

# **Móng cọc tiết diện nhỏ - tiêu chuẩn thiết kế**

## ***Small sectional piles - Design standard***

### **1. Những quy định chung**

- 1.1. Tiêu chuẩn này áp dụng cho tất cả các loại cọc có chiều rộng tiết diện nhỏ hơn 250mm, được thi công bằng phương pháp đóng hoặc ép.
- 1.2. Cọc tiết diện nhỏ có thể sử dụng trong các công trình dân dụng và công nghiệp có tải trọng nhỏ và trung bình, trong việc gia cường nền móng các công trình bị hư hại do lún hoặc cần cơi nới tầng.
- 1.3. Không nên sử dụng cọc tiết diện nhỏ với móng cọc dài cao hoặc công trình chịu tải trọng ngang lớn.
- 1.4. Đồ án thiết kế cần xét đến ảnh hưởng bất lợi như chấn động, tiếng ồn, lún ảnh hưởng do công trình xây chen đến các công trình xung quanh.
- 1.5. Các chú thích và phụ lục trong tiêu chuẩn mang tính chất ghi chú, hướng dẫn, kiến nghị nên dùng.
- 1.6. Định nghĩa một số thuật ngữ, kí hiệu đơn vị.

Chiều dài cọc L : Chiều dài thân cọc, kể từ đầu cọc tới mũi cọc, m

Chiều rộng cọc B : Đường kính B của đường tròn nội tiếp với tiết diện thân cọc, cm.

Độ ngàm mũi cọc L<sub>1</sub> : Phần chiều dài cọc nằm trong lớp đất chịu lực chủ yếu, m.

Cao độ đầu cọc : Cao độ đầu cọc sau khi đóng hoặc ép, trước khi đập đầu cọc.

Cốt thép cọc : Cốt chủ là các thanh cốt thép dọc thân cọc được tính đến khi xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu. Cốt đai là các cốt thép ngang của thân cọc.

Sức chịu tải P<sub>u</sub> : Sức chịu tải giới hạn là tải trọng phá hoại của đất hoặc vật liệu cọc, kN

P<sub>a</sub> - Sức chịu tải cho phép, là tải trọng tính theo điều kiện đất nền hoặc vật liệu cọc, bằng sức chịu tải giới hạn chia cho hệ số an toàn, kN.

P<sub>uk</sub> - Sức chịu tải giới hạn chịu nhỏ, kN.

Hệ số an toàn FS: Tỉ số giữa sức chịu tải giới hạn và sức chịu tải cho phép.

Thí nghiệm: Khảo sát thăm dò: khảo sát điều kiện địa chất công trình, thu thập thông tin về đất nền, địa hình.

Thí nghiệm nén tĩnh sơ bộ: nén tĩnh cọc trước khi thi công đại trà. Thí nghiệm động: Xác định quy trình thi công và sức chịu tải của cọc.

Thí nghiệm kiểm tra: kiểm tra vật liệu cọc.

Thí nghiệm nén tĩnh kiểm tra: nén tĩnh cọc trong quá trình thi công hoặc sau khi thi công cọc.

Thí nghiệm đo sóng ứng suất: sử dụng lí thuyết truyền sóng để xác định mức chịu tải và phát hiện khuyết tật của cọc.

Độ chối:	Độ cắm sâu trung bình dưới một nhát búa đập, được đo trong một loạt 10 nhát, mm.
Độ trôi cọc:	Cọc được nâng lên do đóng các cọc lân cận.
Chu vi cọc C:	Chu vi tiết diện thân cọc, m.
Tiết diện cọc A:	Diện tích của tiết diện vuông góc với thân cọc, m <sup>2</sup>
Mũi cọc:	Phần dưới cùng của cọc.
Đầu cọc:	Phần trên cùng của cọc sau khi thi công.
Cao độ thiết kế đầu cọc:	Độ cao đầu cọc được quy định trong bản vẽ thiết kế.
Tải trọng tác dụng:	Được tính từ các tổ hợp tải trọng.
Ma sát âm:	Lực kéo cọc đi xuống do chuyển vị của nền đất xung quanh cọc lớn hơn chuyển vị của cọc.
Cọc ép:	Công nghệ ép các đoạn cọc bê tông cốt thép hoặc thép xuống đất bằng hệ kích thủy lực.
Cọc ép trước :	Sử dụng đối trọng tự do hoặc neo đất.
Cọc ép sau :	Sử dụng đối trọng là tải trọng công trình.

## **2. Vật liệu cọc**

### **2.1. Quy định chung về vật liệu cọc**

Cọc tiết diện nhỏ được thiết kế bằng bê tông cốt thép hoặc thép.

### **2.2. Cọc bê tông cốt thép**

2.2.1. Cọc bê tông cốt thép được chế tạo bằng các loại vật liệu phù hợp với các quy định của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép hiện hành.

2.2.2. Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn nên đúc sẵn bằng bê tông nặng có mác không nhỏ hơn 250.

***Chú thích:** Trong điều kiện địa chất và thi công và thi công phức tạp nên dùng cọc bê tông cốt thép có mác 250- 350.*

2.2.3. Có thể sử dụng cốt thép thường hoặc cốt thép căng trước. Cọc chế tạo bằng bê tông cốt thép ứng suất trước nên thiết kế với bê tông nhỏ hơn 300.

2.2.4. Không thiết kế cọc bê tông cốt thép không có cốt đai.

### **2.3. Cọc thép**

2.3.1. Cọc thép được chế tạo bằng ống thép hoặc thép hình phù hợp với các quy định của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép hiện hành.

2.3.2. Cần có biện pháp thích hợp bảo vệ cọc thép khỏi bị ăn mòn, đặc biệt chú ý tới phần cọc nằm trên mực nước ngầm, hoặc nền đất đắp, đất bị xáo trộn.

***Chú thích:** Theo kinh nghiệm, tốc độ ăn mòn của cọc thép bằng 0,01 mm/năm cho đất ít bị xâm thực, 0,04mm/năm cho đất bị xâm thực trung bình và 0,1mm/năm cho đất xâm thực.*

## **3. Một số yêu cầu đối với công tác khảo sát**

### **3.1. Công tác khảo sát phục vụ thi công móng cọc tiết diện nhỏ bao gồm:**

- Khảo sát địa hình.
- Khảo sát địa chất công trình.
- Thí nghiệm cọc tại hiện trường.

**Chú thích:** Việc khảo sát cần được tiến hành với mục đích cung cấp những thông tin cần thiết cho người thiết kế để đánh giá những yếu tố sau:

- Ảnh hưởng của chấn động và tiếng ồn đối với các khu vực xung quanh khi thi công cọc bằng phương pháp đóng;
- Lún ảnh hưởng của công trình xây trên lún đến các công trình lân cận;
- Khả năng gặp chướng ngại vật khi thi công và biện pháp khắc phục.

3.2. Các yêu cầu về khối lượng và nội dung phương pháp khảo sát địa chất công trình cần được thực hiện theo yêu cầu của các tiêu chuẩn thiết kế móng cọc và tiêu chuẩn về khảo sát địa chất công trình.

**Chú thích:**

- Công tác khảo sát địa chất công trình nên tiến hành làm hai giai đoạn: khảo sát sơ bộ để tìm phương án móng và khảo sát kỹ thuật phục vụ thiết kế móng cọc nhỏ (trong trường hợp cần thiết).
- Việc khảo sát kỹ thuật nên được tiến hành bổ sung bằng các loại thiết bị khảo sát hiện trường: xuyên tĩnh, xuyên động, cắt cánh và nén ngang trong hố khoan.

3.3. Khối lượng và phương pháp thí nghiệm cọc tại hiện trường được thực hiện theo các quy định của Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc hoặc Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu cọc tiết diện nhỏ.

## **4. Thiết kế cọc và móng cọc**

### **4.1. Chỉ dẫn chung**

4.1.1. Thiết kế móng cọc được tiến hành theo hai trạng thái giới hạn:

a) Trạng thái giới hạn thứ nhất:

- Khả năng chịu tải của cọc trong nền đất;
- Độ bền của kết cấu cọc và đài cọc;

**Chú thích:** Khi tính toán cọc theo độ bền của kết cấu, cọc được coi là thanh ngầm cứng trong đất tại độ sâu  $l_e$ . Một số phương pháp xác định  $l_e$  được trình bày trong phụ lục B.

b) Trạng thái giới hạn thứ hai:

- Độ lún của móng cọc do tải trọng thẳng đứng tạo ra (đặc biệt là độ lún lệch).
- Hình thành và mở rộng vết nứt trong cọc bê tông cốt thép.
- Độ lún ảnh hưởng qua lại của công trình mới và các công trình lân cận.

4.1.2. Đồ án thiết kế cần đánh giá ảnh hưởng do những biến động của điều kiện đất nền đối với móng cọc như:

- Độ lún cố kết của các lớp đất dưới tải trọng công trình;
- Độ lún do đất đắp và tải trọng của các công trình lân cận;
- Thay đổi của mực nước ngầm;
- Ảnh hưởng do sự thay đổi thể tích của đất trương nở và đất lún ướt

4.1.3. Tải trọng công trình và các đặc trưng tính toán của đất nền xác định theo các tiêu chuẩn hiện hành.

4.1.3.1. Tải trọng thường xuyên sử dụng trong tính toán gồm có:

- Trọng lượng các phần nhà và công trình, bao gồm cả trọng lượng móng;
- Ma sát âm do đất đắp, hạ mực nước ngầm, đất dưới cố kết hoặc tải trọng của công trình lân cận gây ra.

4.1.3.2. Tải trọng tạm thời dài hạn được tính theo các điểm quy định trong tiêu chuẩn về tải trọng và tác động hiện hành. Trường hợp cọc nằm trong đất trương nở, phải kể đến ảnh hưởng do sự thay đổi thể tích của đất nền tác dụng lên cọc.

4.1.3.3. Ngoài các tải trọng tạm thời ngắn hạn quy định trong tiêu chuẩn về tải trọng và tác động cần kiểm tra độ bền của cọc dưới tác dụng của tải trọng thi công đóng hoặc ép.

**Chú thích:**

- Tải trọng và tác động của búa máy nên được xác định bằng lý thuyết truyền sóng ứng suất trong cọc.

- Các hệ số vượt tải đối với tải trọng thi công được lấy bằng 1.0.

4.1.3.4. Khi thiết kế và thi công cọc bằng phương pháp ép sau cần kiểm tra tải trọng của bộ phận công trình chịu ảnh hưởng do lực ép cọc tại thời điểm thi công. Hệ số vượt tải đối với tất cả các tải trọng của công trình nhỏ hơn 1.0. Tải trọng của bộ phận công trình chịu ảnh hưởng do ép cọc phải lớn hơn lực ép lớn nhất dự kiến trong quá trình thi công.

**Chú thích:** Hệ số vượt tải đối với tải trọng công trình trong trường hợp này nên lấy bằng 0,9.

4.1.3.5. Khi tính toán tải trọng của công trình truyền lên tải trọng cần xét đến ảnh hưởng do sai lệch về vị trí cọc trong phạm vi cho phép khi thi công.

4.1.3.6. Cọc và nhóm cọc cần bố trí sao cho điểm đặt tải trọng truyền xuống móng gần trọng tâm nhóm cọc nhất.

4.1.3.7. Cần đánh giá mức độ và phương pháp hạn chế những ảnh hưởng bất lợi do móng của công trình gây ra như:

- Chấn động và tiếng ồn khi thi công cọc;

- Ảnh hưởng của việc đào hố móng đối với các công trình lân cận;

- Độ lún ảnh hưởng đến các công trình lân cận, đặc biệt trong trường hợp thiết kế và thi công cọc bằng phương pháp ép sau.

4.2. Đánh giá khả năng chịu tải theo điều kiện đất nền;

4.2.1. Sức chịu tải cho phép của cọc xác định theo công thức:

$$P_a \leq P_u / FS$$

Trong đó:

$P_a$  : Tải trọng tính toán truyền lên cọc, kN;

$P_u$  : Sức chịu tải giới hạn của cọc, kN;

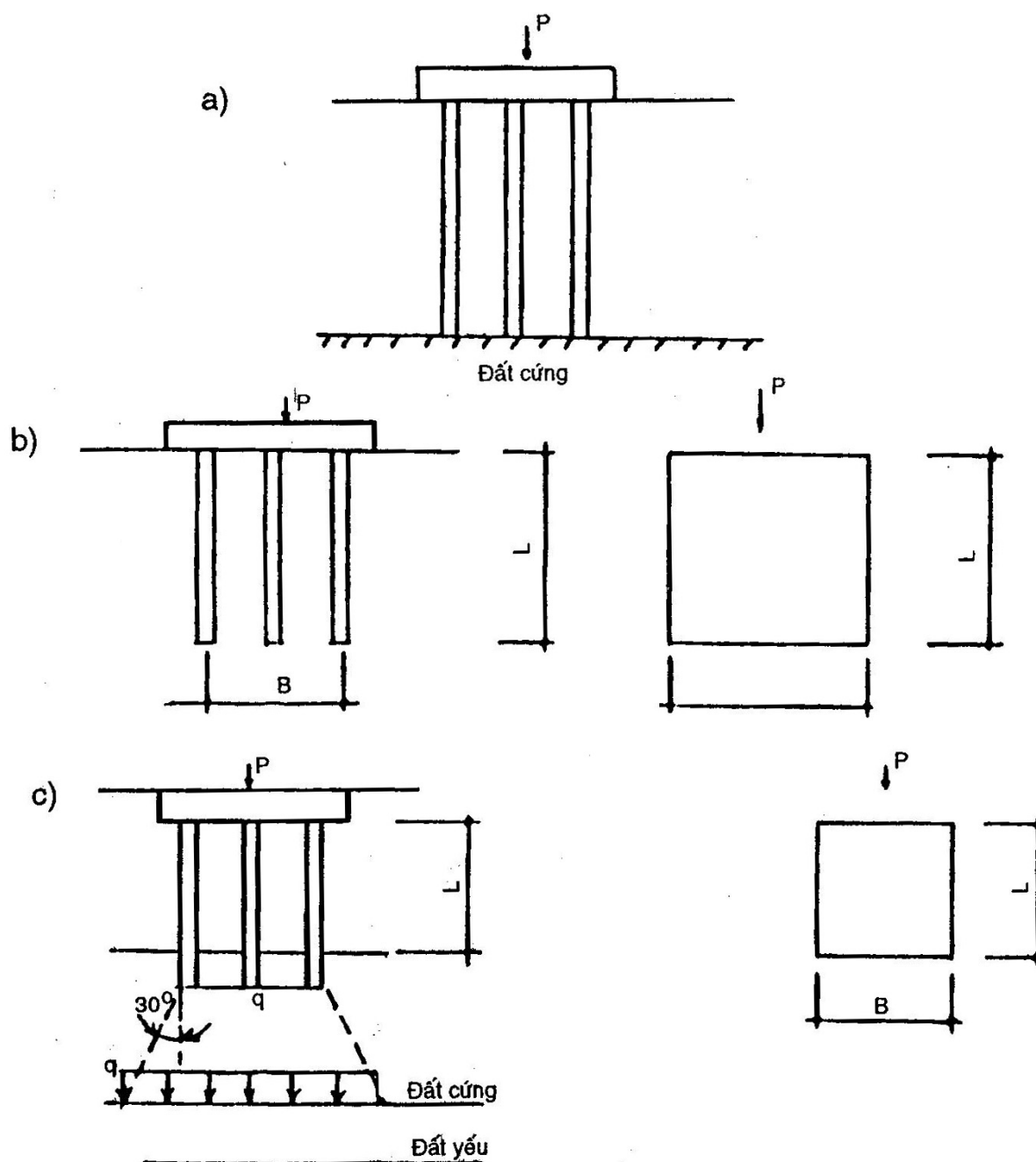
FS : Hệ số an toàn lấy theo điều 4.2.7 của Tiêu chuẩn này.

4.2.2. Sức chịu tải của cọc được dự tính với số liệu từ kết quả khảo sát địa chất công trình.

a) Sử dụng các công thức tính với số liệu từ kết quả khảo sát địa chất công trình

b) Thí nghiệm cọc bằng tải trọng tĩnh tại hiện trường.

c) Thí nghiệm cọc bằng tải trọng động tại hiện trường.



**Hình 4.1: Sơ đồ tính sức chịu tải của nhóm cọc**  
**a. Cọc chống vào lớp đất cứng ; b. Cọc ma sát**  
**c. Cọc chống vào lớp đất cứng nằm trên lớp đất yếu.**

4.2.3. Sức chịu tải giới hạn của cọc theo công thức tính được xác định bằng biểu thức:

$$P_u = C \sum_{i=1}^m l_i f_{si} + f_b A_b \quad (4.2)$$

Trong đó:

C: Chu vi ngoài của tiết diện cọc, m;

m: Số lớp đất trong phạm vi chiều cọc;

$l_i$ : chiều dày lớp đất thứ  $i$ , m;

$f_{si}$ : ma sát bên giới hạn của lớp đất  $i$ , kN/m<sup>2</sup>

$f_b$ : Sức chống giới hạn của lớp đất dưới mũi cọc, kN/m<sup>2</sup>

Giá trị của  $f$  và  $f$  được xác định trên cơ sở sau:

- Kết quả thí nghiệm mẫu đất nguyên dạng trong phòng thí nghiệm.
- Kết quả khảo sát bằng các thiết bị hiện trường như xuyên, cắt cánh, nén ngang...
- Kết quả thí nghiệm cọc.

**Chú thích:**

- Một số phương pháp tính  $f_{si}$  và  $f_b$  từ kết quả khảo sát bằng thiết bị thí nghiệm hiện trường được trình bày trong phụ lục A.
- Ma sát bên của lớp gần mặt đất, trong khoảng 1.0 m, không nên kể đến trong tính toán

4.2.4. Nên đánh giá sức chịu tải giới hạn của nhóm cọc trong đất nền theo một trong những trường hợp sau:

- Đối với cọc chống vào đá, cuội sỏi hoặc sét cứng có chiều dày lớn (hình 4.1.a), sức chịu tải giới hạn của nhóm cọc lấy bằng  $n.P_u$ , trong đó  $n$  là số cọc trong nhóm.
- Đối với nhóm cọc ma sát ( hình 4.1.b ), sức chịu tải giới hạn của nhóm cọc lấy bằng trị nhỏ hơn của:
  - $n.P_u$
  - Sức chịu tải giới hạn của khối móng quy ước.
- Trường hợp mũi cọc tựa trên một lớp đất cứng nhưng dưới đó có những lớp đất yếu (hình 4.1.c), sức chịu tải giới hạn của nhóm cọc lấy bằng giá trị nhỏ hơn của:
  - Nếu
  - Sức chịu tải giới hạn của khối móng quy ước.
  - Khả năng chống chọc thủng lớp đất tựa mũi cọc.

**Chú thích:** Tải trọng phân bố đều theo hình chóp cụt với góc nghiêng của các mặt với phương thẳng đứng là 30° tác dụng lên bề mặt lớp đất yếu (hình 4.1.c) được dùng để kiểm tra chống chọc thủng của lớp đất cứng. Không xảy ra chọc thủng khi  $q < 3c_u$ , trong đó  $C_u$  là sức kháng cắt không thoát nước của lớp đất yếu.

4.2.5. Thí nghiệm cọc bằng tải trọng động tại hiện trường được tiến hành bằng:

- Đo độ chối khi đóng cọc và tính toán theo các công thức động.
- Đo sóng ứng suất trong cọc và phân tích kết quả đo bằng lý thuyết truyền sóng.

**Chú ý:** kết quả thí nghiệm bằng tải trọng động nên được hiệu chỉnh so với thí nghiệm bằng tải trọng tĩnh tại từng hiện trường cụ thể.

4.2.6. Hệ số an toàn FS nên được lựa chọn trên cơ sở:

- phương pháp đánh giá sức chịu tải giới hạn.
- Điều kiện đất nền và đặc điểm kết cấu công trình.
- Hậu quả sự cố nền móng có thể gây ra.
- Phương pháp và thiết bị thi công.

e) Số lượng và chất lượng mối nối cọc.

g) Kinh nghiệm của người thiết kế.

**Chú thích:** Những giá trị số FS dưới đây được kiến nghị sử dụng, tùy thuộc vào đặc điểm công trình và được thỏa thuận với chủ đầu tư. Chú ý hệ số an toàn FS là tỉ số giữa sức chịu tải giới hạn và sức chịu tải cho phép.

- Trong mọi trường hợp hệ số an toàn không nên nhỏ hơn 1.5. riêng đối với công trình sửa chữa nền móng nên lấy  $FS > 2$ .
- Khi tính toán sức chịu tải giới hạn của cọc bằng công thức tính,  $FS = 2.0 - 3.0$  tùy thuộc vào độ tin cậy của tài liệu khảo sát địa chất.
- thí nghiệm tải trọng tĩnh lấy  $FS = 2.0$ . Sức chịu tải cho phép đồng thời phải thỏa mãn yêu cầu về chuyển vị quy định trong điều 5.7 của Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu móng cọc tiết diện nhỏ.
- Đối với kết quả thí nghiệm theo công thức động, hệ số an toàn được xác định trên cơ sở so sánh với thí nghiệm tĩnh ở từng hiện trường cụ thể.
- Thí nghiệm đo sóng ứng suất lấy  $FS = 2.5$
- Khi khả năng chịu tải của đất nền có thể giảm dần theo thời gian, hệ số an toàn được lấy cao hơn so với trường hợp bình thường.

4.2.7. Sức chịu tải giới hạn của cọc nhỏ P<sub>uk</sub> theo điều kiện đất nền được xác định bằng các phương pháp:

a) Sử dụng công thức tĩnh.

b) Thí nghiệm tại hiện trường.

4.2.7.1. Sức chịu tải giới hạn P<sub>uk</sub> được xác định theo công thức:

$$P_{uk} = C \sum_{i=1}^m f_{si} l_i + w \quad (4.3)$$

Trong đó: W: Trọng lượng cây cọc, kN.

Các kí hiệu khác như trong công thức (4.2).

4.2.7.2. Tính sức chịu tải của nhóm cọc chịu kéo theo sơ đồ của hình 4.1.b. Nhưng không kể đến sức chịu tải của đáy khối móng quy ước.

**Chú thích:**

- Đối với đất trời, giá trị của  $f_{si}$  bằng 50% so với trường hợp cọc bị nén.
- Đối với cọc nằm trong đất dính,  $f_{si}$  có thể lấy bằng giá trị tính toán cho cọc chịu nén;
- Trong tính toán trọng lượng cọc W phải xét đến lực đẩy nổi do nước ngầm;
- Không nên kể đến khả năng chệch kéo của lớp đất khoảng 1.0 m nằm gần mặt đất;
- Trường hợp cọc nằm trong đất sét, chịu lực nhỏ thường xuyên, trong tính toán cần sử dụng các thông số của cường độ đất nền theo thí nghiệm cắt có thoát nước.

4.2.8. Ma sát âm lên cọc xảy ra khi độ lún của đất nền lớn hơn chuyển dịch của cọc tại độ sâu tương ứng.

4.2.8.1. Lực ma sát âm lên cọc P<sub>n</sub> được xác định theo công thức:

$$P_n = C \cdot \sum_{i=1}^m f_{ni} l_i \quad (4.4)$$

Trong đó:

$f_{ni}$  = ma sát âm giới hạn tác dụng lên cọc tại lớp đất i trên phần cọc chịu ma sát âm, kN/m<sup>2</sup>

m: Số lớp đất gây ma sát âm.

**Chú thích:**

- Giá trị tối đa của ma sát âm giới hạn:

$$f_n = F\sigma'_v$$

Trong đó:  $F$ : Hệ số, lấy bằng 0.30

$\sigma'_v$ : Ứng suất hữu hiệu theo phương thẳng đứng.

- Đối với cọc chống, phần chiều dài cọc chịu ma sát âm lấy bằng chiều sâu cọc gặp lớp đất cứng tựa cọc;
- Đối với cọc ma sát trong nền đất đồng nhất, phần chiều dài cọc chịu ma sát âm lấy bằng 0.71L.

#### 4.3. Thiết kế đoạn cọc.

##### 4.3.1. Nguyên tắc chung.

##### 4.3.1.1. Thiết kế đoạn cọc được thực hiện theo quy định của:

- a) Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc
- b) Tiêu chuẩn thiết kế cấu bê tông cốt thép
- c) Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép.

##### 4.3.1.2. Cọc được thiết kế chịu tác dụng của tổ hợp tải trọng bất lợi nhất theo điều 4.1.3 của tiêu chuẩn này.

##### 4.3.1.3. Cọc nên được thiết kế với số lượng mỗi nối tối thiểu.

**Chú thích:**

- Tùy thuộc vào điều kiện thi công và chiều rộng tiết diện cọc, chiều dài đốt cọc được quy định cụ thể;
- Chiều dài đoạn cọc đóng thường là 3 + 6 m;
- Chiều dài đoạn cọc ép thường là 1.5 + 3 m;

##### 4.3.1.4. Mỗi nối cọc cần được thiết kế đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Cường độ mỗi nối phải tương ứng với các tiết diện khác của cọc.
- b) Đảm bảo sự đồng trục của các đoạn cọc.
- c) Dễ thi công.

**Chú thích:** Trong trường hợp cọc thẳng đứng thi công bằng phương pháp ép và chịu nén có thể nối cọc bằng loại chốt thép, lồng thép. Nên bố trí lỗ rỗng ở tâm tiết diện cọc để có thể kiểm tra độ thẳng đứng của cây cọc sau khi thi công.

##### 4.3.1.5. Tiết diện tính toán của cọc như sau:

- a) Đối với cọc thép, trường hợp nằm trong đất có khả năng ăn mòn, lấy bằng tiết diện cọc trừ đi chiều dày bị giảm yếu do ăn mòn sau khoảng thời gian bằng tuổi thọ công trình.
- b) Đối với cọc bê tông cốt thép lấy bằng tiết diện yếu nhất của cây cọc.

##### 4.3.2. Cọc thép

##### 4.3.2.1. Cọc có thể được chế tạo bằng ống thép hoặc các loại thép hình.

##### 4.3.2.2. Các loại cọc được nối bằng liên kết hàn hoặc bu lông.

##### 4.3.3. Cọc bê tông cốt thép.

##### 4.3.3.1. Thiết kế các đoạn cọc cần kiểm tra độ bền của vật liệu khi vận chuyển, cầu lắp, sắp đặt và thi công.



4.3.3.2. Hàm lượng tối thiểu thép dọc trục  $\mu$  trong các đoạn cọc như sau:

a) Với  $L/B < 30$   $\mu \geq 1.0\%$

b) Với  $L/B < 30\mu \geq 1.5\%$

**Chú thích:**

- Không nên dùng thép cán nóng đường kính nhỏ hơn 10 mm làm cốt thép chủ của cọc;

- Các loại thép thường dùng là  $\phi 12$ ,  $\phi 14$  và  $\phi 16$ , nhóm A-I hoặc A-II.

4.3.3.3. Cốt thép sử dụng thép  $\phi 5$  hoặc  $\phi 6$  mặt bích cọc chế tạo bằng ống thép, thép hình hoặc bản thép với chiều dày 4 đến 6mm.

**Chú thích:** Mặt bích cọc nên được hàn vào 4 thép neo có đường kính tương đương thép chủ của cọc và có chiều dài không nhỏ hơn 4 lần chiều rộng tiết diện cọc.

4.3.3.4. Trừ đoạn gần đầu cọc và mũi cọc, khoảng cách giữa các đai thép không lớn hơn:

a) Chiều rộng tiết diện cọc.

b) 15 cm.

4.3.3.5. Tại các đầu đoạn cọc, trong khoảng 3 lần chiều rộng cọc, cần tăng cường mật độ thép đai lên 3 lần, càng xa đầu đoạn cọc, thép đai đặt thưa dần. Trong khoảng hai lần chiều rộng cọc kể từ đầu đoạn cọc có thể đặt thêm một số lưới thép.

4.3.3.6. Các thép đai đặt trong khoảng 2 lần chiều rộng tiết diện cọc nên được liên kết hàn với thép dọc trục.

**Chú thích:** Trường hợp được thiết kế để đóng vào đất yếu, không xuyên những lớp đất cứng có thể không cần tăng cường thép đai tại đầu các đoạn cọc.

4.3.3.7. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ lấy bằng 2,5 cm trong điều kiện bình thường.

4.3.3.8. Các đoạn cọc nên được thiết kế nối với nhau bằng hàn điện.

4.3.3.9. Thực hiện tính toán kiểm tra các mối nối đối với cọc chịu kéo. Các mối hàn nằm trong vùng chịu ảnh hưởng của hiện tượng ăn mòn thép cần được bảo vệ.

4.4. Thiết kế đài cọc.

4.4.1. Thiết kế đài cọc nên thực hiện theo yêu cầu của Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép. Khi thiết kế đài cọc cần kiểm tra khả năng chống chọc thủng, mô men uốn.

**Chú thích:** khi sử dụng cọc thép cần kiểm tra khả năng chịu nén cục bộ của bê tông đài cọc tại vị trí đầu cọc.

4.4.2. Đài cọc được thiết kế đủ khả năng truyền tải trong công trình lên tất cả các cọc trong nhóm một cách tương đối đồng đều.

4.4.3. Khi lựa chọn các kích thước đài cọc trên mặt bằng phải tính đến sự sai lệch vị trí trong phạm vi cho phép của cọc khi thi công.

4.4.4. Đài cọc cho cọc ép sau được thiết kế tương tự các đài cọc thông thường, ngoài ra cần thiết phải kiểm tra;

- Khả năng chịu tải và độ lún của hệ thống móng nông tạm thời cho tới thời điểm liên kết cọc vào đài cọc.

- Khả năng chịu tải của hệ thống đài cọc và móng tạm thời chịu tác dụng của tải trọng ép cọc.

- Khả năng chịu tải của liên kết giữa cọc và đài cọc.

4.4.5. Số lượng cọc tối thiểu dưới một đài cọc không có giằng liên kết là 3 cây.

- 4.4.6. Đài cọc trên một cây cọc độc lập phải được liên kết với đài cọc khác bằng giằng móng theo hai phương.
- 4.4.7. Đài cọc trên hai cây cọc phải được liên kết với đài cọc khác bằng giằng móng theo phương vuông với đường thẳng đi qua tâm hai cọc.
- 4.4.8. Khoảng cách giữa các cọc bố trí trong nhóm không nhỏ hơn:
- 3 lần chiều rộng tiết diện đối với cọc ma sát.
  - 2 lần chiều rộng tiết diện với cọc chống.

**Chú thích:**

- Khi cọc có chiều dài lớn, khoảng cách giữa các cọc nên được lấy cao hơn các giá trị nêu trên.
- Cọc ma sát tại khu vực khe lún có thể bố trí với khoảng cách tương đương 2.5 lần chiều rộng tiết diện cọc.

- 4.4.9. Đài cọc được thiết kế với mác bê tông không nhỏ hơn 200.
- 4.4.10. Liên kết giữa cọc và đài cọc bằng gối tựa kiểu khớp hoặc ngàm. Liên kết ngàm chỉ bắt buộc thực hiện đối với cọc chịu kéo.
- Chú thích:** Liên kết ngàm được thực hiện bằng cách chôn sâu cốt thép vào đài với chiều dài tương ứng với các yêu cầu của các Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép.
- 4.4.11. Trong trường hợp liên kết khớp giữa cọc và đài cọc, phần đầu cọc nằm trong đài bằng 5 - 10 cm.
- 4.4.12. Khoảng cách từ mép cọc đến mép đài cọc không nhỏ hơn 10 cm.
- 4.4.13. Cốt thép trong đài bố trí thành lưới. Mật độ cốt thép tại khu vực dưới cột nền dày hơn các khu vực khác.
- 4.4.14. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép mặt dưới đài cọc bằng:
- 7 cm khi đổ bê tông trực tiếp trên đất nền.
  - 4 cm khi có lớp bê tông lót đáy móng.

**5. Tính toán độ lún của móng cọc**

- 5.1. Việc tính toán độ lún của cọc chống và nhóm cọc chống không cần thực hiện, nếu có biện pháp loại trừ khả năng cọc bị nâng lên do thi công các cọc lân cận.
- 5.2. Không cần tính toán cọc và nhóm cọc chịu kéo theo điều kiện biến dạng.
- 5.3. Tải trọng của móng được truyền xuống đất nền thông qua một bản móng tương đương. Kích thước và độ sâu đặt bản móng tương đương nên xác định theo phụ lục C của Tiêu chuẩn này.
- 5.4. Khi tính toán độ lún của một đài cọc trong công trình cần kể tới độ lún ảnh hưởng do các nhóm cọc lân cận.
- 5.5. Tính toán độ lún của móng cọc dưới tác dụng đồng thời của tải trọng thẳng đứng, momen và lực ngang nên thực hiện theo chỉ dẫn của tiêu chuẩn thiết kế móng cọc hiện hành.

**Phụ lục A**

**Một số phương pháp đánh giá khả năng chịu tải của đất nền**

- A.1. Đánh giá sức chịu tải của cọc trong đất dính theo phương pháp ứng suất toàn phần.

Ma sát  $f_s$ ,  $\text{kN/m}^2$ , và sức chống dưới mũi cọc  $f_b$ ,  $\text{kN/m}^2$  được tính từ sức kháng cắt không thoát nước của đất nền  $C_u$  tính theo công thức:

$$f_a = \alpha c_u \quad (\text{A.1.1.})$$

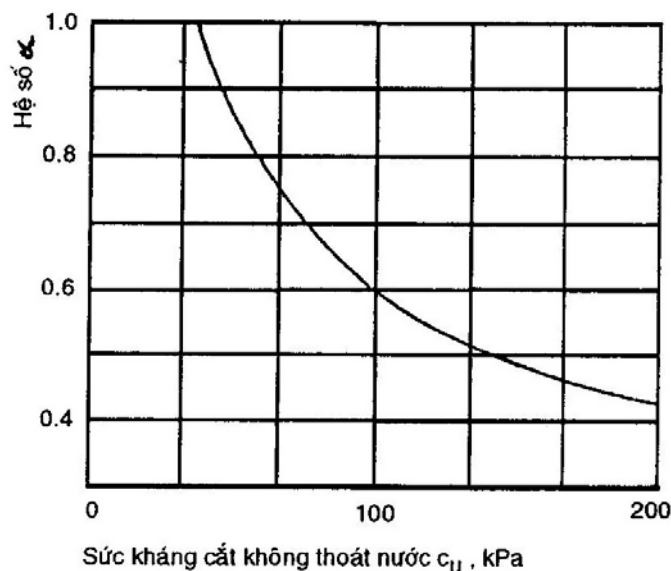
$$f_b = N_c c_b \quad (\text{A.1.2.})$$

Trong đó:

$\alpha$  : hệ số, lấy theo hình A.1

$N_c$ : Hệ số sức chịu tải, lấy bằng 9.0

$c_b$ : Sức kháng nước trung bình của đất nền trong khoảng 2 lần đường kính cọc tính từ độ sâu mũi cọc xuống phía dưới,  $\text{KN/m}^2$



**Hình A-1 : Hệ số  $\alpha$**

A.2. Đánh giá sức chịu tải của cọc theo kết quả xuyên tĩnh

A.2.1. Đánh giá sức chịu tải của cọc theo kết quả xuyên tĩnh trong đất dính.

Theo kết quả thực nghiệm, tương quan giữa sức kháng xuyên đầu mũi  $q_c$ ,  $\text{kN/m}^2$  và sức kháng cắt không thoát nước của  $c_u$ ,  $\text{kN/m}^2$ , của đất sét cổ kết bình thường xác định theo công thức:

$$c_u = q_c / 15 \quad (\text{A.2.1.})$$

Quan hệ giữa  $f_s$ ,  $f_b$  và  $c_u$  xác định theo công thức A.1.1. và A.1.2. của phụ lục này.

A.2.2. Đánh giá sức chịu tải của cọc trong đất rời.

Quan hệ giữa ma sát bên  $f_s$ ,  $\text{kN/m}^2$ , và sức kháng xuyên đầu mũi  $q_c$ ,  $\text{kN/m}^2$ , xác định theo công thức:

$$f_s = K_1 q_c \quad (\text{A.2.2.})$$

Trong đó:  $K_1 = 0.005$  cho cát chặt

$K_1 = 0.01$  cho cát rời

Quan hệ giữa sức chống đầu mũi cọc  $f_b$ , và sức kháng xuyên đầu mũi  $q_c$  được xác định theo công thức:

$$f_b = K_2 q_c \quad (A.2.3.)$$

Trong đó:  $K_2 = 1.0$  khi  $q_c < 10$  Mpa

$K_2 = 0.5$  khi  $q_c > 10$  Mpa

Trong mọi điều kiện, giá trị của  $f_b$  không lấy lớn hơn 15 Mpa.

A.3. Đánh giá sức chịu tải của cọc theo phương pháp ứng suất hữu hiệu.

A.3.1. Đánh giá sức chịu tải của cọc trong đất dính.

Ma sát bên thành cọc trong đất dính xác định theo công thức:

$$F_s = \beta \sigma'_v \quad (A.3.1.)$$

Trong đó:  $\beta$ : hệ số thay đổi từ 0.25 đến 0.40 cho đất sét cô kết bình thường.

Trong tính toán sơ bộ có thể lấy  $\beta = 0.30$ .

$\sigma'_v$ : Ứng suất hữu hiệu trong đất theo phương thẳng đứng, kN/m<sup>2</sup>

A.3.2. Đánh giá sức chịu tải của cọc trong đất rời

Ma sát bên và sức chống đầu mũi của cọc trong đất rời tăng dần theo chiều sâu cho tới khi đạt độ sâu giới hạn. Ma sát bên của cọc tại độ sâu  $Z$  được tính toán như sau:

$$F_s = K_3 \sigma'_v \text{ khi } Z \leq Z_L \quad (A.3.2.)$$

$$F_s = K_3 \sigma'_{vL} \text{ khi } Z > Z_L \quad (A.3.3.)$$

Trong đó:

$Z_L$ : Độ sâu giới hạn lấy theo bảng A.1;

$K_3$ : Hệ số lấy theo bảng A.1:

$\sigma'_v$ : Ứng suất hữu hiệu trong đất theo phương thẳng đứng, kN/m<sup>2</sup>

$\sigma'_{vL}$ : Ứng suất hữu hiệu tại độ sâu tương ứng với  $Z_L$ , kN/m<sup>2</sup>

Sức chống dưới cọc,  $f_b$ , được tính theo công thức:

$$F_b = N_q \sigma'_{vb} \quad (A.3.4.)$$

Trong đó:

$N_q$ : Hệ số sức chịu tải, lấy theo bảng A.1:

$\sigma'_{vb}$ : Ứng suất hữu hiệu tại độ sâu mũi cọc, kN/m<sup>2</sup>, nếu độ sâu mũi cọc lớn  $Z_L$  thì lấy bằng ứng suất hữu hiệu hiện tại độ sâu  $Z_L$

**Bảng A.1 – giá trị của  $K_3$ ,  $Z_L$  và  $N_q$  cho cọc trong đất rời**

Trạng thái	Độ chặt tương đối	$Z_L/B$	$K_3$	$N_q$
Rời	0.2 – 0.4	6	0.8	60
Trung bình	0.4 – 0.75	8	1.0	100
Chặt	0.75 – 0.9	15	1.5	180

## **Phụ lục B**

### **Độ sâu ngầm tương đương**

- B.1. Khi kiểm tra khả năng chịu tải do vật liệu của một cây cọc có độ cứng và tiết diện không đổi trên toàn bộ chiều dài cọc được coi là một thanh ngàm cứng trong đất tại tiết diện nằm các mặt đất một khoảng  $l_e$  (hình B.1), xác định theo điều B.2, B.3 hoặc B.4 của phụ lục này.

Chiều sâu ngàm tương đương,  $l_e$ , được xác định theo công thức:

$$l_e = \frac{2}{\sqrt[5]{\frac{kb_c}{EI}}} \quad (B.1)$$

Trong đó:

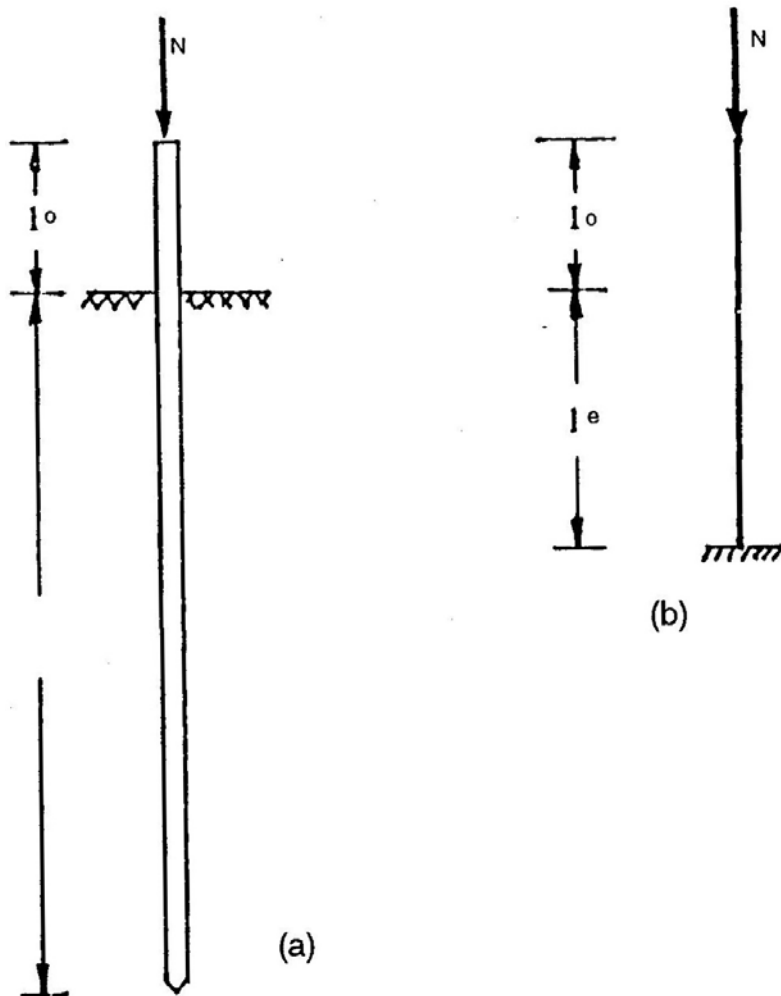
k: Hệ số tỉ lệ,  $\text{kN/m}^4$ , lấy theo bản B.1;

E: Mô đun biến dạng đàn hồi của vật liệu cọc,  $\text{kN/m}^2$

I: Mô đun quán tính tiết diện ngang của cọc,  $\text{m}^4$ ;

$b_c$ : chiều rộng quy ước của cọc, m, lấy theo công thức:

$$b_c = 1,5B + 0,5$$



**Hình B.1 : Độ sâu ngàm tương đương**  
(Mô hình kiểm tra ổn định của cọc)  
a. Cọc trong đất; b. Ngàm tương đương

**Bảng B.1 – hệ số tỉ lệ k**

Đặc trưng của đất quanh cọc	Hệ số tỉ lệ k, kN/m <sup>4</sup>
Sét, á sét dẻo chảy ( $0.75 < I_s < 1$ )	600 - 2500
Sét và á sét dẻo mềm ( $0.5 < I_s < 0.75$ ), á sét dẻo ( $0 < I_s < 1$ ), và cát bụi ( $0.6 < e < 0.6$ )	2500 – 5000
Sét, á sét ít dẻo và nửa cứng ( $0 < I_s < 0.5$ ), á cát cứng ( $I_s < 0$ ), cát mịn ( $0.6 < e < 0.75$ ), cát hạt trung ( $0.55 < e < 0.7$ )	5000 – 8000
Sét và á sét cứng ( $I_s < 0$ ), Cát hạt thô ( $0.55 < e < 0.7$ )	8000 – 13000

B.1. Trường hợp hệ số phản lực nền theo phương ngang không đổi theo độ sâu chiều sâu ngàm tương đương xác định theo bảng B.2.

**Bảng B.2. Chiều sâu ngàm tương đương (theo AS 2159 – 1978)**

$I_0$	$I_e$
0	1.75R
R	1.50R
2R	1.49R
> 4R	1.44R

Trong đó:

$$R = \sqrt[4]{\frac{EI}{K_z B}} \quad (B.2)$$

E: mô đun đàn hồi của vật liệu cọc, kN/m<sup>2</sup>;

I: mô đun quán tính của tiết diện cọc, m<sup>2</sup>;

$K_z$ : hệ số phản lực nền theo phương ngang không đổi theo độ sâu, kN/m<sup>3</sup>

B: Chiều rộng tiết diện cọc, m

**Chú thích:**

- Mô hình nền với hệ số phản lực nền không đổi theo chiều sâu thích hợp với trường hợp cọc nằm trong đất sét đồng nhất;
- Trong thiết kế có thể sử dụng tương quan giữa  $K_z$  và sức kháng cắt không thoát nước của đất nền:

$$R = \frac{67C_u}{B}$$

B.3. Trường hợp hệ số phản lực thay đổi theo quan hệ tuyến tính với độ sâu, độ sâu ngàm tương đương xác định theo bảng B.3.

**Bảng B.3 – Chiều sâu ngàm tương đương (theo AS 2159 – 1978)**

$I_0$	$I_e$
0	1.86T

T	1.83T
2T	1.81T
> 4T	1.80T

Trong đó:

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}}$$

E: Mô đun đàn hồi của vật liệu cọc, kN/m<sup>2</sup>;

I: Mô đun quán tính của tiết diện cọc, m<sup>4</sup>;

n<sub>h</sub>: hệ số phản lực nền theo phương ngang thay đổi theo độ sâu, kN/m<sup>3</sup>;

**Chú thích:**

- Mô hình nền với hệ số phản lực nền tăng theo độ sâu phù hợp cho cọc đóng vào cát hoặc sét yếu.
- Một số giá trị của n<sub>h</sub> trình bày trong bảng B.4.

**Bảng B.4. – Một số giá trị của n<sub>h</sub>**

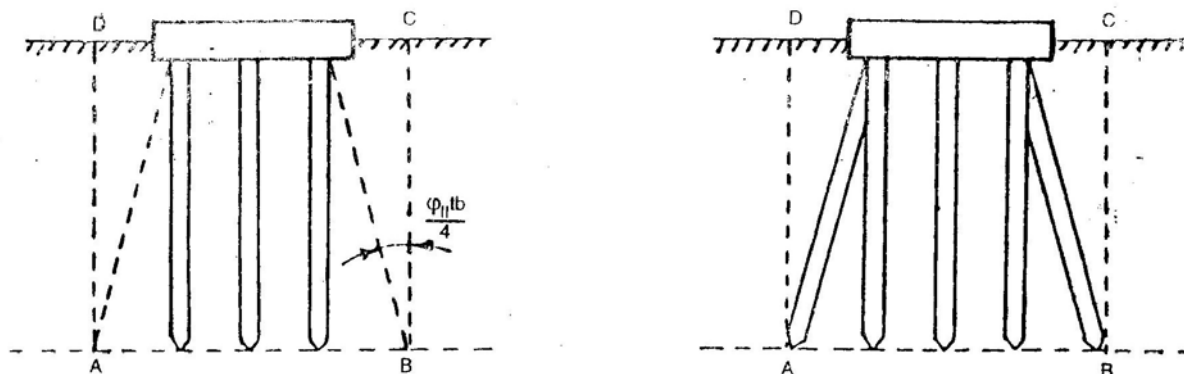
Độ chặt tương đối	Rời	Chặt vừa	Chặt
Cát khô hoặc ẩm	1.5 MN/m <sup>3</sup>	7.5 MN/m <sup>3</sup>	20 MN/m <sup>3</sup>
Cát ngập nước	5.0 MN/m <sup>3</sup>	5.0 MN/m <sup>3</sup>	12 MN/m <sup>3</sup>
sét yếu cổ kết bình thường n <sub>h</sub> = 350 + 700 kN/m <sup>3</sup>			
Hạt bụi chứa hữu cơ n <sub>h</sub> = 150 kN/m <sup>3</sup>			

## Phụ lục C

### Một số sơ đồ tính toán độ lún của nhóm cọc

C.1. Tính toán độ lún của móng cọc trong đất nền nhiều lớp (theo 20 TCXD 21: 1986)

C.1.1. Việc tính toán móng cọc theo biến dạng được thiết kế nền nhà và công trình. Ranh giới của móng quy ước (hình C.1) được xác định như sau:



**Hình C.1 : Giới hạn móng quy ước (theo TCXD 21 : 1986)**

- Phía dưới là mặt phẳng đứng AD đi qua mũi cọc;

- Phái cạnh là các mặt phẳng đứng AD và BC qua mép ngoài cùng của hàng cọc biên thẳng đứng ở khoảng cách  $l_{tb} \cdot \tan(\varphi_{IIb}/4)$ , còn khi có cọc nghiêng thì đi qua mũi cọc nghiêng này;
- Phía trên là mặt đất san nền CD.

Trong đó:  $\varphi_{IIb}$ : trị số tính toán trung bình của góc ma sát trong của đất, xác định theo công thức:

$$\varphi_{IIb} = \frac{\varphi_{II1}l_1 + \varphi_{II2}l_2 + \dots + \varphi_{IIn}l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}$$

$\varphi_{II1}, \varphi_{II2}, \dots, \varphi_{IIn}$ : Trị số tính toán của góc ma sát trong của từng lớp đất mà cọc xuyên qua có chiều dày lần lượt  $l_1, l_2, \dots, l_n$

**Chú thích:** Nếu khi xây dựng định tôn nền hoặc có phụ tải thường xuyên khác, còn trong phạm vi chiều rộng hạ cọc có lớp than bùn dày hơn 30 cm hoặc lớp bùn thì trị số độ lún của móng cọc treo nên xác định có chú ý giảm kích thước móng quy ước; trong trường hợp này đối với 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  $l_{tb} \cdot \tan(\varphi_{IIb}/4)$ , trong đó  $l_{tb}$  là khoảng cách từ mũi cọc đến đáy lớp than bùn dày hơn 30 cm hoặc lớp bùn.

## C.2. Tính toán độ lún của cọc trong đất nền đồng nhất.

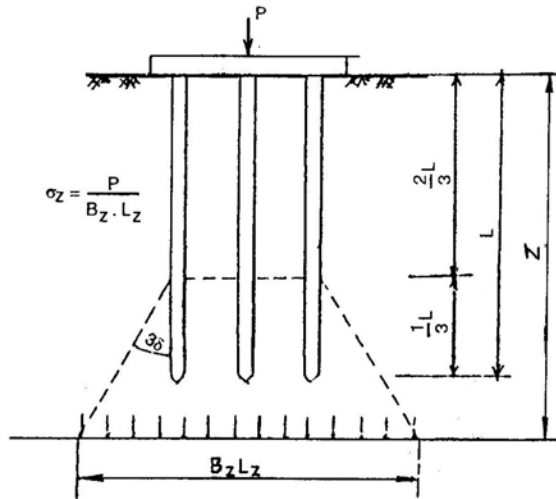
C.2.1. Trong trường hợp cọc nằm trong đất nền đồng nhất (hình C.2), sức chịu tải của cọc chủ yếu do ma sát bên và một phần do sức chống dưới mũi cọc, kích thước và độ chặt bản móng tương đương như sau:

- Chiều rộng và chiều dài của bản móng tương đương bằng các cạnh của nhóm cọc;
- Chiều sâu đặt móng tương đương bằng 2/3 chiều dài cọc kể từ đáy đài cọc;
- Ứng suất phụ thêm do tải trọng công trình được giả thiết là truyền xuống các lớp đất bên dưới móng tương đương, với góc mở bằng 30.

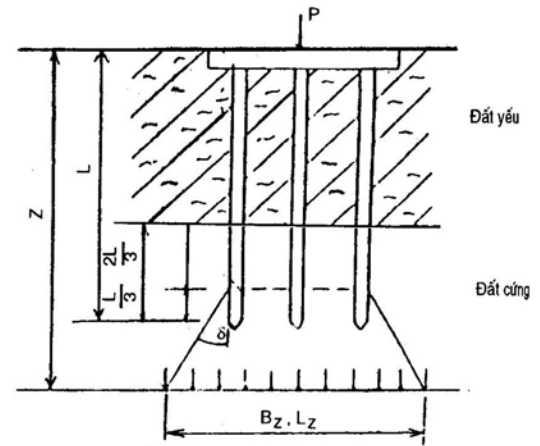
C.3. Tính toán độ lún của nhóm cọc khi cọc xuyên qua những lớp đất yếu và tựa vào lòng đất tương đối chặt (hình C.3), sức chịu tải của cọc chủ yếu do ma sát bên và sức chống dưới mũi cọc trong lớp đất này. Kích thước và độ sâu đặt bản móng tương đương xác định như sau:

- Chiều rộng và chiều dài của bản móng tương đương bằng các cạnh của nhóm cọc;
- Độ sâu đặt móng tương đương 2/3 chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất tốt kể từ bề mặt lớp đất trên;
- Ứng suất phụ thêm do tải trọng công trình được giả thiết là phân bố đều từ độ sâu đặt móng tương đương, với góc mở bằng 30.





Hình C.2: Móng quy ước trong đất nền đồng nhất



Hình C.3: Móng quy ước khi cọc xuyên qua lớp đất yếu tựa vào lớp đất cứng.