc, nếu như trong phạm vi chu vi của nhà, công trình định thiết kế hoặc gần đó (đến 5m) không có các hố khoan hoặc hố đào cho kết quả xác định các tính chất cơ lý của đất.

G.3.3. Ngoài những trường hợp nêu ở phụ lục 3, việc thử cọc tại hiện trường với kích thước thật, cần phải thực hiện, nếu như các phương pháp khác lúc khảo sát không cho phép kể đến tính chất đặc biệt của tải trọng, hoặc cho những kết quả trái ngược nhau. Việc thử cọc thật được xem là hợp lý khi thiết kế hàng loạt các móng cọc của các nhà máy lớn hoặc của các tiểu khu xây dựng nhà dân dụng, nhằm mục đích làm chính xác hơn các hệ số kinh nghiệm trong các công thức

tính toán sức chịu tải của cọc theo tài liệu xuyên tĩnh. Trong mọi trường hợp (trừ khi đã có căn cứ riêng nói trong chương trình), việc thử cọc có kích thước thật, nếu cần, phải tiến hành bằng tải trọng động cũng như tải trọng tĩnh.

Thử tĩnh cọc mẫu là hợp lý, khi cần xác định riêng rẽ sức chống của đất ở mũi cọc và ở mặt hông của cọc. Trong trường hợp này việc thử phải tiến hành theo thứ tự sau đây : thử dưới mũi, thử theo mặt hông và thử toàn bộ cọc. Thử bằng cách nén ngang nhằm mục đích xác định các đặc trưng biến dạng của đất để tính cọc và móng cọc theo biến dạng dưới tải trọng đứng và tải trọng ngang. Trong các đất giữ được thành hố khoan, trong mọi trường hợp nên tiến hành thử nén ngang. Thử đất bằng bàn nén chủ yếu là để chính xác hoá các hệ số chuyển trong các công thức đề nghị của tiêu chuẩn, dùng để tính toán theo số liệu xuyên và nén ngang môđun biến dạng của đất cho nơi đang định xây dựng. Ở đây nên thử đất bằng bàn nén có diện tích 5000cm^2 trong các hố móng, hố đào hoặc trong các giếng tròn, vì rằng các số liệu thử đất bằng bàn nén 600cm^2 trong hố khoan không tin cậy lắm.

3.4. Chiều sâu lỗ khoan dự kiến trong chương trình khảo sát, có kể đến các điều kiện địa chất công trình cụ thể của nơi xây dựng và tính chất của nhà (công trình) định thiết kế, nên quy định sâu hơn độ sâu mũi cọc, cọc ống và cọc trụ, trong đất, thường không bé hơn 5m. Đối với nhà và công trình kiểu khung có tải trọng trên nhóm cọc treo và cọc ống lớn hơn 300 tấn, cũng như khi cọc được bố trí thành trường cọc dưới toàn bộ công trình, thì độ sâu của 50% số lượng hố khoan phải quy định sâu hơn độ sâu mũi cọc hoặc cọc ống, thường không bé hơn 10m.

Khi cần chống hoặc chôn sâu cọc, cọc ống và cọc trụ trong đá thì độ sâu hố khoan trong đá không được bé hơn 1,5m ở dưới mũi cọc, cọc ống và cọc trụ. Khi trong đó có các to, các phụ lớp đất hoặc một số chỗ đất yếu cục bộ, thì số lượng và chiều sâu hố khoan phải qui định theo chương trình khảo sát, xuất phát từ đặc điểm của điều kiện địa chất công trình của vùng xây dựng đang nghiên cứu.

Chú thích :

1. Trong nhiệm vụ kỹ thuật về thi công khảo sát, để quy định chiều sâu hố khoan, cho phép xác định sơ bộ chiều dài của cọc, cọc ống và cọc trụ theo số liệu của đất đã có trong các tài liệu lưu trữ về địa chất công trình đã làm trước đây hoặc theo các móng tương tự của nhà và công trình ở gần đây.

2. Đối với cọc chỉ chịu lực nhỏ thì chiều sâu hố khoan và xuyên khi khảo sát cho phép chỉ lấy đến 1m sâu hơn mũi cọc.

G.3.4. Khi cọc bố trí thành hàng và trong nhóm cọc thì chiều sâu thử đất quy định theo các yêu cầu của tiêu chuẩn "Khảo sát địa kỹ thuật phục vụ cho thiết kế và thi công móng cọc" 20 TCN 160-87. Ở các trường cọc có kích thước lớn hơn $10 \times 10\text{m}$, thì chiều sâu nghiên cứu đất phải lớn hơn chiều sâu đóng cọc một khoảng cách không bé hơn 1 bề rộng của trường cọc. Khi có các lớp đất lún ướt, trương nở, nhiễm muối, có tính nén co lớn (bùn, than bùn, đất sét có độ sét chảy), cần phải khoan xuyên suốt chiều dày của lớp đất để xác định chiều sâu của lớp đất tựa bện dưới và xác định các đặc trưng của lớp đất này.

3.5- Độ chặt của đất cát nên xác định trong điều kiện thể nằm tự nhiên theo số liệu xuyên, ứng với những yêu cầu của các tiêu chuẩn Nhà nước và phương pháp thử đất tại hiện trường bằng xuyên tĩnh, xuyên động và khi có thể được thì theo kết quả thử các mẫu đất có kết cấu nguyên dạng lấy trong các hố đào hoặc hố khoan theo các yêu cầu của các tài liệu tiêu chuẩn về nghiên cứu đất nền nhà và công trình.

G.3.5. Khi trong nền cọc có các lớp đất cát, thì trong quá trình khảo sát phải thu được các số liệu về độ chặt của nó. Các số liệu này trước hết cần để :

- a. Xác định khả năng sử dụng đất cát làm lớp chịu lực.
- b. Ước lượng khả năng hạ cọc.
- c. Dùng các giá trị thích hợp R và f theo các bảng 1 và 2 của tiêu chuẩn "Thiết kế móng cọc" 20 TCN 21-86 để xác định khả năng chịu tải của cọc.

Thiết bị kỹ thuật của các cơ quan khảo sát hiện nay cho phép xác định một cách tin tưởng hơn độ chặt tự nhiên của đất cát theo tài liệu xuyên tĩnh.

4- NHỮNG CHỈ DẪN CƠ BẢN VỀ TÍNH TOÁN :

4.1. Tính toán móng cọc và nền cọc phải tiến hành theo trạng thái giới hạn

a. Thuộc nhóm thứ nhất :

- Theo độ bền của vật liệu làm cọc và dài cọc (điều 4.2);
- Theo khả năng mang tải của đất nền cọc (điều 4.3);
- Theo khả năng mang tải của nền móng cọc, nếu truyền lên móng cọc các tải trọng ngang đáng kể (tường chắn, móng của các kết cấu có lực đập ngang v.v...) hoặc nếu nền bị giới hạn bởi các mái nghiêng hoặc gồm các lớp đất nằm dốc (điều 8.12).

b. Thuộc nhóm thứ hai :

- Theo độ lún của nền cọc và móng cọc do tải trọng đứng gây ra (các điều 4.4; 7.1 và 7.2 của tiêu chuẩn này);
- Theo chuyển vị của cọc chuyển vị ngang U_{ng} và góc xoay của đầu cọc ψ_p cùng với đất nền do tác dụng của tải trọng ngang và mômen (phụ lục của tiêu chuẩn này);
- Theo sự hình thành hoặc mở rộng vết nứt trong các cấu kiện bê tông cốt thép của móng cọc (điều 4.2 của tiêu chuẩn này).

G.4.1. Tính toán kết cấu của cọc, cọc ống và dài theo nhóm thứ nhất của trạng thái giới hạn, phải thực hiện trong mọi trường hợp khi cọc chịu tải trọng thẳng đứng và nằm ngang, theo độ bền của vật liệu làm cọc và cọc ống, cũng như theo sức chịu tải của đất nền.

Tính toán móng cọc theo nhóm thứ hai của trạng thái giới hạn (theo biến dạng), nên tiến hành ở mọi loại đất, trừ trường hợp khi cọc và cọc ống tựa trên đất hòn lòn, cát chặt và sét mịn cứng, ở đây việc tính toán theo độ lún là không cần thiết. Việc tính toán này cũng cần khi truyền lên cọc những tải trọng ngang, chúng có thể gây ra những chuyển vị ngang đáng kể cho móng.

Việc tính toán móng cọc cho các móng cầu và cống phải theo nhóm thứ nhất của trạng thái giới hạn, có kiểm tra độ lún và chuyển vị ngang đỉnh mố. Điều này cần phải làm vì móng móng cầu, ngoài tải trọng thẳng đứng còn tiếp thu tải trọng ngang đáng kể (áp lực của đất lên các bệ, áp lực đập không cân bằng nhau của kết cấu nhịp vòm v.v...) còn móng của cống trên các đất chưa ổn định (ở đây có dùng cọc) thì chịu tác dụng thường xuyên của tải trọng ngang do sự ép xung quanh của đất đắp.

? 4.2 Việc tính toán móng cọc theo sự hình thành và mở rộng vết nứt, được thực hiện đối với các cấu kiện bê tông cốt thép của móng cọc ứng với các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép.

4.3. Cọc đơn trong móng cọc và nằm ngoài móng cọc, theo sức chịu tải của đất nền tính toán từ điều kiện :

$$N \leq \frac{\Phi}{K_{lc}} \quad 1 (1)$$

Trong đó:

N - Tải trọng tính toán (Tấn) truyền lên cọc (lực dọc do tải trọng tính toán tác dụng lên móng gây ra với tổ hợp tải trọng bất lợi nhất), xác định theo những chỉ dẫn ở điều 4.8.

Φ - Sức chịu tải trọng tính toán của đất nền cho cọc đơn, (Tấn), sau đây để đơn giản sẽ gọi là "sức chịu tải của cọc", xác định theo những chỉ dẫn ở chương 5 và 6 của tiêu chuẩn này.

K_{lc} - Hệ số tin cậy, lấy bằng :

1,2 - Nếu sức chịu tải của cọc xác định bằng nén tĩnh cọc tại hiện trường;

1,25 - Nếu sức chịu tải của cọc xác định bằng tính toán theo kết quả xuyên tĩnh đất, theo kết quả thử động cọc có kể đến biến dạng đàn hồi của đất, và theo kết quả thử đất tại hiện trường bằng cọc mẫu hoặc cọc-xuyên;

1,4 - Nếu sức chịu tải của cọc xác định bằng tính toán, kể cả theo kết quả thử động cọc mà không kể đến biến dạng đàn hồi của đất;

1,4 (1,25) - Đối với móng móng cầu dài thấp, cọc treo, cọc chống, còn khi ở dài cao - khi cọc chống chỉ chịu tải trọng thẳng đứng, không phụ thuộc số lượng cọc trong móng;

Đối với dài cao hoặc thấp mà đáy của nó nằm trên đất có tính nén lớn và đối với cọc treo chịu tải trọng nén, cũng như đối với bất kỳ loại dài nào mà cọc treo, cọc chống chịu tải trọng nhỏ, tùy thuộc số cọc trong móng, trị số K_{lc} lấy như sau :

- Móng có từ 21 cọc trở lên $K_{lc} = 1,4$ (1,25);
- Móng có từ 11 đến 20 cọc $K_{lc} = 1,55$ (1,4);
- Móng có từ 6 đến 10 cọc $K_{lc} = 1,65$ (1,5);
- Móng có từ 1 đến 5 cọc $K_{lc} = 1,75$ (1,6).

Số trong ngoặc đơn là trị số của K_{lc} khi sức chịu tải của cọc xác định theo kết quả thử tĩnh ở hiện trường hoặc bằng tính toán theo kết quả xuyên tĩnh đất.

Chú thích :

1. Khi tính toán cọc các loại chịu nhỏ, còn cọc ống và cọc trụ chịu lực nén, ngoài tải trọng tính toán hoặc lực dọc xuất hiện trong cọc do tải trọng tính toán **N** trên mỗi cọc gây ra, còn phải thêm vào trọng lượng bản thân của cọc, cọc ống hoặc cọc trụ.

2. Nếu việc tính toán móng cọc có kể đến tải trọng gió và tải trọng cầu trục thì được phép tăng tải trọng tính toán trên các cọc bên lên 20% (trừ móng trụ đường dây tải điện).

Nếu cọc của móng trụ cầu theo hướng tác dụng của tải trọng ngoài, cấu tạo thành một hàng hoặc một vài hàng, thì khi kể đến tải trọng (kết hợp hoặc tách riêng) do lực hãm, áp lực gió, do chất hàng của tàu thủy gây ra, cho phép tăng tải trọng tính toán truyền cho mỗi cọc lên 10%, khi 4 cọc bố trí thành một hàng và lên 20% khi có từ 8 cọc trở lên. Với số cọc nằm giữa khoảng nói trên thì số phần trăm nâng tải trọng tính toán phải xác định bằng nội suy.

3. Đối với móng chỉ có cọc đóng tiết diện vuông mang tải trên 60 Tấn (600 KN) hoặc 1 cọc mang tải trên 250 Tấn (2500 KN) thì :

$K_{lc} = 1,4$ - Nếu sức chịu tải xác định theo thử tĩnh cọc,

$K_{lc} = 1,6$ - Nếu sức chịu tải xác định theo các phương pháp khác.

$K_{lc} = 1$ - Đối với móng bè trên trường cọc của công trình có độ cứng lớn, độ lún giới hạn lớn hơn hoặc bằng 30cm (với số cọc hơn 100), nếu sức chịu tải của cọc xác định theo kết quả thử tĩnh.

G.4.3. Chú thích 2 : Sự vượt tải của các cọc biên trong nhóm cọc khoảng 20% sức chịu tải của cọc, có thể kể đến các tình hình sau đây :

a- Tải trọng gió và tải trọng cầu trục lấy theo tiêu chuẩn "Tải trọng và tác động". Khi thiết kế các công trình cao (ống khói, tháp v.v...) tải trọng gió được kể đến theo các tài liệu tiêu chuẩn hiện hành cho loại công trình này.

b- Khi kể đến tác dụng của gió cũng như khi có cầu trục, thì tải trọng do các tác động này gây ra chiếm hơn 30% tổng tải trọng trên móng.

Khi xây dựng các công trình công thì tải trọng cầu trục xem như là tải trọng thường xuyên.

Việc làm chính xác hoá các phương pháp kể đến các loại tải trọng cầu trục khi thiết kế móng cọc phải dựa trên kết quả đo độ lún của móng cọc với tác dụng lặp của cầu trục theo chế độ công nghệ.

4.4. Tính toán cọc và móng cọc theo giới hạn phải tiến hành từ điều kiện :

$$S \leq S_{gh}$$

2 (2)

Trong đó :

S - Trị tính toán của biến dạng chung của cọc, móng cọc và nền (độ lún, chuyển vị độ lún lệch tương đối của cọc và móng cọc v.v...), xác định bằng tính toán theo các chỉ dẫn của những điều 4.5 và 4.6 thuộc chương 7 và phụ lục của tiêu chuẩn này.

S_{gh} - Trị giới hạn, cho phép của biến dạng chung gồm cọc, móng cọc và nền, quy định trong nhiệm vụ thiết kế, và khi không quy định trong nhiệm vụ thì lấy theo biến dạng giới hạn cho phép được quy định trong tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

4.5. Tính cọc, móng cọc và nền của chúng theo sức chịu tải cần thực hiện trên tổ hợp tải trọng cơ bản và tải trọng đặc biệt, còn khi tính theo biến dạng tính trên tổ hợp tải trọng cơ bản.

Tải trọng, tác động, tổ hợp của chúng cũng như hệ số tin cậy về tải trọng khi tính móng cọc của cầu và công trình thủy công nên theo các yêu cầu của các tiêu chuẩn tương ứng.

Khi thiết kế móng cọc xây trong những điều kiện tự nhiên đặc biệt và chịu tác dụng của tải trọng đặc biệt (động đất, tác động do biến dạng mặt đất lúc khai thác mỏ v.v...) ngoài những tính toán nói trên còn cần phải tính toán theo sức chịu tải với tổ hợp đặc biệt của tải trọng, trong những trường hợp cần thiết (ví dụ ở vùng khai thác mỏ) phải tính theo biến dạng.

Việc xác định sức chịu tải ϕ và biến dạng S của cọc, của đài, của móng cọc nối chung và của nền, phải tính toán theo các yêu cầu của tiêu chuẩn này, bằng cách dùng giá trị tính toán các đặc trưng của vật liệu và của đất. Khi có kết quả thử nghiệm trường

(theo các yêu cầu trình bày tại các điều 6.1 - 6.9 của tiêu chuẩn này) sức chịu tải của cọc phải được xác định có kể đến kết quả tìm được bằng xuyên tĩnh đất hoặc theo số liệu thử động cọc hoặc có thể lấy trực tiếp theo kết quả thử cọc bằng tải trọng tĩnh.

Thuật ngữ "đặc trưng đất" nên hiểu là các đặc trưng độ bền và biến dạng của đất (góc ma sát trong - φ , lực dính - C , mô đun biến dạng của đất - E) cũng như trọng lượng thể tích của đất - γ . Ngoài ra, các đặc trưng tính toán của đất, trong tiêu chuẩn này, còn có sức chống thấm tính toán của đất - R , ở mũi cọc và f , ở mặt hông cọc, cũng như các đại lượng tính toán của hệ số nền của đất C_2 ở mặt hông của cọc.

Giá trị tính toán các đặc trưng của đất φ , C , E và γ nên xác định theo các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình. Lúc này hạn chế hệ số an toàn theo đất k_d bằng các giá trị tương ứng 1,1 khi xác định góc ma sát trong φ_1 và 1,5 khi xác định lực dính C_1 . Trong những tính toán theo biến dạng cho phép lấy $k_d = 1$ để tính tất cả các đặc trưng tính toán của đất.

Sức chống thấm tính toán của đất R và f được dùng trong các công thức xác định sức chịu tải của cọc nên lấy theo những chỉ dẫn của các điều 5.4-5.11 của tiêu chuẩn này. Giá trị tính toán của hệ số nền - C_2 của đất khi tính cọc chịu tải trọng ngang nên lấy theo công thức (3) trình bày ở phụ lục của tiêu chuẩn này.

Các đặc trưng tính toán của vật liệu cọc và của đài cọc nên lấy theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông, bê tông cốt thép hoặc gỗ, còn đối với cầu - theo tiêu chuẩn thiết kế cầu và cống.

4.7. Những tính toán kết cấu của cọc thuộc tất cả các loại, nên dựa vào các lực của nhà và công trình truyền lên cọc, còn đối với cọc đóng, ngoài lực nói trên, phải theo lực do trọng lượng bản thân của cọc gây ra trong khi chế tạo, chắt kho và vận chuyển cọc cũng như khi nâng cọc lên giá búa tại một điểm cách đầu cọc một khoảng $0,3L$ (ở đây L - chiều dài cọc).

Xác định nội lực trong cọc (giống như trong dầm) do tác động của trọng lượng bản thân nên kể đến hệ số động lực:

- Khi tính độ bền bằng 1,5;
- Khi tính theo sự hình thành và mở rộng vết nứt bằng 1,25.

Trong các trường hợp này hệ số vượt tải do trọng lượng bản thân của cọc gây ra nên lấy bằng 1.

G.4.7. Điểm buộc cáp khi di chuyển và nâng lên giá búa quy định cách đầu cọc hoặc cọc ống $0,3L$ (ở đây L - chiều dài của cọc hoặc cọc ống) và phải phù hợp với đai thép đặt sẵn trong cọc, còn trong cọc ống thì ứng với vạch được đánh dấu bằng màu đỏ không bị nhòe. Nên chú ý rằng không cho phép nâng cọc lên giá búa qua một tại cọc vì để tránh gây và tăng ứng suất trong cọc.

4.8. Tải trọng tính toán trên một cọc N , K_N (Tấn) nên xác định khi coi móng như kết cấu khung chịu tải trọng thẳng đứng, ngang và mômen uốn

Đối với móng gồm các cọc thẳng đứng, tải trọng tính toán trên một cọc cho phép xác định theo công thức:

$$N = \frac{N_d}{n} \pm \frac{M_{yx}}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_{xy}}{\sum x_i^2}, \quad (1,a)$$

Trong đó: N_d , M_x , M_y - lần lượt là lực nén tính toán (Tấn) (K_N) mô men uốn tính toán kNm (Tấn-mét) đối với các trục chính tâm x và y của mặt bằng cọc tại đáy đài.

n - Số lượng cọc trong móng.

X_i, y_i - Khoảng cách từ các trục chính đến trục mỗi cọc. (m).

x, y - Khoảng cách từ các trục chính đến trục mỗi cọc cần tính tải trọng (m).

Chú thích: Tải trọng ngang tác dụng lên móng gồm những cọc thẳng đứng có cùng tiết diện ngang, cho phép lấy như phân bố đều giữa tất cả các trục cọc.

5- TÍNH TOÁN CỌC, CỌC ỐNG VÀ CỌC TRỤ THEO SỨC CHỊU TẢI:

Chỉ dẫn chung:

5.1. Sức chịu tải của tất cả các loại cọc nên xác định theo giá trị bé nhất từ sức chịu tải tìm được, theo 2 điều kiện sau đây:

a- Từ điều kiện cường độ của đất nền đối với cọc, cọc ống và cọc trụ theo các yêu cầu trình bày ở các điều 5.4 - 5.12.

b- Từ điều kiện cường độ của vật liệu cọc, cọc ống và cọc trụ, theo các yêu cầu của các điều 5.2 - 5.3 và của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép hoặc gỗ, còn trong những trường hợp cần thiết theo tiêu chuẩn thiết kế cầu và cống.

G.5.1. Tính toán sức chịu tải của tất cả các loại cọc thuộc nhóm thứ nhất về trạng thái giới hạn phải tiến hành chẳng những từ điều kiện cường độ của đất nền đối với cọc, mà còn từ điều kiện cường độ của vật liệu cọc khi tác động của tải trọng tính toán theo hướng đứng và hướng ngang. Điều đó có nghĩa là cần phải thực hiện cả 2 điều vừa nói. Sự quyết định khi qui định sức chịu tải của cọc là theo trị số bé nhất trong hai giá trị ấy.

Tính toán cường độ của vật liệu thân cọc phải dựa vào các lực do tất cả các tải trọng sử dụng, gây ra cho cọc (tải trọng thẳng đứng và nằm ngang). Khi tính toán cọc gỗ nên thấy rằng trong quá trình sử dụng, gỗ của cọc sẽ có độ ẩm 100%.

Khi tính toán sức chịu tải theo vật liệu cọc làm việc trong các móng của những công trình đặc biệt, nên sử dụng những chỉ dẫn bổ sung về thiết kế những công trình ấy.

5.2. Khi tính toán cọc, cọc ống và cọc trụ theo độ bền của vật liệu, cọc (cọc ống và cọc trụ) được coi như một thanh ngàm cứng trong đất tại tiết diện nằm cách đáy đài một khoảng l_1 , xác định theo công thức:

$$l_1 = l_0 + \frac{2}{\alpha_d} \quad (3)$$

Trong đó:

l_0 - Chiều dài phần cọc, cọc ống và cọc trụ kể từ đáy đài đến mặt đất, (m).

α_d - Hệ số biến dạng, 1/m, xác định theo công thức (6) của phụ lục thuộc tiêu chuẩn này.

Nếu như đối với cọc nhồi, cọc ống và cọc trụ chôn trong đá, đại lượng $\frac{2}{\alpha_d} > 1$ (trong đó l - độ sâu hạ cọc nhồi), cọc ống hoặc cọc trụ thì nên lấy $l_1 = l_0 + 1$

Khi tính theo độ bền của vật liệu làm cọc khoan phun xuyên qua đất, có tính đến cơ lớn, với môđun biến dạng $E = 50 \text{ KG/cm}^2$ (5000 KPa) hoặc nhỏ hơn thì chiều dài tính toán về uốn dọc l_0 tùy thuộc vào đường kính của cọc và nên lấy bằng:

$$l_0 = 25d \text{ khi } E = 5 - 20 \text{ KG/cm}^2 \text{ (500 - 2000 KPa)}$$

$$l_d = 15d \text{ khi } E = 20 \cdot 50 \text{ KG/cm}^2 \text{ (2000 - 5000 KPa)}$$

Trong trường hợp, nếu l_d vượt qua chiều dày của lớp đất nền có lớn hơn h_f thì chiều dài tính toán nên lấy bằng 2 h_f .

G.5.2. Việc kể đến độ uốn dọc nên theo phương pháp tính các cấu kiện chịu nén đúng tâm và lệch tâm. Nhưng điều kiện ngầm đầu tiên của cọc nên theo các giải pháp cấu tạo của nút liên kết đầu cọc với đài cọc, với mũ chụp và với các cấu kiện khác. Khi tính toán độ uốn dọc nên qui ước phần dưới của cọc ngầm cứng trong đất. Sơ đồ tính toán độ uốn dọc của cọc, cọc ống, cọc trụ trên đây chỉ để xác định độ mềm. Việc xác định các giá trị tính toán của mômen uốn và lực cắt trong các tiết diện của cọc, phải theo phụ lục của tiêu chuẩn 20 TCN 21-86.

5.3. Khi tính toán sức chịu tải của cọc nhồi theo vật liệu, sức chống tính toán của bê tông nên xác định có kể đến hệ số điều kiện làm việc được giảm thấp $m = 0,85$ (Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép đối với những cấu kiện được đổ bê tông theo vị trí thẳng đứng). Hệ số điều kiện làm việc bổ sung được giảm thấp do ảnh hưởng của phương pháp thi công cọc :

a. Trong đất sét có độ sét cho phép khoan và đổ bê tông mà không cần chống thành hố, khi vị trí mực nước ngầm trong thời kỳ xây dựng ở dưới đế cọc, $m = 1$.

b. Trong loại đất cần phải chống thành hố khi khoan và đổ bê tông bằng cách dùng các ống chống rút ra khỏi đất, khi không có nước trong hố khoan (đổ bê tông bằng phương pháp khô), $m = 0,9$.

c. Trong loại đất khi khoan cần chống thành hố bằng cách dùng ống chống rút ra khỏi đất và đổ bê tông dưới nước, $m = 0,8$.

d. Trong loại đất mà thành hố khoan cần giữ bằng dung dịch sét (không phải ống chống) và đổ bê tông dưới dung dịch ấy, $m = 0,7$.

Chú thích : Việc đổ bê tông dưới nước hoặc dưới dung dịch sét nên tiến hành bằng phương pháp VPT (ống dịch chuyển thẳng đứng).

G.5.3. Các hệ số điều kiện làm việc được giảm thấp $m = 0,85$, được xét từ điều kiện phức tạp của việc đổ bê tông các cấu kiện ở vị trí thẳng đứng. Các hệ số điều kiện làm việc đã nêu ở các điểm từ "a" đến "d" nên kể đến một cách độc lập, và sau đó nhân lẫn nhau giữa chúng.

Cọc chống :

5.4. Sức chịu tải ϕ , (tấn), của cọc chống đóng vào đất, tiết diện ngang là hình vuông, chữ nhật hoặc tròn rỗng có đường kính đến 0,8m, cọc ống, cọc nhồi và cọc trụ, tựa lên đất (coi như không nén co được) xem chú thích ở điều 2.2 của tiêu chuẩn này, nên xác định theo công thức :

$$\phi = mRF, \quad (4.1)$$

Trong đó :

m - hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất lấy $m = 1$.

F - Diện tích tựa lên đất của cọc, cọc ống và cọc trụ, (m^2), đối với cọc tiết diện đặc - lấy bằng diện tích tiết diện ngang, còn đối với cọc tròn rỗng và cọc ống - lấy bằng diện tích tiết diện ngang của thành cọc khi không nhồi bê tông phần rỗng và bằng diện tích tiết diện ngang của toàn cọc khi nhồi bê tông phần rỗng đến chiều cao không bé hơn 3 lần đường kính cọc;

R - Sức chống tính toán của đất ở mũi cọc chống, (T/m^2), lấy như sau :

a. Đối với mọi loại cọc đóng mà mũi cọc chống lên đá, lên đất ft nếu có, $R = 2000 \text{ T/m}^2$ (20.000 KPa);

b. Đối với cọc nhồi cọc khoan nhồi, cọc ống có nhồi bê tông ngàm vào đá không bị phong hoá (không có các phụ lớp yếu) không bé hơn 0,5m, theo công thức :

$$R = \frac{R_n^{lc}}{k_d} \left(\frac{h_3}{d_3} + 1,5 \right) \quad 5 (5)$$

Trong đó :

R_n^{lc} - Trị số tiêu chuẩn của giới hạn bền khi nén một trục của đất đá ở trạng thái no nước, (T/m^2)

k_d - Hệ số tin cậy theo đất, lấy $k_d = 1,4$

h_3 - Độ chôn sâu tính toán của cọc nhồi, cọc khoan nhồi cọc ống, trong đá, (m)

d_3 - Đường kính ngoài của phần chôn vào đá của cọc nhồi, cọc khoan nhồi và cọc ống (m).

c. Đối với cọc ống chống đều dằn lên trên bề mặt đất không bị phong hoá, lớp này được phủ bởi lớp đất không bị xói lở có chiều dày không bé hơn 3 lần đường kính cọc ống, theo công thức :

$$R = \frac{R_n^{lc}}{k_d} \quad 6 (6)$$

Trong đó :

R_n^{lc} và k_d - giống như ký hiệu trong công thức 5 (5)

Chú thích : Khi trong nền cọc đóng, cọc nhồi, cọc ống có đá bị phong hoá cũng như có thể bị xói lở, thì vấn đề quy định sức chống nền một trục của đất R_n^{lc} lấy theo kết quả thử tĩnh đất bằng bàn nén, hoặc theo kết quả thử cọc và cọc ống bằng tải trọng tĩnh.

G.5.4. Đối với cọc chống chịu tải trọng thẳng đứng và tựa lên đá hoặc lên đất (coi như không nén co được), ta chỉ kể đến sức chống của đất nền dưới mũi (đáy) cọc các loại (kể cả cọc ống), vì rằng sức chống của đất ở mặt hông (mặt ngoài) chỉ có thể xuất hiện trong quá trình cọc chuyển vị (lún). Như vậy cọc thực tế không thể truyền tải trọng qua mặt hông vì độ lún của đất nằm dưới mũi các cọc này không đáng kể.

Sức chống tính toán của đất hòn lớn trình bày ở điểm này là đối với trường hợp khi chiều sâu của cọc đóng chôn vào lớp đất chịu lực không bé hơn 0,5m (xem điều 8.13). Nếu như lúc đóng cọc chống dùng búa nhẹ hơn so với dự kiến thi công, sẽ không đảm bảo độ chôn sâu nói trên của cọc vào đất hòn lớn, sức chịu tải của những cọc này phải được kiểm tra bằng thử tĩnh hoặc thử động. Sức chịu tải của cọc lên đất hòn lớn có lẫn sét lấp nhét, sẽ phụ thuộc rất nhiều vào độ sét của vật liệu độn bằng sét ấy, vì vậy sức chịu tải của những cọc này phải xác định theo số liệu thử tĩnh.

Đối với các móng của mố cầu, khi trong nền của móng này có đất phong hoá yếu, phong hoá hoặc phong hoá mạnh, hoặc đất có thể bị xói trôi, thì phải xác định sức chống nền tính toán của chúng trên cơ sở thử đất bằng bàn nén. Trường hợp không có các số liệu này thì đối với đất phong hoá, phong hoá yếu không bị

xói trôi, cho phép xác định R theo R_n^{lc} với các hệ số lần lượt bằng 0,3 và 0,6; Đối với đất phong hoá mạnh thì lấy R giống như đất hòn lớn.

Ví dụ 1: Cần xác định sức chịu tải của cọc đóng tiết diện vuông $300 \times 300\text{mm}$ dài 8m, chống lên đất hòn lớn có chất lấp nhét là cát. Cọc làm bằng bê tông mác M300 và thép là loại 4 $\phi 12A-11$.

Giải: Sức chịu tải của cọc theo đất xác định bằng công thức 4 (4)

Đối với cọc chống đóng $m = 1$, $R = 2000\text{T/m}^2$ theo điều kiện của bài tập thì $F = 0,3 \times 0,3 = 0,09\text{m}^2$, $\phi = mRF = 1 \times 2000 \times 0,09 = 180\text{T}$.

Tải trọng tính toán trên một cọc theo đất, xác định theo công thức 1 (1) với hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,4$:

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{180}{1,4} = 128\text{T}$$

Tải trọng tính toán trên cọc (theo điều kiện bền của vật liệu), được xác định bằng biểu đồ kiểm tra cọc theo độ bền, trình bày trong bản vẽ thi công các kết cấu điển hình của cọc. Với điều kiện của bài tập, tải trọng tính toán này sẽ là 120T. Ta lấy tải trọng tính toán trên một cọc từ trị số bé nhất trong hai trị số vừa tính, tức là $N = 120\text{T}$.

Ví dụ 2: Yêu cầu xác định sức chịu tải của cọc nhồi đường kính 0,6m, chôn vào đá ở độ sâu $h_3 = 0,8\text{m}$. Cọc làm bằng bê tông mác M200 và thép là loại 6 $\phi 10A-I$. Sức chống nén một trục tạm thời của đá ở trạng thái no nước R_n^{lc} xác định bằng cách thử trong phòng thí nghiệm, bằng 520T/m^2 .

Giải: Đối với cọc nhồi $k_d = 1,4$. Xác định R theo công thức 5 (5)

$$R = \frac{R_n^{lc}}{k_d} \left(\frac{h_3}{d_3} + 1,5 \right) = \frac{520}{1,4} \left(\frac{0,8}{0,6} + 1,5 \right).$$

Diện tích của cọc tựa lên đất $F = 0,283\text{m}^2$. Xác định sức chịu tải của cọc (theo loại đất) bằng công thức 4 (4).

Tải trọng tính toán trên một cọc (theo loại đất) xác định bằng công thức 1 (1):

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{297}{1,4} = 212\text{T}$$

Tải trọng tính toán trên mỗi cọc theo điều kiện bền của vật liệu được tính bằng biểu đồ xác định độ bền của cọc nhồi, trình bày trong thiết kế điển hình là 150T. Vì rằng tải trọng tính toán trên 1 cọc (theo loại đất) lớn hơn độ bền tính toán của vật liệu, nên chúng ta sẽ dùng cọc nhồi bê tông mác M300. Như vậy tải trọng tính toán trên một cọc sẽ là 225T. Ta lấy tải trọng tính toán trên một cọc với trị số bé nhất trong hai trị số vừa tính, tức là $N = 212\text{T}$.

Ví dụ 3: Yêu cầu xác định sức chịu tải của cọc ống đường kính $D = 1\text{m}$ bằng bê tông mác M400 chống lên đá nguyên dạng không bị phong hoá, phía trên phủ một lớp đất không bị xói lở, dày 3,5m. Không nhồi bê tông vào lòng cọc ống. Chiều dày thành cọc ống bằng 12cm. Đại lượng R_n xác định trong phòng thí nghiệm, bằng 3000T/m^2 .

Giải: Diện tích tiết diện ngang của thành cọc ống bằng:

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{3,14}{4} (1^2 - 0,76^2) = 0,33\text{m}^2;$$

Sức chịu tải của cọc ống theo tính chất của đất là : $\phi = 1 \times 3000 \times 0,33 = 990T$.

Tải trọng tính toán lên cọc ống tính theo đất là :

$$N = \frac{\phi}{k_{lc}} = \frac{990}{1,4} = 708T$$

Tải trọng tính toán trên cọc ống tính theo điều kiện bền của vật liệu, được xác định bằng biểu đồ xác định độ bền, trình bày trong các thiết kế điển hình, để thiết kế móng cọc ống, bằng 600T. Tải tăng mức bê tông cọc ống lên M500. Lúc này tải trọng tính toán lên cọc theo độ bền vật liệu là 735T. Tải trọng tính toán lên cọc là trị số bé nhất trong hai trị số vừa tính được, tức là $N = 708T$.

Cọc treo-đóng của tất cả các loại :

5.5. Sức chịu tải ϕ (Tấn), của cọc treo-đóng cọc ống, lúc hạ xuống không lấy đất ra. Xác định sức chịu tải trọng nén như tổng sức chống tính toán của đất nền dưới mũi cọc và ở mặt hông cọc, theo công thức :

$$\phi = m (m_R R F + u \sum m_i f_i l_i) \quad 7 (7)$$

Trong đó :

m - Hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất, lấy $m = 1$.

R - Sức chống tính toán của đất dưới mũi cọc, (T/m^2), theo bảng 1 (1)

F - Diện tích chống của cọc lên đất, (m^2), lấy theo diện tích tiết diện ngang toàn bộ, hoặc theo diện tích tiết diện ngang của đáy mở rộng bằng nổ mìn theo đường kính lớn nhất của phần mở rộng, hoặc theo diện tích ngang của thành cọc ống.

u - Chu vi ngoài của tiết diện ngang của cọc, (m).

f_i - Sức chống tính toán của lớp đất thứ i của nền lên mặt hông của cọc, (T/m^2) xác định theo bảng 2 (2).

l_i - Chiều dày của lớp đất thứ i tiếp xúc với mặt hông cọc, m(m).

m_R và m_i - Các hệ số điều kiện làm việc của đất, lần lượt ở mũi cọc và ở mặt hông cọc.

Ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức chống tính toán của đất, xác định theo bảng 3 (3) và được chọn một cách độc lập với nhau.

Trong công thức 7 (7) việc lấy tổng sức chống tính toán của đất phải tiến hành trên tất cả các lớp đất mà cọc xuyên qua, trừ trường hợp khi san nền cần gạt bỏ, hoặc có thể bị xói trôi đất đi. Trong những trường hợp ấy phải tiến hành lấy tổng sức chống tính toán của tất cả các lớp đất nằm lần lượt bên dưới mức san nền (gạt bỏ) và dưới cốt xói lở cục bộ khi tính toán lũ.

Chú thích :

1. Sức chịu tải của cọc đóng có mở rộng đáy (cọc hình kim) được xác định theo công thức 7 (7). Ở đây chu vi u ở thân cọc là chu vi tiết diện ngang của thân cọc, còn ở phần mở rộng - là chu vi tiết diện ngang của phần mở rộng.

Cường độ tính toán f_i của đất ở mặt bên của những cọc như thế, ở phần mở rộng và ở phần thân (đối với đất cát) nên lấy như đối với cọc không có mở rộng đáy; Trong đất sét bụi, cường độ f_i ở phần thân thuộc phần mở rộng lấy bằng không.

2. Sức chống tính toán của đất R và f_i trong công thức 7 (7) đối với "lót" và á sét dạng "lót", ở độ sâu hạ cọc lớn hơn 5m sẽ lấy theo các giá trị trình bày ở bảng 1 (1) và 2(2) đối với độ sâu 5m.

Ngoài ra, đối với những đất như thế trong trường hợp có thể bị mềm do ngập nước, cường độ tính toán R và f_i nếu ở bảng 1(1) và 2(2) nên lấy ứng với độ nhão của đất hoàn toàn no nước.

BẢNG 1(1)

Độ sâu của mũi cọc, (m)	Sức chống tính toán dưới mũi cọc đóng và cọc ống khi hạ mà không lấy đất ra R (T/m ²)						
	Của đất cát chặt vừa						
	Sỏi	Thô	-	Thô vừa	Mịn	Bụi	-
	Và của đất sét với chỉ số sét I_L bằng						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1	2	3	4	5	6	7	8
3	750	$\frac{660}{400}$	300	$\frac{310}{200}$	$\frac{200}{120}$	110	60
4	830	$\frac{680}{510}$	380	$\frac{320}{250}$	$\frac{210}{160}$	125	70
5	880	$\frac{700}{620}$	400	$\frac{340}{280}$	$\frac{220}{200}$	130	80
7	970	$\frac{730}{690}$	430	$\frac{730}{330}$	$\frac{240}{220}$	140	85
10	1050	$\frac{770}{730}$	500	$\frac{400}{350}$	$\frac{260}{240}$	150	90
15	1170	$\frac{820}{750}$	560	$\frac{440}{400}$	290	165	100
20	1260	850	620	$\frac{480}{450}$	320	180	110
25	1340	900	680	520	350	195	120
30	1420	950	740	560	380	210	130
35	1500	1000	800	600	410	225	140

Chú thích :

- Các trị số của R trình bày ở dạng phân số, thì tử số là của cát, còn mẫu số là của sét.
- Trong bảng 1 và 2, độ sâu của mũi cọc hoặc của cọc ống, và độ sâu trung bình của lớp đất khi san nền bằng phương pháp gạt bỏ, đắp, hay đắp bằng nước dày đến 3m, nên lấy từ mức địa hình tự nhiên, còn khi gạt bỏ và đắp thêm dày từ 3 đến 10m - thì lấy từ cốt quy ước, nằm cao hơn phần bị gạt 3m hoặc thấp hơn mức đắp 3m.
Độ sâu hạ cọc hoặc cọc ống và độ sâu trung bình của các lớp đất trong vùng có nước nên lấy có lưu ý đến khả năng chung bị xói trôi của đáy dòng chảy ở mức lũ tính toán.
Khi thiết kế các đường vượt qua các hào rãnh đối với cọc được đóng bằng búa mà không cần xói nước hoặc phải làm các lỗ khoan mỗi, thì chiều sâu của mũi cọc hoặc cọc ống trong đất nêu ở bảng 1 (1) nên lấy từ cốt địa hình tự nhiên ở chỗ công trình móng.
- Đối với các độ sâu trung gian của cọc, cọc ống và các giá trị trung gian của độ sét I_L của đất sét, phải xác định các giá trị của R và f lần lượt theo bảng 1(1) và 2(2).
- Đối với đất cát chặt, (độ chặt xác định theo tài liệu xuyên tĩnh), các giá trị của R tính theo bảng 1(1) khi cọc được hạ không dùng cách xói nước hoặc khoan mỗi, R nên tăng lên 100%. Nếu xác định độ chặt của đất theo các tài liệu khác và không có các số liệu xuyên tĩnh, thì giá trị R tính theo bảng 1(1) nên tăng lên 60% nhưng không quá 2000T/m².
- Cho phép sử dụng các giá trị sức chống tính toán R theo bảng 1(1) với điều kiện nếu các cọc ống chôn sâu vào trong đất không bị xói lở và không bị gạt bỏ có độ sâu không bé hơn 4m (đối với cầu và công trình thủy lợi); 3m (đối với nhà và các công trình khác)
- Trị số tính toán R dưới mũi cọc đóng có tiết diện $0,15 \times 0,15m$ hoặc bé hơn, dùng làm móng tương ngăn của nhà sản xuất, một tầng R cho phép tăng lên 20%.
- Đối với á cát, khi chỉ số dẻo $I_p \leq 4$ và hệ số rỗng $e \leq 0,8$; thì cường độ tính toán R và f , nên xác định như đối với cát bụi có độ chặt trung bình.

BẢNG 2(2)

Độ sâu trung bình của lớp đất, (m)	Sức chống tính toán ở mặt hông của cọc và cọc ống, f (T/m ²)								
	Của đất cát, chặt vừa								
	Thô và thô vừa	Mịn	Bụi	-	-	-	-	-	-
	Và của đất sét khi chỉ số sét I_L , bằng								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	3,5	2,3	1,5	1,2	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2
2	4,2	3	2,1	1,7	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4
3	4,8	3,5	2,5	2	1,4	0,8	0,7	0,6	0,5
4	5,3	3,8	2,7	2,2	1,6	0,9	0,8	0,7	0,5
5	5,6	4	2,9	2,4	1,7	1	0,8	0,7	0,6
6	5,8	4,2	3,1	2,5	1,8	1	0,8	0,7	0,6
8	6,2	4,4	3,3	2,6	1,9	1	0,8	0,7	0,6
10	6,5	4,6	3,4	2,7	1,9	1	0,8	0,7	0,6
15	7,2	5,1	3,8	2,8	2	1,1	0,8	0,7	0,6
20	7,9	5,6	4,1	3	2	1,2	0,8	0,7	0,6
25	8,6	6,1	4,4	3,2	2	1,2	0,8	0,7	0,6
30	9,3	6,6	4,7	3,4	2,1	1,2	0,9	0,8	0,7
35	10	7	5	3,6	2,2	1,3	0,9	0,8	0,7
<p>Chú thích :</p> <p>1. Khi xác định sức chống tính toán của đất ở mặt hông của cọc và cọc ống f theo bảng 2 (2), nhất thiết phải lưu ý đến yêu cầu, trình bày ở các chú thích 2 và 3 của bảng 1 (1).</p> <p>2. Khi xác định theo bảng 2(2) sức chống tính toán của đất ở mặt hông của cọc và cọc ống f, các lớp đất nên chia ra thành các lớp đồng nhất có chiều dày không quá 2m.</p> <p>3. Sức chống tính toán của đất cát chặt, ở mặt hông của cọc và cọc ống f, nên tăng lên 30% so với giá trị trình bày ở bảng 2(2).</p> <p>4. Cường độ tính toán của cát và sét có hệ số rỗng $e < 0,5$ và sét có hệ số rỗng $e < 0,6$ nên tăng lên 15% so với trị số cho ở bảng 2 với bất kỳ độ nhào nào.</p>									

BẢNG 3 (3)

Phương pháp hạ cọc đóng và cọc ống không lấy đất ra khỏi hố cọc	Hệ số điều kiện làm việc của đất được kể đến một cách độc lập nhau khi tính sức chịu tải của cọc treo đóng.	
	Dưới mũi cọc, m_R	Ở mặt hông cọc, m_f
1	2	3
1. Hạ cọc đặc và cọc rỗng có bịt mũi bằng búa hơi (treo), búa máy và búa diên	1	1
2. Hạ bằng cách đóng vào lỗ đã khoan trước (lỗ mũi) với độ chôn sâu của mũi cọc không bé hơn 1m dưới đáy hố khoan khi đường kính hố khoan :		
a- Bằng cạnh cọc vuông	1	0,5
b- Nhỏ hơn cạnh cọc vuông 5cm	1	0,6
c- Nhỏ hơn cạnh cọc vuông hoặc đường kính cọc tròn (đối với trụ đường dây tải điện) 15cm	1	1
3. Hạ có xói nước trong đất cát với điều kiện đóng tiếp cọc ở mét cuối cùng không xói nước	1	0,9
4. Rung và rung ép cọc ống vào :		
a- Đất cát, chặt vừa :		
- Cát thô và thô vừa	1,2	1
- Cát mịn	1,1	1
- Cát bụi	1	1
b- Đất sét bụi có chỉ số sét $I_L = 0,5$		
- Á cát	0,9	0,9
- Á sét	0,8	0,9
- Sét	0,7	0,9
c- Sét bụi có chỉ số sét $I_L < 0$	1	1
5. Hạ bằng búa có kết cấu bất kỳ cọc rỗng hở mũi		
a- Khi đường kính lỗ rỗng của cọc $\leq 40\text{cm}$	1	1
b- Khi đường kính lỗ rỗng của cọc từ 0,4 đến 0,8m	0,7	1
6. Hạ bằng phương pháp bất kỳ cọc tròn rỗng, bịt mũi, tới độ sâu $\geq 10\text{m}$, sau đó có mở rộng mũi cọc bằng cách nổ mìn trong đất cát chặt vừa và trong đất sét có chỉ số độ sét $I_L \leq 0,5$, khi đường kính mở rộng bằng :		
a. 1m, không phụ thuộc vào các loại đất nói trên	0,9	1
b. 1,5m trong đất cát và á cát	0,8	1
c. 1,5m trong á sét và sét	0,7	1
7. Hạ bằng cách ép cọc :		
a. Trong cát chặt vừa, thô, thô vừa, nhỏ	1,1	1,0
b. Trong cát bụi	1,1	0,8
c. Trong đất sét bụi $I_L < 0,5$	1,0	1,0
d. Cũng như thế nhưng với $I_L \geq 0,5$	1,0	1,0
Chú thích : Hệ số m_R và m_f ở điểm 4 bảng 3 (3) đối với đất sét có độ sét $0,5 > I_L > 0$ được xác định bằng cách nội suy		

G.5.5. Các chỉ dẫn nói trên là để tính sức chịu tải của đất nền cọc đóng-treo có kết cấu bất kỳ được xét ở điều 2.3 của tiêu chuẩn này, trừ cọc ống có đường kính lớn hơn 0,8m

Hệ số điều kiện làm việc trong công thức 7(7) thường chọn $m = 1$. Tuy nhiên, đối với những công trình đặc biệt việc thiết kế (theo điều 1.1), phải kể đến những yêu cầu bổ sung xuất phát từ các đặc điểm riêng của những công trình ấy, hệ số điều kiện làm việc có thể lấy khác 1.

So sánh các kết quả tìm được theo công thức 7(7) với tải trọng tính toán (điều 4.3), tải trọng tính toán trên mỗi cọc không kể đến trọng lượng bản thân của cọc.

Ví dụ 4: Yêu cầu xác định sức chịu tải của cọc bê tông cốt thép có tiết diện ngang $300 \times 300\text{mm}$, dài $L = 7\text{m}$, đóng vào đất bằng búa diêm, phía dưới đáy hố móng sâu $l_k = 1,4\text{m}$, đến độ sâu $l_c = 6,5\text{m}$. Điều kiện địa chất: từ cốt đáy hố móng có lớp á sét khô dẻo ($I_L = 0,5$), chiều dày của lớp này là 2m ; dưới nữa là lớp á sét khô dẻo ($I_L = 0,3$) ở độ sâu $3,1\text{m}$, nằm trên lớp sét nửa cứng ($I_L = 0,2$), được tham dò đến độ sâu 7m (h.2).

Giải: Diện tích tiết diện ngang của cọc $F = 0,3 \times 0,3 = 0,09\text{ m}^2$, chu vi của tiết diện ngang $u = 4 \times 0,3 = 1,2\text{m}$; Độ sâu tính toán của mũi cọc cách mặt đất $l_k + l_c = 1,4 + 6,5 = 7,9\text{m}$.

Theo bảng 1(1), với độ sâu này ta tìm được sức chống tính toán của đất ở mặt phẳng mũi cọc $R \approx 450\text{ T/m}^2$. Tiếp đến, ta xác định độ sâu trung bình của các lớp đất cách mặt đất và trị số sức chống tính toán tương ứng của đất ở mặt hông cọc f_i theo bảng 2 (2).

Đối với lớp á sét có độ sệt $I_L = 0,5$, ở độ sâu:

$$L_1 = 1,4 + \frac{2}{2} = 2,4\text{m}, f_1 = 1,82\text{ T/m}^2$$

Đối với lớp tiếp theo (á sét khô dẻo có độ sệt $I_L = 0,3$) nên chú ý đến chú thích 2 của bảng 2(2). Vì vậy ta phải chia lớp này ra làm 2 lớp đồng nhất có chiều dày 2 và 1,1m:

$$\text{Ở độ sâu } l_2^I = 1,4 + 2 + \frac{2}{2} = 4,4\text{m}, f_2 = 3,88\text{ T/m}^2$$

$$\text{ở độ sâu } l_3^I = 1,4 + 2 + 2 + \frac{1,1}{2} = 5,95\text{m}, f_3 = 4,19\text{ T/m}^2$$

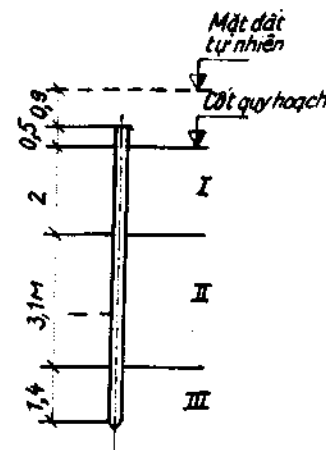
Đối với sét nửa cứng có độ sệt $I_L = 0,2$ ở độ sâu:

$$L_4^I = 1,4 + 2 + 3,1 + \frac{1,4}{2} = 7,2\text{m}, f_4 = 6,03\text{ T/m}^2$$

Theo công thức 7 (7) ta tìm sức chịu tải của cọc:

$$\phi = m (m_R R F + u \sum m f_i l_i)$$

$$\begin{aligned} \phi &= 1 [1.450 \times 0,09 + 1,2 \times 1 (2,0 \times 1,82 + 2 \times 3,88 + 1,1 \times 4,19 + 1,4 \times 6,03)] \\ &= 1 (40,5 + 29,3) = 69,8 \approx 70\text{T.} \end{aligned}$$



HÌNH 2 : Sơ đồ mặt cắt địa chất
I - Á sét khô dẻo $I_L = 0,5$;
II - Công thức, $I_L = 0,3$;
III - Sét nửa cứng $I_L = 0,2$

Tải trọng tính toán trên 1 cọc bằng :

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{70}{1,4} = 50T$$

Kiểm tra sức chịu tải của cọc theo điều kiện bền của vật liệu trong trường hợp này là không cần thiết vì sức chống của cọc tiết diện $300 \times 300\text{mm}$ khi nén sẽ lớn hơn 50T. Khi có số liệu xuyên tĩnh thì độ chặt của đất cát và độ sét của đất sét phải chọn theo các số liệu ấy.

Để đánh giá đất sét, ngoài chỉ tiêu độ sét I_p , cần phải kể đến các đặc trưng cơ lý khác của đất. Khi thiết kế cũng cần các số liệu hiện có về sức chịu tải của cọc ở móng cọc của những nhà hoặc công trình bên cạnh nếu loại đất tương tự.

Trong bảng 1 và 2 trình bày trị số sức chống tính toán R và f , phù hợp nhất với đất có độ no nước $G \geq 0,8$. Ở độ no nước $G < 0,8$, những điều kiện khác nhau (cùng độ rỗng, độ sét v.v...), trong thực tế đất sét thường có sức chống R và f bé hơn một ít, còn cát thì lớn hơn một ít. Tuy nhiên giá trị này chưa được kể đến trong tính toán, do chưa có phương pháp đủ tin cậy để đánh giá sức chống này về mặt định lượng.

Á cát, theo tiêu chuẩn thiết kế "Nền nhà và công trình" xếp vào loại đất sét. Vì vậy các giá trị R và f theo bảng 1 và 2 đối với á cát, về hình thức, có thể xác định tùy thuộc vào độ sét của chúng. Tuy nhiên chỉ tiêu độ sét của á cát thường xác định không tin cậy lắm. Hơn nữa, nên thấy rằng á cát là đất nằm trung gian giữa cát và á sét, nên sức chống của nó (có những điều kiện khác giống nhau) phụ thuộc rất nhiều vào thành phần hạt. Vì vậy, sức chịu tải của cọc trong á cát nên xác định có lưu ý đến tính chất thực tế của loại đất này, đặc biệt là phải kể đến tính sét của nó và thường xác định theo số liệu xuyên tĩnh.

Sức chịu tải của cọc trong á cát có trị số dẻo I_p gần bằng 1, thực tế sẽ giống như cọc đóng trong cát và sẽ không phụ thuộc vào độ sét I_p . Sức chịu tải của cọc trong á cát có trị số dẻo I_p gần bằng 7, sẽ giống như cọc đóng trong á sét có cùng độ sét.

Việc chọn sức chống tính toán dưới mũi và ở mặt hông của cọc hoặc cọc ống trong á cát thực tế có thể xác định bằng nội suy các giá trị R và f của bảng 1(1) và 2(2) theo các công thức (8) và (9) :

$$R_{cn} = R_n - \frac{I_p - 1}{6} (R_n - R_r) \quad (8)$$

$$f_{cn} = f_n - \frac{I_p - 1}{6} (f_n - f_r) \quad (9)$$

Trong đó :

R_{cn} và f_{cn} - Sức chống tính toán của á cát dưới mũi và ở mặt hông cọc.

R_n và f_n - Sức chống tính toán của cát xác định theo bảng 1(1) và 2(2) của 20 TCN 21-86.

Khi thiết kế cầu, sức chống tính toán của á cát cho phép xác định đơn giản hơn bằng cách dùng các giá trị cho ở bảng 1(1) và 2(2) đối với cát có độ thô và độ chặt tương ứng. Trong cát có độ thô khác nhau, các giá trị R và f theo bảng 1(1) và 2(2), xác định bằng nội suy tùy thuộc vào lượng chứa cát tính bằng phần trăm thuộc độ thô nào đó.

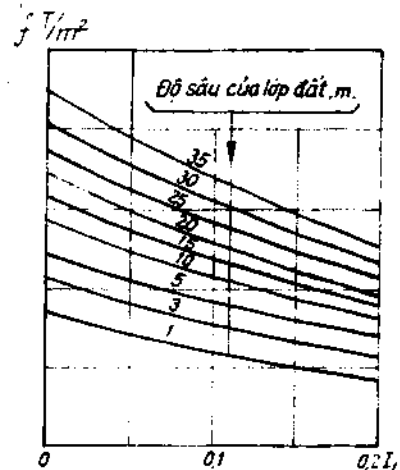
Việc chống mũi cọc hoặc cọc ống lên đất sét có chỉ tiêu độ sệt $I_L > 0,6$ và lên cát rời thường nên tránh, vì rằng sức chịu tải của cọc sẽ thấp. Do đó trong bảng 1(1) các giá trị R đối với đất có chỉ tiêu độ sệt $I_L > 0,6$ và đối với cát rời, không được trình bày. Trong trường hợp này để tính toán sơ bộ có thể dùng kết quả xuyên.

Các giá trị sức chống tính toán f_i trong bảng 2(2) đối với đất sét chỉ cho với độ sệt $0,2 \leq I_L \leq 1$. Quy định như thế đối với f_i là do đóng cọc qua đất có chỉ tiêu độ sệt $I_L < 0,2$ thường rất phức tạp và khó thực hiện. Loại trừ trường hợp xuyên cọc qua đất lún ướt, trương nở và đất phù khô có độ no nước $G < 0,8$, lúc này thường phải dùng các lỗ khoan mới. Sức chống của đất sét có chỉ tiêu độ sệt $I_L > 1$ rất bé và thường trong tính toán sức chịu tải của cọc có thể bỏ qua. Trong trường hợp khi cọc cần xuyên qua đất sét có chỉ tiêu độ sệt $I_L < 0,2$ thì xác định sức chống của đất ở mặt hông cọc đóng theo bảng 2(2) với $I_L = 0,2$ (như thế sẽ an toàn hơn). Đối với móng cọc của cầu, trong trường hợp này, có thể dùng biểu đồ trình bày trên hình 3.

Nên chỉ rõ đặc tính cần phải kể đến khi quy định sức chống của đất ở mặt hông cọc có mở rộng mũi (cọc hình kim). Theo những giải thích ở điều 2.3 của tiêu chuẩn này, loại cọc như thế chỉ nên dùng trong các đất chảy, yếu. Tuy nhiên, ở các loại đất ấy, trong quá trình hạ cọc, đất ở quanh cọc bị rời ra. Vì vậy sức chống của đất ở mặt hông cọc hình kim thường lấy $f \leq 1 \text{ T/m}^2$.

Khi xác định độ sâu tính toán đóng cọc để quy định sức chống tính toán của đất theo bảng 1(1) và 2(2) cho cọc và cọc ống của móng cầu thì chiều sâu bị xói cục bộ nên lấy tương đương bằng phần đất bị bào đi.

Nếu cọc hoặc cọc ống đóng trước khi đào đất ở hố móng hoặc đóng vào lòng sông xuyên qua lớp đất có thể bị trôi khi bị lũ lụt, để xác định độ chối tính toán, ta lấy tải trọng tính toán cho phép trên mỗi cọc bằng tải trọng tìm từ cách tính có thêm phần tải trọng do đất tiếp thu bởi lực ma sát ở mặt hông cọc trong phạm vi chiều dày lớp đất sẽ bị đào đi (khi đào móng hoặc khi bị xói lòng).



HÌNH 3 : Sức chống tính toán của đất sét ở mặt hông của cọc và cọc ống f có độ sệt $0,2 \geq I_L \geq 0$

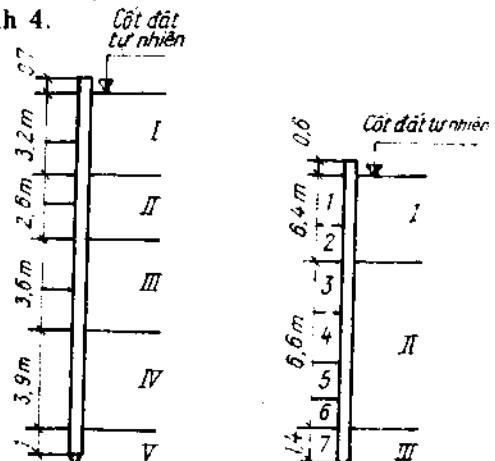
Ví dụ 5 : Yêu cầu xác định sức mang tải của một cọc đóng, tiết diện hình vuông $350 \times 350\text{mm}$, dài 15m, đóng vào lỗ khoan sẵn có đường kính 50mm bé hơn cạnh cọc. Các lớp đất mà cọc xuyên qua trình bày trên hình 4.

HÌNH 4 : Sơ đồ mặt cắt địa chất

- I- Á sét khó dẻo $I_L = 0,4$;
- II- Cát mịn rời.
- III- Sét dẻo mềm $I_L = 0,6$;
- IV- Á sét khó dẻo $I_L = 0,3$;
- V- Cát thô, chặt.

HÌNH 5 : Sơ đồ mặt cắt địa chất :

- I- Á sét khó dẻo $I_L = 0,4$;
- II- Á sét dẻo mềm $I_L = 0,55$;
- III- Cát thô, chặt trung bình



Giải : Theo như chú thích ở bảng 1(1) và 2(2), đối với đất cát chặt, giá trị của R được tăng lên 60% và f_i tăng 30%

$$R = 747 \times 1,6 = 1195 \text{ T/m}^2$$

$$f_1 = 1,5 \text{ T/m}^2$$

$$f_6 = 1,8 \text{ T/m}^2$$

$$f_2 = 2,3 \text{ T/m}^2$$

$$f_7 = 4,64 \text{ T/m}^2$$

$$f_3 = 3,74 \text{ T/m}^2$$

$$f_8 = 4,835 \text{ T/m}^2$$

$$f_4 = 4,02 \text{ T/m}^2$$

$$f_9 = 6,99 \times 1,3 = 9,1 \text{ T/m}^2$$

$$f_5 = 1,8 \text{ T/m}^2$$

$$F = 0,1225 \text{ m}^2$$

$$U = 1,4 \text{ m}$$

Ta đưa vào các hệ số hiệu chỉnh m_R và m_f theo bảng 3 (3) điểm (2b) để kể đến phương pháp hạ cọc:

Dưới mũi cọc $m_R = 1$;

ở mặt hông cọc $m_f = 0,6$

Xác định sức mang tải tính toán theo công thức 7 (7) :

$$\begin{aligned} \phi &= m (m_R R F + u \sum m_f f_i l_i) = 1 [1195 \times 0,1225 + 0,6 \times 1,4 (1,5 \times 2 + 2,3 + \\ & 3,74 \times 1,2 + 4,02 \times 4,4 + 1,80 \times 1,6 + 4,64 \times 2 + 4,835 \times 1,9 + 9,1 \times 1)] \\ &= 1 (146,5 + 42) = 188,5 \text{ T} \end{aligned}$$

Tải trọng tính toán trên mỗi cọc theo đất nền bằng

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{188,5}{1,4} \approx 134 \text{ Tấn}$$

Ví dụ 6 : Yêu cầu xác định sức mang tải của 1 cọc tròn rỗng, mũi không bịt kín, đường kính $D = 500 \text{ mm}$, dài 12 m , được đóng bằng búa diên vào đất như ở hình 5.

Giải : $F = \pi \frac{D^2}{4} = 0,196 \text{ m}^2$; $u = \pi D = 3,14 \times 0,5 = 1,57 \text{ m}$;

$$R = 411 \text{ T/m}^2$$

$$f_4 = 2,16 \text{ T/m}^2$$

$$f_1 = 1,5 \text{ T/m}^2$$

$$f_5 = 2,19 \text{ T/m}^2$$

$$f_2 = 2,35 \text{ T/m}^2$$

$$f_6 = 2,23 \text{ T/m}^2$$

$$f_3 = 1,93 \text{ T/m}^2$$

$$f_7 = 6,6 \text{ T/m}^2$$

Xác định sức chịu tải của cọc theo công thức 7(7) :

$$\begin{aligned} \phi &= m (m_R R F + u \sum m_f f_i l_i) = 1 \times [411 \times 0,196 + 1,57 \times 1 (1,5 \times 2 + 2,35 \times \\ & 1,4 + 1,93 \times 2 + 2,16 \times 2 + 2,19 \times 1,4 + 2,23 \times 1,2 + 6,6 \times 1,4)] = 126,7 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Tải trọng tính toán trên một cọc bằng

$$N = \frac{\Phi}{K_{tc}} = \frac{126,7}{1,4} \approx 90 \text{ Tấn}$$

Vấn đề 7 - Móng móng cầu có dài nằm phía trên mặt đất, được thiết kế bằng 20 cọc bê tông cốt thép có tiết diện $400 \times 400\text{mm}$. Tải trọng tính toán lúc thiết kế trên một cọc $N = 105\text{T}$. Điều kiện địa chất thủy văn của nơi xây móng trình bày ở hình 6. Các cọc đóng có xói nước. Trong thời kỳ đóng cọc độ sâu của nước ở lòng sông là 5m. Khi lũ (trong thời kỳ sử dụng cầu) có thể bào mòn đáy đến độ sâu 4m.

Yêu cầu xác định độ sâu đóng cọc và tải trọng tính toán trên mỗi cọc để tìm độ chối tính toán.

Giải : Để tính toán sơ bộ sức mang tải ta lấy độ sâu dưới mũi cọc là 2m vào trong đất sét có độ sệt $I_L = 0,2$ (xem hình 3).

Dùng công thức 7(7) ta xác định sức mang tải của cọc :

$$\phi = m (m_{RR} R_F + u \sum m_f f_{li}) = 1 (1 \times 584 \times 0,16 + 1,6 \times 0,9 \times 2 + 1,6 \times 5 \times 0,9 \times 2 + 1,6 \times 5,1 \times 0,9 \times 2 + 1,6 \times 7,5 \times 2) = 160,7\text{T}$$

Ở đây $R = 584\text{T/m}^2$ - theo bảng 1(1) đối với sét có độ sệt $I_L = 0,2$ ở độ sâu 17m;

$$F = 0,16\text{m}^2; \quad u = 1,6\text{m};$$

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= 4,9 \text{ T/m}^2 \\ f_2 &= 5 \text{ T/m}^2 \\ f_3 &= 5,1 \text{ T/m}^2 \end{aligned} \right\} \text{ theo bảng 2 (2)}$$

$$f_4 = 7,5 \text{ T/m}^2 \text{ theo biểu đồ hình 3;}$$

$$l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = 2\text{m}$$

$m_R = 1$ và $m_f = 0,9$ là các hệ số hiệu chỉnh kể đến việc đóng cọc có xói nước trong phạm vi lớp cát, lấy theo bảng 3 (3) điểm 3.

Tải trọng tính toán trên một cọc bằng:

$$N = \frac{\phi}{k_{tc}} = \frac{160,7}{1,4} = 114\text{Tấn}$$

Độ sâu đóng cọc được chọn rất đúng vì rằng với độ sâu ấy tải trọng tính toán tìm được 114 Tấn không vượt quá nhiều tải trọng thiết kế.

Vì rằng cọc có thể đóng trước khi lòng sông bị bào mòn (ở mức nước thấp), độ chối tính toán tìm từ trị số tải trọng tính toán trên 1 cọc N_0 được xác định có kể đến tải trọng ϕ_1 do lực ma sát của đất ở mặt hông cọc gây ra trong phạm vi lớp đất cát sẽ bị bào trôi khi có lũ :

$$\phi_1 = u \sum m_f f_{li} = 1,6 (4,4 \times 2 \times 0,9 + 4,75 \times 2 \times 0,9) = 1,6 \times 16,44 = 26,3\text{T}$$

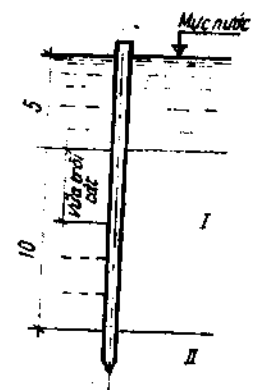
Theo bảng 2(2)

$$f_5 = 4,4\text{T/m}^2; f_6 = 4,75\text{T/m}^2; l_5 = l_6 = 2\text{m}$$

Xác định tải trọng tính toán trên 1 cọc, xuất phát từ đó mà tính độ chối tính toán :

$$N_0 = N + \phi_1 = 105 + 26,3 = 131,3\text{T}$$

Kiểm tra sức mang tải theo điều kiện bền của vật liệu cọc (chọn mác bê tông và bố trí cốt thép của cọc) không đề cập đến ở ví dụ này vì rằng cọc của móng cầu, ngoài tải trọng thẳng đứng còn chịu lực ngang khá lớn. Cần làm kiểm tra nói trên sau khi tính



HÌNH 6: Sơ đồ điều kiện địa chất đóng cọc
I- Cát mịn;
II- Sét nửa cứng $I_L = 0,2$

cọc chịu tải theo hướng ngang (dựa theo phụ lục của tiêu chuẩn) với cùng tác dụng của tải trọng đứng và tải trọng ngang (cũng như của mômen) như là cấu kiện bị nén lệch tâm.

Đặc điểm của các phương pháp được dùng để hạ cọc và công nghệ thi công, kèm theo việc hạ cọc, hoặc những công việc sau khi kết thúc việc hạ cọc được kể đến trong tính toán, bằng cách đưa vào các hệ số hiệu chỉnh m_r và m_l ghi ở bảng 3(3) đưa vào sức chống tĩnh toán của đất (được trình bày ở bảng 1(1) và 2(2)). Các hệ số hiệu chỉnh này được kể đến một cách độc lập nhau và nếu có thêm một số hệ số nữa thì phải nhân với nhau.

Trong trường hợp khi cọc đóng vào lỗ khoan sẵn, việc nén chặt đất quanh cọc sẽ không xảy ra, hoặc nếu có xảy ra thì cũng ở mức độ không lớn lắm so với khi không khoan sẵn. Tiêu chuẩn đã kể đến điều này bằng cách đưa vào hệ số điều kiện làm việc bị giảm thấp $m_r = 0,5 - 0,6$ tùy thuộc vào đường kính lỗ khoan mỗi.

Dùng phương pháp xói nước khi đóng cọc sẽ dẫn đến giảm sức chống của đất ở mặt hông cọc. Trong tính toán điều này cũng được kể đến bằng cách giảm thấp hệ số điều kiện làm việc [bảng 3(3), điểm 3]. Phương pháp xói nước chỉ nên dùng đối với đất cát, với điều kiện, ở mét cuối cùng đóng mà không xói nước. Trong điểm 3 của bảng 3(3) không chỉ rõ hệ số hiệu chỉnh khi hạ cọc có xói nước trong đất sét, vì rằng trong đất sét không nên dùng phương pháp xói nước. Điều này được giải thích như sau: kết cấu của đất quanh cọc và dưới mũi cọc khi xói nước sẽ bị phá hoại và lúc này sẽ hình thành quanh cọc khoảng trống, trong thời gian dài được lấp đầy bằng các hạt sét lơ lửng. Đối với cọc tròn rỗng ruột, hở mũi, đóng vào đất sét có độ sét $I_L < 0,5$, cho phép dùng cách xói nước vào lỗ rỗng trong cọc, nhằm làm rời nhão đất bằng phương pháp thủy lực và đảm bảo việc hạ cọc với điều kiện hạ mà không xói nước, ở độ sâu không bé hơn 2 lần đường kính ngoài của cọc, nhưng không bé hơn 1m, vào đất không bị phá hoại. Trong trường hợp này khi tính toán sức chịu tải cũng phải kể đến các hệ số điều kiện làm việc m_r và m_l [điểm 5 bảng 3 (3)].

Như ta đã biết rằng việc dùng máy rung để hạ cọc, sẽ dẫn đến thay đổi tính chất kết cấu của đất cát cũng như của đất sét. Sự thay đổi này thể hiện ở dạng làm chặt đất cát no nước (chủ yếu là dưới mũi cọc) và làm rời (hoá lỏng) đất sét, việc khôi phục đầy đủ các liên kết kết cấu của đất sét có thể kéo dài trong nhiều năm. Ứng với điều này, ở điểm 4 của bảng 3(3) đưa vào các hệ số điều kiện làm việc được nâng cao lên $m_r \geq 1$ đối với đất cát và bị giảm thấp đi đối với đất sét. Đối với đất sét có độ sét khó dẻo ($I_L = 0,5$) các hệ số điều kiện làm việc lấy bằng 0,7 đến 0,9. Việc làm rời và thay đổi độ sét của đất sét cứng ($I_L \leq 0$) trong quá trình hạ bằng phương pháp rung sẽ không xảy ra. Vì vậy khi $I_L \leq 0$ thì hệ số hiệu chỉnh lấy bằng 1. Đối với đất sét có độ sét $I_L = 0 - 0,5$ các hệ số hiệu chỉnh m_r và m_l lấy theo nội suy.

Sức chống của đất nền dưới mũi hở của cọc tròn ở những điều kiện giống nhau, phụ thuộc vào đường kính của lỗ rỗng giữa cọc. Ở bảng 3(3) điểm 5 cho rằng, nếu đường kính lỗ ruột cọc $\leq 400\text{mm}$, thì theo điều kiện bền của đất nền dưới mũi cọc coi như cọc bịt mũi, nếu đường kính ruột cọc $> 400\text{mm}$, thì đưa vào hệ số điều kiện làm việc giảm thấp $m_r = 0,7$.

Ví dụ 8: Yêu cầu xác định sức mang tải của 1 cọc tròn rỗng, hở mũi có $D = 600\text{mm}$, dài 30m, hạ bằng chấn động vào đất như trên hình 7:

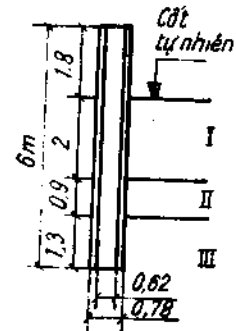
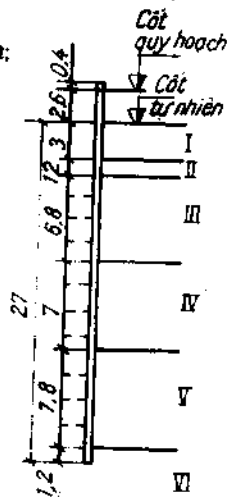
$$\text{Giải: } F = \frac{D^2}{4} = 0,283 \text{ m}^2; \quad u = \pi D = \pi \times 0,6 = 1,885\text{m}$$

Theo bảng 1 (1):

$$R = 380 \cdot \frac{3 \times 30}{5} = 380 \cdot 18 = 362\text{T/m}^2$$

HÌNH 7 : Sơ đồ mặt cắt địa chất;

- I- Á sét khô dẻo $l_k = 0,5$;
- II- Than bùn;
- III- Á sét dẻo mềm $l_k = 0,6$;
- IV- Sét khô dẻo $l_k = 0,5$;
- V- Á sét khô dẻo $l_k = 0,3$;
- VI- Cát nhỏ



HÌNH 8 : Sơ đồ mặt cắt địa chất

- I- Lớp đất lấp (á sét khô dẻo), $l_k = 0,5$;
- II- Sét khô dẻo $l_k = 0,5$;
- III- Cát thô vừa, chất trung bình

Theo bảng 2(2) :

$f_1 = 1,2T/m^2$	$f_2 = 1,85T/m^2$	$f_3 = 0,86T/m^2$
$f_4 = 1 T/m^2$	$f_5 = 1,08 T/m^2$	$f_6 = 1,14 T/m^2$
$f_7 = 1,2T/m^2$	$f_8 = 2,68 T/m^2$	$f_9 = 2,76 T/m^2$
$f_{10} = 2,84 T/m^2$	$f_{11} = 2,69 T/m^2$	$f_{12} = 5,5 T/m^2$
$f_{13} = 5,7 T/m^2$	$f_{14} = 5,9 T/m^2$	$f_{15} = 6,1 T/m^2$
		$f_{16} = 6,24 T/m^2$

Khi xác định sức mang tải của cọc theo công thức 7(7), theo điều 5.5 và các chỉ dẫn ở điều 5.15, ta đưa vào các hệ số hiệu chỉnh m_R và m_I lấy theo bảng 3 (3), điểm 4 để kể đến phương pháp hạ cọc. Vậy :

$$\phi = m (m_R \cdot R_F + u \sum m_I f_i l_i) = 1,0 \times 1 [362 \times 0,263 \times 1,1 + 1,885 (- 0,4 \times 1,2 \times 2 \times 9 - 0,4 \times 1,85 \times 1 - 0,5 \times 1,2 + 0,9 \times 1 \times 1,6 + 0,9 \times 1,08 \times 1,6 + 0,9 \times 1,14 \times 1,8 + 0,9 \times 1,2 \times 1,8 + 0,9 \times 2,68 \times 2 + 0,9 \times 2,76 \times 2 + 0,9 \times 2,84 \times 2 + 0,9 \times 2,9 \times 1 + 1 \times 5,5 \times 2 + 1 \times 5,7 \times 2 + 1 \times 5,9 \times 2 + 1 \times 6,1 \times 1,8 + 1 \times 6,24 \times 1,2)] = 253,3T$$

Thì trọng tính toán trên 1 cọc theo đất nền :

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{253,3}{1,4} = 181T$$

Ví dụ 9 : Yêu cầu xác định sức mang tải theo đất nền, của 1 cọc bê tông cốt thép tròn, rỗng ruột, có đường kính ngoài $d = 0,78m$, đường kính trong $d_i = 0,62m$, dài $l = 6m$. Hạ cọc bằng búa VP.1 đến chiều sâu $l_n = 4,2m$ có lưu lại nhân đất. Điều kiện địa chất trình bày ở hình 8.

Giải : Tính toán cọc theo sức mang tải bằng công thức 7(7) Diện tích chống cọc lên đất :

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,78^2}{4} = 0,478m^2$$

Sức chống tính toán của đất dưới mũi cọc, xác định bằng cách nội suy theo bảng 1(1) đối với chiều sâu đóng cọc là 4,2m với hệ số hiệu chỉnh theo bảng 3(3) điểm 4a và 5b, bằng $m_{R1} = 1,2$ và $m_{R2} = 0,7$

Do đó sức chống tính toán toàn phần của đất dưới mũi cọc sẽ bằng (có chú ý đến nội suy) :

$$R = [320 + (340 - 320) \times 0,2] 1,2 \times 0,7 = 272 \text{ T/m}^2$$

Chu vi ngoài:

$$u = \pi d = 3,14 \times 0,78 = 2,45 \text{ m}$$

Sức chống tính toán của đất theo mặt hông của cọc đối với các lớp đất 1,2 và 3 (xem hình 8) theo như bảng 2 (2) bằng $f_1 = 1,2 \text{ T/m}^2$, $f_2 = 1,8 \text{ T/m}^2$; $f_3 = 5,12 \text{ T/m}^2$. Các hệ số điều kiện làm việc m_i , khi kể đến phương pháp hạ cọc đối với các lớp đất nói trên, theo bảng 3(3); $m_{f1} = 0,9$; $m_{f2} = 0,9$; $m_{f3} = 1$. Sức mang tải của cọc theo đất nền, xác định theo công thức 7(7):

$$\begin{aligned} \phi &= m (m_R \cdot R F + u \sum m_i f_i) = 1 (272 \times 0,478 + 0,9 \\ &\times 1,2 \times 2,45 + 0,9 \times 1,8 \times 2,45 + 0,9 \times 2,45 \times 1 \times 5,12 \times 1,3) = 155,2 \text{ T.} \end{aligned}$$

Sức chịu tải tính toán trên 1 cọc theo đất nền :

$$N = \frac{\phi}{k_c} = \frac{155,2}{1,4} = 111 \text{ T}$$

Biết rằng sức mang tải của cọc treo, đóng vào đất, làm việc trong nhóm cọc, trong trường hợp chung là khác với sức mang tải của cọc đơn. Nguyên nhân của sự khác nhau này là do có sự tác dụng lẫn nhau của cọc, sức chống của đất ở mặt hông của cọc giảm đi, vì giảm vùng phân bố ứng suất trong đất của không gian giữa các cọc, còn sức chống của đất ở mũi được tăng lên do nén chặt đất khi hạ các cọc bên cạnh. Mức độ thay đổi sức mang tải phụ thuộc vào chiều dài cọc; số cọc trong nhóm; tính chất của đất dưới mũi cọc, cũng như vào tỷ số tải trọng truyền qua mặt hông và qua mũi cọc. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, sự thay đổi nói trên của sức mang tải không lớn vì rằng các hiện tượng gây ra sự thay đổi này, như trên đã nói, tác dụng theo các hướng ngược nhau. Vì vậy, trong tính toán, theo phương pháp của tiêu chuẩn thiết kế móng cọc, sức mang tải của cọc trong nhóm lấy bằng sức mang tải của cọc đơn. Khi cần thiết ước lượng sức mang tải của cọc trong nhóm có kể đến sự tác dụng qua lại lúc cùng làm việc với nhau, ta có thể xác định sức mang tải nói trên của cọc theo công thức :

$$\phi = m [m_R (1 + B) R F + A u \sum m_i f_i], \quad (10)$$

Trong đó :

$m, m_R, m_i, R, f_i, F, u, l_i$ - Giống như ký hiệu ở công thức 7(7)

B và A - các hệ số lần lượt kể đến sự tăng sức chống tính toán dưới mũi cọc do nén chặt đất và sự giảm sức chống tính toán ở mặt hông cọc do cọc cùng làm việc trong nhóm.

Trong bảng 4 trình bày các giá trị của các hệ số B và A tùy thuộc vào số cọc n và độ sâu tương đối của cọc hạ vào đất $\eta = \frac{1}{d}$ đối với khoảng cách tương đối giữa các cọc là $3d$.

Khi tính móng cọc chịu tải trọng đúng tâm, sức mang tải của cọc trong nhóm phải xác định có kể đến các hệ số trung bình B_{tb} và A_{tb} . Khi tính móng cọc chịu tải trọng lệch tâm sức mang tải của cọc trong nhóm phải xác định đối với cọc nằm ở hàng ngoài cùng (theo hướng của momen) có kể đến các hệ số A_{kp} và B_{kp} .

BẢNG 4

$\eta_c = \frac{1}{d}$	20				30				40			
n	B _{tb}	B _{kp}	A _{tb}	A _{kp}	B _{tb}	B _{kp}	A _{tb}	A _{kp}	B _{tb}	B _{kp}	A _{tb}	A _{kp}
4	0,17	0,17	0,71	0,71	0,185	0,185	0,68	0,68	0,195	0,195	0,66	0,66
5	0,19	0,17	0,68	0,71	0,21	0,19	0,65	0,67	0,22	0,21	0,62	0,66
6	0,24	0,22	0,635	0,67	0,26	0,24	0,615	0,63	0,28	0,26	0,575	0,62
7	0,26	0,23	0,595	0,66	0,29	0,26	0,565	0,625	0,315	0,28	0,54	0,61
8	0,275	0,22	0,575	0,66	0,305	0,26	0,54	0,62	0,33	0,28	0,51	0,6
9	0,325	0,3	0,525	0,57	0,36	0,34	0,495	0,53	0,39	0,37	0,46	0,52
10	0,325	0,25	0,525	0,64	0,36	0,29	0,495	0,6	0,39	0,32	0,46	0,58
11	0,33	0,24	0,515	0,64	0,365	0,29	0,48	0,6	0,4	0,32	0,45	0,58
12	0,39	0,34	0,47	0,56	0,43	0,39	0,44	0,51	0,475	0,42	0,4	0,5
13	0,39	0,32	0,455	0,56	0,43	0,37	0,42	0,52	0,475	0,4	0,385	0,5
15	0,42	0,32	0,43	0,54	0,475	0,37	0,395	0,5	0,53	0,42	0,36	0,49
16	0,46	0,4	0,41	0,5	0,525	0,47	0,37	0,46	0,59	0,52	0,34	0,44
17	0,465	0,38	0,405	0,52	0,53	0,45	0,365	0,47	0,6	0,5	0,33	0,45
18	0,47	0,35	0,4	0,54	0,54	0,43	0,36	0,5	0,605	0,48	0,325	0,48
20	0,51	0,43	0,37	0,49	0,59	0,5	0,33	0,45	0,665	0,57	0,3	0,43
22	0,525	0,4	0,36	0,51	0,605	0,47	0,32	0,47	0,685	0,54	0,285	0,44
23	0,525	0,36	0,36	0,54	0,605	0,45	0,32	0,59	0,685	0,52	0,285	0,47
24	0,54	0,44	0,345	0,48	0,62	0,52	0,31	0,44	0,705	0,59	0,27	0,43
25	0,56	0,46	0,335	0,45	0,65	0,53	0,3	0,41	0,74	0,63	0,26	0,4

Ví dụ 10 : Xác định sức mang tải của 1 cọc đóng dài 10m, tiết diện 30 × 30cm, làm việc trong nhóm gồm 5; 12 và 20 cọc, có kể đến sự cùng làm việc của cọc trong nhóm. Điều kiện địa chất công trình nêu ở hình 9.

Sức mang tải của cọc đơn xác định theo công thức 7(7) :

1- Đối với cát chặt :

$$\phi = 1 [0,09 \times 800 + 1,2 (1,2 \times 2,5 + 2,7 \times 2 + 2,9 \times 2 + 31 \times 3 + 8,2 \times 1)] = 31,7 + 72 = 103,7T$$

2- Đối với cát chặt vừa :

$$\phi = 1 [0,09 \times 400 + 1,2 (1,2 \times 2,5 + 2,7 \times 2 + 2,9 \times 2 + 3,1 \times 3 + 6,3 \times 1)] = 29,8 + 36 = 65,8T$$

Có kể đến sự cùng làm việc trong nhóm cọc :

a. Đối với nhóm gồm 5 cọc A = 0,65; B = 0,29

$$\phi = 72 \times 1,29 + 31,7 \times 0,65 = 115,8T;$$

$$\phi = 36 \times 1,29 + 29,8 \times 0,65 = 65,90T;$$

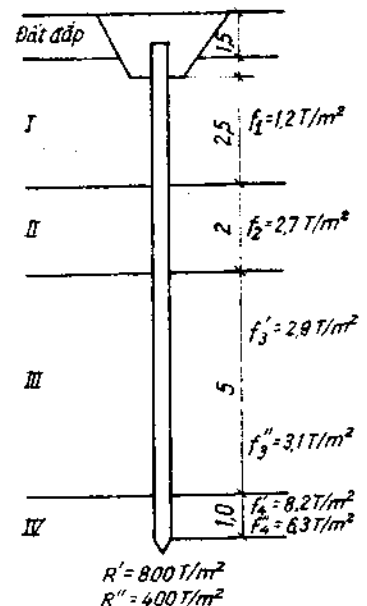
b. Đối với nhóm gồm 12 cọc A = 0,44; B = 0,43 :

$$\phi = 72 \times 1,43 + 31,7 \times 0,44 = 116,9T;$$

$$\phi = 36 \times 1,43 + 29,8 \times 0,44 = 64,7T;$$

c. Đối với nhóm gồm 20 cọc A = 0,33; B = 0,5

$$\phi = 72 \times 1,5 + 31,7 \times 0,33 = 117,8T$$



HÌNH 9 : Sơ đồ mặt cắt địa chất

- I- Á cát $I_L = 0,7$;
- II- Cát bụi chặt vừa;
- III- Á sét $I_L = 0,4$;
- IV- Cát thô trung bình, chặt

Từ ví dụ trên ta thấy rằng đất ở mũi cọc càng bền thì sức mang tải của cọc có kể đến sự tác dụng lẫn nhau trong nhóm sẽ càng lớn vì mức độ tăng sức chống của đất dưới mũi cọc lớn hơn là sự giảm sức chống của đất ở mặt hông.

5.6. Đối với cọc đóng, mà mũi của nó tựa lên đất cát rời, hoặc trên đất sét, có độ sét $I_L > 0,6$, thì sức mang tải của cọc nên xác định theo kết quả thử tĩnh cọc.

G.5.6. Những móng cọc gồm những cọc chống trên đất cát rời và trên đất sét có độ sét $I_L > 0,6$, phần lớn là không hợp lý, vì những cọc này có sức mang tải thấp, thường cho độ lún lớn và kéo dài. Những móng cọc loại này có thể chỉ dùng đối với những nhà nhẹ với cọc bố trí một hàng trong móng. Hiện nay chưa tìm được phương pháp tin cậy để tính sức mang tải của cọc tựa lên loại đất nói trên. Vì vậy, thiết kế móng với những cọc trong các trường hợp ấy chỉ có thể tiến hành trên kết quả thử tĩnh cọc.

5.7. Tính sức mang tải của cọc nêm, cọc hình thang, hình thoi xuyên qua đất cát và đất sét, nếu tiến hành có kể đến sức chống tăng thêm của đất ở mặt hông cọc, sức chống này phụ thuộc vào mô đun biến dạng của đất. Mô đun này được tìm theo kết quả thử nén ở máy nén các loại đất trên.

Sức mang tải của cọc nêm, cọc hình thang và cọc hình thoi ký hiệu ϕ (Tấn), trong trường hợp này nên xác định theo công thức :

$$\phi = m [R F + \sum l_i (u_{fi} + u_{oi} E_{ci} k') \beta_p] \quad 11(8)$$

Trong đó :

m, R, F và l_i - ký hiệu giống như trong công thức 7(7);

u_i - Chu vi ngoài của tiết diện i của cọc, m ;

u_{oi} - Tổng các cạnh của tiết diện i , m , có độ nghiêng với trục cọc;

i_c - Độ nghiêng mặt hông của cọc tính bằng phần lượng của đơn vị, là tỷ số của nửa cạnh tiết diện ngang ở đầu trên và đầu dưới trên chiều dài của đoạn có mặt nghiêng; Khi $i_c \geq 0,025$ thì nên lấy $i_c = 0,025$.

E_i - Mô đun biến dạng của lớp đất thứ i ở quanh mặt hông cọc, (T/m^2) ; xác định theo kết quả thử trong máy nén đất ở phòng thí nghiệm;

k' - Hệ số xác định theo bảng 5 (4);

β_p - Hệ số lưu biến lấy $\beta_p = 0,8$

Chú thích : Đối với cọc hình thoi, tổng sức chống của đất ở mặt hông, phần có độ nghiêng ngược trong công thức 11 (8) không tính đến;

BẢNG 5 (4).

Loại đất	Hệ số K'
Cát và á cát	0,5
Á sét	0,6
Sét : Khi $I_p = 0,18$	0,7
Khi $I_p = 0,25$	0,9

Chú thích: Đối với sét có chỉ số dẻo $0,18 < I_p < 0,25$ thì hệ số k' xác định bằng nội suy

G.5.7. Nên chú ý rằng trong công thức 11(8) sử dụng môđun biến dạng của đất E_i , xác định không phải theo kết quả thử bằng bàn nén mà là thử nén trong máy nén đất. Để tính toán sức mang tải của cọc có mặt nghiêng khi không có số liệu thử nén, có thể xác định trị số môđun biến dạng E_i theo công thức :

$$E_i = \frac{E}{m_k}$$

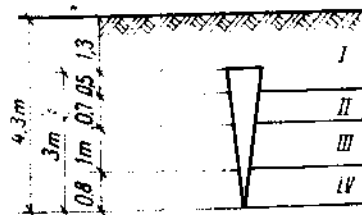
Trong đó :

E - Môđun biến dạng của đất thử bằng bàn nén, kể cả xác định theo các đặc trưng vật lý - cơ học đơn giản của đất, ứng với các trị số bảng của tiêu chuẩn "Thiết kế nền nhà và công trình";

m_k - Hệ số hiệu chỉnh, lớn hơn 1, xác định theo chỉ dẫn ở phụ lục 2. Trong trường hợp, nếu cơ quan thiết kế chưa đủ kinh nghiệm dùng cọc có mặt nghiêng, thì việc tiến hành thử tại hiện trường những cọc như thế để xác định sức mang tải của nó là điều bắt buộc.

Ví dụ 11 : Yêu cầu xác định sức mang tải của một cọc nêm ϕ , tấn, dài 3m, kích thước đầu cọc $0,7 \times 0,7$ m và mũi cọc $0,1 \times 0,1$ m.

Điều kiện địa chất trình bày trên hình 10.



HÌNH 10 : Sơ đồ mặt cắt địa chất

- I- Đất đắp và lớp đất nông nghiệp - cây cỏ;
- II- Á cát cứng với $E_k = 640 \text{ T/m}^2$
- III- Á sét khô dẻo $E_k = 330 \text{ Tấn/m}^2$, $I_L = 0,33$.
- IV- Sét dẻo mềm, $I_L = 0,6$

Giải : Sức chịu tải của cọc nêm - ϕ , tấn, xác định theo công thức (8). Để thuận tiện, tất cả các tính toán được trình bày ở bảng 6.

Tải trọng tính toán trên cọc N xác định theo công thức [1 (1)], khi lấy $k_{tc} = 1,4$

$$N = \frac{28,1}{1,4} = 20 \text{ Tấn}$$

BẢNG 6

m	R_i (T/m^2)	F_i (m^2)	R (tấn)	l_{ii} (m)	u_{ii} (m)	f_i (T/m^2)	$u_i f_i$ (T/m)	u_{oi} (m)	i_c	E_i (T/m^2)	k_i	ϕ_p	$\frac{u_{oi}}{E_i k_i}$ $\frac{\phi_p}{\text{T/m}}$	$\frac{u_i f_i}{E_i k_i}$ $\frac{\phi_p}{\text{T/m}}$	$\frac{l_i}{E_i k_i}$ $\frac{\phi_p}{\text{T}}$	$\sum l_i$ ($\frac{u_i f_i}{E_i k_i} + \frac{u_{oi}}{E_i k_i}$) ($\frac{\phi_p}{\text{T}}$)	ϕ , tấn	Các lớp đất
1	-	-	-	0,7	2,12	4,3	9,12	2,12	0,025	640	0,5	0,8	13,6	22,72	15,9	-	-	Á cát cứng
	-	-	-	1,	1,44	3,2	4,62	1,44	0,025	330	0,6	0,8	5,7	10,31	10,31	27,36	28,1	Á Sét khó dẻo
	73	0,01	0,73	0,8	0,72	1,6	1,15	0,72	0,025	180	0,5	0,8	1,3	1,45	1,15	-	-	Sét dẻo mềm

Khi không có kết quả thử nén đất và không thể xác định mô đun biến dạng của đất theo các bảng của "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình", ứng với các đặc trưng cơ lý đơn giản của đất thì, ta có thể xác định được sức mang tải của cọc có mặt nghiêng (cọc nêm, cọc hình thang, hình thoi) theo công thức :

$$\phi = m [R F + \sum l_i (u_i f_i + u_{oi} f_{oi})] \quad (12)$$

Trong đó :

$m, R, F, l_i, u_i, f_i, u_{oi}$ - ký hiệu giống như công thức 7(7) và 11(8);

f_{oi} - Lực đập tính toán của lớp đất i trên mặt nghiêng, (T/m^2), xác định theo công thức :

$$f_{oi} = R_s \sin \alpha;$$

R_s - Sức chống tính toán của đất, (T/m^2), lấy theo bảng 1(1) của tiêu chuẩn này ở tại đáy lớp đất i ;

α - Góc nghiêng của mặt hông so với trục đứng của cọc.

Ví dụ 12: Xác định sức mang tải của cọc hình thoi; Đất cọc xuyên qua trình bày trên hình 11: 0 - 2,8m là cát bụi, no nước; 2,8 - 4,8m - á cát có độ sệt $I_L = 0,6$; $e = 0,95$; 4,8 - 10,6m - á sét có độ sệt $I_L = 0,5$.

Giải:

Khi tính sức mang tải của cọc hình thoi ta không kể đến phần phía trên của cọc có độ nghiêng ngược của mặt bên. Ta chia phần phía dưới của cọc ra các đoạn có chiều dài

$$l_1 = 1,3\text{m}; l_2 = 2\text{m}; l_3 = 2\text{m}; l_4 = 0,7\text{m}$$

Đối với trung tâm mỗi đoạn ta xác định chu vi tiết diện của cọc:

$$U_1 = 2 \frac{0,5 + x_1}{2} = 2 \frac{0,5 + 0,48}{2} = 0,98$$

$$x_1 = 0,5 - 2x'_1 = 0,5 - 2 \times 0,012 = 0,48\text{m}$$

$$x'_1 = l_1 \operatorname{tg} \alpha = 1,3 \frac{0,1}{6} = 1,3 \times 0,017 = 0,012\text{m}$$

$$u_{01} = u_{02} = u_{03} = u_{04} = 0,6\text{m}$$

Tương tự như thế đối với các đoạn sau:

$$U_2 = 2 \frac{0,48 + x_2}{2} = 2 \frac{0,48 + 0,41}{2} = 0,89\text{m};$$

$$x_2 = 0,48 - 2x'_2 = 0,48 - 0,068 = 0,41\text{m};$$

$$x'_2 = l_2 \operatorname{tg} \alpha = 2 \times 0,017 = 0,034\text{m};$$

$$U_3 = 2 \frac{0,41 + x_3}{2} = 2 \frac{0,41 + 0,34}{2} = 0,75\text{m};$$

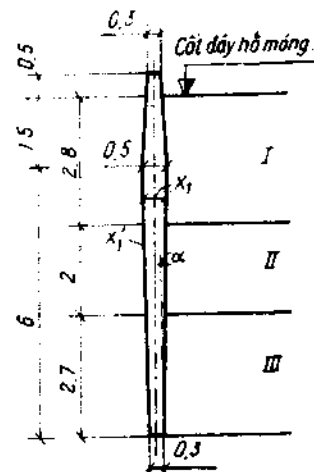
$$x_3 = 0,41 - 2x'_3 = 0,41 - 0,068 = 0,34\text{m};$$

$$x'_3 = 0,034\text{m};$$

$$U_4 = 2 \frac{0,34 + x_4}{2} = 2 \frac{0,34 + 0,32}{2} = 0,66\text{m};$$

$$x_4 = 0,34 - 2x'_4 = 0,34 - 0,024 = 0,32\text{m};$$

$$x'_4 = 0,7 \times 0,017 = 0,012\text{m}.$$



HÌNH 11: Sơ đồ mặt cắt địa chất:
I - Cát bụi;

II - Á cát $I_L = 0,6$;

III - Á sét $I_L = 0,5$

Vì rằng trong số liệu ban đầu không có kết quả thử nén đất mô đun biến dạng của á cát với $I_L = 0,6$ và $e = 0,95$ theo bảng của tiêu chuẩn Thiết kế nền cũng không thể xác định được, nên việc tính toán phải theo công thức (12); các trị số R , f_i và f_{0i} xác định theo bảng 1(1) và 2(2) :

$$R = 140,6 \text{T/m}^2; f_1 = 2,1 \text{T/m}^2; f_2 = 1,6 \text{T/m}^2; f_3 = 2,5 \text{T/m}^2$$

$$f_4 = 2,55 \text{T/m}^2$$

$$f_{01} = R_1 \times 0,017 = 100 \times 0,017 = 1,7 \text{T/m}^2;$$

$$f_{02} = R_2 \times 0,017 = 78 \times 0,017 = 1,34 \text{T/m}^2$$

$$f_{03} = R_3 \times 0,017 = 139 \times 0,017 = 2,36 \text{T/m}^2$$

$$f_{04} = R_4 \times 0,017 = 140,6 \times 0,017 = 2,39 \text{T/m}^2$$

Thay các trị số tìm được vào công thức (12), được :

$$\phi = 140,6 \times 0,09 + 1,3 (0,98 \times 2,7 + 0,6 \times 1,7) + 2 (0,89 \times 1,6 + 0,6 \times 1,34) + (0,75 \times 2,5 + 0,6 \times 2,36) + 0,7 (0,66 \times 2,55 + 0,6 \times 2,39) = 29,2 \text{T}$$

Tải trọng tính toán trên 1 cọc :

$$N = \frac{\phi}{k_{lc}} = \frac{29,2}{1,4} = 20,8 \text{T}$$

5.8. Sức mang tải ϕ_{nh} , tấn, của cọc treo đóng và cọc ống, khi hạ không lấy đất ra chịu lực nhổ, nên xác định theo công thức :

$$\phi_{nh} = m \cdot u \sum m_i f_i \quad (13.9)$$

u , m_i , f_i và l_i - ký hiệu giống như trong công thức 7(7);

m - hệ số điều kiện làm việc của cọc hạ vào đất ở độ sâu bờ hơn 4m, lấy $m = 0,6$; ở độ sâu 4m và hơn 4m, lấy $m = 0,8$, đối với tất cả nhà và công trình, trừ móng đường dây tải điện lộ thiên (đối với loại móng này hệ số m lấy theo chỉ dẫn ở phần 13 của tiêu chuẩn này).

Chú thích: Trong móng móng cầu không cho phép cọc làm việc chịu lực nhổ dưới tải đóng của một số tải trọng không đối.

G 5.8. Khi tính cọc và cọc ống chịu lực nhổ, ngoài việc dùng công thức 13(9) cần phải kiểm tra bằng tính toán cốt thép dọc chịu kéo và ngàm của cọc vào đài.

Ví dụ 13: Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc chịu lực nhổ, có tiết diện $30 \times 30 \text{cm}$, dài 7m đóng vào đất như ở hình 2.

Giải: Sức mang tải của cọc xác định theo công thức 13(9) :

$$\phi_{nh} = m \cdot u \sum m_i f_i = 1 \times 0,8 \times 1,2 \times 1 (2 \times 1,82 + 2 \times 3,88 + 1,1 \times 4,14 + 1,4 \times 6,03) = 19,5 \text{T}$$

Trong đó $m_i = 0,8$ vì cọc đóng vào đất sâu hơn 4m

Tải trọng tính toán trên cọc :

$$N = \frac{\phi_{nh}}{k_{lc}} = \frac{19,5}{1,4} = 13,9 \text{T}$$

Cọc treo - nhồi, cọc ống và cọc trụ

5.3.3 Sức mang tải của cọc nhồi có và không có mở rộng đế cũng như của cọc ống có lấy đất và nhồi lại bằng bê tông và cọc trụ chịu tải trọng nén đúng tâm nên xác định theo công thức :

$$\phi = m (m_R R_F + u \sum m_i f_{li}) \quad 14(10)$$

Trong đó :

m - Hệ số điều kiện làm việc, trong trường hợp tựa lên đất sét phù, có độ no nước $G < 0,90$ và trên đất lớt hoặc đất dạng lớt lấy $m = 0,8$, còn trong những trường hợp còn lại $m = 1$;

m_R - hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc nhồi, cọc ống và cọc trụ, lấy $m_R = 1$ trong mọi trường hợp, trừ khi cọc mở rộng đế bằng cách nổ mìn, đối với trường hợp này lấy $m_R = 1,3$; khi thi công cọc có mở rộng đế bằng phương pháp đổ bê tông dưới nước, thì lấy $m_R = 0,9$ đối với móng đường dây tải điện, lấy theo chỉ dẫn ở phần 12 của tiêu chuẩn 20 TCN 21-86;

R - Sức chống tính toán của đất dưới mũi cọc khoan nhồi, cọc ống và cọc trụ, (T/m^2), lấy theo yêu cầu của các điều 5.10 và 5.11 của tiêu chuẩn này, còn đối với cọc nhồi làm theo công nghệ đã nói ở điều 2.6a và b thì theo bảng 1 của tiêu chuẩn này.

F - Diện tích tựa của cọc nhồi, cọc ống và cọc trụ, (m^2), lấy như sau : Đối với cọc nhồi không mở rộng đế và đối với cọc cột - lấy bằng diện tích tiết diện ngang của cọc và cọc trụ. Đối với cọc nhồi có mở rộng đáy - bằng diện tích tiết diện ngang của phần mở rộng, tại chỗ đường kính lớn nhất của cọc. Đối với cọc ống có nhồi bê tông - bằng diện tích tiết diện ngang của ống kể cả thành ống. Đối với cọc ống có nhân đất không nhồi ruột cọc bằng bê tông - bằng tiết diện ngang của thành ống ;

u - Chu vi thân cọc, (m), lấy theo đường kính lỗ khoan, ống chèn hoặc của cọc ống;

m_i - Hệ số điều kiện làm việc của đất ở mặt hông của cọc nhồi, cọc ống và cọc trụ, phụ thuộc vào phương pháp tạo lỗ khoan và vào thân cọc, lấy theo bảng 7(5).

f_i - Sức chống tính toán của lớp đất i ở mặt hông của thân cọc nhồi, cọc ống và cọc trụ (T/m^2), lấy theo bảng 2(2);

l_i - Giống như trong công thức 7(7)

Chú thích : Sức chống của đất cát ở mặt hông của cọc có mở rộng đế, cần kể đến đoạn từ mức san mặt bằng đến mức chỗ giao nhau của thân cọc với mặt hình côn tưởng tượng, có đường sinh tựa lên ranh giới mở rộng dưới một góc $\varphi_{1/2}$ so với trục cọc, trong đó φ_1 - trị số tính toán trung bình (theo từng lớp) của góc ma sát trong của đất nằm trong phạm vi hình côn nói trên, xác định theo yêu cầu của điều 4.6 của tiêu chuẩn này. Cho phép kể sức chống của đất sét trên toàn bộ chiều dài của thân cọc.

BẢNG 7(5)

Loại cọc và phương pháp thi công cọc	Hệ số điều kiện làm việc của đất m _i trong			
	Cát	Á cát	Á sét	Sét
1. Cọc nhồi theo điều 2.6a khi đóng ống rỗng có mũi	0,8	0,8	0,8	0,7
2. Cọc nhồi rung ép	0,9	0,9	0,9	0,9
3. Cọc khoan nhồi trong đó kể cả mở rộng đáy, đổ bê tông :				
a. Khi không có nước trong hố khoan (phương pháp khô) hoặc khi dùng ống chống	0,7	0,7	0,7	0,6
b. Dưới nước hoặc dùng dịch sét.	0,6	0,6	0,6	0,6
c. Hỗn hợp bê tông cứng đổ vào cọc có đầm dùi (phương pháp khô)	0,8	0,8	0,8	0,7
4. Cọc ống hạ bằng rung có lấy đất ra	1	0,9	0,7	0,6
5. Cọc- Tru	0,7	0,7	0,7	0,6
6. Cọc khoan nhồi, cọc có lỗ tròn rỗng ở giữa, không có nước trong lỗ khoan bằng cách dùng lõi rung	0,8	0,8	0,8	0,7
7. Cọc khoan phun chế tạo có ống chống hoặc bơm hỗn hợp bê tông với áp lực 2- 4 at/métphê	0,9	0,8	0,8	0,8

G.5.9. Công thức 14(10) nên dùng khi tính toán sức mang tải của cọc theo đất chịu tải trong nền thẳng đứng, đúng tâm, cho cọc nhồi treo và cọc ống thuộc các kiểu sau đây :

a- Cọc nhồi có đường kính bất kỳ, có và không có mở rộng đáy, trong đó kể cả cọc khoan nhồi và cọc có mở rộng nhiều chỗ theo thân cọc.

b- Cọc ống đường kính lớn hơn 0,8m, hạ cọc có lấy hết đất trong ruột ống, đổ bê tông sau khi hạ cọc xong, cũng như cọc ống hạ mà không lấy hoặc lấy một phần đất, ở cuối giai đoạn hạ cọc, một nhân đất có kết cấu không phá hoại, với chiều cao không bé hơn 2 lần đường kính của cọc ống và không nhồi bê tông vào ruột ống.

Khi có các số liệu thử về các đại lượng tính toán : góc ma sát trong của đất φ_{ti} , lực dính C_{ti} và trọng lượng thể tích của đất nền γ_{ti} , thì trị số chính xác sức chống của đất ở mặt hông cọc khoan nhồi có thể xác định theo công thức :

$$f_t = \gamma_{ti} h_i \cdot \tan \varphi_{ti} + (C_{ti}) \cdot \xi_i$$

Trong đó :

γ_{ti} - Trị tính toán trung bình trọng lượng thể tích của đất trong phạm vi chiều sâu h_i giữa lớp đất i , (T/m^3) lúc xác định có kể đến tác dụng đẩy nổi của nước.

$\xi = \tan (45^\circ - \frac{\varphi}{2})$ - hệ số áp lực hông chủ động của đất;

h_i - Độ sâu của lớp.

5.10. Sức chống tính toán của đất R, (T/m^2), dưới mũi cọc nhồi, cọc ống hạ, có lấy đất khối ruột ống sau đó thì đổ bê tông và cọc trụ, cho phép lấy như sau :

a. Đối với đất hòn lòn có chất dện là cát và đối với đất cát trong trường hợp thi công cọc nhồi có và không có mở rộng đế, cọc ống hạ có lấy hết nhân đất và cọc trụ - tính theo công thức 15 (11) còn trong trường hợp cọc ống hạ có giữ nhân đất ở chiều cao 0,5m và lớn hơn, không bị phá hoại, trong các loại đất nêu ở đây - tính theo công thức 16 (12) :

$$R = 0,75 \beta (\gamma'_1 d A_k^\circ + \alpha \gamma_1 h B_k^\circ); \quad 15 (11)$$

$$R = \beta (\gamma'_1 d A_k^\circ + \alpha \gamma_1 h B_k^\circ); \quad 16 (12)$$

Trong đó :

α, β, A_k° và B_k° - Những hệ số không thứ nguyên lấy theo bảng 8(6) tùy thuộc vào trị tính toán của góc ma sát trong của đất nền, xác định theo những chỉ dẫn của điều 4.6 thuộc tiêu chuẩn này.

γ'_1 - Trị tính toán của trọng lượng thể tích đất (T/m^3), trong nền cọc nhồi, cọc ống và cọc trụ (khi đất no nước, có kể đến sự đẩy nổi của nước).

γ_1 - Trị tính toán trung bình (theo các lớp) của trọng lượng thể tích đất, (T/m^3), nằm phía trên mũi cọc nhồi, cọc ống và cọc trụ;

d - Đường kính, (m), của cọc nhồi, của đế mở rộng (cọc có mở rộng đế) cọc ống hoặc đường kính lỗ khoan để thả cọc-cột và nhồi vữa xi măng cát,

h - Chiều sâu, (m), của mũi cọc nhồi, hoặc của đế cọc mở rộng, của cọc-ống và cọc - trụ, tính từ địa hình tự nhiên, hoặc từ cốt san nền (khi san nền phải gạt bỏ bớt), còn đối với trụ cầu thì kể từ đáy vùng nước có kể đến sự tổng bào mòn ở mức lỗ tính toán.

BẢNG 8 (6)

Ký hiệu các hệ số	Các hệ số $A_k^\circ, B_k^\circ, \alpha$ và β với những trị tính toán của góc ma sát trong ϕ_1 độ								
	23	25	27	29	31	33	35	37	39
A_k°	9,5	12,6	17,3	24,4	34,6	48,6	71,3	108	163
B_k°	18,6	24,8	32,8	45,5	64	87,6	127	185	260
α khi $\frac{h}{d} =$	4	0,78	0,79	0,8	0,82	0,84	0,85	0,85	0,87
	5	0,75	0,76	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,85
	7,5	0,68	0,7	0,71	0,74	0,76	0,78	0,8	0,84
	10	0,62	0,65	0,67	0,7	0,73	0,75	0,77	0,81
	12,5	0,58	0,61	0,63	0,67	0,7	0,73	0,75	0,80
	15	0,55	0,58	0,61	0,65	0,68	0,71	0,73	0,79
	17,5	0,51	0,55	0,58	0,62	0,66	0,69	0,72	0,78
	20	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65	0,68	0,72	0,78
	22,5	0,46	0,51	0,55	0,6	0,64	0,67	0,71	0,77
	25 và lớn hơn	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	0,67	0,7	0,77
β khi $d =$	0,8m và bé hơn	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,22
	4m	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17

CHÚ THÍCH. Đối với các giá trị trung gian của $\phi_1, h/d$ và d , các hệ số $A_k^\circ, B_k^\circ, \alpha$ và β xác định bằng nội suy.

b. Đối với đất sét bụi trong trường hợp thi công cọc nhồi, có và không có mở rộng đế, cọc ống hạ có lấy lõi đất ra (lấy một phần hoặc lấy hết) và nhồi bê tông vào ruột ống và cọc-trụ trong các móng của nhà và công trình - thì theo bảng 9(7).

BẢNG 9(7)

Chiều sâu mũi cọc h, m	Sức chống tính toán R, (T/m ²), dưới mũi cọc nhồi, có và không mở rộng đế, cọc-trụ và cọc-ống hạ có lấy đất và nhồi bê tông vào ruột ống, ở đất sét có độ sệt I _L bằng						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	85	75	65	50	40	30	25
5	100	85	75	65	50	40	35
7	115	100	85	75	60	50	45
10	135	120	105	95	80	70	60
12	155	140	125	110	95	80	70
15	180	165	150	130	110	100	80
18	210	190	170	150	130	115	95
20	230	210	190	165	145	125	105
30	330	300	260	230	200	-	-
40	450	400	350	300	250	-	-

Chú thích : Đối với móng cọc của mố cầu, các giá trị R trình bày ở bảng 9 (7) nên :

a. Tăng lên (khi mố cầu nằm trong vùng nước) một đại lượng bằng $1,5 \gamma_n h_n$, trong đó γ_n - trọng lượng riêng của nước 1T/m³;
 h_n - Chiều sâu của lớp nước, (m), kể từ mức mùa khô đến mức bảo xối ở con lũ tính toán.

b. Giảm đi khi hệ số rỗng của đất $e > 0,6$; Lúc này hệ số giảm thấp m_c nên xác định bằng nội suy giữa các giá trị $m_c = 1$ khi $e = 0,6$ và $m_c = 0,6$ khi $e = 1,1$.

Chú thích : Những nguyên tắc trình bày ở điều 5.10 là thuộc những trường hợp khi đảm bảo được độ chôn sâu của mũi cọc nhồi, cọc ống và cọc-trụ vào đất nền trong mọi trường hợp không bé hơn đường kính của cọc (hoặc phần mở rộng đối với cọc có mở rộng đế), cọc ống và cọc-trụ, nhưng không bé hơn 2m.

5.11- Sức chống tính toán, R(T/m²), của đất dưới mũi cọc ống không nhồi bê tông mà có nhân đất lưu lại ở giai đoạn sau cùng lúc hạ cọc, nhân đất này có chiều cao không bé hơn 3 lần đường kính cọc ống (với điều kiện là nhân đất được hình thành từ đất có cùng đặc trưng với đất dùng làm nền của mũi cọc ống) nên lấy theo bảng 1(1) của tiêu chuẩn này, với hệ số điều kiện làm việc có kể đến phương pháp hạ cọc-ống theo như điểm 4 bảng 3 thuộc tiêu chuẩn này, đồng thời sức chống tính toán trong trường hợp này là của diện tích tiết diện ngang của thành cọc-ống.

G.10 và 5.11- Tiêu chuẩn này thích hợp cho hai trường hợp khác nhau về chất về việc hạ cọc ống và sự làm việc của nó trong đất

Trường hợp đầu xét việc hạ bằng cách rung cọc ống, có lấy hết đất khỏi ruột ống. Trong trường hợp này, suốt quá trình hạ cọc ống, tiến hành chủ yếu là lấy đất, việc này được kết thúc không bé hơn 2m trước khi mũi cọc ống đạt đến độ sâu thiết kế. Sau đó việc hạ cọc có lấy đất khỏi ruột ống đến mức mũi cọc hoặc lưu lại một nhân đất ở giai đoạn cuối lúc hạ cọc, sau đó ruột ống sẽ được lấp đầy bằng bê tông. Việc đào đất này sẽ ngăn chặn sự hình thành nhân đất trong ruột

cọc ống và làm cho việc hạ cọc được dễ dàng. Kết quả việc làm này sẽ làm rời đất ở đáy cọc và giảm sức chống của đất ở mặt hông cọc- ống. Vì vậy sức chống tính toán R dưới mũi cọc ống hạ có lấy đất ra khỏi ruột ống (điều 5.9) phải giảm đi so với các trị số R lấy đối với cọc đóng, còn đối với sức chống tính toán f phải nhân với hệ số giảm thấp $m_f \leq 1$ [Xem bảng 7 (5)]. Diện tích tựa F của cọc ống có nhồi bê tông, lấy theo công thức 14(10) bằng tiết diện ngang toàn bộ (theo đường kính ngoài) không phụ thuộc vào việc đổ bê tông ruột ống từ mũi cọc, hoặc từ mức phía trên của lõi đất còn lưu lại ở giai đoạn cuối của việc hạ cọc.

Trường hợp thứ hai là xét việc hạ cọc ống (nếu điều kiện đất đai cho phép) bằng phương pháp rung không lấy đất hoặc lấy một phần đất khỏi ruột ống và để lưu lại ở giai đoạn cuối lúc hạ cọc một nhân đất còn nguyên dạng có chiều cao không bé hơn 3 lần đường kính cọc ống. Loại cọc ống này theo tính chất làm việc trong đất, chịu tải trọng nén thẳng đứng, rất khác với cọc ống lúc hạ có lấy hết đất khỏi ruột ống, và gần giống với loại cọc đóng. Khi hạ cọc- ống không lấy đất, thì đất sẽ được ép chặt ở quanh mặt hông phía trong cũng như phía ngoài cọc ống và ở cả nền mũi cọc. Việc lấy một phần đất khi hạ cọc ống và lưu lại lõi đất sẽ làm dễ dàng việc hạ cọc chỉ khi cọc xuyên qua các lớp đất chặt hơn. Ở đây không cho phép lấy đất khỏi ruột ống cho đến mũi cọc vì rằng điều này có thể làm rời đất dưới mũi cọc và ở mặt hông cọc.

Theo như điều 5.10, về thực chất, sự làm việc của cọc ống có nhân đất với sự làm việc của cọc treo đóng vào đất coi như giống nhau tức là trong tính toán đều lấy những trị số như nhau về sức chống tính toán dưới mũi R và ở mặt hông phía ngoài của cọc f như là đối với cọc đóng. Việc tính toán sức mang tải của cọc ống có nhân đất tiến hành theo công thức 14(10) khi lấy diện tích tựa của cọc ở đế F - là diện tích tiết diện vành khuyên của cọc ống, hệ số $m_f = 1$, còn các giá trị của R và f thì theo bảng 1(1) và 2(2), điều 5.5 có kể đến phương pháp hạ cọc ống theo điểm 4 của bảng 3(3).

Trong công thức 14(10) không kể đến sức chống của nhân đất ở mặt bên trong cọc ống, điều này sẽ an toàn hơn khi xác định sức mang tải của cọc ống. Việc tính toán sức mang tải của cọc ống có kể đến sức chống của đất ở mặt hông phía trong của cọc ống nên tiến hành theo phụ lục 4.

Ví dụ 14 : Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc ống dài 12m, đường kính 1,2m, lúc hạ có lấy đất khỏi ruột ống và sau đó đổ bê tông vào ruột. Đất mà cọc ống xuyên qua, các đặc trưng cơ lý của nó trình bày ở hình 12.

Giải : Sức chống tính toán R của đất dưới mũi cọc ống xác định theo công thức 15(11) :

$$R = 0,75 \beta (\gamma_d A_k + \alpha \gamma_l h B_k)$$

Các hệ số không thứ nguyên α , β , A_k và B_k trong công thức 15 (11) xác định theo bảng 8(6)

$$\text{Khi } \varphi = 35^\circ; A_k = 71,3; B_k = 127$$

$$\text{Khi } \frac{h}{d} = \frac{11,4}{1,2} = 9,5; \alpha = 0,776.$$

$$\text{Khi } d = 1,2 \quad \beta = 0,235.$$

Trọng lượng thể tích tính đối của đất nằm phía trên mũi cọc ống, bằng :

$$\gamma_1 = \frac{1,65 \cdot 4,4 + 1,9 \cdot 1,5 + 1,7 \cdot 4,5 + 2,1 \cdot 1}{4,4 + 1,5 + 4,5 + 1} = 1,74 \text{ t/m}^3;$$

$$R = 0,75 \cdot 0,235 (2,1 \cdot 1,2 \cdot 71,3 + 0,776 \cdot 1,74 \cdot 11,4 \cdot 127) = 376 \text{ T/m}^2$$

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = 1,13 \text{ m}^2; u = 3,78 \text{ m};$$

$$m_{f1} = 0,9; m_{f2} = 1; m_{f3} = 0,7; m_{f4} = 1,0 \text{ [theo bảng 7(5)]}$$

Theo chú thích 2 ở bảng 2(2) ta chia các lớp đất ra các lớp đồng nhất có bề dày không quá 2m và xác định các giá trị f_i tương ứng :

$$f_1 = 0,8 \text{ T/m}^2; f_2 = 1,28 \text{ T/m}^2; f_3 = 1,48 \text{ T/m}^2; f_4 = 2,92 \text{ T/m}^2; f_5 = 3,15 \text{ T/m}^2;$$

$$f_6 = 3,28 \text{ T/m}^2; f_7 = 3,38 \text{ T/m}^2; f_8 = 7,04 \text{ T/m}^2$$

Xác định sức mang tải của cọc ống theo công thức 14(10)

$$\phi = m (m_f R F + u \sum m_{fi} f_i) = 1 [376 \cdot 1,13 + 3,78 (0,9 \cdot 0,8 \cdot 2 + 0,9 \cdot 1,28 \cdot 1,2 + 0,9 \cdot 1,48 \cdot 1,2 + 1 \cdot 2,92 \cdot 1,5 + 0,7 \cdot 3,15 \cdot 1,5 + 0,7 \cdot 3,28 \cdot 1,5 + 0,7 \cdot 3,38 \cdot 1,5 + 1 \cdot 7,04 \cdot 1)] = 368 + 98,8 = 523,7 \text{ T}$$

Tải trọng tính toán trên 1 cọc ống :

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{523,7}{1,4} = 374 \text{ T}$$

HÌNH 12 : Sơ đồ mặt cắt địa chất

I- Á sét dẻo mềm $e = 0,65; l_L = 0,6$

$\gamma = 16,5 \text{ t/m}^3; \varphi = 22^\circ;$

II- Cát bụi $e = 0,75; \varphi = 26^\circ; \gamma = 19 \text{ t/m}^3;$

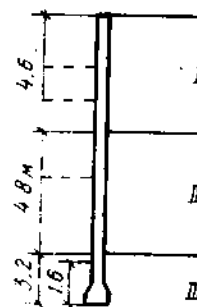
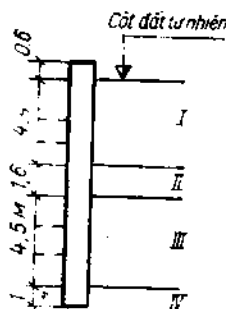
III- Á sét khó dẻo

$l_L = 0,4; \varphi = 22^\circ; e = 0,55$

$\gamma = 17 \text{ t/m}^3;$

IV- Cát thô vừa

$e = 0,55; \varphi = 38^\circ; \gamma = 21 \text{ t/m}^3$



HÌNH 13 : Sơ đồ mặt cắt địa chất

I- Á sét khó dẻo $l_L = 0,4;$

II- Á sét khó dẻo $l_L = 0,5$

$\varphi = 22^\circ$

III- Sét nửa cứng

$l_L = 0,20$

Ví dụ 15 : Yêu cầu xác định khả năng mang tải của cọc ống dài 12m, đường kính ngoài $D = 1,2 \text{ m}$ và đường kính trong $d = 0,96 \text{ m}$ có nhân đất mà không hồi bê tông, hạ vào đất bằng cách rung. Đất mà cọc xuyên qua và các đặc trưng vật lý cơ học của nó giống như ở ví dụ 14 (xem hình 12).

Giải : Sức chống tính toán R của đất dưới mũi cọc ống xác định theo điều 5.11. Hệ số điều kiện làm việc có kể đến phương pháp hạ cọc, theo điểm 4 của bảng 3(3) $m_R = 1,2$

$$R = 411,2 \cdot 1,2 = 493 \text{ T/m}^2;$$

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} (1,2^2 - 0,96^2) = 0,409\text{m}^2;$$

$$u = 3,78\text{m};$$

$$m_{f1} = 0,9; m_{f2} = 1; m_{f3} = 0,7; m_{f4} = 1 \text{ [theo bảng 7 (5)]}$$

Theo chú thích 2 của bảng 2 (2) ta chia lớp đất ra các lớp đồng nhất có chiều dày không quá 2m và xác định các giá trị f_i :

$$f_1 = 0,8\text{T/m}^2; f_2 = 1,28\text{T/m}^2; f_3 = 1,48\text{T/m}^2; f_4 = 2,92\text{T/m}^2; f_5 = 3,15\text{T/m}^2; \\ f_6 = 3,28\text{T/m}^2; f_7 = 3,38\text{T/m}^2; f_8 = 7,04\text{T/m}^2$$

Xác định khả năng mang tải của cọc ống theo công thức 14 (10) :

$$\phi = m (m_R R F + u \sum m_i f_i l_i) = 1 [495 \cdot 0,409 + 378 (0,9 \cdot 0,8 \cdot 2 + 0,9 \cdot 1,28 \cdot 1,2 + 0,9 \cdot 1,48 \cdot 1,2 + 1 \cdot 2,92 \cdot 1,5 + 0,7 \cdot 3,15 \cdot 1,5 + 0,7 \cdot 3,28 \cdot 1,5 + 0,7 \cdot 3,38 \cdot 1,5 + 1 \cdot 7,05 \cdot 1)] = 1 (202 + 98,8) = 300,8\text{T}$$

Tải trọng tính toán cho phép trên một cọc ống :

$$N = \frac{\phi}{k_{tc}} = \frac{300,8}{1,4} = 214\text{T}$$

Yêu cầu: Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc nhồi có mở rộng đế theo đất nền. Chiều dài cọc 11,4m, đường kính thân cọc 0,5m, đường kính mở rộng 1m. Các đặc trưng cơ lý của đất trình bày ở hình 13.

Giải : Theo bảng 7 (7), xác định sức chống tĩnh toán dưới đế cọc $R = 134 \text{ T/m}^2$; $F = 0,785\text{m}^2$; $u = 1,57\text{m}$

Theo điều 5.9 nên xác định đoạn mà ở đáy sức chống của đất tác dụng lên mặt hông. Muốn vậy ta xác định trị số φ_{lib}

$$\text{Ta lấy } \varphi_{lib} = 18^\circ; \varphi_{lib}/2 = 9^\circ$$

Đoạn cọc mà ở đáy sức chống của đất ở mặt hông không được kể đến, bằng

$$\frac{0,25}{\text{tg}9^\circ} = \frac{0,25}{0,1584} = 1,58\text{m} \approx 1,6\text{m}; m_f = 0,6 \quad [\text{bảng 7 (5)}]$$

Theo bảng 2(2) xác định trị số của f_i :

$$f_1 = 1,5 \text{ T/m}^2; f_2 = 2,35\text{T/m}^2; f_3 = 2,7\text{T/m}^2; f_4 = 2,43\text{T/m}^2; f_5 = 2,51 \text{ T/m}^2$$

Xác định sức mang tải theo công thức 14(10)

$$\phi = m (m_R R F + u \sum m_i f_i l_i) = 1 [134 \cdot 0,785 + 1,75 \cdot 0,6 (1,5 \cdot 2 + 2,38 \cdot 1,4 + 2 \cdot 74 \cdot 1,2 + 2,44 \cdot 1,6 + 2,55 \cdot 1,6 + 2,23 \cdot 1,6 + 6,43 \cdot 0,4)] = 1 (105 + 0,942 \cdot 24,4) = 128\text{T}$$

Tải trọng tính toán trên cọc :

$$N = \frac{\phi}{k_{tc}} = \frac{128}{1,4} = 91,5\text{T}$$

5.12. Sức mang tải ϕ_{nh} , t, của cọc nhồi, cọc ống và cọc-trụ chịu tải trọng nhỏ nên xác định theo công thức :

$$\phi_{nh} = m \cdot u \sum m_i f_i l_i \quad 17 (13)$$

Trong đó :

m - Ý nghĩa giống như trong công thức 13(9)

u, m_i , f_i và l_i - Ký hiệu giống như trong công thức 14(10)

G.5.12. Do công thức 17(13) trình bày ở mục này chỉ để đến sức chống của đất ở mặt hông cọc nên công thức này chỉ dùng để xác định sức mang tải của cọc-trụ, cọc-ống và cọc nhồi không mở rộng đáy.

CỌC VÍT :

5.13. Sức mang tải ϕ , t, của cọc vít có đường kính cánh vít $D \leq 1,2m$ và dài $L \leq 10m$, chịu tải trọng nén hoặc tải trọng nhỏ, nên xác định theo công thức 18 (14) còn khi kích thước của cánh $D > 1,2m$ và chiều dài của cọc $L > 10m$ thì chỉ xác định theo số liệu thử cọc vít bằng tải trọng tĩnh :

$$\phi = m [(AC_1 + B\gamma_1 h) F + fu (1 - D)], \quad 18 (14)$$

Trong đó :

m - Hệ số điều kiện làm việc, phụ thuộc vào loại tải trọng tác dụng lên cọc và điều kiện đất đai, xác định theo bảng 10(8);

A và B - Các hệ số không thứ nguyên, lấy theo bảng 11(9) tùy thuộc vào trị số tính toán của góc ma sát trong của đất trong vùng làm việc γ_1 (vùng làm việc là lớp đất có chiều dày bằng D tiếp xúc với cánh cọc);

C_1 - Lực dính đơn vị tính toán của đất sét hoặc thông số đường thẳng của đất cát trong vùng làm việc, (T/m^2);

γ_1 - Trọng lượng thể tích tính toán đã tính đối của đất (có kể đến sự đẩy nổi của nước) nằm phía trên mức cánh cọc, (T/m^3);

h - Chiều sâu cánh cọc kể từ địa hình tự nhiên, còn khi lúc san nền đất bị gọt đi - thì kể từ cốt san nền, (m);

F - Hình chiếu diện tích cánh cọc, tính theo đường kính ngoài, m^2 , khi cọc vít chịu tải trọng nén, còn khi cọc vít chịu tải trọng nhỏ - là hình chiếu diện tích làm việc của cánh, tức đã trừ đi diện tích thân cọc, (m^2);

f - Sức chống tính toán của đất ở mặt hông cọc vít, (T/m^2), lấy theo bảng 2(2) (trị số được tính cho tất cả các lớp trong phạm vi chiều sâu hạ cọc);

u - Chu vi thân cọc, (m);

L - Chiều dài thân cọc được hạ vào trong đất, (m);

D - Đường kính cánh cọc, (m).

Chú thích :

1. Khi xác định sức mang tải của cọc vít chịu lực ép, các đặc trưng của đất ở bảng 11(9) là thuộc về đất nằm phía dưới cánh, còn khi cọc chịu tải trọng nhỏ - tính theo đất ở phía trên cánh cọc.

2 - Chiều sâu của cánh so với cốt san nền không được bé hơn 5D ở đất sét và không bé hơn 6D ở đất cát (ở đây D - đường kính cánh cọc).

3- Trị số tính toán của góc ma sát trong φ_1 và lực dính C_1 của đất nền khi tính theo công thức 18 (14) nên xác định theo yêu cầu của điều 4.6 thuộc tiêu chuẩn này.

BẢNG 10 (8)

Tên đất	Hệ số điều kiện làm việc của cọc vít m chịu tải trọng		
	Nén	Nhớ	Đối đầu
1. Sét và á sét :			
a) Cứng, nửa cứng và khó dẻo	0,8	0,7	0,7
b) Dẻo mềm	0,8	0,7	0,6
c) Dẻo chảy	0,7	0,6	0,4
2. Cát và á cát :			
a) Cát ít ẩm và á cát cứng	0,8	0,7	0,5
b) Cát ẩm và á cát dẻo	0,7	0,6	0,4
c) Cát no nước và á cát chảy	0,6	0,5	0,3

BẢNG 11 (9)

Góc ma sát trong tính toán của đất trong vùng làm việc φ_1 , độ	Các hệ số	
	A	B
13	7,8	2,8
15	8,4	3,3
16	9,4	3,8
18	10,1	4,5
20	12	5,5
22	15	7
24	18	9,2
26	23,1	12,3
28	29,5	16,5
30	38	22,5
32	48,4	31
34	64,9	44,4

G.5.13- Kinh nghiệm dùng cọc vít có đường kính cánh $D > 1,2m$ chưa nhiều và chưa cho phép quy định các tiêu chuẩn có luận cứ đối với loại cọc như thế. Vì vậy, việc xác định sức mang tải của cọc có đường kính cánh lớn, thông thường nên tiến hành thử tính những cọc ấy chịu tải trọng nhớ hoặc ép tùy theo tính chất làm việc của cọc trong công trình.

Sức mang tải của cọc vít có đường kính cánh $D \leq 1,2\text{m}$ và dài $L \leq 10\text{m}$ chịu tải trọng nén hoặc nhổ đúng trục có thể xác định theo số liệu thử tĩnh và cũng có thể theo công thức 18 (14). Khi xác định sức mang tải của cọc vít chịu tải trọng nén đúng trục (ép) thì sức chống tĩnh toán của đất ở cánh cọc ($AC_1 + B\gamma_1 h$) nên lấy tăng lên 1,2 lần. Công thức 18(14) sẽ có dạng sau :

$$\phi = m [1,2 (AC_1 + B\gamma_1 h) F + f_u (L - D)]. \quad (19).$$

Ví dụ 17 / Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc vít có đường kính cánh $D = 1\text{m}$ và thân cọc $d = 0,24\text{m}$, $L = 8\text{m}$, chịu tải trọng nén đúng trục và được hạ vào đất như trên hình 14.

Giải : Ta xác định sức mang tải của cọc vít theo công thức 18 (14).

Theo bảng 10 (8) đối với sét nửa cứng có độ sệt $I_L = 0,2$, $m = 0,8$.

Theo bảng 11 (9) khi $\varphi_1 = 17^\circ$, các hệ số không thứ nguyên sẽ là $A = 9,75$; $B = 4,14$.

Tiếp đến ta xác định trọng lượng thể tích tĩnh đối γ_1 của đất nằm bên trên mức cánh cọc :

$$\gamma_1 = \frac{\gamma_1 l_1 + \gamma_2 l_2}{l_1 + l_2} = \frac{1,7 \cdot 4,8 + 1,85 \cdot 2,8}{4,8 + 2,8} = 1,755 \text{ T/m}^3$$

Lực dính đơn vị đối với đất đã biết $C_1 = 4,1\text{T/m}^2$;

Chiều sâu cánh cọc $h = 7,6\text{m}$; hình chiếu diện tích của cánh $F = 0,785\text{m}^2$.

Sức chống tĩnh toán của đất ở mặt hông của cọc lấy theo bảng 2 (2).

Đối với á sét khô dẻo có độ sệt $I_L = 0,4$;

ở chiều sâu $l'_1 = 1\text{m}$, $f_1 = 1,5\text{T/m}^2$;

ở chiều sâu $l'_2 = 2 + \frac{1,4}{2} = 2,7\text{m}$, $f_2 = 2,35 \text{ T/m}^2$;

ở chiều sâu $l'_3 = 2 + 1,4 + \frac{1,4}{2} = 4,1\text{m}$, $f_3 = 2,72 \text{ T/m}^2$

Đối với sét nửa cứng có độ sệt $I_L = 0,2$:

ở chiều sâu $l'_4 = 4,8 + \frac{1,4}{2} = 5,5\text{m}$, $f_4 = 5,7 \text{ T/m}^2$

ở chiều sâu $l'_5 = 4,8 + 1,4 + \frac{1,4}{2} = 6,9\text{m}$, $f_5 = 5,98 \text{ T/m}^2$.

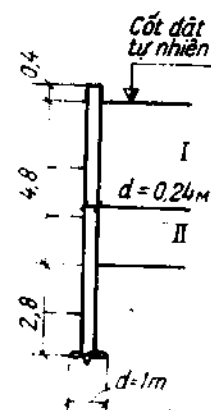
Xác định trị số tĩnh đối f đối với tất cả các lớp đất trong phạm vi chiều sâu hạ cọc :

$$f = \frac{\sum f_i l_i}{\sum l_i} = \frac{1,5 \cdot 2 + 2,35 \cdot 1,4 + 2,72 \cdot 1,4 + 5,7 \cdot 1,4 + 5,98 \cdot 1,4}{2 + 1,4 + 1,4 + 1,4 + 1,4} = 4,18 \text{ T/m}^2$$

Chu vi thân cọc $u = \pi \cdot 0,24 = 0,755\text{m}$.

Sức mang tải của cọc bằng :

$$\phi = m[1,2 (AC_1 + B\gamma_1 h) F + f_u (L - D)] = 0,8 \{1,2 (9,75 \cdot 4,1 + 4,14 \cdot 1,755 \cdot 7,6) \cdot 0,785 + 3,48 \cdot 0,755 (7,6 - 1)\} = 0,8 (89,6 + 17,3) = 85,4\text{T}.$$



HÌNH 14 : Sơ đồ mặt cắt địa chất
I - Á sét khô dẻo
 $I_L = 0,4$, $\gamma = 1,7\text{T/m}^3$;
II - Sét nửa cứng $I_L = 0,2$,
 $\gamma = 1,85 \text{ T/m}^3$, $C = 4,1\text{T/m}^2$,
 $\varphi = 17^\circ$.

Tải trọng tính toán trên 1 cọc :

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{85,4}{1,4} = 61 \text{ T}$$

Ví dụ 18: Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc vít có đường kính cánh $D = 1\text{m}$ và thân $d = 0,24\text{m}$, $L = 8\text{m}$ chịu tải trọng nhỏ trong điều kiện đất đai giống như ở ví dụ 17 (xem hình 14).

Giải : hệ số điều kiện làm việc $m = 0,7$ [theo bảng 10 (8)]

Hình chiếu của diện tích cánh :

$$F = \frac{\pi (1^2 - 0,24^2)}{4} = 0,74 \text{ m}^2$$

Sức mang tải của cọc chịu tải trọng nhỏ tính theo đất nền bằng công thức 18 (14) sẽ bằng :

$$\phi = m [(AC_1 + B \gamma_{th}) F + f_{th} (L - D)] = 0,7 [(9,75 \cdot 4,1 + 4,15 \cdot 1,755 \cdot 7,6) \cdot 0,74 + 3,48 \cdot 0,755 (7,6 - 1)] = 0,7 \cdot (70,5 + 17,3) = 61,1 \text{ T}$$

Tải trọng tính toán trên một cọc :

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{61,1}{1,4} = 43,6 \text{ T}$$

TÍNH TOÁN MA SÁT ÂM CỦA ĐẤT Ở MẶT HÔNG CỦA CỌC TREO

5.14. Lực ma sát âm của đất là lực xuất hiện trên mặt hông của cọc khi lún đất ở gần cọc và có hướng thẳng đứng về phía dưới, nên kể đến trong những trường hợp :

- Tôn nền qui hoạch có chiều dày hơn 1,0m;
- Phụ tải trên nền kho với tải trọng hữu ích hơn 2 T/m²;
- Phụ tải của nền gần móng có tải trọng hữu ích của thiết bị hơn 10 T/m²;
- Tầng ứng suất có hiệu trong đất do không còn áp lực đẩy nổi khi hạ mực nước ngầm;
- Sự cố kết chưa kết thúc của trầm tích hiện đại và trầm tích kiến tạo;
- Sự chặt thêm của đất không dính dưới tác động động lực;
- Sự lún ướt của đất khi ngập nước.

G5.14- Quá trình xuất hiện ma sát âm được đặc trưng bởi độ lún của đất gần cọc và tốc độ lún tương ứng của đất lớn hơn độ lún và tốc độ lún của cọc xảy ra do tác dụng của tải trọng. Trong trường hợp này đất gần cọc như buồng khối cọc, còn tải trọng thêm sẽ cộng vào tải trọng ngoài tác dụng lên cọc. Thông thường hiện tượng này xảy ra trong trường hợp cọc xuyên qua đất có tính nén co nhiều và có độ dày lớn, khi có phụ tải tác dụng trên đất ở quanh cọc.

Độ lún của đất gần cọc có thể gây ra bởi :

- Đắp đất hoặc tôn nền khi nâng cao vùng xây dựng hoặc lúc chuẩn bị kỹ thuật khi mà đất có tính nén co lớn nằm ở gần trên mặt đất;

- Gia tải trên mặt đất hoặc mặt nền bằng tải trọng có ích đủ lớn. Trường hợp này sẽ đặc biệt nguy hiểm nếu việc gia tải này tiến hành trong thời gian sử dụng công trình;

- Tăng trọng lượng bản thân của đất khi mức nước ngầm bị hạ thấp, sự cố kết tự nhiên của tầng đất, lèn chặt đất dưới tải trọng động, xây dựng bên cạnh công trình cọc những công trình mới trên móng nông hơn.

- Lực ma sát âm tác dụng lên mặt hông của cọc trên phạm vi đoạn dài của cọc mà ở đó tốc độ lún của đất gần cọc (v_d) lớn hơn tốc độ lún của móng cọc (v_m), tức là :

$$v_d > v_m$$

Độ lún của cát mịn và á cát hoàn toàn no nước, của bùn, đất than bùn và than bùn, xảy ra dưới tác dụng của tải trọng phân bố đều trên mặt, (cm), có thể xác định trên cơ sở lý thuyết cổ kết thấm theo công thức :

$$S'_d = a_0 q \left[z - \frac{8h}{\pi^2} e^{-M} \left(1 - \cos \frac{\pi z}{2h} \right) \right], \quad (20)$$

Trong đó :

$$M = \frac{\pi^2 C_v t}{4 h^2}; \quad (21)$$

z- Tọa độ chiều sâu của điểm đang xét so với đáy lớp, (cm);

h- Chiều dày lớp đất nén co nằm giữa lớp thấm được nước và nền đất không thấm được nước, hoặc 2h khi nằm giữa các lớp đất thấm nước, (cm);

a_0 - Hệ số nén tương đối, (cm²/KG).

q- Độ lớn của tải trọng ngoài phân bố đều, (KG/cm²)

t- Thời gian, (giây);

C_v - Hệ số cố kết, cm²/gy :

$$C_v = \frac{k\phi (1 + e_{th})}{a \cdot \gamma_n} \quad (22)$$

e_{th} - Hệ số rỗng trung bình;

γ_n - Trọng tượng thể tích của nước, (KG/cm³);

a - Hệ số nén, (cm²/KG);

$k\phi$ - Hệ số thấm, cm/gy, xác định khi khảo sát, hoặc đối với các tính toán gần đúng - lấy theo bảng 12.

$$a_0 = \frac{n}{1 + e_0}$$

e_0 - Hệ số rỗng ban đầu.

BẢNG 12 .

No	Đất	Hệ số thấm cm/gy
1	Cát bụi	$(0,6 - 6) 10^{-3}$
2	Cát hạt mịn	$(1,2 - 3) 10^{-2}$
3	Cát hạt trung	$(2,5 - 6) 10^{-2}$
4	Cát hạt thô	$(4 - 8,5) 10^{-2}$
5	Á cát	$(0,1 - 1,2) 10^{-3}$
6	Á sét	$(0,5 - 0,05) 10^{-3}$
7	Sét	Bé hơn 1.10^{-6}
8	Than bùn ít phân giải	$(1 - 5) 10^{-3}$
9	Than bùn phân giải trung bình	$(0,2 - 1,2) 10^{-3}$
10	Than bùn phân giải mạnh	$(0,12 - 0,18) 10^{-4}$

Ví dụ 19 : Xác định vùng tác dụng của lực ma sát âm lên móng cọc của công trình đã xây được 0,5 năm, sau khi đắp đất lãn thổ, lúc đã hoàn thiện việc xây dựng trong thời gian 1 năm hoặc 1,5 năm.

Cọc dài 18m đóng từ bề mặt của đất đắp. Trị số biến dạng giới hạn của công trình $S_m = 8\text{cm}$, vào cuối thời gian xây dựng độ lún của công trình bằng $0,5 S_{gh} = 4\text{cm}$, còn tốc độ lún của công trình lấy là đều, tức là khi kết thúc xây dựng trong thời gian 1 năm là $V_m = 4\text{cm/năm}$, còn trong thời gian 1,5 năm là $2,7 \text{ cm/năm}$.

Điều kiện địa chất của vùng xây dựng và những đặc trưng của các lớp đất trình bày ở bảng 13.

Cọc được đóng sâu 2m vào lớp đất N°5. Để xác định vùng tác dụng của lực ma sát âm ta xem đất cát là không nén co.

Đối với bùn cát (lớp N°2) : $M = 3,16 \cdot 10^{-4} t \text{ (1/gy)}$

Khi $t = 0,5 \text{ năm} = 1,58 \cdot 10^7 \text{ gy}$. Vậy $M = 5.10^3$ còn $e^{-M} \approx 0$, tức độ lún của lớp N°2 thực tế đã ổn định trước khi bắt đầu xây dựng.

Việc tính toán tốc độ lún của sét than bùn dẻo mềm (lớp N°4) ở các khoảng thời gian khác nhau theo những công thức nói trên, được trình bày ở bảng 14.

Độ lún của lớp N°4 sẽ tạo ra vùng phát triển lực ma sát âm, vùng này theo điều kiện $V_d > V_m$ và theo số liệu của bảng 14, khi thời hạn xây dựng là 1 năm, sẽ lan đến cốt - 12,5m, vì rằng qua 1 năm sau khi bắt đầu xây dựng với $Z = 300\text{cm}$ đối với lớp N°4, tức là đến cốt - 12,5m; $V_d = 3,9 \text{ cm/năm}$ còn $V_m = 4 \text{ cm/năm}$.

Khi kết thúc việc xây dựng trong 1,5 năm thì vùng này lan đến cốt - 10,8 m.

BẢNG 13.

No. lớp	Tên đất	Cốt tương đối, (m).		Chiều dày của lớp, (m)	Trọng lượng thể tích (G/cm ³)	Hệ số rỗng	Hệ số nén (cm ² /KG)	Hệ số nén tương đối cm ² /KG	Hệ số thấm cm/gy	Hệ số cố kết cm ² /gy
		Mái	Đáy							
1	Cát đắp, thô vừa, chặt trung bình	0	- 5	5	2	0,62	-	-	-	-
2	Á cát bùn	- 5	- 8	3	1,75	0,95	0,035	0,017	5,10 ⁻⁵	2,85
3	Cát thô vừa, chặt trung bình	- 8	- 9,5	1,5	2,03	0,54	0,008	0,005	5,10 ⁻²	-
4	Sét than bùn dẻo mềm	- 9,5	- 15,5	6	1,57	1,55	0,15	0,06	8.10 ⁻⁸	1,36.10 ⁻⁸
5	Cát thô vừa, chặt trung bình	- 15,5	- 28	12,5	2,03	0,54	0,008	0,005	5,10 ⁻²	-

BẢNG 14.

Các chỉ tiêu	Thời gian kể từ lúc bắt đầu xây dựng, năm			
	0,5	1	1,5	2
M	0,59	1,17	1,76	2,34
e - M	0,554	0,31	0,172	0,096
Độ lún của đất, S _d , (cm), khi				
Z = 600	20	27	31	33,1
Z = 400	12	17,3	20,2	21,2
Z = 200	7	9,7	10,7	11,3
Tốc độ lún của đất V _d , (cm/năm), khi				
Z = 600	40	14	8,0	4,2
Z = 400	24	10,6	5,8	2,
Z = 200	15,8	3,6	2	1,2

5.15. Nếu trong phạm vi chiều dài phần chịu lực ma sát âm của cọc nằm trong lớp than bùn dày hơn 30 cm và có thể san nền lún bằng cách đắp thêm, hoặc có tải trọng nào khác tương đương với phần đắp, thì sức chống tính toán của đất f nằm phía trên của đáy lớp thấp nhất (trong phạm vi chiều dài phần cọc chịu lực ma sát âm) của than bùn, lấy như sau :

a) Khi chiều cao phần đất đắp bé hơn 2m, đối với đất đắp và các lớp than bùn, thì lấy f = 0; còn đối với đất khoáng không phải đắp, có kết cấu tự nhiên thì f lấy theo bảng 2 (2) với trị số dương.

b) Khi chiều cao phần đất đắp từ 2 đến 5m, đối với các loại đất, gồm cả đất đắp thì lấy $f = 0,4$ lần trị số cho ở bảng 2(2) và lấy với dấu âm; còn đối với than bùn thì lấy $f = 0,5 \text{ T/m}^2$ (ma sát âm);

c) Khi chiều cao đắp hơn 5m, đối với đất (bao gồm cả đất đắp) thì lấy f bằng trị số của bảng 2 (2) với dấu âm, còn đối với than bùn thì $f = 0,5 \text{ T/m}^2$ (ma sát âm).

Trong phạm vi phần bên dưới của cọc, ở đáy độ lún của đất gần cọc sau khi xây dựng (gồm cả phụ tải của móng cọc) bé hơn một nửa trị độ lún giới hạn của móng cọc, thì sức chống tính toán của đất f_1 nên lấy với dấu dương ở bảng 2 (2), còn đối với than bùn, bùn thì lấy f_1 bằng $0,5 \text{ T/m}^2$.

Trong trường hợp khi mà sự cố kết của đất gây ra do đắp đất hoặc do tải trọng phụ trên mặt đất khi việc xây dựng các phần bên trên mặt đất của nhà và công trình (bao gồm cả đài cọc) đã kết thúc, hoặc có thể đã biết đất quanh cọc có độ lún nào đó sau một thời gian do cố kết và mặc dù không vượt quá một nửa độ lún giới hạn đối với nhà và công trình, thì sức chống của đất ở mặt hông của cọc hoặc cọc ống vẫn cho phép lấy trị số dương mà nó không phụ thuộc vào có hoặc không có các phụ lớp than bùn. Đối với các phụ lớp than bùn nên lấy f bằng $0,5 \text{ T/m}^2$.

Nếu biết được hệ số cố kết và môđun biến dạng của than bùn nằm trong phạm vi chiều dài phần cọc chịu ma sát âm và có thể xác định độ lún của nền do tác dụng của tải trọng phụ trên mặt đất đối với từng lớp đất thì khi xác định sức chịu tải của cọc hoặc cọc ống cho phép kể đến sức chống của đất với dấu âm (ma sát âm) không phải từ mức đáy lớp dưới cùng của than bùn mà bắt đầu từ mức trên cùng của lớp đất mà độ lún thêm của lớp này do tải trọng trên mặt đất gây ra (xác định kể từ lúc bắt đầu truyền tải trọng tính toán lên cọc) chiếm một nửa độ lún giới hạn đối với nhà và công trình được thiết kế.

G5.15. Khi xác định vùng tác dụng của lực ma sát âm, thông thường người ta xuất phát từ tốc độ lún lớn nhất của đất gần cọc phát triển trong thời kỳ trước và trong khi xây dựng, lúc mà sự tác dụng của lực ma sát âm lên cọc và độ lún của cọc dưới tác dụng của lực này ảnh hưởng không nhiều lắm đến việc sử dụng sau này của móng. Ngoài ra, độ lún xác định được nằm trong giới hạn cho phép trong các tiêu chuẩn. Xuất phát từ điều vừa trình bày, trong tính toán người ta kể đến tác dụng của lực ma sát âm nằm phía trên mặt phẳng đi qua lớp đất mà ở đó thoả mãn điều kiện :

$$S_d - S'_d = S_{gh} - S_{mT} \quad (23)$$

Trong đó :

S_d - Độ lún ổn định của lớp đất xác định theo các chỉ dẫn của "Tiêu chuẩn thiết kế nền" hoặc theo công thức (20) với $t = \infty$;

S'_d - Độ lún của lớp đất gần cọc, xảy ra lúc kết thúc việc xây dựng nhà hoặc công trình, xác định theo công thức (20);

S_{gh} - Trị số biến dạng giới hạn của nền lấy theo "Tiêu chuẩn thiết kế nền";

S_{mT} - Độ lún của móng cọc, xảy ra lúc kết thúc việc xây dựng nhà hoặc công trình.

Đối với nhà và công trình mà tải trọng truyền lên móng chủ yếu là do trọng lượng bản thân của kết cấu, cho phép lấy $S_{mT} = 0,5 S_{gh}$

Khi có sự tác dụng của lực ma sát âm, việc tính toán cọc và móng cọc tiến hành theo trạng thái giới hạn thứ hai (theo biến dạng). Đối với cọc đơn, điều kiện này xem như thoả mãn nếu :

$$N \leq \frac{\Phi}{k_{lc}} - P_a,$$

Trong đó :

N- tải trọng tính toán, (Tấn), trên 1 cọc, xác định khi thiết kế nhà hoặc công trình;

k_{ic} - hệ số tin cậy lấy bằng $k_{ic} = 1,4$;

ϕ - sức mang tải tính toán, (T) của đất nền cọc nằm phía dưới tác dụng của lực ma sát âm, xác định theo "Tiêu chuẩn thiết kế nền" hoặc theo kết quả thử hiện trường;

P_a - trị tính toán của lực ma sát âm, tác dụng lên mặt hông của cọc, (T), xác định theo công thức (24) hoặc theo kết quả thử hiện trường :

$$P_a = m_0 u \sum k_{pj} f_{oj} l_j, \quad (24)$$

Trong đó :

m_0 - Hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất bị lún có kể đến sự nén chặt đất gần cọc khi đóng cọc, đối với đất cát lấy bằng 1,1 còn đối với đất sét lấy bằng 1;

u - Chu vi tiết diện ngang của cọc, (cm);

k_{pj} - Hệ số thực tế, kể đến sự giảm của lực ma sát âm cùng với sự giảm hiệu số lún của lớp đất thứ j gần cọc, lấy như sau : Đối với cọc treo $k_{pj} = 1$ còn đối với cọc chống $k_{pj} = 1$ Khi $S_{dj} \geq S_0$ và

$$k_{pj} = \frac{S_{dj}}{S_0} \text{ khi } S_{dj} < S_0;$$

S_{dj} - Độ lún của lớp đất j, (cm), sau khi đóng cọc;

S_0 - Độ lún của đất đối với cọc mà ở đó lực ma sát âm hoàn toàn thể hiện hết, ta lấy $S_0 = 5\text{cm}$;

f_{oj} - Sức chống tính toán của lớp đất thứ j bị lún trên mặt hông của cọc, (T/m²), xác định theo "Tiêu chuẩn thiết kế nền";

l_j - Chiều dày của lớp đất thứ j, (m), tiếp xúc với mặt hông của cọc và nằm trong phạm vi phần chiều dài cọc từ cốt san nền đến điểm trung hoà;

Khi tính toán móng gồm một số cọc chịu tác dụng của lực ma sát âm, trong số tải trọng tính toán tác dụng lên móng qui ước phải gồm cả trị tính toán của lực ma sát âm tác dụng lên nhóm cọc :

$$P_{k,a} = U \sum_i k_{pi} l_i f_{oi}, \quad (25)$$

Trong đó :

U - Chu vi của nhóm, (m), theo mép ngoài của những cọc nằm ở hàng ngoài cùng;

k_{pi} , l_i , f_{oi} - Ký hiệu giống như trong công thức (24).

Những lực ma sát âm tác dụng lên cọc nằm phía trong nhóm không thể vượt quá trọng lượng của đất nằm phía trong nhóm, trọng lượng này khi tính toán móng cọc được gộp vào trọng lượng bản thân của móng quy ước. Vì vậy người ta chỉ kể đến lực ma sát âm ở chu vi nhóm cọc.

Giải: Theo số liệu của ví dụ 19, xác định tải trọng tính toán của móng cọc gồm 9 cọc (3×3) có bước 1,2m. Cọc có tiết diện 35×35 cm, dài 18 m. Mũi cọc ở cốt - 17,5 m.

Giải: Ở ví dụ 19, vùng tác dụng của lực ma sát âm khi xây dựng trong thời hạn 1 năm lan đến cốt - 12,5m, còn khi xây dựng trong 1,5 năm - đến cốt 10,8m. Như vậy sức chống tính toán theo công thức 7 (7) và các bảng 1 (1) và 2 (2) của "Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc (20 TCN 21-86)" lần lượt sẽ là:

$$\phi_{t=1} = 1 [1 \cdot 436 \cdot 0,1225 + 0,35 \cdot 4 (1 \cdot 2 \cdot 3 + 1 \cdot 7,4 \cdot 2)] \cdot 9 = 743T;$$

$$\phi_{t=1,5} = 1 [1 \cdot 436 \cdot 0,1225 + 0,35 \cdot 4 (1 \cdot 2 \cdot 4,7 + 1 \cdot 7,4 \cdot 2)] \cdot 9 = 783 T$$

Theo công thức (23) ta xác định vùng được kể đến trong tính toán lực ma sát âm.

Độ lún ổn định của lớp N° 4:

$$S_d = a_{\phi} q h' = 0,06 \cdot 1 \cdot 600 = 36 \text{ cm.}$$

Đối với $t = 1$ năm $S'_d = 31 \text{ cm.}$

Đối với $t = 1,5$ năm $S'_d = 33,1 \text{ cm.}$

Đối với $t = 1$ năm $S_d - S'_d = 5 \text{ cm} > S_{gh} - S_{mT} = 8 - 4 = 4 \text{ cm};$

Đối với $t = 1,5$ năm $S_d - S'_d = 2,9 \text{ cm} < 4 \text{ cm}$

Như vậy, khi xây dựng kéo dài đến 1,5 năm thì lực ma sát âm có thể không kể đến trong tính toán, vì rằng điều kiện (23) được thoả mãn tại mũi của lớp đất nén co nhiều, tức là:

$$N_{t=1,5} = \frac{\phi_{t=1,5}}{k_{lc}} = \frac{783}{1,4} = 559T.$$

Khi nội suy số liệu của bảng 14 đối với thời gian xây dựng 1 năm, ta xác định được rằng vùng được kể đến trong tính toán lực ma sát âm lan đến trên cốt - 11,5m vì rằng độ lún của đất tại cốt này là $S'_d = 20,2 \text{ cm}$ còn $S_d = 24 \text{ cm.}$

$$S_d - S'_d = 24 - 20,2 = 3,8 \text{ cm} < 4 \text{ cm};$$

$$U = (1,2 \cdot 2 + 0,35) 4 = 11 \text{ m};$$

$$K_{pj} = 1.$$

Từ bảng 2 (2) của 20 TCN 21-86 đối với lớp N° 1:

$$f_{oj1} = 4,5 \text{ T/m}^2; f_{oj2} = 0,5 \text{ T/m}^2; f_{oj3} = 5,8 \text{ T/m}^2; f_{oj4} = 1,9 \text{ T/m}^2$$

$$P_{k,a} = 11 \cdot 1 (5 \cdot 4,5 + 3 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 5,8 + 2 \cdot 1,9) = 402 T;$$

$$N_{t=1} = \frac{743}{1,4} - 402 = 128 T.$$

Như vậy, trong ví dụ này, vùng tác dụng của lực ma sát âm khi kết thúc việc xây dựng trong thời hạn 1 năm lan đến cốt - 12,5m, còn vùng được kể đến trong tính toán lực ma sát âm thì đến cốt - 11,5m. Khi kết thúc việc xây dựng trong thời hạn 1,5 năm thì vùng tác dụng của lực ma sát âm lan đến cốt - 10,8m nhưng trong tính toán chúng có thể không được kể đến vì rằng lực này không thể gây ra độ lún không cho phép đối với móng.

Điều này được giải thích bởi sự khác nhau trong tải trọng tính toán trên móng cọc:

626 Tấn khi xây dựng trong thời hạn 1,5 năm và chỉ có 208 Tấn khi xây dựng trong thời hạn 1 năm.

6- XÁC ĐỊNH SỨC MANG TẢI CỦA CỌC VÀ CỌC ỐNG THEO KẾT QUẢ NGHIỆN CỬU HIỆN TRƯỜNG :

6.1. Sức mang tải ϕ , (T), của cọc và cọc ống nên xác định theo kết quả thử bằng tải trọng tĩnh hoặc động (va đập) cũng như theo số liệu xuyên tĩnh đất. Để xác định sức mang tải của cọc theo kết quả thử ở hiện trường đối với mỗi một nhà hoặc công trình, cần thực hiện không ít hơn :

- Thử tĩnh cọc 2 chiếc
- Thử động cọc 6 chiếc
- Thử đất bằng cọc mẫu 6 chiếc
- Thử bằng xuyên tĩnh 6 chiếc

G6.1. Không cần giải thích gì thêm đối với điều 6.1. Tuy nhiên nên chú ý rằng trong trường hợp thiết kế cầu với tính toán cọc và cọc ống theo điều kiện bền của vật liệu nên theo hướng dẫn của tiêu chuẩn thiết kế cầu.

6.2. Thử cọc và cọc ống bằng tải trọng tĩnh và động nên theo các yêu cầu của 20 TCN 88- 82. "Cọc - phương pháp thí nghiệm hiện trường".

G.6.2. Những kết quả thử cọc không phù hợp với những yêu cầu của "Tiêu chuẩn 20 TCN 88- 82" không thể được dùng để xác định sức mang tải của cọc vì rằng các phương pháp ước lượng sức mang tải của cọc trình bày ở tiêu chuẩn này có liên quan trực tiếp với phương pháp thử cụ thể nói trong tiêu chuẩn.

6.3. Sức mang tải ϕ , (T), của cọc và cọc ống theo kết quả thử chứng bằng tải trọng nén, nhổ và hướng ngang và theo kết quả thử động được xác định theo công thức :

$$\phi = m \frac{\Phi_{gh}^{15}}{k_d} \quad 26 (15)$$

Trong đó :

m- Hệ số điều kiện làm việc, trong trường hợp tải trọng nén và hướng ngang lấy $m = 1$, còn trong trường hợp tải trọng nhổ khi độ sâu hạ cọc hoặc cọc ống vào đất $\geq 4m$, lấy $m = 0,8$ và khi độ sâu hạ cọc bé hơn $4m$, $m = 0,6$ đối với tất cả loại nhà và công trình trụ trụ đường dây tải điện lộ thiên (đối với loại công trình này hệ số điều kiện làm việc m lấy theo Tiêu chuẩn riêng tương ứng).

Φ_{gh}^{15} - Giá trị tiêu chuẩn sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc ống, (T), xác định theo các chỉ dẫn của các điều 6.4 - 6.7 thuộc tiêu chuẩn này.

k_d - Hệ số an toàn phụ thuộc vào loại đất, lấy theo những chỉ dẫn của điều 6.4 thuộc tiêu chuẩn này.

Chú thích : kết quả thử tĩnh cọc theo tải trọng ngang có thể được dùng để xác định trực tiếp tải trọng tĩnh toán cho phép của cọc, nếu điều kiện thử tương ứng với điều kiện làm việc thực tế của cọc trong móng của nhà hoặc công trình.

G6.3. Việc xác định sức mang tải của cọc theo kết quả thử khi tiến hành phải kể đến sự tăng sức mang tải của cọc theo thời gian do kết quả "nghỉ" của cọc sau khi đóng. Thời gian nghỉ tối thiểu của cọc quy định trong Tiêu chuẩn 20 TCN

88- 82. Nếu dựa vào kết quả thử động, phát hiện thấy sức mang tải của cọc tăng sau khi cọc nghỉ trong thời gian tối thiểu nói trên mà việc thử thêm cọc với đảm bảo thời gian nghỉ dài hơn không thể được, thì việc ước lượng sức mang tải của cọc ϕ , (T), ở thời điểm t mà ta quan tâm, có thể theo công thức sau đây bằng cách dựa vào kết quả thử nhiều lần :

$$\phi = \phi_0 + A (\phi_2 - \phi_0) \left(1 - \frac{1}{B \frac{t}{t_2} - 1} \right), \quad (27)$$

Trong đó :

ϕ_0 - Sức mang tải của cọc xác định trên cơ sở thử ngay sau khi đóng cọc, (T);

ϕ_2 - Sức mang tải của cọc xác định trên cơ sở thử cọc sau khi nghỉ một thời gian t_2 , (T);

A và B- Các hệ số xác định theo các công thức :

$$A = \frac{(t_2 - t_1) (\phi_1 - \phi_0)}{t_2 (\phi_1 - \phi_0) - t_1 (\phi_2 - \phi_0)}; B = \frac{1}{A - 1}$$

ϕ_1 - Sức mang tải của cọc xác định trên cơ sở thử cọc sau khi nghỉ một thời gian t_1 , (T).

6.4. Trong trường hợp nếu số cọc và cọc ống được thử ở những điều kiện đất như nhau, mà nhỏ hơn 6 chiếc, thì trị tiêu chuẩn của sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc ống ở công thức 26 (15) nên lấy bằng sức chống giới hạn bé nhất từ kết quả thử, tức là :

$$\Phi_{gh}^{tc} = \Phi_{ghmin}, \text{ còn hệ số an toàn theo đất } k_d = 1.$$

Trong trường hợp nếu số cọc hoặc cọc ống được thử ở những điều kiện đất đại giống nhau, bằng hoặc lớn hơn 6 chiếc, thì các đại lượng Φ_{gh}^{tc} và k_d nên xác định trên cơ sở kết quả xử lý thống kê các giá trị riêng của sức chống giới hạn của cọc ϕ_{gh} theo số liệu thử, ứng với các yêu cầu của 20 TCN 88- 82 bằng phương pháp dùng cho việc xác định sức chống tạm thời. Ở đây, để xác định các đại lượng giá trị riêng của sức chống giới hạn nên theo các yêu cầu của điều 6.5 thuộc tiêu chuẩn này ở tải trọng nén và của điều 6.6 - ở tải trọng nhổ và hướng ngang và điều 6.7 - khi thử động.

G6.4. Những kết quả thử tĩnh và động thực hiện trong phạm vi vùng đất được phân chia ra có cùng điều kiện địa chất công trình, phải được xử lý bằng thống kê. Nếu trong phạm vi của những vùng đất ấy, sức mang tải của một cọc nào đó khác với trị trung bình hơn 25% thì việc xử lý kết quả phải tiến hành ở vùng xây dựng được chia bé hơn.

6.5. Nếu tải trọng khi thử tĩnh của cọc hoặc cọc ống chịu nén dẫn đến tải trọng gây ra tăng liên tục của độ lún S khi không tăng tải trọng nữa (với $S \leq 20$ mm) thì tải trọng này được lấy làm trị số riêng của sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc ống khi thử (ϕ_{gh})

Trong tất cả các trường hợp còn lại đối với móng nhà và công trình (trừ cầu), trị số riêng sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc ống (ϕ_{gh}) chịu tải trọng nén, nên lấy tải trọng mà dưới tác dụng của tải trọng ấy làm cho cọc hoặc cọc ống được thử có độ lún bằng S , xác định theo công thức :

$$S = \xi S_{ghnb} \quad 28(16)$$

Trong đó :

S_{ghb} - trị cho phép giới hạn của độ lún trung bình của móng nhà hoặc công trình thiết kế, được quy định trong nhiệm vụ thiết kế hoặc lấy theo tiêu chuẩn đối với nhà và công trình tương ứng khi thiết kế nền nhà và công trình;

ξ - hệ số chuyển từ độ lún trung bình giới hạn cho phép của nhà hoặc công trình S_{ghb} cho trong thiết kế, sang độ lún của cọc hoặc cọc ống do được khi thử tĩnh với độ lún ổn định quy ước (sự tắt dần độ lún). Nên lấy hệ số $\xi = 0,2$ trong những trường hợp khi việc thử cọc và cọc ống được tiến hành với sự ổn định quy ước bằng 0,1mm sau 1 giờ, nếu dưới mũi cọc là đất cát hoặc đất sét có độ sệt từ cứng đến khô dẻo, và sau 2 giờ nếu dưới mũi cọc là đất sét có độ sệt từ dẻo mềm đến chảy. Cho phép làm chính xác hệ số ξ theo kết quả theo dõi lún của nhà xây trên móng cọc trong những điều kiện địa chất tương tự.

Nếu độ lún xác định theo công thức 28 (16) lớn hơn 40 mm thì trị số riêng của sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc ống ϕ_{gh} nên lấy ở tải trọng ứng với $S = 40\text{mm}$.

Đối với cầu và công trình thủy công sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc ống (ϕ_{gh}) chịu tải trọng nén, phải lấy tải trọng bé hơn 1 cấp so với tải trọng mà dưới tải trọng này gây ra :

a) Sự tăng độ lún sau 1 cấp gia tải (với tổng độ lún lớn hơn 40mm) vượt quá 5 lần sự tăng độ lún ở một cấp gia tải trước đó;

b) Độ lún không tắt dần trong thời gian 1 ngày đêm hoặc hơn (với tổng độ lún của cọc lớn hơn 40mm).

Nếu khi thử, ở tải trọng lớn nhất đã đạt được có trị số bằng hoặc lớn hơn 1,5 ϕ (trong đó ϕ - sức mang tải của cọc hoặc cọc ống tính theo các công thức 4 (4); 7 (7); 11 (8); 13 (9); 14 (10); 17 (13) và 18 (14) của tiêu chuẩn này, độ lún của cọc hoặc cọc ống tỏ ra bé hơn trị số xác định theo công thức 28 (16), đối với cầu thì bé hơn 40mm, thì trong trường hợp này, trị số riêng của sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc - ống ϕ_{gh} cho phép lấy bằng tải trọng lớn nhất có được lúc thử.

Chú thích : 1. Các cấp tải trọng khi thử cọc hoặc cọc ống bằng tải trọng nén tĩnh phải quy định trong phạm vi 1/10 - 1/15 sức chống giới hạn ước tính của cọc hoặc cọc ống (ϕ_{gh}).

2. Trong một số trường hợp cá biệt khi có căn cứ thích hợp, cho phép lấy tải trọng lớn nhất đạt được khi thử, bằng ϕ .

G6.5. Sức chống giới hạn của cọc hoặc cọc ống lấy bằng tải trọng gây ra độ lún S tăng liên tục, nếu sự tăng liên tục này bắt đầu ở $S \leq 20\text{mm}$ và tiếp tục ở những độ lún lớn, theo như 20 TCN 88-82 thì không được bé hơn 40 mm. Công thức 28 (16) để ước lượng sức mang tải của cọc theo kết quả thử bằng tải trọng tĩnh được tìm trên cơ sở so sánh độ lún của cọc đơn với những độ lún của những cọc ấy trong nhà dưới cùng tải trọng.

Hệ số chuyển ξ từ trị giới hạn độ lún trung bình của móng nhà hoặc công trình sang độ lún của cọc hoặc cọc ống tìm được khi thử tĩnh, lấy bằng 0,2. Với ý nghĩa này của hệ ξ thì độ lún của cọc trong móng cọc của nhà hoặc công trình trong quá trình sử dụng sẽ tăng trung bình lên 5 lần so với độ lún của cọc đơn do được khi thử cọc bằng tải trọng tĩnh. Sự tăng như thế của độ lún của cọc trong móng cọc được căn cứ trên kết quả đo lún của những nhà xây trên móng cọc, và trên cơ sở so sánh độ lún của nhà với độ lún của cọc đơn do được khi thử cọc bằng tải trọng tĩnh.

Giá trị của hệ số chuyển từ độ lún của cọc do được theo số liệu thử sang độ lún của cọc dưới tải trọng lâu dài $\xi = 0,2$ được áp dụng cho phương pháp của 20 TCN 88-82

Tùy theo sự tích lũy các số liệu so sánh độ lún của nhà và công trình và độ

lún của cọc khi thử trong các đất khác nhau, hệ số ξ đối với hàng loạt đất có thể làm cho chính xác hơn theo hướng tăng lên. Trước hết sự chính xác hoá như thế cần phải làm cho nhà ở và nhà công cộng xây trên móng cọc với cọc bố trí thành 1 hàng cũng như đối với nhà và công trình trên cọc ống và cọc nhồi có mở rộng đáy, chúng thường được sử dụng như cọc đơn do sức mang tải của cọc lớn.

Trong những trường hợp nói trên hệ số ξ có thể sẽ tăng lên vì lớp chịu nén khi cọc bố trí thành 1 hàng, đối với cọc đơn và cọc ống sẽ bé. Quang cảnh tương tự như thế cũng sẽ thấy khi lắp cột lên một cọc.

Trong những trường hợp khi cọc chống hoặc chôn vào đất hèn lún, vào cát thô hoặc thô vừa cũng như vào đất sét có độ sệt cứng, độ lún của cọc khi thử sẽ không đạt đến trị số $S = \xi S_{ghb}$ cho tới tải trọng lớn nhất dùng khi thử. Trong trường hợp này, tải trọng giới hạn quy ước lấy bằng tải trọng khi thử. Nếu tải trọng lớn nhất khi thử bé hơn $1,5\phi$, trong đó ϕ - sức mang tải của cọc hoặc cọc ống tính theo các công thức : 4 (4); 7 (7); 11 (8); 13 (9); 14 (10) 17 (13) và 18 (14) thì nên thử lại.

Ví dụ 21 : Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc theo kết quả thử bằng tải trọng nén tĩnh đối với móng nhà nhiều tầng kết cấu khung hoàn toàn (khung bê tông cốt thép không tường chèn).

Biểu đồ quan hệ độ lún của cọc với tải trọng xây dựng theo kết quả thử tĩnh cọc đạt tới độ lún lớn nhất do tải trọng gây ra so với 5 cọc thử khác, được trình bày trên hình 15. Việc thử đã đạt đến độ lún bé hơn độ lún xác định theo công thức 28 (16).

Giải : Đối với loại nhà đã cho, trị giới hạn độ lún trung bình của móng lấy theo "Tiêu chuẩn thiết kế nền" $S_{ghb} = 8\text{cm}$.

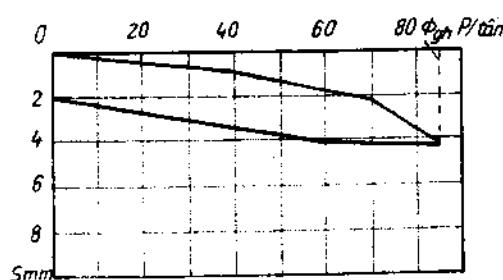
Đại lượng lún $S = \xi S_{ghb} = 0,2 \cdot 8,0 = 1,6\text{ cm}$, lớn hơn độ lún cọc thử, vì vậy sức chống giới hạn ϕ_{gh} lấy bằng tải trọng lớn nhất, tức là : $\phi_{gh} = 85\text{ Tấn}$.

Sức mang tải của cọc theo công thức 26 (15) bằng

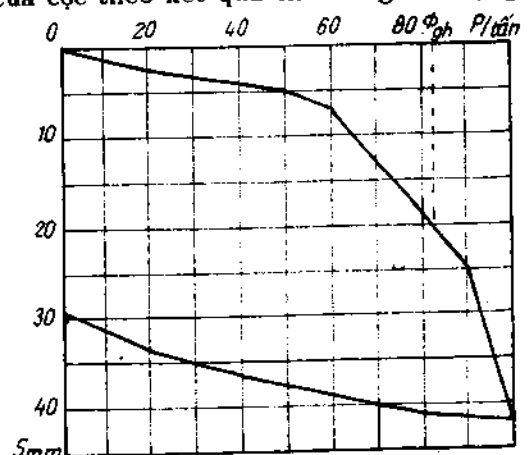
$$\phi = m \cdot \frac{\phi_{gh}}{k_d} = 1 \cdot \frac{85}{1} = 85\text{ Tấn}.$$

Tải trọng tính toán trên cọc quy định theo chỉ dẫn của điều 4.8 của Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc 20 TCN 21-86.

Ví dụ 22 : Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc theo kết quả thử bằng tải trọng



HÌNH 15 : Biểu đồ thử cọc bằng tải trọng tĩnh



HÌNH 16 : Biểu đồ thử tĩnh cọc bằng tải trọng tính

nén tĩnh đối với móng cọc của nhà nhiều tầng không khung có tường chịu lực bằng tấm lớn và của xilô chứa ngũ cốc bằng kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn. Biểu đồ quan hệ độ lún vào tải trọng xây dựng theo kết quả thử tĩnh cọc đạt tới độ lún lớn nhất so với hai cọc khác, trình bày trên hình 16.

Giải : Đối với loại nhà đã cho, trị số giới hạn độ lún trung bình của móng lấy theo Tiêu chuẩn thiết kế nền, bằng :

$$S_{ghb} = 10\text{cm đối với nhà nhiều tầng;}$$

$$S_{ghb} = 30\text{ cm đối với xilô ngũ cốc;}$$

Sức chống giới hạn của cọc ϕ_{gh} đối với móng nhà nhiều tầng lấy bằng tải trọng mà dưới tác dụng của tải trọng này, cọc thử sẽ có độ lún bằng S , xác định theo công thức 28 (16) :

$$S = \xi S_{ghb} = 0,2 \cdot 10 = 2\text{cm, ở đây } \xi = 0,2.$$

Theo đại lượng của độ lún S , trên biểu đồ ta xác định được sức chống giới hạn của cọc $\phi_{gh} = 82\text{ T}$.

Xác định sức mang tải theo công thức :

$$\phi = m \frac{\Phi_{gh}}{k_d} = 1 \frac{82}{1} = 82\text{ T.}$$

Độ lún S xác định theo công thức 28 (16) đối với xilô chứa ngũ cốc bằng

$$S = \xi S_{ghb} = 0,2 \cdot 30 = 6\text{cm.}$$

lớn hơn độ lún của cọc thử.

Trong trường hợp này sức chống giới hạn ϕ_{gh} lấy bằng tải trọng lớn nhất :

$$\phi_{gh} = 100\text{ T.}$$

Xác định sức mang tải theo công thức 26 (15) :

$$\phi = m \frac{\Phi_{gh}}{k_d} = 1 \frac{100}{1} = 100\text{ T.}$$

6.6. Khi thử cọc, hoặc cọc ống bằng tải trọng tĩnh theo hướng nằm ngang, hoặc nhờ cọc thí giá trị riêng của sức chống giới hạn ϕ_{gh} (điều 6.4 của tiêu chuẩn này) theo biểu đồ quan hệ của chuyển vị và tải trọng, tải trọng phải lấy là tải trọng mà dưới tác dụng của tải trọng này chuyển vị của cọc tăng không ngừng.

Chú thích : Kết quả thử tĩnh cọc chịu tải trọng ngang có thể được dùng để xác định trực tiếp các thông số tính toán của hệ "cọc đất", khi tính theo phụ lục 1.

G6.6. Nếu trong thời gian sử dụng, khi tải trọng ngang tác dụng lên cọc đối đầu, thì việc thử tĩnh cọc có thể theo nhiệm vụ của cơ quan thiết kế mà quy định tải trọng chu kỳ, tức là cọc phải gia và giảm tải nhiều lần. Việc xác định tải trọng tĩnh toán theo biểu đồ chu kỳ (hình 17) phải dựa vào đường cong vẽ theo các điểm dưới cùng của biểu đồ chuyển vị chu kỳ ứng với lúc giảm tải.

Tải trọng ứng với chỗ chuyển từ phần lồi của đường cong "a" sang phần lõm của đường cong "b" được xem là sức chống tĩnh toán p_{st} khi gia tải chu kỳ.

6.7. Khi thử động cọc đóng, giá trị riêng sức chống tĩnh toán ϕ_{gh} (Tấn), (điểm 6.4 của tiêu chuẩn này) theo số liệu hạ cọc, ở độ chối thực tế (đo được) $e_f \geq 0,002m$ nên xác định theo công thức :

$$\phi_{gh} = \frac{nFM}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{43p}{nFef} \frac{Q_n + \epsilon^2 (q + q_1)}{Q_n + q + q_1}} - 1 \right] \quad 29 (17)$$

Nếu độ chối thực tế (đo được) $e_f < 0,002m$ thì trong dự án móng cọc nên xét việc dùng búa có năng lượng va đập lớn hơn để hạ cọc, ở năng lượng này độ chối $e_f \geq 0,002m$, còn trong trường hợp không thể đổi được thiết bị đóng cọc và khi có máy đo độ chối thì giá trị riêng của sức chống giới hạn của cọc ϕ_{gh} nên xác định theo công thức :

$$\phi_{gh} = \frac{1}{2\theta} \frac{2e_f + c}{e_f + c} \left[\sqrt{1 + \frac{83p (e_f + c)}{(2e_f + c)^2} \frac{Q}{Q + q}} - 1 \right] \quad 30 (18)$$

Trong các công thức 29 (17) và 30 (18) đã dùng các ký hiệu :

n- Hệ số lấy theo bảng 15 (10) phụ thuộc vào vật liệu cọc, (T/m²);

F- Diện tích được giới hạn bằng chu vi ngoài của tiết diện ngang (cọc đặc hoặc rỗng) của thân cọc (không phụ thuộc vào việc có hay không có mũi cọc), (m²);

M- Hệ số : lấy M = 1 khi đóng cọc bằng búa tác dụng va đập còn khi hạ cọc bằng rung thì lấy theo bảng 16 (11) phụ thuộc vào loại đất dưới mũi cọc;

3_p- Năng lượng tính toán của một va đập của búa, (T.m), lấy theo bảng 17 (12), hoặc năng lượng tính toán của máy hạ bằng rung - lấy theo bảng 18 (13);

e_f- Độ chối thực tế, bằng độ lún của cọc do một va đập của búa, còn khi dùng máy rung - là độ lún của cọc do công của máy trong thời gian 1 phút (m);

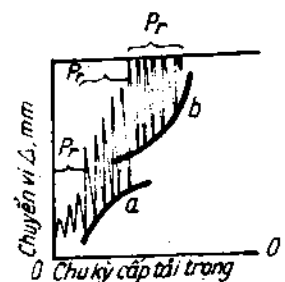
c - Độ chối đàn hồi của cọc (chuyển vị đàn hồi của đất và cọc), xác định bằng máy đo độ chối, (m);

Q_n - Toàn bộ trọng lượng của búa hoặc của máy rung, (T);

Q - Trọng lượng phần va đập của búa, (T);

ε - Hệ số hồi phục va đập; khi đóng cọc và cọc ống bê tông cốt thép bằng búa tác động va đập có dùng mũ đệm gỗ, lấy ε² = 0,2; khi hạ bằng rung, ε² = 0;

q - Trọng lượng của cọc và mũi cọc, (T);



HÌNH 17 : Biểu đồ chuyển vị chu kỳ của cọc.

q_1 - Trọng lượng của cọc đệm (khi hạ cọc bằng rung $q_1 = 0$), (T);

θ - Hệ số, (1/T), xác định theo công thức :

$$\theta = \frac{1}{4} \left(\frac{n_0}{F} + \frac{n_h}{\Omega} \right) \frac{Q}{Q + q} \sqrt{2g(H - h)} \quad 31 (19)$$

Ở đây F , Q và q - Ký hiệu giống như trong các công thức 29 (17) và 30 (18);

n_0, n_h - Các hệ số chuyển từ sức chống động (gồm sức chống dẻo của đất) sang sức chống tĩnh của đất, lấy lần lượt bằng : đối với đất dưới mũi cọc lấy $n_0 = 0,0025 \text{ gy. m/T}$ và đối với đất ở mặt hông cọc lấy $n_h = 0,25 \text{ gy m/T}$;

Ω - Diện tích mặt hông cọc tiếp xúc với đất, (m^2);

g - Gia tốc lực hút trái đất, lấy $g = 9,81 \text{ m/gy}^2$;

h - Chiều cao nẩy đầu tiên của phần va đập của búa, đối với búa diên đien lấy $h = 0,5\text{m}$ còn đối với các loại búa khác $h = 0$.

H - Chiều cao rơi thực tế phần va đập của búa (m).

Chú thích 1- Khi đóng cọc vào trong đất mà sau đó đất bị bỏ đi lúc đào móng, hoặc cọc đóng vào trong đất của đáy móng chảy thì trị số độ chối tính toán nên chọn xuất phát từ sức mang tải của cọc có tính đến đất không bị đào bóc hoặc bị phá hỏng do xói trôi, còn khi có thể xuất hiện ma sát âm thì phải kể đến ma sát này.

2- Trong trường hợp có sự chênh lệch hơn 1,4 lần về sức mang tải của cọc xác định theo các công thức 29 (17) - 31 (19) với sức mang tải xác định bằng tính toán theo các yêu cầu của phần 5 thuộc tiêu chuẩn này (dựa vào kết quả xác định các tính chất cơ lý của đất trong phòng thí nghiệm), thì cần kiểm tra thêm sức mang tải của cọc theo kết quả xuyên tĩnh hoặc thử tĩnh cọc.

BẢNG 15 (10)

Loại cọc	Hệ số n , (T/m^2)
1- Cọc bê tông cốt thép có mũi cọc	150
2- Cọc gỗ không có cọc đệm	100
3- Cọc gỗ có cọc đệm	80

BẢNG 16 (11)

Loại đất dưới mũi cọc	Hệ số M
1- Sỏi sạn có chất lấp nhét cát	1,3
2- Cát thô vừa, chặt trung bình và á cát cứng	1,2
3- Cát mịn chặt trung bình	1,1
4- Cát bụi chặt trung bình	1,0
5- Á cát dẻo, á sét và sét cứng	0,9
6- Á sét và sét nửa cứng	0,8
7- Á sét và sét khô dẻo	0,7

Chú thích : trong cát chặt, giá trị của hệ số M nói ở điểm 2- 4 của bảng 16 (11) nên tăng lên 60% còn khi có tài liệu xuyên tĩnh - tăng 100%.

BẢNG 17 (12)

Kiểu búa	Năng lượng tính toán của va đập búa β_p (T.m)
1. Búa treo hoặc tác dụng đơn động	QH
2. Búa diên đôn ống	0,9 QH
3. Búa diên đôn cần	0,4 QH
4. Búa diên đôn khi đóng kiểm tra lại bằng va đập đơn	Q (H - h)

Chú thích: ở điểm 4, H - chiều cao nảy đầu tiên phần va đập của búa diên đôn do đệm không khí gây ra, xác định theo thước đo, (m). Để tính toán sơ bộ cho phép lấy H = 0,6m đối với búa cần và H = 0,4m đối với búa ống. Q - Trọng lượng phần va đập của búa.

BẢNG 18 (13)

Lực kích thích của máy rung, (T)	10	20	30	40	50	60	70	80
Năng lượng tính toán tương đương va đập của máy rung β_p , (T.m)	4,5	9	13	17,5	22	26,5	31	35

G6.7. Thử động cọc có thể tiến hành ở giai đoạn khảo sát cùng với thử tĩnh để ước lượng sức mang tải của cọc và để kiểm tra chất lượng công tác cọc trong quá trình thi công hạ cọc theo Tiêu chuẩn nghiệm thu "Nền và móng".

Trong dự án móng cọc cần chỉ rõ cọc cần đóng kiểm tra với số lượng quy định bởi Tiêu chuẩn 20 TCN 88-82.

Trong các công thức 29 (17) và 31 (19) đối với cọc vuông và cọc chữ nhật đặc, cũng như ở cọc tròn rỗng có bịt kín mũi và cọc vuông có lỗ tròn, diện tích tiết diện ngang F lấy bằng diện tích toàn bộ của tiết diện ngang (không trừ lỗ) giới hạn bằng chu vi ngoài của thân cọc.

Độ chối phải tính có kể đến điều kiện đóng cọc. Khi đóng cọc qua lớp đất sẽ đào đi khi làm móng hoặc qua đất của đáy sông nên xác định độ chối cần thiết của cọc xuất phát từ sức mang tải của cọc ϕ xác định theo các công thức 1 (1) và 7 (7) có kể đến sức chống ở mặt hông cọc ở phần đất không bị đào đi hoặc phần đất có thể bị bào mòn.

Thử động nên tiến hành theo 20 TCN 88-82.

Để xác định sức mang tải của cọc khi đóng cần phải lấy năng lượng thực tế của va đập, đồng thời việc thử cọc bằng búa diên đôn thông thường nên tiến hành đóng từng nhát, khi không cấp nhiên liệu.

Năng lượng va đập thực tế của búa diên đôn khi có cấp nhiên liệu có thể xác định theo công thức :

$$\beta = (QH + P_a F_o H_p) \left(1 - \psi \frac{c + e}{H_p}\right) - P_a F_o H_p v \quad (32)$$

Trong đó :

Q- Trọng lượng phần va đập của búa, (T);

H- Độ cao thực tế nâng lên của phần va đập, (m);

P_d - Áp lực khí quyển, (T/m²);

F_0 - Diện tích tiết diện ngang của xilanh, (m²);

H_p - Hành trình làm việc của xilanh hoặc của pittông, (m);

c- Độ chối đàn hồi của cọc đo bằng máy đo độ chối, (m);

e- Độ chối dư của cọc, (m);

ψ và v- Các hệ số, đối với búa diên đôn ống lấy $\psi = 8$, $V = 4,5$ và đối với búa diên đôn cần lấy $\psi = 10$, $V = 5,8$.

Các đặc trưng kỹ thuật tính toán của búa diên đôn trình bày ở bảng 19.

BẢNG 19.

Kiểu búa diên đôn	Trọng lượng phần va đập Q, (T)	Đường kính xilanh (cm)	Diện tích xilanh F_0 , (m ²)	Hành trình làm việc H_p , (m)	Chiều cao lớn nhất nâng lên phần va đập, (m)
C- 254	0,6	20	0,0314	0,38	1,77
C- 222	1,2	25	0,0491	0,48	1,79
C- 268	1,8	29	0,066	0,515	2,1
C- 330	2,5	32	0,08	0,5	2,6
C- 995 C- 857	0,6	23,5	0,0434	0,28	3
C- 995 C- 858	1,2	30	0,0705	0,32	3
C- 996 C- 859	1,8	34,5	0,093	0,37	3
C- 1047 C- 949	2,5	40	0,126	0,37	3
C- 1048 C- 954	3,5	47	0,174	0,375	3
C- 54 C- 974	5	55	0,237	0,42	3
Yp- 500	0,5	21	0,9346	0,27	2,27
Yp- 1250	1,25	30	0,0705	0,3	3,31

Có thể xác định theo các bảng của phụ lục 5 trị số ước lượng sức mang tải của cọc dài từ 5 đến 12m, tiết diện $300 \times 300\text{mm}$, tùy thuộc vào độ chối dư và kiểu búa, để ước lượng tính không đồng nhất của đất trong phạm vi xây dựng theo số liệu thử động cọc.

Ví dụ 23 : Yêu cầu xác định sức mang tải của cọc đóng tiết diện $300 \times 300\text{ mm}$, có lỗ tròn đường kính 160mm, dài 6m, đóng vào đất sét yếu đến độ sâu 5m, đất sét có độ sệt dẻo mềm.

Những thử động qua 10 ngày "nghỉ" của cọc sau khi đóng bằng búa diên đên kiểu C- 222 có trọng lượng phần va đập $Q = 1,2\text{T}$. Toàn bộ trọng lượng của búa diên đên có kể đến phần cố định là $2,2\text{T}$. Việc thử được tiến hành bằng cách cho rơi phần va đập của búa mà không cấp nhiên liệu ở độ cao 1,65m, lúc này độ nâng lên đầu tiên của phần va đập do có đệm không khí, theo kết quả đo bằng thước vạch, trung bình là 0,5m.

Khi thử sẽ đo được độ chối dư e và độ chối đàn hồi c bằng máy đo độ chối.

Trị số trung bình của độ chối do những va đập thử 2, thử 3 và thử 4 (va đập thử nhất trong tính toán không kể đến vì nó chủ yếu để làm sát các đệm của mũi cọc) là $e = 0,15\text{cm}$ và $c = 0,5\text{cm}$.

Vì khi thử ta có độ chối dư bé hơn 2mm, đồng thời cũng lưu ý rằng việc thử này được tiến hành trong đất sét yếu sau khi cọc "nghỉ", nên việc xác định sức chống giới hạn của cọc ϕ_{gh} phải dựa vào công thức 30 (18) có kể đến độ chối đàn hồi.

Theo các điều kiện của bài toán chúng ta có các số liệu tính toán sau đây :

$$e = 0,15\text{cm}; c = 0,5\text{cm}; Q = 1,2\text{T};$$

$$H \cdot h = 165 \cdot 50 = 115\text{cm};$$

$$F = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09\text{m}^2;$$

$$\Omega = 4 \cdot 0,3 \cdot 5 = 6\text{m}^2.$$

Trọng lượng của cọc, mũ cọc và phần cố định của búa :

$$q = 1 + (2,2 - 1,2) = 2\text{T}.$$

Xác định hệ số θ theo công thức 31 (19) :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{4} \left(\frac{n_o}{F} + \frac{n_h}{\Omega} \right) \cdot \frac{Q}{Q + q} \sqrt{2g(H - h)} \\ &= 0,25 \left(\frac{0,0025}{0,09} + \frac{0,15}{6} \right) \cdot \frac{1,2}{1,2 + 2} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,15} \\ &= 0,25 \cdot 6,94 \cdot 10^{-2} \cdot 0,375 \sqrt{22,5} \approx 0,03 \text{ 1/T} \end{aligned}$$

Sức chống giới hạn của cọc ϕ theo công thức 30 (18)

$$\begin{aligned} \phi_{gh} &= \frac{1}{2 \cdot 0,3} \frac{2 \cdot 0,0015 + 0,005}{0,0015 + 0,005} \times \sqrt{1 + \frac{8 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,0065}{(2 \cdot 0,0015 + 0,005)^2} \frac{1,2}{1,2 + 2} 0,03} - 1 \\ &= 16,7 \cdot 1,23 \sqrt{1 + 11 \cdot 0,81 \cdot 0,375 \cdot 0,03} - 1 \approx 55\text{T} \end{aligned}$$

6.8 Sức mang tải ϕ , (T) của cọc treo đóng và của cọc vít làm việc bằng tải trọng nén, theo kết quả xuyên tĩnh đất, nên xác định theo công thức:

$$\Phi = \frac{m \sum_{i=1}^n \Phi_3}{nk_d} \quad 33 (20)$$

Trong đó :

m- Hệ số điều kiện làm việc, lấy $m = 1$ đối với cọc đóng,

n- Số lượng điểm xuyên;

Φ_3 - trị số riêng của sức chống giới hạn của cọc tại điểm xuyên, xác định theo yêu cầu của điều 6.9 thuộc tiêu chuẩn này, (T);

k_d - Hệ số an toàn theo đất được quy định tùy theo sự thay đổi các giá trị riêng tìm được về sức chống giới hạn của cọc Φ_3 tại các điểm xuyên và số lượng các điểm này ở giá trị xác suất tin cậy $\alpha = 0,95$. Theo như yêu cầu của tiêu chuẩn xử lý kết quả thử đất.

G6.8. Phương pháp tính toán sức mang tải của cọc treo đóng theo số liệu xuyên tĩnh đất tại n điểm được trình bày ở phụ lục 16.

7) TÍNH TOÁN MÓNG CỌC VÀ NỀN CỌC THEO BIẾN DẠNG :

7.1. Việc tính toán móng cọc treo, và nền của nó theo biến dạng được tiến hành như đối với móng quy ước trên nền thiên nhiên theo các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình, ranh giới của móng quy ước xem hình 20 (1) được xác định như sau :

- Phía dưới là mặt phẳng AB đi qua mũi cọc;

- Phía cạnh là các mặt phẳng thẳng đứng AD và BC qua mép ngoài cùng của hàng cọc biên thẳng đứng ở khoảng cách $l = tg \frac{\varphi_{H1b}}{4}$ nhưng không lớn hơn $2d$ trong những trường hợp khi dưới mũi cọc có lớp đất sét bụi có chỉ số chảy $I_1 > 0,6$ (d - đường kính hoặc cạnh tiết diện ngang của cọc), còn khi có cọc nghiêng - thì đi qua mũi của các cọc nghiêng này; - phía trên - là mặt đất san nền CD, trong đó :

φ_{H1b} - Trị số tính toán trung bình cân của góc ma sát trong của đất, xác định theo công thức :

$$\varphi_{H1b} = \frac{\varphi_{H1.1} l_1 + \varphi_{H1.2} l_2 + \dots + \varphi_{H1.n} l_n}{l} \quad 38 (25)$$

$\varphi_{H1.1}, \varphi_{H1.2}, \varphi_{H1.n}$ - Trị số tính toán của góc ma sát trong của từng lớp đất mà cọc xuyên qua có chiều dày lần lượt l_1, l_2, \dots, l_n

l- Độ sâu hạ cọc trong đất kể từ đáy dài, $l = l_1 + l_2 + \dots + l_n$.

Khi xác định độ lún của móng, trọng lượng bản thân của móng quy ước bao gồm trọng lượng cọc và đài, cũng như cả trọng lượng của đất trong thể tích của móng quy ước.

Trị số biến dạng (độ lún) của móng cọc và nền của nó tìm được theo tính toán, không được vượt quá trị số giới hạn cho phép xác định theo công thức 2 (2) của tiêu chuẩn này.

G7.1. Những chỉ dẫn của điều này về tính móng cọc là dùng cho nhóm cọc.

Khi tính độ lún của móng cọc hình băng đề nghị nên dùng phương pháp trình bày dưới đây:

Ứng suất trong vùng ảnh hưởng của móng cọc hình băng xác định theo công thức:

$$\sigma_z = \frac{P}{\pi l} \alpha_n \quad (39).$$

Trong đó:

p- Tải trọng dài trên móng cọc băng, (KG/^{cm}). Trong tải trọng này gồm có trọng lượng của khối đất với cọc; ranh giới của khối được xác định như sau: phía trên là mặt san nền, phía dưới là mặt phẳng đi qua mũi cọc, mặt hông là những mặt phẳng đứng đi qua mép ngoài của hàng cọc biên;

l- Chiều sâu hạ cọc, (^{cm});

n- Hệ số không thứ nguyên, lấy theo bảng 22, phụ thuộc vào bề rộng tính đối của móng cọc $\beta = \frac{b}{l}$ (b- Bề rộng của móng), chiều sâu tính đối của điểm đang

xét $\frac{z}{l}$ và khoảng cách tính đối của điểm đang xét $\frac{x}{l}$ tới trục móng cọc băng.

Công thức (39) cho phép xác định ứng suất ở khoảng cách khác nhau so với trục móng băng. Điều này rất quan trọng đối với việc xác định ảnh hưởng lẫn nhau của các hàng cọc trong nhà tắm lớn và nhà tầng cao, khi mà khoảng cách giữa các hàng từ 2,6 đến 3,2m, vì rằng trong trường hợp này sự ảnh hưởng lẫn nhau sẽ đáng kể. Ứng suất ở mặt phẳng mũi cọc không được vượt quá áp lực tính toán lên đất, xác định theo công thức:

$$R = \frac{m_1 m_2}{k_{ic}} (1,1 A \gamma_{II} + 1,1 B \gamma'_{II} + 3 D C_{II} - 1,1 \gamma'_{II} h_o) \quad (40)$$

Trong đó: $m_1, m_2, k_{ic}, A, B, D, \gamma_{II}, \gamma'_{II}, h, h_o$ - là những hệ số và thông số như ở công thức (17) của Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

Hệ số 1,1 kể đến sự thay đổi trọng lượng thể tích của đất do đóng cọc gây ra, còn hệ số 3 là để kể đến sự thay đổi lực dính của đất. Tại ranh giới của vùng nén chặt (ở chiều sâu bằng 3 lần đường kính của cọc kể từ mũi cọc), áp lực tính toán lên đất xác định theo công thức (40) với những giá trị tự nhiên về các tính chất cơ lý của đất, tức là không kể đến các hệ số nâng cao nói trên.

Độ lún của móng cọc hình băng xác định theo công thức:

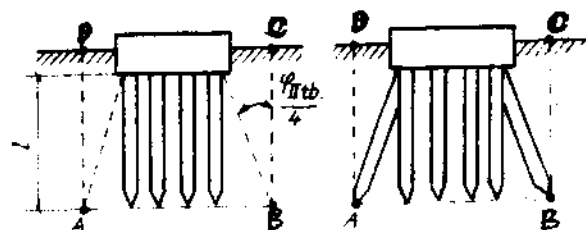
$$S = \frac{P}{\pi E_l} \delta_o \quad (41)$$

Trong đó:

S- Độ lún của móng cọc, (cm);

P- Tải trọng dài trên móng cọc, (KG/cm);

$$E_l = \frac{E}{1 - \mu^2}$$



HÌNH 20 (1) Sơ đồ xác định ranh giới móng qui ước khi tính lún của móng cọc.

BẢNG 22

x	x//												
	0	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\beta = 0,05$													
1,01	13,7907	8,0834	2,5951	1,9473	1,5013	1,2419	1,0487	0,8917	0,769	0,6453	0,5475	0,4634	0,3915
1,05	8,0206	6,5857	4,2363	2,3056	1,5591	1,2668	1,0658	0,9066	0,7735	0,6597	0,5618	0,4775	0,4051
1,1	5,1769	4,859	4,1223	2,7469	1,6774	1,3103	1,0909	0,9262	0,7914	0,6772	0,5791	0,4946	0,4210
1,2	3,3168	3,2655	3,123	2,6846	1,8758	1,4213	1,1555	0,9719	0,8296	0,7123	0,6128	0,5272	0,4533
1,3	2,5773	2,5603	2,5109	2,3365	1,8759	1,4884	1,2156	1,0195	0,8692	0,7477	0,6458	0,5588	0,4837
1,4	2,1593	2,1514	2,1283	2,0422	1,7736	1,4872	1,248	1,0555	0,9041	0,7805	0,677	0,5887	0,5125
1,5	1,8817	1,8773	1,8644	1,8151	1,6475	1,4419	1,2445	1,0729	0,9286	0,8073	0,7043	0,6158	0,5392
1,6	1,6797	1,677	1,669	1,6378	1,5263	1,3771	1,2199	1,0722	0,9406	0,8357	0,7258	0,6388	0,5628
1,7	1,524	1,5222	1,5168	1,4955	1,4173	1,3066	1,1821	1,0578	0,9411	0,8353	0,7408	0,6569	0,5826
1,8	1,3991	1,3978	1,3939	1,3787	1,3213	1,2371	1,138	1,0431	0,9325	0,837	0,7493	0,6698	0,5983
1,9	1,2959	1,2949	1,292	1,2806	1,2371	1,1716	1,0917	1,005	0,9172	0,8321	0,7519	0,6776	0,6097
2	1,2087	1,2079	1,2057	1,1969	1,163	1,1109	1,0458	0,9731	0,8974	0,8221	0,7495	0,6809	0,6171
2,1	1,1338	1,1332	1,1314	1,1244	1,0974	1,0552	1,0015	0,9402	0,8749	0,8085	0,7432	0,6806	0,6209
2,2	1,0685	1,068	1,0666	1,061	1,0389	1,0043	0,9595	0,9099	0,8474	0,7824	0,7185	0,6576	0,6010
2,3	1,011	1,0106	1,0094	1,0048	0,9866	0,9577	0,9199	0,8774	0,8263	0,7748	0,7228	0,6705	0,6197
2,4	0,9599	0,9595	0,9586	0,9547	0,9394	0,915	0,8428	0,8445	0,78617	0,7561	0,7052	0,6525	0,6155
2,5	0,914	0,9137	0,9129	0,9096	0,8967	0,8758	0,8482	0,815	0,7775	0,7371	0,695	0,6525	0,6197
$\beta = 0,1$													
1,01	9,506	8,6979	5,3509	1,8597	1,4285	1,1884	1,0093	0,8628	0,7382	0,7306	0,5374	0,4568	0,3874
1,05	7,2177	6,6371	5,0111	2,4175	1,5002	1,2165	1,0272	0,8777	0,7522	0,6444	0,5511	0,4702	0,4004
1,1	5,2092	4,965	4,3346	2,8941	1,6489	1,2677	1,0547	0,8978	0,7699	0,6613	0,5676	0,4865	0,4162
1,2	3,4217	3,37	3,2252	2,767	1,8891	1,288	0,9272	0,7472	0,6091	0,5062	0,4205	0,3518	0,2947
1,3	2,6499	2,6319	2,5797	2,394	1,8996	1,4853	1,2003	1,0011	0,8519	0,7328	0,6337	0,5492	0,4764
1,4	2,2099	2,2015	2,1769	2,0847	1,7974	1,4927	1,2397	1,0438	0,8909	0,7679	0,666	0,5795	0,5051
1,5	1,9195	1,9139	1,9002	1,8475	1,669	1,4511	1,244	1,0665	0,9194	0,7974	0,6949	0,6075	0,5321
1,6	1,7076	1,704	1,6962	1,663	1,5448	1,3873	1,2228	1,0697	0,9349	0,8165	0,7183	0,6317	0,5564
1,7	1,5458	1,5439	1,5382	1,5157	1,4331	1,3167	1,1867	1,0678	0,9381	0,8305	0,7351	0,6511	0,5771
1,8	1,4166	1,4152	1,4111	1,3951	1,3348	1,2466	1,0358	0,9314	0,834	0,7452	0,6652	0,5936	0,5336
1,9	1,3102	1,3092	1,3061	1,2942	1,2487	1,1803	1,0973	1,0077	0,9174	0,8305	0,7492	0,6742	0,606
2	1,2206	1,2198	1,2175	1,2083	1,173	1,1188	1,0513	0,9763	0,8986	0,8217	0,7469	0,6785	0,6143
2,1	1,1439	1,1432	1,1414	1,1342	1,1061	1,0623	1,0068	0,9437	0,8762	0,8099	0,7424	0,6788	0,6188
2,2	1,0772	1,0767	1,0752	1,0693	1,0465	1,0107	0,9645	0,911	0,8531	0,7933	0,7337	0,6757	0,6201
2,3	1,0185	1,0181	0,0168	1,0121	0,9933	0,9635	0,9246	0,8689	0,8287	0,776	0,7226	0,6699	0,6187
2,4	0,9664	0,9661	0,9651	0,9611	0,9453	0,9202	0,8872	0,8479	0,8042	0,7577	0,7099	0,662	0,615
2,5	0,9198	0,9195	0,9187	0,9153	0,902	0,8806	0,8522	0,8182	0,78	0,7388	0,6945	0,6526	0,6096
$\beta = 0,2$													
1,01	6,7066	6,0955	5,7741	3,5721	1,3261	1,1113	0,9523	0,821	0,708	0,6094	0,523	0,4474	0,3816
1,05	5,6594	5,5258	5,1839	3,4944	1,4473	1,1471	0,9722	0,836	0,7215	0,6223	0,5356	0,4598	0,3937
1,1	4,7391	4,5442	4,3622	3,3313	1,6805	1,217	1,0047	0,8575	0,7391	0,6384	0,5512	0,475	0,4084
1,2	3,4337	3,3938	3,2784	2,8776	1,9531	1,3917	1,097	0,9142	0,7807	0,6734	0,583	0,5051	0,4373
1,3	2,7056	2,6886	2,6389	2,4581	1,9457	1,4943	1,1639	0,9785	0,8287	0,7123	0,6167	0,5358	0,4661
1,4	2,2608	2,2523	2,2273	2,1331	1,8328	1,5071	1,2364	1,0305	0,874	0,7511	0,6508	0,5667	0,4947
1,5	1,96	1,9551	1,9408	1,8859	1,6979	1,4666	1,2466	1,0602	0,9083	0,7846	0,6823	0,599	0,5223
1,6	1,7409	1,7379	1,7289	1,694	1,5691	1,4024	1,2285	1,068	0,9283	0,8094	0,7084	0,622	0,5476
1,7	1,5728	1,5708	1,5647	1,541	1,4537	1,3309	1,194	1,0591	0,9349	0,8245	0,7277	0,6433	0,5695
1,8	1,4367	1,4373	1,433	1,416	1,3525	1,2555	1,1312	1,0355	0,9365	0,8465	0,764	0,6892	0,6274
1,9	1,3286	1,327	1,3244	1,3118	1,3639	1,1921	1,1052	1,0118	0,9183	0,8289	0,7457	0,6698	0,6011
2	1,2362	1,2364	1,2129	1,2233	1,1862	1,1294	1,059	0,981	0,9005	0,8214	0,7458	0,6754	0,6105
2,1	1,1572	1,1565	1,1546	1,147	1,1176	1,0719	1,0141	0,9486	0,8793	0,8096	0,7515	0,6768	0,6161
2,2	1,0887	1,0881	1,0866	1,0805	1,0567	1,0194	0,9713	0,9159	0,8561	0,7947	0,7337	0,6746	0,6182
2,3	1,0285	1,0281	1,0289	1,0218	1,0022	0,9713	0,931	0,8837	0,832	0,7779	0,7233	0,6695	0,6175
2,4	0,9752	0,9749	0,9739	0,9697	0,9534	0,9274	0,8932	0,8532	0,8076	0,7599	0,711	0,6622	0,6145
2,5	0,9276	0,9273	0,9263	0,9229	0,9057	0,8778	0,8428	0,8034	0,7612	0,7194	0,6782	0,6382	0,6005
$\beta = 0,5$													
1,01	5,4922	4,9915	4,494	4,4143	1,291	1,2491	1,057	0,857	0,6834	0,5993	0,5112	0,439	0,3771
1,05	4,7306	4,414	4,479	4,0314	1,560	1,0995	0,9287	0,7525	0,6066	0,5041	0,5232	0,451	0,3887
1,1	4,1927	4,091	4,098	3,5491	1,8848	1,2025	0,9722	0,797	0,659	0,541	0,538	0,465	0,4024
1,2	3,3052	3,217	3,233	2,9152	2,0647	1,4207	1,0845	0,8421	0,709	0,594	0,5693	0,4948	0,4299
1,3	2,6873	2,6734	2,5322	2,4775	1,9958	1,5229	1,1877	0,9399	0,797	0,679	0,603	0,5255	0,4581
1,4	2,2703	2,2625	2,2395	2,1518	1,8608	1,5276	1,2423	1,009	0,8642	0,759	0,6899	0,6172	0,5572
1,5	1,9758	1,9713	1,9673	1,938	1,7175	1,482	1,2539	1,0538	0,9017	0,7755	0,6736	0,5978	0,515
1,6	1,757	1,7541	1,7451	1,7103	1,5847	1,4149	1,2357	0,9697	0,9257	0,8041	0,7019	0,6153	0,5412
1,7	1,5876	1,5855	1,5194	1,5555	1,467	1,3414	1,2008	1,0619	0,9342	0,8213	0,721	0,638	0,5642
1,8	1,4518	1,4503	1,4459	1,4287	1,3639	1,2680	1,157	1,0439	0,9311	0,8285	0,7333	0,6553	0,5832
1,9	1,34	1,3389	1,3357	1,3228	1,2749	1,2094	1,1113	1,0154	0,9147	0,8284	0,7461	0,667	0,5978
2	1,2462	1,2453	1,2428	1,2329	1,195	1,137	1,047	0,9515	0,8623	0,7817	0,704	0,6315	0,568
2,1	1,1659	1,1653	1,1633	1,1555	1,1254	1,078	1,035	0,9524	0,8715	0,8105	0,7412	0,6756	0,6143
2,2	1,0964	1,0959	1,0943	1,088	1,0637	1,0255	0,9733	0,9155	0,8585	0,795	0,734	0,674	0,6171
2,3	1,1035	1,1035	1,1037	1,0285	1,0085	0,9709	0,9356	0,8934	0,8445	0,7995	0,754	0,6994	0,6169
2,4	0,9814	0,981	0,9799	0,9757	0,959	0,9324	0,8975	0,8552	0,8115	0,767	0,722	0,6785	0,6142
2,5	0,9331	0,9328	0,9319	0,9283	0,9142	0,8917	0,8515	0,8097	0,767	0,724	0,6815	0,6398	0,598

E- Môđun biến dạng của đất trong vùng ảnh hưởng có kể đến sự nén chặt đất do kết quả đóng cọc xác định theo số liệu thử cọc (bàn nén, cọc đơn thông thường, xuyên tĩnh);

μ - Hệ số nở ngang của đất;

δ_0 - Thành phần không thứ nguyên lấy theo biểu đồ trên hình 21 tùy thuộc vào hệ số nở ngang của đất μ , bề rộng tính đối của móng $\beta = \frac{b}{l}$ (l- độ sâu hạ cọc, b- bề rộng của móng) và độ sâu tính đối của vùng ảnh hưởng $\frac{z_0}{l}$ (z_0 - độ sâu ranh giới dưới cùng của vùng ảnh hưởng).

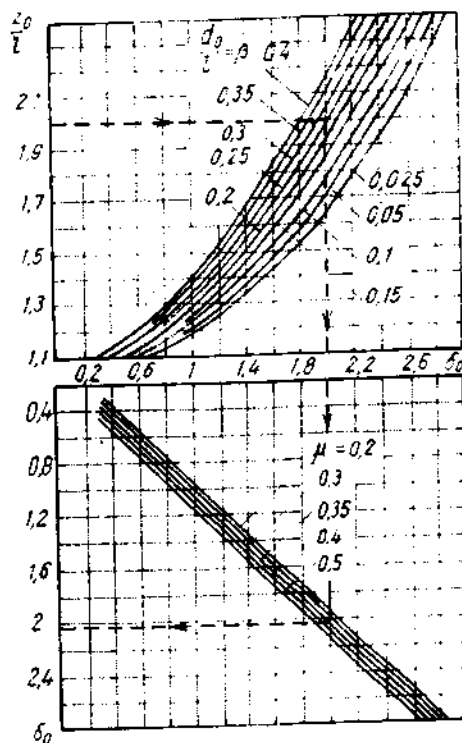
Ranh giới dưới cùng của vùng ảnh hưởng nên lấy ở chiều sâu mà ở đó ứng suất thêm do móng gây ra không vượt quá độ bền kết cấu của đất. Nếu không có số liệu về độ bền kết cấu khi nén, thì nên lấy ranh giới vùng ảnh hưởng ở chiều sâu mà ở đó ứng suất do tải trọng ngoài gây ra không vượt quá 0,1 KG/cm². Ứng suất xác định theo công thức (39).

Để xác định giá trị δ_0 , phải tìm ranh giới vùng ảnh hưởng và xác định chiều sâu tính đối $\frac{z_0}{l}$, sau đó vẽ một đường thẳng song song với trục hoành đến cắt đường thẳng bề rộng tính đối của móng $\beta = \frac{b}{l}$ và hạ đường vuông góc với đường thẳng của hệ số nở hông μ . Từ giao điểm này vẽ 1 đường thẳng song song với trục hoành đến gặp trục tung,... tại đó ta tìm được giá trị δ_0 . Độ lún móng cọc xác định theo công thức (41).

Ví dụ 25: Xác định ứng suất trong vùng ảnh hưởng và độ lún cuối cùng của một móng cọc bằng gồm 2 hàng cọc.

Cọc có tiết diện 30 x 30 cm, dài 9 m, được đóng với bước bằng 90cm. Độ sâu hạ cọc 8,9m. Bề rộng dài 130cm, cao 50cm. Dãy dài nằm ở độ sâu 90cm cách mặt đất san nền, tải trọng tính toán truyền lên 1 cọc bằng $N_1 = 70T$, khi ở tổ hợp cơ bản với hệ số vượt tải bằng 1, thì $N_2 = 61T$. Tải trọng tính toán cho phép trên 1 cọc có kể đến việc truyền một phần tải trọng qua đài, theo số liệu thử móng, bằng 75T.

Hiện trường gồm những lớp á sét dày 15,6 + 16,2m, dưới đấy là lớp cát sỏi sạn, và lớp đất sỏi dày 3,8m. Ở độ sâu 20 m là cát kết. Các tính chất cơ lý chính của lớp á sét : trọng lượng thể tích 1,88T/m³; độ ẩm tự nhiên 27 - 31%, chỉ số dẻo 0,16; chỉ số sét 0,45 - 0,6; hệ số rỗng 0,83 - 0,9; môđun biến dạng của đất sét theo số liệu thử cọc bằng bàn nén là 105 KG/cm²; môđun biến dạng của cát sỏi sạn 260 KG/cm².



HÌNH 21: Biểu đồ để xác định δ_0 .

Giải :

Ứng suất trong vùng ảnh hưởng của móng cọc bằng xác định theo công thức (39) :

$$\sigma_z = \frac{P}{\pi l} \alpha_n$$

Ta tìm tải trọng dài trên móng cọc bằng, (T/m) gồm trọng lượng khối đất với cọc :

$$P = \frac{N_1 \cdot n_p}{L_c} + n_{\gamma b} \times h_{\gamma b_m} = \frac{70,2}{0,9} + 1,1 \times 2,04 \times 9,8 \times 1,2 = 181,93 \text{ T/m}$$

Trong đó :

n_p - Số hàng cọc;

n - Hệ số vượt tải, bằng 1,1;

γ_{tb} - Trị trung bình của trọng lượng thể tích đất với cọc trong khối móng quy ước;

h_{γ} - Khoảng cách từ cốt quy hoạch đến mặt phẳng mũi cọc;

b_m - Bề rộng của khối đất có cọc;

L_c - Khoảng cách giữa các cọc.

Hệ số không thứ nguyên α_n lấy theo bảng 22, tùy thuộc vào bề rộng tính đối của móng cọc $\beta = \frac{b}{l} = \frac{1,2}{8,9} = 0,13$, độ sâu tính đối của điểm đang xét $\frac{z}{l}$, khoảng cách tính đối của điểm đang xét tới trục của móng cọc $\frac{x}{l}$. Giá trị α_n khi $\beta = 0,13$ ta tìm bằng cách nội suy các giá trị của α_n .

Ứng suất ở độ sâu $\frac{z}{l} = 1,01$, tức là ở độ sâu 9cm dưới mặt mũi cọc của móng cọc bằng :

$$\sigma_z = \frac{P}{\pi l} \alpha_n = \frac{1819,3}{3,14.890} \cdot 8,6659 = 5,64 \text{ KG/cm}^2$$

Ứng suất ở độ sâu khác nhau của vùng ảnh hưởng được nêu ở bảng 23.

BẢNG 23.

$\frac{z}{L}$	α_n	$\frac{P}{\pi L} \alpha_n \text{ (KG/cm}^2\text{)}$	Độ sâu kể từ mặt mũi cọc, (cm)
1,01	8,6654	5,64	8,9
1,05	6,7802	4,42	44,5
1,1	4,9282	3,2	89
1,2	3,4253	2,23	178
1,3	2,6666	1,37	267
1,4	2,2252	1,44	356
1,5	1,9349	1,26	445
1,6	1,7175	1,05	534
1,7	1,5549	1,01	623
1,8	1,4232	0,92	712
1,9	1,3157	0,85	801
2	1,2253	0,79	890
2,1	1,1479	0,74	979
2,2	1,0816	0,7	1068

Ứng suất ở mặt mũi cọc và trong vùng ảnh hưởng không vượt quá áp lực tính toán trên nền R xác định theo công thức (40) và theo công thức (7) của tiêu chuẩn "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình":

$$R_1 = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (1,1 A b_{y_{II}} + 1,1 B b_{y_{II}} + 3 D C_{II} - 1,1 \gamma_{II}^I h_0)$$

$$= \frac{1,1 \cdot 1}{1} (1,1 \cdot 0,43 \cdot 1,2 \times 1,9 + 1,1 \cdot 2,72 \cdot 9,8 \cdot 1,85 + 3 \cdot 5,31 \cdot 1,9)$$

$$= 85,55 \text{ T/m}^2 = 8,55 \text{ KG/cm}^2$$

$$R = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (A b_{y_{II}} + B b_{y_{II}} + D C_{II} - \gamma_{II}^I h_0) =$$

$$1,1 \cdot \frac{1}{1} (0,43 \cdot 1,2 \cdot 1,9 + 2,72 \cdot 9,8 \cdot 1,85 + 5,31 \cdot 1,9) = 60,37 \text{ T/m}^2 = 6,03 \text{ KG/cm}^2$$

Từ các số liệu trên đây thấy rằng ứng suất ở mặt mũi cọc và trong vùng ảnh hưởng của móng bé hơn áp lực tính toán trên nền R_1 và R .

$$\sigma_z < R_1 \text{ và } R : 5,64 \text{ KG/cm}^2 < 8,55 \text{ và } 6,03 \text{ KG/cm}^2$$

Xác định độ lún cuối cùng của móng cọc bằng theo công thức (41). Tìm tải trọng dài trên móng cọc do tổ hợp cơ bản của tải trọng tính toán với hệ số vượt tải bằng 1:

$$P = \frac{N_2 n_p}{L_c} + \gamma_{tb} h_f b_m = \frac{61,2}{0,9} + 2,04 \cdot 9,8 \cdot 1,2$$

$$= 159,54 \text{ T/m} = 1595,4 \text{ KG/cm}^2$$

Xác định ranh giới phía dưới của vùng ảnh hưởng z_0 và độ sâu tính đối của ranh giới vùng ảnh hưởng $\frac{z_0}{1}$. Phân tích các giá trị ứng suất trình bày ở bảng 23, chứng tỏ rằng ranh giới phía dưới của vùng ảnh hưởng có thể lấy ở ranh giới lớp sỏi sạn và cát kết $z_0 = 19,1 \text{ m}$

Chiều sâu tính đối của ranh giới vùng ảnh hưởng $\frac{z_0}{1} = \frac{19,1}{8,9} = 2,15$. Xác định thành phần không thứ nguyên của chuyển vị δ_0 . Khi $\frac{z_0}{1} = 2,15$, $\beta = 0,13$ và $\mu = 0,35$, (theo biểu đồ trên hình 21), $\delta_0 = 2,47$.

Trị số trung bình của môđun biến dạng của đất trong vùng ảnh hưởng:

$$E = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2}{h_1 + h_2} = \frac{105 \cdot 6,2 + 260 \cdot 3,8}{6,2 + 3,8} = 163,9 \text{ KG/cm}^2;$$

$$E_1 = \frac{E}{1 - \mu^2} = \frac{163,9}{1 - 0,35^2} = 186 \text{ KG/cm}^2.$$

Độ lún của móng cọc bằng:

$$S = \frac{P}{\pi E_1} \sigma_0 = \frac{1595,4}{3,14 \cdot 186} \cdot 2,47 = 6,74 \text{ cm}$$

Việc tính toán độ lún của các móng cọc móng cầu tựa trên đất cát đồng nhất, không có các phụ lớp đất sét, thường được tiến hành theo những đề nghị trình bày ở phụ lục 6.

Tính độ lún nghiêng của những móng gồm trường cọc có kích thước 10×10 m có thể theo phương pháp lớp biến dạng tuyến tính như những chỉ dẫn của tiêu chuẩn "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình". Ở đây việc tính toán nên lấy theo áp lực trung bình trên nền ở mặt phẳng đáy dài và tăng chiều dày tính toán của lớp lên một đại lượng bằng độ sâu hạ cọc với môđun biến dạng của lớp mà cọc xuyên qua lấy bằng vô cùng (∞), hoặc bằng môđun biến dạng của vật liệu cọc.

Độ lún tính toán của móng gồm trường cọc cũng có thể xác định theo công thức :

$$S = \frac{0,12.p.B}{E} \quad (42)$$

Trong đó :

p- Áp lực trung bình trên nền ở mức đáy dài, (KG/cm²);

B- Chiều rộng hoặc đường kính móng;

E- Môđun biến dạng trung bình gia quyền của tầng chịu nén kể từ mặt mũi cọc và bằng chiều rộng hoặc đường kính của móng.

Trong trường hợp nền không đồng nhất, trị trung bình gia quyền của môđun biến dạng xác định theo công thức :

$$E = \frac{1}{B} \left[E_1 h_1 k_1 + E_2 h_2 k_2 + \dots + E_i (B - \sum_{h=1}^{i-1} k_i) \right] \quad (43)$$

Trong đó :

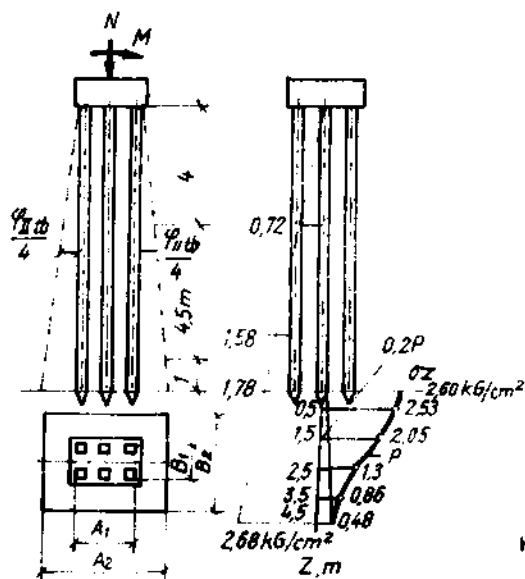
E₁, E₂, E_i - Môđun biến dạng của lớp 1, lớp 2 và lớp i;

h₁, h₂, h_i- Chiều dày của lớp 1, lớp 2 và lớp i;

k₁, k₂, k_i- Hệ số kể đến độ sâu của lớp và lấy theo bảng 24 tùy thuộc vào độ sâu của đáy lớp.

BẢNG 24

Độ sâu của lớp (phần lẻ của B)	(0 - 0,2)B	(0,2 - 0,4)B	(0,4 - 0,6)B	(0,6 - 0,8)B	(0,8 - 1)B
Hệ số k _i	1	0.85	0.6	0.5	0.4



HÌNH 22 : Sơ đồ xác định kích thước móng quy ước.

Ví dụ 26: Yêu cầu xác định sức chống của đất nền ở mặt mũi cọc và độ lún của móng cọc dưới cột của nhà sản xuất có bước cột 6m. Móng được thiết kế ở dạng nhóm gồm 6 cọc tiết diện $30 \times 30\text{cm}$, dài 10m (hình 22). Khoảng cách giữa các trục cọc trong nhóm $a = 3d = 0,9\text{m}$. Trên móng của công trình tác dụng lực thẳng đứng $N = 300$ Tấn (có kể đến trọng lượng đài) và mômen uốn $M = 50 \text{ Tm}$.

Điều kiện địa chất : Từ mặt đất đến độ sâu 4m là lớp á sét dẻo mềm, sau đó đến độ sâu 4,5 m là sét khô dẻo và dưới đáy là cát thô (được thăm dò đến độ sâu 7m).

Các tính chất cơ lý của đất như sau :

- Á sét dẻo mềm : $\gamma_{011} = 1,8 \text{ T/m}^3$; $\varphi_{11} = 14^\circ$; $e = 0,85$; $I_L = 0,5$;
- Sét khô dẻo : $\gamma_{011} = 1,9 \text{ T/m}^3$; $\varphi_{11} = 24^\circ$; $e = 0,55$; $I_L = 0,3$.
- Cát thô : $\gamma_{011} = 2 \text{ T/m}^3$; $\varphi_{11} = 40^\circ$; $e = 0,55$; $C_{11} = 0,01 \text{ KG/cm}^2$.

Giải :

a- Tải trọng tính toán trên cọc trong móng xác định theo công thức :

$$P = \frac{N}{n} \pm \frac{M_z}{\sum z^2} ; \quad \sum z^2 = 4 \cdot 0,9^2 = 3,24 \text{ m}^2;$$

$$P = \frac{300}{6} \pm 50 \cdot \frac{0,9}{3,24} = 50 \pm 13,9 \text{ Tấn};$$

$$P_{\max} = 63,9 \text{ T}; P_{\min} = 36,1 \text{ T}.$$

Xác định sức mang tải của cọc theo công thức 7 (7) :

$$\Phi = m (m_r R_F + u \sum m_i f_i l_i),$$

Trong đó : $F = 0,09 \text{ m}^2$, $u = 1,2\text{m}$;

$R = 763 \text{ T/m}^2$ đối với chiều sâu $h = 9,5\text{m}$

[theo bảng 1 (1)]; $f_1 = 1 \text{ T/m}^2$;

$f_2 = 1,7 \text{ T/m}^2$; $f_3 = 4 \text{ T/m}^2$; $f_4 = 4,3 \text{ T/m}^2$ [theo bảng 2 (2)]

$$\begin{aligned} \Phi &= 1 [763 \cdot 0,09 + 1,2 (1 \cdot 2 + 1,7 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 4,3 \cdot 2,5 + 6,75 \cdot 1)] \\ &= 1 (68,6 + 37,1) = 105,7 \text{ T}. \end{aligned}$$

Tải trọng tính toán lên cọc :

$$N = \frac{\Phi}{k_{tc}} = \frac{105,7}{1,4} = 75,5 \text{ T} > 63,9 \text{ T}$$

tức phù hợp với yêu cầu.

b)- Kiểm tra sức chống của đất nền ở mặt mũi cọc. Trị trung bình gia quyền của góc ma sát trong :

$$\varphi_{\text{ttb}} = \frac{\varphi_{11}l_1 + \varphi_{21}l_2 + \varphi_{31}l_3}{l_1 + l_2 + l_3} = \frac{14 \cdot 4 + 24 \cdot 4,5 + 40 \cdot 1}{4 + 4,5 + 1} = 21^\circ,5;$$

$$\frac{\varphi_{\text{lihb}}}{4} = \frac{21,5}{4} = 5^{\circ}(22,5)'; \operatorname{tg} 5^{\circ}(22,5)' = 0,094.$$

Các kích thước của đài móng trong giới hạn chu vi của nhóm cọc :

$$A_1 = 2 \cdot 0,9 + 0,3 = 2,1 \text{ m};$$

$$B_1 = 0,9 + 0,3 = 1,2 \text{ m}.$$

Kích thước đáy của khối móng quy ước :

$$A_2 = A_1 + 2l \operatorname{tg} 5,5^{\circ} = 2,1 + 2 \cdot 9,5 \cdot 0,094 = 3,89 \text{ m};$$

$$B_2 = B_1 + 2l \operatorname{tg} 5,5^{\circ} = 1,2 + 2 \cdot 9,5 \cdot 0,094 = 2,99 \text{ m};$$

$$F = A_2 B_2 = 3,89 \cdot 2,99 = 11,6 \text{ m}^2.$$

Thể tích khối móng quy ước $V = F l = 11,6 \cdot 9,5 = 110 \text{ m}^3$

Thể tích cọc $V_c = 10 \cdot 0,09 \cdot 6 = 5,4 \text{ m}^3$;

$$V - V_c = 110 - 5,4 = 104,6 \text{ m}^3.$$

Trị trung bình gia quyền của trọng lượng thể tích :

$$\gamma_{\text{tb}} = \frac{\sum \gamma_i l_i}{\sum l_i} = \frac{1,8,4 + 1,9,4,5 + 2,1}{9,5} = 1,87 \text{ T/m}^3$$

Trọng lượng khối móng quy ước của đất $G = 104,6 \cdot 1,87 = 195 \text{ T}$.

Trọng lượng cọc $G_2 = 5,4 \cdot 2,5 = 13,5 \text{ T}$.

Thành phần thẳng đứng của lực tiêu chuẩn ở mức mũi cọc :

$$N^{\text{tc}} = N + G_1 + G_2 = 300 + 195 + 13,5 = 508,5 \text{ T}.$$

Mômen chống uốn của khối móng quy ước ở mức đáy móng :

$$W = \frac{B_2 A_2}{6} = \frac{2,99 \cdot 3,89^2}{6} = 7,54 \text{ m}^3.$$

Áp lực của móng cọc lên đất :

$$\frac{N^{\text{tc}}}{F} + \frac{M}{W} = \frac{508,5}{11,6} + \frac{50}{7,54} = 43,8 + 6,6 = 50,4 \text{ T/m}^2.$$

Áp lực tính toán lên đất nền của khối móng quy ước R ở mức đáy móng xác định theo công thức (17) của tiêu chuẩn : "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình".

$$R = \frac{m_1 m_2}{k_{\text{tc}}} (A \gamma_{\text{tb}} + B \gamma_{\text{tb}}^2 + D C_{\text{II}} - \gamma_{\text{II}}^1 h_0)$$

Theo bảng 16 của tiêu chuẩn này, đối với $\varphi_{\text{II}} = 40^{\circ}$: $A = 2,46$, $B = 10,84$;
 $D = 11,73$; $b = B_2 = 2,99 \text{ m}$; $h = 9,5 \text{ m}$; $\gamma_{\text{II}} = 2 \text{ T/m}^3$; $\gamma_{\text{tb}}^1 = 1,87 \text{ T/m}^3$; $C_{\text{II}} = 0,1 \text{ T/m}^2$;
 m_1, m_2 xác định theo bảng 17 của tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình" $m_1 = 1,4$, $m_2 = 1,4$, $k_{\text{tc}} = 1,1$

• Đơn giản hơn có thể dùng công thức sau đây để tính trọng lượng của khối móng quy ước gồm đất và cọc :

$$\gamma_{\text{tb}} = \gamma_d + \frac{n F_c}{A_2 l_2} (\gamma_b - \gamma_d)$$

Trong đó γ_{tb} - Trị trung bình gia quyền trọng lượng thể tích của đất và cọc; n - số cọc; F_c - diện tích 1 cọc;

A_2 và B_2 - Kích thước khối móng quy ước;

h - Trọng lượng thể tích của bê tông;

d - Trọng lượng thể tích đất (trung bình)

$$R = \frac{1,4.1,4}{1,1} \cdot (1,46.2,99.2 + 10,84.9,5.1,87 + 11,73.0,1)$$

$$= 1,78 (14,75 + 193 + 1,17) = 1,78 \cdot 208,93 = 372 \text{ T/m}^2.$$

c) Phân bố áp lực ở mặt cắt ngang trong đất ở dưới đáy móng quy ước xác định theo phụ lục 3 của "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình".

Áp lực thực tế trung bình lên đất ở dưới đáy móng qui ước do tải trọng tiêu chuẩn gây ra :

$$p = \frac{N^{tc}}{F} = \frac{508,5}{11,6} = 43,8 \text{ T/m}^2 = 4,38 \text{ KG/cm}^2.$$

Xác định áp lực tự nhiên dưới đáy móng quy ước :

$$p_{tn} = 1,84 \cdot 4 + 1,9 \cdot 4,5 + 2 \cdot 1 = 17,8 \text{ T/m}^2 = 1,78 \text{ KG/cm}^2$$

$$p - p_{tn} = 4,38 - 1,78 = 2,6 \text{ KG/cm}^2.$$

Áp lực thêm p_{oz} trong đất ở mặt cắt ngang, nằm ở độ sâu z dưới đáy móng quy ước xác định theo công thức:

$$p_{oz} = \alpha (p - p_{tn})$$

Hệ số α xác định tùy thuộc vào $m = \frac{2z}{b}$ và $n = \frac{l}{b}$ dựa theo bảng 1 phụ lục 3 của

"Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình". $b = 2,99\text{m}$; $l = 3,89\text{m}$; $n = \frac{3,89}{2,99} = 1,3$

Những kết quả tính toán các đại lượng p_{inz} và p_i cũng như các thông số cần để xác định chúng, trình bày ở bảng 25.

Độ lún của móng xác định theo công thức (5) phụ lục 3 của "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình"

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{p_i h_i}{E_i}$$

Trong đó $\beta = 0,8$; E_i - Môđun của lớp đất i , $E = 400 \text{ KG/cm}^2$

$$S = \frac{0,8 \cdot 50}{400} (2,57 + 2,42 + 2,17 + 1,84 + 1,46 + 1,17 + 0,95 + 0,78 + 0,59) = 1,4 \text{ cm}$$

Trị số giới hạn của độ lún trung bình S_{ghb} của nền móng đối với công trình đã cho xác định theo bảng 18 của "Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình" : $S_{ghb} = 8 \text{ cm}$.

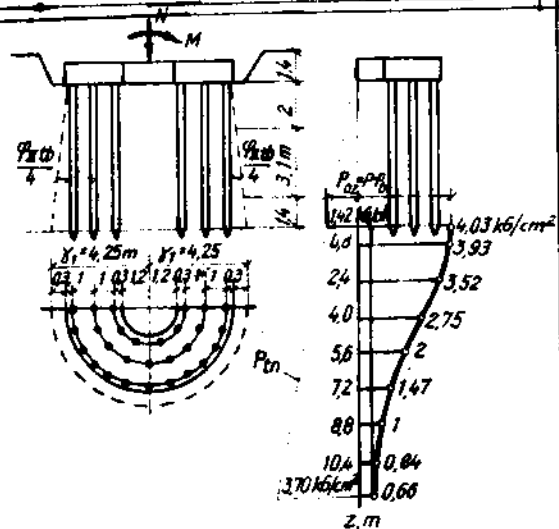
Như vậy, trị tính toán độ lún của móng không vượt quá trị giới hạn S_{ghb} .

BẢNG 25.

$z(m)$	$h + z(m)$	$p_{inz} = \gamma (h + z) \text{ (KG/cm}^2\text{)}$	$0,2p_{inz} \text{ (KG/cm}^2\text{)}$	$m = \frac{2z}{b}$	α	$p_z = \alpha (p + p_{inz}) \text{ (KG/cm}^2\text{)}$	$p_i \text{ (KG/cm}^2\text{)}$
0	9,5	1,78	0,356	0	1	2,6	2,57
0,5	10	11,88	0,376	0,33	0,975	2,53	2,42
1	10,5	1,98	0,396	0,66	0,885	2,3	2,17
1,5	11	2,08	0,416	0,99	0,787	2,05	1,84
2	11,5	2,18	0,436	1,32	0,621	1,62	1,46
2,5	12	2,28	0,456	1,65	0,5	1,3	1,17
3	12,5	2,38	0,476	1,98	0,4	1,04	0,95
4	13,5	2,58	0,516	2,64	0,271	0,7	0,78
4,5	14	2,68	0,536	2,97	0,184	0,48	0,59

Ví dụ 27 : Yêu cầu xác định độ lún và độ nghiêng của móng cọc dưới ống khói được thiết kế trên cọc bê tông cốt thép tiết diện $30 \times 30 \text{ cm}$, dài 7m. Móng cọc bố trí ở dạng hình vành khuyên. Số cọc trong móng là 50 chiếc (hình 23). Tải trọng tính toán trên móng gồm lực thẳng đứng $N = 2400T$ và mômen uốn $M = 850Tm$.

Điều kiện địa chất : từ cốt đáy hố móng sâu 1,4m là á cát dẻo, dày 2m. Dưới nữa là á sét ít dẻo ở độ sâu 3,1m nằm trên lớp sét nửa cứng có chiều dày thăm dò khoảng 10m.



HÌNH 23 : - Sơ đồ tính toán móng cọc.

Các tính chất cơ lý của đất như sau :

Á cát dẻo : $\gamma_0 = 1,75 \text{ T/m}^3$; $e = 0,55$; $\varphi_{II} = 24^\circ$; $I_L = 0,5$

Á sét ít dẻo : $\gamma_0 = 1,8 \text{ T/m}^3$; $e = 0,7$; $\varphi_{II} = 21^\circ$; $I_L = 0,3$

Sét nửa cứng : $\gamma_0 = 1,9 \text{ T/m}^3$; $e = 0,85$; $\varphi_{II} = 17^\circ$; $I_L = 0,25$;

$C = 0,41 \text{ KG/cm}^2$; $E = 180 \text{ KG/cm}^2$.

Giải : Xác định ranh giới móng quy ước :

$$\varphi_{\text{thb}} = \frac{\sum \varphi_i l_i}{\sum l_i} = \frac{24 \cdot 2 + 21 \cdot 3,1 + 17 \cdot 1,4}{2 + 3,1 + 1,4} = 21^\circ$$

$$\frac{\varphi_{\text{thb}}}{4} = \frac{21}{4} = 5^\circ 15'; \text{tg } 5^\circ 15' = 0,092.$$

Bán kính nền của móng quy ước :

$$r_1 = r + \text{tg } \frac{\varphi_{\text{thb}}}{4} = 3,65 + 6,5 \cdot 0,092 = 4,25m.$$

Diện tích nền của móng quy ước, không kể đến lỗ phía trong của móng, bằng :

$$F = \pi r_f^2 = \pi \cdot 4,25^2 = 56,7 \text{ m}^2$$

Thể tích khối đất quy ước :

$$V = F \cdot l = 56,7 \cdot 6,5 = 369 \text{ m}^3$$

Trị trung bình gia quyền trọng lượng thể tích của đất

$$\gamma_d = \frac{\sum \gamma_i l_i}{\sum l_i} = \frac{1,75 \cdot 2 + 1,8 \cdot 3,1 + 1,9 \cdot 1,4}{6,5} = 1,81 \text{ T/m}^3$$

Trị trung bình gia quyền trọng lượng thể tích có kể đến trọng lượng cọc :

$$\gamma_{th} = \gamma_d + \frac{nF_c}{F} (\gamma_b - \gamma_d) = 1,81 + \frac{50 \cdot 0,09}{56,7} (2,5 - 1,81) = 1,865 \text{ T/m}^3$$

Trọng lượng của khối móng quy ước :

$$G = 369 \cdot 1,865 = 690 \text{ T}$$

$$N_{tc} = N + G = 2 \cdot 400 + 690 = 3090 \text{ T}$$

Áp lực trung bình thực tế lên đất dưới đáy móng quy ước do tải trọng tính toán gây ra :

$$p = \frac{N_{tc}}{F} = \frac{3090}{56,7} = 54,5 \text{ T/m}^2 = 5,45 \text{ KG/cm}^2$$

Áp lực tự nhiên (bản thân) dưới đáy móng qui ước :

$$p_{tn} = 1,75 \cdot 3,4 + 1,8 \cdot 3,1 + 1,9 \cdot 1,4 = 14,2 \text{ T/m}^2 = 1,42 \text{ KG/cm}^2$$

$$p - p_{tn} = 5,45 - 1,42 = 4,03 \text{ KG/cm}^2$$

Áp lực thêm trong đất ở các mặt phẳng ngang khác nhau xác định theo công thức :

$$p_{oz} = \alpha (p - p_{tn})$$

Trong đó : α - Hệ số, xác định tùy thuộc vào $m = \frac{z}{r_f}$ đối với móng tròn theo bảng 3 phụ lục 3 của "Tiêu chuẩn thiết kế nền và công trình".

Những kết quả tính toán các đại lượng p_{inz} và p_i cũng như các thông số cần để xác định chúng, trình bày ở bảng 26.

Xác định độ lún của móng theo công thức (5) phụ lục 3 của "Tiêu chuẩn thiết kế nền và công trình"

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{p_i h_i}{180} = \frac{0,8 \cdot 80}{180} = (3,98 + 3,89 + 3,68 + 3,68 + 3,33 + 2,95 + 2,55 + 2,19 + 1,87 + 1,6 + 1,37 + 1,18 + 1,03 + 0,9 + 0,8 + 0,71) = 11,4 \text{ cm}$$

Trị giới hạn cho phép độ lún trung bình S_{ghb} của nền móng ống khói xác định theo bảng 18 của "Tiêu chuẩn thiết kế nền và công trình"

$$S_{ghb} = 30 \text{ cm}$$

Đối với các móng tròn đơn nền xác định độ nghiêng θ , trị số này không được vượt quá trị biến dạng giới hạn của nền S_{ghb} , xác định theo bảng 18 của Tiêu chuẩn nêu trên và bằng $S_{gh} = 0,004$.

Độ nghiêng của móng tròn xác định theo công thức (10) phụ lục 3 của "Tiêu chuẩn thiết kế nền và công trình"

$$i = \frac{1 - \mu^2}{E} \times \frac{3pe}{4r^3}$$

Trong đó :

e- Khoảng cách của điểm đặt hợp lực tới trung tâm đáy móng theo bán kính của đường tròn, cm :

$$e = \frac{M}{N} = \frac{850}{3090} = 0,275 \text{ m} = 27,5 \text{ cm.}$$

- Hệ số poisson, xác định theo bảng 3.33 "Hướng dẫn thiết kế nền nhà và công trình" $\mu = 0,42$;

$$i = \frac{(1 - 0,42^2) \cdot 3 \cdot 3090 \cdot 27,5 \cdot 1000}{4 \cdot 425^2 \cdot 180} = 0,0038 < S_{gh} = 0,004.$$

Như vậy điều kiện được thoả mãn.

BẢNG 26.

Z, (m)	(h + z), (m)	$p_{inz} = (h + z)$ (KG/cm ²)	$0,2p_{inz}$ (KG/cm ²)	$m = \frac{z}{r_1}$	α	$p_z = (p - p_{inz})$ (KG/cm ²)	p_i (KG/cm ²)
0	6,5	1,42	0,284	0	1	4,03	
0,8	7,3	1,57	0,314	0,188	0,976	3,93	3,98
1,6	8,1	1,72	0,344	0,376	0,952	3,84	3,89
2,4	8,9	1,88	0,376	0,565	0,874	3,52	3,68
3,2	9,7	2,03	0,406	0,753	0,779	3,14	3,33
4	10,5	2,18	0,436	0,941	0,682	2,75	2,95
4,8	11,3	2,33	0,466	1,129	0,584	2,35	2,55
5,6	12,1	2,48	0,496	1,318	0,501	2	2,19
6,4	12,9	2,63	0,526	1,506	0,427	1,72	1,87
7,2	13,7	2,79	0,558	1,694	0,365	1,47	1,6
8	14,5	2,94	0,588	1,882	0,316	1,27	1,37
8,8	15,3	3,08	0,616	2,071	0,272	1	1,18
9,6	16,1	3,23	0,646	2,259	0,239	0,96	1,03
10,4	16,9	3,38	0,676	2,447	0,208	0,84	0,9
11,2	17,7	3,54	0,708	2,635	0,185	0,75	0,8
12	18,5	3,7	0,74	2,824	0,163	0,66	0,71

■ Khi xây dựng định tôn nền (đắp bằng nước phun) cao hơn 2m, hoặc có phụ tải thường xuyên khác (lâu dài) tương đương với lớp đắp như thế và nếu theo chiều sâu hạ cọc có lớp than bùn dày hơn 30 cm hoặc lớp bùn, thì xác định trị số độ lún của móng cọc treo nên chú ý giảm kích thước móng quy ước; trong trường hợp này đối với các cọc thẳng đứng cũng như cọc nghiêng phải giới hạn bằng các mặt thẳng đứng đi qua kể từ hàng cọc biên thẳng đứng một khoảng cách $l_{thg} \frac{\phi_{th}}{4}$. Trong đó l_{th} là khoảng cách lấy từ mũi cọc đến đáy lớp than bùn dày hơn 30 cm hoặc đáy lớp bùn.

G7.2. Theo như điều này, khi tôn nền hoặc khi có phụ tải và đồng thời trong phạm vi chiều dài cọc có các lớp bùn hoặc than bùn, kích thước móng sẽ lấy bé hơn so với những trường hợp khác nói ở điều 7.1. Sở dĩ như vậy là do trong những điều kiện ấy, độ lún của đất yếu sẽ phát triển trong quá trình cố kết dưới tác dụng của phụ tải, các mặt hông của cọc nằm bên trên đáy lớp than bùn hoặc bùn không thể truyền tải trọng lên đất.

7.3. Móng cọc làm việc như cọc chống, cọc treo đơn, chịu lực nhỏ, ngoài ra còn có nhóm cọc làm việc dưới tác dụng của tải trọng nhỏ, thì không cần tính chúng theo biến dạng.

G7.3. Móng gồm những cọc chống làm việc bằng tải trọng ép và móng đơn, cọc treo làm việc bằng tải trọng ép cũng như tải trọng nhỏ sẽ không cần tính theo biến dạng là do việc tính toán chúng theo sức chịu tải hiển nhiên đảm bảo được về biến dạng đối với những nhà hoặc công trình thông thường. Những đề nghị của mục này không được dùng để thiết kế các nhà và công trình đặc biệt có yêu cầu cao về biến dạng cho phép.

7.4. Việc tính toán cọc theo biến dạng khi cùng tác dụng tải trọng thẳng đứng, tải trọng ngang và mô men nên thực hiện theo những yêu cầu nêu ở phụ lục của Tiêu chuẩn này.

8- THIẾT KẾ MÓNG CỌC :

8.1. Tùy theo cách bố trí cọc trong mặt bằng mà móng cọc được chia thành các dạng sau :

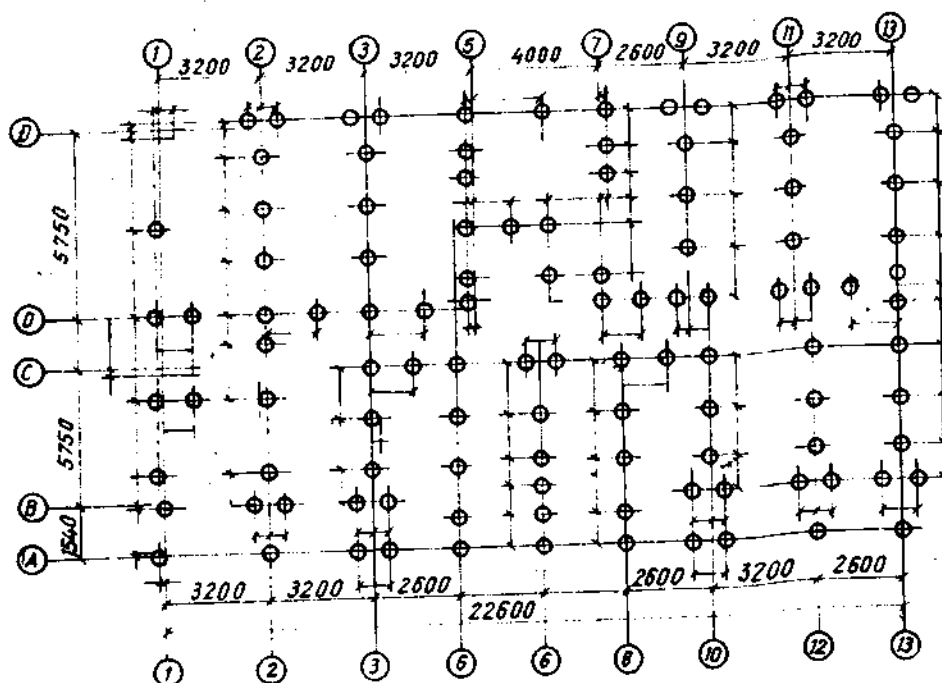
- a) Cọc đơn - dưới các móng độc lập.
- b) Thành băng - dưới các tường nhà và công trình, khi tải trọng trên móng phân bố theo chiều dài với cọc được bố trí thành một, hai hàng hoặc nhiều hàng.
- c) Nhóm cọc - dưới các cột với cọc bố trí trong mặt bằng có dạng hình vuông, chữ nhật, hình thang hoặc hình có dạng khác.
- d) Trường cọc liên tục - Dưới các công trình nặng với kích thước không lớn trên mặt bằng và tải trọng phân bố trên toàn bộ diện tích, còn cọc được bố trí đều dưới toàn bộ diện tích của nhà hoặc công trình và có dải liên kết các cọc lại với nhau và dài tựa lên đất.

G8.1. Những ví dụ về các giải pháp móng cọc với cách bố trí cọc trong mặt bằng như vừa nói được trình bày trên các hình 24 - 26. Trong những móng cọc của nhà có tường chịu lực, bắt buộc phải bố trí cọc tại các góc của nhà, đối với nhà tầng lớn, ở các chỗ giao nhau của tường dọc và ngang cũng phải có bố trí cọc.

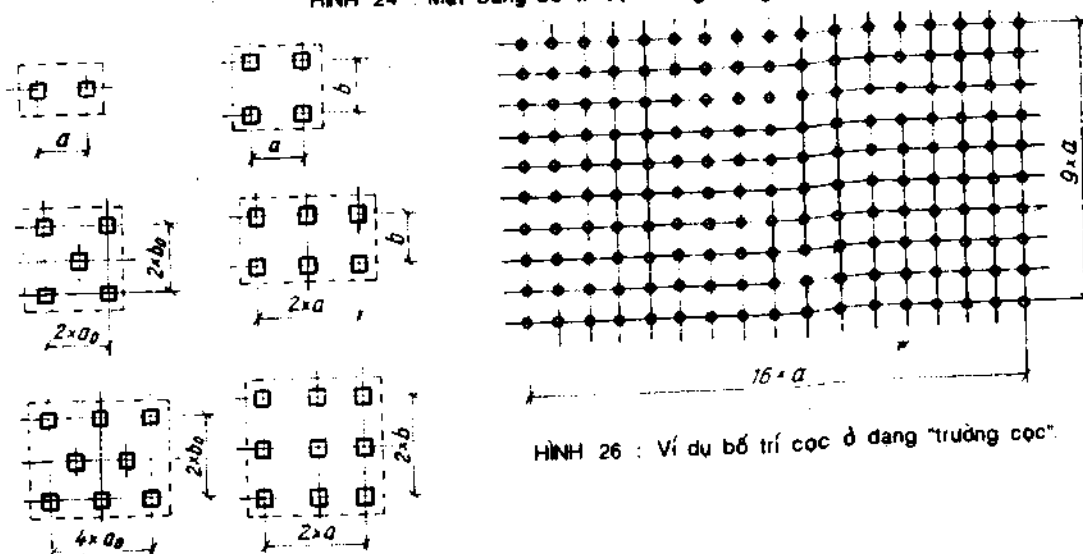
Các tấm tường của nhà nên đặt không ít hơn trên 2 cọc. Căn cứ trên luận chứng kinh tế - kỹ thuật và có dải cọc cứng cho phép bố trí cọc chỉ ở những chỗ giao nhau giữa tường dọc và tường ngang.

Đối với những nhà khung không có cầu trục cho phép làm móng với các nhóm gồm 2 cọc, nhưng lúc này cần kiểm tra độ bền của vật liệu cọc dưới tác dụng của mômen có tính đến độ lệch cho phép của cọc theo chiều ngang của nhóm.

Cọc - Cột, tức là cọc có tiết diện vuông hoặc tròn rỗng, một phần cọc nhô lên trên mặt đất, thay cho cột, có thể được sử dụng ở những tải trọng đứng trên trụ đến 50 Tấn đối với các trụ của các đường ống công nghệ, hành lang vận tải, của các bộ thiết bị công nghệ không có tải trọng động, của các nhà nông nghiệp kiểu khung và của các công trình tương tự khác (hình 27, 28).

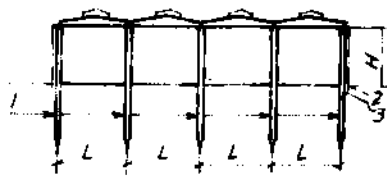


HÌNH 24. Mặt bằng bố trí cọc trong móng nhà ở.



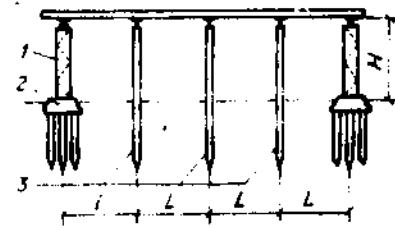
HÌNH 26 : Ví dụ bố trí cọc ở dạng "trường cọc".

HÌNH 25 : Ví dụ các giải pháp móng cọc dưới các cột của nhà công nghiệp với số cọc trong nhóm khác nhau.



Hình 27 : Ví dụ dùng cọc - cột cho nhà sản xuất 1 tầng.

1- cọc - cột; 2- dầm móng; 3- Cột chống.



Hình 28 : Ví dụ dùng cọc - cột cho đường ống công nghệ

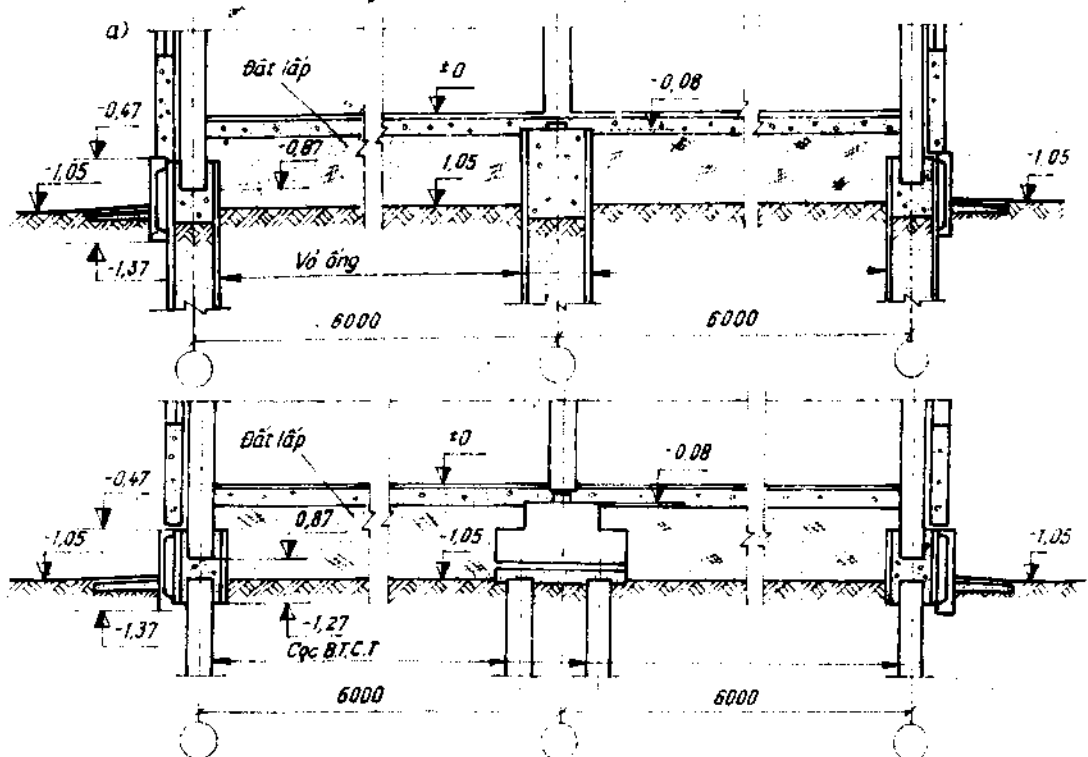
1- Bộ neo bằng kim loại hình vành khuyên; 2- Móng cọc; 3- Các bộ trung gian bằng cọc - cột.

Những móng gồm 1 cọc có thể được dùng đối với nhà và công trình có những tải trọng đứng sau đây (hình 29) :

- Đến 100 T trên cọc có tiết diện vuông;
- Đến 300 T trên cọc tròn rỗng;
- Đến 800 T trên cọc ống đường kính đến 160 cm;
- Đến 650 T trên cọc nhồi (khoan nhồi) với đường kính thân cọc đến 160 cm.

Để liên kết cột với cọc ống hoặc với cọc nhồi phải làm cốt. Nếu đường kính cọc không đủ để làm cốt thì chỗ liên kết phải tiến hành gián tiếp qua mũ cọc đúc sẵn hoặc đổ tại chỗ. Mũ cọc được xem như cốt kép mà phần trên của nó ngàm vào cột còn phần dưới vào cọc.

Trong bản vẽ thi công móng cọc, mỗi cọc cần phải đánh số theo trình tự kế tiếp nhau. Cọc trong nhóm cũng có thể đánh số trong phạm vi mỗi nhóm có kết hợp với các trục nhà. Trong trường hợp cho phép ghi số từng mười cọc một, trong các nhóm có số cọc lớn hơn - đánh số cọc của các hàng bên.



HÌNH 29 : Những móng gồm a)- Một cọc tròn rỗng. b)- Một cọc vuông.

8.2. Liên kết dài cọc cho phép làm gối tự do hoặc kiểu gối cứng.

8.3. Gối tự do của dài cọc lên cọc cần được kể đến trong tính toán với quy ước như là liên kết bản lề và ở các dài cọc đổ tại chỗ thì có thể làm bằng cách ngàm đầu cọc vào dài sâu 5 - 10cm. Trong trường hợp này không bắt buộc ngàm sâu cốt thép của cọc vào dài.

8.4. Liên kết cứng dài cọc với cọc nền làm trong những trường hợp sau :

a) Thân cọc nằm trong các lớp đất yếu (cát rời, đất sét có độ sệt chảy, trong bùn, than bùn v.v...).

b) Tại chỗ liên kết, tải trọng nén truyền lên cọc bị lệch tâm so với cọc, tức nằm ngoài phạm vi nhân tiết diện của cọc.

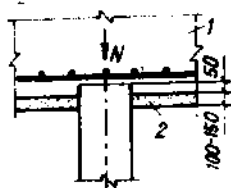
c) Trên cọc tác dụng các tải trọng ngang mà trị số chuyển vị do tải trọng ngang gây ra khi gối tự do (xác định bằng tính toán theo những yêu cầu của phụ lục thuộc tiêu chuẩn này) chứng tỏ lớn hơn trị giới hạn cho phép đối với nhà và công trình thiết kế;

d) Trong móng có cọc nối thẳng đứng hoặc nghiêng;

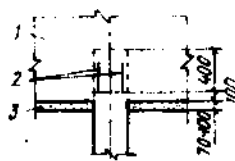
đ) Cọc chịu tải trọng nhỏ.

8.5. Việc liên kết cứng các cọc bê tông cốt thép với dài bê tông cốt thép đổ toàn khối nên ngàm cọc vào dài với độ sâu ứng với chiều dài chôn cốt thép, hoặc là chôn râu cốt thép vào dài với chiều dài ứng với các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu bằng bê tông và bê tông cốt thép; trong trường hợp thứ hai ở đầu cọc ứng suất trước cần phải làm khung cốt thép không kéo căng, sau nó được dùng như là cốt thép neo.

Chú thích : Việc neo trong các dài cọc chịu tải trọng nhỏ (điều 8.4 "d") phải chôn cốt thép của cọc vào dài một độ dài được xác định bằng cách tính theo chịu nhỏ.



H 30



H 31

Hình 30 : Ví dụ giải pháp cấu tạo liên kết cọc bê tông cốt thép chịu lực nén không ra ngoài phạm vi nhân tiết diện của cọc với dài đổ tại chỗ (dài nhóm cọc và dài móng băng) khi hạ cọc đến độ sâu thiết kế.

1 Dài bê tông cốt thép đổ tại chỗ.

2 Bê tông lót.

Hình 31 : Ví dụ giải pháp cấu tạo liên kết cọc có cốt thép không kéo căng trước làm việc bằng lực nhỏ thông thường với dài BTCT đổ tại chỗ (độ ngàm cọc và cốt thép phải kiểm tra bằng tính toán)

1- Dài BTCT đổ tại chỗ.

2- Cốt thép dọc chờ sẵn.

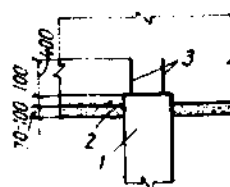
3- Bê tông lót.

Hình 32 : Ví dụ giải pháp cấu tạo liên kết cọc khoan nhồi, chịu lực nén không ra ngoài phạm vi nhân tiết diện cọc, với dài đổ tại chỗ bằng bê tông cốt thép.

1- Cọc khoan nhồi.

2- Bê tông lót.

3- Cốt thép của cọc.



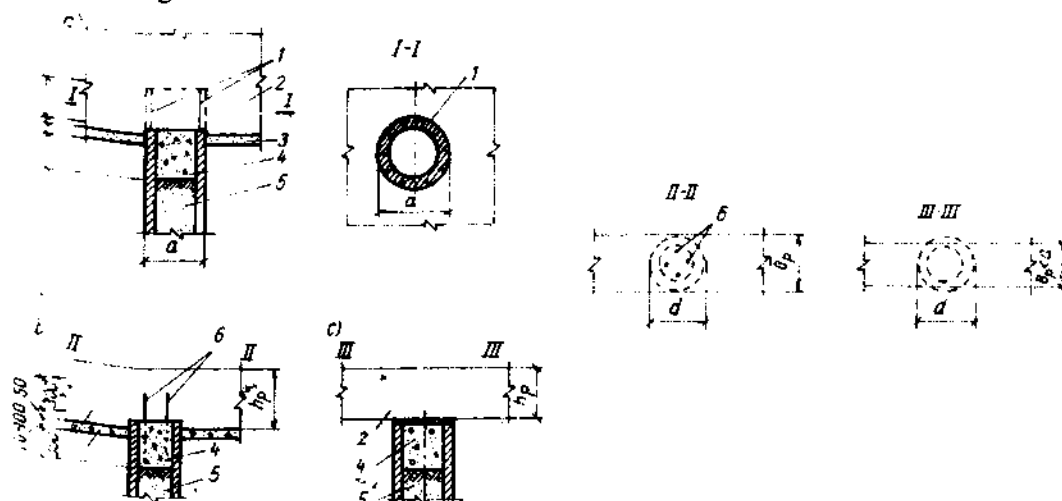
H 32

G8.2 + 8.5. Đối với trường hợp truyền tải trọng thẳng đứng không ra ngoài phạm vi nhân tiết diện của cọc, thì kết cấu mối nối của cọc với dài lấy theo các hình 30 + 38 với điều kiện $h_3 \geq d$. Trong trường hợp truyền lên cọc những tải trọng, nằm ngoài phạm vi nhân tiết diện của cọc thì kết cấu mối nối cũng có thể tương tự (trừ những kết cấu trình bày trên các hình 30a, 33b, 34a và 38b) với điều kiện là h_3 cũng như độ ngàm của đầu cọc và của râu cốt thép phải xác định bằng tính toán.

Để đảm bảo việc truyền tải trọng mômen tại mối liên kết với cọc ứng suất trước thì trong cọc cần phải làm khung cốt thép phụ (hình 35).

Đối với những móng cọc nhà sản xuất, nhà ở, nhà công cộng và các nhà và công trình khác, kết cấu liên kết cọc với dài cũng tương tự như trên.

Việc ngàm kiểu bán lẻ của cọc được làm gián tiếp bằng cách ngàm đầu cọc vào dài 5cm. Trị số độ sâu ngàm như thế là cần để đảm bảo việc truyền đều tải trọng lên toàn bộ tiết diện của cọc. Việc chôn râu cốt thép khi ngàm kiểu bán lẻ là không cần thiết nữa.



HÌNH 33 : Ví dụ giải pháp cấu tạo liên kết cọc tròn rỗng bằng bê tông cốt thép đường kính 300 - 800 mm chịu lực nén không ra ngoài phạm vi nhân tiết diện của cọc, với dài bằng bê tông cốt thép.

- a- Liên kết với dài cọc đổ tại chỗ cho nhóm cọc hoặc cọc trong móng bằng khi cọc không đóng được tới độ sâu thiết kế.
- b- Liên kết với dài móng bằng đổ tại chỗ khi hạ cọc đến độ sâu thiết kế.
- c- Liên kết tự do với dài bê tông cốt thép đổ tại chỗ. 1- Cốt thép dọc của cọc; 2- Dài bê tông cốt thép đổ tại chỗ; 3- Bê tông lót; 4- Nút bê tông đầu cọc; 5- Nhồi ruột cọc bằng đất tại chỗ; 6- Các thanh cốt thép dọc bổ sung.
- d- Đường kính ngoài của cọc;
- h₃- Chiều cao dài cọc;
- b_d- Bề rộng dài xác định từ tính toán nén cục bộ (ép vỡ) bê tông của thành cọc.

Việc dùng ngàm cũng phải theo các yêu cầu cấu tạo, ví dụ hạn chế chuyển vị ngang đầu cọc hoặc cần chịu ứng suất kéo tác dụng lên cọc. Trong trường hợp sau, ngoài việc đảm bảo độ ngàm tính toán của râu cốt thép còn phải kiểm tra tiết diện cốt thép của cọc chịu tác dụng của lực kéo.

Trong những móng cọc của cầu, đầu cọc cần chôn vào bản dài cọc (trên lớp bê tông đổ bằng phương pháp dưới nước) hoặc chôn vào đệm bê tông cốt thép (vào xà ngang) một đại lượng xác định bằng tính toán đối với liên kết chịu lực kéo, nhưng không bé hơn hai lần chiều dày thân cọc. Khi độ dày thân cọc lớn hơn 0,6m - không bé hơn 1,2m. Đối với móng của những công trình này cũng cho phép ngàm thân cọc vào bản dài một

chiều dài không bé hơn 0,15 m với điều kiện ngàm râu cốt thép dọc vào bản dãi (không cần bẻ cong và uốn móc câu) một độ dài xác định bằng tính toán nhưng không bé hơn 25 lần đường kính của thanh thép gờ và 40 lần đường kính thanh thép trơn.

HÌNH 34 : Những ví dụ giải pháp cấu tạo liên kết cọc bê tông cốt thép tiết diện vuông (đặc và có lỗ tròn) chịu lực nén không ra ngoài phạm vi nhân tiết diện của cọc, với dãi hoặc với cột.

H34a- Liên kết với dãi đổ tại chỗ nhờ mũ đúc sẵn

khí hạ cọc đến độ sâu thiết kế.

H34b- Cũng như trên nhưng không hạ đến độ sâu thiết kế.

H34c- Liên kết với cột đúc sẵn nhờ đệm nối đúc sẵn, khi hạ cọc đến độ sâu thiết kế.

H34d- Cũng như trên nhưng không đóng cọc đến độ sâu thiết kế.

1- Dãi bê tông cốt thép đổ tại chỗ.

2- Mũ bê tông cốt thép đúc sẵn.

3- Nhồi bê tông ở mũ cọc và ở đệm nối.

4- Bê tông lót; 5- Râu cốt thép; 6- Cột đúc sẵn.

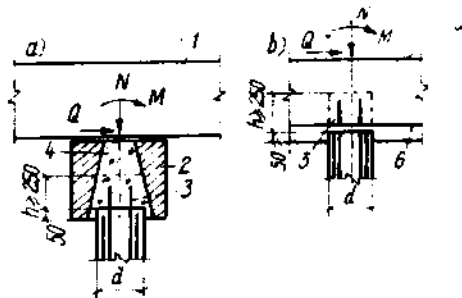
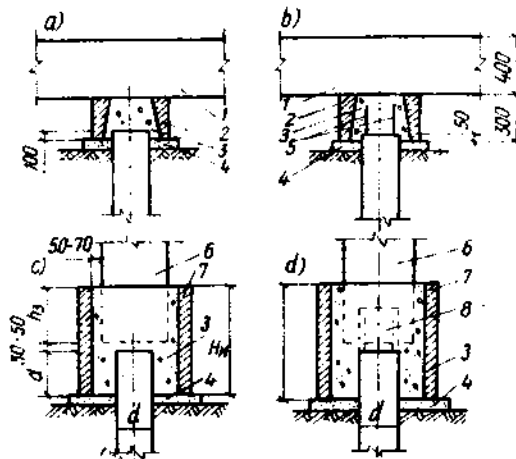
7- Đệm nối bê tông cốt thép đúc sẵn.

8- Phần cọc bị cắt cùng với cốt thép.

H_m- Chiều cao đệm nối đúc sẵn.

h_n- Độ sâu ngàm cốt vào cọc.

d- Kích thước tiết diện ngang của cọc.



HÌNH 35 : Ví dụ giải pháp cấu tạo liên kết cọc bê tông cốt thép ứng suất trước với dãi cọc chịu lực nén thẳng đứng, lực cắt và mômen cũng như chịu tải trọng nên lệch tâm nằm ngoài phạm vi nhân tiết diện của cọc.

a- Liên kết với dãi đúc sẵn nhờ mũ bê tông cốt thép đúc sẵn.

b- Liên kết với dãi đổ tại chỗ.

1- Dãi đúc sẵn; 2- Mũ đúc sẵn; 3- Khung phụ bằng cốt thép không kéo căng cho những cọc dài 6m và hơn 6m; chiều dài chôn khung phụ vào cọc là 2,5 - 3m; còn vào mũ và dãi đúc sẵn thì lấy theo tính toán (chịu uốn do tác dụng của lực ngang) nhưng không bé hơn 20 lần đường kính cốt dọc của khung và không bé hơn 250mm; 4- Nhồi bê tông vào mũ; 5- Dãi đổ tại chỗ; 6- Cốt thép của dãi.

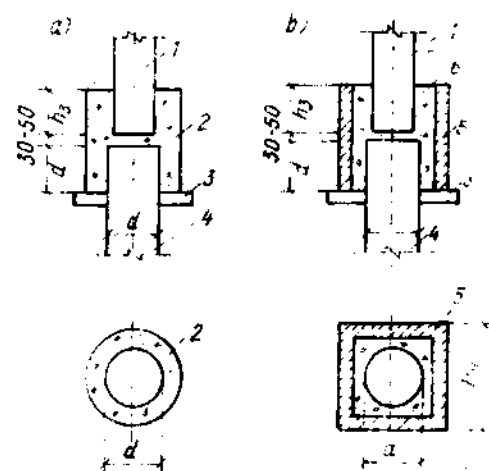
Liên kết cọc hoặc cọc ống với dãi (với bản) hoặc với đệm nối cần đảm bảo sự làm việc chắc chắn của kết cấu dưới tác dụng của các lực tính toán.

Ứng suất trong bê tông của bản dãi do áp lực truyền từ cọc dãi, cọc hoặc cọc ống gây ra không được vượt quá sức chống tĩnh toán của bê tông bản dãi 30% (đối với lực ép trục trên toàn bộ diện tích). Để thỏa mãn yêu cầu này, trong những trường hợp cần thiết, nên nâng cao mác bê tông của bản dãi trong những thiết kế móng cọc các nhà gạch, nhà block lớn, nhà và công trình sản xuất, nên làm dãi cọc đổ bê tông tại chỗ. Trong những nhà tắm lớn không khung, cao đến 12 tầng với tải trọng trên cọc đến 50 Tấn và tấm tường tựa lên không ít hơn 2 cọc, hợp lý nhất là dùng móng cọc không dãi,

trong đó tấm tường của tầng một đóng vai trò dài cọc. Trong những trường hợp còn lại đối với nhà tấm lớn nên dùng dài kiểu dầm đúc sẵn, mặt trên của dầm nằm ở mức dưới tấm tường phía trên tầng hầm và dầm này đặt lên đầu cọc.

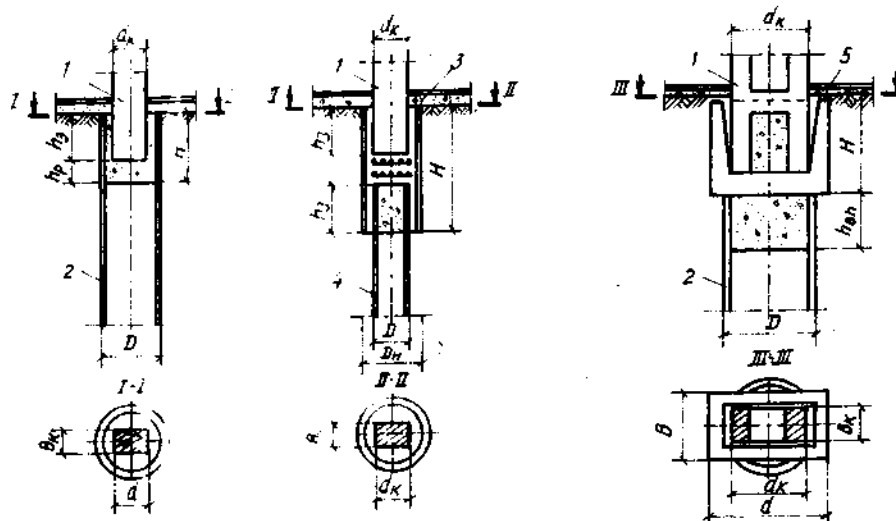
HÌNH 36 : Những ví dụ giải pháp cấu tạo liên kết cọc khoan nhồi đường kính 0,4 - 0,6m chịu lực nén (không quá 25T) không ra ngoài phạm vi nhân tiết diện, với cột đúc sẵn của nhà 1 tầng, tải trọng bé (ví dụ nhà trong sản xuất nông nghiệp).

- a- Liên kết nhờ mũ cọc đổ tại chỗ.
- b- Liên kết nhờ đệm nối đúc sẵn.
- 1- Cột; 2- Mũ bê tông cốt thép đổ tại chỗ.
- 3- Bê tông lót; 4- Cọc khoan nhồi.
- 5- Đệm nối bằng bê tông cốt thép đúc sẵn.
- 6- Bê tông liên kết móng nối.
- d- Đường kính cọc khoan nhồi.
- h_n - Chiều sâu ngàm của cột vào cọc.
- D_d - Kích thước đệm nối đúc sẵn.



Khi cấu tạo và bố trí cốt thép của đài cọc nên sử dụng các chi tiết theo bản vẽ thi công các kết cấu điển hình móng cọc của nhà và công trình.

Phương pháp tính đài cọc dạng băng băng bằng bê tông cốt thép dưới các tường nhà gạch và nhà khối lớn được trình bày ở phụ lục 9. Những kiến nghị về tính toán đài cọc kiểu dầm bằng bê tông cốt thép của móng cọc dưới các nhà tấm lớn trình bày ở phụ lục 10; những nguyên tắc cơ bản tính đài băng bằng bê tông cốt thép của móng cọc dưới cột nhà và công trình được trình bày ở phụ lục 11, còn đặc điểm thiết kế móng cọc không dài của các nhà ở trình bày ở phụ lục 12.



HÌNH 37 : Những ví dụ liên kết cọc đơn, tròn rỗng và cọc ống với cột.
1- Cột; 2- Cọc ống; 3- Đệm nối; 4- Cọc tròn rỗng; 5- Cốt đổ tại chỗ.

G8.8. Vấn đề tính hợp lý dùng cọc nghiêng hoặc cọc hình nạng cùng với cọc đứng cần phải giải quyết trong quá trình thiết kế tùy thuộc vào các yếu tố sau đây :

- a) Trị số tải trọng ngang tác dụng lên cọc;
- b) Số lượng cọc đóng thêm cần để chịu tải trọng ngang;
- c) Thiết bị đóng cọc để hạ cọc nghiêng và cọc hình nạng hiện có.

Đối với trụ cầu và các công trình thủy lợi có tải trọng ngang lớn, việc dùng cọc nghiêng và cọc ống thông thường là hợp lý. Đặc biệt là móng cọc của các mô cầu nên thiết kế có dùng một hoặc vài hàng cọc nghiêng theo phía lỗ cầu, còn móng cọc của trụ cầu ở giữa lòng sông có dài nằm phía trên mặt đất nên thiết kế với cọc nghiêng theo 4 hướng phụ thêm vào với cọc đứng.

Cọc ống nghiêng và cọc nhồi đường kính lớn chỉ nên dùng trong những đất không có phụ lớp đá và các tầng đá không quá 0,3m.

Độ nghiêng của cọc và cọc ống nên lấy không được lớn hơn trị số quy định ở bảng 27.

BẢNG 27.

Độ nghiêng của cọc đóng khi $d \leq 1m$	Độ nghiêng của cọc và cọc ống có đường kính, m			
	1 và 1,2	1,6	2	2
3 ÷ 1	4 ÷ 1	5 ÷ 1	8 ÷ 1	Không đề nghị

Cọc tròn rỗng bằng bê tông cốt thép và cọc ống có thể dùng cho móng mà không cần nhồi bê tông vào ruột với điều kiện phải kiểm tra độ bền của thành cọc và các liên kết mối nối của các đoạn cọc dưới tác dụng của tải trọng đứng và tải trọng ngang. Cần nhồi bê tông vào cọc rỗng và cọc ống khi có mở rộng đáy cọc, khi tựa hoặc ngàm đầu dưới của cọc ống vào đá, cũng như khi độ bền của thành cọc và của mối nối cọc không đủ để tiếp thu tải trọng tác dụng. Các bộ phận thép của mối nối cần được chống rỉ theo "Tiêu chuẩn bảo vệ kết cấu xây dựng khỏi rỉ". Ở phần dưới ruột cọc ống (đường kính $\geq 1m$) chưa nhồi bê tông nằm trên nền đất cần làm nút bê tông (trừ trường hợp đã nói ở điều 5.9) đến chiều cao xác định bằng tính toán và lấy không bé hơn 3m. Trường hợp này trong thiết kế móng phải theo các yêu cầu về sự liên kết của bê tông cũ và bê tông mới.

Mặt ngoài của cọc và cọc ống trong vùng tác động của đất cuội sỏi cần được bảo vệ chống cọ xát (ví dụ bằng cách làm các áo thép, các lồng bê tông cốt thép v.v...).

Đối với móng của trụ cầu, do đặc điểm làm việc của nó, cần thiết kế theo các yêu cầu bổ sung sau đây :

- a) Kết cấu của móng cọc và độ sâu đặt cọc hoặc cọc ống nên chọn như thế nào để khi đất ở cạnh móng có thể bị bào mòn lớn nhất mà vẫn không cần phải tiến hành gia cường đáy dòng chảy;
- b) Cọc hoặc cọc ống của các móng cầu nằm trong vùng đất đắp cần kiểm tra áp lực ngang của đất ở phía đất đắp;

c) Mũi cọc ống bằng bê tông cốt thép và cọc khoan nhồi, về phương diện kết cấu, phải chôn sâu vào đất 1m thấp hơn mức mà ở đó ứng suất kéo do uốn cọc gây ra bằng sức chống kéo tính toán của bê tông cọc. Có thể giới hạn độ sâu mũi cọc ống ở gần cọc khoan nhồi 1 - 2m thấp hơn cốt bảo mòn cục bộ, với điều kiện truyền ứng suất kéo do tác dụng của mômen uốn (không kể đến ống) lên khung cốt thép đặt trong thân cọc khoan nhồi và trong bê tông nhồi ở ruột cọc ống.

d) Cọc ống và cọc khoan nhồi cho phép chống lên đá hoặc chôn vào đá.

Cho phép chống cọc ống và cọc khoan nhồi (không chôn vào đá) lên đá khi mà trên mặt đá có tầng trầm tích không bị bào mòn, và trong phạm vi chiều dày của tầng ấy cọc tiếp thu hết tác dụng của mômen uốn còn mũi cọc ống hoặc cọc khoan nhồi trên toàn bộ mặt tiếp xúc chỉ có ứng suất nén tác dụng.

Khi sức mang tải của lớp phủ trên đá không đủ, có khả năng bào mòn lớp đất yếu phủ bên trên, không có tầng trầm tích hoặc chiều dày của lớp này không đủ để tiếp thu mômen uốn của cọc ống và cọc khoan nhồi, thì bắt buộc phải chôn cọc vào đá một độ sâu được xác định bằng tính toán. Trong trường hợp này độ chôn cọc vào đá không được bé hơn 0,5 m trong đá khối có giới hạn bền khi nén lớn hơn 500 KG/cm² và không bé hơn 1m trong các đá còn lại.

e) Đối với móng cọc của những công trình có tường vây cố định hoặc trong các hố móng không cần cọc ván vây chung quanh cần phải xét đến đất lấp lại hoặc đầm lên đất ở quanh mép hố móng;

g) Đối với các móng cọc (có bản dài nằm phía trên mặt đất) của các cầu vượt đường, cầu cạn, cầu cho người đi bộ, nên dùng cọc bê tông cốt thép rỗng hoặc cọc ống.

8.9. Khoảng cách giữa các trục cọc treo không mở rộng đáy không được bé hơn 3d (trong đó d- đường kính của cọc tròn, cạnh của cọc vuông hoặc cạnh lớn nhất của cọc có tiết diện ngang chữ nhật) còn khoảng cách giữa trục cọc chống thì không bé hơn 1,5d.

Khoảng cách mép - mép giữa các thân cọc ống không được bé hơn 1m, giữa các đáy mở rộng của cọc khoan nhồi và cọc ống khi thi công chúng trong đất sét khô có độ sét cứng hoặc nửa cứng, là 0,5m, còn trong các loại đất còn lại là 1m.

Khoảng cách giữa các trục cọc chống được giảm đến 1,5d là nhằm tiết kiệm chi phí vật liệu cho dài, khi có thiết bị đóng cọc cho phép đóng được cọc ở khoảng cách như thế, hoặc tìm được biện pháp làm giảm nhẹ việc đóng cọc (ví dụ dùng các lỗ khoan mũi hoặc đóng có xối nước). Khoảng cách bé nhất đã nói giữa các cọc nhồi và giữa các đáy cọc mở rộng phải đảm bảo để thành hố khoan ổn định.

8.10. Tải trọng tính toán trên cọc N, (Tấn), đối với những móng có những cọc thẳng đứng xác định theo công thức :

$$N = \frac{N_{\phi}}{n} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2} \quad 44 (26)$$

Trong đó :

N_{ϕ} , M_x , M_y - Lần lượt là lực nén tính toán, (T), và mômen tính toán, (Tm), đối với các trục chính trung tâm x và y của mặt bằng cọc ở mặt phẳng đáy dài cọc;

n- Số cọc trong móng;

x_i và y_i - Khoảng cách từ trục chính đến trục mỗi cọc, (m);

x và y- Khoảng cách từ trục chính đến trục cọc mà ở đó ta tính toán tải trọng, (m).

Việc phân bố tải trọng giữa các cọc của móng cầu nên xác định bằng cách tính chúng như kết cấu khung.

G.8.10. Khi tác động lên móng cọc lực pháp tuyến và mômen theo một hoặc hai hướng, thì nhóm cọc phải thiết kế sao cho tải trọng lớn nhất trên các cọc biên trong nhóm không vượt quá tải trọng tính toán P cho một cọc và được xác định theo công thức 1 (1), cũng như để cho tỷ số giữa tải trọng bé nhất và lớn nhất không được bé hơn 0. Nếu mômen so với lực pháp tuyến mà lớn thì các cọc biên chịu tác dụng tải trọng nhỏ, và điều này có thể cho phép khi thực hiện việc tính toán đầy đủ với cốt thép dọc chịu kéo và ngầm thân cọc vào đài.

Ví dụ 28 : Xác định tải trọng tính toán lớn nhất trên cọc đối với nhóm gồm 8 cọc có tiết diện 30×30 cm, dài 6m và khoảng cách giữa các cọc là 0,9m (hình 39).

Tải trọng tính toán trên móng :

$$N_{\Phi} = 175 \text{ T}; M_x = 90 \text{ Tm}; e = \frac{M}{N} = 0,514 \text{ m}.$$

Giải : Tải trọng tính toán lớn nhất trên cọc trong nhóm xác định theo công thức :

$$N = \frac{N_{\Phi}}{n} + \frac{M_x y}{\sum y^2} = \frac{175}{8} + \frac{90 \cdot 1,3}{2 \cdot (0,65)^2 + 4 \cdot (1,3)^2} = 37 \text{ T}$$

Khi đài thấp và số cọc trong nhóm lớn hơn 9, có thể xác định tải trọng tính toán lên cọc có kể đến đặc điểm làm việc của nhóm dưới tác động của tải trọng mô men.

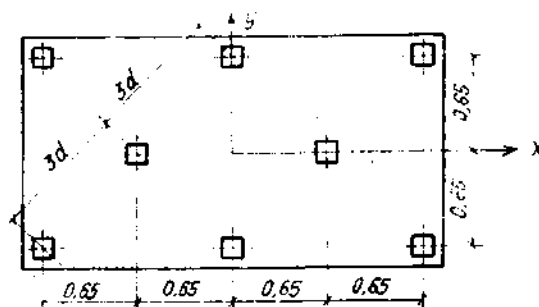
8.11. Móng có các cọc đứng cùng tiết diện ngang cho phép lấy tải trọng ngang phân bố đều giữa tất cả các cọc.

G.8.11. Tải trọng ngang tác dụng lên móng cọc cho phép quy ước được phân bố đều lên tất cả các cọc trong nhóm hoặc trong bang cọc. Giả thiết này có thể xảy ra nếu ta chú ý rằng đài cọc của nhóm có độ cứng lớn hơn nhiều so với tất cả các cọc của nhóm.

8.12. Việc kiểm tra độ ổn định của móng cọc và nền cọc phải tiến hành theo yêu cầu của tiêu chuẩn về thiết kế nền nhà và công trình có kể đến tác dụng của phản lực thêm do cọc gây ra, các phản lực này tác dụng lên phần đất bị trượt.

Móng cọc của các mố cầu và của các trụ trung gian trên các đồi dốc nên kiểm tra độ ổn định chống sự trượt sâu (chuyển vị của móng cùng với đất) theo mặt trượt cung tròn hoặc là theo mặt trượt khác bất lợi nhất.

G.8.12. Khi thiết kế cầu, móng cọc của các trụ ở bờ, trụ chuyển và trụ trung gian trên các mái đất dốc, cũng như của các mố mà có phần đất đắp cao hơn 10m, hoặc khi độ cao đất đắp từ 5 đến 10m, khi phía trên lớp chịu lực là lớp đất sét hay phụ lớp cát no nước nằm trên lớp đất sét, trong tất cả các trường hợp trên cần tính toán sự ổn định chống trượt sâu (chuyển vị cùng với đất) theo mặt



HÌNH 39 : Mặt bằng của nhóm cọc.

trượt cung tròn như phương pháp trình bày ở phụ lục 14. Ngoài ra, ở những móng như thế nên kiểm tra khả năng trượt cục bộ xảy ra sớm hơn trên các dốc ổn định do tác dụng của trọng lượng đất đắp và của trụ, do phá hoại sự ổn định của các lớp đất trong quá trình thi công, hoặc do thay đổi chế độ nước ngầm và nước bề mặt (mức nước).

8.13. Việc chọn chiều dài của cọc phải tùy theo điều kiện địa chất của vùng xây dựng. Mũi cọc thông thường nên chôn vào đất ít nén co, xuyên qua các lớp đất yếu hơn.

Như vậy độ chôn sâu của cọc vào đất, dựa vào tính chất đất dưới mũi cọc.

- Đối với đất hòn thô, đất sỏi sạn và đất cát thô vừa, cũng như đất sét có chỉ số sét $I_L \leq 0,1$... không được bé hơn 0,5 m

- Đối với các loại đất khác ... không được bé hơn 1m

Chú thích : Đối với móng của nhà và công trình cấp IV mũi cọc cho phép chống lên đất cát và đất sét có độ than bùn $q \leq 0,25$. Trong trường hợp này sức mang tải của cọc phải xác định theo kết quả thử bằng tải trọng tĩnh. Khi có lớp than bùn bị phủ thì mũi cọc phải chôn sâu không ít hơn 2m phía dưới đáy lớp than bùn này.

G.8.13. Khi chọn chiều dài của cọc và cọc ống, cần lưu ý điều kiện địa chất của nơi xây dựng thuộc đối tượng thiết kế, chú ý độ chặt của đất cát, độ bền và độ sét của đất sét, xác định theo số liệu thử đất trong phòng thí nghiệm hoặc theo kết quả xuyên tĩnh, đối với đất cát thì theo kết quả xuyên động. Những kết quả thử động và thử tĩnh cọc hoặc thử cọc bằng mô hình là những số liệu rất tin cậy để thiết kế.

Việc chọn lớp đất chịu lực dưới mũi cọc phải tiến hành trên cơ sở phân tích tất cả các số liệu nói trên, cho phép ta có đủ căn cứ để quy định chiều dài cọc, vì rằng có thể truyền lên cọc tải trọng lớn nhất khi mũi cọc chôn vào trong đất tương đối chặt.

Chiều dài của những cọc đúc sẵn nên chọn không bé hơn 3m vì để cho độ chôn sâu của cọc trong đất kể từ đáy dài không bé hơn 2,5m.

Đối với những nhà nhẹ, không có tầng hầm, với tường chịu lực, nền là cát chặt vừa hoặc đất sét cứng và nửa cứng, cho phép dùng cọc có độ sâu khoảng 1,5 - 2m, sức mang tải của những cọc như thế chỉ xác định bằng các phương pháp hiện trường. Chiều sâu đặt các cấu kiện chịu lực của móng cọc nằm gần với công trình đã xây nên quy định có kể đến phương pháp thi công để đảm bảo giữ được công trình đang sử dụng.

Độ chôn sâu của mũi cọc yêu cầu $\geq 0,5m$ là do mai của những loại đất này thường không đồng nhất, bị phong hoá và bao gồm cả các lớp đất nén co nằm ở phía trên lớp đất mà cọc cần xuyên qua.

Khi chọn chiều dài của cọc đóng cần phải chú ý đến phương pháp và khả năng hạ cọc trong những điều kiện địa chất đã biết, cũng như cần đến thiết bị hiện có dùng để thi công móng cọc. Ở đây cần làm rõ có phải dùng các phương pháp khác làm nhẹ nhàng việc hạ cọc hay không.

Việc hạ cọc trực tiếp vào đất sét bằng búa hơi, búa cơ học và búa diên là có thể được trong trường hợp búa có năng lượng Θ , (Tm) không nhỏ hơn :

$$\Theta = \frac{\sum \Phi_i h_i}{Nt} \left(\Pi + \frac{g}{Q} \right) \quad (4.5)$$

Trong đó :

ϕ_i - Sức mang tải của cọc trong phạm vi lớp đất i , (T).

h_i - Chiều dày của lớp đất i , (m).

N - Số lần đập của búa trong một đơn vị thời gian, số va đập trong 1 phút.

t - Thời gian dùng để hạ cọc (thời gian hạ cọc không kể thời gian thao tác nâng vận chuyển cọc), (phút).

g - Trọng lượng cọc (T).

Q - Trọng lượng phần va đập của búa, (T).

Nt - Số va đập của búa cần để hạ cọc, thường lấy không lớn hơn 500 lần đập.

Π - Thông số lấy bằng $\Pi = 4,5$ khi dùng búa hơi, búa cơ học búa diên điển kiểu cần và $\Pi = 5,5$ khi dùng búa diên điển kiểu ống.

Khi tính toán theo công thức (45), tổng của tích số $\phi_i h_i$ phải lấy trong phạm vi chiều dày lớp đất mà cọc xuyên qua. Thường chia chiều dày nói trên ra làm 3-4 lớp, trong phạm vi mỗi lớp có thể coi sức mang tải của cọc ϕ_i trong quá trình hạ cọc là không đổi. Xác định ϕ_i có thể tiến hành theo các trị số cho ở các bảng về sức chống tính toán của đất theo phương pháp trình bày ở phần 5 của tiêu chuẩn này.

Trong trường hợp nếu cơ quan thi công không có búa với năng lượng va đập thoả mãn điều kiện của công thức (45), thì trong đồ án cần xét đến việc dùng các hố khoan mồi hoặc xối nước trong quá trình hạ cọc. Trường hợp vì lý do nào đó không thể dùng các phương pháp vừa nói, thì cần giải quyết vấn đề cho phép dùng móng cọc đóng có chiều dài bé hoặc chuyển sang dùng cọc khoan nhồi.

8.14. Độ sâu đặt đáy dài cọc được quy định tùy thuộc vào các giải pháp kết cấu phần dưới mặt đất của nhà hoặc công trình (có tầng hầm hoặc tầng hầm kỹ thuật) và theo thiết kế san nền của vùng xây dựng (đào bớt đi hoặc đắp cao thêm), còn chiều cao của dài thì xác định bằng tính toán. Đối với móng cầu cần tính đến chiều sâu dòng nước và sự xói lở cục bộ của đáy dòng chảy cạnh trụ cầu.

G.8.14. Chiều sâu đặt dài cọc của nhà và công trình (trừ cầu) cần quy định theo các nguyên tắc sau đây :

a) Trong những nhà ở và nhà công cộng xây bằng gạch đá không có tầng hầm cũng như khi có tầng hầm hai bậc thì đáy dài cọc phải ở thấp hơn cốt quy hoạch $0,1 \div 0,15$ m. Trong các lớp đất sét, ở phía dưới dài của tường ngoài cần trải lớp sỏi, xỉ hoặc cát hạt to có chiều dày không bé hơn 0,2m. Dưới các tường trong trải lớp sỏi, xỉ hoặc cát hạt to có chiều dày không bé hơn 0,2m; hoặc dưới các tường trong trải lớp sỏi, xỉ hay bê tông mác thấp có chiều dày không bé hơn 0,1m. Trong đất cát, dài dưới tường trong và tường ngoài cần đặt trên lớp sỏi, xỉ hoặc bê tông mác thấp dày không bé hơn 0,1m.

b. Trong những nhà ở và nhà công cộng có tầng hầm hoặc tầng hầm kỹ thuật, dưới toàn bộ nhà, dài dưới tường ngoài phải đặt ứng với cốt bằng cốt sàn tầng hầm, còn dài dưới các tường trong ứng với cốt phía trên cũng bằng cốt sàn tầng hầm.

c. Trong những nhà ở tầm lớn và nhà công cộng có tầng hầm kỹ thuật, cốt của đáy dài dưới các tường ngoài cần quy định dựa vào chiều cao của tầng hầm, dài dưới tường trong thông thường đặt cao hơn sàn tầng hầm kỹ thuật bằng cách đưa cốt phía trên của dài đến mức dưới của tầng tường phía trên tầng hầm.

d- Trong những nhà sản xuất, chiều sâu đất đáy dài khi có tầng hầm hoặc có đường kênh hoặc máng công nghệ tiếp giáp với dài, phải được quy định bằng tính toán sao cho cốt mặt trên của dài ứng với cốt sàn tầng hầm, hoặc cốt của phần nhà tiếp giáp đất sâu dưới đất, còn khi các phần sâu của nhà không gần dài cọc, mặt trên của dài phải quy định từ mức cốt sàn nền.

12. ĐẶC ĐIỂM THIẾT KẾ MÓNG CỌC TRONG NHỮNG VÙNG CÓ ĐỘNG ĐẤT.

12.1. Khi thiết kế móng cọc, cọc ống và cọc-cột (ở chương này gọi chung là cọc) trong những vùng có động đất, ngoài những yêu cầu của tiêu chuẩn này còn cần phải tuân theo những yêu cầu của tiêu chuẩn về xây dựng trong những vùng có động đất, nghĩa là cần phải sử dụng những tư liệu về vùng động đất (hoặc khu vực động đất) để bổ sung vào những yêu cầu khảo sát địa chất công trình cho thiết kế móng cọc đã nêu ở chương 3 của tiêu chuẩn này.

12.2. Móng cọc của nhà và công trình có kể đến tác động của động đất phải được tính toán với tổ hợp tải trọng đặc biệt theo trạng thái giới hạn thứ nhất. Ở đây cần lưu ý :

a) Xác định khả năng chịu tải của cọc dưới tác động của tải trọng ép và nhổ theo những yêu cầu của chương 5 tiêu chuẩn này.

b) Kiểm tra cọc theo sức bền vật liệu dưới tác dụng đồng thời của các lực tính toán (lực ép, mô men uốn và lực cắt), các giá trị của chúng được xác định theo các công thức (2) trong phụ lục tiêu chuẩn và phụ thuộc vào giá trị tính toán của lực động đất.

c) Kiểm tra độ ổn định của đất theo điều kiện hạn chế áp lực truyền lên đất qua các mặt bên của cọc những yêu cầu này nêu ở điểm 6 trong phụ lục tiêu chuẩn.

Với những điều đã nêu ở các điểm từ "a" đến "c", trong tính toán còn cần phải chú ý đến những yêu cầu bổ sung nêu trong các điều 12.3-12.8 của tiêu chuẩn.

Chú thích : Khi xác định trị số tính toán của tải trọng động đất tác dụng lên nhà hoặc công trình, thì móng cọc dài cao nên coi như tầng khung dưới cùng.

12.3. Ảnh hưởng của tác dụng động đất đến các giá trị R và F khi tính khả năng chịu tải trọng ép và nhổ của cọc phải được tính đến bằng cách nhân chúng với hệ số giảm thấp điều kiện làm việc của đất nền m_{c1} đối với R và m_{c2} đối với f ghi trong bảng 41 (17). Trị số R nên nhân với hệ số điều kiện làm việc $m_{c3} = 1$ khi $l \geq 3$ và $m_{c3} = 0,9$ khi $l < 3$, trong đó l - chiều dài tính đối của cọc xác định theo hướng dẫn ở phụ lục 1.

12.4. Khi xác định khả năng chịu tải của cọc q_c , làm việc dưới tải trọng ép và nhổ có tính đến tác dụng động đất (điều 12.2 tiêu chuẩn này), sức chịu của đất lên mặt hông của cọc tới độ sâu tính toán h_u (điều 12.5 của tiêu chuẩn) lấy bằng 0.

12.5. Độ sâu tính toán h_u ghi ở điều 12.4 xác định theo công thức :

$$h_u = \frac{4}{\alpha_d} \quad 126 (34)$$

Trong đó α_d - Hệ số biến dạng, xác định theo công thức (6) trong phụ lục tiêu chuẩn.

BẢNG 41 (17)

Cấp động đất tính toán của nhà và công trình	Hệ số điều kiện làm việc m_{RC} để hiệu chỉnh R trong đất						Hệ số điều kiện làm việc m_{ci} để hiệu chỉnh f_i trong đất				
	Cát chặt		Cát chặt vừa		Sét bụi ở chỉ số sét		Cát chặt và cát vừa		Sét bụi ở chỉ số sét		
	Ấm và ít ẩm	No nước	Ấm và ít ẩm	No nước	$I_L < 0$	$0 \leq I_L \leq 0,5$	Ấm và ít ẩm	No nước	$I_L < 0$	$0 \leq I_L < 0,75$	$0,75 \leq I_L < 1$
7	1	0,9	0,95	0,8	1	0,95	0,95	0,9	0,95	85	0,75
	0,9	-	0,85	-	1	0,9	0,85	-	-	0,8	0,75
8	0,9	0,8	0,85	0,7	0,95	0,9	0,85	0,8	0,9	0,8	0,7
	0,8	-	0,75	-	0,95	0,8	0,75	-	0,8	0,7	0,65
9	0,8	0,7	0,75	-	0,9	0,85	0,75	0,7	0,85	0,7	0,6
	0,7	-	0,6	-	0,85	0,7	0,65	-	0,65	0,6	-
<p>Chú thích</p> <p>1. Các trị số m_{c1} và m_{c2} nằm ở tử số là dùng cho cọc đóng, nằm ở mẫu số là cho cọc nhồi.</p> <p>2. Các trị số m_{c1} và m_{c2} nên nhân với 0,85 1,0 hoặc 1,15 đối với nhà và công trình xây trong vùng có tính lặp lần lượt là 1,2,3 (trừ công trình giao thông và thủy lợi)</p> <p>3. Xác định sức chịu tải của cọc chống lên đá và đất hòn lớn không cần phải đưa vào hệ số điều kiện làm việc m_{c1} và m_{c2}.</p>											

12.6. Phải thực hiện việc tính toán cọc theo điều kiện hạn chế áp lực lên đất qua mặt hông của cọc với công thức (14) trong phụ lục tiêu chuẩn khi có tác dụng của tải trọng động đất, lấy giá trị của góc ma sát trong tính toán φ_1 nhỏ đi một giá trị như sau: đối với cấp động đất tính toán cấp 7-2 độ, cấp 8-4 độ, cấp 9-7 độ.

G12.1- 12.6 : Khả năng chịu tải Φ_F^p (T) của cọc treo, chịu ép dọc trục, có kể đến tác dụng động đất, có thể được xác định theo công thức :

$$\Phi_F^p = m (m_{cR} m_{RC} m_{RRF} + u \sum_{hp} m_{ci} m_{fi} l_i), \quad (127)$$

Trong đó :

$m, m_R, R, F, u, m_f, l_i$ - Ký hiệu cũng như trong các công thức 7 (7) và 14 (10)

m_c và m_{ci} - Các hệ số điều kiện làm việc, có kể đến ảnh hưởng của dao động động đất đến trạng thái ứng suất của đất dưới mũi cọc và trên các mặt hông của cọc tại lớp đất thứ i . Hệ số này có thể lấy theo bảng 41 (17) cho cọc đóng hình lăng trụ, cọc ống dùng cho nhà và công trình, cũng như cọc-cột dùng cho móng trụ cầu. Đối với cọc nhồi (ngoài việc dùng cho móng trụ cầu) các hệ số này lấy theo bảng 41a.

BẢNG 41a

Cấp đông đất tính toán	Cát ít ẩm có độ chặt trung bình và chặt, trừ cát bụi	m_c		m		
		Đất sét ở trạng thái				
		Cứng	Nửa cứng và gần dẻo	Gần dẻo	Dẻo mềm	Dẻo chảy
7	0,85	1	0,9	0,9	0,8	0,75
8	0,75	0,95	0,8	0,8	0,7	0,65
9	0,6	0,8	0,65	0,65	0,6	0,5

m_{RC} - Hệ số điều kiện làm việc của mũi cọc khi có tác dụng động đất, lấy bảng 1 cho cọc đóng và cọc nhồi có chiều sâu hạ cọc tính đối $l \geq 4$; với cọc nhồi có chiều sâu hạ cọc tính đối nhỏ thì m_{RC} xác định theo công thức:

$$m_{RC} = 1 - \frac{(H + 0,6\alpha_d M) b}{dl}$$

Ở đây :

H, M, - Giá trị tính toán tương ứng của lực ngang và mômen uốn đặt vào cọc ở mức mặt đất, với tổ hợp tải trọng đặc biệt có xét đến tác động của động đất.

b- Hệ số bằng 0,01m/T.

d- Đường kính thân cọc hoặc đường kính lớn nhất của tiết diện ngang ở phần mở rộng với cọc mở rộng đáy.

f_l - Ý nghĩa cũng như trong các công thức 7 (7) và 10 (14).

Xét đến chiều sâu h_p , chiều sâu này đối với cọc đóng được tính theo công thức 126 (34), còn đối với cọc nhồi, cọc - ống thì theo công thức :

$$h_p = \frac{h}{\alpha_d}$$

Trong đó :

h - Hệ số lấy bằng 4 đối với cọc nhồi đường kính nhỏ hơn 0,8m; bằng 2,5 đối với cọc ống và cọc nhồi liên kết khớp với dài; bằng 3 khi ngâm cứng cọc vào dài.

Cọc nhồi trong vùng có động đất cần được xây dựng trong đất ổn định và có độ ẩm nhỏ với đường kính không nhỏ hơn 40cm. Tỷ lệ chiều dài trên đường kính không lớn hơn 20, đảm bảo việc kiểm tra chất lượng cọc. Để đảm bảo nhận được hình dạng và kích thước đúng như thiết kế, cho phép sử dụng ống vách hoặc dụng dịch sét để cọc xuyên qua những lớp đất bão hoà nước. Trong trường hợp này, việc kiểm tra chất lượng thi công cọc phải được chính người thiết kế thực hiện.

Chiều sâu hạ cọc tính đối của cọc nhồi có mở rộng đáy được xác định theo công thức (5) của tiêu chuẩn 20 TCN 21 - 86, trong đó l là chiều dài thân cọc tính từ mặt đất đến chỗ bắt đầu mở rộng, nếu như tỷ lệ giữa đường kính phần

mở rộng và đường kính thân cọc nhỏ hơn 1,5. Trong trường hợp tỷ lệ này lớn hơn 1,5 thì l là khoảng cách từ mặt đất đến đáy phần mở rộng.

Khả năng chịu lực của bất kỳ dạng cọc nào dưới tải trọng nhỏ có xét đến tác động động đất, chỉ được xác định qua kết quả thử nghiệm cọc tại hiện trường dưới tác động động đất phỏng tạo phù hợp với những giải thích cho điều 12.8.

Việc kiểm tra tiết diện cọc bê tông cốt thép theo sức bền vật liệu dưới tác động đồng thời của các lực tính toán (lực dọc, mômen uốn và lực ngang) cần tiến hành theo tiêu chuẩn về thiết kế các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, xem như là những phần tử chịu nén lệch tâm hoặc chịu kéo có xét đến những yêu cầu của điều 5.2 tiêu chuẩn này. Khác với những yêu cầu trong ghi chú của điểm 1 phụ lục tiêu chuẩn, khi tính toán móng cọc có xét đến tác động động đất, việc kiểm tra độ ổn định của đất theo điều kiện hạn chế áp lực truyền lên đất qua các mặt hông của cọc cần phải được thực hiện cho bất kỳ trường hợp nào, không phụ thuộc vào kích thước cọc, loại đất quanh cọc, khi ấy giá trị tính toán của góc ma sát trong φ_1 lấy nhỏ đi như trong chỉ dẫn của điều 12.6.

Các giá trị của lực tính toán lên cọc, cũng như áp lực truyền lên đất qua các mặt hông của cọc khi có tổ hợp tải trọng đặc biệt được xác định theo phụ lục của tiêu chuẩn này. Đối với các cọc có mở rộng đáy, giá trị của các hệ số ghi trong bảng 2 của phụ lục tiêu chuẩn phải lấy như khi ngàm cọc trong đá ở chiều sâu tương ứng với chiều dài thân cọc trong đất đến chỗ bắt đầu mở rộng, nếu tỷ lệ giữa đường kính chỗ mở rộng và thân cọc không nhỏ hơn 1,5; trong trường hợp ngược lại giá trị của các hệ số lấy như khi tựa cọc không có phần mở rộng trên đất (không phải đá). Đối với những kết cấu móng cọc thông dụng nhất trong vùng động đất, khi cọc có chiều sâu tính đối $l = \alpha_d \geq 2$ được ngàm ở phần dưới của đài để loại trừ khả năng quay đầu cọc, mômen uốn M_{\max}^u và lực ngang Q_{\max} đạt tới giá trị cực đại ở mức đáy đài, còn áp lực truyền lên đất qua các mặt bên của cọc σ_{\max} đạt được giá trị cực đại tại độ sâu $Z = \frac{1,2}{\alpha_d}$; Những đại lượng nói trên có thể được xác định theo các công thức:

$$M_{\max}^u = \frac{a_M H}{\alpha_d} \quad (128).$$

$$Q_{\max} = H; \quad (129)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{a_p \alpha_d H}{b_c} \quad (130).$$

Trong đó:

H- Tải trọng ngang tính toán ở mức đáy đài nằm trong đất (T)

a_M và a_p - Các hệ số, giá trị của chúng phụ thuộc vào chiều sâu hạ cọc tính đối l : khi $l = 2$, $a_M = 1,06$, $a_p = 0,73$, khi $l \geq 4$, $a_M = 0,93$, $a_p = 0,65$.

b_c - Ý nghĩa cũng như trong biểu thức (6) của phụ lục tiêu chuẩn.

α_d - Hệ số biến dạng, (m^{-1}), của hệ thống "cọc-đất", khi tính móng cọc với tổ hợp tải trọng đặc biệt có tính đến tác động của động đất, được xác định theo kết quả thí nghiệm cọc đơn với tải trọng tĩnh nằm ngang bằng phương pháp không chế lực. Trong trường hợp cọc cắt qua các lớp đất đồng nhất tính từ trên mặt đến độ sâu không nhỏ hơn 4m, có thể xác định α_d theo công thức (6) của phụ lục tiêu chuẩn.

Thí nghiệm cọc đơn theo tải trọng tĩnh nằm ngang để xác định hệ số biến dạng α_d được tiến hành không cần có sự ổn định chuyển vị quy ước cho mỗi cấp tải trọng, nghĩa là theo phương pháp không chế lực với tốc độ tăng tải đều trong khoảng tác dụng của nó, ở mỗi cấp trong vòng 5 phút. Giá trị cấp tải trọng lấy bằng 1/10- 1/12 giá trị tải trọng giới hạn dự tính trong thí nghiệm. Khi đạt được điều ấy, giá trị chuyển vị ngang của cọc bắt đầu lớn lên không ngừng mà tải trọng không tăng.

Hệ số biến dạng α_d , (m^{-1}), theo kết quả thí nghiệm tải trọng tĩnh nằm ngang đặt ở mức mặt đất cho 1 cọc mũi của nó không được cắm trong đá được xác định theo công thức :

$$\alpha_d = \frac{A\beta + B}{1} \quad (131)$$

Trong đó :

$$\beta = 1 \sqrt{\frac{H_0}{y_0 E_b I}} \quad (132)$$

1 - Chiều sâu hạ cọc vào đất, (m).

y_0 - Chuyển vị ngang của cọc ở mức mặt đất, (m), ứng với tải trọng H_0 .

H_0 - Tải trọng, (T), nhỏ hơn 1 cấp so với tải trọng giới hạn khi thí nghiệm.

E_b - Môđyn đàn hồi ban đầu của bê tông cọc khi nén và khi kéo, (T/m^2), lấy theo tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.

I - Mômen quán tính của tiết diện cọc.

A, B - Hệ số, giá trị của chúng phụ thuộc β :

khi $\beta \geq 3$; A = 1,34; B = 0,

$\beta < 3$; A = 1,14 và B = 0,67.

Thí dụ 44 : Yêu cầu tính móng cọc dưới tổ hợp tải trọng đặc biệt, có xét đến tác động động đất cho loạt nhà tám lớn với động đất cấp 8. Cọc dài 10m, tiết diện 30 × 30 cm bằng bê tông mác M300 với cốt thép không ứng suất trước, đóng bằng búa diézen xuống độ sâu 9,5m. Đầu trên của cọc được ngàm vào đài ở mức mặt đất loại trừ khả năng quay được của đầu cọc. Tải trọng đứng trên 1 cọc phân bố dưới tường dọc bên ngoài của nhà với tổ hợp tải trọng đặc biệt bao gồm $N_{max} = 53,9T$; $N_{min} = 26,1T$. Tải trọng ngang cho mỗi cọc ở mức mặt đất $H = 4,5T$.

Điều kiện đất : Từ trên mặt đến độ sâu 4m là á sét dẻo mềm, sau đó đến độ sâu 4,5m là sét gần dẻo và phía dưới là cát hạt thô cho tới độ sâu 7m.

Tính chất cơ lý của đất :

- Á sét dẻo mềm $\gamma_0 = 1,8T/m^3$; $\varphi_1 = 14^\circ$; $C_1 = 0,64T/m^2$ e = 0,85; $I_1 = 0,55$

- Sét gần dẻo $\gamma_0 = 1,9T/m^3$; $\varphi_1 = 22^\circ$; $C_1 = 1,7T/m^2$, e = 0,65; $I_1 = 0,3$

- Cát hạt thô $\gamma_0 = 2T/m^3$; $\varphi_1 = 31^\circ$, $C_1 = 0,15T/m^2$ e = 0,55

Giải :

1 - Chúng ta xác định hệ số biến dạng α_d theo công thức (6) trong phụ lục tiêu chuẩn với các số liệu : Môđyn đàn hồi ban đầu của bê tông :

$E_b = 2,6 \times 10^6 \text{T/m}^2$. Mômen quán tính của tiết diện cọc $I = \frac{b^4}{12} = (0,3)^4/12 = 6,75 \times 10^{-4} \text{ m}^4$; Chiều rộng làm việc quy ước của cọc $b_c = 1,5 \times 0,3 + 0,5 = 0,95\text{m}$; Hệ số tỷ lệ đối với lớp trên của đất sét dẻo mềm ($l_1 = 0,55$), theo bảng 1 của phụ lục là $k = 450\text{T/m}$; Hệ số biến dạng :

$$\alpha_d = \sqrt[5]{\frac{450 \times 0,95}{2,6 \times 6,75 \times 10^2}} = 0,76 \text{ m}^{-1}$$

Chiều dài phần cọc phía trên, dọc theo phần ấy không tính đến sức chịu của đất trên mặt hông của cọc, được xác định theo công thức 126 (34) :

$$h_{pt} = \frac{4}{0,76} = 5,3\text{m}$$

Tính tới cường độ mặt hông từ chiều sâu 5.3m trở xuống.

Khả năng chịu tải của cọc khi ép dọc trục có xét đến tác động động đất được xác định theo công thức (127), lấy : $m = 1$; $m_R = m_{Rc} = m_f = 1$; $F = 0,09\text{m}^2$; $u = 1,2\text{m}$; $R = 724\text{T/m}^2$. Đối với chiều sâu $l = 9,5\text{m}$ theo bảng 1 (I); $m_c = 0,85$ đối với cát dưới mũi cọc theo bảng 41 (7) $l_1 = 5,3\text{m}$;

$f_1 = 0$ (theo những chỉ dẫn ở điều 12.4); $l_2 = 2\text{m}$ (chiều sâu trung bình của lớp đất sét $l_2 = 6,3\text{m}$).

$f_2 = 4,2\text{T/m}^2$ theo bảng 2(2); $m_{c2} = 0,9$ theo bảng 41 (7);

$l_3 = 1,2\text{m}$ (chiều sâu trung bình của lớp sét $l'_3 = 7,9\text{m}$)

$f_3 = 4,4\text{T/m}^2$ theo bảng 2 (2); $m_{c3} = 0,9$ theo bảng 41 (17)

$l_4 = 1\text{m}$ (chiều sâu trung bình của lớp cát $l'_4 = 9\text{m}$)

$f_4 = 6,34\text{T/m}^2$ theo bảng 2 (2); $M_{c4} = 0,85$ theo bảng 41 (17).

$$\Phi F = 1 \left[0,85 \times 1,0 \times 1,0 \times 724 \times 0,09 + 1,2 \times 1 (0,9 \times 4,2 \times 2 + 0,9 \times 4,4 \times 1,2 + 0,85 \times 6,34 \times 1) \right] \\ = 76,5\text{T}.$$

Tải trọng tính toán cho phép trên cọc theo công thức 1 (1)

$$P = \frac{76,5}{1,4} = 54,7\text{T} > N_{\max} = 53,9\text{T}.$$

Chúng tôi thoả mãn yêu cầu của tính toán.

2- Chúng ta xác định giá trị của lực trên cọc theo các công thức (128) - (129), bởi vì chiều sâu hạ cọc tính đối $l = 0,76 \times 9,5 = 7,13 > 4$ nên hệ số $a_M = 0,93$:

$$M_{\max} = \frac{0,93 \times 4,5}{0,76} = 5,5\text{T/m}$$

$$Q_{\max} = 4,5\text{T}.$$

Cần phải tiến hành kiểm tra tiết diện cọc bê tông cốt thép theo sức bền vật liệu như là đối với phần tử nén lệch tâm, theo tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu bê tông và

bê tông cốt thép. Ở đây cọc được coi như là 1 thanh cứng ngàm ở các đầu, theo điều 5.2, chiều dài tính toán của cọc được lấy như sau :

$$l_1 = \frac{2}{0,76} = 2,63\text{m}$$

3- Kiểm tra điều kiện hạn chế áp lực truyền lên đất từ các mặt bên của cọc. Chúng ta xác định áp lực lớn nhất theo công thức (130) (chiều sâu hạ cọc tính đối $l > 4$, hệ số $a_p = 0,65$):

$$\sigma_{\max} = \frac{0,65 \times 0,76 \times 4,5}{0,95} = 2,34\text{T/m}^2$$

Áp lực đạt tới giá trị lớn nhất tại chiều sâu $Z = \frac{1,2}{\alpha_d} = 1,59\text{m}$. Khi kiểm tra điều kiện hạn chế áp lực theo công thức (14) của phụ lục cho lớp đất phía trên lớp á sét dẻo mềm chúng ta lấy theo điều 12.6 khi cấp động đất tính toán là cấp 8 :

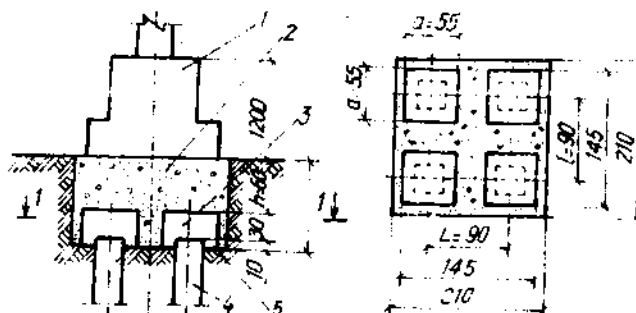
$$\varphi_1 = 14^\circ - 4^\circ = 10^\circ$$

$$2,34\text{T/m}^2 < 1,1 \frac{4}{0,98} (1,8 \times 1,59 \times 0,18 + 0,6 \times 0,64) = 3,67\text{T/m}^2$$

Chúng ta thỏa mãn các yêu cầu tính toán.

Khả năng chịu tải của cọc có xét đến tác động của động đất trong các điều kiện đất đai không được nêu trong bảng 41 (17) hoặc 41a thì phải xác định theo những kết quả thí nghiệm cọc tại hiện trường theo tác động đất phỏng tạo phù hợp với những giải thích ở điều 12.8.

Trong những vùng có động đất khi có căn cứ kinh tế kỹ thuật phù hợp có thể sử dụng móng cọc có đệm trung gian bằng vật liệu rời (đá dăm, sỏi, cát thô và cát trung), sơ đồ kết cấu của loại móng này được trình bày trên hình 52.



HÌNH 52 : Sơ đồ móng cọc có đệm trung gian :

- 1- Khối móng ; 2- Đệm trung gian ; 3- Phần đầu cọc bê tông cốt thép ; 4- Cọc bê tông cốt thép ; 5- Bề mặt đáy hố móng.

Không được sử dụng móng cọc có đệm trung gian ở nơi nền đất trương nở và đất than bùn, đất lún ướt loại II, cũng như ở những nơi khai thác mỏ và ở những vùng có các hiện tượng trượt và hang ngầm (carst)

Khả năng chịu tải của cọc trong móng cọc có đệm trung gian và làm việc với tải trọng nền có xét tới tác động động đất được xác định theo công thức (127), ở đây sức

chịu của đất dọc theo mặt cạnh của cọc được kể đến, nghĩa là $h_p = 0$, còn $m_{pc} = 1,2$.

Bởi vì trong móng cọc có đệm trung gian, trong thực tế tải trọng ngang của công trình bị dao động, không truyền lên cọc, việc tính toán cọc dưới tác động của tải trọng động đất nằm ngang không phải tiến hành.

Vì vậy kết cấu của cọc vẫn lấy như đối với vùng không có động đất.

Khi tính toán móng cọc có đệm trung gian với tác động của tải trọng động đất trong những trường hợp cần thiết phải tiến hành kiểm tra bổ sung ngôi nhà trượt theo đáy khối móng, khi ấy hệ số ma sát của bê tông trên bề mặt của đệm trung gian phải lấy bằng 0,4, còn hệ số an toàn khi trượt lấy không nhỏ hơn 1,21.

Khối móng đặt trên đệm trung gian được tính như đài cọc thông thường theo tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, ở đáy đáy của khối móng không tựa trực tiếp lên cọc.

Áp lực trung bình tại nơi tiếp xúc giữa đệm trung gian và cọc (tỷ lệ tải trọng tính toán đi qua 1 cọc trên diện tích tiếp xúc với đệm trung gian) không được vượt quá $250T/m^2$. Để tăng diện tích tiếp xúc, kiến nghị cấu tạo trên cọc các mũ cọc bê tông cốt thép. Việc tính mũ cọc được thực hiện dưới tác động của tải trọng phân bố đều bằng áp lực trung bình trên diện tiếp xúc với đệm trung gian theo tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.

Móng cọc với đệm trung gian dùng ở những vùng có động đất phải thoả mãn những yêu cầu tính toán theo biến dạng, khi ấy, độ lún của móng S_ϕ (cm) được xác định theo công thức :

$$S_\phi = S_d + S_c \quad (133)$$

$$S_d = \frac{N_\phi h}{EF_m} \quad (134)$$

Trong đó :

S_c - Độ lún của cụm cọc xác định theo những chỉ dẫn ở chương 7 tiêu chuẩn này, (cm).

S_d - Trị số co của đệm trung gian, (cm).

N_ϕ - Tải trọng đứng tính toán tác dụng trên móng ở mức dưới của đệm trung gian, với tổ hợp tải trọng cơ bản và hệ số vượt tải bằng 1, (KG)

h - Chiều dày của đệm trung gian.

F_m - Diện tích của tất cả các mũ cọc trong móng.

E - Môđun biến dạng của đệm trung gian đã được đầm nén ; tùy thuộc vào vật liệu làm đệm mà ta lấy bằng : đối với cát hạt trung - $150kg/cm^2$; đối với cát thô và đá dăm góc đá vôi - $200kg/cm^2$, đối với đá dăm granit - $400kg/cm^2$; trong trường hợp sử dụng những vật liệu khác thì cho phép lấy giá trị của E bằng nửa môđun biến dạng xác định trong thiết bị nén 1 trục.

Việc xác định tải trọng tính toán trên cọc cũng như chọn khoảng cách giữa các cọc và chiều dài của chúng được tiến hành theo những chỉ dẫn ở chương 8 tiêu chuẩn này. Trong trường hợp tải trọng tính toán trên cọc biến là âm, tức là bị tách biệt khối móng và đệm, cần phải xác định biểu đồ áp lực dưới đáy khối móng như là đối với móng trên nền thềm nhiên, khi ấy khoảng cách từ mép đáy khối móng đến toạ độ không của biểu

đồ tam giác áp lực phải nhỏ hơn 1/3 chiều rộng của đáy khối móng về phía tác dụng của mômen lực động đất.

Đệm trung gian phải được đắp từng lớp không dày quá 20cm, đầm chặt để đạt được dung trọng không nhỏ hơn $1,9T/m^3$. Chiều dày của đệm trung gian trên mũ cọc được ấn định tùy thuộc tải trọng tính toán của một cọc và bằng : 40cm khi tải trọng dưới 60T; bằng 60cm khi tải trọng trên 60T.

Kích thước của đệm trung gian theo mặt bằng phải lớn hơn kích thước khối móng không ít hơn 30cm theo mỗi cạnh. Kích thước của khối móng theo mặt bằng không được nhỏ hơn kích thước của nhóm cọc theo đường biên ngoài của mũ cọc. Không phụ thuộc vào dạng tiết diện ngang của cọc, đầu cọc có thể có dạng hình vuông trên mặt bằng, khi ấy kích thước cạnh của mũ cọc a , (cm), phải nằm trong khoảng.

$$d + 20 \leq a \leq \frac{2}{3} L \quad (135)$$

Trong đó :

d - Đường kính thân cọc khi cọc có tiết diện hình tròn; là độ dài của cạnh khi cọc có tiết diện vuông, là cạnh dài khi cọc có tiết diện chữ nhật, (cm).

L - Khoảng cách giữa các trục cọc trong nhóm cọc, (cm).

Chiều dày của mũ cọc bê tông cốt thép trên mặt phẳng của cọc không được nhỏ hơn $a-d$.

Những yêu cầu về công tác khảo sát khi thiết kế móng cọc có đệm trung gian và những thí nghiệm cọc tại hiện trường cũng giống như đối với móng cọc thông thường dùng ở vùng không động đất.

Thí dụ 45 : Yêu cầu tính móng cọc với đệm trung gian dưới cột của nhà sản xuất, xây dựng ở vùng có cấp động đất tính toán cấp 8. Những tải trọng tính toán tác dụng tại mép trên của móng như sau : Với tổ hợp cơ bản $N = 190T$, $M = 12Tm$, $H = 8T$. Với tổ hợp đặc biệt $N = 160T$, $M = 30Tm$; $H = 20T$. Điều kiện đất nền : từ trên mặt đến độ sâu 7m là á sét dẻo mềm ($I_L = 0,6$), dưới đó là cát chặt hạt thô. Cọc đóng bằng bê tông cốt thép có tiết diện 30×30 cm, dài 8m, khả năng chịu tải của cọc có tính đến tác động của động đất theo công thức (127) khi $h_p = 0$ là 105T. Tải trọng cho phép trên cọc theo công thức 1 (1) của tiêu chuẩn này:

$$N = \frac{\Phi}{k} = \frac{105}{1,4} = 75T.$$

Giải :

Chúng ta lấy nhóm cọc bao gồm những cọc có khoảng cách giữa các trục là 90cm. Để tính trọng lượng bản thân của móng ta định kích thước của đáy khối móng là $1,5 \times 1,5m$, cao là 1,2m chiều dày của đệm trung gian là 0,6m. Khi ấy tải trọng đứng trên móng và mômen tại mức đáy của khối móng với tổ hợp đặc biệt tương ứng bằng $N_\phi = 170,3T$; $M_\phi = 54Tm$.

Tải trọng tính toán trên cọc được xác định theo công thức 44 (26) của tiêu chuẩn này :

$$N = \frac{170,3}{4} \pm \frac{54 \times 0,45}{4 \times 0,45^2} = 42,5 \pm 30$$

$$N_{\max} = 72,5T < 75T; N_{\min} = 12,5 > 0.$$

Như vậy, tải trọng lớn nhất trên cọc nhỏ hơn tải trọng tính toán cho phép, còn tải trọng nhỏ nhất là số dương, nghĩa là sự tách rời đệm không xảy ra.

Diện tích mũ cọc theo mặt bằng không được nhỏ hơn :

$N_{\max} = \frac{72,5}{250} = 0,29m^2 = 2900cm^2$. Chúng ta chọn mũ cọc hình vuông với kích thước của cạnh là $a = 55cm$ và diện tích là $3025cm^2 > 2900cm^2$. Trong trường hợp này, điều kiện (135) được thoả mãn. Diện tích mũ cọc trên cả 4 cọc bằng $F_m = 3025 \times 4 = 12.100cm^2$. Chiều dày mũ cọc trên mặt phẳng của đầu cọc lấy bằng 30cm để cho lớn hơn so với $a - d = 55 - 30 = 25cm$; cọc chui vào mũ cọc 10cm.

Chúng ta lấy chiều cao của đệm trung gian bằng 60 cm, bởi vì tải trọng đứng của mỗi cọc lớn hơn 60T. Đệm được làm bằng đá dăm góc đá vôi cỡ 20- 40mm với môđun biến dạng $E = 200kg/cm^2$.

Sơ đồ cấu tạo của móng nêu trên hình 52.

Chúng ta kiểm tra khả năng trượt theo đáy khối móng. Tải trọng đáy trượt bằng 20T, lực giữ lại với hệ số ma sát giữa khối móng và đệm bằng 0,4 là $160 \times 0,4 = 64T$.

Hệ số an toàn chống trượt bằng tỷ lệ giữa lực giữ và lực trượt : $\frac{64}{20} = 3,2 > 1,2$

Để tính toán theo biến dạng, chúng ta tính tải trọng đứng tiêu chuẩn với tổ hợp cơ bản, lấy hệ số trung bình chuyển đổi từ tải trọng tính toán sang tiêu chuẩn bằng 1,15 :

$$N_k = \frac{190 + 10,3}{1,15} = 174T.$$

Độ lún của đệm trung gian được xác định theo công thức (134) :

$$S_d = \frac{174000 \times 60}{200 \times 12100} = 4,3cm$$

Độ lún của nhóm cọc S_c được xác định theo những chỉ dẫn của chương 7 tiêu chuẩn này, là $S_c = 2,9cm$, như vậy nhỏ hơn độ lún cho phép của nhà loại này, bằng 8cm.

12.7. Khi tính toán móng cọc của các cầu, ảnh hưởng của tác động động đất đến điều kiện ngàm chặt cọc vào loại cát bụi no nước, đất sét và á sét dẻo chảy và dẻo mềm, á cát chảy phải được tính đến bằng cách hạ 30% hệ số tỷ lệ K cho những loại đất này trong bảng 1 phụ lục tiêu chuẩn.

Khi kiểm tra áp lực lên đất cho phép tính đến đặc trưng ngắn hạn của tác động tải trọng động đất bằng cách nâng cao hệ số n_2 trong công thức (14) phụ lục tiêu chuẩn. Khi tính toán móng một hàng cọc với tải trọng tác dụng tại mặt phẳng vuông góc với hàng đó, giá trị của hệ số n_2 được tăng lên 10%, còn những trường hợp khác tăng 30%.

12.8. Khả năng chịu tải trọng của cọc ϕ_c (T) - làm việc dưới tải trọng nén theo kết quả thí nghiệm hiện trường phải được xác định có xét đến tác động động đất công thức như sau :

$$\phi_c = k_c \phi \quad 136 (35)$$

Trong đó :

ϕ_c - Khả năng chịu tải của cọc, (T), xác định theo kết quả thí nghiệm động hoặc tĩnh hoặc xuyên tĩnh như chỉ dẫn ở chương 6 của tiêu chuẩn này (không tính đến tác động động đất).

k_c - Hệ số, bằng tỷ lệ giữa giá trị khả năng chịu tải của cọc ϕ nhận được bằng

cách tính theo những chỉ dẫn ở các điều 12.3 và 12.4 của chương này, có xét đến tác động của động đất và theo chương 5, không tính đến tác động động đất.

G12.8. Đối với cọc đóng dạng lạng trụ và cọc ống, cũng như đối với cọc nhồi áp dụng cho các điều kiện đất có hệ số m_c ghi trong bảng 41 (17) hoặc 41a, giá trị của hệ số k_c đặc trưng cho việc giảm khả năng chịu tải của cọc khi tác động của động đất, xác định theo công thức :

$$k_c = \frac{\Phi_c^p}{\Phi} \quad (137).$$

Trong đó :

$\Phi_c^p \cdot \Phi$ - Khả năng chịu tải của cọc với tải trọng ép thẳng đứng, (T), xác định bằng tính toán có xét đến và không xét đến tác động động đất theo các công thức (127) và 7 (7) hoặc 14 (10).

Trong trường hợp sử dụng cọc nhồi, cọc đóng hình lạng trụ và cọc ống trong điều kiện đất nền khác với các điều kiện nêu trong bảng 41 (17) và 41a cũng như trong trường hợp sử dụng những dạng cọc khác, việc xác định hệ số k_c phải tiến hành theo kết quả thí nghiệm cọc ngoài hiện trường bằng tác động động đất phỏng tạo theo công thức :

$$k_c = m_1 m_2 \quad (138).$$

Trong đó :

m_1, m_2 - Các hệ số tính đến sự giảm thấp khả năng chịu lực của cọc với tải trọng đứng tương ứng khi thay đổi trạng thái ứng suất của đất trong quá trình diễn ra sóng động đất và với tác dụng động hướng ngang từ công trình bị đe dọa.

Hệ số m_1 được xác định theo kết quả thí nghiệm dưới tác động của động đất khi nổ đối với cọc chịu tải trọng tĩnh thẳng đứng.

Hệ số m_2 được xác định theo kết quả thí nghiệm cọc chịu tải trọng tĩnh thẳng đứng với tác động của lực động nằm ngang.

Các thí nghiệm cọc và việc xác định những hệ số m_1, m_2 được thực hiện theo 1 phương pháp đặc biệt.

12.10. Khi thiết kế móng cọc trong vùng đông đất phải nghiên cứu để tựa mũi cọc lên đất loại đá, đất hòn lớn, cát chặt và chặt trung bình, đất sét cứng, nửa cứng và gần dẻo. Không cho phép tựa mũi cọc lên cát rời bão hoà nước, đất sét dẻo mềm, dẻo chảy và dẻo ở vùng có động đất.

G 12.10 Khi thiết kế móng cọc trong vùng đông đất cho phép tựa cọc lên via nghiêng cũ nham thạch và đất hòn lớn nếu như tính ổn định khi động đất của khối đất phân bố trên nham thạch nối trên bão đảm mớn không bị sự cô và nếu loại trừ được khả năng trượt mũi cọc.

Cho phép tựa cọc lên cát bão hoà nước ở trạng thái chặt và chặt vừa, ở đây khả năng chịu lực phải được xác định theo kết quả thí nghiệm cọc tại hiện trường dưới tác động của động đất phỏng tạo.

12.11. Độ sâu mũi cọc trong đất ở vùng có đông đất không nhỏ hơn 4m, trừ trường hợp tựa trên đất đá.

13. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM THIẾT KẾ MÓNG CỌC CHO CÁC TRỤ ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN TRÊN KHÔNG.

13.1. Khi khảo sát các tuyến đường dây tải điện trên không cho các trụ điện có khoảng chuyển tiếp lớn, việc nghiên cứu về đất cần phải thực hiện toàn bộ nội dung nêu ở phần 3 của tiêu chuẩn này. Trong những trường hợp còn lại cho phép hạn chế bằng một trong các loại nghiên cứu đất trên diện tích đất từng trụ điện với điều kiện thực hiện không ít hơn ba điểm nghiên cứu cho mỗi ki-lô-mét chiều dài tuyến.

Chú thích: Sự phân loại các trụ đường dây tải điện trên không và khoảng chuyển tiếp được ghi trong các tiêu chuẩn lắp đặt thiết bị điện.

13.2. Chiều sâu hố khoan qui định như sau :

- Đối với trụ trung gian sâu hơn 2m dưới mũi cọc.
- Đối với trụ góc sâu hơn 4 m dưới mũi cọc.

13.3. Không cho phép dùng loại cọc có dạng hình kim, hình nêm và hình thoi cho móng cọc các trụ đường dây tải điện trên không.

13.4. Chiều sâu hạ cọc vào trong đất đối với những cọc chịu tải trọng ngang hoặc tải trọng nhổ lên không được nhỏ hơn 4m, còn đối với móng của những trụ bằng gỗ - không được nhỏ hơn 3m.

13.5. Cho phép dùng cọc gỗ cho móng trụ đường dây tải điện bằng gỗ không phụ thuộc vào sự có mặt và mức nước ngầm. Với trường hợp này, cần phải có biện pháp chống mục cho gỗ ở vùng độ ẩm thay đổi.

13.6. Phải xác định khả năng chịu tải của cọc treo thí công bằng phương pháp đóng, làm việc dưới tải trọng nén theo công thức (7) có xét đến những chỉ dẫn bổ sung ghi ở các điều 13.8 - 13.10 của tiêu chuẩn này. Ở đây, hệ số điều kiện làm việc m trong công thức (7) được chọn như sau :

Đối với những trụ trung gian tiêu chuẩn : $m = 1,2$.

Đối với những trụ neo và trụ góc cũng như khi khoảng vượt lớn : $m = 1$.

13.7. Khả năng chịu tải của cọc đóng làm việc với tải trọng nhổ lên phải được xác định theo công thức (9) có xét đến những chỉ dẫn bổ sung ghi ở những điều 13.8 - 13.10 của tiêu chuẩn này. Ở đây, hệ số điều kiện làm việc trong công thức (9) được chọn như sau :

Đối với những trụ trung gian tiêu chuẩn : $m = 1,2$;

Đối với những trụ neo và trụ góc : $m = 1$.

Đối với trụ có khoảng vượt lớn, nếu như lực giữ lại của trọng lượng cọc và đai cọc chiếm 65% hoặc lớn hơn so với tải trọng nhổ tính toán : $m = 0,8$; nếu như lực giữ nổi trên nhỏ hơn 65% tải trọng tính toán : $m = 0,6$.

13.8. Khả năng chịu tải trọng của cọc đóng tính theo công thức (7) phải được giảm nhỏ 1 lượng $g = 1,1 g_0$, còn theo công thức (9) thì tăng lên một lượng $g = 0,9 g_0$ (trong đó g_0 - trọng lượng của cọc, tấn ; khi tính toán móng cọc chịu nhổ trong đất dưới mực nước ngầm thì phải xét tới tác dụng đẩy nổi của nước).

13.9. Sức chịu tính toán của đất dưới mũi của cọc đóng R và sức chịu tính toán trên mặt bên của cọc đóng f trong móng trụ đường dây tải điện lấy theo bảng 1 và 2, đồng thời giá trị tính toán f cho móng trụ tiêu chuẩn đối với đất sét có chỉ số $I_L \geq 0,3$ cần phải tăng lên 25%.

13.10. Sức chịu tính toán trên mặt bên của cọc đóng f tính theo các yêu cầu của điều 13.9 cần phải nhân với hệ số điều kiện làm việc bổ sung m_g ghi trong bảng 42(18).

13.11. Khi tính toán với tải trọng nhỏ cho cọc làm việc trong nhóm cọc có 4 cọc hoặc ít hơn thì khả năng chịu tải tính toán phải giảm 20%.

13.12. Đối với cọc chịu tải trọng nhỏ chỉ cho phép hạ cọc trong hố khoan mỗi khi đường kính hố khoan nhỏ hơn đường kính hoặc cạnh của tiết diện cọc 15cm và hơn nữa.

BẢNG 42 (18).

Loại móng, đặc trưng của đất và tải trọng	Các hệ số điều kiện làm việc bổ sung m_g khi chiều dài của cọc.		
	l > 25d	l ≤ 25d và các tỷ lệ sau :	
		$\frac{Q}{N} \leq 0,1$	$\frac{Q}{N} = 0,4$ $\frac{Q}{N} = 0,6$
1- Móng dưới trụ trung gian tiêu chuẩn khi tính :			
a- Cọc đơn chịu tải trọng nhỏ :			
- Trong đất cát	0,9	0,8	0,55
- Trong đất sét với $I_s \leq 0,6$	1,15	1,05	0,7
- Trong đất sét với $I_s > 0,6$	1,5	1,35	0,9
b- Cọc đơn chịu tải trọng ép và cọc trong nhóm cọc chịu tải trọng nhỏ :			
- Trong đất cát	0,9	0,9	0,9
- Trong đất sét $I_s \leq 0,6$	1,15	1,15	1,15
- Trong đất sét $I_s > 0,6$	1,5	1,5	1,5
2- Móng, dưới neo, dưới các trụ ở góc, ở các đầu mút khi tính :			
a- Cọc đơn chịu tải trọng nhỏ :			
- Trong đất cát	0,8	0,7	0,5
- Trong đất sét	1	0,9	0,6
b- Cọc trong nhóm chịu tải trọng nhỏ			
- Trong đất cát	0,8	0,8	0,8
- Trong đất sét	1	1	1
c- Cọc chịu tải trọng nén ở mọi loại đất	1	1	1
<p><i>Chú thích</i></p> <p>1. Trong bảng 18 lấy ký hiệu như sau :</p> <p>d- Đường kính của cọc tròn, cạnh của cọc vuông hoặc cạnh dài nhất của cọc tiết diện chữ nhật</p> <p>Q- Tải trọng ngang tính toán</p> <p>N- Tải trọng dọc tính toán</p> <p>2. Khi hạ cọc đơn theo hướng nghiêng hơn 10° so với phương thẳng đứng, thì hệ số điều kiện làm việc của tải trọng ngang lấy như đối với cọc đứng trong nhóm cọc (theo điều 1b hoặc 2b) ở phía cọc nghiêng.</p>			

PHỤ LỤC TIÊU CHUẨN

PHỤ LỤC I

TÍNH CỌC DƯỚI SỰ TÁC DỤNG ĐỒNG THỜI CỦA TẢI TRỌNG ĐÚNG, TẢI TRỌNG NGANG VÀ MÔMEN.

1. Tính cọc, dưới tác dụng đồng thời của tải trọng đứng, ngang và mômen theo sơ đồ nêu trong hình 1 (1), bao gồm :

a) Tính cọc theo biến dạng : điều này dẫn tới việc kiểm tra sự tuân theo những quy ước cho phép của các giá trị tính toán về chuyển vị ngang của đầu cọc Δ_n và góc xoay ψ của nó :

$$\Delta_n \leq S_{gh} \quad 1 (1)$$

$$\psi \leq \psi_{gh} \quad 2 (2)$$

Trong đó

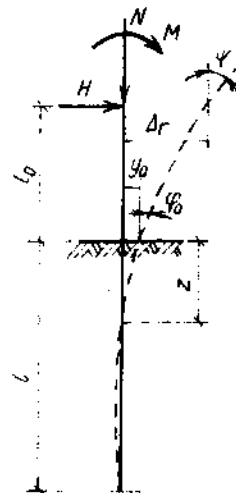
Δ_n và ψ - Những giá trị tính toán tương ứng chuyển vị ngang m, và góc xoay, độ, của đầu cọc, xác định theo những chỉ dẫn ở điều 4 trong phụ lục này.

Δ_{gh} và ψ_{gh} - Những giá trị cho phép giới hạn tương ứng của chuyển vị ngang, m, và góc xoay, độ, của đầu cọc, được lập ra trong nhiệm vụ thiết kế nhà và công trình.

b) Tính toán sự ổn định của đất nền xung quanh cọc, thực hiện theo những yêu cầu của điều 6 phụ lục này.

c) Kiểm tra tiết diện của cọc theo sức bền vật liệu, theo trạng thái giới hạn thứ nhất và thứ 2 (theo độ bền, theo sự hình thành và phát triển của khe nứt) dưới tác dụng đồng thời của các lực tính toán : lực nén, mômen uốn lực cắt : Việc tính toán này phải thực hiện theo vật liệu làm cọc phù hợp với những yêu cầu ở điều 4.2 của tiêu chuẩn thiết kế móng cọc.

Các giá trị tính toán của mômen uốn, của lực ngang và lực dọc, tác dụng lên những tiết diện khác nhau của cọc, phải được xác định theo những yêu cầu của điều 7 phụ lục này. Trong trường hợp ngàm cứng cọc vào đài cọc, nếu như loại trừ khả năng xoay của đầu cọc (thí dụ trong đài cứng với số hàng cọc ≥ 2 theo hướng tác dụng của lực ngang), trong tính toán phải tính đến mômen ngàm $M = M_{ng}$ tác dụng tại chỗ gặp nhau của cọc và đài, xác định theo những chỉ dẫn ở điều 8 của phụ lục này.



HÌNH 1 (1) Sơ đồ tải trọng trên cọc

Chú thích : Việc tính toán độ ổn định của đất nền xung quanh cọc không yêu cầu đối với cọc có kích thước tiết diện ngang $d \leq 0,6m$ hạ vào đất với chiều sâu lớn hơn $10d$, trừ trường hợp hạ cọc vào bùn hoặc đất sét ở trạng thái chảy hoặc dẻo chảy (ở đây d là đường kính ngoài của cọc tròn, cạnh của cọc tiết diện vuông hoặc cạnh dài của tiết diện cọc hình chữ nhật)

BẢNG 1 (1)

Loại đất quanh cọc và đặc trưng của nó.	Hệ số tỷ lệ K, T/m ⁴ cho cọc	
	Dóng	Nhồi, cọc ống và cọc cốt
Sét, á sét dẻo chảy ($0,75 < I_L \leq 1$)	65 - 250	50 - 200
Sét và á sét dẻo mềm ($0,5 < I_L \leq 0,75$) á sét dẻo ($0 \leq I_L \leq 1$), cát bụi ($0,6 \leq e \leq 0,8$)	200 - 500	200 - 400
Sét, á sét gần dẻo và nửa cứng ($0 \leq I_L \leq 0,5$), á sét cứng ($I_L < 0$), cát nhỏ ($0,6 \leq e \leq 0,75$) cát hạt trung ($0,55 \leq e \leq 0,7$)	500 - 800	400 - 600
Sét và á sét cứng ($I_L < 0$), cát hạt thô ($0,55 \leq e \leq 0,7$)	800 - 1300	600 - 1000
Cát sỏi ($0,55 \leq e \leq 0,7$), dăm cuội có cát lấp nhét		1000 - 2000
<p>Chú thích :</p> <p>1. Giá trị nhỏ của hệ số K trong bảng 1 (1) tương ứng với giá trị lớn của chỉ số sét I_L của đất sét và hệ số rỗng e của đất cát được ghi trong dấu ngoặc đơn, còn giá trị lớn của hệ số K tương ứng với giá trị nhỏ của I_L và e. Đối với các đất có những đặc trưng I_L và e ở khoảng trung gian thì hệ số K được xác định theo phép nội suy.</p> <p>2. Hệ số K đối với cát chặt phải lấy cao hơn 30% so với giá trị lớn nhất ghi trong bảng 1 (1) của hệ số K cho loại đất đang xét</p>		

2- Khi tính toán cọc chịu tải trọng ngang, đất xung quanh cọc được xem như môi trường đàn hồi biến dạng tuyến tính đặc trưng bằng hệ số nền C_z , T/m³.

Cho phép xác định giá trị tính toán của hệ số nền C_z của đất ở mặt xung quanh của cọc khi không có những số liệu thí nghiệm theo công thức :

$$C_z = KZ \quad 3(3)$$

Trong đó :

K - Hệ số tỷ lệ, T/m⁴, được lấy tùy thuộc vào loại đất xung quanh cọc theo bảng 1 (1)

z - Độ sâu của vị trí tiết diện cọc, m, mà ở đó ta xác định hệ số nền, so với bề mặt đất khi dài cọc cao hoặc so với đáy của dài cọc khi dài cọc thấp.

G.2- Nếu như trạng thái sét của đất sét không cho bằng con số cụ thể mà cho dưới dạng tên gọi và cát có độ chặt trung bình, thì giá trị của K lấy bằng trị trung bình số học của các số giới hạn trong bảng 1 (1) đối với loại đất đang xét.

Khi trong phạm vi chiều dài của cọc có một số lớp đất, thì cho phép xác định cường độ của đất trên mặt bên của cọc, bằng cách dùng một giá trị tính đối của hệ số tỷ lệ K lấy tùy thuộc đất nằm phía trên một chiều sâu l_k , m :

$$l_k = 3,5d_1 + 1,5 \quad (4)$$

Trong đó :

d_1 - Đường kính ngoài của tiết diện cọc hình tròn, cạnh của tiết diện cọc vuông hay chữ nhật song song với mặt phẳng tải trọng, m.

Nếu trong phạm vi chiều sâu l_k tính từ mặt đất (đối với cọc dài cao) hoặc tính từ đáy dài cọc (đối với cọc dài thấp), chỉ có một lớp đất, thì giá trị tính đối của K lấy bằng giá trị tương ứng của lớp đất ấy.

Nếu trong phạm vi chiều sâu l_k có 2 lớp đất thì giá trị tính đối của K được xác định theo công thức :

$$K = \frac{K_{II}(2l_k - l_I) + K_{II}(l_k - l_I)^2}{l_k^2} \quad (5)$$

Trong đó :

l_I - Chiều dày của lớp đầu (lớp trên), m;

K_I và K_{II} - Các hệ số tỷ lệ lấy theo bảng 1 (1) cho đất lớp I và II.

3- Tất cả các tính toán phải được thực hiện một cách phù hợp với chiều sâu tính đối của vị trí tiết diện cọc trong đất z và chiều sâu tính đối hạ cọc trong đất \bar{l} , xác định theo các công thức :

$$\bar{z} = \alpha_{bd} z \quad 6 (4)$$

$$\bar{l} = \alpha_{bd} l \quad 7 (5)$$

Trong đó :

z và l - Chiều sâu thực tế vị trí tiết diện trong đất và chiều sâu hạ cọc thực tế (mũi cọc) trong đất tính từ mặt đất với cọc dài cao và tính từ đáy dài cọc với cọc dài thấp, m;

α_{bd} - Hệ số biến dạng, $1/m$, xác định theo công thức

$$\alpha_{bd} = \sqrt{\frac{K b_c}{E_b I}} \quad 8 (6)$$

Ở đây, K - Ký hiệu cũng như trong công thức 3 (3);

E_b - Môđun biến dạng ban đầu của bê tông cọc khi nén và kéo, T/cm^2 , lấy theo tiêu chuẩn về thiết kế các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép; đối với cọc gỗ thì đó là môđun đàn hồi của gỗ, lấy theo tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu gỗ;

I - Mômen quán tính tiết diện ngang của cọc, m^2 ;

b_c - Chiều rộng qui ước của cọc, m, được lấy như sau :

Đối với cọc ống cũng như cọc cột và cọc nhồi có đường kính $\geq 0,8$, $b_c = d + 1m$, còn các loại cọc và dạng tiết diện khác $b_c = 1,5d + 0,5m$.

d - Đường kính ngoài của cọc tiết diện tròn, cạnh của tiết diện cọc vuông hoặc chữ nhật trong mặt phẳng vuông góc với tải trọng tác dụng, m.

Dại lượng α_{bd} tương ứng với những giá trị khác nhau của $\frac{10^5 K b_c}{E_b I}$, 1/m, ghi trong bảng 2

l là chiều sâu hạ cọc thực tế khi tựa cọc lên nền đất không phải loại đá hoặc là đá không cần khoan mũi. Trong các trường hợp cọc nhồi, cọc ống hoặc cọc cột được hạ qua chiều dày tầng đất không phải là đá và ngàm vào đá chưa phong hoá không ít hơn 0,5m, thì phải lấy chiều sâu l bằng :

$$l = l_c + \Delta l \quad (9)$$

Trong đó:

l_c - Chiều sâu vị trí của mái đất đá chưa phong hoá, m, tính từ bề mặt của đất với cọc dài cao hoặc tính từ đáy của đài cọc với cọc đài thấp;

Δl - Chiều sâu phụ thêm, m, lấy như sau :

- a- Khi ngàm vào đá mac ma (granit, diorit, bazan v.v...) $\Delta l = 0$.
- b- Khi ngàm vào các đá khác $\Delta l = d/2$.

Trong tính toán móng trụ cần chú ý :

a- Độ cứng tiết diện ngang của cọc $E_b I$, T/m^2 , được xác định theo những chỉ dẫn của tiêu chuẩn thiết kế cầu cống.

b- Khi xác định chiều rộng quy ước b_c của cọc tiết diện tròn cho tất cả các loại cọc ta đưa vào các công thức trên hệ số $k_p = 0,9$, còn đối với cọc ống, cọc cột hoặc cọc nhồi đường kính 0,8m và lớn hơn hình thành theo phương tác dụng của ngoại lực một hoặc một số hàng thì đưa vào công thức tương ứng hệ số phụ thêm để xác định chiều rộng quy ước bằng :

$$k = k_1 + \frac{(1 + k_1) L_p}{2(d + 1)} \quad (10)$$

nhưng không lớn hơn 1.

Trong đó:

k_1 - Hệ số, phụ thuộc vào số lượng n_p của cọc ống, cọc cột hoặc cọc nhồi phân bố trong mặt phẳng thẳng đứng song song với mặt phẳng tác dụng của tải trọng (trong một hàng); khi $n_p = 2$, $k_1 = 0,6$; khi $n_p = 3$, $k_1 = 0,5$; khi $n_p \geq 4$, $k_1 = 0,45$.

L_p - Khoảng cách thông thuỷ (ở mức mặt đất) giữa các cọc ống, cọc cột hoặc cọc nhồi, m.

d- Ký hiệu cũng như trong công thức 8 (6) của phụ lục này.

4- Xác định giá trị tính toán của chuyển vị ngang của cọc ở mức đáy đài cọc, Δ_n , m, và góc xoay ψ của nó, độ, theo các công thức :

$$\Delta_n = y_n + \psi l_n + \frac{H l_n^3}{3 E_b I} + \frac{M l_n^2}{2 E_b I} \quad 11 (7)$$

$$\psi = \psi_n + \frac{H l_n^2}{2 E_b I} + \frac{M l_n}{E_b I} \quad 12 (8)$$

Trong đó :

H và M - giá trị tính toán của lực cắt, T, và mômen uốn, T.m, tác dụng từ phía dài đến đầu cọc [(xem hình 1 (1))]

l- Chiều dài đoạn cọc, m, bằng khoảng cách từ đáy dài cọc đến mặt đất;

E_b và I- Ký hiệu cũng như trong công thức 8 (6);

y_0 và ψ_0 - Chuyển vị ngang, m, và góc xoay của tiết diện ngang của cọc, độ, ở mức mặt đất, với cọc dài cao hơn với cọc dài thấp - ở mức đáy dài được xác định theo những yêu cầu của điều 5 phụ lục này.

Chú thích : Các đại lượng trong phụ lục này được coi là dương trong các trường hợp sau:

- Mômen và lực ngang đặt vào đỉnh cọc, nếu mômen và lực được hướng theo chiều quay của kim đồng hồ và hướng về bên phải.

- Mômen uốn và lực cắt trong tiết diện cọc, nếu mômen và lực truyền từ phần đá cắt ra quy ước phía trên của cọc xuống phần dưới được hướng theo chiều quay của kim đồng hồ và hướng sang phải.

- Chuyển vị ngang của tiết diện cọc và góc xoay của nó, nếu chúng được hướng sang phải và theo chiều quay của kim đồng hồ.

G.4- Đối với cọc tựa lên đất không phải đá, khi chiều sâu hạ cọc tính đối $l \geq 2,6$ và đối với cọc tựa lên đá, khi $l \geq 4$, các chuyển vị Δ_n và ψ có thể được xác định bằng bảng tra, ghi trong phần B của phụ lục này, hoặc theo các công thức gần đúng :

$$\Delta_n = \frac{Hl_m^3}{3E_bI} + \frac{Ml_m^2}{2E_bI} \quad (13)$$

$$\psi = \frac{Hl_m^2}{2E_bI} + \frac{Ml_m}{E_bI} \quad (14)$$

Trong trường hợp khả năng xoay đầu cọc là không thể xảy ra :

$$\Delta_n = \frac{Hl_m^2}{12E_bI}; \psi = 0 \quad (15)$$

Trong đó :

l_m - Chiều dài uốn của cọc, m;

H, M, E_b và I ký hiệu như trong các công thức 11 (7) và 12 (8) của phụ lục này.

Chiều dài uốn l_m của cọc được xác định theo công thức

$$l_m = l_0 + \frac{k_2}{\alpha_{bd}} \quad (16)$$

Trong đó :

l_0 - Ký hiệu cũng như trong các công thức 11 (7) và 12 (8) của phụ lục này ;

α_{bd} - Hệ số biến dạng của cọc xác định theo điều 3 của phụ lục này;

k_2 - Hệ số lấy theo hình 2 cho trường hợp đầu nối trên và lấy theo bảng 3 cho trường hợp thứ hai.

BẢNG 2

$\frac{10^8 K b_c}{E_b l}$ (m ⁻¹)	α_z (m ⁻¹)	$\frac{10^8 K b_c}{E_b l}$ (m ⁻¹)	α_z (m ⁻¹)	$\frac{10^8 K b_c}{E_b l}$ (m ⁻¹)	α_z (m ⁻¹)	$\frac{10^8 K b_c}{E_b l}$ (m ⁻¹)	α_z (m ⁻¹)	$\frac{10^8 K b_c}{E_b l}$ (m ⁻¹)	α_z (m ⁻¹)	$\frac{10^8 K b_c}{E_b l}$ (m ⁻¹)	α_z (m ⁻¹)	$\frac{10^8 K b_c}{E_b l}$ (m ⁻¹)	α_z (m ⁻¹)
1	0,100	40,841	0,210	335,54	0,32	1468,5	0,43	4591,7	0,54	11 597	0,65	25 355	0,76
1,104	0,102	42,823	0,212	346,16	0,322	1504,6	0,432	4677,3	0,542	11 783	0,652	25 691	0,762
1,217	0,104	44,882	0,214	357,05	0,324	1539,7	0,434	4764,5	0,544	11 964	0,654	26 030	0,764
1,338	0,106	47,018	0,216	368,2	0,326	1575,6	0,436	4852,5	0,546	12 148	0,656	26 372	0,766
1,469	0,108	49,236	0,218	379,38	0,328	1612	0,438	4942	0,548	12 335	0,658	26 718	0,768
1,611	0,11	51,536	0,22	391,35	0,33	1649,2	0,44	5032,8	0,55	12 523	0,66	27 068	0,77
1,762	0,112	53,922	0,222	403,36	0,332	1687	0,442	5125	0,552	12 714	0,662	27 421	0,772
1,925	0,114	56,395	0,224	415,65	0,334	1725,5	0,444	5218,5	0,554	12 907	0,664	27 778	0,774
2,082	0,116	58,958	0,226	428,25	0,336	1764,7	0,446	5313,4	0,556	13 103	0,666	28 139	0,776
2,288	0,118	61,613	0,228	441,15	0,338	1804,6	0,448	5409,7	0,558	13 301	0,668	28 503	0,778
2,449	0,12	64,363	0,23	454,35	0,34	1845,3	0,45	5507,3	0,56	13 501	0,67	28 872	0,78
2,703	0,122	67,211	0,232	467,88	0,342	1886,7	0,452	5606,4	0,562	13 704	0,672	29 244	0,782
2,932	0,124	70,158	0,234	481,72	0,344	1928,8	0,454	5706,8	0,564	13 909	0,674	29 620	0,784
3,176	0,126	73,208	0,236	495,88	0,346	1971,6	0,456	5808,7	0,566	14 117	0,676	29 999	0,786
3,436	0,128	76,363	0,238	510,38	0,348	2015,2	0,458	5912,1	0,568	14 327	0,678	30 383	0,788
3,713	0,13	79,626	0,24	525,22	0,35	2059,6	0,46	6016,9	0,57	14 539	0,68	30 771	0,79
4,007	0,132	83	0,242	540,4	0,352	2104,8	0,462	6123,2	0,572	14 754	0,682	31 162	0,792
4,32	0,134	86,487	0,244	555,92	0,354	2150,8	0,464	6231	0,574	14 972	0,684	31 557	0,794
4,653	0,136	90,09	0,246	571,81	0,356	2197,5	0,466	6340,3	0,576	15 192	0,686	31 957	0,796
5,005	0,138	93,812	0,248	588,05	0,358	2245,1	0,468	6451,2	0,578	15 415	0,688	32 360	0,798
5,378	0,14	97,656	0,25	604,66	0,36	2293,5	0,47	6563,6	0,58	15 640	0,69	32 768	0,8
5,774	0,142	101,636	0,252	621,65	0,362	2342,7	0,472	6677,5	0,582	15 868	0,692	33 180	0,802
6,222	0,144	105,721	0,254	639,01	0,364	2392,7	0,474	6793	0,584	16 099	0,694	33 595	0,804
6,634	0,146	109,95	0,256	656,76	0,366	2443,6	0,476	6910,2	0,586	16 332	0,696	34 015	0,806
7,101	0,148	114,314	0,258	674,9	0,368	2495,4	0,478	7028,9	0,588	16 568	0,698	34 440	0,808
7,594	0,15	118,81	0,26	693,44	0,37	2548	0,48	7149,2	0,59	16 807	0,7	34 868	0,81
8,114	0,152	123,45	0,262	712,38	0,372	2601,6	0,482	7271,2	0,592	17 048	0,702	35 300	0,812
8,662	0,154	128,24	0,264	731,74	0,374	2656	0,484	7394,9	0,594	17 293	0,704	35 737	0,814
9,239	0,156	133,17	0,266	751,52	0,376	2711,3	0,486	7520,2	0,596	17 540	0,706	36 179	0,816
9,847	0,158	138,25	0,268	771,72	0,378	2767,6	0,488	7647,3	0,598	17 790	0,708	36 624	0,818
10,486	0,16	143,49	0,27	792,35	0,38	2824,8	0,49	7776	0,6	18 042	0,71	37 074	0,82
11,158	0,162	148,88	0,272	813,42	0,382	2882,9	0,492	7906,5	0,602	18 298	0,712	37 528	0,822
11,864	0,164	154,44	0,274	834,94	0,384	2942	0,494	8038,7	0,604	18 556	0,714	37 987	0,824
12,605	0,166	160,16	0,276	856,91	0,386	3002	0,496	8172,7	0,606	18 818	0,716	38 450	0,826
13,383	0,168	166,04	0,278	879,34	0,388	3063	0,498	8308,4	0,608	19 082	0,718	38 918	0,828
14,199	0,17	172,1	0,28	902,24	0,39	3125	0,5	8446	0,61	19 349	0,72	39 390	0,83
15,054	0,172	178,34	0,282	925,61	0,392	3188	0,502	8585,3	0,612	19 619	0,722	39 867	0,832
15,949	0,174	184,75	0,284	949,47	0,394	3252	0,504	8726,5	0,614	19 838	0,724	40 349	0,834
16,887	0,176	191,35	0,286	973,81	0,396	3317,1	0,506	8869,6	0,616	20 169	0,726	40 835	0,836
17,869	0,178	198,14	0,288	998,65	0,398	3383,1	0,508	9014,5	0,618	20 448	0,728	41 326	0,838
18,896	0,18	205,11	0,29	1024	0,4	3450,3	0,51	9161,3	0,62	20 731	0,73	41 821	0,84
19,969	0,182	212,28	0,292	1049,9	0,402	3518,4	0,512	9310,1	0,622	21 016	0,732	42 321	0,842
21,091	0,184	219,65	0,294	1076,2	0,404	3587,7	0,514	9460,7	0,624	21 305	0,734	42 826	0,844
22,262	0,186	227,23	0,296	1103,1	0,406	3658	0,516	9613,3	0,626	21 597	0,736	43 336	0,846
23,485	0,188	235,01	0,298	1130,6	0,408	3729,5	0,518	9767,8	0,628	21 892	0,738	43 851	0,848
24,761	0,19	243	0,3	1158,6	0,41	3802	0,52	9924,4	0,63	22 190	0,74	44 371	0,85
26,091	0,192	251,21	0,302	1187,1	0,412	3875,7	0,522	10 083	0,632	22 492	0,742	44 895	0,852
27,479	0,194	259,64	0,304	1216,2	0,414	3950,5	0,524	10 243	0,634	22 796	0,744	45 424	0,854
28,925	0,196	268,29	0,306	1245,9	0,416	4026,5	0,526	10 406	0,636	23 104	0,746	45 959	0,856
30,432	0,198	277,17	0,308	1276,1	0,418	4103,6	0,528	10 571	0,638	23 416	0,748	46 498	0,858
32	0,2	286,29	0,31	1306,9	0,42	4182	0,53	10 738	0,64	23 730	0,75	47 043	0,86
33,632	0,202	295,65	0,312	1338,3	0,422	4261,5	0,532	10 906	0,642	24 049	0,752	47 592	0,862
35,331	0,204	305,24	0,314	1370,3	0,424	4342,2	0,534	11 077	0,644	24 370	0,754	48 147	0,864
37,097	0,206	315,09	0,316	1403	0,426	4424,1	0,536	11 250	0,646	24 695	0,756	48 707	0,866
38,943	0,208	325,19	0,318	1436,2	0,428	4507,3	0,538	11 426	0,648	25 023	0,758	49 272	0,868

BẢNG 3

L	E _b I T.m ²	Giá trị của hệ số k ₂ khi l ₀ , m						
		0	1	2	3	5	10	≥ 15
2,6	≤ 10 ³	2,35	2,15	2,05	2	1,95	1,95	-
	10 ⁴	2,35	2,2	2,1	2,05	2	1,95	1,95
	≥ 10 ⁵	2,35	2,25	2,15	2,1	2,05	2	1,95
2,8	≤ 10 ³	2,3	2,1	2	1,95	1,9	1,85	-
	10 ⁴	2,3	2,15	2,1	2	1,95	1,9	1,85
	≥ 10 ⁵	2,3	2,2	2,15	2,1	2	1,95	1,9
3	≤ 10 ³	2,25	2,05	1,95	1,9	1,85	1,8	-
	10 ⁴	2,25	2,1	2	1,95	1,9	1,85	1,8
	≥ 10 ⁵	2,25	2,15	2,1	2	1,95	1,85	1,85
≥ 3,5	≤ 10 ³	2,25	2,05	1,95	1,9	1,85	1,8	-
	10 ⁴	2,25	2,1	2	1,95	1,9	1,8	1,8
	≥ 10 ⁵	2,25	2,15	2,05	2	1,95	1,85	1,8

5- Xác định chuyển vị ngang y_0 , n và góc xoay ψ , độ, theo các công thức :

$$y_0 = H_0 \delta_{nn} + M_0 \delta_{nm} \quad 17 (9)$$

$$\psi_0 = H_0 \delta_{mn} + M_0 \delta_{mm} \quad 18 (10)$$

Trong đó:

H_0 và M_0 - Giá trị tính toán của lực cắt, T, và mômen uốn, T.m, tại tiết diện cọc đang xét lấy bằng $H_0 = H$ và $M_0 = M + Hl_0$ (ở đây H và M - có ý nghĩa cũng như trong các công thức 11 (7) và 12 (8).

δ_{nn} - Chuyển vị ngang của tiết diện, m/T, bởi lực $H_0 = 1$ [hình 3 (2), a];

δ_{nm} - Chuyển vị ngang của tiết diện, 1/T, bởi mômen $M_0 = 1$ [hình 3 (2), b];

δ_{mn} - Góc xoay của tiết diện, 1/T, bởi lực $H_0 = 1$ [hình 3 (2), a];

δ_{mm} - Góc xoay của tiết diện, 1/(T.m), bởi mômen

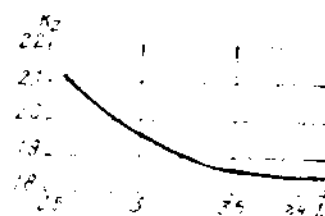
$M_0 = 1$ [hình 3 (2), b].

Chuyển vị δ_{nn} , δ_{mn} và δ_{mm} được xác định theo các công thức :

$$\delta_{nn} = \frac{1}{\alpha_{bd}^3 E_b I} A_0 \quad 19 (11)$$

$$\delta_{mn} = \frac{1}{\alpha_{bd}^2 E_b I} B_0 \quad 20 (12)$$

$$\delta_{mm} = \frac{1}{\alpha_{bd} E_b I} C_0 \quad 21 (13)$$

HÌNH 2 : Biểu đồ xác định hệ số k₂

Trong đó

α_{hd} , E_h , I - Ý nghĩa cũng như trong công thức 8 (6).

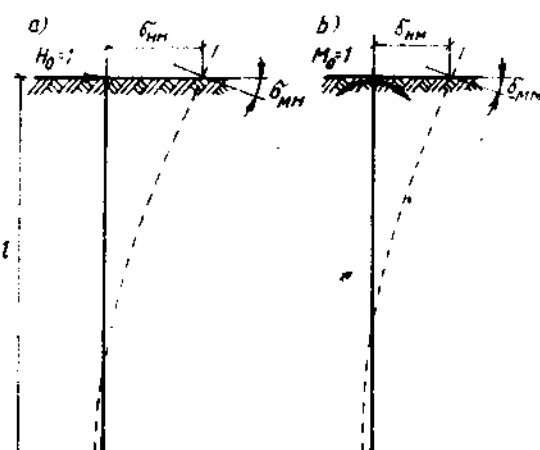
A_0 , B_0 , C_0 - Những hệ số không thứ nguyên lấy theo bảng 4 (2) tùy thuộc vào chiều sâu tính đối của phần cọc trong đất xác định theo công thức 7 (6). Khi giá trị của l nằm khoảng giữa những giá trị ghi trong bảng 4 (2) thì cần lấy tròn số cho đối giá trị trong bảng đứng gần nhất.

BẢNG 4 (2)

l	Khi cọc tủa lên đất			Khi cọc tủa lên đá			Khi cọc ngầm trong đá		
	A_0	B_0	C_0	A_0	B_0	C_0	A_0	B_0	C_0
0,5	72,004	192,026	576,243	48,006	96,037	192,291	0,042	0,125	0,5
0,6	50,007	111,149	278,069	33,344	55,609	92,942	0,072	0,18	0,6
0,7	36,745	70,023	150,278	24,507	35,069	50,387	0,114	0,244	0,699
0,8	28,14	46,943	88,279	18,775	23,533	29,763	0,17	0,319	0,798
0,9	22,244	33,008	55,307	14,851	16,582	18,814	0,241	0,402	0,896
1	18,03	24,106	36,486	12,049	12,149	12,582	0,329	0,494	0,992
1,1	14,916	18,16	25,123	9,993	9,196	8,836	0,434	0,593	1,086
1,2	12,552	14,041	17,944	8,418	7,159	6,485	0,556	0,698	1,176
1,3	10,717	11,103	13,235	7,208	5,713	4,957	0,695	0,807	1,262
1,4	9,266	8,954	10,05	6,257	4,664	3,937	0,849	0,918	1,342
1,5	8,101	7,349	7,838	5,498	3,889	3,24	1,014	1,028	1,415
1,6	7,154	6,129	6,268	4,897	3,308	2,758	1,186	1,134	1,48
1,7	6,375	5,189	5,133	4,391	2,868	2,419	1,361	1,232	1,535
1,8	5,73	4,456	4,299	3,985	2,533	2,181	1,532	1,321	1,581
1,9	5,19	3,878	3,679	3,653	2,277	2,012	1,693	1,397	1,617
2	4,737	3,418	3,213	3,381	2,081	1,894	1,841	1,46	1,644
2,2	4,032	2,756	2,591	2,977	1,819	1,758	2,08	1,545	1,675
2,4	3,526	2,327	2,227	2,713	1,673	1,701	2,24	1,586	1,685
2,6	3,163	2,048	2,013	2,548	1,6	1,687	2,33	1,596	1,687
2,8	2,905	1,869	1,889	2,153	1,572	1,693	2,371	1,593	1,687
3	2,727	1,758	1,818	2,406	1,568	1,707	2,385	1,586	1,691
3,5	2,502	1,641	1,757	2,394	1,597	1,739	2,389	1,584	1,711
4	2,441	1,621	1,751	2,419	1,618	1,75	2,401	1,6	1,732

G.5- Các cọc nhồi, cọc ống được nhồi ruột bằng bê tông và cọc - cột có thể được xem như ngầm vào đá (xem bảng 4 (2). Nếu như chúng được khoan vào đất đá một chiều sâu đủ để thực hiện điều kiện của điều 4.3 trong Tiêu chuẩn 20 TCN 21 - 86, khi ấy, phải xác định khả năng chịu tải ϕ theo công thức (4) ghi trong tiêu chuẩn, lấy cường độ tính toán của đất đá dưới mũi cọc nhồi, cọc ống và cọc cột bằng :

$$R = \frac{R_n}{k_d} \left(\frac{h_3}{d_3} + 1,5 \right) k_e, \quad (22)$$



HÌNH 3 (2) Sơ đồ chuyển vị của cọc trong đất
a) Do lực tác dụng $H_0 = 1$ đặt ở mức mặt đất.
b) Do tác dụng của mômen $M_0 = 1$

Trong đó :

R_n^0 , k_d và d_3 , h_3 - Ý nghĩa các ký hiệu cũng như trong công thức (5) của tiêu chuẩn.

k_e - Hệ số xác định theo biểu đồ ở hình 4 tùy thuộc vào độ lệch tâm tính đối :

$$\bar{e} = \frac{M_1}{N_1 d_3} \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{Q_1}{M_1} h_1 \right) \quad (23)$$

M_1 , Q_1 , N_1 - Các giá trị tính toán của mômen uốn, lực cắt và lực dọc trên tiết diện của cọc nhồi, cọc ống hoặc cọc-cột tại chiều sâu $z = l$ tính theo các công thức của điều 7 phụ lục này.

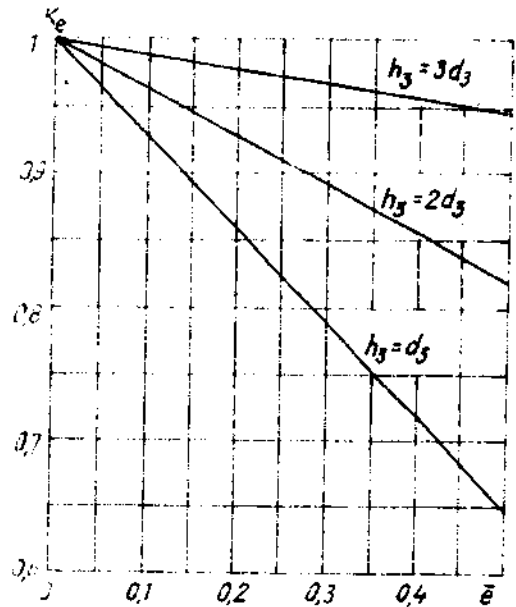
Khi $\bar{e} > 0,5$, các cọc nhồi, cọc ống hoặc cọc-cột có thể được xem như ngàm trong đá nếu như khả năng chịu tải của chúng dưới tác động của lực dọc tính toán (theo các điều 4.3 và 5.4 của tiêu chuẩn móng cọc) đã được kiểm tra và độ bền của ngàm theo công thức.

$$\frac{6M_1 \pm 4Q_1 h_3}{d_3 h_3^2} \leq 0,1 R_n^0 \quad (24)$$

Trong đó:

M_1 , Q_1 , h_3 , d_2 và R_n^0 - các ký hiệu cũng như trong các công thức (22), (23).

6- Việc tính toán độ ổn định của nền xung quanh cọc phải được tiến hành theo điều kiện 25 (14) hạn chế áp lực tính toán σ_z lên đất từ các mặt bên của cọc.



HÌNH 4 : Biểu đồ xác định hệ số k_e .

$$\sigma_z \leq \eta_1 \eta_2 \frac{4}{\cos \varphi_1} (\gamma_1 z \tan \varphi_1 + \xi C_1), \quad 25 (14)$$

Trong đó :

σ_z - áp lực tính toán trên đất, T/m^2 lên mặt bên của cọc, xác định theo công thức 27 (16) tại độ sâu z , m, được tính từ mặt đất cho cọc dài cao và từ đáy dài cho cọc dài thấp :

a) Khi $\bar{l} \leq 2,5$ tại 2 độ sâu $z = l/3$ và $z = l$;

b) Khi $\bar{l} > 2,5$ tại độ sâu $z = \frac{0,85}{\alpha_{hd}}$, trong đó α_{hd} xác định theo công thức 8 (6)

γ_1 - Dung trọng tính toán của đất cấu trúc nguyên dạng, T/m^3 , xác định trong đất bão hoà nước có xét tới lực đẩy nổi.

φ_1 , C_1 - Giá trị tính toán của góc ma sát trong của đất, độ, và lực dính đơn vị của đất, T/m^2 , lấy theo những chỉ dẫn của điều 4.6 tiêu chuẩn này.

ξ - Hệ số, lấy bằng 0,6 cho cọc nhồi và cọc ống, bằng 0,3 cho các loại cọc còn lại.

η_1 - Hệ số, lấy bằng 1; còn các trường hợp tính móng của các công trình chấn (thí dụ : cấu trúc nhịp chấn) lấy bằng 0,7.

η_2 - Hệ số, kể đến phần tải trọng thường xuyên trong tổng tải trọng, tính theo công thức

$$\eta_2 = \frac{M_p + M_v}{\bar{n} M_p + M_v} \quad 26 (15)$$

Trong đó:

M_p - Mô men của tải trọng ngoài tính toán ở tiết diện móng tại mũi cọc, T.m

M_v - Mômen của tải trọng tạm thời, T.m; $\bar{n} = 2,5$

Trừ các trường hợp sau đây :

a) Những công trình đặc biệt khi $\bar{l} \leq 2,5$ lấy $\bar{n} = 4$; $\bar{l} \geq 5$ lấy $\bar{n} = 2,5$; khi \bar{l} nằm giữa các trị số trên thì nội suy n ;

b) Móng 1 hàng cọc chịu tải trọng lệch tâm thẳng đứng nên lấy $\bar{n} = 4$ mà không phụ thuộc vào \bar{l} .

Chú thích : Nếu áp lực ngang tính toán lên σ_z lên đất không thoả mãn điều kiện 25 (14) nhưng lúc này sức chịu tải của cọc theo vật liệu chưa tận dụng hết và chuyển vị của cọc nhỏ hơn trị số chuyển vị cho phép khi chiều sâu tính đối của cọc $l_{Bar} > 2,5$ thì nên lập lại việc tính toán với hệ số tỷ lệ K giảm đi (điều 2 của phụ lục này). Với trị số mới của K cần kiểm tra độ bền của cọc theo vật liệu, chuyển vị của cọc cũng phải tuân theo điều kiện 25 (14).

7. Áp lực tính toán σ_z , T/m², lên đất tiếp xúc với mặt hông của cọc ở độ sâu Z cũng như mômen uốn tính toán M_z , T.m, lực cắt Q_z , T, trong các tiết diện của cọc tính theo công thức :

$$\sigma_z = \frac{K}{\alpha_{hd}} \bar{z} \left(y_0 A_1 - \frac{\psi_0}{\alpha_{hd}} B_1 + \frac{M_0}{\alpha_{hd}^2 E_b I} C_1 + \frac{H_0}{\alpha_{hd}^3 E_b I} D_1 \right); \quad 27 (16)$$

$$M_z = \alpha_{hd}^2 E_b I y_0 A_3 - \alpha_{hd} E_b I \psi_0 B_3 + M_0 C_3 + \frac{H_0}{\alpha_{hd}} D_3; \quad 28 (17)$$

$$Q_z = \alpha_{hd}^3 E_b I y_0 A_4 - \alpha_{hd}^2 E_b I \psi_0 B_4 + \alpha_{hd} M_0 C_4 + H_0 D_4 \quad 29 (18)$$

$$N_z = N \quad 30 (19)$$

Trong đó :

K - Hệ số tỷ lệ xác định theo bảng 1 (1) của phụ lục này;

α_{hd} , E_b , I - Có ý nghĩa như ở công thức 8 (6);

\bar{z} - Chiều sâu tính đối xác định theo công thức 6 (4) tùy theo độ sâu thực tế Z mà ở đó xác định σ_z , M_z , Q_z ;

H_0 , M_0 , y_0 và ψ_0 - Có ý nghĩa như đã nêu ở điều 4 và 5 của phụ lục này;

A_1 , B_1 , C_1 và D_1

A_3 , B_3 , C_3 và D_3 Các hệ số lấy theo bảng 5 (3);

A_4 , B_4 , C_4 và D_4

N - Tải trọng tính toán dọc trục, truyền đầu cọc.

BẢNG 5 (3)

Z	Các hệ số											
	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0,1	1	0,1	0,005	0	0	0	1	0,1	-0,005	0	0	1
0,2	1	0,2	0,02	0,001	-0,001	0	1	0,2	-0,02	-0,003	0	1
0,3	1	0,3	0,045	0,005	-0,005	-0,001	1	0,3	-0,045	-0,009	-0,001	1
0,4	1	0,4	0,08	0,011	-0,011	-0,002	1	0,4	-0,08	-0,021	-0,003	1
0,5	1	0,5	0,125	0,021	-0,021	-0,005	0,999	0,5	-0,125	-0,042	-0,008	0,999
0,6	0,999	0,6	0,18	0,036	-0,036	-0,011	0,998	0,6	-0,18	-0,072	-0,016	0,997
0,7	0,999	0,7	0,245	0,057	-0,057	-0,02	0,996	0,699	-0,245	-0,114	-0,03	0,994
0,8	0,997	0,799	0,32	0,085	-0,085	-0,034	0,992	0,799	-0,32	-0,171	-0,051	0,989
0,9	0,995	0,899	0,405	0,121	-0,121	-0,055	0,985	0,897	-0,404	-0,243	-0,082	0,98
1	0,992	0,997	0,499	0,167	-0,167	-0,083	0,975	0,994	-0,499	-0,333	-0,125	0,967
1,1	0,987	1,095	0,604	0,222	-0,222	-0,122	0,96	1,09	-0,603	-0,443	-0,183	0,946
1,2	0,979	1,192	0,718	0,288	-0,287	-0,173	0,938	1,183	-0,716	-0,575	-0,259	0,917
1,3	0,969	1,287	0,841	0,365	-0,365	-0,238	0,907	1,273	-0,838	-0,73	-0,356	0,876
1,4	0,955	1,379	0,974	0,456	-0,455	-0,319	0,866	1,358	-0,967	-0,91	-0,479	0,821
1,5	0,937	1,468	1,115	0,56	-0,559	-0,42	0,811	1,437	-1,105	-1,116	-0,63	0,747
1,6	0,913	1,553	1,264	0,678	-0,676	-0,543	0,739	1,507	-1,248	-1,35	-0,815	0,652
1,7	0,882	1,633	1,421	0,812	-0,808	-0,691	0,646	1,566	-1,396	-1,613	-1,036	0,529
1,8	0,848	1,706	1,584	0,961	-0,956	-0,867	0,53	1,612	-1,547	-1,906	-1,299	0,374
1,9	0,795	1,77	1,752	1,126	-1,118	-1,074	0,385	1,64	-1,699	-2,227	-1,608	0,181
2	0,735	1,823	1,924	1,308	-1,295	-1,314	0,207	1,646	-1,848	-2,578	-1,966	-0,057
2,2	0,575	1,887	2,272	1,72	-1,693	-1,906	-0,271	1,575	-2,125	-3,36	-2,849	-0,692
2,4	0,347	1,874	2,609	2,185	-2,141	-2,663	-0,949	1,352	-2,339	-4,228	-3,973	-1,592
2,6	0,033	1,755	2,907	2,724	-2,621	-3,6	-1,877	0,917	-2,437	-5,14	-5,355	-2,82
2,8	-0,385	1,49	3,128	3,288	-3,103	-4,718	-3,108	0,197	-2,346	-6,023	-6,99	-4,445
3	-0,928	1,037	3,225	3,858	-3,541	-6	-4,888	-0,891	-1,969	-6,765	-8,84	-6,52
3,5	-2,928	-1,272	2,463	4,980	-3,919	-9,544	-10,34	-5,854	1,074	-6,789	-13,892	-13,826
4	-5,853	-5,941	-0,927	4,548	-1,614	-11,731	-17,919	-15,076	9,244	-0,358	-15,611	-23,14

G.7- Đối với cọc treo trên đất không thuộc loại đá khi chiều sâu tính đối trọng đất $\bar{l} > 2,6$ và đối với những cọc tựa trên đá có $\bar{l} > 4$, áp lực tính toán trên đất

σ_b , T/m² tiếp xúc với mặt bên của cọc xuất hiện tại chiều sâu $Z = \frac{0,85}{\alpha_{bd}}$ (xem điều 6)

cũng như giá trị lớn nhất tính toán của mômen uốn M_{max} , T.m, tại chỗ cọc nằm trong đất, có thể được xác định theo phương pháp bảng nêu trong phần B của phụ lục này, hoặc là theo các công thức gần đúng :

$$\sigma_z = \frac{4M_0 + 10H_0 Z}{9b_z Z^2} \xi_1 \quad (31)$$

$$M_{max} = M_0 + H_0 \frac{k_3}{\alpha_{bd}} \quad (32)$$

Trong đó :

M_0 , H_0 và α_{bd} Ý nghĩa của ký hiệu cũng như trong điều 7 của phụ lục này;

ξ_1 - Hệ số, khi $\bar{l} \geq 4$ lấy bằng 0,7, còn trong khoảng $2,6 < \bar{l} < 4$ thì xác định theo công thức :

$$\xi_1 = 1,5 \cdot 0,2 \bar{l} \quad (33)$$

k_3 - Hệ số, khi $\bar{l} = 2,6$, $k_3 = 0,65$, khi $\bar{l} = 3$, $k_3 = 0,7$ và khi $\bar{l} \geq 3,5$ $k_3 = 0,75$.

8- Mômen ngàm tính toán M_3 , T_m , xét đến khi tính cọc có ngàm cứng trong đài làm cho đầu cọc không thể bị xoay, tính theo công thức sau :

$$M_3 = - \frac{\delta_{mn} + l_0 \delta_{mm} + \frac{l_0^2}{2E_b I}}{\delta_{mm} + \frac{l_0}{E_b I}} H \quad (20)$$

Ở đây, ý nghĩa các ký hiệu đều giống như những công thức nêu ở trên. Dấu "âm" có nghĩa là với lực ngang H hướng từ trái sang phải, mômen truyền lên đầu cọc từ phía ngàm có hướng ngược với chiều kim đồng hồ.

Đối với cọc tựa lên đất không phải đá, khi chiều sâu tính đối $\bar{l} \geq 2,6$ và đối với những cọc tựa trên đá khi $\bar{l} \geq 4$ thì cho phép tính mômen tính toán M_3 bằng phương pháp bảng nêu trong phần B của phụ lục này (chúng tôi không giới thiệu) hoặc tính bằng công thức gần đúng :

$$M_3 = k_4 \frac{H l_m}{2} \quad (35)$$

Trong đó :

H - Giá trị tính toán của lực cắt, tấn

k_4 - Hệ số lấy theo bảng 6;

l_m - Chiều dài uốn của cọc xác định theo công thức (16) hoặc bảng 3 (xem điều 4);

BẢNG 6

$E_b I \text{ T.m}^2$	Giá trị của hệ số K_4 khi l_0, m					
	0	1	2	3	5	10
10^3	0,83	0,93	0,97	0,98	0,99	1
10^4	0,83	0,9	0,94	0,96	0,98	1
10^5	0,83	0,88	0,92	0,94	0,97	1

Thí dụ 1: Yêu cầu xác định chuyển vị ngang và góc xoay của đầu cọc, cũng như giá trị tính toán của mômen uốn lớn nhất và lực dọc để kiểm tra độ bền chống nứt của thân cọc. Cọc tròn rỗng ruột đường kính ngoài $d = 0,6m$ đường kính trong $d_v = 0,4m$, đỉnh cọc nằm ở độ cao $l_0 = 2m$ tính từ mặt đất (hình 5,a). Cọc được đóng vào lớp cát nhỏ ở độ sâu là $l = 8m$. Môđun đàn hồi ban đầu của bê tông $E_b = 2,9 \times 10^4 \text{ T/m}^2$. Lực ngoài đặt tại đỉnh cọc dưới dạng lực thẳng đứng N . Lực ngang H và mômen M , giá trị tiêu chuẩn của những lực đó bằng : 30T, 4T và 2Tm. Các hệ số vượt tải trong tính toán

theo nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất, đối với lực thẳng đứng là 1,1 hoặc 0,9, đối với lực nằm ngang và mômen là 1,2.

Giải : Mômen quán tính của tiết diện ngang của cọc

$$I = \frac{\pi (d^4 - d_v^4)}{64} = \frac{3.14(0,6^4 - 0,4^4)}{64}$$

$$= 5,1 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

Độ cứng khi uốn của tiết diện ngang của cọc :

$$E_n I = 2,9 \times 10^6 \times 5,1 \times 10^{-3} \\ = 14,8 \times 10^3 \text{ T.m}^2$$

Theo điều 3 chúng ta xác định chiều rộng quy ước của cọc :

$$b_c = 1,5d + 0,5 = 1,5 \times 0,6 + 0,5 \\ = 1,4 \text{ m}$$

Theo điều 2 thì hệ số tỷ lệ K bằng :

$$K = \frac{500 + 800}{2} = 650 \text{ T/m}^4$$

Từ bảng 2 thì giá trị

$$\frac{10^5 K b_c}{E_n I} = \frac{10^5 \times 650 \times 1,4}{14,8 \times 10^3} = 6148 \text{ m}^{-5}$$

tương ứng với giá trị của hệ số biến dạng $\alpha_{bd} = 0,572 \text{ m}^{-1}$.

Theo công thức 7 (5) chúng ta xác định chiều sâu hạ cọc trong đất tính đối :

$$\bar{l} = 0,572 \times 8 = 4,58$$

Lấy trong bảng 4 (2), $A_0 = 2,441$, $B_0 = 1,621$ và $C_0 = 1,751$, theo các công thức 19 (11) ÷ 21 (13) chúng ta tính chuyển vị của cọc ở mức mặt đất do tác dụng của một lực đơn vị đặt tại mức nối trên [xem hình 3 (2)]:

$$\delta_{nn} = \frac{1}{0,572^3 \times 14,8 \times 10^3} 2,441 = 8,809 \times 10^{-4} \text{ m/T};$$

$$\delta_{mn} = \frac{1}{0,572^2 \times 14,8 \times 10^3} 1,621 = 3,347 \times 10^{-4} \text{ 1/T}$$

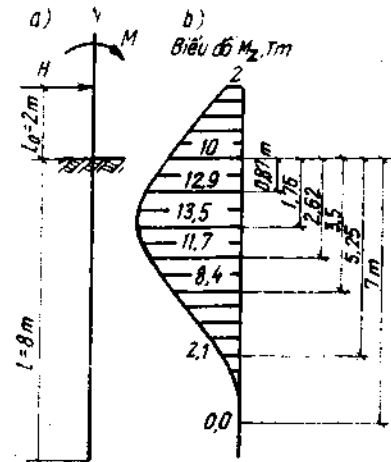
$$\delta_{mm} = \frac{1}{0,572 \times 14,8 \times 10^3} 1,751 = 2,068 \times 10^{-4} \text{ 1/T.m.}$$

Theo điều 5, mômen uốn và lực ngang tại tiết diện cọc ở mức mặt đất khi tính toán theo nhóm trạng thái giới hạn thứ hai bằng :

$$M_0 = M + Hl_0 = 2 + 4 \times 2 = 10 \text{ Tm}$$

$$H_0 = H = 4 \text{ T.}$$

Theo công thức 17 (9) và 18 (10) chúng ta xác định chuyển vị ngang và góc xoay của tiết diện cọc tại mức mặt đất.



HÌNH 5 : Cho thí dụ tính toán
a- Sơ đồ cọc b- Biểu đồ M_z khi $H = 4 \text{ T}$ và $M = 2 \text{ T.m}$

$$y_0 = 4 \times 8,809 \times 10^{-4} + 10 \times 3,347 \times 10^{-4} = 68,71 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,69 \text{ cm};$$

$$\psi_0 = 4 \times 3,347 \times 10^{-4} + 10 \times 2,068 \times 10^{-4} = 34,07 \times 10^{-4} \text{ độ}.$$

Chúng ta có được các chuyển vị phải tìm của cọc theo những công thức 11 (7) và 12 (8):

$$\Delta_n = 68,71 \times 10^{-4} + 34,07 \times 10^{-4} \times 2 + \frac{4 \times 2^3}{3 \times 14,8 \times 10^3} + \frac{2 \times 2^2}{2 \times 14,8 \times 10^3} = 1,46 \text{ cm}$$

$$\psi = 34,07 \times 10^{-4} + \frac{4 \times 2^2}{2 \times 14,8 \times 10^3} + \frac{2 \times 2}{14,8 \times 10^3} = 42,2 \times 10^{-4} \text{ độ}$$

Ta tìm giá trị của mômen uốn lớn nhất M_{\max} để tính độ bền chống nứt của thân cọc. Để thực hiện việc đó, dùng công thức 28 (17) xác định mômen uốn M_z tại tiết diện ngang của cọc nằm ở những độ sâu khác nhau z tính từ mặt đất.

$$M_z = 0,572^2 \times 14,8 \times 10^3 \times 68,21 \times 10^{-4} A_3 - 0,572 \times 14,8 \times 10^3 \times 34,07 \times 10^{-4} \times B_3 + 10 \times C_3 + \frac{4}{0,572} D_3 = 33,28 A_3 - 28,84 B_3 + 10 C_3 + 6,993 D_3.$$

Tiếp theo, dùng bảng 5 (3) tính giá trị của M_z , các kết quả được ghi trong bảng 7.

BẢNG 7

Z, m	\bar{z}	A_3	B_3	C_3	D_3	33,28 A_3	28,84 B_3	10 C_3	6,993 D_3	M_z, Tm
0,87	0,5	-0,021	-0,005	0,999	0,5	-0,69	-0,14	9,99	3,5	12,9
1,75	1	-0,167	-0,083	0,975	0,994	-5,56	-2,39	9,75	6,95	13,5
2,62	1,5	-0,559	-0,42	0,811	1,437	-18,6	-12,11	8,11	10,05	11,7
3,5	2	-1,295	-1,314	0,207	1,646	-43,1	-37,9	2,07	11,51	8,4
5,25	3	-3,54	-6	-4,688	-0,891	-117,81	-173,04	-46,88	-6,23	2,1
7	4	-1,614	-11,731	-17,919	-15,076	-53,71	-338,32	-179,19	-105,43	0

Dựa trên những kết quả này ta vẽ được đường cong của M_z trên hình 5b, từ đó ta thấy rằng có thể lấy $M_{\max} = 14Tm$.

Xét đến công thức 30 (19), ta đi đến kết luận rằng trong tính toán độ bền chống nứt của thân cọc phải lấy mômen uốn và lực dọc bằng $14Tm$ và $30T$, còn trong tính toán độ bền của thân cọc thì bằng :

$$1,2 \times 14 = 16,8Tm \text{ và } 1,1 \times 30 = 33T \text{ hoặc}$$

$$0,9 \times 30 = 27T$$

Cuối cùng chúng ta xác định giá trị chuyển vị Δ_n và ψ của cọc cũng như giá trị của mômen uốn lớn nhất M_{\max} sử dụng các công thức gần đúng, các công thức ấy có thể dùng được bởi vì chiều dài tính đối của cọc $\bar{l} = 4,58 > 2,6$.

Lấy theo hình 2 giá trị $k_2 = 1,85$, theo công thức (16) ta xác định chiều dài uốn của cọc.

$$l_m = 2 + \frac{1,85}{0,572} = 5,24m.$$

Từ công thức (13) và (14) ta có :

$$\Delta_n = \frac{4 \times 5,24^3}{3 \times 14,8 \times 10^3} + \frac{2 \times 5,24^2}{2 \times 14,8 \times 10^3} = 1,48 \times 10^{-2} \text{ m} \approx 1,5 \text{ cm};$$

$$\psi = \frac{4 \times 5,24^2}{2 \times 14,8 \times 10^3} + \frac{2 \times 5,24}{14,8 \times 10^3} = 4,41 \times 10^{-3} \text{ (độ)}$$

Theo công thức (32) chúng ta có:

$$M_{\max} = 10 + 4 \frac{0,75}{0,572} = 15,2 \text{ T.m.}$$

Các kết quả nhận được theo các công thức gần đúng rất gần với các kết quả tương ứng nhận được theo những công thức tổng quát hơn đã nêu ở phần trên.

Thí dụ 2 : Đối với cọc đã xét trong thí dụ 1 nhưng làm việc trong các điều kiện loại trừ khả năng xoay đầu cọc, cần xác định chuyển vị ngang Δ_n dưới tác động của lực ngang $H = 12 \text{ T}$.

Giải : Sử dụng các giá trị của những chuyển vị $\delta_{nn} \delta_{mn} = \delta_{nm}$ và δ_{mm} cũng như độ cứng $E_n I$ của tiết diện ngang của cọc, theo công thức 34 (20) chúng ta tính mômen ngang $M = M_z$ (mômen tác dụng ở chỗ giao nhau của cọc với đài cọc):

$$M = M_z = \frac{3,347 \times 10^{-4} + 2 \times 2,068 \times 10^{-4} + \frac{2^2}{2 \times 14,8 \times 10^3}}{2,068 \times 10^{-4} + \frac{2}{14,8 \times 10^3}} = -31 \text{ Tm.}$$

Theo điều 5 chúng ta xác định mômen uốn và lực cắt tại tiết diện cọc ở cốt mặt đất và sau đó theo các công thức 17 (9) và 18 (10) xác định chuyển vị ngang và góc xoay của tiết diện.

$$M_0 = M + Hb = -31 + 12 \times 2 = -7 \text{ Tm};$$

$$H_0 = H = 12 \text{ T},$$

$$y_0 = 12 \times 8,809 \times 10^{-4} - 7 \times 3,347 \times 10^{-4} = 82,28 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,82 \text{ cm};$$

$$\psi_0 = 12 \times 3,347 \times 10^{-4} - 7 \times 2,068 \times 10^{-4} = 25,68 \times 10^{-4} \text{ độ}$$

Theo công thức 11 (7) chúng ta tính giá trị cần tìm của chuyển vị ngang đầu cọc:

$$\Delta_n = 82,28 \times 10^{-4} + 25,68 \times 10^{-4} \times 2 + \frac{12 \times 2^3}{3 \times 14,8 \times 10^3} - \frac{31 \times 2^2}{2 \times 14,8 \times 10^3} = 113 \times 10^{-4} = 1,13 \text{ cm}$$

Dễ dàng thấy được rằng khi đặt các giá trị vào công thức 12 (8) chúng ta nhận được $\psi = 0$. Điều đó nói lên rằng việc tính toán đã làm đúng.

Cuối cùng chúng ta xác định Δ_n theo công thức gần đúng (13) không dùng đến phép nội suy theo bảng 3 với $l = 4,58$, $E_n I = 14,8 \times 10^3 \text{ Tm}^2$ và $l_0 = 2 \text{ m}$ chúng ta có được $k_2 = 2$.

Theo các công thức (16) và (15) chúng ta có:

$$l_M = 2 + \frac{2}{0,572} = 5,5m.$$

PHỤ LỤC 11

TÍNH TOÁN DÀI BÊ TÔNG CỐT THÉP DẠNG TẤM CỦA MÓNG CỌC DƯỚI CỘT NHÀ VÀ CÔNG TRÌNH.

1- Việc tính toán dài bê tông cốt thép dạng tấm của móng cọc dưới cột phải được tiến hành theo độ bền, còn trong trường hợp có khả năng, có tác động ăn mòn của nước trong đất đến dài thì phải tính theo sự mở rộng của khe nứt.

2- Việc tính toán dài theo độ bền cần phải tiến hành : với sự chọc thủng dài của cột, với sự chọc thủng dưới dài của cọc ở góc dài, với lực cắt trong tiết diện xiên, với sự uốn của dài và sự ép cục bộ tại chân cột. Khi tính toán dài dưới cột bê tông cốt thép lắp ghép cần phải kiểm tra độ bền của cọc dài.

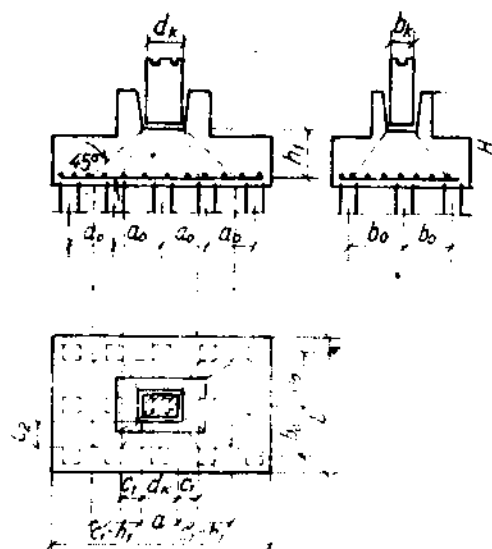
3- Tính theo sự chọc thủng dài của cột và của cọc góc cần phải tiến hành theo các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép ở phần tính sự xuyên thủng các kết cấu tấm không có cốt thép ngang có xét đến các yêu cầu bổ sung ở các điều 4 và 5 của phụ lục này.

4- Tính toán sự chọc thủng dài của cột theo điểm 3 của phụ lục này phải được tiến hành với các điều kiện sau đây (hình 1).

a) Cho rằng sự chọc thủng dài của cọc diễn ra theo tháp xuyên, các mặt bên của tháp đi qua từ biên phía ngoài của cột đến biên gần nhất của cọc, và khi bố trí nhiều hàng cọc thì ngoài ra trên bề mặt của tháp xuyên, hai hay cả bốn mặt bên của tháp nghiêng với góc 45° .

b) Chiều cao làm việc của dài h_0 khi xác định kích thước của tháp xuyên phải được lấy bằng khoảng cách từ phía trên của lưới cốt thép làm việc ở tháp đến đáy của cọc trong trường hợp tựa lên dài của cột thép hoặc cột bê tông toàn khối.

c) Lực chọc thủng tính toán N_x trong trường hợp dài chịu tải chính tâm lấy bằng tổng phản lực của tất cả các cọc trong phạm vi mặt dưới của tháp xuyên, đồng thời phản lực của cọc trong trường hợp này được tính chỉ từ lực pháp tuyến tác dụng ở tiết diện cột chỗ cắt dài. Trong trường hợp chọc thủng dài bằng tải trọng lệch tâm thì giá trị của lực xuyên thủng lấy bằng $N_x = 2 \sum P_{pi}$, trong đó $\sum P_{pi}$ - tổng phản lực ở tất cả các cọc bố trí ở một phía từ trục của cột chịu tải trọng lớn nhất của dài trừ phản lực của các cọc phân bố ở vùng chọc thủng cũng ở phía đó kể từ trục cột.



HÌNH 1: Sơ đồ tính toán dài cọc và sự xuyên thủng dài của các cột.

Với liên kết cứng của cột đúc sẵn với đài và độ lệch tâm $e > 0,5 d_k$ (d_k - chiều cao tiết diện cột), cho phép xác định giá trị $\sum P_{oi}$, lấy giá trị của mômen không lớn hơn $M = 0,5 d_k N$. Khi ấy chiều cao của đài được xác định từ tính toán về sự chọc thủng qua chu vi cột. Với mômen đầy đủ $M = eN$ và ứng với tổng phản lực $\sum P_{oi}$, chiều cao của đài phải được kiểm tra thêm về chọc thủng qua thành ngoài của cột.

d) Chiều cao làm việc của đài lắp ghép được lấy như là đài toàn khối cùng với chiều cao ấy.

5- Với cột bê tông cốt thép 2 nhánh có chung 1 cốt, việc tính toán đài theo sự chọc thủng được thực hiện như là cột đặc, tiết diện chữ nhật, tương ứng với kích thước ngoài của cả hai nhánh cột. Tính toán bán đài theo sự chọc thủng của những cọc góc theo điểm 3 của phụ lục này phải được tiến hành với các điều kiện sau (hình 2).

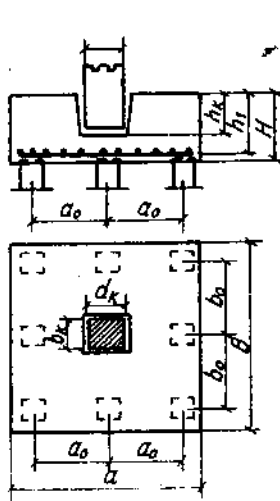
a) Cho rằng 2 bề mặt làm việc bên biên của tháp xuyên thủng đi từ mặt phẳng biên phía trong của cọc đến biên giới gần nhất của các bậc khi đài có cấu tạo theo bậc.

b) Chiều cao làm việc của đài h_c khi xác định kích thước của tháp xuyên lấy bằng chiều cao của bậc dưới cùng của đài.

c) Lực chọc thủng tính toán N_x lấy bằng tải trọng tính toán trên cọc góc, tính cả ảnh hưởng của tải trọng cục bộ (thí dụ tải trọng của tường) có tính đến các mômen theo hai hướng.

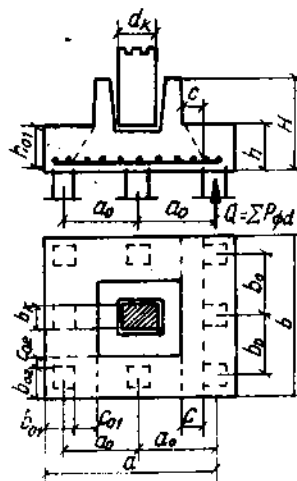
6- Việc tính toán độ bền của tiết diện xiên của đài dưới tác dụng của lực cắt và lực uốn cần phải tiến hành theo những yêu cầu của tiêu chuẩn về thiết kế các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép cho trường hợp các phần tử chịu uốn không có cốt thép ngang và những yêu cầu bổ sung ghi trong các điểm 7 và 8.

Khi tính toán theo lực cắt, những giá trị giới hạn của đại lượng tính toán phải lấy như đối với tấm liên tục.



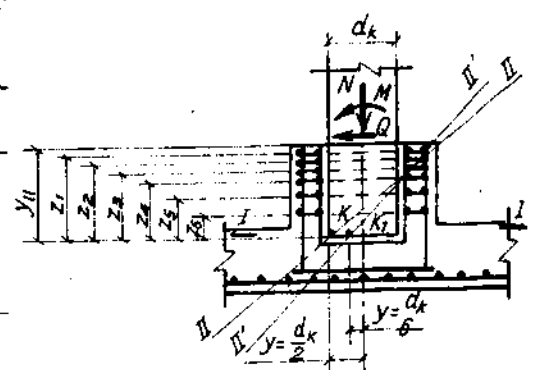
HÌNH 2

Sơ đồ tính toán bán đài theo sự xuyên thủng của cọc ở góc



HÌNH 3

Sơ đồ tính toán những tiết diện xiên của đài theo tác động của lực cắt



HÌNH 4

Sơ đồ tính toán cốt thép dọc của thành cột.

7- Các tiết diện xiên của đài đi từ mặt biên trong của cọc tới biên gần nhất chân cột hoặc bậc của đài (hình 3) phải được kiểm tra về tác động của lực cắt.

Khi có nhiều hàng cọc, việc kiểm tra độ bền của tiết diện xiên phải được tiến hành tại những tiết diện đi qua biên trong của mỗi hàng cọc.

8- Tính toán độ bền khi uốn của dầm cọc được tiến hành tại những tiết diện theo biên của cốt cũng như theo biên ngoài của cốt dầm hoặc theo biên của bậc dầm.

Mômen uốn tính toán đối với mỗi tiết diện được tính bằng tổng các mômen do phản lực của các cọc gây ra (từ tải trọng tính toán trên dầm) và do tải trọng tính toán cục bộ đặt vào phần con - sơn của dầm theo 1 phía từ tiết diện ta xét theo các công thức :

$$M_{ai} = \sum P_{\phi d} x_i - M_{oa} \quad (1)$$

$$M_{bi} = P_{\phi d} y_i - M_{ob} \quad (2)$$

Trong đó :

M_{ai} và M_{bi} - Mômen uốn tại tiết diện ta xét, T_m ;

$P_{\phi d}$ - Tải trọng tính toán trên cọc, vuông góc với diện tích đáy dầm, T .

x_i và y_i - Khoảng cách tương ứng từ trục cọc đến điểm xét, m .

M_{oa} và M_{ob} - Mômen uốn ở những tiết diện ta xét do tải trọng cục bộ.

Chú thích : Khi cọc làm việc theo lực nhỏ lên, cần phải tiến hành kiểm tra độ bền chống uốn của dầm dưới tác dụng của phản lực âm của cọc.

9- Ở những dầm kiểu có cốt, khi tỷ lệ giữa chiều dày của cốt và chiều cao bậc của nó hoặc là chiều sâu của cốt bằng hoặc lớn hơn 0,75 thì cho phép không đặt cốt thép ở thành cốt. Khi tỷ lệ ấy nhỏ hơn 0,75 thì cốt của dầm phải được tính toán như các phần tử bê tông cốt thép theo các yêu cầu của tiêu chuẩn về thiết kế các kết cấu bê tông cốt thép với những yêu cầu bổ sung ở điểm 10 phụ lục này.

10- Tính toán cốt thép dọc của thành cốt được tiến hành theo nén lệch tâm như là tiết diện hình hộp tại mặt phẳng ngàm chân cột (hình 4, tiết diện I-I).

Diện tích cốt thép dọc tối thiểu trong thành cốt không được nhỏ hơn 0,05% tiết diện tính toán của bê tông cốt. Khi ấy các yêu cầu về neo cốt thép dọc của thành cốt vào tấm dầm phải được thoả mãn.

Cốt thép ngang trong thành cốt tại những tiết diện II - II và II' - II' (xem hình 4) phải được xác định theo mômen tính toán dưới tác động của lực đối với trục đi qua điểm K hoặc K_1 quanh cột.

Giá trị của các mômen, T_m , trong trường hợp này cho phép lấy như sau:

$$\text{với } \frac{d_k}{2} > (e_0 = \frac{M}{N}) > \frac{d_k}{6} \text{ thì } M_{kl} = M + Qy_{II} - 0,7 N e_0; \quad (3)$$

$$\text{với } e_0 = \frac{M}{N} > \frac{d_k}{2} \text{ thì } M_{kl} = 0,8 (M + Qy_{II} - N \frac{d_k}{2}) \quad (4)$$

Trong đó :

M - Mômen uốn tại mức trên của cốt, T_m .

N - Lực dọc, T .

Q - Lực cắt ở mức trên của cốt, T .

d_k - Canh của tiết diện ngang của cột, m .

y_{II} - Chiều sâu của cốt, m .

Mômen M_k xác định theo công thức (4) lấy không nhỏ hơn mômen M_{kl} xác định theo công thức (3)

TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỦA NHÓM CỌC

1. TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỦA NHÓM CỌC CHỐNG.

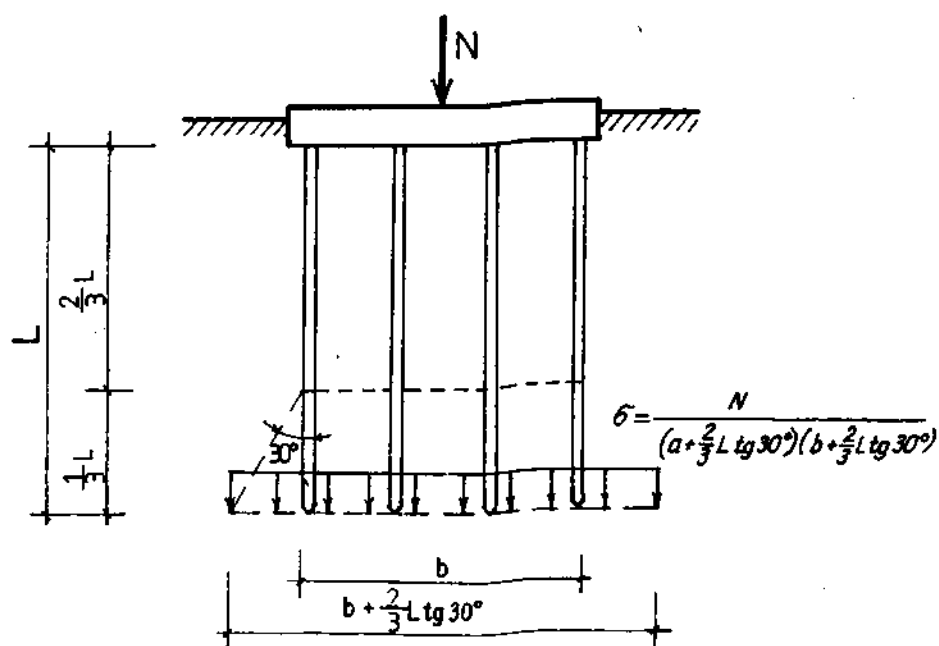
Độ lún của nhóm cọc chống phụ thuộc chủ yếu vào biến dạng đàn hồi của cây cọc dưới tải trọng công trình. Một yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến độ lún của nhóm cọc là hiện tượng cọc bị trôi lên do chuyển dịch của đất nền khi đóng các cây cọc lân cận. Biện pháp thường được sử dụng để loại trừ hiện tượng nói trên là đóng vỏ cọc. Độ lún của nhóm cọc chống được lấy bằng độ lún của cọc đơn xác định từ thí nghiệm nén tĩnh tại cấp tải trọng tương đương sức chịu tải của cọc đơn.

2. TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỦA NHÓM CỌC TREO.

Phương pháp tính toán độ lún của nhóm cọc treo được sử dụng rộng rãi nhất trong thiết kế là phương pháp dựa trên giả thiết tải trọng của công trình được truyền sang đất nền thông qua một bản móng tương đương. Độ sâu và kích thước của bản móng tương đương thay đổi theo điều kiện đất nền. Một số trường hợp thường gặp trong thực tế được trình bày sau đây:

2.1. Cọc ma sát trong đất nền đồng nhất.

Trong trường hợp cọc nằm trong đất nền đồng nhất và sức chịu tải của cọc chủ yếu do ma sát bên, kích thước và độ sâu của móng tương đương xác định như sau :



HÌNH 1. Móng tương đương cho cọc ma sát trong nền đồng nhất

- Chiều rộng và chiều dài bản móng tương đương bằng các cạnh của nhóm cọc (hình 1);
- Chiều sâu đặt móng tương đương bằng $2/3$ chiều dài cọc kể từ đáy dài;

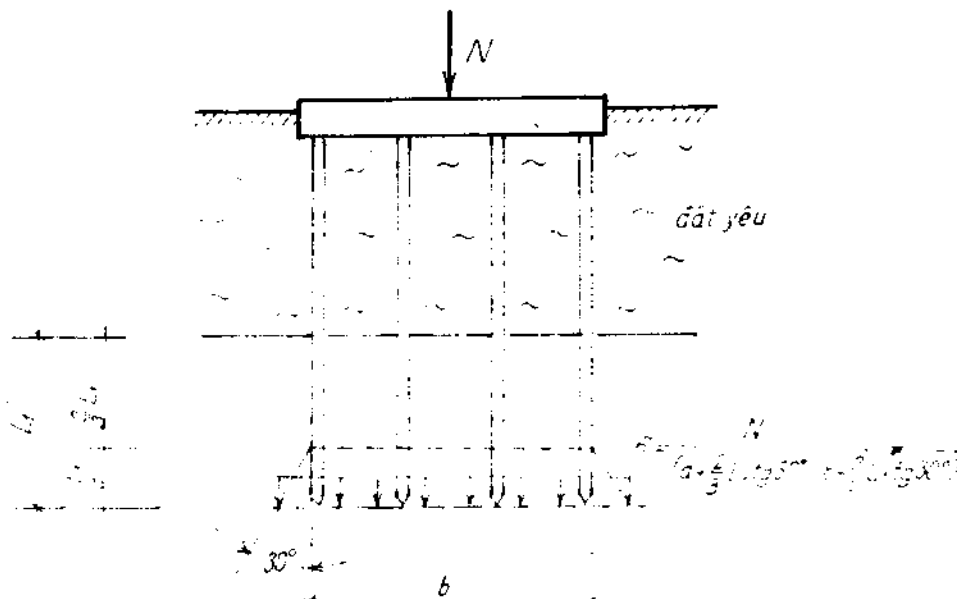
- Ứng suất phụ thêm do tải trọng công trình tác dụng lên các lớp đất ở phía dưới được tính gần đúng với giả thiết tải trọng lên nhóm cọc phân bố đều trên diện tích đáy của hình chóp cắt có mặt trên là bản móng tương đương và góc mở của các mặt bên bằng 30° .

Mô hình này nên được sử dụng để dự tính độ lún của nhóm cọc treo trong nền đất dính tương đối đồng nhất và phân bố đều độ sâu lớn.

2.2. Cọc đóng qua lớp đất yếu tựa vào lớp đất cứng.

Khi cọc được đóng qua lớp đất yếu tựa vào lớp đất cứng và sức chịu tải của cọc chủ yếu do ma sát bên giữa cọc và lớp đất cứng, kích thước và độ sâu đặt bản móng tương đương xác định như sau:

- Chiều rộng và chiều dài bản móng tương đương bằng các cạnh của nhóm cọc (hình 2)
- Độ sâu đặt móng tương đương bằng $2/3$ chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất cứng kể từ bề mặt lớp này;
- Ứng suất phụ thêm do tải trọng công trình tác dụng lên các lớp đất ở phía dưới được tính gần đúng với giả thiết tải trọng lên nhóm cọc phân bố đều trên diện tích đáy của hình chóp cắt có mặt trên là bản móng tương đương và góc mở của các mặt bên bằng 30° .



HÌNH 2 Móng tương đương khi cọc đóng qua lớp đất yếu tựa vào lớp đất cứng

Nhóm cọc trong đất nền nhiều lớp.

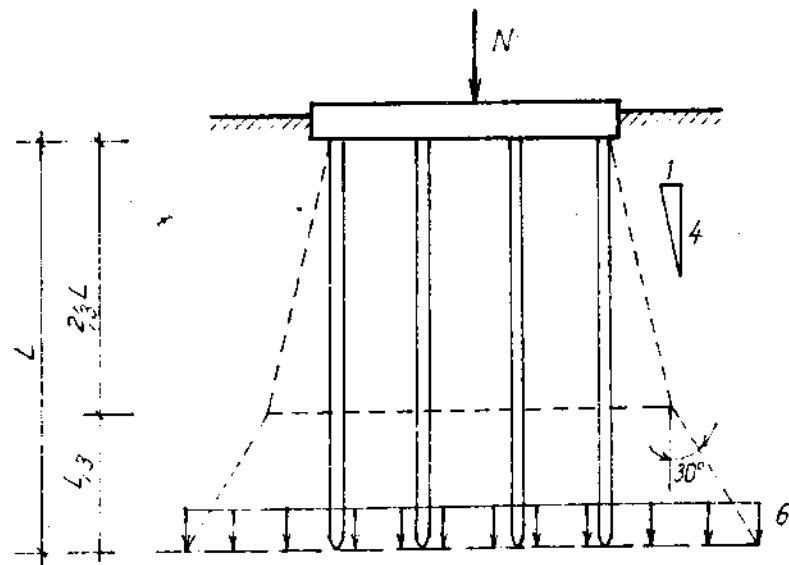
Khi đất nền nằm trong phạm vi chiều dài cọc bao gồm nhiều lớp với khả năng mang tải khác nhau, kích thước và độ sâu đặt móng tương đương xác định như sau :

- Chiều rộng và chiều dài bản móng tương đương bằng các cạnh đáy của hình chóp cụt, với mặt trên của chóp cụt bằng các cạnh của nhóm cọc tại đáy dài cọc và độ nghiêng của các mặt bên bằng 1:4 (hình 3);

- Độ sâu đặt móng tương đương bằng $\frac{2}{3}$ chiều dài cọc, kể từ cốt đáy dài;

- Ứng suất phụ thêm do tải trọng công trình tác dụng lên các lớp đất ở phía dưới được tính gần đúng với giả thiết tải trọng lên nhóm cọc phân bố đều trên diện tích đáy của hình chóp cụt có mặt trên là bản móng tương đương và góc mở của các mặt bên bằng 30° .

Trong điều kiện đất nền thường gặp, ứng suất phụ thêm tại các lớp đất nằm dưới cao độ mũi cọc tương đương với giá trị tính được theo điều 7.1 của Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc 20 TCN 21.86.



HÌNH 3. Móng tương đương trong đất nền nhiều lớp.

3. MỘT SỐ GIẢ THIẾT TÍNH TOÁN

Việc tính toán độ lún của nhóm cọc có thể được thực hiện với các giả thiết sau đây :

- a) Đất nền nằm trong phạm vi nhóm cọc không bị biến dạng. Độ lún của nhóm cọc phụ thuộc vào biến dạng của các lớp đất nằm dưới mũi cọc.
- b) Ứng suất phụ thêm trong các lớp đất phía dưới mũi cọc được tính toán theo qui luật đã mô tả ở trên hoặc theo lý thuyết của boussinesq với giả thiết bản móng tương đương đặt trên mặt bản không gian đàn hồi.
- c) Độ lún của móng tương đương được tính theo các phương pháp thường được sử dụng cho móng nông.

DÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC TỪ KẾT QUẢ XUYÊN TÍNH

Thiết bị xuyên tính thông dụng có mũi xuyên hình côn với góc nhọn 60° và diện tích đáy của côn bằng 10cm^2 . Các mũi xuyên thường được trang bị áo do ma sát, cho phép xác định đồng thời sức kháng xuyên mũi và ma sát bên. Một số loại xuyên có diện tích đáy côn lớn hơn so với xuyên thông dụng được sử dụng để khảo sát đến độ sâu lớn và xuyên vào những lớp đất rất cứng. Việc sử dụng kết quả xuyên tính với thiết bị xuyên đặc biệt đang tính toán cần được thực hiện trên cơ sở một số tương quan xác định cho từng loại thiết bị cụ thể.

Ngoài ứng dụng chủ yếu trong việc xác định sự phân bố của các lớp đất theo chiều sâu, kết quả xuyên tính cũng được sử dụng để đánh giá sức chịu tải của cọc. Phương pháp tính dựa trên một số tương quan giữa sức kháng xuyên và sức chịu tải của đất nền, do đó kết quả tính toán nên được so sánh với kết quả nén tĩnh cọc để đánh giá độ tin cậy của các tương quan nói trên trong điều kiện đất nền ở từng địa phương. Cũng cần chú ý là việc sử dụng kết quả xuyên trong đất nền có lẫn đá mờ cỏi, cuội v.v..., có thể cho kết quả tính toán lớn hơn nhiều so với sức chịu tải của cọc.

DÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC TRONG ĐẤT RỜI

Trong trường hợp thiết bị xuyên cho phép đo sức kháng xuyên mũi, q_c , và ma sát bên f_m , sức chịu tải của cọc được tính theo công thức :

$$N = \left(C \sum_{i=1}^n f_{mi} l_i + q_p A_p \right) / \gamma_s \quad (1)$$

Trong đó :

N = khả năng chịu tải thiết kế,

C = chu vi tiết diện cọc,

f_{mi} = ma sát bên do lớp đất i , đo được trong thí nghiệm xuyên

l_i = Chiều dày lớp đất i ,

q_p = sức kháng dưới mũi cọc, lấy bằng q_c nhưng không lớn hơn 15 MPa

A_p = diện tích mũi cọc,

γ_s = hệ số an toàn, lấy bằng $2 \div 2,5$,

n = số lớp đất trong phạm vi chiều dài cọc.

Nếu thiết bị xuyên chỉ cho phép đo sức kháng xuyên đầu mũi, q_c , trong tính toán có thể sử dụng tương quan giữa sức chống lên mặt hông cọc, f_s , và q_c ;

$f_s = 0,01 q_c$ khi $q_c \leq 2,5 \text{ MPa}$

$f_s = 0,005 q_c$ khi $q_c \geq 10 \text{ MPa}$

DÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC TRONG ĐẤT DÍNH

Việc tính toán sức chịu tải của cọc trong đất dính được thực hiện thông qua tương quan giữa sức kháng xuyên đầu mũi, q_c , và sức kháng cắt không thoát nước c_u được xác định trên cơ sở so sánh kết quả tính toán với kết quả nén tĩnh cọc ở Hà Nội :

$$C_u = q_c/13 \quad \text{khi } q_c < 1,5 \text{ MPa}$$

$$C_u = q_c/25 \quad \text{khi } q_c > 3 \text{ MPa}$$

Sức chịu tải của cọc được tính theo công thức :

$$N = \left(C \sum_{i=1}^n \alpha_i C_{ui} l_i + N_c C_u A_p \right) / FS \quad (2)$$

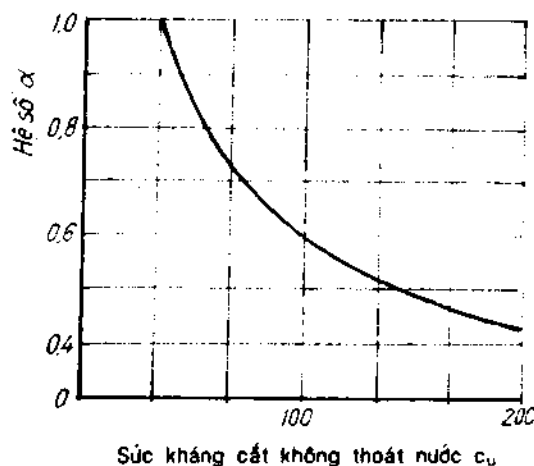
Trong đó :

α_i = hệ số, xác định theo hình 1,

C_{ui} = sức kháng cắt không thoát nước của lớp đất i ,

N_c = hệ số sức chịu tải, lấy bằng 9.0 cho đất có kết bìn thường.

Ý nghĩa các ký hiệu khác giống như trong công thức (1).



HÌNH 1 . Quan hệ $c_u - \alpha$

MỤC LỤC *

	Trang
- Lời nói đầu	3
1- Nguyên tắc chung	5
2- Các loại cọc	9
3- Yêu cầu đối với khảo sát	18
4- Những chỉ dẫn cơ bản về tính toán	23
5- Tính toán cọc, cọc ống và cọc trụ theo sức chịu tải	27
6- Xác định sức mang tải của cọc và cọc ống theo kết quả nghiên cứu hiện trường	66
7- Tính toán móng cọc và nền cọc theo biến dạng	76
8- Thiết kế móng cọc	89
12- Đặc điểm thiết kế móng cọc trong những vùng có động đất	102
13- Những đặc điểm thiết kế móng cọc cho các trụ đường dây tải điện trên không	113
Phụ lục tiêu chuẩn.	
- Phụ lục I : Tính cọc dưới sự tác dụng đồng thời của tải trọng đứng, tải trọng ngang và mômen	115
- Phụ lục 11 : Tính toán đài bê tông cốt thép dạng tấm của móng cọc dưới cột nhà và công trình	130
- Phụ lục 16 : Tính toán độ lún của nhóm cọc	133
- Phụ lục 17 : Đánh giá sức chịu tải của cọc từ kết quả xuyên tĩnh	137

* Không đề cập đến một số điều, chương hoặc phụ lục không cần thiết, nhưng giữ nguyên thứ tự trình bày trong quyển "Hướng dẫn thiết kế móng cọc" bằng tiếng Nga, xuất bản năm 1980. Đồng thời biên soạn thêm hai phụ lục 16 và 17.

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ MÓNG CỌC

Chịu trách nhiệm xuất bản:

PTS LÊ VĂN THUỘC

Biên tập:

KS TRẦN MỸ VƯỢNG

Biên tập kỹ thuật:

NGUYỄN THU HÒA

Bìa:

- NGUYỄN THU HÒA

Sửa bản in:

TRẦN MỸ VƯỢNG

NGUYỄN MINH KHÔI

DINH VĂN DỒNG

In 3000 cuốn khổ sách 19 x 27 (cm) tại xưởng in NXH Xây dựng
Giấy phép số 1640-KH/XD. In xong và nộp lưu chiểu tháng 12 - 1993.