

TCVN ...(EN 1997:2)

THIẾT KẾ ĐỊA KỸ THUẬT
PHẦN 2: KHẢO SÁT VÀ THÍ NGHIỆM ĐẤT NỀN

Geotechnical design

Part 2: Ground investigation and testing

HÀ NỘI – 2022

Mục lục

Lời nói đầu	6
1. Quy định chung	7
1.1. Phạm vi áp dụng	7
1.2. Tài liệu viện dẫn	8
1.3. Một số quy ước.....	8
1.4 Thuật ngữ và định nghĩa	9
1.5 Kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất	10
1.6 Ký hiệu và đơn vị.....	11
2. Lập đề cương khảo sát đất nền	16
2.1 Mục tiêu	16
2.2 Trình tự khảo sát đất nền	19
2.3 Khảo sát sơ bộ	19
2.4 Khảo sát phục vụ thiết kế	20
2.5 Kiểm tra và quan trắc	28
3. Lấy mẫu đất, đá, và quan trắc nước dưới đất	29
3.1 Tổng quát	29
3.2 Lấy mẫu bằng cách khoan	31
3.3 Lấy mẫu bằng phương pháp đào	29
3.4 Lấy mẫu đất	29
3.5 Lấy mẫu đá	31
3.6 Quan trắc nước trong đất và đá	33
4. Thí nghiệm đất và đá hiện trường	35
4.1 Tổng quát	35
4.2 Các yêu cầu chung	36
4.3 Thí nghiệm xuyên côn (CPT) và thí nghiệm xuyên có đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTU)	37
4.4 Các thí nghiệm nén ngang trong hố khoan (PMT)	40
4.5 Thí nghiệm dilatometer mềm (FDT)	42
4.6 Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)	44
4.7 Thí nghiệm xuyên động (Dynamic probing test - DP)	46
4.8 Thí nghiệm xuyên trọng lượng (Weight sounding test - WST)	48
4.9 Thí nghiệm cắt cánh hiện trường (Field vane test - FVT)	49
4.10 Thí nghiệm dilatometer phẳng (DMT)	50
4.11 Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng (PLT)	52
5. Thí nghiệm đất và đá trong phòng thí nghiệm	53

5.1 Tổng quát	53
5.2 Các yêu cầu chung đối với thí nghiệm trong phòng	53
5.3 Chuẩn bị mẫu đất thí nghiệm	54
5.4 Chuẩn bị mẫu đá thử	55
5.5 Thí nghiệm phân loại, nhận dạng và mô tả đất	56
5.6 Thí nghiệm tính chất hóa học của đất và nước dưới đất	60
5.7 Thí nghiệm chỉ số độ bền của đất	64
5.8. Thí nghiệm độ bền của đất	65
5.9 Thí nghiệm tính nén lún và biến dạng của đất	69
5.10 Thí nghiệm đầm chặt đất	72
5.11 Thí nghiệm tính thấm của đất	73
5.12 Các thí nghiệm phân loại đá	75
5.13 Thí nghiệm độ trương nở của vật liệu đá	77
5.14 Thí nghiệm độ bền của vật liệu đá	80
6. Báo cáo khảo sát nền đất	84
6.1 Những yêu cầu chung	84
6.2 Trình bày các thông tin địa kỹ thuật	85
6.3 Đánh giá các thông tin địa kỹ thuật	86
6.4 Thiết lập các giá trị dẫn xuất	87
Phụ lục A (Tham khảo) Danh mục các kết quả thí nghiệm theo các tiêu chuẩn thí nghiệm địa kỹ thuật	88
Phụ lục B (Tham khảo) Kế hoạch khảo sát địa kỹ thuật	91
Phụ lục C (Tham khảo) Ví dụ về xác định áp lực nước dưới đất dựa trên mô hình và dựa trên quan trắc dài hạn	111
Phụ lục D (Tham khảo) Thí nghiệm xuyên tĩnh và xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng.....	113
Phụ lục E (Tham khảo) Thí nghiệm nén ngang trong hố khoan (PMT).....	128
Phụ lục F (Tham khảo) Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)	134
Phụ lục G (Tham khảo) Thí nghiệm xuyên động (DP)	142
Phụ lục H (Tham khảo) Thí nghiệm xuyên trọng lượng (WST)	146
Phụ lục I (Tham khảo) Thí nghiệm cắt cánh hiện trường (FVT)	147
Phụ lục J (Tham khảo) Thí nghiệm Dilatometer phẳng – Ví dụ về tương quan giữa E _{OED} và kết quả thí nghiệm DMT.....	152
Phụ lục K (Tham khảo) Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng.....	153
Phụ lục L (Tham khảo) Thông tin chi tiết về công tác chuẩn bị các mẫu đất thí nghiệm	157
Phụ lục M (Tham khảo) Thông tin chi tiết về các thí nghiệm phân loại, nhận dạng và mô tả đất	164
Phụ lục N (Tham khảo) Thông tin chi tiết về thí nghiệm hóa học cho đất.....	170
Phụ lục O (Tham khảo) Thông tin chi tiết về thí nghiệm xác định chỉ số độ bền	

của đất	174
Phụ lục P (Tham khảo) Thông tin chi tiết về thí nghiệm độ bền của đất	175
Phụ lục Q (Tham khảo) Thông tin chi tiết về thí nghiệm tính nén lún của đất	178
Phụ lục R (Tham khảo) Thông tin chi tiết về thí nghiệm đầm chặt đất	180
Phụ lục S (Tham khảo) Thông tin chi tiết về thí nghiệm hệ số thấm của đất.....	182
Phụ lục T (Tham khảo) Chuẩn bị mẫu cho thí nghiệm đá	184
Phụ lục U (Tham khảo) Thí nghiệm phân loại đá.....	185
Phụ lục V (Tham khảo) Thí nghiệm độ trương nở của vật liệu đá.....	187
Phụ lục W (Tham khảo) Thí nghiệm xác định độ bền của vật liệu đá.....	189
Phụ lục X (Tham khảo) Tài liệu tham khảo	193
PL/TCVN...EN 1997-2 – Diễn giải việc áp dụng tiêu chuẩn TCVN...EN 1997-2	213
NA.1 (quy định) Diễn giải các nội dung tham chiếu của tiêu chuẩn này với tiêu chuẩn TCVN... EN 1997-1	216
NA.2 (tham khảo) Áp dụng với tiêu chuẩn Việt Nam TCVN.....	218
NA.3 (quy định) Danh mục các hệ số, các tương quan nên được thiết lập để phù hợp với điều kiện địa phương (Điều kiện tại Việt Nam).....	221
NA.4 (tham khảo) Các lớp đất nền và đặc tính địa chất công trình đô thị Trung tâm thành phố Hà Nội	224
NA.5 (tham khảo) Đặc điểm địa chất công trình thành phố Hồ Chí Minh.....	244

Lời nói đầu

TCVN...(EN 1997-2) - Thiết kế địa kỹ thuật – Phần 2: Khảo sát và thí nghiệm đất nền do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng- Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Thiết kế địa kỹ thuật - Phần 2: Khảo sát và thí nghiệm đất nền

Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing

1. Quy định chung

1.1 Phạm vi áp dụng

(1) Tiêu chuẩn này được sử dụng kết hợp với TCVN...(EN 1997-1) và đưa ra những qui tắc bổ sung cho TCVN...(EN 1997-1), liên quan đến:

- Lập kế hoạch và báo cáo về khảo sát đất nền;
- Những yêu cầu chung cho một số thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng thông dụng;
- Diễn giải và đánh giá các kết quả thí nghiệm;
- Xác định giá trị của các tham số và hệ số địa kỹ thuật.

Ngoài ra, tiêu chuẩn cũng đưa ra các ví dụ về việc áp dụng kết quả thí nghiệm hiện trường cho thiết kế.

GHI CHÚ: Việc thiết lập các giá trị đặc trưng được qui định trong TCVN...(EN 1997-1)

(2) Tiêu chuẩn này không đưa ra những điều khoản riêng về việc khảo sát địa kỹ thuật môi trường.

(3) Tiêu chuẩn này chỉ đề cập đến các thí nghiệm địa kỹ thuật trong phòng và hiện trường thông dụng. Các thí nghiệm được lựa chọn trên cơ sở tầm quan trọng của chúng trong thực tiễn địa kỹ thuật, khả năng thực hiện trong phòng thí nghiệm và sự tồn tại của các quy trình thí nghiệm đã được chấp nhận ở Việt Nam. Các thí nghiệm đất trong phòng chủ yếu áp dụng cho đất bão hoà.

GHI CHÚ: Việc cập nhật tiêu chuẩn này sẽ từng bước bao gồm cả các thí nghiệm trong phòng và hiện trường liên quan đến các khía cạnh khác về ứng xử của đất và đá.

(4) Những điều khoản của tiêu chuẩn này chủ yếu áp dụng cho công trình địa kỹ thuật cấp 2 theo định nghĩa trong 2.1 của TCVN...(EN 1997-1). Những yêu cầu về khảo sát đất nền cho công trình cấp 1 (thường giới hạn ở mức kiểm tra) trong nhiều trường hợp được dựa vào kinh nghiệm tại địa phương. Đối với các công trình địa kỹ thuật cấp 3, khối lượng khảo sát cần thiết thông thường ít nhất phải tương đương như mức độ qui định cho các công trình cấp 2 trong các mục tiếp theo. Có thể cần thực hiện khảo sát bổ sung và tiến hành các thí nghiệm tiên tiến hơn cho những trường hợp xếp công trình vào cấp 3.

(5) Việc xác định giá trị của các tham số được tập trung chủ yếu cho thiết kế cọc và móng nông dựa trên các thí nghiệm hiện trường, như được chi tiết hoá trong các Phụ lục D, E, F và G của TCVN...(EN 1997-1).

1.2 Tài liệu viện dẫn

(1) Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có). **Có thể thay thế các tài liệu viện dẫn EN, EN ISO bằng các tài liệu đã được chuyển tương đương sang tiêu chuẩn TCVN (nếu có).**

TCVN...(EN 1990)	<i>Cơ sở thiết kế công trình</i>
TCVN...(EN 1997-1)	<i>Thiết kế địa kỹ thuật - Phần 1: Các nguyên tắc chung.</i>
TCVN...(EN ISO 14688-1)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật- Nhận dạng và phân loại đất - Phần 1: Nhận dạng và mô tả.</i>
TCVN...(EN ISO 14688-2)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Nhận dạng và phân loại đất - Phần 2: Nguyên tắc phân loại.</i>
TCVN...(EN ISO 14689-1)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật- Nhận dạng và phân loại đá - Phần 1: Nhận dạng và mô tả.</i>
TCVN...(EN ISO 22475-1)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Lấy mẫu bằng phương pháp khoan và đào và đo mực nước dưới đất - Phần 1: Nguyên tắc kỹ thuật thực hiện</i>
TCVN...(EN ISO 22476-1)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 1: Xuyên tĩnh điện (CPT) và xuyên tĩnh điện có đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTU)</i>
TCVN...(EN ISO 22476-2)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 2: Xuyên động</i>
TCVN...(EN ISO 22476-3)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 3: Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn</i>
TCVN...(EN ISO 22476-4)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 4: Thí nghiệm nén ngang Ménard</i>
TCVN...(EN ISO 22476-5)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 5: Thí nghiệm dilatometer mềm</i>
TCVN...(EN ISO 22476-6)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 6: Thí nghiệm nén ngang với thiết bị tự khoan</i>
TCVN...(EN ISO 22476-8)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 8: Thí nghiệm nén ngang tới chuyển vị lớn</i>
TCVN...(EN ISO 22476-9)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 9: Thí nghiệm cắt cánh hiện trường</i>
TCVN...(EN ISO 22476-12)	<i>Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm hiện trường - Phần 12: Thí nghiệm xuyên CPT cơ học</i>

1.3 Một số quy ước

(1) Việc thu thập dữ liệu, ghi chép và diễn giải phục vụ cho công tác thiết kế và thi công phải do những nhà chuyên môn có trình độ thích hợp thực hiện.

(2) Dựa vào đặc điểm của từng điều khoản mà phân biệt nguyên tắc và quy định áp dụng trong **tiêu chuẩn này**.

(3) Các nguyên tắc gồm có:

- Các quy định và định nghĩa chung mà đối với chúng không có sự thay thế;
- Các yêu cầu và mô hình phân tích không được phép thay thế trừ khi được qui định riêng.

(4) Nguyên tắc được nhận diện bằng chữ P đặt trước (là bắt buộc).

(5) Các quy định áp dụng là các ví dụ về các quy định được thừa nhận rộng rãi, tuân theo và thoả mãn các yêu cầu của nguyên tắc và được nhận biết bởi một con số nằm trong dấu ngoặc đơn, ví dụ như trong trường hợp của điều khoản này.

(6) Cho phép sử dụng các quy định thay thế cho các quy định áp dụng đưa ra trong tiêu chuẩn này, với điều kiện là quy định thay thế này phù hợp với các nguyên tắc liên quan và ít nhất chúng phải tương đương về độ an toàn, khả năng sử dụng độ bền của công trình.

CHÚ Ý: Nếu một quy định thiết kế thay thế được trình lên để trở thành một quy định áp dụng, thì không được coi là thiết kế theo quy định đó phù hợp hoàn toàn với **tiêu chuẩn này**, mặc dù nó vẫn phù hợp với những nguyên tắc của TCVN...(EN 1997-1).

1.4 Thuật ngữ và định nghĩa

1.4.1

cấp chất lượng (quality class)

Phân loại theo chất lượng của mẫu đất lấy được, được đánh giá trong phòng thí nghiệm.

GHI CHÚ: Với mục đích thí nghiệm trong phòng, chất lượng mẫu đất lấy được chia thành 5 cấp chất lượng (xem 3.4.1).

1.4.2

giá trị đo được (measured value)

giá trị đại lượng đo nhận được trực tiếp từ số liệu thí nghiệm

1.4.3

giá trị dẫn xuất (derived value)

giá trị của một tham số địa kỹ thuật **tính toán** được từ kết quả thí nghiệm theo lý thuyết, theo tương quan hoặc theo kinh nghiệm

1.4.4

mẫu nguyên trạng (undisturbed sample)

Mẫu đất khi lấy xong vẫn giữ được nguyên kết cấu, thành phần, trạng thái và các tính chất như trong trạng thái tự nhiên (quy ước bỏ qua ảnh hưởng của sự thay đổi trạng thái ứng suất khi tách mẫu ra khỏi môi trường).

1.4.5

mẫu phá hoại (disturbed sample)

Mẫu đất khi lấy xong không giữ nguyên được kết cấu, trạng thái và tính chất như trong trạng thái tự nhiên.

1.4.6

mẫu (sample)

phần đất hoặc đá lấy được từ đất nền bằng kỹ thuật lấy mẫu.

1.4.7

mẫu để chế bị (remoulded sample)

mẫu với kết cấu đất/đá bị xáo động hoàn toàn.

1.4.8

mẫu thử (specimen)

phần mẫu đất hoặc mẫu đá **được** sử dụng cho thí nghiệm trong phòng.

1.4.9

mẫu thử tự nhiên (natural specimen)

mẫu thử được tạo từ mẫu đất/đá thu thập được (**mẫu có nguồn gốc tự nhiên**).

1.4.10

mẫu thử để chế bị (remoulded specimen)

mẫu thử bị xáo động hoàn toàn ở độ ẩm tự nhiên.

1.4.11

mẫu thử đầm lại (re-compacted specimen)

mẫu thử được ép vào khuôn bằng búa đầm hoặc bằng áp lực tĩnh yêu cầu.

1.4.12

mẫu thử khôi phục lại (reconstituted specimen)

mẫu **thử** được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm; đối với đất hạt mịn, mẫu được chế bị dưới dạng hỗn hợp lỏng (độ ẩm bằng hoặc cao hơn giới hạn chảy) và sau đó được cố kết; đối với đất hạt thô, mẫu được rót hoặc rải ở trạng thái khô hoặc ướt và được đầm chặt hoặc cố kết.

1.4.13

mẫu thử cố kết lại (re-consolidated specimen)

mẫu **thử** được nén trong khuôn hoặc buồng nén dưới áp lực tĩnh có cho phép thoát nước.

1.4.14

thí nghiệm chỉ số độ bền (strength index test)

thí nghiệm **có tính chất** chỉ đưa ra dấu hiệu về sức kháng cắt, nhưng không nhất thiết đưa ra một giá trị đại diện.

GHI CHÚ: Kết quả của thí nghiệm này có thể là không rõ ràng.

1.4.15

trương nở (swelling)

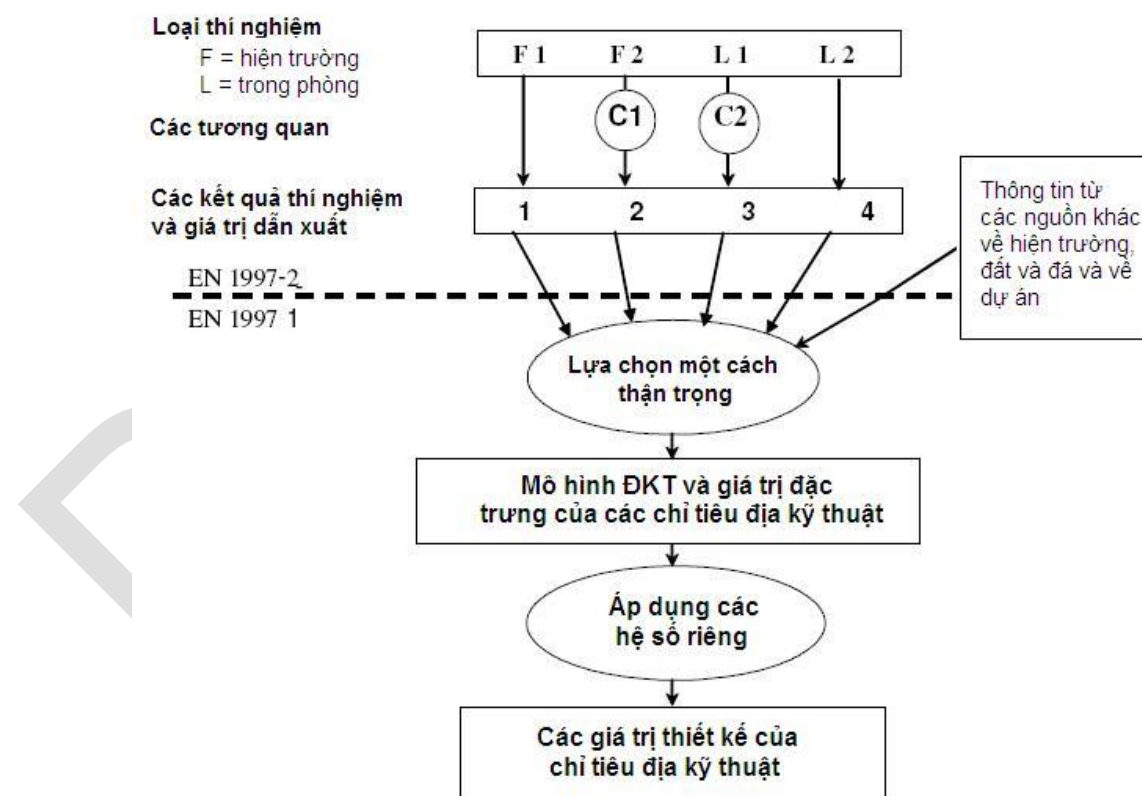
hiện tượng nở, tăng thể tích khi hấp thụ nước.

GHI CHÚ: Trương nở ngược với cả nén và cố kết.

1.5 Kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

(1) Các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất tạo cơ sở cho việc lựa chọn các giá trị đặc trưng của các tính chất đất nền sẽ được sử dụng trong thiết kế các công trình địa kỹ thuật, phù hợp với điều 2.4.3 của TCVN...(EN 1997-1).

GHI CHÚ 1: Quá trình thiết kế địa kỹ thuật gồm một số bước nối tiếp nhau (xem Hình 1.1), bước đầu tiên của quá trình bao gồm khảo sát và thí nghiệm ở hiện trường, trong khi bước tiếp theo tập trung vào việc xác định các giá trị đặc trưng, và bước cuối cùng gồm các tính toán kiểm tra thiết kế. Các qui định của bước đầu tiên được cho trong tiêu chuẩn này. Việc xác định giá trị đặc trưng và thiết kế công trình được thể hiện trong TCVN ...(EN 1997-1).



Hình 1.1 - Khuôn khổ chung trong việc lựa chọn giá trị dẫn xuất của các chỉ tiêu địa kỹ thuật

(2) Kết quả thí nghiệm có thể là các đường cong thực nghiệm hoặc giá trị của các tham số địa kỹ thuật. Phụ lục A đưa ra danh mục các kết quả thí nghiệm dùng để tham chiếu với các tiêu chuẩn thí nghiệm địa kỹ thuật.

(3) Giá trị dẫn xuất của tham số và/hoặc hệ số địa kỹ thuật được xác định từ kết quả thí nghiệm theo lý thuyết, các tương quan hoặc kinh nghiệm.

GHI CHÚ 2: Các ví dụ về sử dụng tương quan để xác định các giá trị dẫn xuất được cho trong các Phụ lục ở điều 4 của tiêu chuẩn này được lấy từ các tài liệu tham khảo. Các tương quan này cũng liên hệ giá trị của một tham số hoặc hệ số địa kỹ thuật với một kết quả thí nghiệm, chẳng hạn như giá trị q_c của thí nghiệm CPT. Chúng cũng có thể kết nối một tham số địa kỹ thuật với một kết quả thí nghiệm thông qua lý thuyết (ví dụ việc dẫn xuất giá trị của góc ma sát trong ϕ' từ kết quả thí nghiệm nén ngang hoặc từ chỉ số dẻo).

GHI CHÚ 3. Trong một số trường hợp, không được thực hiện việc dẫn xuất tham số địa kỹ thuật thông qua các tương quan trước khi xác định giá trị đặc trưng. Việc này chỉ được thực hiện sau khi đã xử lý hoặc chuyển đổi kết quả thí nghiệm theo hướng thiên về an toàn.

1.6 Ký hiệu và đơn vị

(1) Trong tiêu chuẩn này áp dụng các ký hiệu sau đây.

Chữ cái Latinh:

C_c	chỉ số nén
c'	lực dính hiệu quả
C_{fv}	sức kháng cắt không thoát nước từ thí nghiệm cắt cánh hiện trường
C_u	sức kháng cắt không thoát nước
C_s	chỉ số trương nở
C_v	hệ số cố kết
C_α	hệ số nén cố kết thứ cấp
D_n	kích thước hạt mà có n % theo khối lượng của các hạt nhỏ hơn kích cỡ đó, ví dụ D_{10} , D_{15} , D_{30} , D_{60} và D_{85}
E	Mô đun đàn hồi
E'	Mô đun đàn hồi trong điều kiện thoát nước (dài hạn)
E_{FDT}	Mô đun xác định từ thí nghiệm dilatometer mềm
E_M	Mô đun nén ngang Ménard
E_{meas}	Năng lượng đo được trong quá trình định chuẩn
E_{oed}	Mô đun nén cố kết (oedometer)
E_{PLT}	Mô đun xác định từ thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng
E_r	Tỷ số năng lượng ($= E_{meas}/E_{theor}$)

E_{theor}	Năng lượng lý thuyết
E_u	Mô đun đàn hồi trong điều kiện không thoát nước
E_0	Mô đun đàn hồi ban đầu
E_{50}	Mô đun đàn hồi tương ứng với 50 % sức kháng cắt lớn nhất
I_A	Chỉ số hoạt tính
I_C	Chỉ số sệt
I_D	Chỉ số độ chặt tương đối
I_{DMT}	Chỉ số vật liệu từ thí nghiệm dilatometer phẳng
K_{DMT}	Chỉ số ứng suất ngang từ thí nghiệm dilatometer phẳng
I_L	Chỉ số chảy
k	Hệ số thấm
I_P	Chỉ số dẻo
k_s	Hệ số phản lực nền
m_v	Hệ số nén thể tích
N	Số búa/300mm xuyên trong thí nghiệm SPT
N_k	Hệ số của đầu xuyên tĩnh CPT, (xem phương trình (4.1))
N_{kt}	Hệ số của đầu xuyên CPTU, (xem phương trình (4.2))
N_{10L}	Số búa/10cm xuyên trong thí nghiệm DPL
N_{10M}	Số búa/10cm xuyên trong thí nghiệm DPM
N_{10H}	Số búa/10cm xuyên trong thí nghiệm DPH
N_{10SA}	Số búa/10cm xuyên trong thí nghiệm DPSH-A
N_{10SB}	Số búa/10cm xuyên trong thí nghiệm DPSH-B
N_{20SA}	Số búa/20cm xuyên trong thí nghiệm DPSH-A
N_{20SB}	Số búa/20cm xuyên trong thí nghiệm DPSH-B
N_{60}	Số búa từ thí nghiệm SPT đã hiệu chỉnh theo tổn hao năng lượng
$(N_1)_{60}$	Số búa từ thí nghiệm SPT đã hiệu chỉnh theo tổn hao năng lượng và đã chuẩn hoá theo ứng suất hiệu quả thẳng đứng của cột đất
p_{LM}	Áp lực giới hạn trong thí nghiệm Ménard
q_c	Sức kháng xuyên đầu mũi trong thí nghiệm CPT

q_t	Sức kháng xuyên đầu mũi đã hiệu chỉnh theo ảnh hưởng của áp lực nước lỗ rỗng
q_u	Sức kháng nén nở hông
w_{opt}	Độ ẩm tối ưu

Chữ cái Hy Lạp

α	Hệ số tương quan cho E_{OED} và q_c , (xem Phương trình (4.3))
φ	Góc ma sát trong
φ'	Góc ma sát trong theo ứng suất hiệu quả
μ	Hệ số hiệu chỉnh khi dẫn xuất c_u từ c_{fv} , (xem phương trình (4.4))
$\rho_{d,max}$	Khối lượng thể tích khô lớn nhất
σ_c	Độ bền nén nở hông của đá
σ'_p	Áp lực cố kết trước hiệu quả
σ_T	Độ bền kéo của đá
σ_{v0}	Ứng suất tổng theo phương thẳng đứng
σ'_{v0}	Ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng
ν	Hệ số Poatxông

Các chữ viết tắt

CPT	Thí nghiệm xuyên tĩnh điện
CPTM	Thí nghiệm xuyên tĩnh cơ
CPTU	Thí nghiệm xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng
DMT	Thí nghiệm dilatometer phẳng
DP	Xuyên động
DPL	Xuyên động năng lượng thấp
DPM	Xuyên động năng lượng trung bình
DPH	Xuyên động năng lượng cao
DPSH-A	Xuyên động năng lượng rất cao, loại A
DPSH-B	Xuyên động năng lượng rất cao, loại B
FDP	Nén ngang, chuyển vị toàn phần
FDT	Thí nghiệm dilatometer mềm

FVT	Thí nghiệm cắt cánh hiện trường
MPM	Nén ngang kiểu Ménard
PBP	Nén ngang trong lỗ khoan dẫn
PLT	Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng
PMT	Thí nghiệm nén ngang trong hố khoan
RDT	Thí nghiệm dilatometer trong đá
SBP	Thí nghiệm nén ngang tự khoan
SDT	Thí nghiệm dilatometer trong đất
SPT	Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn
WST	Thí nghiệm xuyên trọng lượng

(2) Trong tính toán địa kỹ thuật nên sử dụng các đơn vị hoặc bội số của chúng như sau:

- Lực	kN
- Mo-men	kNm
- Khối lượng đơn vị	kg/m ³
- Trọng lượng đơn vị	kN/m ³
- Ứng suất, áp lực, độ bền và độ cứng	kPa
- Hệ số thấm	m/s
- Hệ số cố kết	m ² /s

2. Lập đề cương khảo sát đất nền

2.1 Mục tiêu

2.1.1 Quy định chung

(1) Phải lập đề cương khảo sát địa kỹ thuật nhằm đảm bảo cung cấp các thông tin và dữ liệu địa kỹ thuật có liên quan ở các giai đoạn khác nhau của dự án. Thông tin địa kỹ thuật phải đáp ứng mục tiêu quản lý những rủi ro đã được nhận biết và dự tính trước trong dự án. Đối với các giai đoạn trung gian và cuối cùng của việc xây dựng, các thông tin và dữ liệu phải được cung cấp để ứng phó với những rủi ro về tai nạn, chậm tiến độ và hư hỏng.

(2) Mục tiêu của khảo sát địa kỹ thuật là để xác định các yếu tố Địa chất công trình: địa hình, địa mạo, cấu trúc địa chất đất nền, địa chất thủy văn, đặc trưng cơ lý đất đá và thu thập những vấn đề bổ sung có liên quan đến hiện trường xây dựng

(3) Phải thực hiện việc thu thập, ghi chép và diễn giải thông tin địa kỹ thuật một cách thận trọng. Tùy từng trường hợp cụ thể, thông tin này cần bao gồm các đặc điểm đất nền, địa hình, địa mạo, địa chất thủy văn, động đất. Phải xem xét các dấu hiệu về sự biến động của đất nền.

(4) Trong khảo sát địa kỹ thuật cần xác định càng sớm càng tốt các đặc điểm đất nền có ảnh hưởng tới việc lựa chọn cấp địa kỹ thuật.

GHI CHÚ: Có thể cần phải thay đổi cấp địa kỹ thuật của dự án theo kết quả của các khảo sát địa kỹ thuật

(5) Khảo sát địa kỹ thuật nên bao gồm khảo sát đất nền và các khảo sát hiện trường khác, như:

- Đánh giá các công trình hiện hữu như nhà cửa, cầu, đường hầm, nền đường đắp và mái dốc;
- Quá trình sử dụng đất tại hiện trường và ở khu vực xung quanh.

(6) Cần nghiên cứu đánh giá các hồ sơ và thông tin sẵn có trước khi lập đề cương khảo sát.

(7) Ví dụ về các thông tin và hồ sơ có thể được sử dụng là:

- Bản đồ địa hình;
- Bản đồ cũ của thành phố mô tả việc sử dụng đất trước đây;
- Bản đồ địa chất và thuyết minh;
- Bản đồ địa chất công trình và thuyết minh;
- Bản đồ địa chất thủy văn và thuyết minh;
- Bản đồ điều kiện địa kỹ thuật;
- Ảnh chụp từ trên không và diễn giải ảnh đã có;
- Khảo sát địa vật lý bằng ảnh chụp từ trên không;
- Các khảo sát đã có tại hiện trường và ở khu vực xung quanh;
- Kinh nghiệm trước đây ở khu vực xây dựng;
- Các điều kiện khí hậu địa phương.

(8) Tùy từng trường hợp cụ thể, khảo sát đất nền nên bao gồm khảo sát ở hiện trường, thí nghiệm trong phòng, các nghiên cứu bổ sung ở văn phòng, giám sát và quan trắc.

(9)P Trước khi lập chương trình khảo sát phải kiểm tra hiện trường bằng cách quan sát và ghi chép lại những gì phát hiện thấy cũng như kiểm tra chéo đối với những thông tin thu thập được qua nghiên cứu ở văn phòng.

(10) Khi đã có kết quả khảo sát cần xem xét lại đề cương khảo sát đất nền, qua đó có thể kiểm tra những giả thiết ban đầu. Cụ thể là:

- Số lượng điểm khảo sát cần được bổ sung nếu thấy là cần thiết để có được sự hiểu biết chính xác về tính phức tạp và sự thay đổi của đất nền tại hiện trường;
- Cần kiểm tra các tham số đã thu được để biết chúng có phù hợp với dạng ứng xử điển hình của đất và đá hay không. Nếu cần thiết, cần quy định việc thí nghiệm bổ sung;
- Cần xem xét mọi sự hạn chế về tài liệu đã được nêu trong **TCVN... (EN 1997-1), 3.4.3 (1)**.

(11) Cần đặc biệt chú ý tới những hiện trường trước đây đã từng được sử dụng (cho xây dựng), nơi có thể đã xảy ra sự xáo động các điều kiện đất nền tự nhiên.

(12)P Trong phòng thí nghiệm, ở hiện trường và ở phòng kỹ thuật phải có hệ thống bảo đảm chất lượng phù hợp, và phải thực thi một cách thành thạo việc kiểm soát chất lượng trong tất cả các giai đoạn khảo sát và đánh giá.

2.1.2 Đất nền

(1)P Khảo sát đất nền phải đưa ra mô tả **đặc điểm đất nền** có liên quan đến các công trình dự kiến xây dựng và tạo cơ sở để đánh giá các tham số địa kỹ thuật có liên quan đến tất cả các giai đoạn thi công.

(2) Nếu có thể, các thông tin thu được cần cho phép đánh giá các khía cạnh sau đây:

- Sự phù hợp của hiện trường đối với công trình dự kiến xây dựng và mức độ rủi ro có thể chấp nhận được;
- Biến dạng của đất nền do công trình hoặc do kết quả của công tác thi công xây dựng gây ra, phân bố không gian và ứng xử theo thời gian của nó;
- Độ an toàn theo các trạng thái giới hạn (ví dụ độ lún, độ trôi của đất nền, lực nhổ, trượt các khối lớn đất đá, mất ổn định của cọc, v.v...);
- Các tải trọng truyền từ đất nền lên công trình (ví dụ như áp lực ngang lên cọc) và mức độ phụ thuộc của chúng vào thiết kế và thi công công trình;
- Các giải pháp nền móng (ví dụ như **cải tạo gia cố nền đất**, có thể đào bỏ đất hay không, khả năng đóng cọc, thoát nước);
- Trình tự thực hiện các công tác nền móng;
- Những ảnh hưởng của công trình **khi đưa vào sử dụng** đối với khu vực xung quanh;
- Tất cả các biện pháp công trình cần bổ sung (chẳng hạn như chống giữ hố đào, neo, ống lồng cho cọc nhồi, loại bỏ chướng ngại vật);
- Những ảnh hưởng của thi công đối với khu vực xung quanh;
- Dạng và phạm vi ô nhiễm đất nền ở hiện trường và trong vùng lân cận;

- Hiệu quả của các biện pháp được thực hiện để khống chế hoặc xử lý ô nhiễm.

2.1.3 Vật liệu xây dựng

(1)P Khảo sát địa kỹ thuật nhằm sử dụng **đất và đá tự nhiên** làm vật liệu xây dựng phải đưa ra được mô tả về những vật liệu sẽ sử dụng và phải thiết lập được những tham số có liên quan.

(2) Các thông tin thu được cần cho phép đánh giá những khía cạnh sau đây:

- Sự phù hợp với mục đích sử dụng;
- Phạm vi phân bố các loại vật liệu đất đá tự nhiên;
- Có thể tách riêng và xử lý các vật liệu này được hay không và vật liệu không phù hợp có thể được tách ra và xử lý như thế nào và bằng cách nào;
- Các phương pháp có triển vọng để cải tạo đất và đá;
- Khả năng **"làm việc"** của đất và đá trong quá trình thi công và những thay đổi có thể xảy ra đối với các tính chất của chúng trong quá trình vận chuyển, bố trí và xử lý sau đó;
- Những ảnh hưởng do phương tiện giao thông trong thi công và chất tải nặng lên đất nền;
- Các phương pháp có triển vọng để thoát nước và/hoặc đào đất, ảnh hưởng của lượng mưa, độ bền với tác động của phong hoá, và **tính co ngót**, trương nở và **tan rã**.

2.1.4 Nước dưới đất

(1)P Khảo sát nước dưới đất phải đưa ra được tất cả những thông tin về nước dưới đất cần thiết cho việc thiết kế và thi công địa kỹ thuật.

(2) Tùy theo trường hợp cụ thể, khảo sát nước dưới đất phải đưa ra những thông tin:

- Độ sâu, bề dày, phạm vi **phân bố** và tính thấm của các tầng chứa nước trong đất, hệ thống khe nứt trong đá;
- Cao độ của bề mặt nước dưới đất hoặc **cột nước áp lực** của các tầng chứa nước **có áp** và sự thay đổi của chúng theo thời gian và các cao độ mực nước dưới đất thực tế, kể cả các mức bất lợi nhất và chu kỳ lặp tương ứng;
- Sự phân bố áp lực nước lỗ rỗng;
- Thành phần hoá học và nhiệt độ của nước dưới đất.

(3)Tùy theo trường hợp cụ thể, những thông tin thu được phải đủ để đánh giá được các khía cạnh sau đây:

- Phạm vi và **khả năng** của công tác hạ mực nước dưới đất;
- Những ảnh hưởng bất lợi do nước dưới đất gây ra đối với hố đào hoặc mái dốc (chẳng hạn như rủi ro do phá hoại thuỷ lực, áp lực thấm quá cao hoặc sự ăn mòn);
- Các biện pháp cần thiết để bảo vệ công trình (ví dụ như chống thấm, tiêu thoát nước, và các biện pháp chống ăn mòn);

- Những ảnh hưởng của việc hạ mực nước dưới đất, tháo khô, ngăn dòng, v.v., đối với khu vực xung quanh;
- Khả năng của đất nền hấp thu nước bơm ép trong quá trình thi công;
- Khả năng sử dụng nước dưới đất có thành phần hóa học tại địa phương cho mục đích thi công.

2.2 Trình tự khảo sát đất nền

(1) Nội dung công việc và phạm vi khảo sát phải dựa vào dự kiến về loại hình và thiết kế công trình, ví dụ như loại móng, phương pháp cải tạo nền hoặc kết cấu tường chắn, vị trí và độ sâu của công trình.

(2) Phải xem xét các kết quả nghiên cứu ở văn phòng và kiểm tra hiện trường khi lựa chọn phương pháp khảo sát và định vị các điểm khảo sát. Công tác khảo sát phải định hướng vào những điểm đặc trưng cho sự thay đổi **điều kiện địa chất công trình**.

(3) Khảo sát đất nền thường được thực hiện theo giai đoạn, phụ thuộc vào những vấn đề được đưa ra trong quá trình lập kế hoạch, thiết kế và thi công dự án thực tế. Các giai đoạn sau đây được xem xét một cách riêng rẽ trong **điều 2**:

- Khảo sát sơ bộ để định vị và thiết kế sơ bộ công trình (xem 2.3);
- Khảo sát phục vụ thiết kế (xem 2.4).
- Kiểm tra và quan trắc (xem 2.5).

GHI CHÚ: Những điều khoản trong tài liệu này dựa vào giả thiết là trước khi bắt đầu giai đoạn tiếp theo đã có các kết quả khảo sát được kiến nghị cho giai đoạn trước đó.

(4) Trong trường hợp tiến hành tất cả các **giai đoạn** khảo sát vào cùng một thời gian, thì công tác khảo sát sơ bộ và công tác khảo sát phục vụ thiết kế cần **được xem xét đồng thời**.

GHI CHÚ: Các giai đoạn khảo sát đất nền khác nhau, bao gồm công việc trong phòng thí nghiệm và hiện trường và quá trình đánh giá các tham số đất và đá, có thể thực hiện theo các sơ đồ trong **B.1 và B.2**.

2.3 Khảo sát sơ bộ

(1) Tùy theo trường hợp cụ thể, cần lập kế hoạch khảo sát sơ bộ sao cho thu được những dữ liệu phù hợp, để:

- Đánh giá độ ổn định tổng thể và sự phù hợp chung của địa điểm;
- Đánh giá mức độ phù hợp của địa điểm so với các địa điểm thay thế;
- Đánh giá việc định vị phù hợp cho công trình;
- Đánh giá những ảnh hưởng có thể xảy ra do công việc thi công gây ra với khu vực xung quanh, chẳng hạn như với nhà, kết cấu và hiện trường bên cạnh;
- Nhận biết các khu vực khai thác vật liệu;
- Xem xét các giải pháp nền móng có thể áp dụng và các biện pháp **cải tạo gia cố đất nền**;
- Lập kế hoạch cho việc khảo sát phục vụ thiết kế và khảo sát để kiểm tra, bao gồm việc nhận biết phạm vi đất nền có ảnh hưởng đáng kể tới sự làm việc của công trình.

(2) Khảo sát sơ bộ cần cung cấp những dữ liệu ban đầu của đất nền, nếu liên quan:

- Loại đất hoặc đá và **đặc điểm phân bố trong không gian** của chúng;
- Mức nước dưới đất hoặc phân bố áp lực lỗ rỗng;
- Các **đặc trưng** về biến dạng và **độ bền** sơ bộ của đất và đá;
- Khả năng gặp đất hoặc nước bị ô nhiễm có thể gây nguy hiểm đối với độ bền lâu của vật liệu xây dựng.

2.4 Khảo sát phục vụ thiết kế

2.4.1 Khảo sát hiện trường

2.4.1.1 Khái quát

(1)P Trong các trường hợp khảo sát sơ bộ không cung cấp đủ thông tin cần thiết để đánh giá các khía cạnh được nêu trong 2.3, phải thực hiện khảo sát bổ sung trong giai đoạn khảo sát phục vụ thiết kế.

(2) Tùy theo trường hợp cụ thể, khảo sát hiện trường trong giai đoạn thiết kế nên bao gồm:

- Khoan và/hoặc đào thăm dò (giếng và rãnh) **để xác định địa tầng và lấy mẫu thí nghiệm trong phòng;**
- Đo mức nước dưới đất;
- **Tiến hành các thí nghiệm hiện trường.**

(3) Ví dụ về các phương pháp khảo sát hiện trường là:

- Thí nghiệm hiện trường (CPT, SPT, xuyên động, xuyên trọng lượng WST, nén ngang, thí nghiệm dilatometer, tẩm nén phẳng, cắt cánh, và thí nghiệm thấm);
- **Mô tả đất đá và lấy mẫu để thí nghiệm trong phòng;**
- **Quan trắc sự biến đổi mức nước dưới đất theo thời gian;**
- Khảo sát địa vật lý (mặt cắt địa chấn, ra-đa xuyên đất, đo điện trở suất và địa chấn 1 lỗ khoan);
- Thí nghiệm tỷ lệ lớn ví dụ như để trực tiếp xác định khả năng chịu tải hoặc ứng xử trên cấu kiện mẫu, chẳng hạn như các neo.

(4) Để triển khai các định hướng cho việc lập kế hoạch khảo sát hiện trường, có thể sử dụng hướng dẫn trong Bảng 2.1 về khả năng áp dụng các khảo sát hiện trường bao hàm trong các **điều 3 và điều 4** của Tiêu chuẩn này.

GHI CHÚ: Xem thêm Phụ lục **B.2**

(5)P Ở những nơi dự đoán đất bị ô nhiễm hoặc có khí **độc hại** trong đất thì phải tập hợp thông tin từ những nguồn có liên quan. Thông tin này được xem xét khi lập kế hoạch khảo sát đất nền.

(6)P Trong quá trình khảo sát, nếu phát hiện đất bị ô nhiễm hoặc có khí độc hại trong đất thì phải báo cáo cho chủ công trình và các cơ quan có trách nhiệm.

Bảng 2.1 - Tóm tắt về khả năng áp dụng các phương pháp khảo sát hiện trường ở điều 3 và điều 4

Phương pháp thí nghiệm hiện trường ^{a)}	Các kết quả có thể đạt được																			
	Lấy mẫu thí nghiệm						Thí nghiệm hiện trường												Quan trắc nước dưới đất	
	Đất			Đá																
	Cấp A	Cấp B	Cấp C	Cấp A	Cấp B	Cấp C	CPT&CPTU	Nén ngang ^{c)}	RDT	Dilatometer mềm	SPT ^{d)}	DPL/DPM	DPH/DPM	WST	FVT	DMT	PLT	Hồ	Kín	
Thông tin cơ sở																				
Loại đất	C1F1	C1F1	C2F2	-	-	-	C2F2	C3F3	-	C3F3	C2F1	C3F3	C3F3	-	-	C2F2	-	-	-	
Loại đá	-	-	-	R1	R1	R2	R3 ^{e)}	R3	R2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Phạm vi các lớp ^{b)}	C1F1	C1F1	C3F3	R1	R1	R2	C1F1	R3 C3F3	R3	C3F3	C2F2	C1F2	C1F2	F2	-	C2F1	-	-	-	
Mức nước dưới đất	-	-	-	-	-	-	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R2C1 F2	R1C1 F1	
Áp lực nước lỗ rỗng	-	-	-	-	-	-	C2F2	F3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R2C1 F2	R1C1 F1	
Tính chất địa kỹ thuật																				
Kích thước hạt	C1F1	C1F1		R1	R1	R2	-	-	-	-	C2F1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Độ ẩm	C1F1	C2F1	C3F3	R1	R1	-	-	-	-	-	C2F2	-	-	-	-	-	-	-	-	

Bảng 2.1 - Tóm tắt về khả năng áp dụng các phương pháp khảo sát hiện trường ở **điều 3** và **điều 4** (tiếp theo)

Phương pháp thí nghiệm hiện trường ^{a)}	Các kết quả có thể đạt được																			
	Lấy mẫu thí nghiệm						Thí nghiệm hiện trường												Quan trắc nước dưới đất	
	Đất			Đá																
	Cấp A	Cấp B	Cấp C	Cấp A	Cấp B	Cấp C	CPT&CPTU	Nén ngang ^{e)}	RDT	Dilatometer mềm	SPT ^{d)}	DPL/DPM	DPH/DPM	WST	FVT	DMT	PLT	Hồ	Kín	
Giới hạn Atterberg	F1	F1	-	-	-	-	-	-	-	-	F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Độ chặt	C2F1	C3F3	-	R1	R1	-	C2F2	-	-	-	C2F2	C2	C2	-	-	C2F2	-	-	-	
Sức kháng cắt	C2F1	-	-	R1	-	-	C2F1	C1F1	-	-	C2F3	C2F3	C2F3	C2	F1	C2F1	R2C1 F1	-	-	
Tính nén lún	C2F1	-	-	R1	-	-	C1F2	C1F1	R1	F1	C2F2	C2F2	C2F2	C2	-	C2F2	C1F1	-	-	
Tính thấm	C2F1	-	-	R1	-	-	C3F2	F3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C2F3	C2F2	
Thí nghiệm hóa học	C1F1	C1F1	-	R1	R1	-	-	-	-	-	C2F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
^{a)} Xem ký hiệu ở điều 3 và điều 4			R1 Rất phù hợp cho đá						R2 Tương đối phù hợp cho đá						R3 Ít phù hợp cho đá					
^{b)} Theo phương ngang và phương thẳng đứng			C1 Rất phù hợp cho đất hạt thô ^{*)}						C2 Tương đối phù hợp cho đất hạt thô						C3 Ít phù hợp cho đất hạt thô – Không phù hợp					
^{c)} Phụ thuộc vào kiểu nén ngang			F1 Rất phù hợp cho đất hạt mịn ^{*)}						F2 Tương đối phù hợp cho đất hạt mịn						F3 Ít phù hợp cho đất hạt mịn					
^{d)} Giả thiết có lấy mẫu			^{*)} Các nhóm hạt “thô” và “mịn” theo TCVN ...(ISO 14688-1).																	
^{e)} Chỉ cho đá mềm			GHI CHÚ: Tùy theo điều kiện đất nền (loại đất, trạng thái nước dưới đất) và dự kiến thiết kế, việc lựa chọn các phương pháp khảo sát có thể thay đổi và khác so với bảng này.																	

2.4.1.2 Chương trình khảo sát hiện trường

(1)P Chương trình khảo sát hiện trường phải bao gồm:

- Mặt bằng vị trí của các điểm khảo sát, **cùng với** phương pháp khảo sát;
- Độ sâu khảo sát;
- Các loại mẫu thí nghiệm (cấp, v.v...) sẽ được lấy, bao gồm các qui định kỹ thuật về số lượng và độ sâu lấy mẫu;
- Các qui định kỹ thuật về đo **mực nước dưới đất**;
- Các loại thiết bị sẽ sử dụng;
- Các tiêu chuẩn sẽ áp dụng.

2.4.1.3 Vị trí và độ sâu của các điểm khảo sát

(1)P **Vị trí và độ sâu các điểm khảo sát phải được lựa chọn trên cơ sở xem xét sơ bộ: về đặc điểm địa chất, kích thước của công trình và các vấn đề kỹ thuật có liên quan.**

(2) Khi lựa chọn vị trí của các điểm khảo sát, cần tuân thủ những điều sau đây:

- **Các điểm khảo sát cần được bố trí sao cho có thể đánh giá được địa tầng địa chất trong phạm vi hiện trường xây dựng;**
- Các điểm khảo sát cho nhà hoặc công trình cần được bố trí tại những điểm xung yếu liên quan tới hình dạng, ứng xử của công trình và sự phân bố tải trọng dự kiến (ví dụ như ở các **góc móng**);
- Đối với công trình dạng tuyến, các điểm khảo sát cần được bố trí với độ lệch thích hợp so với đường trục, phụ thuộc vào bề rộng tổng cộng của công trình (chẳng hạn như đáy taluy của nền đắp hoặc rãnh đào);
- Đối với công trình nằm trên hoặc ở gần mái dốc và ở địa hình bậc thang (kể cả hố đào), các điểm khảo sát nên được bố trí bên ngoài diện tích xây dựng nhằm đánh giá độ ổn định của mái dốc hoặc rãnh đào. Ở những nơi có thi công neo cần chú ý thích đáng tới các ứng suất phát sinh trong vùng truyền tải của chúng;
- Các điểm khảo sát cần được bố trí sao cho chúng không gây nguy hiểm nào tới công trình, tới thi công, hoặc tới vùng phụ cận (ví dụ như sự thay đổi điều kiện đất nền và nước dưới đất);
- Trong giai đoạn khảo sát phục vụ thiết kế nên mở rộng diện tích điều tra sang vùng phụ cận tới khoảng cách được dự tính là không gây ảnh hưởng bất lợi đối với vùng đó;
- Đối với các điểm đo nước dưới đất, cần xem xét khả năng sử dụng thiết bị được lắp đặt ngay trong quá trình khảo sát đất nền để tiếp tục quan trắc trong và sau quá trình thi công.

(3) Ở những nơi đặc điểm đất nền tương đối đồng đều hoặc đất nền có đủ **độ bền** và độ cứng thì có thể tăng khoảng cách giữa các điểm khảo sát (**giảm bớt số lượng điểm**) và **ngược lại**. Trong mọi trường hợp, việc điều chỉnh như trên cần được xác nhận bằng kinh nghiệm địa phương.

(4)P Trong trường hợp bố trí hai dạng khảo sát trở lên tại cùng một vị trí (ví dụ CPT và lấy mẫu bằng pitông), các điểm khảo sát cần cách nhau một khoảng cách phù hợp.

(5) Trong trường hợp có sự kết hợp, chẳng hạn như CPT và khoan, nên tiến hành thí nghiệm CPT trước khi khoan. Khi đó khoảng cách tối thiểu cần chọn sao cho lỗ khoan không chạm vào lỗ CPT. Nếu việc khoan được thực hiện trước thì nên bố trí CPT **cách lỗ khoan ít nhất là 2 m** theo phương ngang.

(6) Phải tăng độ sâu khảo sát tới tất cả các tầng có ảnh hưởng tới công trình hoặc chịu ảnh hưởng do công tác thi công. Đối với đập, đập thấp và hố đào nằm thấp hơn mực nước dưới đất và với những trường hợp tháo khô thì phải lựa chọn độ sâu khảo sát theo điều kiện địa chất thủy văn. Đối với mái dốc và nơi có địa hình bậc thang, phải khảo sát sâu hơn độ sâu của mặt trượt tiềm năng.

GHI CHÚ: Đối với khoảng cách giữa các điểm khảo sát và độ sâu khảo sát, có thể tham khảo các giá trị cho trong Phụ lục B.3.

2.4.1.4 Lấy mẫu

(1) **Cấp** lấy mẫu (xem 3.4.1 và 3.5.1), và số lượng mẫu cần lấy phải dựa trên:

- Mục tiêu khảo sát đất nền;
- **Đặc điểm địa chất** tại hiện trường;
- Mức độ phức tạp của kết cấu địa kỹ thuật.

(2) Phải nhận biết và phân loại đất nền, ít nhất phải có một hố khoan hoặc hố **đào** để lấy mẫu. Phải lấy mẫu từ mỗi lớp đất có ảnh hưởng tới sự làm việc của công trình.

(3) Có thể thay thế việc lấy mẫu bằng các thí nghiệm ngoài hiện trường nếu có đủ kinh nghiệm ở địa phương để lập tương quan giữa các thí nghiệm hiện trường với các điều kiện đất nền nhằm đảm bảo diễn giải một cách chuẩn xác các kết quả thu được.

(4) Chi tiết bổ sung về việc lấy mẫu được cho trong **điều 3**.

2.4.1.5 Nước dưới đất

(1) Phải lập kế hoạch đo mực nước dưới đất và thực hiện theo 3.6.

2.4.2 Thí nghiệm trong phòng

2.4.2.1 Tổng quát

(1) Trước khi vạch ra một chương trình thí nghiệm cần **lập địa tầng hố khoan dự kiến** tại hiện trường và cần lựa chọn **các lớp đất** liên quan đến thiết kế để có thể đề ra qui định về loại và số lượng thí nghiệm trong mỗi lớp đất. Việc nhận biết các lớp đất dựa trên bài toán địa kỹ thuật, tính phức tạp của nó, địa chất địa phương và các tham số cần thiết cho thiết kế.

2.4.2.2 Kiểm tra trực quan và mặt cắt sơ bộ của đất nền

(1) Cần kiểm tra bằng quan sát các mẫu thí nghiệm và hố thăm dò và so sánh với hình trụ hố khoan theo mô tả ở hiện trường để có thể thiết lập được mặt cắt **địa chất** đất nền sơ bộ. Đối với mẫu đất, ngoài quan sát nên dùng tay thực hiện thí nghiệm đơn giản để nhận biết đất và có cảm nhận ban đầu về trạng thái và sự ứng xử về cơ học của đất.

(2) **Nếu tìm thấy sự khác biệt rõ ràng và đáng kể về các đặc trưng giữa các phần khác nhau của một địa tầng thì mặt cắt địa chất đất nền sơ bộ nên được phân chia nhỏ hơn nữa.**

(3) Khi có thể, nên đánh giá chất lượng mẫu trước khi tiến hành các thí nghiệm trong phòng. Các cấp chất lượng mẫu đất được xác định trong Bảng 3.1.

2.4.2.3 Chương trình thí nghiệm

(1) Phải lập chương trình thí nghiệm trong phòng phải xét đến loại công trình, loại đất nền và **đặc điểm** địa tầng và các tham số địa kỹ thuật cần thiết cho tính toán thiết kế.

(2) Chương trình thí nghiệm trong phòng thí nghiệm phụ thuộc một phần vào việc có sẵn kinh nghiệm có thể so sánh được hay không. Cần thiết lập phạm vi và chất lượng của các kinh nghiệm có thể so sánh đối với loại đất hoặc đá cụ thể. Cũng nên sử dụng các kết quả quan sát ở hiện trường trên những công trình lân cận (nếu sẵn có).

(3) Phải thực hiện các thí nghiệm trên những mẫu thí nghiệm đại diện cho các lớp đất có liên quan. Phải sử dụng các thí nghiệm phân loại để kiểm tra tính đại diện của mẫu và mẫu thử.

GHI CHÚ: Có thể kiểm tra việc này theo phương pháp lập. Trong bước đầu tiên, thực hiện thí nghiệm phân loại và thí nghiệm chỉ số độ bền trên càng nhiều mẫu thí nghiệm càng tốt để xác định tính biến thiên của các chỉ tiêu của một lớp đất. Trong bước thứ hai, tiến hành đánh giá mức độ đại diện của các mẫu thí nghiệm đã sử dụng cho các thí nghiệm về tính nén lún và độ bền của lớp đất bằng cách so sánh những kết quả của thí nghiệm phân loại và chỉ số độ bền của các mẫu thí nghiệm này với tất cả những kết quả thí nghiệm phân loại và chỉ số độ bền cho lớp đất đó.

(4) Cần xem xét sự cần thiết của các thí nghiệm tiên tiến hơn hoặc khảo sát hiện trường bổ sung, tùy theo các khía cạnh địa kỹ thuật của dự án, loại đất, sự biến động của đất nền và mô hình tính toán.

2.4.2.4 Số lượng thí nghiệm

(1) Phải quy định số lượng mẫu thí nghiệm cần thiết, phụ thuộc vào tính đồng nhất của đất nền, chất lượng và **số lượng** kinh nghiệm có thể so sánh được và cấp địa kỹ thuật của công trình.

(2) Để đề phòng trường hợp đất khó giữ được nguyên trạng, mẫu thử bị phá hoại và các yếu tố khác, các mẫu thử bổ sung nên được chuẩn bị sẵn, bất cứ khi nào có thể.

(3) Tùy theo loại thí nghiệm, cần nghiên cứu một số lượng mẫu thí nghiệm tối thiểu.

GHI CHÚ: Số lượng mẫu tối thiểu cho một số loại thí nghiệm có thể lấy theo khuyến cáo trong các Bảng ở các Phụ lục từ L tới W (trừ các Phụ lục O và T). Cũng có thể sử dụng các Phụ lục này để kiểm tra xem phạm vi thí nghiệm đã đầy đủ hay chưa.

(4) Có thể giảm số lượng thí nghiệm tối thiểu nếu không cần tối ưu hoá thiết kế địa kỹ thuật và sử dụng các tham số của đất nền thiên về an toàn, hoặc nếu áp dụng kinh nghiệm có thể so sánh được hay những thông tin hiện trường.

2.4.2.5 Các thí nghiệm phân loại

(1) Cần thực hiện các thí nghiệm phân loại đất và đá để xác định thành phần và các chỉ tiêu cơ bản của từng lớp đất. Cần lựa chọn mẫu thí nghiệm cho các thí nghiệm phân loại sao cho các thí nghiệm này được phân bố tương đối đều trên toàn bộ diện tích và chiều sâu của các lớp đất **đá** có liên quan đến thiết kế. Vì vậy, các kết quả cần đưa ra được phạm vi của các chỉ tiêu cơ bản các lớp có liên quan.

(2) Cần sử dụng kết quả của các thí nghiệm phân loại để kiểm tra xem phạm vi khảo sát đã đầy đủ chưa, có cần thêm giai đoạn khảo sát thứ hai hay không.

(3) Các thí nghiệm phân loại thông thường thích hợp cho mẫu thí nghiệm lấy từ đất nền với mức độ xáo động khác nhau được trình bày trong Bảng 2.2. Các thí nghiệm này thường được thực hiện trong tất cả các giai đoạn khảo sát đất nền (xem 2.2 (3)).

2.4.2.6 Thí nghiệm mẫu

(1) Phải lựa chọn mẫu thí nghiệm sao cho bao hàm được phạm vi chỉ tiêu của từng lớp đất có liên quan.

(2) Đối với đất đắp hoặc một lớp cát hoặc sạn sỏi có thể thí nghiệm trên mẫu thử khôi phục lại. Mẫu thí nghiệm chế bị cần có thành phần, độ chặt và độ ẩm tương tự với vật liệu hiện trường.

(3) Các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm để xác định các tham số cho tính toán địa kỹ thuật được trình bày trong Bảng 2.3.

(4) Các thí nghiệm mẫu đá trong phòng thông thường thích hợp làm cơ sở cho việc mô tả vật liệu đá gồm có:

- Phân loại địa chất;
- Xác định độ chặt hoặc khối lượng thể tích (ρ);
- Xác định độ ẩm (w);
- Xác định độ lỗ rỗng (n);
- Xác định độ bền chịu nén một trục (σ_c);
- Xác định mô đun đàn hồi (E) và hệ số Poat xông (ν);
- Thí nghiệm chỉ số chịu tải điểm ($I_{s,50}$).

Bảng 2.2 - Các thí nghiệm phân loại đất

Tham số	Loại đất							
	Sét			Bụi			Cát, sạn sỏi	
	Loại mẫu thử			Loại mẫu thử			Loại mẫu thử	
	Nguyên trạng	Không nguyên trạng	Chế bị	Nguyên trạng	Không nguyên trạng	Chế bị	Không nguyên trạng	Chế bị
Mô tả địa chất và phân loại đất	X	X	X	X	X	X	X	X
Độ ẩm	X	(X)	(X)	X	(X)	(X)	(X)	(X)
Khối lượng thể tích	X	(X)	—	X	(X)	—	—	—
Độ chặt lớn nhất và nhỏ nhất	—	—	—	(X)	(X)	(X)	X	X
Các giới hạn Atterberg	X	X	X	X	X	X	—	—
Phân bố kích thước hạt	X	X	X	X	X	X	X	X
Sức kháng cắt không thoát nước	X	—	—	(X)	—	—	—	—
Tính thấm	X	—	—	X	(X)	(X)	(X)	(X)
Độ nhạy	X	—	—	—	—	—	—	—

X Thường dùng để xác định

(X) Có thể dùng để xác định nhưng không nhất thiết là đại diện.

– Không áp dụng được

GHI CHÚ: Đối với một số loại đất có thể cần thí nghiệm thêm các chỉ tiêu khác, chẳng hạn như xác định hàm lượng hữu cơ, khối lượng thể tích hạt và chỉ số **hoạt tính**.

(5) Việc phân loại mẫu lõi khoan đá thường bao gồm mô tả địa chất, độ thu hồi lõi khoan, chỉ tiêu chất lượng đá (RQD), độ cứng, mặt cắt các vết nứt, mức độ phong hoá và nứt nẻ. Ngoài những thí nghiệm thông thường đã kể đến trong 2.4.2.6 (4) cho đá, có thể lựa chọn các thí nghiệm khác theo những mục đích khác nhau. Ví dụ: xác định khối lượng thể tích hạt, tốc độ truyền sóng, thí nghiệm chất tải Brazil, xác định sức kháng cắt của đá và khe nứt, độ bền dưới tác động của các chu kỳ khô ướt, thí nghiệm trương nở và mài mòn.

Bảng 2.3 – Các thí nghiệm trong phòng để xác định các chỉ tiêu địa kỹ thuật

Chỉ tiêu địa kỹ thuật	Loại đất					
	Sạn sỏi	Cát	Bụi	Sét cổ kết bình thường	Sét quá cổ kết	Than bùn, sét hữu cơ
Môđun nén cổ kết (E_{oed}); chỉ số nén (C_c); (nén 1 trực)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)
Môđun biến dạng (E); Môđun cắt (G)	TX	TX	TX	TX	TX	TX
Sức kháng cắt có thoát nước (hữu hiệu) (c'), (φ')	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB
Sức kháng cắt dư (c'_R), (φ'_R)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)
Sức kháng cắt không thoát nước (c_u)	–	–	TX DSS SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT
Khối lượng thể tích (ρ)	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD
Hệ số cổ kết (c_v)			OED TX	OED TX	OED TX	OED TX
Hệ số thấm (k)	TXCH PSA	TXCH PSA	PTC TXCH (PTF)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)

– không áp dụng được

() chỉ áp dụng được từng phần; xem **điều 5** để biết thêm chi tiết.

Viết tắt các thí nghiệm trong phòng:

BDD Xác định khối lượng thể tích

DSS Thí nghiệm cắt trực tiếp

OED Thí nghiệm nén cố kết (Oedometer)

PTF Thí nghiệm thấm với cột nước thay đổi

PTC Thí nghiệm thấm với cột nước không đổi

RS Cắt vòng

SB Thí nghiệm với hộp cắt tĩnh tiến

SIT Thí nghiệm chỉ số độ bền (thường chỉ được thực hiện trong giai đoạn sơ bộ)

PSA Phân tích thành phần hạt

TX Thí nghiệm ba trục

TXCH Thí nghiệm với cột thấm không đổi trong buồng ba trục (hoặc trong buồng thấm mềm)

(6) Có thể khảo sát gián tiếp các tính chất của khối đá, kể cả việc phân lớp và nứt nẻ hoặc không liên tục bằng các thí nghiệm nén và cắt dọc theo các vết nứt. Trong loại đá mềm, có thể thực hiện thí nghiệm bổ sung ở hiện trường hoặc thí nghiệm mô hình lớn trong phòng trên các khối mẫu.

2.5 Kiểm tra và quan trắc

(1)P Khi cần thiết, phải thực hiện một số kiểm tra và thí nghiệm bổ sung trong quá trình thi công và thực hiện dự án để kiểm chứng các điều kiện đất nền phù hợp với những điều kiện đã được xác định trong khảo sát thiết kế hay không, và các chỉ tiêu của vật liệu xây dựng đã được cung cấp có phù hợp với các chỉ tiêu đã được quy định hay không.

GHI CHÚ: Tham khảo thêm **điều 4** của **TCVN...** (EN 1997-1).

(2)P **Phải áp dụng các biện pháp kiểm tra:**

- **Mặt cắt đất nền khi đào;**

- **Đáy của hố đào.**

(3) Có thể áp dụng các biện pháp kiểm tra chung sau đây:

- Đo cao độ mực nước dưới đất hoặc áp lực lỗ rỗng và sự dao động của chúng;

- Quan trắc ứng xử của nhà, các dịch vụ hoặc các công trình xây dựng lân cận;

- Quan trắc ứng xử của công trình thực tế.

GHI CHÚ: Việc kiểm tra và quan trắc rất quan trọng khi sử dụng phương pháp quan sát (**xem TCVN...**(EN 1997-1), 2.7).

(4)P Các kết quả của **các** biện pháp kiểm tra phải tập hợp, lập báo cáo và đối chiếu với các yêu cầu thiết kế. Các quyết định sẽ được đưa ra dựa vào những phát hiện trong quá trình kiểm tra.

3. Lấy mẫu đất, đá, và quan trắc nước dưới đất

3.1 Tổng quát

(1)P Việc lấy mẫu đất và đá bằng cách khoan, đào và việc quan trắc nước dưới đất phải được thực hiện một cách toàn diện để đảm bảo thu được những dữ liệu cần thiết cho thiết kế địa kỹ thuật.

3.2 Lấy mẫu bằng cách khoan

(1)P Thiết bị khoan lấy mẫu được lựa chọn theo:

- Cấp lấy mẫu được yêu cầu, như đã nêu trong 3.4.1 và 3.5.1;
- Độ sâu cần đạt được và yêu cầu về đường kính của mẫu;
- Các tính năng yêu cầu cho máy khoan, ví dụ như, việc ghi chép các tham số khoan, việc điều chỉnh tự động hay bằng tay.

(2)P Phải tuân thủ các yêu cầu của **TCVN...(EN ISO 22475-1)**.

GHI CHÚ: Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.2

3.3 Lấy mẫu bằng phương pháp đào

(1)P Nếu mẫu được lấy từ các hố đào thăm dò, hầm hoặc giếng thì phải tuân thủ các yêu cầu của **TCVN...(EN ISO 22475-1)**.

GHI CHÚ: Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.2

3.4 Lấy mẫu đất

3.4.1 Phân cấp phương pháp lấy mẫu và cấp chất lượng mẫu trong phòng thí nghiệm

(1)P Mẫu phải chứa tất cả các thành phần khoáng vật **đặc trưng của lớp đất** được lấy mẫu. Mẫu không được lẫn các vật liệu từ các tầng đất khác hoặc từ những phụ gia được sử dụng trong quá trình lấy mẫu.

(2)P **Phụ thuộc vào yêu cầu về chất lượng mẫu được lấy (xem Bảng 3.1 về phân cấp chất lượng mẫu lấy để thí nghiệm), phương pháp lấy mẫu ở hiện trường có thể phân thành ba cấp:**

- Phương pháp lấy mẫu cấp A: có thể thu được mẫu có cấp chất lượng từ 1 đến 5;
- Phương pháp lấy mẫu cấp B: có thể thu được mẫu có cấp chất lượng từ 3 đến 5;
- Phương pháp lấy mẫu cấp C: chỉ có thể thu được mẫu có cấp chất lượng 5;

Bảng 3.1 - Các cấp chất lượng của mẫu đất để thí nghiệm trong phòng và cấp phương pháp lấy mẫu được sử dụng

Tính chất của đất/cấp chất lượng	1	2	3	4	5
Tính chất của đất không thay đổi:					
Kích thước hạt	*	*	*	*	
Độ ẩm	*	*	*		

Tính chất của đất/cấp chất lượng	1	2	3	4	5
Độ chặt, chỉ số độ chặt, tính thấm	*	*			
Tính nén lún, sức kháng cắt	*				
Các tính chất có thể được xác định:					
Trình tự sắp xếp các lớp	*	*	*	*	*
Ranh giới các lớp - Khái quát	*	*	*	*	
Ranh giới các lớp - Chi tiết	*	*			
Các giới hạn Atterberg, khối lượng thể tích hạt, hàm lượng hữu cơ	*	*	*	*	
Độ ẩm	*	*	*		
Khối lượng thể tích, chỉ số khối lượng thể tích, độ lỗ rỗng, tính thấm	*	*			
Tính nén lún, sức kháng cắt	*				
Cấp phương pháp lấy mẫu	A				
			B		
					C

(3) Mẫu có các cấp chất lượng 1 hoặc 2 chỉ có thể thu được bằng cách sử dụng phương pháp lấy mẫu cấp A. Mục tiêu là thu được mẫu có các cấp chất lượng 1 hoặc 2 trong đó không có hoặc chỉ có sự xáo động nhẹ của cấu trúc đất trong quá trình lấy mẫu hoặc trong khi thao tác mẫu. Độ ẩm và hệ số rỗng của đất tương tự như đất tại hiện trường. Không xảy ra sự thay đổi nào trong thành phần hạt hoặc thành phần hoá học của đất. Những điều kiện không lường trước chẳng hạn như sự thay đổi về địa tầng có thể dẫn tới cấp chất lượng mẫu thấp hơn.

(4) Sử dụng phương pháp lấy mẫu cấp B không cho phép lấy được mẫu có cấp chất lượng cao hơn cấp 3. Mục đích là lấy được mẫu chứa tất cả các thành phần tự nhiên và giữ nguyên độ ẩm tự nhiên. Sự phân bố tổng thể của các lớp đất hoặc của các thành phần khác nhau có thể nhận biết được. Cấu trúc của đất thì đã bị xáo động. Những điều kiện không lường trước chẳng hạn như sự thay đổi về địa tầng có thể dẫn tới cấp chất lượng mẫu thấp hơn.

(5) Sử dụng phương pháp lấy mẫu cấp C không thể thu được mẫu có cấp chất lượng cao hơn cấp 5. Cấu trúc đất trong mẫu đã bị thay đổi hoàn toàn. Sự phân bố tổng thể của các lớp đất hoặc các thành phần khác nhau bị thay đổi đến mức không thể nhận biết được một cách chính xác sự phân bố tự nhiên của các lớp đất. Độ ẩm của mẫu không đại diện cho độ ẩm tự nhiên của lớp đất được lấy mẫu.

(6) P Mẫu đất để thí nghiệm trong phòng được chia ra thành 5 cấp chất lượng theo các tính chất của đất được giả thiết là không thay đổi trong suốt quá trình lấy mẫu, thao tác, vận chuyển và bảo quản. Các cấp chất lượng này được mô tả trong **Bảng 3.1**, cùng với cấp phương pháp lấy mẫu được sử dụng.

3.4.2 Nhận dạng đất

(1)P Việc nhận dạng đất dựa trên cơ sở kiểm tra các mẫu đã lấy được phải tuân thủ **TCVN...(EN ISO 14688-1)**.

3.4.3 Lập kế hoạch lấy mẫu

(1)P Cấp chất lượng và số lượng mẫu thí nghiệm cần lấy phụ thuộc vào mục tiêu khảo sát, điều kiện địa chất và tính phức tạp của cấu trúc địa chất và của công trình được thiết kế.

(2) Có thể dựa trên 2 hướng khác nhau khi khoan lấy mẫu:

- Khoan lấy mẫu liên tục toàn bộ cột địa tầng, lấy mẫu bằng dụng cụ khoan suốt độ sâu khoan và bằng dụng cụ lấy mẫu ở đáy hố khoan tại các độ sâu được lựa chọn.

- Khoan lấy mẫu chỉ ở những độ sâu cụ thể đã xác định trước, ví dụ bằng cách thí nghiệm xuyên.

(3)P Cấp lấy mẫu phải được lựa chọn trên cơ sở xem xét yêu cầu về cấp chất lượng mẫu trong phòng thí nghiệm như đã chi tiết hoá trong Bảng 3.1, loại đất dự kiến và điều kiện nước dưới đất.

(4)P Để lựa chọn phương pháp khoan hoặc đào và thiết bị lấy mẫu phù hợp với cấp lấy mẫu qui định cần tuân thủ các yêu cầu của **TCVN...(EN ISO 22475-1)** (**Có thể tham khảo Bảng B.2 trong Phụ lục B về lựa chọn phương pháp lấy mẫu thích hợp theo cấp lấy mẫu**)

GHI CHÚ: Việc lấy mẫu đất hoàn toàn nguyên trạng trên thực tế là không thể thực hiện được vì nhiều yếu tố, trong đó có thể kể đến sự xáo động về cơ học do thao tác lấy mẫu và sự giải phóng ứng suất do lấy mẫu. Ảnh hưởng của những yếu tố này tới mức độ xáo động phụ thuộc vào cấp phương pháp lấy mẫu và các loại đất được lấy mẫu. Loại đất được lấy mẫu có ảnh hưởng quyết định đến mức độ xáo động mẫu khi áp dụng cùng một phương pháp lấy mẫu. Vì vậy, các loại đất nhạy dễ bị xáo động, trong khi các loại đất ít nhạy hơn, chẳng hạn như phần lớn các loại sét cứng, có thể đòi hỏi các phương pháp lấy mẫu ít khắt khe hơn mà vẫn thu được mẫu ít bị xáo động. Mặt khác, mỗi bài toán đòi hỏi một độ chính xác khác nhau của tham số về đất nền. Do đó khi chuẩn bị chương trình lấy mẫu cần xem xét các yếu tố kể trên để quyết định mức độ xáo động có thể chấp nhận được và theo đó xác định phương pháp lấy mẫu.

(5) Đối với một dự án, thiết bị và phương pháp lấy mẫu cụ thể cần được xác định trong các cấp lấy mẫu qui định ở 3.4.1. Ví dụ như trường hợp khi mô đun biến dạng (độ cứng) ở các biến dạng nhỏ phải được xác định trong các mẫu nguyên trạng.

(6)P Các kích thước của mẫu được lấy phải phù hợp với loại đất, phương pháp và số lượng thí nghiệm sẽ được thực hiện.

GHI CHÚ: Xem **điều 5** và các Phụ lục L, M, N, P, Q, R và S.

(7) Cần lấy mẫu tại nơi có sự thay đổi địa tầng và cách quãng theo quy định, thông thường không quá 3 m. Trong đất không đồng nhất hoặc nếu cần xác định một cách chi tiết điều kiện nền đất, có thể cần lấy mẫu liên tục trong khi khoan hoặc lấy mẫu cách quãng rất ngắn.

3.4.4 Xử lý, vận chuyển và bảo quản mẫu

(1)P Việc xử lý, vận chuyển và bảo quản mẫu đất phải được thực hiện theo **TCVN...(EN ISO 22475-1)**.

GHI CHÚ: Đối với việc xử lý và bảo quản mẫu đất trong phòng thí nghiệm, xem **Điều 5** và **có thể tham khảo tiêu chuẩn áp dụng ở Phụ lục X.2**.

3.5 Lấy mẫu đá

3.5.1 Cấp phương pháp lấy mẫu

(1)P Mẫu phải **bao gồm** tất cả các thành phần khoáng **vật đặc trưng của tầng đá được lấy mẫu**. Mẫu không được lẫn các vật liệu từ các tầng đất khác hoặc từ những phụ gia được sử dụng trong quá trình lấy mẫu.

(2)P Những gián đoạn và những vật liệu lấp nhét trong khối đá có vai trò quyết định đối với các đặc trưng về độ bền và biến dạng của vật liệu như một tổng thể. Vì vậy, chúng phải được xác định càng chính xác càng tốt trong công tác lấy mẫu nếu các tính chất của chúng cần được xác định.

(3)P Tùy theo chất lượng mẫu, cần xem xét ba cấp phương pháp lấy mẫu :

- Phương pháp lấy mẫu **cấp A**;
- Phương pháp lấy mẫu **cấp B**;
- Phương pháp lấy mẫu **cấp C**.

(4) Sử dụng Phương pháp lấy mẫu cấp A để thu được mẫu trong đó cấu trúc đá nguyên trạng hoặc chỉ bị xáo động nhẹ trong quá trình lấy mẫu hoặc khi thao tác mẫu. Các đặc trưng về độ bền và biến dạng, độ ẩm, độ chặt, độ lỗ rỗng và tính thấm của mẫu đá tương ứng với các giá trị trong điều kiện tự nhiên. Không xảy ra sự thay đổi về thành phần vật liệu hoặc thành phần hoá học của khối đá. Những điều kiện không lường trước chẳng hạn như sự thay đổi của địa tầng có thể dẫn tới lấy mẫu với chất lượng mẫu thấp hơn.

(5) Sử dụng Phương pháp lấy mẫu cấp B có thể thu được mẫu có chứa tất cả những thành phần vật chất của khối đá hiện trường với các tỷ lệ thành phần tự nhiên và các mẫu vẫn giữ được các đặc trưng về độ bền và biến dạng, độ ẩm, độ chặt và độ lỗ rỗng. Nếu sử dụng cấp phương pháp lấy mẫu **cấp B** thì sự phân bố của các gián đoạn trong khối đá cần được xác định. Tại đó, cấu trúc của khối đá bị xáo động và do đó các đặc trưng về độ bền và biến dạng, độ ẩm, độ chặt, độ lỗ rỗng và tính thấm đối với bản thân khối đá đó cũng thay đổi theo. Những điều kiện không lường trước chẳng hạn như sự thay đổi của địa tầng có thể dẫn tới lấy mẫu với chất lượng mẫu thấp hơn.

(6) Phương pháp lấy mẫu cấp C làm thay đổi hoàn toàn cấu trúc của khối đá và các gián đoạn trong đó. Vật liệu đá có thể đã bị vỡ vụn. Một số thay đổi về thành phần vật liệu hoặc thành phần hoá học của đá có thể xảy ra. Loại đá và **bản** chất nền, cấu trúc và công trình của nó có thể được nhận biết.

3.5.2 Nhận biết đá

(1)P Nhận biết đá bằng mắt thường phải dựa vào việc kiểm tra các khối đá và mẫu thí nghiệm, bao gồm tất cả những quan sát về **mức độ** phong hóa và **tính gián đoạn**. Nhận biết đá phải tuân thủ tiêu chuẩn **TCVN...(EN ISO 14689-1)**.

(2)P Phân loại mức độ phong hoá phải liên hệ với các quá trình địa chất và phải bao hàm các mức từ đá **gốc** đến đá đã **bị phong hóa hoàn toàn**. Sự phân loại phải phù hợp với 4.2.4 và 4.3.4 của **TCVN...(EN ISO 14689-1)**.

(3)P Các gián đoạn, chẳng hạn như các mặt phẳng phân lớp, liên kết, các vết nứt nẻ và đứt gãy phải được định lượng hoá theo dạng, khoảng cách và hướng nghiêng trong đó sử dụng các thuật ngữ rõ ràng. Việc định lượng hoá phải phù hợp với 4.3.3 của **TCVN...(EN ISO 14689-1)**.

(4)P Các chỉ số chất lượng đá (RQD), tổng thu hồi lõi (TCR) và thu hồi lõi rắn (SCR) phải được xác định phù hợp với qui định của **TCVN... (EN ISO 22475-1)**.

GHI CHÚ : Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.2.

3.5.3 Lập kế hoạch lấy mẫu đá

(1)P Các đặc trưng và số lượng mẫu thí nghiệm cần lấy phải dựa trên mục tiêu khảo sát hiện trường, địa chất khu vực và tính phức tạp của cấu trúc địa kỹ thuật và của công trình sẽ được thiết kế.

(2)P Cấp phương pháp lấy mẫu phải được lựa chọn theo các đặc trưng của đá cần được bảo toàn, như đã chi tiết hoá trong 3.5.1, và loại đá dự kiến sẽ gặp cũng như điều kiện nước dưới đất.

(3)P Phải tuân thủ các yêu cầu của TCVN...(EN ISO 22475-1) khi lựa chọn phương pháp khoan hoặc đào và thiết bị lấy mẫu.

GHI CHÚ : Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.2

(4) Đối với một dự án, thiết bị và phương pháp lấy mẫu cụ thể được xác định trong phạm vi các cấp lấy mẫu được định nghĩa trong 3.5.1, có thể tham khảo Bảng B.3 trong Phụ lục B về lựa chọn phương pháp lấy mẫu thích hợp theo cấp lấy mẫu.

3.5.4 Xử lý, vận chuyển và bảo quản mẫu

(1)P Sau khi lấy mẫu và kiểm tra bằng mắt thường, mẫu phải được bảo vệ, xử lý và lưu giữ phù hợp với TCVN...(EN ISO 22475-1).

GHI CHÚ : Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.2.

3.6 Quan trắc nước dưới đất trong đất và đá

3.6.1 Tổng quát

(1)P Quan trắc nước dưới đất phải phù hợp với 2.1.4.

(2)P Việc xác định mực nước dưới đất hoặc áp lực nước lỗ rỗng trong đất và đá phải được thực hiện bằng cách lắp đặt các hệ thống đo nước dưới đất hở hoặc kín vào trong nền.

GHI CHÚ: Mục 3.6 áp dụng cho việc quan trắc áp lực nước lỗ rỗng dương so với áp lực khí quyển. Việc đo áp lực nước lỗ rỗng âm không được xét đến.

3.6.2 Lập kế hoạch và thực hiện quan trắc

(1)P Việc quan trắc nước dưới đất và lấy mẫu phải được thực hiện theo TCVN...(EN ISO 22475-1).

GHI CHÚ : Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.2.

(2)P Loại thiết bị sử dụng để quan trắc nước dưới đất phải được lựa chọn theo loại và tính thấm của nền đất, mục đích quan trắc, thời gian quan trắc được yêu cầu, sự dao động của mực nước dưới đất theo dự kiến, và thời gian đáp ứng của thiết bị đo và đất nền.

(3) Có hai phương pháp chính để đo áp lực nước là: hệ thống hở và hệ thống kín. Trong hệ thống hở, đầu đo áp lực nước dưới đất được đo bằng một giếng quan trắc. Trong hệ thống kín, áp lực nước tại các điểm đã lựa chọn được đo trực tiếp bằng thiết bị cảm biến.

(4) Hệ thống hở là phù hợp nhất cho nền đất và đá có khả năng thấm tương đối cao, ví dụ như, cát, cuội sỏi hoặc đá bị nứt nẻ mạnh. Đối với đất và đá có khả năng thấm thấp, hệ thống hở có thể dẫn đến diễn dịch sai do sự trễ về thời gian để làm đầy và tiêu nước trong đường ống. Việc sử dụng các đầu lọc kết nối với một ống có đường kính nhỏ làm giảm sự trễ thời gian trong hệ thống hở.

(5) Hệ thống kín có thể được sử dụng trong tất cả các loại đất hoặc đá. Chúng nên được sử dụng trong những lớp đất và đá có khả năng thấm nước thấp, ví dụ như đất sét hoặc đá ít bị nứt nẻ. Hệ thống kín còn được khuyến cáo sử dụng khi gặp nước có áp (giếng tự chảy).

(6)P Đối với tất cả các loại đất và đá, khi quan trắc những biến động trong quãng thời gian rất ngắn hoặc sự dao động nhanh của nước lỗ rỗng thì phải sử dụng các bộ cảm biến và máy ghi dữ liệu liên tục.

(7)P Trong các trường hợp nước mặt nằm trong phạm vi hoặc gần với khu vực khảo sát thì mực nước mặt phải được xét đến khi diễn giải các số liệu đo mực nước dưới đất. Mực nước trong giếng, sự xuất hiện của mạch nước và giếng tự chảy cũng phải được ghi chép.

(8)P Số lượng, vị trí và độ sâu của các trạm đo phải được lựa chọn trên cơ sở xem xét mục tiêu đo, địa hình, cấu tạo địa tầng và các đặc điểm đất nền, đặc biệt là tính thấm nước của nền đất hoặc tầng chứa nước đã biết.

(9)P Đối với các dự án giám sát, ví dụ như hạ mức nước dưới đất, hồ đào, đắp đất và đào ngầm, vị trí kiểm tra phải được lựa chọn theo những biến động cần giám sát.

(10) Để đối chứng thì những dao động tự nhiên của nước dưới đất bên ngoài vùng chịu ảnh hưởng của dự án cần được đo, nếu có thể.

(11)P Để thu được số liệu đo áp lực nước lỗ rỗng tại điểm đã dự định trong một lớp đất hoặc đá, phải có biện pháp bảo đảm cho điểm đo được cách ly khỏi ảnh hưởng của các lớp khác hoặc các tầng chứa nước khác, phù hợp với **TCVN...(EN ISO 22475-1)**.

GHI CHÚ : Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.2

(12)P Phải lập kế hoạch về số lượng, tần suất và quãng thời gian quan trắc cho mỗi dự án, trong đó có xét đến mục tiêu quan trắc và thời gian ổn định.

(13) Các tiêu chí đánh giá đã được chấp nhận nên được điều chỉnh sau một quãng thời gian ban đầu, tùy theo sự dao động của các số liệu đã quan trắc được.

(14)P Để đánh giá sự dao động của nước dưới đất, cần đo với khoảng thời gian ngắn hơn thời gian dao động tự nhiên đặc trưng và quan trắc trong một quãng thời gian dài.

(15) Trong quá trình khoan, số liệu quan sát mực nước vào cuối mỗi ngày và bắt đầu ngày tiếp theo (trước khi tiếp tục khoan) biểu lộ điều kiện nước dưới đất và số liệu này cần được ghi lại. Tất cả các hiện tượng nước chảy vào hố khoan hoặc tổn thất nước trong quá trình khoan cũng cần được ghi lại, vì nó có thể cung cấp những thông tin bổ sung hữu ích.

(16) Trong các giai đoạn đầu của khảo sát ở hiện trường, một số hố khoan có thể được lắp ống chống có đục lỗ và được bọc bằng các lớp lọc. Các số đo mực nước thu được trong những ngày sau đó cho phép đánh giá sơ bộ điều kiện nước dưới đất, nhưng chúng bị giới hạn bởi các yếu tố đã kể đến trong 3.6.2(4). Những rủi ro liên quan đến liên thông giữa các tầng chứa nước khác nhau cần được xét đến, cũng như các qui định về môi trường có liên quan.

3.6.3 Đánh giá kết quả quan trắc nước dưới đất

(1)P Việc đánh giá kết quả quan trắc nước dưới đất phải xét đến các điều kiện địa chất và địa kỹ thuật của hiện trường, độ chính xác của các phép đo riêng rẽ, những dao động của áp lực nước lỗ rỗng theo thời gian, quãng thời gian quan trắc, mùa đo đạc, và những điều kiện khí hậu trong và trước quãng thời gian quan trắc.

(2)P Các kết quả đánh giá về nước dưới đất phải bao gồm cao độ mực nước tối thiểu và tối đa đã quan trắc được, hoặc áp lực lỗ rỗng và quãng thời gian đo tương ứng.

(3)P Khi có đủ điều kiện thì từ những giá trị quan trắc được phải xác định cận dưới và cận trên cho cả điều kiện bình thường và điều kiện cực hạn, bằng cách tăng lên hoặc giảm đi biên độ dao động dự kiến hoặc một phần của chúng ứng với các điều kiện cực hạn hoặc bình thường. Do thường hay thiếu những dữ liệu đáng tin cậy trong quãng thời gian dài của loại hình quan trắc này nên cần thận trọng khi dự báo các giá trị trên cơ sở thông tin hạn chế.

(4)Nhu cầu quan trắc thêm hoặc lắp đặt các trạm đo bổ sung cần được đánh giá khi khảo sát hiện trường và trong báo cáo khảo sát nền đất.

GHI CHÚ: Ví dụ về phương pháp thống kê để đánh giá điều kiện nước dưới đất, khi có quan trắc dài hạn trong giếng đối chứng ở khu vực và quan trắc ngắn hạn ngay tại hiện trường, được trình bày trong Phụ lục C.

4. Thí nghiệm đất và đá hiện trường

4.1 Tổng quát

(1)P Khi thực hiện các thí nghiệm hiện trường phải kết hợp với lấy mẫu bằng cách đào và khoan để thu thập thông tin về **cấu trúc địa chất nền** và xác định các thông số địa kỹ thuật hoặc số liệu đầu vào tùy theo phương pháp thiết kế (tham khảo thêm **TCVN...(EN 1997-1:2004)**, 3.3).

(2)P Phải lập chương trình thí nghiệm hiện trường có chú ý đến các điểm chung sau đây (tham khảo thêm **điều 2**):

- Địa chất/**cấu trúc địa chất nền**;
- Loại công trình, loại móng có thể sử dụng và các công việc dự kiến thực hiện trong khi thi công;
- Loại thông số địa kỹ thuật yêu cầu;
- Phương pháp thiết kế sẽ áp dụng.

(3) Các thí nghiệm hoặc tổ hợp các thí nghiệm nên được lựa chọn từ các loại thí nghiệm sau (trong các phần của tiêu chuẩn **TCVN...(EN ISO 22476)**):

- Thí nghiệm xuyên tĩnh (cone penetration test);
- Các thí nghiệm nén ngang và thí nghiệm **dilatometer** (pressuremeter and dilatometer tests);
- Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (standard penetration test);
- Thí nghiệm xuyên động (dynamic probing);
- Thí nghiệm xuyên trọng lượng (weight sounding test);
- Thí nghiệm cắt cánh hiện trường (vane test);
- Thí nghiệm dilatometer phẳng (flat dilatometer test);
- Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng (plate loading test).

Bảng 2.1 trình bày tổng hợp về khả năng áp dụng các thí nghiệm trong các loại nền đất khác nhau.

(4) Có thể sử dụng các phương pháp khảo sát khác được quốc tế công nhận, chẳng hạn như các phương pháp địa vật lý.

4.2 Các yêu cầu chung

4.2.1 Lập kế hoạch cho một chương trình thí nghiệm cụ thể

(1)P Ngoài các kiến nghị cho trong 2.3 và các yêu cầu cho trong 2.4 và 4.1(2), các thông tin sau đây phải được xác định:

- Dự kiến mặt cắt **địa chất**;
- Chiều sâu khảo sát dự kiến đạt được;
- Cao độ mặt đất và nếu có thể, cao độ mực nước dưới đất.

(2)P Khi xây dựng chương trình khảo sát, việc lựa chọn loại thí nghiệm hiện trường và thiết bị thí nghiệm phải nhằm mục đích đạt được giải pháp kỹ thuật và kinh tế tối ưu cho mục tiêu dự kiến.

GHI CHÚ: Tham khảo đồng thời Bảng 2.1 và Phụ lục B.2.

4.2.2 Thực hiện

(1)P Đối với các thí nghiệm được đề cập trong mục này, thiết bị và quy trình phải phù hợp với các yêu cầu của các tiêu chuẩn **TCVN...(EN ISO 22476-1), TCVN...(EN ISO 22476-8), TCVN...(EN ISO 22476-9), TCVN...(EN ISO 22476-12) và TCVN...(EN ISO 22476-13).**

GHI CHÚ: Các thông tin thêm về qui trình, trình bày và đánh giá thí nghiệm **hiện trường có thể tham khảo ở Phụ lục X.3.**

(2) Nếu các kết quả thu được ngay trong quá trình khảo sát không phù hợp với các thông tin ban đầu (xem **điều 2**) về khu vực và/hoặc mục tiêu khảo sát thì phải xem xét bổ sung các biện pháp khác, như:

- Các thí nghiệm bổ sung;
- Thay đổi các phương pháp thí nghiệm.

(3) Nếu không đạt được đến chiều sâu khảo sát dự kiến thì phải báo ngay cho chủ đầu tư.

4.2.3 Đánh giá

(1)P Khi đánh giá các kết quả thí nghiệm, đặc biệt là việc xác định các thông số/hệ số địa kỹ thuật từ các kết quả thí nghiệm thì phải xem xét tất cả các thông tin thêm về điều kiện đất đá.

(2)P Phải tập hợp tất cả các mẫu lấy bằng phương pháp khoan hoặc đào nêu trong **điều 3** và phải được sử dụng để phân tích đánh giá các kết quả thí nghiệm.

(3)P Các ảnh hưởng có thể xảy ra đối với các thông số đo được do điều kiện địa kỹ thuật và thiết bị phải được xem xét khi đánh giá các kết quả thí nghiệm. Khi đất hoặc đá có biểu hiện bất đẳng hướng thì phải chú ý đến trục của tải trọng so với sự bất đẳng hướng đó.

(4)P Nếu sử dụng các tương quan để xác định các thông số hoặc hệ số địa kỹ thuật thì sự phù hợp của chúng phải được xem xét đối với từng dự án cụ thể.

(5)P Khi sử dụng các Phụ lục từ D đến Phụ lục K cần phải chắc chắn rằng điều kiện đất của khu vực nghiên cứu (loại đất, hệ số đồng nhất, độ chảy, v.v.) tương thích với các điều kiện biên xác định cho tương quan. Phải sử dụng kinh nghiệm thực tế khu vực (nếu có) để kiểm chứng các tương quan đó.

GHI CHÚ 1: Các Phụ lục từ D đến K cho các ví dụ về các tương quan để xác định các tham số dẫn xuất và để áp dụng các giá trị thu được từ thí nghiệm trong thiết kế. **Các ví dụ trong các Phụ lục này được nghiên cứu và áp dụng với đặc**

điểm đất nền của châu Âu, vì vậy cần xem xét thận trọng khi áp dụng trong điều kiện khu vực đất nền cụ thể của nước ta.

GHI CHÚ 2: Mục X.3 cho các ví dụ về các tương quan để xác định các tham số dẫn xuất từ các thí nghiệm và cách sử dụng trực tiếp các kết quả thí nghiệm trong thiết kế.

4.3 Thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT, CPTM) và thí nghiệm xuyên có đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTU)

4.3.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm CPT là để xác định sức kháng của đất và đá mềm đối với đầu xuyên và trên áo ma sát.

(2)P Thí nghiệm CPT bao gồm việc ấn đầu xuyên thẳng đứng vào đất bằng các cần và **đo sức kháng xuyên**. Đầu xuyên được ấn vào đất với tốc độ không đổi. Thiết bị xuyên gồm đầu xuyên và nếu có thể có thêm một vỏ hình trụ hay áo ma sát. Sức kháng mũi xuyên (q_c) và nếu cần thiết thì cả ma sát cục bộ tác dụng lên áo ma sát phải được đo.

(3)P Đối với các thiết bị xuyên điện, tất cả các chỉ số đo đạc phải được ghi bằng các cảm biến gắn trong đầu xuyên.

(4) Đối với các thiết bị xuyên cơ học, việc đo đạc thường được thực hiện từ xa.

(5) Thí nghiệm xuyên có đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTU) là thí nghiệm xuyên điện có thêm thiết bị để đo áp lực nước lỗ rỗng ở vị trí đáy mũi xuyên trong quá trình xuyên.

(6) Các kết quả thí nghiệm CPTU nên được sử dụng chủ yếu để xác **định mặt cắt địa chất công trình** cùng với các kết quả khoan lấy mẫu đất và đào thăm dò nêu trong **điều 3** hoặc so sánh với các thí nghiệm hiện trường khác.

(7) Các kết quả thí nghiệm cũng được sử dụng để xác định các thông số địa kỹ thuật như các đặc trưng độ bền và biến dạng của đất và đá mềm với điều kiện có thể thực hiện được thí nghiệm xuyên, và sử dụng như số liệu đầu vào trực tiếp cho thiết kế, nói chung cho đất hạt thô và mịn, song cũng có thể áp dụng cho các loại đất khác (**trừ đất hạt rất thô**).

(8) Các kết quả thí nghiệm cũng có thể được sử dụng để xác định chiều dài của cọc và sức chịu nén hoặc kéo của cọc hoặc các kích thước của móng nông.

4.3.2 Các yêu cầu riêng

(1)P Các thí nghiệm phải được tiến hành và báo cáo theo phương pháp phù hợp với các yêu cầu của **TCVN...(EN ISO 22476-1)** đối với thí nghiệm xuyên điện và xuyên có đo áp lực nước lỗ rỗng hoặc **TCVN...(EN ISO 22476-12)** đối với thí nghiệm xuyên cơ học.

GHI CHÚ: Các thông tin thêm về qui trình, trình bày và đánh giá thí nghiệm hiện trường có thể tham khảo ở Phụ lục X.3

(2)P Khi xây dựng chương trình thí nghiệm cho một dự án, ngoài các yêu cầu nêu trong 4.2.1 cần xác định thêm:

- Loại thí nghiệm xuyên cần tiến hành phù hợp với **TCVN...(EN ISO 22476-1)** hoặc **TCVN...(EN ISO 22476-12)** - Chiều sâu và thời gian thí nghiệm tiêu tán nước lỗ rỗng, nếu có.

(3)P Bất kỳ sai khác nào so với các yêu cầu của TCVN...(EN ISO 22476-1) hoặc TCVN...(EN ISO 22476-12) phải được giải thích và báo cáo. Đặc biệt, bất kỳ sự ảnh hưởng nào đối với các kết quả thí nghiệm đều phải được bình luận.

4.3.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

(1)P Ngoài các yêu cầu cho trong 4.2, các báo cáo thực địa và báo cáo kết quả thí nghiệm theo TCVN...(EN ISO 22476-1) hoặc TCVN...(EN ISO 22476-12) phải được sử dụng trong các quá trình đánh giá.

(2) Các ảnh hưởng về mặt địa kỹ thuật đối với sức kháng xuyên phải được xét đến khi đánh giá các kết quả thí nghiệm, chẳng hạn trong đất loại sét sức kháng xuyên phải được hiệu chỉnh theo ảnh hưởng của áp lực nước lỗ rỗng (q_t).

4.3.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và thông số tính toán

4.3.4.1 Sức chịu tải và độ lún của móng nông

(1)P Nếu sức chịu tải hoặc độ lún của móng nông được tính toán từ các kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh thì có thể sử dụng phương pháp thiết kế bán kinh nghiệm hoặc giải tích.

GHI CHÚ: Ví dụ xem TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục D hoặc F.

(2)P Nếu sử dụng phương pháp bán thực nghiệm thì phải lưu ý đến tất cả các đặc tính của phương pháp đã sử dụng.

GHI CHÚ: Chẳng hạn nếu phương pháp bán thực nghiệm được sử dụng để xác định độ lún của móng nông theo các kết quả thí nghiệm xuyên CPT (xem Phụ lục D.3) thì chỉ riêng mô đun đàn hồi xác định theo q_c được áp dụng trong phương pháp này như thể hiện trong ví dụ.

(3) Nếu sử dụng phương pháp giải tích để xác định sức chịu tải trong Phụ lục D của TCVN...(EN 1997-1) thì sức kháng cắt không thoát nước của đất hạt mịn (c_u) có thể xác định theo thí nghiệm xuyên CPT:

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_k} \quad (4.1)$$

Hoặc đối với trường hợp thí nghiệm CPTU:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}} \quad (4.2)$$

trong đó:

q_c là sức kháng mũi xuyên;

q_t là sức kháng xuyên hiệu chỉnh theo áp lực nước lỗ rỗng;

N_k và N_{kt} là các hệ số tính theo kinh nghiệm địa phương hoặc theo các tương quan đủ tin cậy,

σ_{v0} là ứng suất tổng tự nhiên thẳng đứng ban đầu ở độ sâu đang nghiên cứu;

(4) Nếu sử dụng phương pháp giải tích để tính sức chịu tải trong Phụ lục D của TCVN...(EN 1997-1) thì góc ma sát trong (φ) có thể xác định theo sức kháng mũi xuyên (q_c) dựa vào kinh nghiệm trong điều kiện địa phương và có tính đến ảnh hưởng của độ sâu nếu cần.

GHI CHÚ 1: Ví dụ về khoảng giá trị để dự tính φ' theo q_c cho cát thạch anh và fenspat được cho trong Phụ lục D.1 được dùng để tính sức chịu tải của móng nông khi không cần xét đến ảnh hưởng của độ sâu.

GHI CHÚ 2: Ngoài ra, ví dụ về tương quan giữa φ' và q_c cho cát cấp phối kém được cho trong Phụ lục D.2. Tương quan cho trong D.2 được đánh giá là cho kết quả tính toán thấp hơn so với thực tế.

(5) Cũng có thể sử dụng các phương pháp tỷ mỉ hơn để xác định φ' theo q_c , trong đó có xét đến ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng, tính nén lún và tỉ số quá cố kết.

(6) Nếu sử dụng phương pháp đàn hồi có hiệu chỉnh để tính toán độ lún của móng nông theo các kết quả thí nghiệm xuyên CPT thì tương quan giữa sức kháng mũi xuyên (q_c) và mô đun đàn hồi có thoát nước lỗ rỗng E' (thời gian dài) phụ thuộc vào đặc thù của phương pháp: Phương pháp đàn hồi bán thực nghiệm hoặc phương pháp lý thuyết đàn hồi.

GHI CHÚ: Một phương pháp đàn hồi có hiệu chỉnh được cho trong TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục F.

(7) Có thể sử dụng các phương pháp bán thực nghiệm để tính toán độ lún trong đất hạt thô.

GHI CHÚ: Ví dụ được cho trong Phụ lục D.3.

(8) Khi sử dụng phương pháp lý thuyết đàn hồi thì mô đun đàn hồi có thoát nước E' có thể được xác định theo sức kháng mũi xuyên (q_c) dựa vào kinh nghiệm địa phương.

GHI CHÚ: Ví dụ về các giá trị đặc trưng của cát thạch anh và feldspar được cho trong Phụ lục D.1 để tính toán giá trị của E' theo q_c .

(9) Các tương quan giữa mô đun nén một trục (E_{oed}) và sức kháng mũi xuyên (q_c) cũng có thể được sử dụng khi tính độ lún của móng nông. Tương quan sau đây giữa E_{oed} và q_c thường được sử dụng:

$$E_{oed} = \alpha \times q_c \quad (4.3)$$

trong đó

α là hệ số tương quan phụ thuộc vào kinh nghiệm địa phương.

GHI CHÚ: Ví dụ về tương quan được cho trong Phụ lục D.4.

(10) Khi sử dụng phương pháp lý thuyết đàn hồi để tính độ lún của móng nông thì có thể sử dụng mô đun nén một trục phụ thuộc vào ứng suất (E_{oed}) dựa theo q_c .

GHI CHÚ 1: Xem các ví dụ của phương pháp lý thuyết đàn hồi trong TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục F.

GHI CHÚ 2: các ví dụ về tương quan giữa q_c và E_{oed} được đưa ra trong D.5. Các tương quan cho trong D.5 được xem là các giá trị tính toán thấp hơn thực tế.

4.3.4.2 Sức chịu tải của cọc

(1)P Nếu sức chịu tải trọng nén hoặc kéo của cọc theo TCVN...(EN 1997-1), 7.6.2.3 hoặc 7.6.3.3 được tính theo kết quả thí nghiệm CPT thì phải sử dụng các qui tắc tính toán dựa trên các tương quan giữa kết quả thí nghiệm nén tĩnh và thí nghiệm CPT được thiết lập ở địa phương.

GHI CHÚ 1: Ví dụ về các tương quan cho đất hạt thô được cho trong D.6.

GHI CHÚ 2: Ví dụ về đánh giá sức chịu tải trọng nén của cọc đơn dựa theo q_c được cho trong D.7.

4.4 Các thí nghiệm nén ngang (PMT)

4.4.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm nén ngang là để đo biến dạng của đất và đá yếu do sự giãn nở của một màng trụ mềm **chịu áp lực tại một vị trí trên thành hố khoan**.

(2)P Thí nghiệm bao gồm việc đưa đầu dò có màng trụ mềm vào đất hoặc là trong hố khoan dẫn hoặc thiết bị tự khoan hoặc bằng cách ép đầu dò vào đất. Khi được hạ tới độ sâu dự định thì màng được ép nở ra bằng áp lực. Số liệu đo áp lực và giãn nở được ghi lại tới khi thiết bị đạt mức giãn nở lớn nhất.

GHI CHÚ: Mức giãn nở được đo thông qua biến dạng hướng tâm hoặc tính toán theo sự thay đổi thể tích của màng hình trụ.

(3) Các thí nghiệm được sử dụng để xác định các thông số về độ bền và/hoặc về biến dạng của đất hoặc các thông số nén ngang khác.

(4) Các kết quả thí nghiệm có thể được sử dụng để xây dựng các đường cong ứng suất - biến dạng của đất hạt mịn và đá mềm.

4.4.2 Các yêu cầu riêng

(1)P Loại thiết bị thí nghiệm nén ngang dự kiến sử dụng phải được nêu rõ khi lập kế hoạch thí nghiệm cho dự án.

(2)P Thông thường có bốn loại thiết bị khác nhau:

- Nén ngang trong lỗ khoan dẫn (pre-bored pressuremeters - PBP), ví dụ thí nghiệm buồng áp lực mềm (flexible dilatometer - FDT), theo tiêu chuẩn **TCVN...(EN-ISO 22476-5);**

- Nén ngang kiểu Ménard (Ménard pressuremeter-MPM), là một dạng đặc biệt của PBP, theo tiêu chuẩn **TCVN...(EN ISO 22476-4).**

- Nén ngang bằng thiết bị tự tạo lỗ (self-boring pressuremeter - SBP), theo tiêu chuẩn **TCVN...(EN ISO 22476-6);**

- Nén ngang dịch chuyển lớn (full-displacement pressuremeter - FDP), **TCVN...(EN ISO 22476-8).**

GHI CHÚ 1: Các thiết bị PBP và MPM được hạ vào lỗ được khoan dẫn để thực hiện loại thí nghiệm này. Thiết bị SBP được đưa vào đất bằng đầu cắt gắn ở mũi, nhờ vậy mà đầu dò chiếm chỗ của phần đất được khoan, do đó thiết bị tự tạo ra lỗ khoan để thí nghiệm. Thiết bị FDP thường được ép vào đất bằng đầu xuyên hình côn gắn ở phần dưới để tạo nên lỗ thí nghiệm. Thiết bị MPM có thể được ép hoặc đóng vào đất. Các đầu đo PBP, SBP và FDP có thể có hình dạng khác nhau phụ thuộc vào hệ thống lắp đặt và đo đạc.

GHI CHÚ 2: **Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo tương ứng với các loại thiết bị trên có thể xem Phụ lục X.3.2.**

(3) Có thể sử dụng hai quy trình thí nghiệm cơ bản là:

- Quy trình để xác định mô đun nén ngang (E_M), và áp lực giới hạn (p_{LM}) dùng cho thiết kế với thiết bị nén kiểu Ménard;

- Quy trình để xác định các thông số độ cứng và độ bền.

(4)P Các thí nghiệm phải được tiến hành và được báo cáo theo các phương pháp thí nghiệm phù hợp với các yêu cầu cho từng loại thiết bị cụ thể được sử dụng (xem 4.4.2 (2)P).

(5)P Mọi sự sai lệch so với các yêu cầu cho trong các tiêu chuẩn tương ứng phải được giải trình, đặc biệt phải đánh giá ảnh hưởng của các sai lệch đó đối với kết quả thí nghiệm.

4.4.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

(1)P Nếu cần thiết thì phải hiệu chỉnh áp lực với độ cứng của màng buồng áp lực để xác định áp lực thực tế tác dụng trên mặt hình trụ tiếp xúc với đất nền.

(2)P Nếu sử dụng buồng áp lực nở hướng tâm thì các số đọc chuyển vị phải được quy đổi ra biến dạng trong đất, và nếu thí nghiệm đá yếu thì phải hiệu chỉnh theo sự nén co và mỏng đi của màng buồng áp lực.

(3)P Nếu sử dụng buồng áp lực kiểu đo thể tích (ví dụ MPM), số đọc thể tích phải được hiệu chỉnh theo sự giãn nở của hệ thống.

(4)P Ngoài các yêu cầu cho trong 4.2, các báo cáo thực địa và thí nghiệm theo TCVN...(EN ISO 22476-4), TCVN...(EN ISO 22476-5), TCVN...(EN ISO 22476-6) và TCVN...(EN ISO 22476-8) cho từng loại thí nghiệm cụ thể phải được sử dụng làm cơ sở cho các đánh giá sau đó.

(5) Ngoài các biểu đồ được qui định cho loại thiết bị cụ thể, nên xem xét danh mục các biểu đồ phụ trợ liệt kê trong Bảng 4.1.

Bảng 4.1 - Danh mục các biểu đồ phụ trợ

Loại thiết bị	Loại đất nền	Trục hoành	Trục tung
Kiểu biến dạng hướng tâm			
Tự tạo lỗ khoan, ép vào đất	Tất cả các loại	Biến dạng trong đất ứng với mỗi đoạn	Áp lực nén
Khoan dẫn	Tất cả các loại	Biến dạng trong đất ứng với từng cặp đoạn chịu nén	Áp lực nén
Tự tạo lỗ	Tất cả các loại	Biến dạng ban đầu trong đất ứng với mỗi đoạn	Áp lực nén
Tất cả các loại	Tất cả các loại	Biến dạng trong đất từng chu kỳ hạ tải - tăng tải ứng với mỗi đoạn	Áp lực nén
Tất cả các loại	Sét	Logarit của biến dạng trong đất ứng với mỗi đoạn	Áp lực nén
Tất cả các loại	Nhiều cát	Logarit cơ số tự nhiên của biến dạng hiện tại trong đất ứng với mỗi đoạn	Logarit cơ số tự nhiên của áp lực nén hữu hiệu
Kiểu biến dạng thể tích (trừ thí nghiệm MPM) ^a			
Khoan dẫn	Tất cả các loại	Thay đổi thể tích	Áp lực nén
Khoan dẫn	Tất cả các loại	Tốc độ thay đổi thể tích	Áp lực nén

^a Đối với thí nghiệm MPM, áp lực biểu diễn trên trục hoành và biến dạng thể tích trên trục tung

4.4.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và các giá trị dẫn xuất

4.4.4.1 Các tiêu chí chung

(1)P Nếu áp dụng phương pháp thiết kế gián tiếp hoặc giải tích thì các thông số địa kỹ thuật về sức kháng cắt và mô đun kháng cắt phải được xác định từ đường cong thí nghiệm nén ngang bằng cách sử dụng các phương pháp phù hợp với thí nghiệm và thiết bị thí nghiệm cụ thể.

(2)P Nếu sử dụng phương pháp thiết kế trực tiếp hoặc bán thực nghiệm thì phải lưu ý đến tất cả các đặc thù của phương pháp.

GHI CHÚ: Các quy trình thiết kế móng sử dụng **trực tiếp** các số liệu thí nghiệm hiện trường thay cho các tính chất thông thường của đất.

(3)P Nếu sử dụng phương pháp bán thực nghiệm để tính toán độ lún của móng nông theo các kết quả thí nghiệm MPM thì chỉ mô đun E_M xác định theo kết quả thí nghiệm nén ngang kiểu Ménard được sử dụng trong phương pháp này.

GHI CHÚ: Ví dụ tính toán độ lún có thể xem trong Phụ lục E.2.

4.4.4.2 Sức chịu tải của móng nông

(1)P Nếu sử dụng phương pháp bán thực nghiệm thì phải tuân theo tất cả các phương diện liên quan đến phương pháp đó, đặc biệt là yêu cầu đối với loại thiết bị đó sử dụng để xây dựng phương pháp. **Phải tuân thủ TCVN...(EN ISO 22476-4).**

GHI CHÚ 1: Phương pháp bán thực nghiệm theo Ménard được cho trong TCVN... (EN 1997-1), Phụ lục E.

GHI CHÚ 2: Ví dụ tính toán sức chịu tải được cho trong E.1.

(2) Nếu sử dụng phương pháp giải tích (để đánh giá sức chịu tải) thì độ bền của đất có thể được xác định bằng cách sử dụng các phương pháp thực nghiệm và lý thuyết, **nhưng phải dựa trên cơ sở kinh nghiệm địa phương.**

GHI CHÚ: Các ví dụ về phương pháp giải tích được cho trong TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục D.

(3) Góc ma sát trong (φ) có thể xác định theo thí nghiệm SBP trong đất hạt thô bằng các phương pháp lý thuyết và theo các thí nghiệm FDP và PBP bằng cách áp dụng các tương quan thực nghiệm **nhưng phải trên cơ sở kinh nghiệm địa phương.**

4.4.4.3 Độ lún của móng nông

(1) Độ lún của móng nông có thể xác định từ các thí nghiệm MPM bằng cách sử dụng phương pháp bán thực nghiệm.

GHI CHÚ: Ví dụ tính toán được cho trong E.2.

(2) Nếu sử dụng phương pháp giải tích thì độ cứng của đất có thể xác định theo mô hình lý thuyết để diễn giải thí nghiệm nén ngang nhưng **phải dựa vào kinh nghiệm địa phương.**

GHI CHÚ: Các ví dụ về các phương pháp lý thuyết được cho trong TCVN...(EN 1997-1:2004), Phụ lục F.

4.4.4.4 Sức chịu tải của cọc

(1) Sức chịu tải trọng nén cực hạn của cọc có thể xác định trực tiếp từ các thí nghiệm theo các qui trình kiểm soát ứng suất.

GHI CHÚ: Ví dụ về tính toán sức chịu tải trọng nén cực hạn được cho trong E.3.

(2) Khi sức chịu tải nén hoặc kéo của cọc xác định trực tiếp từ kết quả thí nghiệm nén ngang thì có thể sử dụng phương pháp lý thuyết để xác định các giá trị sức kháng của mũi cọc và ma sát bên nhưng phải **dựa trên kinh nghiệm địa phương.**

4.5 Thí nghiệm dilatometer mềm (FDT)

4.5.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm hiện trường bằng buồng áp lực mềm là đo độ biến dạng của đá (thí nghiệm dilatometer trong đá RDT) và của đất (thí nghiệm dilatometer trong đất - SDT) từ số liệu đo mức độ giãn nở hướng tâm của một đoạn thành lỗ khoan dưới áp lực hướng tâm phân bố đều trong buồng áp lực mềm hình trụ.

(2) P Thí nghiệm được tiến hành bằng cách đưa buồng áp lực hình trụ có mặt ngoài là màng mềm có thể giãn nở vào lỗ khoan dẫn và đo sự dịch chuyển hướng tâm của thành lỗ khoan trong những khoảng thời gian tùy chọn hoặc đo liên tục trong lúc buồng áp lực được ép nở bằng áp lực hướng tâm xác định.

(3) Thí nghiệm RDT chủ yếu được sử dụng cho đá mềm và cứng trong khi thí nghiệm SDT được áp dụng chủ yếu cho đất mềm đến cứng để xác định độ biến dạng theo chiều sâu.

(4) Kết quả thí nghiệm dilatometer hình trụ mềm có thể sử dụng để xác định các tính chất biến dạng và từ biến tại hiện trường khi thí nghiệm đá nguyên khối.

(5) Trong trường hợp đá dễ vỡ hoặc sét kết, đá nứt nẻ hoặc phiến mỏng, việc lấy mẫu nguyên trạng khó hoặc không thực hiện được để thí nghiệm trong phòng thì thí nghiệm dilatometer mềm có thể được sử dụng để xác định nhanh cột địa tầng lỗ khoan và so sánh độ biến dạng tương đối của các lớp đá khác nhau.

4.5.2 Các yêu cầu riêng

(1) P Phải đưa ra các yêu cầu riêng đối với thiết bị thí nghiệm trong khi lập chương trình thí nghiệm cho dự án.

(2) P Các thí nghiệm phải được tiến hành và được báo cáo theo yêu cầu của phương pháp thí nghiệm phù hợp với tiêu chuẩn TCVN...(EN ISO 22476-5).

(3) P Mọi sự sai lệch so với các yêu cầu của tiêu chuẩn thí nghiệm áp dụng phải được giải trình, đặc biệt phải đánh giá ảnh hưởng của các sai lệch đó đối với kết quả thí nghiệm.

GHI CHÚ: Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.3.8.

4.5.3 Đánh giá kết quả thí nghiệm

(1) P Ngoài các yêu cầu cho trong 4.2, các báo cáo thực địa và thí nghiệm theo tiêu chuẩn thí nghiệm TCVN...(EN ISO 22476-5) đối với loại thí nghiệm cụ thể sẽ được sử dụng cho mục đích đánh giá.

(2) Việc phân tích các thí nghiệm dilatometer mềm đòi hỏi phải xác định hoặc phải giả định hệ số Poisson của đất đá.

4.5.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

(1) Các kết quả thí nghiệm dilatometer có thể được sử dụng để kiểm tra trạng thái giới hạn sử dụng của móng nông đặt trên đất hoặc đá thông qua phân tích biến dạng.

(2) Khi tiến hành phân tích biến dạng có thể lấy mô đun đàn hồi (E) bằng với mô đun xác định từ dilatometer (E_{FDT}) trên cơ sở giả thiết đất hoặc đá có tính chất đàn hồi tuyến tính và đẳng hướng.

(3) P Khi sử dụng phương pháp thiết kế gián tiếp hoặc giải tích, các thông số địa kỹ thuật của mô đun cắt phải được xác định từ đường thí nghiệm dilatometer bằng cách sử dụng các phương pháp riêng cho loại thí nghiệm này.

4.6 Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)

4.6.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn là xác định sức kháng xuyên của đất tại đáy lỗ khoan khi **xuyên ống mẫu chẻ đôi bằng** cách đóng búa theo tiêu chuẩn (hoặc đầu côn đặc) và lấy mẫu đất xáo động phục vụ thí nghiệm phân loại.

(2) P Ống lấy mẫu được đóng vào đất bằng cách thả quả búa nặng 63,5 kg rơi từ độ cao 760 mm đập lên đe hoặc đầu chụp cần. **Số lần búa đóng (N) để làm ống mẫu xuyên vào đất 300 mm (sau khi lún ngập sâu dưới tác dụng của búa đóng và kể từ bề mặt đáy lỗ khoan) được xem là sức kháng xuyên.**

(3) Thí nghiệm chủ yếu được sử dụng để xác định các đặc trưng về độ bền và biến dạng của đất hạt thô.

(4) **Dữ liệu bổ sung có giá trị cũng có thể thu được ở các loại đất khác.**

4.6.2 Các yêu cầu riêng

(1) P Các thí nghiệm phải được tiến hành và báo cáo theo **tiêu chuẩn TCVN...(EN ISO 22476-3).**

(2) P Mọi sự sai lệch so với các yêu cầu cho trong **tiêu chuẩn TCVN...(EN ISO 22476-3)** phải được giải trình, đặc biệt phải đánh giá ảnh hưởng của các sai lệch đó đối với kết quả thí nghiệm.

GHI CHÚ: Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.3.9.

4.6.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

(1) P Ngoài các yêu cầu cho trong 4.2, các báo cáo thực địa và thí nghiệm theo tiêu chuẩn **thí nghiệm TCVN...(EN ISO 22476-3)** phải được sử dụng **cho mục đích đánh giá.**

(2) P Các phương pháp thiết kế móng dựa trên thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT thuộc dạng thực nghiệm. Các phương pháp vận hành liên quan đến thiết bị đã được điều chỉnh để thu được các kết quả tin cậy hơn. Do đó phải xem xét việc áp dụng các hệ số hiệu chỉnh phù hợp để diễn giải các kết quả (xem **TCVN...(EN ISO 22476-3)**).

(3) P Tỷ số năng lượng (E_r) của thiết bị phải được xác định nếu kết quả sẽ được sử dụng để đánh giá định lượng móng hoặc để so sánh các kết quả. E_r được định nghĩa là tỷ số giữa năng lượng thực tế E_{meas} (năng lượng đo được trong quá trình hiệu chỉnh) do hệ trọng lượng truyền vào các cần đóng thí nghiệm nằm dưới đe, so với năng lượng lý thuyết (E_{theor}) tính toán cho hệ trọng lượng truyền. Số búa đo được (N) cần phải được hiệu chỉnh tương ứng (xem **TCVN...(EN ISO 22476-3)**).

(4) Khi thí nghiệm trong cát phải chú ý đầy đủ đến sự tiêu hao năng lượng do chiều dài của cần và ảnh hưởng của ứng suất hiệu quả của cột đất (xem **TCVN...(EN ISO 22476-3), A.2 và A.4**)).

(5) Phải xem xét các phép hiệu chỉnh khác, chẳng hạn như xem xét việc sử dụng các lớp đệm (tham khảo **TCVN...(EN ISO 22476-3), A.3**) hoặc đầu xuyên côn đặc.

4.6.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

4.6.4.1 Các yêu cầu chung

(1) Hiện nay có nhiều kinh nghiệm thực tế về sử dụng thí nghiệm này cho cát, chẳng hạn đánh giá định lượng chỉ số độ chặt, sức chịu tải và độ lún của móng, tuy vậy các kết quả chỉ nên được xem là kết quả thô gần đúng. Hầu hết các phương pháp hiện có vẫn dựa vào giá trị chưa được hiệu chỉnh hoặc chỉ hiệu chỉnh một phần.

(2) Chưa có sự thống nhất rộng rãi về sử dụng các kết quả thí nghiệm SPT trong đất loại sét. Về mặt nguyên tắc, thí nghiệm chỉ nên giới hạn trong việc lập mặt cắt địa chất hoặc đánh giá định tính các đặc trưng về độ bền của đất.

(3) Các kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn đôi khi có thể được sử dụng để đánh giá định lượng cho đất sét khi có hiểu biết sâu về điều kiện địa phương, khi chúng được hiệu chỉnh trực tiếp với các thí nghiệm thích hợp khác.

4.6.4.2 Sức chịu tải của móng nông trong cát

(1) Nếu sử dụng phương pháp giải tích để tính sức chịu tải thì góc ma sát trong hữu hiệu (ϕ') có thể tính theo kết quả xuyên tiêu chuẩn SPT.

GHI CHÚ: Xem các ví dụ của phương pháp giải tích để tính sức chịu tải trong TCVN...(EN 1997-1:2004), Phụ lục D.

(2) Giá trị ϕ' có thể xác định bằng phương pháp kinh nghiệm:

- Tương quan trực tiếp với kết quả SPT;
- Tương quan chỉ số độ chặt, trong đó chỉ số độ chặt tính theo kết quả SPT.

GHI CHÚ 1: Có thể xem F.1 và F.2, Phụ lục F.

GHI CHÚ 2: Các quan hệ cho trong F.1 có thể được sử dụng để xác định chỉ số độ chặt I_D theo N_{60} hoặc $(N_1)_{60}$, (xem tiêu chuẩn TCVN...(EN ISO 22476-3))

(3) Sức kháng của cát đối với biến dạng thường tăng theo thời gian (tuổi) cố kết trong quá trình hình thành trầm tích. Hiệu ứng "tuổi" được thể hiện ở số búa cao hơn và cần phải được xét đến.

(4) Sự quá cố kết cần phải được xét đến bởi vì nó làm tăng số búa trong các loại đất có cùng giá trị I_D và σ'_{v0} .

GHI CHÚ 1: Một số mẫu tương quan cho phép xét đến ảnh hưởng do tuổi địa chất và do sự quá cố kết được trình bày trong F.1

GHI CHÚ 2: Khi hiệu chỉnh theo ảnh hưởng quá cố kết và tuổi địa chất, giá trị ϕ' thu được bằng cách sử dụng chỉ số độ chặt theo các tương quan trong F.2 có thể thấp hơn thực tế.

4.6.4.3 Độ lún của móng nông trong cát

(1) Nếu sử dụng phương pháp đàn hồi để thiết kế thì mô đun đàn hồi có thoát nước lỗ rỗng (E') có thể tính toán theo giá trị N bằng các tương quan thực nghiệm.

(2) Ngoài ra, chỉ số độ chặt có thể tính toán dựa trên giá trị N_{60} . Khi đó có thể sử dụng tương quan phù hợp để tính toán E' thông qua chỉ số độ chặt.

(3) Các phương pháp thiết kế trực tiếp được dựa vào sự so sánh giữa các giá trị N và kết quả thí nghiệm tấm nén phẳng hoặc các số liệu quan trắc độ lún của móng. Sức chịu tải cho phép ứng với độ lún lớn nhất 25 mm hoặc độ lún ứng với áp lực đã cho có thể được xác định theo các phương pháp có xét tới bề rộng và độ sâu của móng trong đất và cao độ mực nước dưới đất.

GHI CHÚ: Có thể sử dụng phương pháp mẫu để tính toán độ lún của móng nông trong cát cho trong F.3.

4.6.4.4 Sức chịu tải của cọc trong cát

(1) Sức chịu nén hoặc chịu kéo cực hạn của cọc được tính toán từ kết quả thí nghiệm SPT theo TCVN...(EN 1997-1), 7.6.2.3 hoặc 7.6.3.3; các qui tắc tính toán dựa trên tương quan giữa kết quả thí nghiệm nén tĩnh và SPT thiết lập cho nền đất địa phương có thể được sử dụng.

4.7 Thí nghiệm xuyên động (DP)

4.7.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm xuyên động là xác định sức kháng của đất và đá mềm đối với đầu xuyên động hình côn hiện trường.

(2) Quả búa có khối lượng và độ cao rơi xác định được sử dụng để đóng đầu xuyên. Sức kháng xuyên được định nghĩa là số nhát búa cần thiết để đầu xuyên xuyên được một khoảng chiều sâu nhất định. Phải liên tục ghi lại số búa theo độ sâu. Thí nghiệm không lấy mẫu đất đá.

(3) Các kết quả thí nghiệm được sử dụng để xác định mặt cắt cùng với các kết quả khoan lấy mẫu và đào thăm dò phù hợp với điều 3 hoặc để so sánh với các thí nghiệm hiện trường khác.

(4) Các kết quả cũng có thể được sử dụng để xác định các đặc trưng về độ bền và biến dạng của đất, chủ yếu là đất hạt thô, nhưng vẫn có thể áp dụng đối với đất hạt mịn thông qua các tương quan thích hợp.

(5) Cũng có thể sử dụng các kết quả với mục đích xác định độ sâu gặp các lớp đất rất chặt, chẳng hạn để xác định chiều dài của cọc chống.

4.7.2 Các yêu cầu riêng

(1) Khi lập chương trình thí nghiệm cho dự án, ngoài các yêu cầu cho trong 4.2.1 còn phải quyết định kiểu thí nghiệm xuyên động phù hợp với TCVN...(EN ISO 22476-2).

(2) Các thí nghiệm phải được tiến hành và báo cáo theo yêu cầu của phương pháp thí nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN...(EN ISO 22476-2)..

GHI CHÚ: Theo TCVN...(EN ISO 22476-2) có thể có 5 quy trình là DPL, DPM, DPH, DPSH-A và DPSH-B, bao hàm một khoảng rộng công việc cụ thể cho mỗi nhát búa:

a) Thí nghiệm xuyên động nhẹ (DPL): Thí nghiệm với thiết bị xuyên động có búa thuộc nhóm nhẹ nhất trong số các thiết bị xuyên động. Số búa là N_{10L} .

b) Thí nghiệm xuyên động trung bình (DPM): Thí nghiệm với thiết bị xuyên động có búa thuộc nhóm có khối lượng trung bình. Số búa là N_{10M} .

c) Thí nghiệm xuyên động nặng (DPH): Thí nghiệm với thiết bị xuyên động có búa thuộc nhóm có khối lượng trung bình đến rất nặng. Số búa là N_{10H} .

d) Thí nghiệm xuyên động siêu nặng (DPSH-A và DPSH-B): Thí nghiệm với thiết bị xuyên động có búa thuộc nhóm có khối lượng cao nhất, rất gần với xuyên chuẩn SPT. Số búa là N_{10SA} hoặc N_{20SA} , N_{10SB} hoặc N_{20SB} .

(3) Mọi sự sai lệch so với các yêu cầu cho trong TCVN...(EN ISO 22476-2) phải được giải trình, đặc biệt phải đánh giá ảnh hưởng của các sai lệch đó đối với kết quả thí nghiệm.

GHI CHÚ: Theo TCVN...(EN ISO 22476-2) có thể có sự sai lệch về:

a) Chiều cao rơi búa và khối lượng búa;

b) Kích thước đầu xuyên côn: ví dụ tiết diện 10 cm² đối với đầu xuyên DPM, thay vì 15 cm² thay vì như qui định trong điều 4 của EN ISO 22476-2:2005.

(4) Ở những vị trí đặc biệt khó khăn về bố trí thiết bị thì có thể sử dụng thiết bị nhẹ hơn và quy trình thí nghiệm khác đi so với **TCVN...(EN ISO 22476-2)**.

GHI CHÚ: Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.3.4.

4.7.3 Đánh giá kết quả thí nghiệm

(1)P Ngoài các yêu cầu cho trong 4.2, các báo cáo thực địa và thí nghiệm theo tiêu chuẩn **TCVN...(EN ISO 22476-2)** phải được sử dụng trong các đánh giá.

(2)P Các ảnh hưởng do điều kiện địa kỹ thuật và thiết bị đến sức kháng xuyên theo 5.4 của **TCVN...(EN ISO 22476-2)** phải được xét đến khi đánh giá kết quả thí nghiệm.

4.7.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

(1) Đối với đất hạt thô có thể thu được các tương quan với một số thông số địa kỹ thuật và thí nghiệm hiện trường. Có thể sử dụng các tương quan này trong đánh giá định lượng thiết kế móng với giả thiết ma sát dọc theo ống có thể được bỏ qua hoặc được hiệu chỉnh đầy đủ.

(2) Đối với đất hạt mịn, chỉ có thể sử dụng một cách định lượng các kết quả thí nghiệm khi có hiểu biết rất rõ điều kiện khu vực và có các tương quan riêng. Ma sát thành trong quá trình thí nghiệm là yếu tố gây quan ngại đặc biệt đối với loại đất này và nó phải được xem xét đầy đủ.

(3) Nhiều tương quan đã được thiết lập cho các thí nghiệm xuyên động khác nhau, và giữa các thí nghiệm này với nhau cũng như với các thí nghiệm khác hoặc các thông số địa kỹ thuật khác. Trong một số trường hợp ma sát dọc theo cần xuyên được bỏ qua hoặc hiệu chỉnh, nhưng năng lượng thực tế truyền đến mũi xuyên không được đo. Vì vậy các tương quan này thường không được xem là hợp lý.

GHI CHÚ 1: Các ví dụ về các tương quan đó được cho trong Phụ lục G.

GHI CHÚ 2: Các tương quan cho trong Phụ lục G chỉ được xem là dự báo thấp hơn thực tế.

(4) Nếu sử dụng phương pháp giải tích để tính toán sức chịu tải của móng nông thì góc ma sát trong (φ') của đất hạt thô có thể được xác định theo số búa và chỉ số độ chặt (I_D) tương ứng theo các tương quan.

GHI CHÚ 1: Ví dụ về phương pháp giải tích được cho trong **TCVN...(EN 1997-1), D.4.**

GHI CHÚ 2: Các tương quan để xác định φ' được cho trong các ví dụ ở G.1 và G.2.

(5) Nếu áp dụng phương pháp lý thuyết đàn hồi để tính độ lún của móng nông thì có thể sử dụng mô đun thí nghiệm một trục (E_{oed}) tính theo số búa.

GHI CHÚ 1: Các ví dụ về các phương pháp lý thuyết đàn hồi được cho trong **TCVN...(EN 1997-1)**, Phụ lục F.

GHI CHÚ 2: Các ví dụ về các tương quan tương ứng để xác định mô-đun biến dạng một trục được cho trong G.3.

(6) Nếu trong thiết kế sẽ sử dụng các tương quan đã được thiết lập chắc chắn giữa sức chịu tải giới hạn theo các thí nghiệm nén tĩnh (xem **TCVN...(EN 1997-1), 7.6.2.3**) và **sức kháng xuyên tĩnh** đầu mũi (q_c) trong đất hạt thô thì q_c có thể được đánh giá theo N_{10} hoặc N_{20} bằng cách sử dụng các tương quan đã được thiết lập.

GHI CHÚ 1: Các ví dụ về các tương quan của thí nghiệm DPH được cho trong G.4.

GHI CHÚ 2: Ví dụ về các tương quan giữa kết quả các thí nghiệm xuyên động khác nhau được cho trong G.5.

4.8 Thí nghiệm xuyên trọng lượng (WST)

4.8.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm xuyên trọng lượng là xác định sức kháng của đất đối với sự đâm xuyên do lực tĩnh hoặc do xoay đầu xuyên dạng xoắn ốc ở hiện trường.

(2)P Thí nghiệm xuyên trọng lượng có thể được tiến hành như xuyên tĩnh trong đất yếu nếu sức kháng xuyên nhỏ hơn 1 kN. Nếu sức kháng lớn hơn 1 kN thì đầu xuyên sẽ được xoay bằng tay hoặc bằng máy và số nửa vòng quay để xuyên qua một chiều sâu nhất định được ghi lại. Việc ghi số liệu được thực hiện liên tục nhưng không lấy mẫu đất.

GHI CHÚ: Các thông tin bổ sung về quy trình, thể hiện kết quả và đánh giá cho thí nghiệm xuyên trọng lượng có thể tham khảo tiêu chuẩn trong Phụ lục X.3.5.

(3) Thí nghiệm xuyên trọng lượng có thể được sử dụng chủ yếu để xác định một cách liên tục cột địa tầng và sự sắp xếp của các lớp đất. Thí nghiệm này có khả năng xuyên vào đất sét cứng và cát chặt.

(4) Thí nghiệm xuyên trọng lượng cũng có thể được sử dụng để xác định chỉ số chặt của đất hạt thô.

(5) Cũng có thể sử dụng các kết quả nhằm xác định độ sâu gặp các lớp đất rất chặt để dự báo chiều dài của cọc chống.

4.8.2 Các yêu cầu riêng

(1) Các thí nghiệm cần được tiến hành và báo cáo phù hợp với phương pháp đã được công nhận.

(2)P Mọi sự sai lệch so với các yêu cầu trong phương pháp nêu ở (1) phải được giải trình, đặc biệt phải đánh giá ảnh hưởng của các sai lệch đó đối với kết quả thí nghiệm.

GHI CHÚ: Các thông tin thêm về quy trình, cách thể hiện kết quả và đánh giá đối với thí nghiệm xuyên trọng lượng có thể tham khảo tiêu chuẩn trong Phụ lục X.3.5.

4.8.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

(1)P Phải tuân thủ các yêu cầu ở 4.2 trong đánh giá kết quả thí nghiệm.

(2) Ngoài ra, các báo cáo thực địa và thí nghiệm theo 4.8.2 (1) được sử dụng trong các đánh giá kết quả thí nghiệm.

GHI CHÚ. Các thông tin thêm về quy trình, trình bày kết quả và đánh giá thí nghiệm xuyên trọng lượng có thể tham khảo tiêu chuẩn trong Phụ lục X.3.5

(3) Các tác động sau đây có thể ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm:

- Sự thay đổi sức kháng theo độ sâu có thể phụ thuộc vào sự thay đổi thứ tự sắp xếp các lớp đất.
- Trong sét từ rất mềm đến cứng, sức kháng thường thấp hơn 1 kN hoặc hầu như không đổi và nhỏ hơn 10 nửa vòng xoay trên 0,2 m xuyên.
- Vì tính nhạy cảm của đất **loại sét** cũng có ảnh hưởng đến sức kháng xuyên nên độ bền của đất **loại sét** không thể được xác định trực tiếp từ sức kháng xuyên mà không có sự hiệu chỉnh cho từng trường hợp.

- Sức kháng xuyên của đất bụi và cát rất xốp đến xốp thường thấp và không đổi.
- Trong đất bụi và cát mịn chặt vừa đến chặt, sức kháng xuyên cao hơn (10 đến 30 nửa vòng xoay trên 0,2 m xuyên) hầu như không đổi theo độ sâu.
- Trong cát và cuội trầm tích, sự thay đổi của sức kháng xuyên tăng theo kích cỡ hạt.
- Trong cát lẫn bụi và cuội sỏi, sức kháng xuyên cao không phải khi nào cũng tương ứng với một độ chặt hoặc độ bền cao hơn và đặc trưng biến dạng tốt hơn.

4.8.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

(1) Khi tính toán sức chịu tải hoặc độ lún của móng nông theo kết quả thí nghiệm xuyên trọng lượng thì phải sử dụng phương pháp giải tích.

(2) Nếu sử dụng phương pháp giải tích để tính toán sức chịu tải thì góc ma sát trong φ' có thể được xác định theo các tương quan với sức kháng xuyên trọng lượng.

GHI CHÚ: Các ví dụ về các phương pháp giải tích được cho trong TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục D.

(3) Các tương quan đó cần được dựa trên kinh nghiệm trong điều kiện tương tự và thích hợp với tình huống thiết kế.

GHI CHÚ: Phụ lục H trình bày ví dụ về tương quan được thiết lập cho cát thạch anh và fenspat ở khu vực Châu Âu.

(4) Nếu sử dụng phương pháp đàn hồi có hiệu chỉnh để tính toán độ lún của móng nông theo kết quả xuyên trọng lượng thì mô đun đàn hồi có thoát nước lỗ rỗng (E') có thể được đánh giá theo sức kháng xuyên trọng lượng dựa theo kinh nghiệm thực tế khu vực. Ví dụ đối với cát thạch anh và fenspat thì góc ma sát trong (φ') có thể xác định theo sức kháng xuyên trọng lượng.

GHI CHÚ 1: Phương pháp đàn hồi hiệu chỉnh nêu trên được cho trong TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục F.

GHI CHÚ 2: Ví dụ về một tương quan để đánh giá góc ma sát trong (φ') của cát thạch anh và fenspat được cho trong Phụ lục H.

(5) Trong đất hạt thô, sức kháng xuyên trọng lượng cũng có thể được sử dụng để trực tiếp tính toán sức chịu tải của móng nông và cọc.

(6) Trong đất hạt mịn, sức kháng xuyên trọng lượng có thể được sử dụng để đánh giá sức kháng cắt không thoát nước dựa trên kinh nghiệm địa phương có xét đến độ nhạy của đất và điều kiện nước dưới đất trong lỗ khoan.

4.9 Thí nghiệm cắt cánh hiện trường (FVT)

4.9.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm cắt cánh hiện trường là đo sức kháng xoay tại chỗ của một cánh cắt được ấn ngập vào trong đất mềm hạt mịn để xác định sức kháng cắt không thoát nước và độ nhạy của đất.

(2) Thí nghiệm cắt cánh hiện trường phải được thực hiện bằng cánh cắt hình chữ nhật, gồm 4 tấm đặt vuông góc với nhau, được ấn vào đất ở độ sâu nhất định rồi xoay.

(3) Thí nghiệm cắt cánh hiện trường cũng có thể được sử dụng để xác định sức kháng cắt không thoát nước trong đất sét cứng, đất bụi và sét băng. Độ tin cậy của thí nghiệm phụ thuộc vào loại đất.

(4) Sau khi xoay cánh cắt một góc lớn làm đất dọc theo bề mặt khối cắt bị xáo động hoàn toàn, có thể đo sức kháng cắt của đất đã bị xáo động và tính toán độ nhạy của đất.

4.9.2 Các yêu cầu riêng

(1) Các thí nghiệm cần được tiến hành và báo cáo phù hợp với các yêu cầu của TCVN...(EN ISO 22476-9).

(2) Mọi sự sai lệch so với các yêu cầu cho trong TCVN...(EN ISO 22476-9) phải được giải trình, đặc biệt phải đánh giá ảnh hưởng của các sai lệch đó đối với kết quả thí nghiệm.

GHI CHÚ: Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo áp dụng có thể xem Phụ lục X.3.6.

4.9.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

(1) Ngoài các yêu cầu cho trong 4.2, báo cáo thực địa và thí nghiệm theo TCVN...(EN ISO 22476-9) được sử dụng trong các đánh giá kết quả thí nghiệm.

(2) Các kết quả của các thí nghiệm hiện trường khác, ví dụ CPT, SPT, WST hoặc DP cần được thu thập và xem xét.

4.9.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

(1) Cần sử dụng phương pháp giải tích nếu sức chịu tải của móng nông, sức chịu nén hoặc kéo cực hạn của cọc hoặc độ ổn định của mái dốc được tính toán theo kết quả thí nghiệm cắt cánh.

(2) Để xác định giá trị sức kháng cắt không thoát nước từ kết quả thí nghiệm cắt cánh hiện trường thì kết quả thí nghiệm (c_{iv}) phải được hiệu chỉnh theo công thức:

$$C_u = \mu \times C_{iv} \quad (4.4)$$

Hệ số hiệu chỉnh μ có thể được xác định dựa vào kinh nghiệm địa phương.

(3) Các hệ số hiệu chỉnh thường liên quan đến giới hạn chảy, chỉ số dẻo, ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng hoặc độ cố kết.

GHI CHÚ. Các ví dụ về hệ số hiệu chỉnh được cho trong Phụ lục I.

4.10 Thí nghiệm dilatometer phẳng (DMT)

4.10.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm dilatometer là xác định đặc trưng độ bền và biến dạng của đất ngoài hiện trường bằng cách làm giãn nở một màng thép mỏng hình tròn gắn ở mặt bên của lõi thép hình lõi mai ấn thẳng đứng vào đất.

(2) Thí nghiệm này bao gồm việc đo áp lực khi tấm màng ở cùng mặt phẳng so với bề mặt lõi mai và bắt đầu dịch chuyển và khi chuyển dịch của tâm tấm màng vào đất đạt 1,10 mm. Thí nghiệm phải được thực hiện tại các độ sâu được lựa chọn hoặc cách thức bán liên tục theo độ sâu.

(3) Kết quả của thí nghiệm DMT có thể được sử dụng để thu thập thông tin về sự phân bố các lớp đất, trạng thái ứng suất tự nhiên, các tính chất biến dạng và sức kháng cắt của đất.

(4) Thí nghiệm DMT nên được áp dụng chủ yếu cho đất loại sét, đất bụi và cát, trong đó kích thước hạt đất nhỏ hơn so với kích thước của màng thép.

4.10.2 Các yêu cầu riêng

(1) Thí nghiệm phải được tiến hành và được báo cáo phù hợp với phương pháp thí nghiệm đã được công nhận.

(2) Mọi sự sai lệch so với các yêu cầu được cho trong phương pháp đã nêu ở (1) phải được giải trình, đặc biệt phải đánh giá ảnh hưởng của các sai lệch đó đối với kết quả thí nghiệm.

GHI CHÚ: Các thông tin thêm về quy trình, trình bày kết quả và đánh giá đối với thí nghiệm DMT có thể tìm trong **tiêu chuẩn tham khảo áp dụng ở Phụ lục X.3.7.**

4.10.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

(1) Khi đánh giá kết quả thí nghiệm phải tuân thủ các yêu cầu cho trong 4.2.

(2) Ngoài ra, các báo cáo thực địa và thí nghiệm, theo phương pháp nêu trong 4.10.2 (1), phải được sử dụng cho mục đích đánh giá.

GHI CHÚ: Các thông tin thêm về quy trình, cách thể hiện kết quả và đánh giá đối với thí nghiệm DMT có thể tìm trong **tiêu chuẩn tham khảo áp dụng ở Phụ lục X.3.7.**

4.10.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

4.10.4.1 Sức chịu tải và độ lún của móng nông

(1) Nếu sức chịu tải của móng nông được tính toán theo kết quả thí nghiệm DMT thì phải sử dụng phương pháp giải tích.

(2) Nếu sử dụng phương pháp giải tích thì có thể sử dụng tương quan sau đây để xác định sức kháng cắt không thoát nước (c_u) của sét không gắn kết xi măng (khi kết quả thí nghiệm DMT cho chỉ số vật liệu $I_{DMT} < 0,8$):

$$c_u = 0,22 \sigma'_{v0} \times (0,5 K_{DMT})^{1,25} \quad (4.5)$$

trong đó

K_{DMT} là chỉ số ứng suất ngang hoặc bất cứ mối quan hệ được ghi chép tốt nào khác dựa trên kinh nghiệm địa phương.

GHI CHÚ: Các ví dụ về các phương pháp giải tích được cho trong Phụ lục D của EN 1997-1:2004 (TCVN...).

(3) Nếu sử dụng phương pháp đàn hồi có hiệu chỉnh thì độ lún của móng nông có thể được tính toán bằng cách sử dụng mô đun tiếp tuyến một trục (one - dimensional tangent modulus E_{oed}) xác định theo kết quả thí nghiệm DMT. Đối với đất hạt mịn, quy trình này được áp dụng khi tổng áp lực hữu hiệu của cột đất và áp lực phụ thêm do tải trọng của móng nhỏ hơn áp lực tiền cố kết.

GHI CHÚ 1: Phương pháp đàn hồi hiệu chỉnh được cho trong Phụ lục F của TCVN...(EN 1997-1).

GHI CHÚ 2: Ví dụ cách tính toán độ lún theo phương pháp trên được cho trong Phụ lục J.

4.10.4.2 Sức chịu tải của cọc

(1) Nếu sức chịu tải nén hoặc kéo cực hạn của cọc được tính theo kết quả thí nghiệm DMT thì phải sử dụng phương pháp giải tích để tính toán các giá trị sức kháng mũi và thân cọc.

4.11 Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng (PLT)

4.11.1 Mục đích

(1) Mục đích của thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng là xác định các đặc trưng biến dạng theo phương thẳng đứng và độ bền của đất đá ngoài hiện trường bằng cách ghi lại tải trọng và độ lún tương ứng khi dùng tấm nén phẳng cứng mô phỏng sự gia tải của móng lên đất nền.

(2)P Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng phải được tiến hành trên mặt đất bằng phẳng và đất nguyên trạng hoặc trên đáy hố đào tới độ sâu nhất định hoặc ở đáy lỗ khoan đường kính lớn, ở giếng hoặc hầm đào thăm dò .

(3) Thí nghiệm này được tiến hành trên tất cả các loại đất, đất đắp và đá, nhưng thường không tiến hành đối với đất mịn rất yếu.

4.11.2 Các yêu cầu riêng

(1)P Thí nghiệm phải được tiến hành và báo cáo theo TCVN...(EN ISO 22476-13).

(2)P Bất kỳ sự khác biệt nào đó so với các yêu cầu cho trong TCVN...(EN ISO 22476-13) đều phải được biện minh và đặc biệt là sự ảnh hưởng của chúng đến các kết quả thí nghiệm phải được nhận xét.

GHI CHÚ 1: Có thể có các sự khác biệt, chẳng hạn về kích thước và quy trình thí nghiệm (mức độ tăng tải, tốc độ biến dạng).

GHI CHÚ 2: Các thông tin về tiêu chuẩn tham khảo có thể xem Phụ lục X.3.8.

4.11.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

(1)P Ngoài các yêu cầu cho trong 4.2, các báo cáo thực địa và báo cáo kết quả thí nghiệm phù hợp với phương pháp nêu trong TCVN...(EN ISO 22476-13) sẽ được sử dụng cho mục đích đánh giá.

4.11.4 Sử dụng các kết quả thí nghiệm và giá trị dẫn xuất

(1) Các kết quả thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng (PLT) có thể được sử dụng để dự báo sự làm việc của móng nông.

(2) Để xác định các thông số địa kỹ thuật của lớp đất đồng nhất (để sử dụng các phương pháp thiết kế gián tiếp) thì lớp đất này phải có độ dày ít nhất bằng hai lần chiều rộng hoặc đường kính của tấm nén phẳng.

(3) Các kết quả thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng (PLT) chỉ có thể được sử dụng cho các phương pháp thiết kế trực tiếp nếu:

- Có xét đến bề rộng móng nông khi lựa chọn kích thước tấm nén phẳng (trong trường hợp này các kết quả được sử dụng bằng cách chuyển đổi trực tiếp);

- Có lớp đất đồng nhất với bề dày bằng ít nhất hai lần bề rộng dự kiến của móng nông (trong trường hợp này các kết quả của thí nghiệm tấm nén phẳng nhỏ hơn - khi không xét đến bề rộng dự kiến của móng - được sử dụng để chuyển đổi kết quả sang móng thực tế trên cơ sở kinh nghiệm).

(4) Nếu sử dụng phương pháp giải tích để tính toán sức chịu tải thì sức kháng cắt không thoát nước (c_u) có thể xác định theo thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng PLT tiến hành ở tốc độ gia tải không đổi và đủ nhanh để loại trừ sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng.

GHI CHÚ 1: Các ví dụ về phương pháp giải tích để xác định sức chịu tải được cho trong Phụ lục D của TCVN...(EN 1997-1);

GHI CHÚ 2: Ví dụ về tương quan để tính toán giá trị c_u được cho trong Phụ lục K.1.

(5) Nếu sử dụng phương pháp đàn hồi có hiệu chỉnh để đánh giá độ lún thì mô đun đàn hồi (E) có thể được xác định theo mô đun biến dạng xác định từ thí nghiệm tẩm nén phẳng (E_{PLT}) dựa vào kinh nghiệm đã được thiết lập.

GHI CHÚ 1. Phương pháp đàn hồi có hiệu chỉnh để đánh giá độ lún được cho trong Phụ lục F của TCVN...(EN 1997-1);

GHI CHÚ 2. Cách xác định E_{PLT} được trình bày trong Phụ lục K.2.

(6) Hệ số phản lực nền (k_s) để đánh giá biến dạng có thể xác định theo kết quả thí nghiệm chất tải tăng dần.

GHI CHÚ: Ví dụ về tính toán k_s được cho trong Phụ lục K.3.

(7) Đối với phương pháp thiết kế trực tiếp, các kết quả thí nghiệm tẩm nén phẳng PLT có thể được chuyển đổi trực tiếp sang các bài toán về móng mà không cần sử dụng bất kỳ thông số địa kỹ thuật nào.

(8) Độ lún của móng nông trong cát có thể xác định theo các kết quả thí nghiệm tẩm nén phẳng PLT.

GHI CHÚ: Ví dụ được cho trong Phụ lục K.4.

5 Thí nghiệm đất và đá trong phòng thí nghiệm

5.1 Tổng quát

1)P Chương trình thí nghiệm trong phòng phải được thiết lập cùng với chương trình khảo sát đất nền (Xem chi tiết hơn ở điều 2).

2) Khi có điều kiện sử dụng thông tin thu được từ các thí nghiệm hiện trường để lựa chọn các mẫu thí nghiệm (xem 2.4.1.3).

5.2 Các yêu cầu chung đối với thí nghiệm trong phòng

5.2.1 Các yêu cầu chung

1) Các yêu cầu được nêu trong phần này được xem là tối thiểu.

2) Có thể yêu cầu bổ sung các chỉ dẫn, cách trình bày hoặc diễn giải thích hợp với điều kiện đất nền hoặc các yếu tố địa kỹ thuật được quan tâm.

3)P Các chi tiết thí nghiệm được yêu cầu để xác định các thông số cần thiết cho thiết kế phải được chỉ rõ.

5.2.2 Qui trình, thiết bị và trình bày

1)P Các thí nghiệm được tiến hành và báo cáo theo các tiêu chuẩn thí nghiệm áp dụng.

2) Các phương pháp thí nghiệm và qui trình thay thế có thể được chọn với điều kiện là chúng thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

3)P Phải kiểm tra sự đồng bộ của các thiết bị trong phòng thí nghiệm, phù hợp với mục đích, các yêu cầu được hiệu chuẩn và phạm vi hiệu chuẩn.

4) Độ tin cậy của thiết bị và qui trình phải được kiểm tra bằng cách so sánh các kết quả thí nghiệm với số liệu đã thu được với các loại đất đá tương tự.

5)P Các phương pháp và qui trình thí nghiệm đã sử dụng phải được báo cáo cùng với các kết quả thí nghiệm. Mọi sự sai lệch so với qui trình thí nghiệm tiêu chuẩn phải được báo cáo lại và giải trình.

6) Nếu thích hợp, các kết quả thí nghiệm phân loại đất trong phòng nên được trình bày cùng với mặt cắt trong một biểu đồ tóm tắt mô tả đất và các kết quả phân loại.

7) Nếu có thể và khi được yêu cầu, đường chuẩn các thí nghiệm trong phòng khác (như thí nghiệm nén cố kết một trục và nén ba trục) nên được chỉ ra trên cùng một biểu đồ.

5.2.3 Đánh giá kết quả thí nghiệm

1) Các yêu cầu cho việc đánh giá các kết quả thí nghiệm được cho ở 6.3.

2) Kết quả của các thí nghiệm riêng lẻ nên được so sánh với các kết quả thí nghiệm khác để kiểm chứng không có mâu thuẫn giữa các số liệu thu được.

3) Các kết quả thí nghiệm nên được kiểm tra với các giá trị có trong các tài liệu, các tương quan với các chỉ số đặc trưng và kinh nghiệm trong điều kiện tương tự.

5.3 Chuẩn bị mẫu đất thí nghiệm

5.3.1 Mục đích

1) Mục đích của việc chuẩn bị đất cho thí nghiệm trong phòng là đưa ra các mẫu thử có tính đại diện cao nhất cho đất mà được lấy làm thí nghiệm.

2) Để chuẩn bị mẫu, cần phân biệt 5 loại mẫu đất thử: mẫu thử không nguyên trạng, mẫu thử nguyên trạng, mẫu thử đầm chặt lại, mẫu thử để chế bị và mẫu thử khôi phục lại.

5.3.2 Các yêu cầu

5.3.2.1 Khối lượng mẫu

1)P Mẫu đất thử phải đủ lớn để có thể xét đến:

- Kích thước hạt lớn nhất có trong mẫu với khối lượng đáng kể;
- Các đặc điểm tự nhiên như là cấu trúc, thớ (tức là tính không liên tục).

GHI CHÚ: Khối lượng tối thiểu đất không nguyên trạng cho các thí nghiệm phân loại và cho các mẫu thử đầm lại, khối lượng đất yêu cầu chuẩn bị cho các mẫu nguyên trạng để thí nghiệm xác định độ bền và tính nén lún được đưa ra trong Phụ lục L.

5.3.2.2 Thao tác và gia công

1)P Phải tuân thủ các yêu cầu về lấy mẫu của TCVN...(EN-ISO 22475-1).

2)P Tất cả các mẫu phải được dán mác rõ ràng, không bị mờ.

3)P Các mẫu đất phải luôn luôn được bảo vệ để tránh phá hủy, hư hại và chống sự thay đổi nhiệt độ quá mức. Cần phải đặc biệt chú trọng đến các mẫu nguyên trạng để phòng ngừa biến dạng và thay đổi độ ẩm trong quá trình chuẩn bị mẫu thí nghiệm. Dụng cụ dùng để chứa mẫu không được phản ứng với đất chứa trong đó.

4)P Đất không được để khô trước khi thí nghiệm nếu sự giảm độ ẩm có ảnh hưởng đến các kết quả thí nghiệm.

5) Đất nguyên trạng phải được chuẩn bị trong điều kiện giữ được độ ẩm tự nhiên. Nếu việc chuẩn bị bị gián đoạn, mẫu phải được bảo quản để tránh thay đổi độ ẩm.

6)P Nếu phải phá cấu trúc đất phải tránh phá vỡ các hạt. Phải có qui định riêng nếu phải có xử lý đặc biệt cho đất có tồn tại mối liên kết kiến trúc là “xi măng hóa”, ví dụ: đất bị laterit hóa, đất bị muối hóa.

7)P Các phương pháp chia nhỏ phần mẫu để thí nghiệm phải đảm bảo tính đại diện, tránh các hạt lớn bị phân bổ không đều.

5.4 Chuẩn bị mẫu đá thí nghiệm

5.4.1 Mục đích

1) Mục đích của việc chuẩn bị mẫu đá thử là đưa ra các mẫu thí nghiệm có tính càng đại diện càng tốt cho sự thành tạo đá.

GHI CHÚ: Các Phụ lục T đến W và X.2 đưa ra các qui định chi tiết hơn về công tác chuẩn bị mẫu thí nghiệm và một số chỉ dẫn.

5.4.2 Các yêu cầu

1)P Phải chỉ rõ cách chuẩn bị mẫu đá thử. Nếu các chỉ dẫn này không thể thực hiện được, mẫu thử phải được chuẩn bị càng giống với chỉ dẫn càng tốt và phải báo cáo mẫu đã được chuẩn bị như thế nào.

2)P Mọi dụng cụ và các bộ gá để xác định độ thẳng, độ phẳng và độ vuông góc của bề mặt mẫu phải được kiểm tra định kỳ. Dung sai ít nhất phải thoả mãn các yêu cầu riêng cho mỗi thí nghiệm đá.

3)P Các điều sau phải được qui định:

- Điều kiện lưu trữ mẫu đá (lưu trữ khoảng thời gian ngắn và/hoặc lâu dài);
- Điều kiện độ ẩm tại thời điểm thí nghiệm;
- Phương pháp chuẩn bị lõi đá thử;
- Phương pháp xác định dung sai đường kính và hình dạng.

4)P Cần tránh mọi sự thay đổi về độ ẩm. Nếu xảy ra sự thay đổi độ ẩm tự nhiên, phải coi biện pháp loại trừ ảnh hưởng của nó như một phần của công việc chuẩn bị thí nghiệm.

5) Phải báo cáo về mọi nguyên nhân và ảnh hưởng do sự thay đổi của độ ẩm.

6)P Sự cần thiết lấy lõi lại với đường kính theo chỉ dẫn phải được xác định, tham chiếu với phương pháp lấy lõi trong phòng, cách làm mát và sự cần thiết bảo hoà lại mẫu thí nghiệm.

7) Các điều sau cần được ghi chép và báo cáo cùng với số liệu và các kết quả của mỗi thí nghiệm:

- Nguồn mẫu thử, bao gồm độ sâu/cao độ và hướng trong không gian;
- Ngày chuẩn bị và thí nghiệm mẫu thử;
- Nhận xét về tính đại diện của mẫu thử;
- Tất cả số đo kích thước và hình dạng, kể cả sự tuân thủ theo các yêu cầu;
- Độ ẩm của mẫu/mẫu thử (khi nhận mẫu, trong quá trình chuẩn bị và bảo hoà)
- Điều kiện làm khô (phơi ngoài không khí hoặc sấy trong lò sấy, nén hoặc hút chân không)

8) Nên cung cấp các thông tin sau đây về mẫu để diễn giải các kết quả thí nghiệm:

- Mô tả trạng thái vật lý của mẫu thử kể cả loại đá (như cát kết, đá vôi, granite,...), vị trí và định hướng cấu trúc bên trong đá, và bất cứ sự gián đoạn nào, chất lẫn trong đá hoặc tính không đồng nhất;
- Phác họa mẫu thử hoặc một bức ảnh màu của mẫu, trừ trường hợp của loại đá đồng nhất;
- Tỷ lệ thu hồi **nỗn khoan** và phân cấp chất lượng đá (RQD) nếu có thể thực hiện được;
- Số liệu chứng minh việc kiểm tra dung sai về độ lệch so với dạng hình trụ của mẫu thử, sự bằng phẳng của bề mặt đáy và tính thẳng góc của mặt trên và dưới so với trục của lõi.

5.5 Thí nghiệm phân loại, nhận dạng và mô tả đất.

5.5.1 Tổng quát

1)P Việc phân loại, nhận dạng và mô tả đất phải phù hợp với **TCVN...(EN ISO 14688-1)** và **TCVN...(EN ISO 14688-2)**.

GHI CHÚ: Phụ lục M cung cấp thông tin chi tiết hơn cho mỗi thí nghiệm phân loại, cách diễn giải và chỉ dẫn về số lượng mẫu thử và các thí nghiệm tối thiểu cho một lớp đất.

5.5.2 Các yêu cầu cho tất cả các thí nghiệm phân loại

1) Đối với tất cả các thí nghiệm phân loại cần đặc biệt chú ý đến việc chọn nhiệt độ sấy, vì nhiệt độ quá cao có thể ảnh hưởng bất lợi đến các giá trị đo được.

5.5.3 Xác định độ ẩm

5.5.3.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Mục đích của thí nghiệm là xác định độ ẩm của đất. Độ ẩm được định nghĩa như là tỉ lệ giữa khối lượng nước tự do và khối lượng đất khô.

2) Mẫu đất để xác định độ ẩm ít nhất cần đạt cấp chất lượng 3, theo 3.4.

3) Nếu một mẫu có chứa nhiều loại đất thì độ ẩm nên được xác định trên các mẫu thử đại diện cho các loại đất khác nhau.

GHI CHÚ: Thông tin thêm về qui trình, cách trình bày và đánh giá cho việc xác định độ ẩm có thể tham khảo có thể tham khảo ở **TCVN...(CEN ISO/TS 17892-1)** (xem X.4.1.2)

5.5.3.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Khi đánh giá các kết quả thí nghiệm phải xét đến hàm lượng đáng kể của thạch cao, chất hữu cơ, các vật liệu trong đó nước lỗ rỗng chứa chất rắn hoà tan và đất với lỗ rỗng kín chứa đầy nước (nếu có liên quan).

2) Cần phải kiểm tra phạm vi độ ẩm của đất xác định trong phòng thí nghiệm có đại diện cho giá trị độ ẩm ở “hiện trường” hay không. Trong đánh giá này cần xét đến các ảnh hưởng do phương pháp lấy mẫu, vận chuyển và thao tác, phương pháp chuẩn bị mẫu và môi trường trong phòng thí nghiệm.

3) Đối với loại đất được đề cập đến ở (1)P, nhiệt độ sấy khoảng 50 °C có thể thích hợp hơn nhiệt độ qui định thông thường (105 ± 5) °C, nhưng các kết quả thu được cần được xem xét một cách thận trọng.

5.5.4 Xác định khối lượng thể tích

5.5.4.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm được dùng để xác định khối lượng thể tích tự nhiên của đất, bao gồm cả chất lỏng hay khí chứa trong đó.

2) Mẫu đất thử ít nhất cần đạt cấp chất lượng 2, theo 3.4.

3) P Cần chỉ rõ phương pháp thí nghiệm đã được áp dụng.

GHI CHÚ: Thông tin chi tiết hơn về qui trình, cách trình bày và đánh giá việc xác định khối lượng thể tích xác định khối lượng thể tích có thể tham khảo ở TCVN...(CEN ISO/TS 17892-2) (xem X.4.1.3).

5.5.4.2. Đánh giá và sử dụng kết quả thí nghiệm

1) Khi đánh giá kết quả thí nghiệm nên xem xét khả năng mẫu đã bị xáo động.

2) Trường hợp phương pháp lấy mẫu đặc biệt, việc xác định độ chặt của đất hạt thô trong phòng thường chỉ là gần đúng.

3) Khối lượng thể tích được sử dụng để thiết lập các giá trị cho thiết kế của các tác động do đất gây ra và để xử lý các kết quả của các thí nghiệm trong phòng khác.

4) Khối lượng thể tích còn có thể được sử dụng để đánh giá các đặc trưng khác của đất. Ví dụ, sử dụng cùng với độ ẩm để tính khối lượng thể tích khô của đất.

5.5.5 Xác định khối lượng thể tích hạt

5.5.5.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Mục tiêu của thí nghiệm là xác định khối lượng thể tích hạt theo một phương pháp thông thường.

2) P Sử dụng phương pháp thí nghiệm được lựa chọn tùy theo loại đất.

GHI CHÚ: Thông tin chi tiết hơn về qui trình, cách trình bày và đánh giá việc xác định khối lượng thể tích hạt có thể tham khảo ở TCVN...(CEN ISO/TS 17892-2) (xem X.4.1.4)

5.5.5.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) P Trong một lớp đất, nếu khối lượng thể tích hạt không nằm trong phạm vi thông thường (2500 đến 2800) kg/m³ thì phải kiểm tra thành phần khoáng vật, hàm lượng hữu cơ và nguồn gốc thành tạo của đất.

5.5.6 Phân tích thành phần hạt

5.5.6.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Mục đích của thí nghiệm là xác định phần trăm khối lượng của các nhóm hạt có trong đất.

GHI CHÚ: Thông tin chi tiết hơn về qui trình, cách trình bày và đánh giá việc phân tích thành phần hạt có thể tham khảo ở TCVN...(CEN ISO/TS 17892-4) (xem X.4.1.5)

2) P Tùy theo kích thước hạt có hai phương pháp phân tích thành phần hạt được sử dụng:

- Phương pháp rây: Áp dụng cho các hạt có kích thước > 63 μm (hoặc cỡ rây gần nhất có thể);

- Phương pháp Tỷ trọng kế hoặc Pipet: Áp dụng cho các nhóm hạt có kích thước ≤ 63 μm (hoặc cỡ rây gần nhất có thể).

GHI CHÚ: Kích thước 63 μm có thể được thay thế bằng kích thước khác tùy thuộc vào tiêu chuẩn thí nghiệm áp dụng.

3) Các phương pháp tương đương có thể được sử dụng, với điều kiện là chúng được hiệu chỉnh dựa trên hai phương pháp nêu ở (2)P;

4) Các mẫu đất hạt mịn không được để khô trước khi thí nghiệm bằng phương pháp Tỷ trọng kế hoặc Pipet;

5) Nếu thích hợp, nên sử dụng qui trình loại bỏ thành phần hữu cơ, muối, và cacbonat trước khi rây và lắng chìm hoặc sử dụng qui trình hiệu chỉnh có xét đến thành phần hữu cơ, muối, và cacbonat.

GHI CHÚ: Hàm lượng cacbonat và hữu cơ có thể có sự gắn kết ximăng hoặc hiệu ứng đông rắn và ảnh hưởng đến phân bố kích thước hạt.

6) Cần lưu ý là đối với một số loại đất, ví dụ như đất từ đá phần, thì việc xử lý loại bỏ hàm lượng cacbonat là không phù hợp.

5.5.6.2 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1)P Báo cáo phải đề cập đến các thông tin sau:

- Phương pháp sử dụng làm khô mẫu;
- Có loại bỏ thành phần hữu cơ, muối và cacbonat hay không và bằng cách nào;
- Hàm lượng cacbonat và/hoặc hàm lượng hữu cơ, nếu có;
- Các thành phần khối lượng có được báo cáo so với tổng khối lượng hay không (bao gồm thành phần cacbonat và thành phần hữu cơ).

2) Kích thước hạt mà có n % khối lượng các hạt có kích thước nhỏ hơn kích thước đó được ký hiệu D_n . Các kích thước D_{10} , D_{30} và D_{60} được dùng để xác định hệ số đồng nhất và hệ số đường cong.

3) Các kích thước D_{15} và D_{85} được sử dụng trong tiêu chuẩn lọc cho đất.

5.5.7 Xác định các giới hạn sệt

5.5.7.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Các giới hạn sệt (giới hạn Atterberg) bao gồm giới hạn chảy, giới hạn dẻo và giới hạn co ngót. Ở đây chỉ đề cập đến việc xác định giới hạn chảy và giới hạn dẻo.

2) Các giới hạn sệt được sử dụng để mô tả ứng xử của đất sét và đất bụi khi độ ẩm thay đổi. Việc phân loại đất sét và đất bụi chủ yếu dựa vào các giới hạn sệt.

3) Cần chỉ ra các phương pháp được sử dụng để xác định giới hạn chảy (thiết bị xuyên côn, Casagrande).

4) Nói chung, phương pháp xuyên côn hay được dùng để xác định giới hạn chảy hơn là phương pháp Casagrande. Phương pháp xuyên côn cho kết quả tin cậy hơn, đặc biệt đối với đất có tính dẻo thấp..

5) Mẫu thí nghiệm ít nhất cần đạt cấp chất lượng 4, theo 3.4, nếu các kết quả thí nghiệm được coi là đại diện cho đất ở hiện trường.

GHI CHÚ: Thông tin chi tiết hơn về qui trình, cách trình bày và đánh giá việc xác định giới hạn sệt có thể tham khảo ở TCVN... (CEN ISO/TS 17892-12) (xem X.4.1.6).

5.5.7.2 Đánh giá và sử dụng các kết quả

- 1) Các đặc tính địa kỹ thuật khác, ví dụ như tính nén lún hoặc độ ẩm tối ưu, có thể thu được từ các tương quan với giới hạn chảy và giới hạn dẻo.
- 2) Giá trị chỉ số dẻo I_P có thể được tính toán từ giới hạn chảy và giới hạn dẻo. I_P được dùng để phân loại đất và trong tương quan với một vài đặc tính địa kỹ thuật, ví dụ với độ bền của đất.
- 3) Giá trị chỉ số sệt I_c (hoặc chỉ số chảy I_L) được tính toán từ giới hạn chảy, giới hạn dẻo và độ ẩm tự nhiên của đất. Nó được dùng để biểu thị trạng thái của đất và có tương quan với một vài đặc tính địa kỹ thuật.
- 4) Chỉ số hoạt tính I_A được tính toán từ I_P và hàm lượng phần trăm các hạt sét. I_A được dùng để phân loại đất và có tương quan với một vài đặc tính địa kỹ thuật, ví dụ với độ bền của đất.

5.5.8 Xác định chỉ số độ chặt của đất rời

5.5.8.1 Mục đích và các yêu cầu

- 1) Chỉ số độ chặt thể hiện sự liên hệ giữa hệ số rỗng của mẫu đất thí nghiệm đối với các giá trị tham chiếu của hệ số rỗng được xác định với qui trình thí nghiệm chuẩn trong phòng. Nó biểu thị trạng thái chặt của đất rời được thoát nước tốt.
- 2) Cần chỉ rõ và kiểm tra các điều sau:
 - Số lượng và chất lượng mẫu;
 - Loại qui trình thí nghiệm sẽ áp dụng;
 - Phương pháp chuẩn bị mỗi mẫu thí nghiệm.
- 3) Đất thí nghiệm nên chứa ít hơn 10 % nhóm hạt mịn (các hạt qua rây 0,063 mm) và chứa ít hơn 10 % nhóm hạt cuội sỏi (các hạt trên sàng 2 mm).

GHI CHÚ: Hàm lượng phần trăm và cỡ sàng được quy định tùy thuộc vào tiêu chuẩn áp dụng.

- 4) Kết quả thí nghiệm chỉ số độ chặt nên được báo cáo cùng với kết quả phân tích thành phần hạt, độ ẩm tự nhiên, khối lượng thể tích hạt và phần trăm phần quá cỡ (nếu có). Mọi sự sai khác với (3) cần phải được báo cáo.

GHI CHÚ: Thông tin chi tiết hơn về qui trình, cách trình bày và đánh giá việc xác định chỉ số độ chặt có thể tham khảo ở X.4.1.7.

5.5.8.2 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

- 1) Khi đánh giá các chỉ số độ chặt, cần chú ý là độ chặt lớn nhất và nhỏ nhất thu được trong phòng thí nghiệm không nhất thiết là đại diện cho các độ chặt giới hạn. Nói chung các thí nghiệm này thường cho độ chặt với độ biến thiên cao.
- 2) Chỉ số độ chặt được dùng để đánh giá sức kháng cắt và tính nén lún của đất hạt thô.

5.5.9 Xác định khả năng phân tán của đất

5.5.9.1 Mục đích

1) Mục đích của thí nghiệm là xác định đặc tính phân tán của đất sét. Các thí nghiệm tiêu chuẩn để phân loại đất cho mục đích xây dựng không xác định được đặc tính phân tán của đất. Các thí nghiệm về tính phân tán được tiến hành trên đất loại sét, chủ yếu liên quan đến đề đập, chống rò rỉ khoáng chất và các công trình địa kỹ thuật khác có tiếp xúc với nước.

2) Có bốn loại thí nghiệm được kể đến, (xem M.7):

- Thí nghiệm lỗ kim (Pinhole), là mô hình hoạt động của nước chảy qua khe nứt;
- Thí nghiệm thử kép tỷ trọng kế, là thí nghiệm so sánh mức độ phân tán của các hạt sét trong nước sạch mà không khuấy cơ học với mức độ phân tán thu được khi sử dụng dung dịch phân tán và có khuấy cơ học;
- Thí nghiệm hạt vụn, là thí nghiệm cho thấy sự phân rã cục đất trong dung dịch xút (natri hydroxit) loãng;
- Xác định các muối hoà tan trong nước lỗ rỗng, từ đó xác định tương quan giữa tỷ lệ phần trăm Na-tri với tổng lượng muối hoà tan trong dung dịch chiết bão hoà.

5.5.9.2 Các yêu cầu

1) Cần chỉ rõ các điều sau:

- Mẫu được lưu giữ sao cho chúng không bị khô đi trước khi thí nghiệm;
- Qui trình thí nghiệm được áp dụng;
- Phương pháp chuẩn bị mẫu.

2) Các kết quả từ thí nghiệm khả năng phân tán phải kết hợp với kết quả thí nghiệm phân bố thành phần hạt và các giới hạn sét của mẫu.

3) Với thí nghiệm lỗ kim, các điều kiện đảm bảo mẫu đất, ví dụ độ chặt ướt và khô tối ưu, và nước để trộn (như là nước cất so với nước trong hồ chứa) nên được chỉ rõ.

4) Đối với thí nghiệm thử kép tỷ trọng kế, có thể qui định thí nghiệm tỷ trọng kế thứ ba nếu cần thiết nghiên cứu sự ảnh hưởng của nước ở hồ chứa đối với đất trong huyền phù.

5) Đối với thí nghiệm phân rã, có thể yêu cầu sử dụng nước cất thêm vào dung dịch xút (natri hydroxit).

5.6 Thí nghiệm tính chất hóa học của đất và nước dưới đất

5.6.1 Các yêu cầu đối với các thí nghiệm hóa học

5.6.1.1 Phạm vi

1) Mặc dù về mặt xây dựng công trình thì chi tiết thành phần hóa học của đất thường không được quan tâm nhiều, sự có mặt của một số thành phần hóa học nào đó trong đất có thể rất có ý nghĩa, ví dụ như đối với độ bền của công trình địa kỹ thuật.

2) Thí nghiệm hóa học thông thường trong phòng thí nghiệm đất thường được giới hạn ở hàm lượng hữu cơ (lượng mất khi nung, tổng hàm lượng hữu cơ, loại vật chất hữu cơ), hàm lượng cacbonat, hàm lượng sunphat, độ pH (tính axit, tính kiềm) và hàm lượng clorua. Tiêu chuẩn này chỉ đề cập đến năm thí nghiệm hóa học này.

GHI CHÚ 1: Phụ lục N bổ sung thông tin chi tiết hơn về mỗi loại thí nghiệm hóa học, cách diễn giải chúng và một số chỉ dẫn.

GHI CHÚ 2: Có những thành phần hóa học khác có thể tạo ra một môi trường ăn mòn mạnh đối với thép và bê tông, ví dụ như sunfit, magiê, amoni. Thí nghiệm hóa học tương ứng không được đưa ra ở tiêu chuẩn này.

GHI CHÚ 3: Tính ăn mòn thép trong đất thường được đánh giá bằng thí nghiệm đo điện trở và xác định điện thế oxi hóa - khử (không được đưa ra trong tiêu chuẩn này), xác định độ pH, clorua và sunfat.

5.6.1.2 Mục đích

1) Mục đích của các thí nghiệm hóa học được mô tả ở đây là để phân loại đất và để đánh giá ảnh hưởng bất lợi của đất và nước dưới đất đối với bê tông, thép và bản thân đất. Các thí nghiệm này không phục vụ cho các mục tiêu liên quan đến môi trường.

5.6.1.3 Các yêu cầu

1)P Các yêu cầu sau phải được đặt ra cho tất cả các thí nghiệm hóa học:

- Các mẫu thí nghiệm;
- Số lượng mẫu thí nghiệm;
- Quy trình thí nghiệm áp dụng;
- Các xử lý trước thí nghiệm, bao gồm xử lý các hạt quá cỡ (nghĩa là $D > 2 \text{ mm}$);
- Số lượng thí nghiệm cho một lớp và số lượng thí nghiệm kép;
- Số thí nghiệm riêng rẽ để xác định giá trị trung bình.
- Định dạng báo cáo;
- Yêu cầu bổ sung về các thí nghiệm phân loại cho mỗi thí nghiệm và loạt thí nghiệm.

2)P Các qui trình trộn, sàng và chia bốn phần thích hợp phải được tuân thủ chặt chẽ để tránh mâu thuẫn giữa các kết quả.

3) Các mẫu đất phá hoại được dùng để cho các thí nghiệm hóa học nhưng kích thước hạt và độ ẩm cần đại diện cho điều kiện hiện trường (chất lượng cấp 1 đến cấp 3)

4) Để xác định hàm lượng hữu cơ, sự phân bố kích thước hạt chỉ cần là đại diện (chất lượng cấp 4)

GHI CHÚ: Các qui trình thí nghiệm nên sử dụng được cho trong Phụ lục N.

5.6.1.4 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Các kết quả thí nghiệm nên được xem xét lại cùng với mô tả địa chất và môi trường thực tế.

2)P Phải xem xét các phân loại được công nhận rộng rãi theo các thông số đo được, tùy từng trường hợp.

5.6.2 Xác định hàm lượng hữu cơ

5.6.2.1 Mục đích

1) Thí nghiệm hàm lượng hữu cơ được dùng để phân loại đất. Trong đất chứa ít hoặc không chứa hạt sét và cacbonat, hàm lượng hữu cơ thường được xác định theo lượng mất khi nung ở nhiệt độ được kiểm soát. Các thí nghiệm phù hợp khác cũng có thể được sử dụng. Ví dụ, hàm lượng hữu

cơ có thể được xác định từ khối lượng mất khi xử lý bằng nước ô xy già (H_2O_2), phương pháp này cho một phép đo hàm lượng hữu cơ đặc trưng hơn.

2) Sự tồn tại của chất hữu cơ có thể gây ảnh hưởng bất lợi đối với ứng xử về mặt công trình của đất. Ví dụ, hàm lượng hữu cơ có thể làm giảm khả năng chịu tải, tăng tính nén lún, tăng khả năng trương nở và co ngót của đất. Chất khí có thể gây độ lún tức thời lớn và ảnh hưởng đến hệ số cố kết và sức kháng cắt khi thí nghiệm trong phòng. Chất hữu cơ bất lợi đối với việc gia cố đất làm đường. Đất chứa hữu cơ thường có độ pH thấp và đôi khi sự có mặt của sunfat có thể gây ảnh hưởng bất lợi đối với móng.

5.6.2.2 Các yêu cầu

1)P Ngoài các yêu cầu được liệt kê ở 5.6.1.3, đối với mỗi thí nghiệm hoặc một nhóm các thí nghiệm phải chỉ rõ:

- Nhiệt độ sấy;
- Nhiệt độ nung;
- Các hiệu chỉnh được yêu cầu cho nước liên kết, cacbonat, v.v.;
- Hệ số dùng để chuyển đổi hàm lượng cacbon sang hàm lượng hữu cơ.

2)P Đất không đồng nhất cần được thử với mẫu lớn hơn và với thiết bị phù hợp. Do đó, nồi nung lớn hơn phải được sử dụng.

3)P Lượng mất khi nung phải được báo cáo dưới dạng phần trăm của vật chất đã sấy khô ban đầu, cũng phải nêu nhiệt độ sấy, nhiệt độ nung, thời gian sấy và nung.

4)P Hàm lượng hữu cơ phải được báo cáo dưới dạng phần trăm của vật chất đã sấy khô ban đầu, cũng phải nêu phương pháp xác định.

5.6.2.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Đối với đất sét và bụi chứa hàm lượng hữu cơ vừa phải, các sai số khi hiệu chỉnh nước liên kết hoặc cacbonat có thể quá lớn nên cần sử dụng các phương pháp thí nghiệm đặc biệt.

5.6.3 Xác định hàm lượng cacbonat

5.6.3.1 Mục đích

1) Hàm lượng cacbonat được sử dụng như chỉ số để phân loại đất và đá cacbonat tự nhiên hoặc để xác định mức độ xi măng hoá.

2) Phép đo hàm lượng cacbonat phụ thuộc vào phản ứng với axit clohydric (HCl), trong đó dioxit cacbon được giải phóng. Người ta thường giả thiết là cacbonat canxi ($CaCO_3$) là dạng cacbonat duy nhất tồn tại (trong đất). Hàm lượng cacbonat được tính từ lượng dioxit cacbon đo được trong xử lý đất với HCl.

5.6.3.2 Các yêu cầu

1)P Đất phải được đánh giá bằng mắt trước khi lựa chọn cách xử lý ban đầu thích hợp.

2) Khi thích hợp, ban đầu có thể dùng các mẫu thí nghiệm lớn cho đất và đá chứa hàm lượng cacbonat phân bố không đều. Có thể tạo mẫu thí nghiệm đại diện bằng cách nghiền mẫu và sàng.

3)P Hàm lượng cacbonat được báo cáo dưới dạng phần trăm vật chất sấy khô ban đầu.

5.6.3.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Một vài loại cacbonat, ví dụ như đolomit, không cần dùng dung dịch chuẩn axit clohydric trong thời gian xác định. Đối với loại đất đá chứa loại cacbonat như vậy sẽ sử dụng các phương pháp đặc biệt.

5.6.4 Xác định hàm lượng sunfat

5.6.4.1 Mục đích

1) Mục đích của thí nghiệm là xác định hàm lượng sunfat như là chỉ số của khả năng ảnh hưởng bất lợi của đất đối với thép và bê tông. Tất cả các loại sunfat trong tự nhiên, trừ một vài loại hiếm gặp, đều tan trong axit clohydric. Một vài loại thì tan trong nước.

2) Hàm lượng sunfat hoà tan trong axit xác định theo tổng hàm lượng sunfat, và nó khác với hàm lượng sunfat hoà tan trong nước. Điều quan trọng là nhận biết giá trị nào là cần thiết.

3) Hàm lượng sunfat hoà tan trong nước dưới đất, đặc biệt là sunfat natri và sunfat magiê có thể ăn mòn bê tông và vật liệu khác nằm trong đất hoặc trên mặt đất. Nếu được yêu cầu, việc phân loại đất và nước dưới đất theo hàm lượng sunfat là cần thiết để có biện pháp phòng ngừa thích hợp.

5.6.4.2 Các yêu cầu

1)P Phải qui định cho mỗi thí nghiệm hoặc nhóm thí nghiệm việc xác định hàm lượng sunfat hoà tan trong axit hay hoà tan trong nước, ngoài các điểm liệt kê ở 5.6.1.3.

2)P Đối với đất không đồng nhất chứa các tinh thể thạch cao có thể thấy bằng mắt thường, cần lấy lượng mẫu thí nghiệm lớn, nghiền, trộn và sàng để tạo các mẫu thử đại diện. Cần đánh giá sơ bộ bằng mắt trước khi lựa chọn phương pháp chuẩn bị mẫu thử thích hợp.

5.6.4.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Hàm lượng SO_3^{2-} và SO_4^{2-} phải được báo cáo dưới dạng phần trăm khối lượng sấy khô hoặc dưới dạng g/l, liên quan đến sunfat hoà tan trong axit hoặc tan trong nước.

5.6.5 Xác định giá trị pH (tính axit và tính kiềm)

5.6.5.1 Mục đích

1) Độ pH của nước dưới đất hoặc dung dịch đất được dùng để đánh giá khả năng đất có độ axit hoặc kiềm cao.

5.6.5.2 Các yêu cầu

1)P Phải qui định rõ cho mỗi thí nghiệm hoặc nhóm thí nghiệm, ngoài các yêu cầu chung cho thí nghiệm hoá học:

- Đất phải được sấy khô hay không;
- Tỷ lệ đất/nước.

2)P Dung dịch đệm tiêu chuẩn phải được dùng để định chuẩn dụng cụ đo pH.

3)P Độ pH của huyền phù đất hoặc nước dưới đất phải được báo cáo. Cần nêu rõ phương pháp thí nghiệm.

5.6.5.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Đánh giá nên xem xét đến, ở một vài loại đất, độ pH đo được có thể bị ảnh hưởng bởi quá trình oxi hoá.

5.6.6 Xác định hàm lượng Clorua

5.6.6.1 Mục đích

1) Mục đích của thí nghiệm là xác định hàm lượng clorua hoà tan trong nước hoặc axit để đánh giá độ mặn của nước lỗ rỗng hoặc của đất. Các kết quả đưa ra chỉ số về sự ảnh hưởng của nước dưới đất đối với bê tông, thép, các vật liệu khác và đất.

5.6.6.2 Các yêu cầu

1) Phải qui định rõ cho mỗi thí nghiệm hoặc nhóm thí nghiệm, ngoại trừ các mục được liệt kê ở 5.6.1.3:

- Phải xác định hàm lượng clorua tan trong nước hay dung dịch axit;
- Đất có được sấy khô hay không.

2) Sau khi sấy khô, đất phải được trộn kỹ để phân bố lại lượng muối đã di chuyển tạo thành một vỏ cứng trên bề mặt.

5.6.6.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Phải báo cáo hàm lượng clorua dưới dạng g/l hoặc phần trăm khối lượng đất khô. Qui trình thí nghiệm sử dụng cần chỉ rõ đã xác định hàm lượng clorua tan trong nước hay tan trong axit.

5.7 Thí nghiệm chỉ số độ bền của đất

5.7.1 Mục đích

1) Mục đích thí nghiệm chỉ số độ bền là xác định một cách nhanh và đơn giản sức kháng cắt không thoát nước c_u của đất sét.

2) Tiêu chuẩn này bao gồm các thí nghiệm chỉ số độ bền sau:

- Thí nghiệm cắt cánh trong phòng;
- Thí nghiệm xuyên côn

5.7.2 Các yêu cầu

1) Các thí nghiệm phải được tiến hành trên các mẫu thí nghiệm nguyên trạng chất lượng cấp 1.

GHI CHÚ 1: Các thông tin khác về qui trình, cách trình bày và đánh giá thí nghiệm chỉ số độ bền có thể tham khảo TCVN... (CEN ISO/TS 17892-6) (xem X.4.3).

GHI CHÚ 2: Phụ lục O cho thông tin về các thí nghiệm chỉ số độ bền được xem xét và bản liệt kê các qui trình thí nghiệm.

5.7.3 Sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Cần phải chú ý rằng các giá trị c_u đặc trưng cho sức kháng cắt không thoát nước của đất ở tình trạng trong phòng. Chúng không nhất thiết đặc trưng cho sức kháng cắt không thoát nước của đất ở hiện trường.

2) Tùy theo đặc tính của đất và theo thí nghiệm chỉ số độ bền đã được chọn, các kết quả thí nghiệm chỉ đánh giá gần đúng giá trị c_u .

3) Các thí nghiệm chỉ số độ bền chỉ nên được sử dụng để thiết kế khi có tư liệu tốt và kinh nghiệm trong nền đất tương tự.

4) Nếu có tư liệu tốt và bằng chứng so sánh, sức kháng cắt không thoát nước từ các thí nghiệm chỉ số độ bền có thể được sử dụng nếu áp dụng phương pháp phân tích lý thuyết của TCVN...(EN 1997-1), D.3.

5) Các kết quả thí nghiệm có thể được sử dụng để kiểm tra sự biến đổi sức kháng cắt không thoát nước trong một lớp.

5.8 Thí nghiệm độ bền của đất

5.8.1 Mục đích và phạm vi

1) Mục đích của thí nghiệm là thiết lập các thông số sức kháng cắt thoát nước và/hoặc không thoát nước.

2) Các thí nghiệm xác định độ bền được đề cập:

- Thí nghiệm nén nở hông;
- Thí nghiệm nén 3 trục không thoát nước, không cố kết;
- Thí nghiệm nén 3 trục cố kết;
- Thí nghiệm hộp cắt tĩnh tiến và thí nghiệm hộp cắt xoắn (cắt vòng).

3) Thí nghiệm hộp cắt tĩnh tiến và hộp cắt xoắn được dùng cho đất thí nghiệm trong các điều kiện thoát nước.

GHI CHÚ: Dưới tốc độ biến dạng nhanh, các loại đất sét có tính thấm thấp đôi khi có thể được xem như là chất tải không thoát nước cho cả hai loại hộp cắt. Vì vậy các thí nghiệm đưa ra biểu thị của sức kháng cắt không thoát nước.

4) Trong phần này chỉ đề cập đến các thí nghiệm độ bền cho đất hoàn toàn bão hòa hoặc đất khô.

5.8.2 Các yêu cầu chung

1) Để xác định sức kháng cắt của đất loại sét, bụi và đất hữu cơ, cần sử dụng các mẫu nguyên trạng (chất lượng cấp 1). Đối với một vài loại đất hoặc mục đích đặc biệt, có thể thí nghiệm trên các mẫu thử khôi phục lại hay mẫu thử để chế bị.

2) Đối với loại đất cát và bụi hạt thô, các mẫu thử có thể được đầm chặt lại hoặc khôi phục lại. Cần chú ý lựa chọn phương pháp chuẩn bị để đưa lại các mẫu càng gần với độ chặt và cấu trúc ở trạng thái **như thiết** kế càng tốt.

3)P Đối với các mẫu đầm chặt lại hoặc khôi phục lại, phải chỉ rõ thành phần, độ chặt, độ ẩm của mẫu thí nghiệm được chế bị liên quan đến các điều kiện hiện trường và phương pháp chuẩn bị mẫu thí nghiệm.

4)P Đối với một thí nghiệm xác định độ bền, phải đánh giá và qui định:

- Số lượng các thí nghiệm được yêu cầu;
- Việc lựa chọn vị trí các mẫu thử trong số các mẫu lấy được;
- Yêu cầu về chất lượng của mẫu;
- Phương pháp chuẩn bị mẫu thử;
- Hướng của mẫu thử;

- Loại thí nghiệm;
- Các thí nghiệm phân loại cần phải tiến hành;
- Áp lực cố kết (nếu áp dụng);
- Thời gian cố kết cho mỗi cấp áp lực (nếu áp dụng);
- Tốc độ cắt;
- Tiêu chuẩn phá huỷ;
- Tiêu chuẩn kết thúc thí nghiệm (ví dụ, mức biến dạng mà thí nghiệm phải được dừng lại);
- Các tiêu chuẩn chấp nhận (ví dụ, độ bão hoà, mức độ phân tán);
- Độ chính xác của phép đo;
- Định dạng trình bày các kết quả thí nghiệm;
- Bất kỳ qui trình nào được sử dụng ngoài các điều được chỉ ra trong tiêu chuẩn đã được chấp nhận.

5) Cần xác định sức kháng cắt của một mẫu trên một nhóm 3 mẫu thử hoặc nhiều hơn dưới các áp lực pháp tuyến khác nhau.

6) P Các điểm sau phải được xem xét khi xác định sức kháng cắt của một lớp đất:

- Phương pháp cắt;
- Phương pháp chuẩn bị mẫu thử;
- Yêu cầu về các thí nghiệm phân loại bổ sung.

7) Nếu thí nghiệm các mẫu chất lượng cấp 2, cần xét đến ảnh hưởng của sự xáo động mẫu khi diễn giải các kết quả .

GHI CHÚ: Phụ lục P cung cấp hướng dẫn về số lượng mẫu và các phép thử tối thiểu cho một lớp đất, cũng như các thông tin khác về thí nghiệm và cách đánh giá.

5.8.3 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) P Việc trình bày các kết quả thí nghiệm phải bao gồm:

- Các đường ứng suất hiệu quả;
- Các vòng tròn Mohr;
- Đường cong ứng suất – biến dạng;
- Đường cong áp lực lỗ rỗng – biến dạng;
- Các thông số áp lực lỗ rỗng.

GHI CHÚ: Phép ngoại suy tuyến tính đối với các kết quả thí nghiệm có thể dẫn đến sai lệch của giá trị độ bền của đất vì đường bao phá huỷ thông thường không phải là đường thẳng, đặc biệt là ở các áp lực pháp tuyến thấp

2) P Phạm vi ứng suất trong đó các thông số độ bền đã được xác định phải được nêu rõ.

3) Có nhiều phương pháp xác định các thông số về độ bền và ứng suất – biến dạng của đất trong phòng thí nghiệm và ở hiện trường. Nên so sánh các kết quả từ những thí nghiệm khác nhau khi đánh giá các kết quả, nếu thích hợp.

4) Cần xét đến tốc độ biến dạng trong thí nghiệm khi đánh giá các kết quả.

5) Các thông số độ bền thu được từ thí nghiệm nén và cắt trực tiếp thường được chấp nhận trong các phương pháp thiết kế thông dụng, nhưng không phải khi nào cũng sử dụng được cho các phân tích khác.

6) Nên cân nhắc các kết quả thí nghiệm nén nở hông và nén không cố kết không thoát nước có thể không đại diện cho sức kháng cắt không thoát nước của đất tại hiện trường.

5.8.4 Thí nghiệm nén nở hông

5.8.4.1 Các yêu cầu

1) Thí nghiệm nén nở hông cần được tiến hành trên các mẫu có khả năng thấm đủ thấp để duy trì điều kiện không thoát nước trong quá trình thí nghiệm.

2) Để ngăn ngừa sự thay đổi độ ẩm của mẫu thí nghiệm, cần tránh kéo dài thời gian giữa công tác gọt mẫu và thí nghiệm.

GHI CHÚ Thông tin khác về qui trình, cách trình bày và đánh giá thí nghiệm nén nở hông được cho trong **TCVN...(CEN ISO/TS 17892-7)** (xem X.4.4.1).

5.8.4.2 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Kết quả thí nghiệm là giá trị gần đúng của sức kháng nén nở hông của đất được thí nghiệm.

2) Sức kháng cắt không thoát nước c_u có thể được xác định bằng một nửa sức kháng nén nở hông đo được.

3) Ứng suất hiệu quả trong mẫu thử ở phòng thí nghiệm có thể lệch với ứng suất hiệu quả ở hiện trường. Vì sự khác nhau này, kết quả thí nghiệm có thể không đại diện cho sức kháng không thoát nước của đất ở hiện trường.

5.8.5 Thí nghiệm nén ba trục không cố kết, không thoát nước

5.8.5.1 Các yêu cầu

1) P Thí nghiệm phải được tiến hành mà không cho phép bất kỳ sự thoát nước nào ra khỏi mẫu.

2) P Trong quá trình chuẩn bị và thí nghiệm, nước sẽ không được xâm nhập vào mẫu thử (ví dụ, từ các đường thoát nước hoặc từ các đầu đo áp lực nước lỗ rỗng).

3) P Với mỗi mẫu thí nghiệm, cần xác định độ ẩm trước và sau thí nghiệm và khối lượng thể tích tự nhiên trước khi thí nghiệm.

GHI CHÚ Các thông tin khác về qui trình, cách trình bày và đánh giá thí nghiệm nén ba trục không cố kết không thoát nước được cho trong **TCVN...(CEN ISO/TS 17892-8)**, (xem X.4.4.2).

5.8.5.2 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Kết quả thí nghiệm là sức kháng cắt không thoát nước c_u của đất được thí nghiệm.

2) Ứng suất hiệu quả trong mẫu thí nghiệm ở phòng thí nghiệm có thể lệch với ứng suất hiệu quả ở hiện trường. Vì sự khác nhau này, kết quả thí nghiệm có thể không đại diện cho sức kháng không thoát nước của đất ở hiện trường.

5.8.6 Thí nghiệm nén ba trục cố kết

5.8.6.1 Các yêu cầu

1)P Các thí nghiệm phải được tiến hành trên các mẫu thí nghiệm nguyên trạng chất lượng cấp 1.

GHI CHÚ: Các thông tin khác về qui trình, cách trình bày và đánh giá thí nghiệm nén ba trục cố kết được cho trong TCVN...(CEN ISO/TS 17892-9), (xem X.4.4.3).

2)P Đối với mỗi một thí nghiệm nén ba trục cố kết, các điểm sau phải được đánh giá hoặc chỉ rõ thêm so với 5.8.2:

- Phương pháp bão hòa và tiêu chuẩn bão hòa;

- Áp lực ngược được yêu cầu;

- Bất kỳ qui trình nào được sử dụng ngoài các điều được tham chiếu trong tiêu chuẩn đã được chấp nhận (ví dụ như các đầu được bôi trơn, các phép đo biến dạng và áp lực nước lỗ rỗng cục bộ).

3)P Với thí nghiệm ba trục cố kết không thoát nước, phải chỉ rõ các yêu cầu về đo áp lực nước lỗ rỗng và đường ứng suất tổng khi cắt.

4)P Với thí nghiệm ba trục cố kết thoát nước, phải chỉ rõ thiết bị đo thay đổi thể tích và đường ứng suất khi cắt.

5)P Với mỗi mẫu thí nghiệm, phải xác định độ ẩm trước và sau thí nghiệm và khối lượng thể tích tự nhiên trước khi thí nghiệm.

6) Ứng với mỗi tập hợp các thí nghiệm ba trục trong một lớp cần thực hiện một thí nghiệm xác định trạng thái giới hạn sệt và phân tích thành phần hạt.

7)P Các kết quả phải nêu rõ loại thí nghiệm đó được tiến hành, đưa ra các thông số độ bền nào, tốc độ cắt và tiêu chuẩn phá hủy để chọn sức kháng cắt (ví dụ, ứng suất lệch cao nhất, tỉ số ứng suất lớn nhất).

8)P Báo cáo phải chỉ ra tất cả các thay đổi ghi nhận được so với qui trình thí nghiệm chuẩn, như là độ bão hòa của mẫu thí nghiệm, qui trình thí nghiệm, thành phần của mẫu hoặc bất kỳ yếu tố nào khác.

9) Theo 2.4.2.3 (4), cần xem xét các thí nghiệm tiên tiến hơn để xác định sức kháng cắt trong phòng, như là các thí nghiệm ba trục mở rộng, các thí nghiệm cắt đơn giản, các thí nghiệm kéo và nén biến dạng phẳng, thí nghiệm ba trục, thí nghiệm cắt trực tiếp, với khả năng cố kết không đẳng hướng thay thế cho cố kết đẳng hướng.

5.8.6.2 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Việc đánh giá các kết quả thí nghiệm nên chú ý là sức kháng cắt, các thông số áp lực lỗ rỗng và các quan hệ ứng suất biến dạng không thoát nước bị ảnh hưởng do xáo động của mẫu lớn hơn nhiều so với các thông số độ bền thoát nước.

GHI CHÚ: Quan hệ ứng suất - biến dạng đáng tin cậy, đặc biệt trong trường hợp đất cứng, chỉ có thể thu được từ các thí nghiệm tiên tiến với các qui trình đặc biệt để đo các biến dạng và lực dọc trục một cách chính xác (xem 5.9).

2) Độ bền thoát nước và không thoát nước của đất có thể nhận được tùy theo loại thí nghiệm. Các giá trị tương ứng là góc ma sát trong hữu hiệu (ϕ') và lực dính kết hữu hiệu (c') hoặc sức kháng cắt không thoát nước (c_u).

3) Các giá trị có thể được dùng trong cả phân tích ổn định thoát nước và không thoát nước.

GHI CHÚ: Xem Phụ lục D của TCVN...(EN 1997-1).

5.8.7 Các thí nghiệm hộp cắt trực tiếp có cố kết

5.8.7.1 Các yêu cầu

1)P Các thí nghiệm phải được tiến hành trên các mẫu thí nghiệm nguyên trạng chất lượng cấp 1.

GHI CHÚ: Thông tin khác về qui trình, cách trình bày và đánh giá thí nghiệm hộp cắt trực tiếp có cố kết được cho trong TCVN...(CEN ISO/TS 17892-10), (xem X.4.4.4)

2)P Việc định vị và định hướng của mẫu phải được xem xét cẩn thận để càng gần với điều kiện hiện trường càng tốt. Trong thí nghiệm hộp cắt tĩnh tiến và cắt vòng, sự phá hủy buộc phải xảy ra trên hoặc gần mặt nằm ngang ở giữa mẫu thí nghiệm.

3)P Áp lực nước lỗ rỗng âm hoặc dương do cắt phải được ngăn ngừa trong quá trình thí nghiệm vì chúng không thể đo được và xét đến khi diễn giải thí nghiệm. Để duy trì điều kiện thoát nước, tốc độ cắt phải đủ nhỏ để áp lực nước lỗ rỗng có thể triệt tiêu.

5.8.7.2 Thiết lập và sử dụng các giá trị

1) Các kết quả của thí nghiệm hộp cắt tiêu chuẩn biểu thị độ bền trong điều kiện thoát nước. Các giá trị là góc ma sát hữu hiệu và lực dính hữu hiệu (xem ghi chú ở 5.8.1 (3)).

2) Các giá trị có thể được dùng trong các phân tích ổn định.

GHI CHÚ: Xem TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục D.

5.9 Thí nghiệm tính nén lún và biến dạng của đất

5.9.1 Tổng quát

1) Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu đo các đặc trưng biến dạng của đất trên thiết bị ba trục và nén một trục không nở hông.

5.9.2 Thí nghiệm nén một trục không nở hông

5.9.2.1 Mục đích

1) Trong máy nén một trục không nở hông, mẫu hình trụ bị hạn chế chuyển vị ngang, tải trọng dọc trục tác dụng lên mẫu được tăng và giảm tải từng cấp, nước được thoát theo chiều thẳng đứng. Các thí nghiệm trương nở, nén một trục không nở hông và đánh giá khả năng lún sập của đất được đề cập ở đây.

2) Thí nghiệm với tải trọng tăng liên tục (tốc độ biến dạng không đổi) có thể được tiến hành thay thế.

3) Mục đích của các thí nghiệm nén một trục không nở hông tăng tải từng cấp và thí nghiệm trương nở là xác định đặc tính nén lún, cố kết và trương nở của đất.

4) Mục đích của thí nghiệm lún sập là thiết lập các thông số nén cho đất ở điều kiện không bão hòa và đánh giá sự nén lún phát sinh trong điều kiện ngập nước do phá hủy cấu trúc của đất.

5.9.2.2 Các yêu cầu

1)P Phải sử dụng các mẫu nguyên trạng (chất lượng cấp 1) để đánh giá tính nén lún của lớp đất sét, bụi hoặc đất hữu cơ.

GHI CHÚ: Các mô đun biến dạng nhỏ của đất (ví dụ, các mô đun ở cấp biến dạng nhỏ hơn 1 % đối với đất sét yếu đến dẻo) rất nhạy cảm với sự xáo động trong quá trình lấy mẫu. Theo 3.4.3 (3)P, thiết bị và các phương pháp lấy mẫu

chuyên dụng, như lấy mẫu khối hoặc lấy mẫu piston cố định hoặc các phương pháp khác đã được thừa nhận, có thể được sử dụng để đạt được kết quả thí nghiệm chính xác nhất.

2)P Đối với các mẫu thí nghiệm đầm chặt lại, phải chỉ rõ thành phần, độ chặt và độ ẩm của các mẫu thử liên quan đến các điều kiện hiện trường và phương pháp chuẩn bị mẫu.

3)P Khi xác định đặc tính nén lún của lớp đất, các mục sau đây phải được xem xét:

- Các kết quả khảo sát đã có;
- Các số liệu đo lún đã thực hiện ở các công trình lân cận;
- Số lượng và chất lượng mẫu;
- Số lượng và loại các thí nghiệm hiện trường;
- Cần phải xem xét kỹ lưỡng các mẫu nhạy cảm và mẫu có mối liên kết kiến trúc là “xi măng hóa”, ví dụ: đất bị laterit hóa, đất bị muối hóa;
- Công tác chuẩn bị mẫu;
- Sự định hướng của mẫu;
- Sự cần thiết bổ sung các thí nghiệm phân loại.

4) Việc thực hiện các thí nghiệm thay thế cho thí nghiệm nén một trục không nở hông nên được xem xét, ví dụ như các thí nghiệm nén một trục tốc độ biến dạng không đổi.

5)P Áp lực thẳng đứng ban đầu không được vượt quá ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng ở hiện trường.

GHI CHÚ: Chẳng hạn như đối với đất sét mềm hóa khi biến dạng, mức ứng suất ban đầu bằng một phần tư ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng ở hiện trường được coi là giá trị thích hợp.

6) Trong thí nghiệm nén lún, áp lực thẳng đứng lớn nhất nên vượt quá ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng lớn nhất có thể xảy ra ở hiện trường. Trong thí nghiệm trương nở, phạm vi giảm áp lực thẳng đứng khi thí nghiệm nằm trong phạm vi thay đổi ứng suất thẳng đứng có thể xảy ra ở hiện trường.

7)P Khi thí nghiệm khả năng lún sập, các mẫu thử nghiệm phải được lựa chọn trên cơ sở xem xét đầy đủ các hiểu biết đã có về ứng xử của đất khi ngập nước. Áp lực tác dụng lên mẫu khi bị ngập nước phụ thuộc vào phạm vi ứng suất thẳng đứng có thể xảy ra ở hiện trường.

GHI CHÚ 1: Thông tin thêm về qui trình, cách trình bày và đánh giá thí nghiệm nén lún một trục không nở hông được cho trong TCVN...(CEN ISO/TS 17892-5), (xem X.4.5).

GHI CHÚ 2: Phụ lục Q cung cấp hướng dẫn về số lượng mẫu thí nghiệm và các phép thử tối thiểu cho một lớp, cũng như các thông tin bổ sung về phép thử và cách đánh giá.

5.9.2.3 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Các kết quả thí nghiệm nén một trục không nở hông có thể được dùng để đánh giá ứng suất **nén trước** (áp lực tiền cố kết) đối với đất **loại** sét, đất hữu cơ và đất bụi.

2) Cần chú ý là áp lực tiền cố kết được xác định từ thí nghiệm nén một trục không nở hông có thể bị ảnh hưởng nhiều do sự xáo động mẫu.

3) Các giá trị thông dụng đặc trưng cho tính nén lún là mô đun nén một trục (E_{oed}), hệ số nén thể tích (m_v), chỉ số nén (C_c) và áp lực tiền cố kết (σ'_p). Chỉ số nở (C_s) đặc trưng cho nở tải và nén lại. Tất cả các đặc trưng này được lấy trực tiếp từ các phần thích hợp của đường cong nén.

4) Độ lún do từ biến được tính toán theo hệ số nén thứ cấp (C_{α}).

5) Hệ số cố kết C_v được xác định theo lý thuyết cố kết một trục.

6) Các thông số ở 5.9.2.3 (3) có thể được sử dụng để phân tích độ lún của móng băng bằng phương pháp đơn giản.

7) Nếu áp dụng các phương pháp mẫu (để tính toán độ lún), có thể sử dụng mô đun nén một trục.

GHI CHÚ : Các ví dụ về phương pháp mẫu được cho trong TCVN...(EN 1997-1), F.1 và F.2.

5.9.3 Thí nghiệm biến dạng ba trục

5.9.3.1 Mục đích

1) Mục đích của thí nghiệm biến dạng ba trục của đất là xác định các mô đun biến dạng (các thông số độ cứng)

2) Tùy theo đường chất tải, có thể đo được các thông số độ cứng khác nhau.

3) Theo điều kiện thoát nước, có thể xác định mô đun biến dạng thoát nước E' và mô đun biến dạng không thoát nước E'_u .

4) Do ứng xử của đất không tuyến tính, các mô đun khác nhau, ví dụ như các mô đun tiếp tuyến và/hoặc mô đun cát tuyến có thể được xác định tại các mức ứng suất hoặc biến dạng khác nhau.

5.9.3.2 Các yêu cầu

1)P Phải sử dụng các mẫu nguyên trạng (chất lượng cấp 1) để xác định các thông số đàn hồi của một lớp đất.

GHI CHÚ: Các mô đun biến dạng nhỏ của đất (ví dụ, các mô đun ở cấp biến dạng nhỏ hơn 1 % đối với đất sét yếu đến dẻo) rất nhạy cảm với sự xáo động trong quá trình lấy mẫu. Theo 3.4.3 (3)P, thiết bị và các phương pháp lấy mẫu chuyên dụng, như lấy khối mẫu hoặc lấy mẫu piston cố định hoặc các phương pháp khác đã được thừa nhận, có thể được sử dụng để đạt được kết quả thí nghiệm chính xác nhất.

2)P Phải sử dụng thiết bị đặc biệt có khả năng đo ứng suất và biến dạng với độ phân giải cao để xác định các thông số đàn hồi tại mức biến dạng dưới 0,1 %.

GHI CHÚ: Để xác định các mô đun biến dạng rất nhỏ, các kỹ thuật dựa trên sự truyền sóng cắt hoặc các phương pháp động khác có thể được sử dụng.

3)P Các điểm sau cần được xem xét khi xác định các đặc trưng độ cứng của một lớp đất:

- Chất lượng các mẫu thí nghiệm;
- Độ nhạy, độ bão hòa, tình trạng cố kết và sự gắn kết của đất;
- Công tác chuẩn bị mẫu;
- Sự định hướng của mẫu.

5.9.3.3 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Các thông số đàn hồi có thể được đặc trưng bởi một đường cong đầy đủ hoặc bởi các giá trị qui ước. Ví dụ, bởi mô đun đàn hồi ban đầu (E_0) hoặc bởi E_{50} tương ứng với 50 % ứng suất cắt lớn nhất, v.v..

2) Mô đun đàn hồi và các đường cong ứng suất - biến dạng của đất yếu, cổ kết bình thường trong một vài trường hợp có thể được xác định từ các thí nghiệm ba trục tiêu chuẩn xác định độ bền.

5.10 Thí nghiệm đầm chặt đất

5.10.1 Phạm vi

1) Tiêu chuẩn bao gồm các thí nghiệm đầm chặt (các thí nghiệm Proctor) và thí nghiệm hệ số chịu tải CBR.

GHI CHÚ: Phụ lục R cung cấp hướng dẫn về số lượng mẫu thí nghiệm và các phép thử tối thiểu cho một lớp đất, cùng với các thông tin bổ sung về phép thử và cách đánh giá.

5.10.2 Các thí nghiệm đầm chặt

5.10.2.1 Mục đích

1) Các thí nghiệm đầm chặt đất (các thí nghiệm Proctor) được sử dụng để xác định mối quan hệ giữa khối lượng thể tích khô và độ ẩm khi tác dụng một năng lượng đầm nhất định.

5.10.2.2 Các yêu cầu

1) Các điểm sau phải được chỉ rõ hoặc được kiểm tra:

- Thao tác với đất có chứa các hạt quá cỡ;
- Việc xử lý đất hạt mịn trạng thái cứng;
- Công tác chuẩn bị và hoàn thiện mẫu thí nghiệm;
- Các qui trình thí nghiệm và năng lượng đầm sẽ áp dụng;
- Thiết bị (khuôn và búa đầm) có được sử dụng như qui định trong tiêu chuẩn hay không.

2) Khả năng lựa chọn cách tiến hành các thí nghiệm hiện trường thay cho các thí nghiệm trong phòng nên được xem xét theo loại đất đặc biệt.

5.10.2.3 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Các đặc trưng đầm chặt của đất phải được báo cáo cùng với đường cong phân bố cỡ hạt và thành phần vật liệu quá cỡ theo khối lượng đất khô với sự hiệu chỉnh, nếu thích hợp.

2) Độ ẩm tối ưu (w_{opt}) và khối lượng thể tích khô lớn nhất tương ứng đã đạt được với năng lượng đầm áp dụng ($\rho_{d,max}$) được dùng để đánh giá chất lượng đầm chặt đất đắp.

5.10.3 Thí nghiệm hệ số chịu tải (CBR)

5.10.3.1 Mục đích

1) Mục đích của thí nghiệm là xác định hệ số chịu tải (CBR) của mẫu được đầm chặt hoặc mẫu nguyên trạng.

2) Giá trị CBR thu được dưới dạng phần trăm của tải trọng chuẩn tương ứng với độ xuyên chuẩn, khi một đầu xuyên hình trụ có diện tích tiết diện ngang chuẩn được ấn vào vật liệu đất.

5.10.3.2 Các yêu cầu

1)P Các điểm sau phải được chỉ rõ hoặc được kiểm tra:

- Phương pháp chuẩn bị mỗi mẫu thử;
- Bao nhiêu phép thử phải được thực hiện trong một tập hợp mẫu thử;
- Thao tác đất với thành phần các hạt quá cỡ (**Kích thước hạt quá cỡ được quy định theo tiêu chuẩn áp dụng**);
- Việc hoàn thiện mẫu thử;
- Mẫu thử được ngâm bão hoà hay không;
- Nếu ngâm bão hoà thì có đo trương nở hay không;
- Mức gia tải khi bão hoà và khi thí nghiệm;
- Độ ẩm khi chuẩn bị mẫu thử đầm chặt;
- Khối lượng thể tích khô của mẫu thử hoặc năng lượng đầm;
- Có sử dụng thiết bị (khuôn và búa đầm) theo qui định trong tiêu chuẩn hay không;
- Thí nghiệm được tiến hành ở một đầu của mẫu hay ở cả hai đầu mẫu thử.

5.10.3.3 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1)P Các kết quả thí nghiệm CBR phải được báo cáo cùng với phân bố cỡ hạt và thành phần vật liệu quá cỡ theo khối lượng đất khô, nếu có.

2) Giá trị CBR được sử dụng như một thông số cơ bản để thiết kế áo đường mềm. Nó cũng được dùng để đánh giá độ bền của lớp nền, lớp móng dưới và lớp móng trên (bao gồm các vật liệu tái tạo lại) cho công trình đường bộ, đường sắt và đường băng sân bay.

5.11 Thí nghiệm tính thấm của đất

5.11.1 Mục đích

1) Mục đích của thí nghiệm là xác định hệ số thấm (độ dẫn thủy lực) cho dòng thấm của nước qua đất bão hoà nước.

5.11.2 Các yêu cầu

1)P Các điểm sau phải được xem xét khi xác định hệ số thấm của một lớp đất:

- Loại thí nghiệm thích hợp để xác định tính thấm;
- Sự định hướng của mẫu;
- Sự cần thiết bổ sung các thí nghiệm phân loại.

GHI CHÚ: Thông tin thêm về qui trình, cách trình bày và đánh giá thí nghiệm thấm được cho trong **TCVN...(CEN ISO/TS 17892-11)**, (xem X.4.7).

2)P Tùy theo các điều kiện trong đó các kết quả thí nghiệm sẽ được sử dụng, các điểm sau phải được chỉ rõ:

a) Trong đất sét, bụi và đất hữu cơ:

- Các điều kiện ứng suất trong đó mẫu được thí nghiệm;
- Tiêu chí cần đạt đến và duy trì điều kiện dòng thấm ổn định;

- Hướng dòng thấm qua mẫu;
- Gradient thủy lực trong đó mẫu được thí nghiệm ;
- Sự cần thiết tác dụng áp lực ngược và mức độ bão hòa được yêu cầu;
- Đặc tính hoá học của dòng thấm.

b) Trong đất cát và cuội sỏi

- Chỉ số độ chặt mà mẫu phải được chuẩn bị;
- Gradient thủy lực trong đó mẫu được thí nghiệm;
- Sự cần thiết tác dụng áp lực ngược và mức độ bão hòa được yêu cầu.

3) Gradient **thủy lực thí nghiệm ở trong phòng** nên gần giống với gradient ở hiện trường, trừ khi được yêu cầu khác vì lý do đặc biệt.

4) Khi lựa chọn gradient thủy lực, cần kiểm tra điều kiện gradient thủy lực ở trong phòng và ở hiện trường nằm trong phạm vi áp dụng của định luật Darcy.

5) Báo cáo cần chỉ ra tất cả các sự sai lệch đã ghi nhận được so với qui trình thí nghiệm tiêu chuẩn, ví dụ như trong độ bão hòa của mẫu thí nghiệm, qui trình thí nghiệm, thành phần mẫu thí nghiệm hoặc trong bất kỳ yếu tố nào khác.

6) Đối với thí nghiệm thấm trong đất sét, bụi hoặc đất hữu cơ, chỉ nên sử dụng mẫu đất chất lượng cấp 1 hoặc cấp 2.

7) Đối với vật liệu cát và cuội sỏi, các mẫu thí nghiệm chất lượng loại 3, các mẫu để chế bị hoặc mẫu đầm chặt lại có thể được sử dụng.

8) Cần phải kiểm tra là sự thay đổi thể tích do cố kết của mẫu thí nghiệm chỉ gây ảnh hưởng không đáng kể đối với hệ số thấm đo được.

GHI CHÚ: Phụ lục S cung cấp hướng dẫn về số lượng mẫu thí nghiệm và các phép thử tối thiểu cho một lớp cũng như các thông tin bổ sung về phép thử và cách đánh giá.

5.11.3 Đánh giá và sử dụng các kết quả thí nghiệm

1) Việc đánh giá cần xác định:

- Phạm vi trong đó những điều kiện biên (độ bão hòa, hướng dòng thấm, gradient thủy lực, điều kiện ứng suất, độ chặt và sự phân lớp, sự rò rỉ ở mặt bên và sự tổn hao cột nước ở màng lọc và đường ống) gây ảnh hưởng đến các kết quả thí nghiệm;
- Mức độ phù hợp của các điều kiện này đối với điều kiện ở hiện trường.

2) Với đất bão hòa một phần, các giá trị nhỏ hơn nhiều có thể liên quan hơn so với các giá trị đo được trong trường hợp bão hòa hoàn toàn.

3) Cần xem xét một cách cẩn thận sự cần thiết áp dụng việc hiệu chỉnh theo nhiệt độ hay không.

4) Hệ số thấm có thể được tính toán từ số liệu thí nghiệm theo các giả thiết của định luật Darcy.

5) Hệ số thấm có thể được dùng trong thiết kế hố đào và đập đất để đánh giá lưu lượng thấm, tính khả thi của việc kiểm soát mực nước dưới đất (hạ thấp), thiết kế tường cừ, tính toán áp lực thấm, v.v...

5.12 Các thí nghiệm phân loại đá

5.12.1 Tổng quát

1) Trong tiêu chuẩn này bao gồm các thí nghiệm sau:

- Nhận dạng và mô tả đá;
- Độ ẩm;
- Độ chặt và độ rỗng.

2) Việc phân loại có liên quan đến việc phân chia đá đã được nhận dạng thành các loại riêng biệt cho mục đích xây dựng công trình. Phân loại liên quan đến thành phần khoáng vật, cấu trúc, độ cứng, độ chặt, độ ẩm, độ rỗng và độ bền đá.

GHI CHÚ: Phụ lục U bổ sung các chi tiết và hướng dẫn về các thí nghiệm phân loại.

5.12.2 Các yêu cầu chung cho các thí nghiệm phân loại

- 1)P Các kết quả thí nghiệm phân loại phải được kiểm tra tổng thể, được so sánh với các hình trụ **hố** khoan, với các mặt cắt địa chất tương ứng, với ảnh của các lõi đá và kinh nghiệm so sánh có được.
- 2) Sự phân loại đất và đá nên được so sánh với thông tin địa chất nền sẵn có để đưa ra mô hình địa chất công trình.
- 3) Bản đồ địa chất (nếu có) nên được sử dụng để định hướng cho phân loại đá và khối đá.
- 4) Việc đánh giá theo các quan điểm khác và việc sử dụng các ví dụ điển hình để so sánh đá có thể được yêu cầu để đạt được sự mô tả nhất quán.

5.12.3 Sự nhận dạng và mô tả đá

5.12.3.1 Mục đích và các yêu cầu

- 1) Việc nhận dạng và mô tả vật liệu đá và khối đá được tiến hành dựa vào thành phần khoáng vật, kích thước hạt chiếm ưu thế, nhóm thành tạo, cấu trúc, sự phong hoá và các thành phần khác. Việc mô tả được tiến hành trên các lõi và các mẫu khác của đá tự nhiên và trên các khối đá ở hiện trường.
- 2)P Quy trình thí nghiệm trong phòng phải phù hợp với TCVN...(EN ISO 14689-1).
- 3) Các mô tả đá chi tiết hơn có thể được áp dụng. Theo đó, các điểm sau đây nên được chỉ rõ:
 - Hệ thống phân loại đá;
 - Sự cần thiết các phân tích địa chất sâu hơn;
 - Cách trình bày báo cáo.
- 4) Nhận dạng và phân loại đá nên tiến hành trên tất cả các mẫu được giao cho phòng thí nghiệm, không phụ thuộc vào tính đồng nhất của đá, vì sự nhận dạng và mô tả là cơ sở cho tất cả các thí nghiệm và đánh giá.

5.12.3.2 Đánh giá các kết quả

1) Việc phân loại khối đá trên cơ sở lõi khoan nên dựa vào độ thu hồi lõi khoan cao nhất để xác định tính gián đoạn và lỗ hổng có thể tồn tại.

2) Sự xáo động của lõi trong quá trình khoan nên được đánh giá vì hầu hết chỉ tiêu chất lượng khối đá liên quan đến các khe nứt quan sát được trong các lõi và chất lượng của chúng.

5.12.4 Xác định độ ẩm

5.12.4.1 Mục đích và các yêu cầu

1)P Ngoài các loại đá được đề cập ở 5.12.4.2 (2), độ ẩm của đá phải được xác định bằng cách sấy khô ở nhiệt độ $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

2)P Nếu cần thiết, phải chỉ rõ các biện pháp chống mất nước trong quá trình lấy mẫu và bảo quản.

3)P Các điểm sau phải được chỉ rõ:

- Việc lựa chọn mẫu thí nghiệm;
- Việc bảo quản trong phòng trước khi thí nghiệm;
- Khả năng bảo hoà lại các mẫu đã được sấy khô bằng kỹ thuật bảo hoà chân không;
- Số lượng các phép thử cho mỗi lớp;
- Số lượng các phép thử thực hiện song song với các phép thử khác cho cùng một **phân vị đá**.
- Số lần kiểm tra độ chính xác của thí nghiệm.

4) Nên sử dụng mẫu thí nghiệm có khối lượng ít nhất là 50 g hoặc một mảnh lõi khoan với đường kính ít nhất gấp 10 lần kích thước hạt lớn nhất của thành phần khoáng vật.

5)P Báo cáo phải nêu rõ độ ẩm đo được có tương thích với độ ẩm hiện trường hay không.

GHI CHÚ: Vì hiện nay chưa có tiêu chuẩn ISO/CEN cho thí nghiệm đá, có thể áp dụng các phương pháp trong phòng được mô tả ở U.3 và tham chiếu X.4.9.2.

5.12.4.2. Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Các kết quả xác định độ ẩm cần được so sánh với độ ẩm bão hoà hoàn toàn như hàm số của độ chặt (hoặc độ lỗ rỗng) của mẫu thí nghiệm. Các kết quả bất thường nên được kiểm tra bằng cách thí nghiệm lại.

2) Các loại đá có lượng thạch cao đáng kể nên được thí nghiệm ở 50°C vì nước liên kết có thể bị bay hơi một phần ở 105°C .

3) Với các loại đá mà nước lỗ rỗng chứa muối hoà tan hoặc các đá có lỗ rỗng kín, độ ẩm nên được đánh giá ở khía cạnh này khi báo cáo.

4) Độ ẩm nên được sử dụng khi lập tương quan về độ bền và đặc tính biến dạng của các loại đá trong hố khoan và tại hiện trường.

5) Nên thực hiện so sánh với các tương quan sẵn có của độ ẩm và loại đá.

5.12.5 Xác định độ chặt và độ rỗng

5.12.5.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm được sử dụng để xác định khối lượng thể tích ướt và khối lượng thể tích khô, từ đó thu được độ rỗng và các đặc tính có liên quan của mẫu đá. Khối lượng thể tích ướt và khối lượng

thể tích khô được xác định dựa trên các phân tích khối lượng trong điều kiện có thể xác định chính xác thể tích mẫu.

2) Thể tích lỗ rỗng có thể được tính toán dựa trên khối lượng thể tích khô và khối lượng riêng được xác định bằng các phương pháp như đối với đất, với điều kiện là không có lỗ rỗng kín trong mẫu đá thử. Độ lỗ rỗng là tỉ số giữa thể tích lỗ rỗng với tổng thể tích.

3) Phải chỉ rõ các điểm sau;

- Việc lựa chọn các mẫu thí nghiệm;
- Các điều kiện bảo quản trước khi thí nghiệm;
- Các mẫu đã sấy khô có được bảo hoà lại hay không và bằng kỹ thuật nào;
- Số lượng phép thử được yêu cầu cho mỗi **phân vị đá**;
- Các phép thử song song có được thực hiện cho cùng **phân vị đá** hay không.

4) Mẫu thử có khối lượng ít nhất là 50 g, với kích thước mẫu tối thiểu gấp 10 lần kích thước hạt lớn nhất của thành phần khoáng vật.

GHI CHÚ: Có thể áp dụng các phương pháp trong phòng được mô tả ở U.4 và tham khảo ở **X.4.9.3**.

5.12.5.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Độ chặt và độ rỗng phải được đưa vào trong báo cáo mô tả đá và các đặc tính độ bền và biến dạng đã được thiết lập của các loại đá trong hố khoan và tại các vị trí thí nghiệm.

2) Các kết quả thí nghiệm xác định độ chặt và độ rỗng nên được sử dụng để so sánh tính chất độ bền và biến dạng của đá và để thiết lập các tương quan cho các loại đá khác nhau.

3) Sự tồn tại của lỗ rỗng kín có thể ảnh hưởng đến độ rỗng. Việc xác định tổng thể tích lỗ rỗng nên dựa trên khối lượng riêng của bột mẫu sấy khô.

GHI CHÚ: Thông tin thêm về qui trình, cách trình bày và đánh giá độ chặt và độ rỗng có thể tham khảo ở **TCVN...(CEN ISO/TS 17892-3),(xem X.4.9.3)**

5.13 Thí nghiệm độ trương nở của vật liệu đá

5.13.1 Tổng quát

1) Tiêu chuẩn này đề cập đến các thí nghiệm sau đây để xác định khả năng trương nở khi ướt và khô, hoặc dỡ tải trong môi trường nước:

- Chỉ số áp lực trương nở trong điều kiện không có sự thay đổi thể tích;
- Chỉ số biến dạng trương nở của mẫu thử không nở hông hướng tâm với chịu tải thêm dọc trục;
- Biến dạng trương nở phát triển trong các mẫu thử nở hông.

GHI CHÚ: Một vài loại đá, nhất là những loại đá có hàm lượng sét cao, dễ trương nở, giảm độ bền và tan rã khi đổi trạng thái ướt, khô hoặc dỡ tải trong một môi trường nước. Các thí nghiệm chỉ số cung cấp dấu hiệu để đánh giá đặc tính trương nở trong các điều kiện được kiểm soát tốt. Các thí nghiệm thường được tiến hành trên các vật liệu đá mềm hơn như đá sét và đá phiến sét. Các thí nghiệm có thể được sử dụng để mô tả đặc tính của các loại đá cứng bị phong hoá.

2) Các loại đá bị tan rã trong quá trình thí nghiệm nên được phân loại kỹ hơn, sử dụng các thí nghiệm phân loại đất liên quan như là các giới hạn co ngót, chảy và dẻo, đường cong phân bố cỡ hạt, loại và hàm lượng các khoáng vật sét.

GHI CHÚ: Phụ lục V bổ sung chi tiết về từng thí nghiệm trương nở và cách diễn giải thí nghiệm cũng như các hướng dẫn khác.

5.13.2 Các yêu cầu chung

1) Các mẫu thử cần tuân thủ chặt chẽ quy trình kỹ thuật được khuyến nghị cho dạng hình trụ thẳng hoặc lăng trụ chữ nhật. Kích thước mẫu cần xét đến việc chuẩn bị các mẫu thử bằng cách lấy lõi lại và/hoặc gia công cắt gọt trên máy tiện, với hướng đo trương nở vuông góc với các phân lớp hoặc phân phiến.

GHI CHÚ: Xem các khuyến nghị cho hình trụ thẳng và lăng trụ chữ nhật trong X.4.8.

2)P Các điểm sau phải được chỉ rõ:

- Việc lựa chọn các mẫu thí nghiệm;
- Việc chuẩn bị mẫu thử, định hướng và các kích thước;
- Số lượng các thí nghiệm được yêu cầu cho mỗi phân vị đá;
- Phương pháp thí nghiệm, thiết bị và các hiệu chỉnh;
- Nước được sử dụng (nước tự nhiên hoặc nước cất, hóa tính của nước);
- Chu kỳ ghi chép;
- Yêu cầu về các đường cong áp lực trương nở hoặc sự dịch chuyển theo hàm số của thời gian kể từ khi ngập nước;
- Việc lựa chọn các thông số bổ sung;
- Các yêu cầu đối với báo cáo.

5.13.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Các kết quả phải được kiểm tra lại theo mô tả đá, và phải thiết lập các thông số phân loại.

2) Giá trị sử dụng trong thiết kế được xác định từ thí nghiệm trong phòng cần được so sánh với kinh nghiệm ở hiện trường cho các loại đá tương tự trong các điều kiện khí hậu, tải trọng và mức độ ẩm tương đương.

3) Các thí nghiệm trong phòng có thể chỉ phản ánh một phần quá trình phong hóa ngắn hạn và đặc biệt là dài hạn của sự trương nở, giảm độ bền và tan rã do đổi trạng thái ướt và khô, ngay cả trong cùng điều kiện về tải trọng và độ ẩm, do sự ảnh hưởng của nứt nẻ tự nhiên, ứng suất, sự thoát nước và hóa tính của nước lỗ rỗng.

5.13.4 Chỉ số áp lực trương nở trong điều kiện không thay đổi thể tích

5.13.4.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm nhằm mục đích đo áp lực cần thiết để giữ cho thể tích của mẫu đá nguyên trạng không thay đổi khi được ngâm nước.

2) Thí nghiệm có thể được dùng để đánh giá áp lực trương nở ở hiện trường bằng cách so sánh với kinh nghiệm đã có đối với lớp đá.

3)P Mẫu thí nghiệm phải được lấy bằng cách khoan lõi theo cấp phương pháp lấy mẫu cấp A.

GHI CHÚ: Thí nghiệm có thể được tiến hành theo khuyến nghị ở V.2.

5.13.4.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Lực tác dụng để duy trì điều kiện không thay đổi thể tích phải được hiệu chỉnh theo biến dạng ngay trong hệ thống buồng thí nghiệm (gối cầu và tấm kê lớp đá lọc về phía đáy cuối).

2) Áp lực trương nở lớn nhất khi không thay đổi thể tích có thể được sử dụng như giới hạn trên của áp lực trương nở ở điều kiện cụ thể trong phòng thí nghiệm.

3) Trước khi sử dụng áp lực trương nở lớn nhất xác định được ở trong phòng để thiết kế, cần phải xem xét dấu hiệu hiện trường liên quan đến quá trình phong hoá ngắn hạn và đặc biệt phong hóa dài hạn do sự trương nở, sự giảm độ bền hoặc tan rã do đổi trạng thái ướt và khô, các điều kiện chất tải, độ ẩm và hoá tính của nước lỗ rỗng.

5.13.5 Chỉ số biến dạng trương nở của mẫu thử không nở hông hướng tâm với chịu tải thêm dọc trục

5.13.5.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm nhằm mục đích xác định sự phát triển của biến dạng trương nở dọc trục dưới tác dụng của tải trọng dọc trục không đổi khi mẫu đá nguyên trạng không nở hông được đặt ngập trong nước.

2)P Mẫu thí nghiệm phải được tạo bằng cách lấy lõi theo cấp phương pháp lấy mẫu cấp A.

GHI CHÚ: Thí nghiệm có thể được tiến hành theo khuyến cáo ở V.3.

5.13.5.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Biến dạng được đo dưới lực tác dụng trong các giai đoạn thí nghiệm phải được hiệu chỉnh theo biến dạng ngay trong hệ thống buồng thí nghiệm (gối cầu và tấm kê lớp đá lọc về phía đáy).

2) Biến dạng trương nở dọc trục dưới tác dụng của tải dọc trục không đổi được dùng để đánh giá khả năng trương nở ở hiện trường, có xét đến các kinh nghiệm đã ghi nhận được cho lớp đá.

3) Tùy theo ứng suất thẳng đứng tác dụng, thí nghiệm cung cấp số liệu cơ sở để đánh giá sự nở trôi theo phương thẳng đứng hoặc biến dạng ngang ở mặt tiếp xúc giữa đá /công trình.

5.13.6 Biến dạng trương nở phát triển trong mẫu đá thử nở hông

5.13.6.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm nhằm mục đích đo biến dạng trương nở phát triển khi đặt mẫu đá nguyên trạng không hạn chế nở hông ngập trong nước.

2)P Thí nghiệm chỉ được áp dụng cho các mẫu thử được gia công ít nhất từ mẫu thu được theo phương pháp lấy mẫu cấp B mà không làm thay đổi đáng kể hình dạng của chúng trong quá trình thí nghiệm.

3) Nên áp dụng thí nghiệm trương nở không nở hông cho các loại đá mềm yếu, kém bền hơn.

GHI CHÚ: Thí nghiệm có thể được tiến hành theo khuyến nghị ở V.4.

4)P Báo cáo phải nêu rõ mẫu thử không bị hạn chế nở hông hướng tâm trong quá trình thí nghiệm trương nở.

5.13.6.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

- 1) Thí nghiệm có thể được sử dụng để đánh giá khả năng trương nở ở hiện trường, bằng cách so sánh với các kinh nghiệm đã ghi nhận được cho lớp đá.
- 2) Các biến dạng do trương nở trong điều kiện không hạn chế nở hông và hướng của nó so với sự phân lớp hoặc phân phiến chỉ nên được sử dụng để đánh giá sơ bộ khả năng trương nở tại hiện trường.

5.14 Thí nghiệm độ bền của vật liệu đá

5.14.1 Tổng quát

1) Tiêu chuẩn này bao gồm năm phương pháp thí nghiệm trong phòng để xác định độ bền của đá:

- Thí nghiệm biến dạng và nén một trục;
- Thí nghiệm nén điểm;
- Thí nghiệm cắt trực tiếp;
- Thí nghiệm Brazil;
- Thí nghiệm nén ba trục.

GHI CHÚ: Phụ lục W cung cấp thêm chi tiết về từng thí nghiệm độ bền và cách diễn giải.

5.14.2 Yêu cầu đối với các thí nghiệm độ bền

1)P Các điểm sau phải được chỉ rõ:

- Các mẫu được thí nghiệm;
- Công tác chuẩn bị mẫu thử;
- Số lượng các thí nghiệm cho **mỗi phân vị đá**;
- Yêu cầu về các thông số khác;
- Các phương pháp thí nghiệm.

GHI CHÚ: Phụ lục W cung cấp chỉ dẫn về số lượng mẫu thí nghiệm tối thiểu cho các thí nghiệm nén một trục, các thí nghiệm Brazil và các thí nghiệm ba trục trong mỗi **phân vị đá** cho các công trình địa kỹ thuật **cấp 2** cùng với độ lệch tiêu chuẩn của độ bền đo được và kinh nghiệm trong điều kiện tương tự.

5.14.3 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

- 1) Việc đánh giá các kết quả thí nghiệm cần bao gồm việc so sánh với cơ sở dữ liệu được thừa nhận nhằm loại bỏ các số liệu bất thường, trong khi xét đến phạm vi thường gặp của độ bền nén và các thông số biến dạng của đá và các tương quan với các kết quả thí nghiệm phân loại.
- 2) Tất cả các kết quả cần được tập hợp lại và phân tích theo mô tả địa chất và các đặc tính phân loại sử dụng các phương pháp thống kê khi thích hợp.
- 3) Các giá trị có thể được sử dụng để đánh giá đặc trưng độ bền và biến dạng ở hiện trường, và để phân loại các tính chất của một phần và toàn khối đá.

5.14.4 Thí nghiệm biến dạng và nén một trục

5.14.4.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm nén một trục đo độ bền nén, mô đun đàn hồi và hệ số Poisson của mẫu đá thử hình trụ.

2) Thí nghiệm nhằm phân loại và xác định các đặc trưng của đá liên khối.

3) Ngoài các yêu cầu ở 5.14.2, phải chỉ rõ các điểm sau:

- Hướng và các kích thước của mẫu thử;
- Phương pháp thí nghiệm;
- Nếu có liên quan, qui định mô đun (tiếp tuyến, trung bình hoặc cát tuyến) và hệ số Poisson theo hàm số của ứng suất hoặc biến dạng.

4) Các mẫu thử phải được chuẩn bị từ các lõi được lấy theo phương pháp lấy mẫu cấp A.

5) Cần tuân thủ các kiến nghị đối với thí nghiệm độ bền nén một trục và tính biến dạng.

GHI CHÚ: Khuyến cáo cho các thí nghiệm được cho trong Phụ lục W.

5.14.4.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Độ bền nén một trục nên được xác định theo ứng suất thẳng đứng lớn nhất trong quá trình thí nghiệm nén.

2) Mô đun đàn hồi là tỉ số giữa sự thay đổi ứng suất dọc trục với biến dạng dọc trục do sự thay đổi ứng suất, được xác định theo một trong ba cách sau:

- Mô đun đàn hồi tiếp tuyến được xác định ở một tỷ lệ phần trăm nhất định của độ bền giới hạn (tức là 50 %);
- Giá trị trung bình của mô đun đàn hồi lấy theo đoạn thẳng trên đường cong ứng suất - biến dạng dọc trục;
- Mô đun cát tuyến được xác định từ ứng suất 0 đến một tỷ lệ phần trăm nhất định nào đó của độ bền giới hạn (tức là 50 %).

3) Hệ số Poisson nên được xác định theo độ dốc của đường cong biến dạng hướng tâm so với biến dạng dọc trục.

4) Mô đun đàn hồi và hệ số Poisson nên được tính toán trong cùng một khoảng của ứng suất thẳng đứng.

5) Các kết quả thí nghiệm nên được đánh giá theo các tính chất phân loại đá và dạng nứt nẻ được thể hiện trên sơ đồ mẫu đá thử.

6) Độ bền kháng nén nở hông σ_c có thể được sử dụng làm thông số phân loại về chất lượng đá liên khối và có thể sử dụng kết hợp với các kết quả thí nghiệm nén ba trục trong biểu đồ Mohr để xác định các thông số mô hình phá hoại Mohr - Coulomb là góc ma sát trong (φ) và lực dính (c).

CHI CHÚ: Mô đun đàn hồi E và hệ số Poisson ν có thể được sử dụng để tính toán độ lún theo TCVN...(EN 1997-1), Phụ lục F.

5.14.5 Thí nghiệm nén điểm

5.14.5.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm nén điểm nhằm mục đích xác định chỉ số độ bền để phân loại vật liệu đá. Các kết quả thí nghiệm cũng có thể được sử dụng để dự tính độ bền của một nhóm đá có cùng khả năng làm việc.

2) Thí nghiệm nén điểm không trực tiếp xác định độ bền của đá nhưng là một thí nghiệm chỉ số. Tương quan giữa các kết quả thí nghiệm nén điểm và độ bền cần được ghi lại trong từng trường hợp.

3)P Ngoài các yêu cầu ở 5.14.2 (1)P, các phương pháp thí nghiệm liên quan đến các lõi, các khối và các tảng hình dạng bất thường phải được chỉ rõ.

4)P Các mẫu thử phải được chuẩn bị từ các lõi được lấy theo phương pháp lấy mẫu **cấp A**.

5) Các mẫu thí nghiệm cho khối và các tảng đá hình dạng bất thường được lấy từ hồ thăm dò có thể được sử dụng với điều kiện phải có báo cáo phù hợp và các mẫu thử được lấy theo phương pháp lấy mẫu **cấp B**.

6) Cần tuân thủ các khuyến nghị cho thí nghiệm nén điểm.

GHI CHÚ: Các khuyến nghị cho thí nghiệm được cho trong W.2

5.14.5.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1)P Vì tính biến thiên lớn, việc đánh giá đặc tính đá và dự báo các thông số độ bền khác phải dựa trên phương pháp thống kê. Từ các số liệu thí nghiệm của ít nhất 10 thí nghiệm riêng lẻ, hai giá trị cao nhất và hai giá trị thấp nhất phải được loại bỏ trước khi tính giá trị trung bình từ các số liệu còn lại.

2) Để phân loại các mẫu hoặc các lớp theo giá trị trung bình của chỉ số độ bền nén điểm, số lượng các thí nghiệm tối thiểu nên là 5 mẫu.

3) Thí nghiệm xác định chỉ số độ bền nén điểm của các mẫu thử đá và chỉ số bất đẳng hướng dưới dạng tỉ số của các độ bền nén điểm trong các hướng ứng với giá trị lớn nhất và nhỏ nhất.

5.14.6 Thí nghiệm cắt trực tiếp

5.14.6.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm cắt trực tiếp nhằm xác định sức kháng cắt trực tiếp lớn nhất và sức kháng cắt dư ứng với ứng suất pháp tác dụng trên mặt cắt.

2) Tiêu chuẩn này đề cập đến thí nghiệm trong phòng để xác định các thông số sức kháng cắt cơ bản và các đặc trưng bề mặt đứt đoạn có tác động đến sức kháng cắt.

3) Nếu các đặc trưng bề mặt đứt đoạn có tác động đến sức kháng cắt được xác định, cần mô tả chính xác loại và mức độ gồ ghề của khe nứt, loại và bề dày của vật liệu lấp nhét, và sự có mặt của nước trong khe nứt.

4) Các điểm sau phải được chỉ rõ ngoài các yêu cầu ở 5.14.2 (1)P:

- Sự định hướng và các kích thước của mẫu thử;
- Các thông số kỹ thuật của máy thí nghiệm;
- Tốc độ cắt trong quá trình thí nghiệm;
- Việc lựa chọn ứng suất pháp được duy trì trong thí nghiệm cắt đơn lẻ.

5)P Các mẫu thí nghiệm phải được gia công từ các lõi được lấy theo phương pháp lấy mẫu **cấp A** hoặc từ các khối được lấy trong hố thăm dò ít nhất theo phương pháp lấy mẫu **cấp B**.

6) Nên tuân thủ các khuyến nghị cho thí nghiệm cắt trực tiếp .

GHI CHÚ: Các khuyến nghị cho thí nghiệm này được cho trong W.3.

5.14.6.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Việc đánh giá các kết quả thí nghiệm của sức kháng cắt ứng với ứng suất vuông góc với bề mặt phá hoại nên bao gồm một nghiên cứu về mặt phẳng cắt để xét đến sự phân lớp và phân phiến, sự phân tách của mẫu đá, các đặc tính của mặt tiếp xúc giữa đá và bê tông, hoặc những gì đã được thí nghiệm.

2) Có thể thiết lập các đặc trưng của sức kháng cắt theo tiêu chuẩn phá hủy Mohr - Coulombs gồm góc ma sát (φ) và lực dính (c) bằng cách sử dụng một số các thí nghiệm cắt với các mẫu thử khác nhau được lấy từ một lớp đá. Mặt khác, có thể xác định các thông số dư bằng các thí nghiệm lặp với ứng suất pháp khác nhau trên một mặt phá hoại xác định.

3) Thí nghiệm xác định sức kháng cắt trên một mặt phá hoại định sẵn dưới các ứng suất nào đó vuông góc với mặt phá hoại. Sức kháng cắt cực đại và dư sau vài mức biến dạng cắt có thể được thiết lập. Thông thường, mặt phá hoại là đã được định trước theo một gián đoạn đã biết trước.

4) Thí nghiệm nhằm mục đích phân loại độ bền và đặc trưng của đá liên khối. Không nên sử dụng khi không xét mối tương quan với điều kiện địa chất và phân loại đá theo các điều kiện hiện trường.

5.14.7 Thí nghiệm Brazil

5.14.7.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm Brazil nhằm xác định gián tiếp độ bền kéo một trục của mẫu đá hình trụ.

2)P Các điều sau phải được chỉ rõ ngoài các yêu cầu ở 5.14.2 (1)P:

- Sự định hướng và các kích thước của mẫu;

- Phương pháp thí nghiệm.

3)P Do tính biến thiên của các kết quả thí nghiệm, phải thực hiện thí nghiệm trên hai mẫu thí nghiệm được cắt song song.

4) Với đá phiến sét và đá không đẳng hướng khác, cần cắt các mẫu thí nghiệm theo hướng song song và vuông góc với mặt phân lớp. Đối với các mẫu cắt song song với mặt phân lớp, hướng tác dụng của tải trọng so với mặt phân lớp nên được chỉ rõ.

5)P Các mẫu thí nghiệm phải được chuẩn bị từ các lõi lấy theo phương pháp lấy mẫu **cấp A**.

6) Nên thực hiện theo các khuyến nghị cho thí nghiệm Brazil.

GHI CHÚ Các khuyến nghị cho thí nghiệm này được cho trong W.4.

5.14.7.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Việc đánh giá độ bền kéo nên xét đến khả năng gây nhiễu loạn kết quả do các mặt yếu ẩn trong mẫu thử thí nghiệm có thể làm nhiễu loạn kết quả, nên lập sơ đồ và đánh giá mặt phá hủy sau khi thí nghiệm.

2) Thí nghiệm cung cấp kết quả xác định gián tiếp độ bền kéo σ_T trên mặt phá huỷ định trước.

3) Độ bền kéo (σ_T) có thể được sử dụng làm thông số phân loại cho chất lượng đá liên khối và trên biểu đồ Mohr tại ứng suất lớn nhất σ_1 tương ứng cùng với các vòng tròn Mohr từ các thí nghiệm nén một trục hoặc ba trục để xác định các thông số độ bền Mohr - Coulomb là góc ma sát trong (φ) và lực dính (c).

4) Thí nghiệm nhằm mục đích phân loại độ bền, đặc trưng của đá liên khối. Không nên sử dụng khi không xét mối tương quan với điều kiện địa chất và phân loại đá theo các điều kiện hiện trường.

5.14.8 Thí nghiệm nén ba trục

5.14.8.1 Mục đích và các yêu cầu

1) Thí nghiệm nén ba trục nhằm xác định độ bền của các mẫu đá hình trụ chịu nén ba trục. Một số thí nghiệm cung cấp các giá trị cần thiết để xác định đường bao độ bền trên biểu đồ Mohr-Coulomb. Từ đường bao này có thể xác định góc ma sát trong và lực dính.

GHI CHÚ: Thông thường không có các qui định về thoát nước lỗ rỗng cũng như đối với việc đo áp lực nước lỗ rỗng. Trong một vài loại đá (ví dụ như đá phiến sét, đá vôi có nhiều lỗ rỗng và đá phan) và trong một số điều kiện nhất định, áp lực nước lỗ rỗng có thể ảnh hưởng đến các kết quả thí nghiệm. Với các loại đá đó, hệ thống ba trục cải tiến cho phép đo áp lực nước lỗ rỗng và các biến dạng thể tích cần thiết. Thí nghiệm này có thể bao gồm các kỹ thuật đo tương tự như được sử dụng cho độ bền nén một trục theo W.1.

2) Ngoài các yêu cầu ở 5.14.2(1)P, phải chỉ rõ định hướng và các kích thước mẫu thử thí nghiệm.

3) Các mẫu thử thí nghiệm phải được chuẩn bị từ các lõi lấy theo phương pháp lấy mẫu **cấp A**.

4) Nên thực hiện theo các khuyến nghị cho thí nghiệm nén ba trục.

GHI CHÚ Các khuyến nghị cho thí nghiệm được cho trong W.5.

5.14.8.2 Đánh giá các kết quả thí nghiệm

1) Thí nghiệm ba trục bao gồm một loạt các thí nghiệm nén được tiến hành dưới các áp lực hông khác nhau trong buồng ba trục. Đường bao độ bền theo áp lực hông và ứng suất dọc trục khi phá huỷ có thể được sử dụng để thiết lập các thông số độ bền Mohr - Coulomb là góc ma sát trong (φ) và lực dính (c).

2) Tính đồng nhất của một loạt các mẫu thử thí nghiệm để thiết lập các thông số thí nghiệm nên được đánh giá dựa trên các mô tả địa chất và các thông số phân loại đá.

3) Các thông số độ bền được xác định có liên hệ với đá liên khối. Các đặc tính hiện trường chỉ có thể được thiết lập bằng cách xét đến sự chuyển đổi từ thí nghiệm thử đá liên khối sang các đặc tính khối của đá ở hiện trường.

6. Báo cáo khảo sát nền đất

6.1 Những yêu cầu chung

(1)P Các kết quả khảo sát địa kỹ thuật phải được biên soạn trong một báo cáo khảo sát đất nền. Báo cáo này là một phần của báo cáo thiết kế địa kỹ thuật.

(2)P Báo cáo khảo sát đất nền phải bao gồm những nội dung sau đây:

- Tất cả các thông tin địa kỹ thuật thích hợp bao gồm các đặc trưng địa chất và những dữ liệu có liên quan;
- Đánh giá địa kỹ thuật đối với các thông tin, thiết lập những giả thiết trên cơ sở phân tích các kết quả thí nghiệm.

(3) Những thông tin có thể được trình bày dưới dạng một báo cáo hoặc các phần riêng biệt.

(4) Báo cáo khảo sát đất nền có thể bao gồm cả các giá trị dẫn xuất.

(5)P Báo cáo khảo sát nền đất phải chỉ rõ các giới hạn của kết quả thí nghiệm, nếu có đủ điều kiện.

(6) Trong báo cáo khảo sát đất nền nên đề xuất các khảo sát bổ sung cần thiết ở hiện trường và trong phòng thí nghiệm, cùng với những bình luận giải thích sự cần thiết của các công việc bổ sung. Những đề xuất đó cần kèm theo một đề cương khảo sát bổ sung chi tiết.

6.2 Trình bày các thông tin địa kỹ thuật

(1)P Trình bày những thông tin địa kỹ thuật phải bao gồm một bản thống kê thực tế tất cả các khảo sát hiện trường và trong phòng thí nghiệm.

(2) Thống kê thực tế nói trên cần bao gồm những thông tin sau đây:

- Mục tiêu và phạm vi khảo sát địa kỹ thuật, bao gồm mô tả về hiện trường, địa hình, mặt bằng bố trí các công trình và giai đoạn thực hiện dự án;
- Phân loại công trình theo tiêu chí của lĩnh vực địa kỹ thuật;
- Tên các nhà tư vấn và nhà thầu phụ;
- Thời gian khảo sát hiện trường và trong phòng thí nghiệm;
- Nội dung điều tra hiện trường dự án và vùng xung quanh, đặc biệt chú ý:

a) Dấu hiệu của nước dưới đất;

b) Hiện trạng của những công trình lân cận ;

c) Các điểm lộ tại các khu khai thác và sử dụng;

d) Những vùng mất ổn định;

e) Các điểm lộ do khai thác mỏ ở hiện trường và trong vùng lân cận;

f) Những khó khăn trong quá trình đào đất;

g) Lịch sử của hiện trường nơi xây dựng công trình;

h) Địa chất khu vực hiện trường, kể cả các đứt gãy;

i) Dữ liệu về địa hình với các mặt bằng thể hiện công trình và vị trí của tất cả các điểm khảo sát;

j) Thông tin ảnh hàng không;

k) Các kinh nghiệm địa phương;

l) Thông tin về động đất ở khu vực.

(3)P Việc trình bày các thông tin địa kỹ thuật phải bao gồm hồ sơ về các phương pháp, quy trình và kết quả, kể cả tất cả những báo cáo có liên quan về:

- Nghiên cứu lý thuyết trong phòng;
- Khảo sát hiện trường, chẳng hạn như lấy mẫu, thí nghiệm hiện trường và quan trắc nước dưới đất;
- Các thí nghiệm trong phòng.

(4)P Các kết quả khảo sát hiện trường và trong phòng phải được báo cáo và trình bày theo các qui định trong các tiêu chuẩn **có liên quan** áp dụng cho công tác khảo sát.

6.3 Đánh giá các thông tin địa kỹ thuật

(1)P Đánh giá các thông tin địa kỹ thuật phải lập thành báo cáo, bao gồm những nội dung sau:

- Kết quả khảo sát hiện trường và thí nghiệm trong phòng được đánh giá theo các điều 3, điều 4 và điều 5 của tiêu chuẩn này;
- Xem xét lại các kết quả khảo sát hiện trường và trong phòng thí nghiệm và tất cả những thông tin đã được liệt kê ở 6.2;
- Mô tả vị trí không gian phân bố các lớp đất;
- Mô tả chi tiết về tất cả các lớp đất, kể cả các tính chất vật lý, các đặc trưng về biến dạng và độ bền của chúng theo các kết quả khảo sát;
- Nhận xét đánh giá về các dị thường, chẳng hạn như các hang hoặc khu vực có vật liệu không liên tục.
- **Nếu cần thiết, có thể lập báo cáo tổng hợp các thông tin Địa kỹ thuật bao gồm đánh giá các quy luật biến đổi không gian và thời gian của các thông số hoặc hệ số Địa kỹ thuật làm cơ sở cho tính toán thiết kế nền móng và công trình, cũng như dự báo các quá trình Địa kỹ thuật, phân khu đánh giá điều kiện Địa kỹ thuật thuận lợi và khó khăn cho xây dựng.**

(2)P Phải có hồ sơ chứng tỏ:

- Các kết quả đã được diễn giải có xét đến mực nước dưới đất, loại nền đất, phương pháp khoan, phương pháp lấy mẫu, vận chuyển, thao tác mẫu và chuẩn bị mẫu;
- Việc chia nhỏ các lớp đất được giả thiết từ các nghiên cứu lý thuyết và những kiểm tra tại công trường đã được xem xét lại trên cơ sở những kết quả thu được.

(3) Tùy trường hợp cụ thể, hồ sơ đánh giá các thông tin địa kỹ thuật nên bao gồm:

- Các bảng và biểu đồ của kết quả khảo sát hiện trường và thí nghiệm trong phòng theo các mặt cắt địa chất và các ranh giới, bao gồm cả nước dưới đất có liên quan tới các yêu cầu của dự án;
- Giá trị của các tham số địa kỹ thuật cho từng lớp đất;
- Tổng hợp các giá trị được dẫn xuất của các tham số địa kỹ thuật (xem 6.4).

(4) Việc lấy trung bình có thể bỏ đi sự có mặt của một vùng yếu hơn do đó nên áp dụng một cách thận trọng. Điều quan trọng là nhận biết được các vùng yếu. Sự thay đổi của các tham số địa kỹ thuật hoặc các hệ số có thể biểu thị những thay đổi đáng kể trong điều kiện hiện trường.

(5) Hồ sơ cần bao gồm những so sánh các kết quả cụ thể với kinh nghiệm cho từng tham số địa kỹ thuật, có chú ý đặc biệt tới các kết quả dị thường của lớp đất được nghiên cứu khi so sánh với kết quả của các thí nghiệm trong phòng và hiện trường khác cho cùng tham số địa kỹ thuật.

(6) Hồ sơ đánh giá cần chứng minh khía cạnh: các lớp trong đó các tham số của đất khác nhau không đáng kể có thể được coi như là một lớp.

(7) Một loạt các lớp mỏng kế tiếp nhau với thành phần hoặc các đặc trưng cơ học khác biệt lớn có thể được coi như là một lớp nếu như sự ứng xử tổng thể thích hợp và ứng xử này có thể được mô phỏng một cách thích hợp bằng các tham số được lựa chọn cho lớp đó.

(8) Khi xác định ranh giới giữa các lớp đất khác nhau và cao độ mực nước dưới đất, có thể nội suy tuyến tính giữa các điểm khảo sát miễn là khoảng cách đủ nhỏ và các điều kiện địa chất đủ đồng nhất. Việc áp dụng cách nội suy tuyến tính như vậy và việc giải thích cần được báo cáo.

6.4 Thiết lập các giá trị dẫn xuất

(1)P Nếu các tương quan đã được sử dụng để xác định các tham số hoặc hệ số địa kỹ thuật thì các tương quan đó và khả năng áp dụng của chúng phải được báo cáo.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Danh mục các kết quả thí nghiệm theo các tiêu chuẩn thí nghiệm địa kỹ thuật

(1) Trong bảng A.1, các thí nghiệm hiện trường và trong phòng được liệt kê cùng với các kết quả thí nghiệm tương ứng nên được trình bày trong báo cáo khảo sát nền đất (nếu áp dụng)

Bảng A.1 – Danh mục các kết quả thí nghiệm của tiêu chuẩn địa kỹ thuật

Thí nghiệm hiện trường ^a	Kết quả thí nghiệm
CPT	– Sức kháng xuyên đầu mũi (q_c) – Ma sát thành đơn vị (f_s) – Tỷ sức kháng xuyên (R_f)
CPTU	– Sức kháng xuyên côn hiệu chỉnh (q_t) – Ma sát thành đơn vị (f_s) – Áp lực nước lỗ rỗng (u)
Xuyên động	– Số búa N_{10} cho các thí nghiệm: DPL, DPM, DPH – Số búa N_{10} hoặc N_{20} cho thí nghiệm DPSH
SPT	– Số búa N – Hệ số hiệu chỉnh năng lượng E_r – Mô tả đất
Thí nghiệm nén ngang kiểu Ménard	– Mô đun nén (E_M) – Áp lực từ biến (p_f) – Áp lực giới hạn (p_{LM}) – Đường cong nở
Thí nghiệm dilatometer mềm	– Mô đun dilatometer mềm (E_{FDT}) – Đường cong biến dạng
Tất cả các thí nghiệm nén ngang khác	– Đường cong nở
Thí nghiệm cắt cánh	– Sức kháng cắt không thoát nước (chưa hiệu chỉnh) (c_{IV}) – Sức kháng cắt không thoát nước đàn hồi (c_{rv}) – Đường cong mô men xoắn – góc quay
Xuyên trọng lượng	– Biểu đồ sức kháng xuyên trọng lượng – Sức kháng xuyên trọng lượng là: + Hoặc là độ sâu xuyên dưới tác dụng của một tải trọng tiêu chuẩn, + Hoặc số nửa vòng quay ứng với 0,2 m xuyên tác dụng của một tải trọng tiêu chuẩn 1 kN.
Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng	– Áp lực tiếp xúc cực hạn (p_u)
Thí nghiệm dilatometer phẳng	– Áp lực hiệu chỉnh (p_0) để đẩy màng thép về vị trí 0 – Áp lực hiệu chỉnh (p_1) để màng thép giãn nở 1,1 mm – Mô đun nén ngang E_{DMT}, chỉ số vật liệu (I_{DMT}) và chỉ số ứng suất ngang (K_{DMT}).

Bảng A.1 (tiếp theo)

Thí nghiệm trong phòng ^b	Các kết quả thí nghiệm
Độ ẩm (đất)	– Giá trị độ ẩm (w)
Khối lượng thể tích (đất)	– Giá trị khối lượng thể tích (ρ)
Khối lượng thể tích hạt (đất)	– Giá trị khối lượng thể tích hạt (ρ_s)
Phân bố thành phần hạt (đất)	– Đường cong thành phần hạt
Các giới hạn trạng thái (đất)	– Các giá trị giới hạn dẻo (w_p) và giới hạn chảy (w_L)
Chỉ số độ chặt (đất)	– Các giá trị e_{max} , e_{min} và I_D
Hàm lượng hữu cơ (đất)	– Giá trị hàm lượng hữu cơ (C_{OM})
Hàm lượng cacbonat (đất)	– Giá trị hàm lượng cacbonat (C_{CaCO_3})
Hàm lượng sunphat (đất)	– Giá trị hàm lượng sunphat ($C_{SO_4^{2-}}$) hoặc ($C_{SO_3^{2-}}$)
Hàm lượng Clorit (đất)	– Giá trị hàm lượng Clorit (C_{Cl})
Độ pH (đất)	– Giá trị pH
Nén một trục (đất)	– Đường cong nén (các lựa chọn khác nhau) – Đường cong cố kết (các lựa chọn khác nhau) – Đường cong nén cố kết thứ cấp (đường cong từ biến) – Các giá trị của E_{eod} (theo khoảng ứng suất) và σ'_p hoặc C_s, C_c, σ'_p – Giá trị của C_α
Cắt cánh trong phòng (đất)	– Giá trị chỉ số độ bền (c_u)
Xuyên côn (đất)	– Giá trị chỉ số độ bền (c_u)
Nén nở hông (đất)	– Giá trị chỉ số độ bền ($q_u = 2c_u$)
Nén không cố kết, không thoát nước (đất)	– Giá trị sức kháng cắt không thoát nước (c_u)
Nén ba trục cố kết (đất)	– Các đường cong ứng suất – biến dạng (s) và đường cong áp lực nước lỗ rỗng – Đường ứng suất – Vòng tròn Mohr – c', φ' hoặc c_u – Sự biến đổi của c_u theo σ'_c – Các đặc trưng biến dạng (s) (E') hoặc (E_u)
Cắt trực tiếp trong hộp cố kết (đất)	– Đường cong ứng suất – biến dạng – Biểu đồ $\tau - \sigma$ – c', φ' – Các thông số dư
Tỷ số sức chịu tải California (đất)	– Giá trị của chỉ số CBR (I_{CBR})
Tính thấm (đất)	– Giá trị hệ số thấm (k): + Từ thí nghiệm thấm trực tiếp trong phòng + Từ thí nghiệm thấm hiện trường

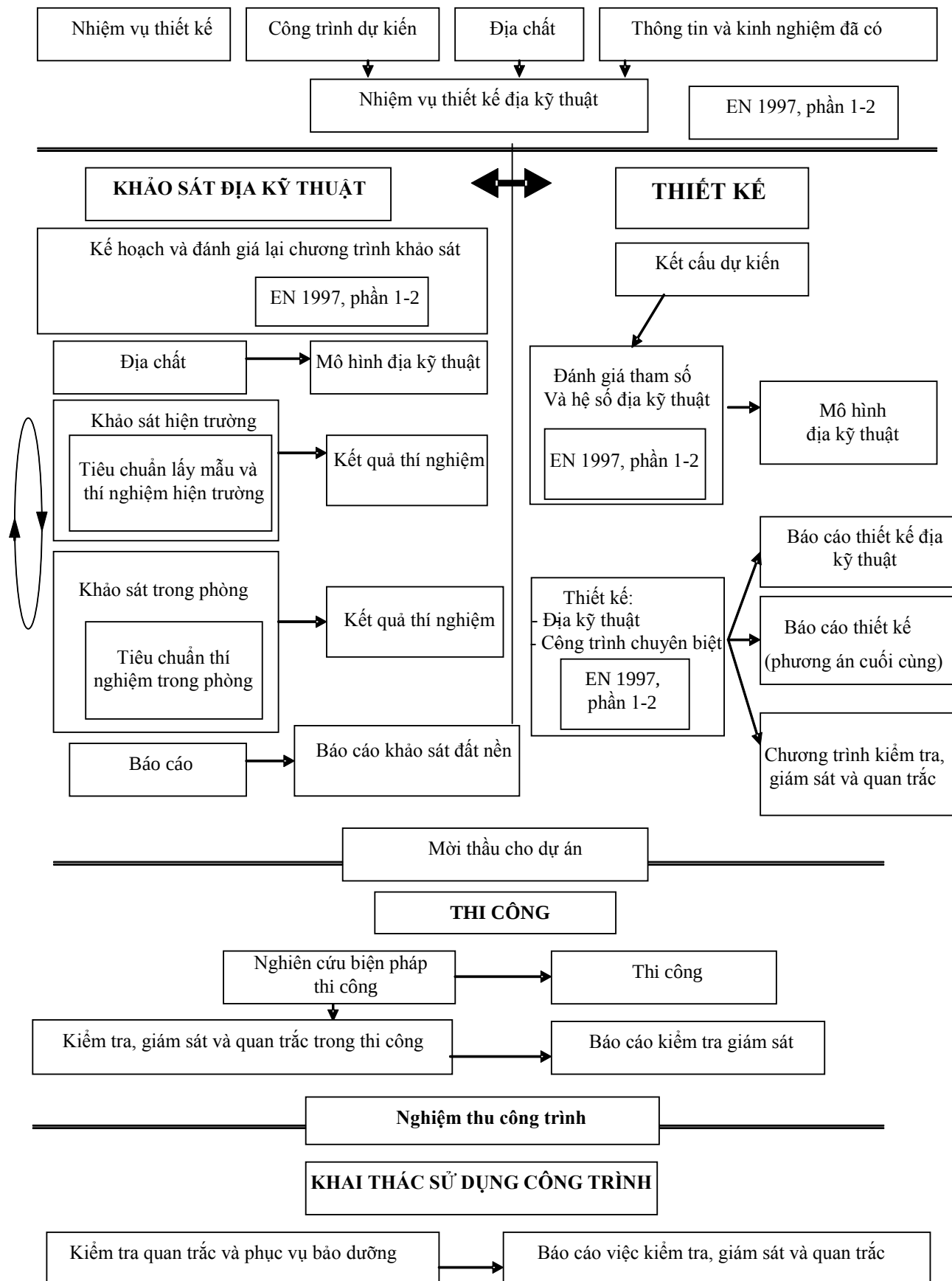
	+ Từ thí nghiệm nén cố kết
Độ ẩm (đá)	- Giá trị độ ẩm (w)
Độ chặt và độ lỗ rỗng (đá)	- Giá trị ρ và n
Trương nở (đá)	- Chỉ số biến dạng nở - Áp lực nở - Nở tự do - Nở dưới tải trọng không đổi
Nén một trục và độ biến dạng (đá)	- Giá trị của σ_c - Giá trị của mô đun biến dạng (E) - Giá trị của hệ số Poisson (ν)
Thí nghiệm nén điểm (đá)	- Chỉ số độ bền I_{s50}
Thí nghiệm cắt trực tiếp (đá)	- Đường cong ứng suất – chuyển vị - Vòng tròn Mohr - c' , φ' - Các thông số dư
Thí nghiệm Brazil (đá)	- Độ bền kéo (σ_T)
Thí nghiệm nén ba trục (đá)	- Các đường cong ứng suất – biến dạng - Đường ứng suất - Vòng tròn Mohr - c' , φ' - Giá trị của mô đun biến dạng (E) và hệ số Poisson (ν)
a Xem điều 4.	
b Xem điều 5.	

Phụ lục B

(Tham khảo)

Kế hoạch khảo sát địa kỹ thuật

B.1 Các giai đoạn khảo sát đất nền trong thiết kế địa kỹ thuật, thi công và sử dụng công trình xây dựng.



B.2 Lựa chọn phương pháp khảo sát đất nền trong các giai đoạn khác nhau

Bảng B.1 Ví dụ về lựa chọn phương pháp khảo sát đất nền trong các giai đoạn khác nhau

Khảo sát sơ bộ		Khảo sát phục vụ thiết kế		Khảo sát kiểm tra và quan trắc	
Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm các bản đồ địa hình, địa chất, thủy văn. Khai thác khoáng sản Phân tích ảnh hàng không. Tài liệu lưu trữ. Kiểm tra hiện trường Khảo sát địa vật lý sơ bộ	Đất hạt mịn	Lựa chọn sơ bộ giải pháp móng	Móng cọc SS, CPT, DP, SR, FVT, SPT, PIL PS, OS, CS, PMT GWC	Xác nhận sự lựa chọn giải pháp và quy trình thiết kế móng, kiểm soát công tác cải tạo đất nền và sự ổn định trong quá trình thi công	PIL, thử nghiệm hạ cọc. Đo sóng ứng suất GWC, đo lún, đo nghiêng
			Móng nông SS hoặc CPT, DP FVT, DMT hoặc PMT, BJT PS, OS, CS, TP GWC		Kiểm tra loại đất Kiểm tra độ cứng (CPT) Đo lún, Đo nghiêng GWC Khả năng thay đổi thể tích vì thay đổi độ ẩm
	Đất hạt thô	Lựa chọn sơ bộ giải pháp móng	Móng cọc CPT, DP, SR SPT, DMT, PIL OS, TP GWO		PIL, thử nghiệm hạ cọc. Đo sóng ứng suất GWC, đo lún, đo nghiêng
			Móng nông CPT, DP SPT, PMT, BJT, DMT PLT OS, TP GWO		Kiểm tra loại đất Kiểm tra độ cứng (CPT, DP, SPT) Đo lún
	Đá SR, CPT, MWD PLT CS, AS, TP GW		Móng cọc hoặc móng nông		Kiểm tra độ nghiêng và tình trạng nứt của bề mặt đá

Khảo sát sơ bộ		Khảo sát phục vụ thiết kế		Khảo sát kiểm tra và quan trắc	
			SR, MWD, bản đồ vết nứt RDT, PMT, BJT TP, CS GWO		Kiểm tra tiếp xúc giữa mũi cọc/móng và bề mặt đá. Xác nhận điều kiện dòng chảy và áp lực nước.

Bảng B.1 (Tiếp theo)

Các từ viết tắt			
Thí nghiệm ở hiện trường		Lấy mẫu	
BJT	Kích trong lỗ khoan (Borehole jack test)	PS	Lấy mẫu bằng ống piston
DP	Thí nghiệm động	CS	Lấy mẫu lõi
SR	Thăm dò đất/đá	AS	Lấy mẫu bằng mũi khoan
SS	Thăm dò bằng phương pháp tĩnh (ví dụ xuyên trọng lượng WST)	OS	Lấy mẫu hờ
CPT(U)	Thí nghiệm xuyên tĩnh (có đo áp lực nước lỗ rỗng)	TP	Lấy mẫu trong hố đào thăm dò
SPT	Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn		
PMT	Thí nghiệm nén ngang trong hố khoan		
DMT	Thí nghiệm dilatometer phẳng		Quan trắc nước dưới đất
FVT	Thí nghiệm cắt cánh tại hiện trường	GW	Quan trắc nước dưới đất
PLT	Thí nghiệm gia tải bàn nén phẳng	GWO	Quan trắc nước dưới đất bằng hệ hờ
MWD	Đo đặc trong khi khoan	GWC	Quan trắc nước dưới đất bằng hệ kín
SE	Đo địa chấn		
PIL	Thử tải cọc		
RDT	Thí nghiệm dilatometer trong đá		
GHI CHÚ: - Đất bao gồm trầm tích tự nhiên và trầm tích nhân tạo - Sơ đồ trên không bao gồm công tác khảo sát và đo vẽ - Các thí nghiệm trong phòng không được thể hiện trong sơ đồ trên.			

B.3 Các ví dụ về khuyến cáo đối với khoảng cách và độ sâu khảo sát

(1) Có thể áp dụng khoảng cách giữa các điểm khảo sát theo hướng dẫn sau:

- Đối với công trình cao tầng và nhà công nghiệp, bố trí lưới với các điểm cách nhau 15 m đến 40 m;
- Đối với công trình có diện tích lớn, bố trí lưới với các điểm cách nhau không quá 60 m;
- Đối với công trình dạng tuyến (đường, đường sắt, kênh, đường ống, đê, đường hầm, tường chắn), khoảng cách giữa các điểm từ 20 m đến 200 m;
- Đối với các công trình đặc biệt (ví dụ như cầu, ống khói, móng máy), bố trí 2 điểm đến 6 điểm khảo sát cho một móng.
- Đối với đập và đập tràn, khoảng cách giữa các điểm từ 25 m đến 75 m dọc theo mặt cắt cần xem xét.

GHI CHÚ: Việc chọn khoảng cách các điểm khảo sát còn phụ thuộc vào giai đoạn khảo sát, quy mô công trình và mức độ phức tạp của đất nền.

(2) Đối với chiều sâu khảo sát z_a , các giá trị sau nên được sử dụng như chỉ dẫn (Cao độ tham chiếu để tính z_a là điểm thấp nhất của móng công trình, cầu kiện hoặc đáy hố đào). Khi có nhiều lựa chọn được đề ra để xác định z_a thì cách xác định cho z_a lớn nhất sẽ được áp dụng.

GHI CHÚ : Đối với các dự án lớn hoặc các dự án tổng hợp cao, một vài điểm khảo sát thường được lấy lớn hơn các giá trị lý thuyết theo điều khoản B.3(5) đến B.3(13).

(3) Trong điều kiện địa chất bất lợi, như trường hợp có đất yếu nằm dưới lớp đất tốt, nên lựa chọn độ sâu khảo sát lớn hơn.

(4) Đối với các công trình theo như điều B.3 (5) đến B.3 (8) và B.3 (13) được xây dựng trên tầng đá cứng thì độ sâu khảo sát có thể được giảm xuống $z_a = 2$ m, trừ khi điều kiện địa chất không rõ ràng, khi đó ít nhất một lỗ khoan cần được thực hiện đến độ sâu tối thiểu $z_a = 5$ m. Nếu gặp lớp đá ở độ sâu dự kiến đặt móng thì lấy cao độ đáy móng làm cao độ tham chiếu để tính z_a . Trường hợp đá nằm sâu hơn thì lấy cao độ mặt đá làm cao độ tham chiếu.

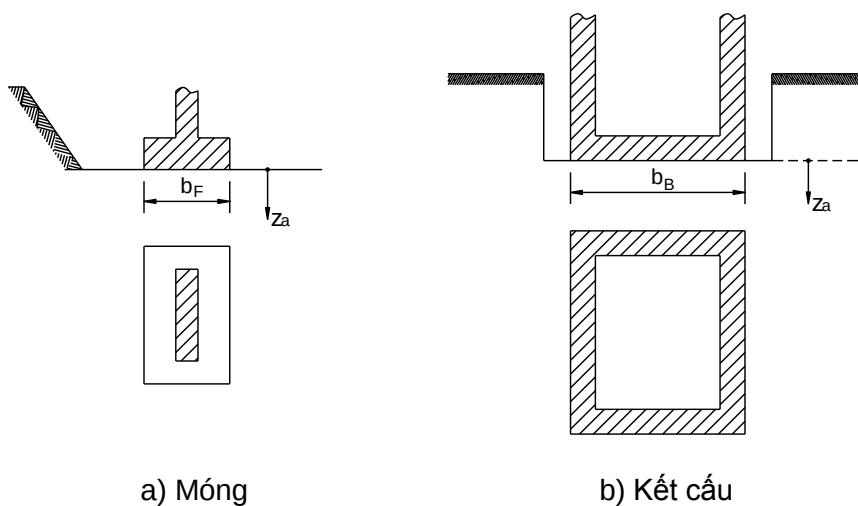
(5) Đối với công trình cao tầng và các công trình xây dựng, nên sử dụng giá trị lớn hơn trong các giá trị sau (xem Hình B.1.a):

- $z_a \geq 6$ m;
- $z_a \geq 3,0b_F$.

trong đó

b_F là cạnh nhỏ hơn của móng.

(6) Đối với móng bè và các công trình đặt trên nhiều móng có vùng ảnh hưởng giao nhau ở các lớp đất sâu hơn thì $z_a \geq 1,5.b_B$, trong đó b_B là cạnh nhỏ hơn của kết cấu (xem Hình B.1.b).



Hình B.1 - Kết cấu cao tầng và công trình xây dựng

(7) Đối với nền đắp và rãnh đào, nên lấy giá trị lớn hơn trong các điều kiện sau (xem Hình B.2):

a) Nền đắp:

- $0,8h < z_a < 1,2h$

- $z_a \geq 6 \text{ m}$

trong đó h là chiều cao của nền đắp.

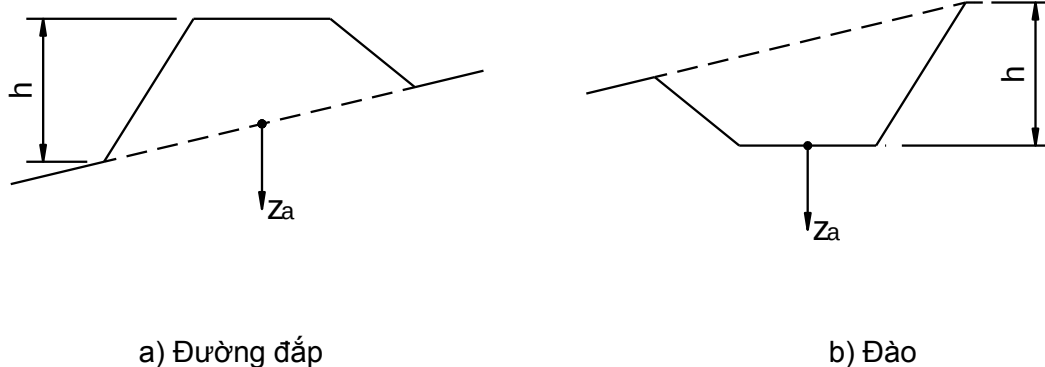
b) Rãnh đào:

- $z_a \geq 2,0 \text{ m}$

- $z_a \geq 0,4h$

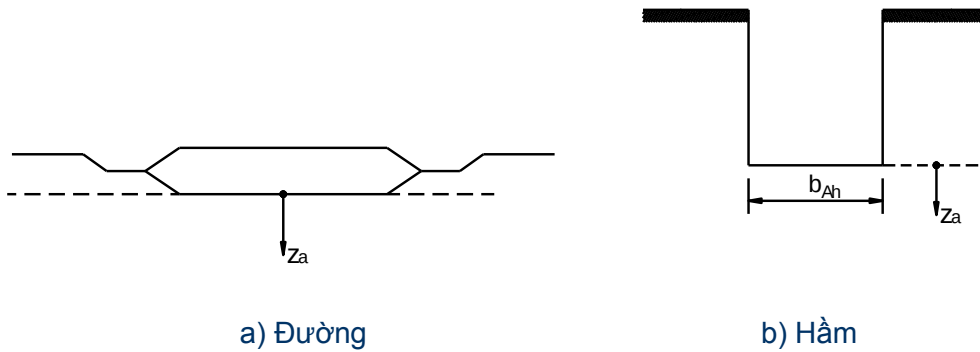
trong đó

h là chiều cao của đắp hoặc chiều sâu của hào.



Hình B.2 - Đường đắp và đường đào

(8) Đối với công trình dạng tuyến, nên lấy giá trị lớn hơn tùy theo các điều kiện sau (xem Hình B.3)

**Hình B.3 - Công trình dạng thẳng (tuyến)**

a) Đối với đường bộ và sân bay, $z_a \geq 2$ m dưới cao độ dự kiến của lớp móng.

b) Đối với hầm và đường ống, lấy giá trị lớn hơn của:

- $z_a \geq 2$ m kể từ đáy hầm hoặc ống;

- $z_a \geq 1,5b_{Ah}$

trong đó:

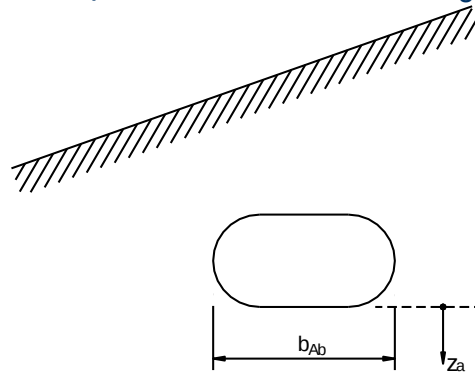
b_{Ah} là chiều rộng của rãnh đào.

c) Ở những nơi thích hợp, nên lấy theo các khuyến cáo đối cho nền đắp và rãnh đào.

(9) Đối với các đường hầm nhỏ và các loại hang ngầm (xem Hình B.4), $b_{Ab} < z_a < 2,0 b_{Ab}$

trong đó

b_{Ab} là chiều rộng đào. Điều kiện về mực nước dưới đất mô tả trong mục (10)b) nên được xem xét.

**Hình B.4 - Đường hầm và hang**

(10) Hồ đào (xem Hình B.5)

a) Những nơi cột nước thủy tĩnh và mực nước dưới đất thấp dưới đáy hồ đào (hồ móng), lấy giá trị lớn hơn trong các điều kiện sau:

- $z_a \geq 0,4h$

- $z_a \geq (t + 2,0)$ m

trong đó:

t là độ sâu ngầm của tường cừ;

h là chiều sâu hố đào (hố móng).

b) Trong những điều kiện cột nước thủy tĩnh và mực nước dưới đất cao hơn đáy hố móng, lấy giá trị lớn hơn trong các điều kiện sau:

$$- z_a \geq (1,0H + 2,0) \text{ m}$$

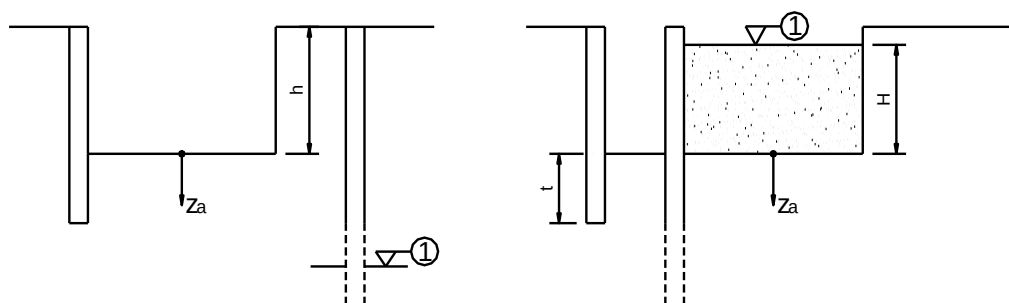
$$- z_a \geq (t + 2,0) \text{ m}$$

trong đó:

H là chiều cao của mực nước dưới đất phía trên mặt hố móng;

t là độ sâu ngàm của tường cừ.

Nếu không gặp lớp đất có tính thấm thấp trong phạm vi các độ sâu kể trên thì $z_a \geq (t + 5 \text{ m})$

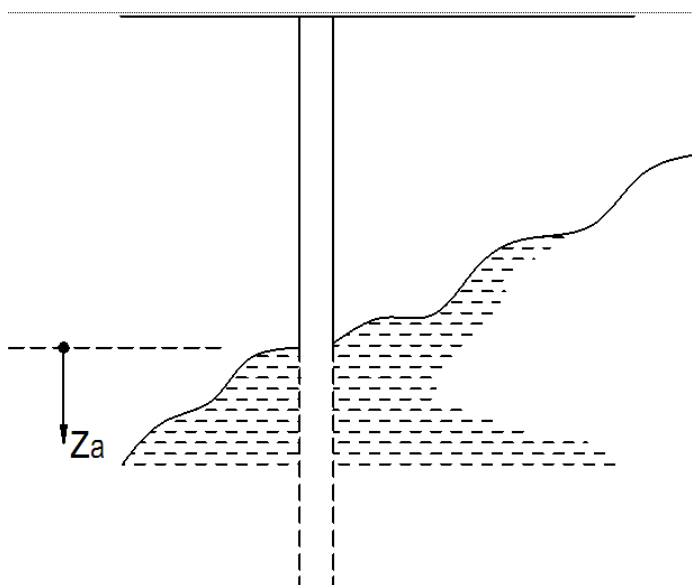


CHÚ DẪN: 1 - Mực nước dưới đất

Hình B.5. Hố đào

(11) Đối với công trình tường cách nước, z_a được xác định theo mực nước ở phía nguồn, theo điều kiện địa chất thủy văn và theo phương pháp thi công.

(12) Đối với tường cách nước (xem Hình B.6), $z_a \geq 2 \text{ m}$ tính từ bề mặt của lớp đất không thấm nước.



Hình B.6 - Tường cách nước

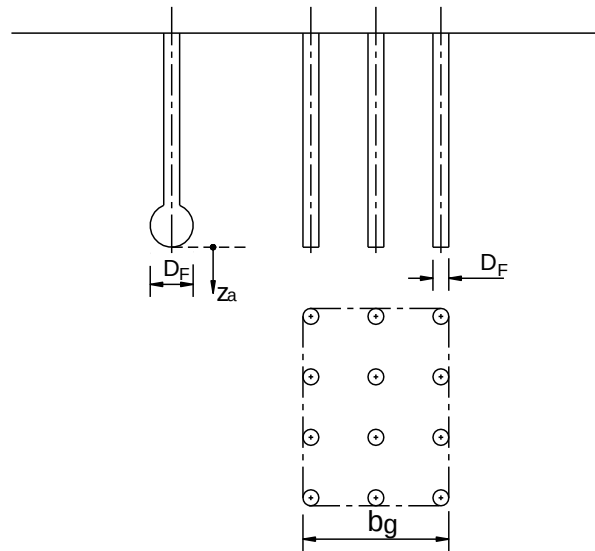
(13) Đối với cọc (xem Hình B.7), cần đáp ứng 3 điều kiện sau:

- $z_a \geq 1,0b_g$
- $z_a \geq 5,0 \text{ m}$
- $z_a \geq 3D_F$

trong đó:

D_F là đường kính của mũi cọc; và

b_g là chiều rộng của hình chữ nhật ngoại tiếp nhóm cọc tạo thành móng ở mặt phẳng đi qua cao độ mũi cọc.



Hình B.7- Nhóm cọc

(14) Đối với nhà cao tầng

a) Chiều sâu các điểm thăm dò - Giai đoạn khảo sát sơ bộ

* Đối với điều kiện địa chất phức tạp, công trình quan trọng, quy mô lớn đến rất lớn

- Nếu gặp đất yếu: phải khoan qua đất yếu, 1/2 số điểm khoan vào đất tốt ít nhất 3 m ($N_{SPT} > 30$);
- Nếu gặp đất tốt: khoan sâu đến 10 m đến 15 m;
- Nếu gặp đá nông: khoan vào đá tươi 1 m;

* Đối với điều kiện địa chất trung bình, công trình khá quan trọng, quy mô khá lớn

- Nếu gặp đất yếu: phải khoan qua đất yếu, 1/3 số điểm khoan vào đất tốt ít nhất 3 m ($N_{SPT} > 30$);
- Nếu gặp đất tốt: khoan sâu đến 10 m;
- Nếu gặp đá nông: khoan vào đá tươi 1 m;
- Mỗi hạng mục (hoặc mỗi đơn nguyên) khoan 1 hố khoan khổng chế.

* Đối với điều kiện địa chất đơn giản, công trình loại bình thường, quy mô khá lớn

- Nếu gặp đất tốt: khoan sâu đến 5 m đến 10 m;
- Nếu gặp đá nông: khoan chạm vào đá không bị phong hoá;
- Một hố khoan không chế cho toàn khu.

b) Bố trí mạng lưới thăm dò - Giai đoạn khảo sát phục vụ thiết kế

* Đối với điều kiện địa chất phức tạp, công trình quan trọng, nhạy cảm với độ lún và lún lệch:

- Khoảng cách khoan thông thường từ 20 m đến 30 m; Có thể bổ sung xuyên với khoảng cách trung bình 10 m;
- Yêu cầu có không ít hơn ba điểm thăm dò cho một nhà riêng rẽ và không ít hơn ba điểm đến năm điểm cho một cụm nhà hoặc công trình;
- Trong trường hợp đặc biệt cần khoanh sự phân bố các lớp đất yếu, sự phân bố của các khối trượt và karst... thì khoảng cách bố trí có thể nhỏ hơn 20 m.

CHÚ THÍCH: Khi điều kiện địa chất của đất nền phức tạp, hoặc thiết kế có yêu cầu đặc biệt, có thể bố trí khoảng cách dày lên một cách thích hợp.

* Đối với điều kiện địa chất trung bình, công trình khá quan trọng, khá nhạy cảm với lún không đều:

- Khoảng cách khoan thông thường từ 30 m đến 50 m; có thể bổ sung xuyên với khoảng cách trung bình 15 m đến 25 m;
- Yêu cầu có không ít hơn ba điểm thăm dò cho một nhà riêng rẽ và không ít hơn 3 điểm đến 5 điểm cho một cụm nhà hoặc công trình.

CHÚ THÍCH: Khi điều kiện địa chất của đất nền phức tạp, hoặc thiết kế có yêu cầu đặc biệt, có thể bố trí khoảng cách dày lên một cách thích hợp.

* Đối với điều kiện địa chất đơn giản, công trình loại bình thường:

- Khoảng cách khoan thông thường từ 50 m đến 75 m; Có thể bổ sung xuyên với khoảng cách trung bình 25 m đến 30 m;
- Yêu cầu có không ít hơn ba điểm thăm dò cho một nhà riêng rẽ hoặc cho một cụm nhà hoặc công trình.

CHÚ THÍCH: Khi điều kiện địa chất của đất nền phức tạp, hoặc thiết kế có yêu cầu đặc biệt, có thể bố trí khoảng cách dày lên một cách thích hợp.

Bảng B.2 - Thành phần và khối lượng công tác khảo sát địa kỹ thuật

Đặc điểm nhà và công trình thiết kế	Thành phần công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc vào đặc điểm của nhà và công trình thiết kế	Khối lượng công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc mức độ phức tạp và điều kiện địa chất công trình		
		Cấp I	Cấp II	Cấp III
Nhà ở dưới 9 tầng, kể cả tải trọng của tường truyền lên móng không quá 50 T/m hoặc tải trọng truyền lên khung cột không quá 300 T khi xây dựng hàng loạt.	1. Khoan	Theo lưới 70 m x 70 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 1 hố khoan.	Theo lưới 50 m x 50 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 2 hố khoan.	Theo lưới 30 m x 30 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 3 hố khoan.
	2.Thí nghiệm đất trong phòng	Trong một đơn nguyên địa chất công trình, mỗi chỉ tiêu phải có ít nhất 6 giá trị		
	3. Xuyên tĩnh	Theo lưới 35 m x 35 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 2 điểm.	Theo lưới 25 m x 25 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 3 điểm.	Theo lưới 15 m x 15 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 5 điểm.
	4.Thí nghiệm cọc chuẩn	Trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình ở mỗi độ sâu cụ thể phải có ít nhất 3 điểm thí nghiệm		
Nhà ở dưới 16 tầng, kể cả tải trọng của tường truyền lên móng	1. Khoan	Theo lưới 50 m x 50 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 2 hố	Theo lưới 40 m x 40 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 3 hố	Theo lưới 30 m x 30 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 4 hố

Đặc điểm nhà và công trình thiết kế	Thành phần công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc vào đặc điểm của nhà và công trình thiết kế	Khối lượng công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc mức độ phức tạp và điều kiện địa chất công trình		
		Cấp I	Cấp II	Cấp III
không quá 300 T/m hoặc tải trọng truyền lên khung cột không quá 2 000 T.		khoan.	khoan.	khoan.
	2.Thí nghiệm đất trong phòng	Trong một đơn nguyên địa chất công trình, mỗi chỉ tiêu phải có ít nhất 6 giá trị		
	3. Xuyên tĩnh	Theo lưới 25 m x 25 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 5 điểm.	Theo lưới 20 m x 20 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 7 điểm.	Theo lưới 15 m x 15 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 10 điểm.
	4.Thí nghiệm nén ngang	Trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình phải có ít nhất 6 thí nghiệm		
	5. Thí nghiệm cọc chuẩn	Trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình ở mỗi độ		
	6. Thí nghiệm cọc tại hiện trường	sâu cụ thể phải có ít nhất 3 thí nghiệm cọc chuẩn và 1 thí nghiệm cọc tại hiện trường.		
Nhà và công trình quá cao (nhà 16 đến 28 tầng, kho chứa, ống khói, lò	1. Khoan	Theo lưới 40 m x 40 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 3 hố	Theo lưới 30 m x 30 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 4 hố	Theo lưới 20 m x 20 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 5 hố

Đặc điểm nhà và công trình thiết kế	Thành phần công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc vào đặc điểm của nhà và công trình thiết kế	Khối lượng công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc mức độ phức tạp và điều kiện địa chất công trình		
		Cấp I	Cấp II	Cấp III
luyện), công trình công nghiệp với tải trọng truyền lên cột khung lớn hơn 2 000 T.		khoan.	khoan.	khoan.
	2. Thí nghiệm đất trong phòng	Trong một đơn nguyên địa chất công trình, mỗi chỉ tiêu phải có ít nhất 6 giá trị		
	3. Xuyên tĩnh	Theo lưới 20 m x 20 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 6 điểm.	Theo lưới 15 m x 15 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 8 điểm.	Theo lưới 10 m x 10 m nhưng mỗi nhà (công trình) phải có ít nhất 10 điểm.
	4. Thí nghiệm nén ngang	Trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình phải có ít nhất 6 thí nghiệm		
	5. Thí nghiệm tải trọng tĩnh	Trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình phải ở mỗi độ sâu cụ thể phải có ít nhất 2 thí nghiệm, nhưng giá trị thu được không được chênh lệch quá 30 % giá trị		
	6. Thí nghiệm cọc tại hiện trường	Trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình phải ở mỗi độ sâu cụ thể phải có		

Đặc điểm nhà và công trình thiết kế	Thành phần công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc vào đặc điểm của nhà và công trình thiết kế	Khối lượng công tác khảo sát địa kỹ thuật phụ thuộc mức độ phức tạp và điều kiện địa chất công trình		
		Cấp I	Cấp II	Cấp III
		ít nhất 2 thí nghiệm, nhưng giá trị thu được không được chênh lệch quá 30 % giá trị		

GHI CHÚ:

Cấp I: Tầng đất có một hay nhiều lớp nằm ngang hoặc hơi nghiêng (độ nghiêng không quá 0.05) trong phạm vi mỗi lớp đất đồng nhất về tính chất.

Cấp II: Tầng đất có một hay nhiều lớp, ranh giới giữa các lớp tương đối ổn định (độ nghiêng không quá 0,1). Trong phạm vi từng lớp, đất không đồng nhất về tính chất

Cấp III: Tầng đất gồm nhiều lớp khác nhau về thành phần và không đồng nhất về tính chất, ranh giới giữa các lớp đất không ổn định (độ nghiêng lớn hơn 0,1), một số lớp riêng biệt có thể bị vát nhọn.

B.4. Ví dụ về phương pháp lấy mẫu liên quan với cấp lấy mẫu

Bảng B.3 – Ví dụ về phương pháp lấy mẫu liên quan đến cấp lấy mẫu trong các loại đất khác nhau

Loại đất	Sự phù hợp phụ thuộc vào, ví dụ như	Phương pháp lấy mẫu		
		Cấp A	Cấp B	Cấp C
Sét	Độ cứng hoặc độ bền Độ nhạy Tính dẻo	PS-PU OS-TW-PU OS-TW-PE OS-TK/W-PE CS-DT,CS-TT LS,S-TP,S-BB	OS-T/W-PE OS-TK/W-PE CS-ST HSAS AS	AS
Bùn	Độ cứng hoặc độ bền Độ nhạy Cao độ nước dưới đất	PS OS-TW-PU OS-TK/W-PE LS,S-TP	CS-DT,CS-TT OS-TK/W-PE HSAS	AS CS-ST
Cát	Kích thước hạt Độ chặt Cao độ nước dưới đất	S-TP	OS-TK/W-PE CS-DT,CS-TT HSAS	AS CS-ST
Cuội sỏi	Kích thước hạt Độ chặt Cao độ nước dưới đất	S-TP	OS-TK/W-PE HSAS	AS CS-ST
Đất hữu cơ	Tình trạng phân hủy	PS OS-TW-PU S-TP	CS-ST HSAS AS	AS

GHI CHÚ:

OS-TW-PU: Bộ ống lấy mẫu dạng hở, ống thành mỏng/ Ấn

OS-TW-PE: Bộ ống lấy mẫu dạng hở, ống thành mỏng/ Gỗ, đóng

OS-TK/W-PE: Bộ ống lấy mẫu dạng hở, ống thành dày/ Gỗ, đóng

PS: Bộ ống lấy mẫu Piston

PS-PU: Bộ ống lấy mẫu Piston, Ấn

LS: Bộ ống lấy mẫu lớn

CS-ST: Khoan xoay lấy lõi, ống nòng đơn

CS-DT, CS-TT: Khoan xoay lấy lõi, ống nòng đôi hoặc ống nòng ba

Loại đất	Sự phù hợp phụ thuộc vào, ví dụ như	Phương pháp lấy mẫu		
		Cấp A	Cấp B	Cấp C
AS: Máy khoan				
HSAS: Khoan cần rồng				
S-TP: Lấy mẫu từ hố đào				
S-BB: Lấy mẫu từ đáy hố khoan				

Bảng B.3 – Sử dụng dụng cụ lấy mẫu

Cột	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dòng	Phương pháp khoan			Thiết bị		Phương pháp khoan ít phù hợp với ^a	Mẫu		Cấp lấy mẫu có thể đạt được ^b	Chi chú
	Bơm xói	Lấy mẫu bằng thiết bị	Lựa chọn	Công cụ lấy mẫu	Hướng dẫn phạm vi đường kính hố khoan ^a mm		Lỗi ^a	Mẫu vụn		
1	Không	Máy khoan gắn cần khoan	Khoan xoay khô lấy lõi	Ống lấy mẫu lõi bằng ống nòng đơn	70° đến 200	Đá có độ cứng trung bình đến cao	Đá mềm, dễ ăn mòn, nhạy cảm với nước; lấy mẫu lõi ngắn	Không	B(A)	Để ngăn ngừa mũi khoan quá nóng , quá trình lấy lõi mẫu không nên vượt quá 0,5 m
2	Có	Máy khoan gắn cần khoan	Khoan xoay lấy lõi	Ống lấy mẫu lõi bằng ống nòng đơn	70° đến 200	Đá có độ cứng trung bình đến cao	Đá phân phiến nứt gãy, mềm	Sàng phần còn lại và vật chất lơ lửng	B(A)	Bơm xói có thể gây phá hủy vật liệu lõi

Cột	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Có	Máy khoan gắn cần khoan	Khoan xoay lấy lõi	Ống lấy mẫu lõi bằng ống nòng đôi	70° đến 200	Đá dễ bị xói mòn, nhạy với nước	Tất cả loại đá	Sàng phần còn lại và vật chất lơ lửng	A(B)	—
4	Có	Máy khoan gắn cần khoan	Khoan xoay lấy lõi	Ống lấy mẫu lõi bằng ống nòng ba	70 đến 200	—	Tất cả loại đá	Sàng phần còn lại và vật chất lơ lửng	A	—
5	Có	Máy khoan gắn cần khoan, ống luồn lấy mẫu rút dây	Khoan lõi rút dây	Ống lấy mẫu lõi rút dây hoặc ống lấy mẫu lõi bằng ống nòng ba	70 đến 180	—	Tất cả loại đá	Sàng phần còn lại và vật chất lơ lửng	A	—
6	Có	Máy khoan gắn cần khoan	Khoan mở lỗ	Mũi đặc, mũi guồng xoắn, DTTH	50 đến 350	—	Không		C	—

^a Nguyên tắc hướng dẫn thấy rằng việc sử dụng ống chống có thể thực hiện được.

Cột	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
^b Cấp lấy mẫu đưa ra trong ngoặc chỉ có thể đạt được trong các điều kiện đất nền đặc biệt thuận lợi hoặc không thuận lợi, điều này phải được giải thích trong các trường hợp đó. ^c Đối với một số đá kết tinh, đường kính hố khoan tối thiểu là 30 mm có thể đủ để nhận dạng và mô tả đá DTTH Khoan đập GHI CHÚ: Đường kính mẫu nhỏ hơn đường kính hố khoan khi sử dụng ống lấy mẫu lõi bằng ống nòng ba, thay cho ống lấy mẫu lõi bằng ống nòng đơn.										

Phụ lục C

(Tham khảo)

Ví dụ về xác định áp lực nước dưới đất dựa trên mô hình và dựa trên quan trắc dài hạn

(1) Áp lực nước dưới đất tự nhiên là một phần của chu kỳ thủy học chịu ảnh hưởng của lượng mưa, bốc hơi nước, tuyết tan, thoát nước bề mặt, v.v...

(2) Để thiết lập một mô hình trạng thái của nước dưới đất phục vụ xây dựng nhà hoặc công trình và khu vực lân cận, thông tin về địa chất thủy văn đã có cần được tập hợp và so sánh với các quan trắc thực tế. Các thông tin đó có thể là:

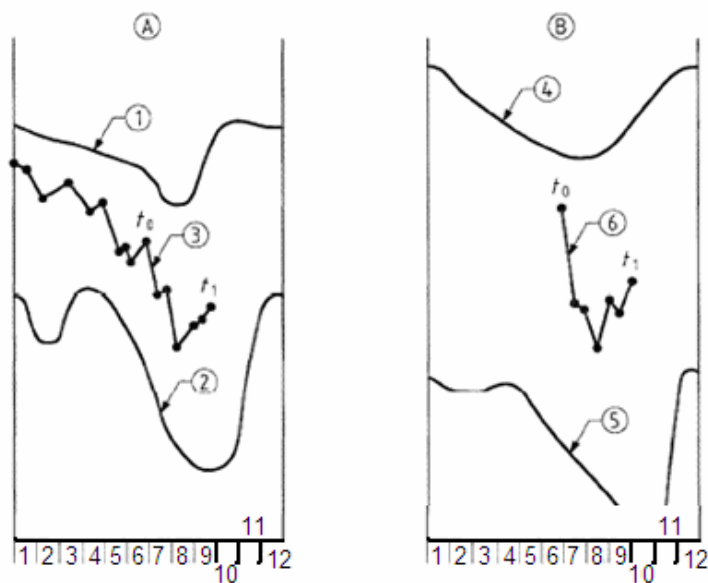
- Sự dao động của mực nước;
- Các bản đồ địa chất thủy văn;
- Những quan trắc đã thực hiện ở các khu vực lân cận;
- Cao độ đặc trưng của nước mặt hoặc trong giếng;
- Những quan trắc dài hạn trong các tầng chứa nước tương tự.

(3) Thông thường việc quan trắc nước dưới đất cho một dự án chỉ bao gồm một vài chuỗi số liệu đo. Trong những trường hợp như vậy, cần dự báo áp lực nước dưới đất dự kiến cho điều kiện thiết kế và hiện trường thực tế. Việc dự báo có thể dựa trên cơ sở mô hình đã đề cập ở trên và dựa trên quan trắc mực nước dưới đất dài hạn trong tầng chứa nước ở cùng khu vực với hiện trường xây dựng kết hợp với quan trắc ngắn hạn tại hiện trường.

(4) Bằng cách sử dụng phương pháp thống kê có thể dự báo áp lực nước dưới đất trong phạm vi vài kPa dựa trên quan trắc trong 15 năm theo một hệ thống chuẩn và chu kỳ đo 3 tháng ở hiện trường thực tế (xem Hình C.1).

(5) Có thể mô phỏng những dao động của mực nước dưới đất bằng mô hình khái niệm. Lượng mưa và nhiệt độ không khí có thể dùng làm đầu vào của mô hình. Phản ứng của nước dưới đất được hiệu chỉnh theo quan trắc dài hạn những dao động của mực nước dưới đất trong vùng.

GHI CHÚ: Để có thêm thông tin, [xem X.2](#)



a) Tham chiếu

b) Dự báo

CHÚ DẪN:

- 1 - Mức nước dưới đất cao nhất đo được ở giếng tham chiếu trong 15 năm;
- 2 - Mức nước ngầm thấp nhất đo được ở giếng tham chiếu trong 15 năm;
- 3 - Mức nước dưới đất đo được ở giếng tham chiếu trong cùng năm với các quan trắc trong giếng dự báo tại hiện trường thí nghiệm;
- 4 - Kết quả dự báo mức nước dưới đất cao nhất trong giếng dự báo tại hiện trường thí nghiệm;
- 5 - Kết quả dự báo mức nước dưới đất thấp nhất trong giếng dự báo tại hiện trường thí nghiệm;
- 6 - Giá trị đo được của mức nước dưới đất trong giếng dự báo tại hiện trường thí nghiệm ở thời điểm t_0 đến t_1 .

GHI CHÚ: Biểu đồ bên trái là mức nước dưới đất cao nhất và thấp nhất cho một giếng tham chiếu. Biểu đồ bên phải là số đo thực tế cùng với dự báo mức nước dưới đất cao nhất/thấp nhất.

Hình C.1 - Mức nước dưới đất được dự báo và đo

Phụ lục D

(Tham khảo)

Thí nghiệm xuyên tĩnh và xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng**D.1 Ví dụ về việc xác định các giá trị của góc ma sát trong hữu hiệu và mô đun đàn hồi thoát nước.**

(1) Bảng D.1 Là ví dụ có thể được sử dụng để xác định góc ma sát trong hữu hiệu (ϕ') và mô đun đàn hồi thoát nước (E') từ giá trị của q_c cho cát thạch anh và cát feldspar để tính toán sức chịu tải và độ lún của móng nông.

(2) Trong ví dụ này đã lập tương quan giữa giá trị trung bình của q_c trong một lớp đất với giá trị trung bình của ϕ' và E' .

Bảng D.1- Ví dụ về việc xác định các giá trị của góc ma sát trong hữu hiệu (ϕ') và mô đun đàn hồi thoát nước (E') theo sức kháng xuyên mũi (q_c) cho cát thạch anh và cát feldspar

Chỉ số độ chặt	Sức kháng xuyên mũi (q_c)(từ CPT) MPa	Góc ma sát trong hữu hiệu ^a (ϕ') độ	Mô đun đàn hồi thoát nước ^b , (E') MPa
Rất rời	0,0 - 2,5	29 - 32	< 10
Rời	2,5 - 5,0	32 - 35	10 - 20
Chặt vừa	5,0 - 10,0	35 - 37	20 - 30
Chặt	10,0 - 20,0	37 - 40	30 - 60
Rất chặt	> 20,0	40 - 42	60 - 90

a) Các giá trị được cho ứng với cát. Với đất bụi nên giảm đi 3°. Với cuội sỏi nên tăng thêm 2°.

b) E' là một giá trị xấp xỉ với mô đun cát tuyến phụ thuộc vào ứng suất và thời gian. Các giá trị đã cho của mô đun thoát nước tương ứng với độ lún 10 năm. Chúng được xác định với giả thiết là phân bố của ứng suất theo phương thẳng đứng xấp xỉ 2:1. Hơn nữa, một số nghiên cứu đã chứng tỏ các giá trị này có thể thấp hơn 50 % trong đất bụi và cao hơn 50 % trong cuội sỏi. Trong đất hạt thô quá cố kết, giá trị mô đun có thể cao hơn đáng kể. Khi tính toán độ lún cho đất chịu áp lực lớn hơn 2/3 giá trị sức chịu tải cực hạn theo thiết kế thì giá trị mô đun nên lấy bằng một nửa giá trị cho trong bảng này.

GHI CHÚ: Ví dụ này được Bergdahl và cộng sự (1993) đăng tải. Để có thêm thông tin và tài liệu ví dụ minh họa, xem X.3.1.

D.2 Ví dụ về một tương quan giữa sức kháng xuyên mũi và góc ma sát trong hữu hiệu

(1) Phần tiếp theo là ví dụ về xác định góc ma sát trong hữu hiệu (ϕ') từ sức kháng xuyên mũi (q_c) trong cát.

(2) Tương quan có dạng như sau:

$$\phi' = 13,5 \lg q_c + 23$$

trong đó :

ϕ' là góc ma sát trong hữu hiệu, tính bằng độ ($^\circ$)

q_c là sức kháng xuyên mũi, tính bằng Mega Pascal (Mpa).

Tương quan này áp dụng cho cát có cấp phối xấu ($C_u < 3$) nằm trên mực nước dưới đất và sức kháng xuyên mũi trong khoảng $5 \text{ MPa} \leq q_c \leq 28 \text{ MPa}$.

GHI CHÚ 1: Ví dụ này được thiết lập từ thí nghiệm xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng và thí nghiệm nén 3 trục trong phòng.

GHI CHÚ 2: Ví dụ này được Stenzel và cộng sự (1978) đăng tải và cho trong DIN 40 94- 1(2002). Để có thêm thông tin và ví dụ minh họa, xem X.3. 1.

(3) Dựa vào sức kháng xuyên q_c , góc ma sát trong của đất loại cát được xác định theo Bảng D.1.1

Bảng D.1.1 - Góc ma sát trong của đất loại cát

q_c (10^5 Pa)	ϕ ($^\circ$), ở độ sâu	
	2 m	$\geq 5 \text{ m}$
10	28	26
20	30	28
40	32	30
70	34	32
120	38	34
200	36	36
300	40	38

(4) Việc xác định sức kháng cắt không thoát nước từ kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh chỉ phù hợp đối với đất loại sét cổ kết thông thường và quá cổ kết nhẹ.

- Khi sử dụng kết quả của CPT: sức kháng cắt không thoát nước S_u được xác định theo công thức sau:

$$S_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k}$$

Trong đó:

S_u là sức kháng cắt không thoát nước, tính bằng Kilo Pascal (kPa);

q_c là sức kháng xuyên đầu mũi, tính bằng Kilo Pascal (kPa);

σ_{vo} là ứng suất bản thân của đất nền, tính bằng Kilo Pascal (kPa);

N_k là hệ số mũi côn thường được lấy theo kinh nghiệm $N_k = 11 \div 19$.

- Khi sử dụng kết quả của CPTu: sức kháng cắt không thoát nước S_u được xác định theo công thức sau:

$$S_u = \frac{q_t - \sigma_{vo}}{N_{kt}}$$

Trong đó:

S_u là sức kháng cắt không thoát nước, tính bằng Kilo Pascal (kPa);

q_t là sức kháng xuyên đầu mũi đã hiệu chỉnh, tính bằng Kilo Pascal (kPa);

σ_{vo} là ứng suất bản thân của đất nền, tính bằng Kilo Pascal (kPa);

N_{kt} là hệ số mũi côn và thường được lấy từ $15 \div 20$.

D.3 Ví dụ về một phương pháp xác định độ lún của móng nông.

(1) Phần sau là ví dụ về phương pháp bán thực nghiệm để tính toán độ lún của móng nông trong đất hạt thô. Giá trị mô đun đàn hồi (E') xác định theo sức kháng xuyên mũi (q_c) trong phương pháp này là:

- $E' = 2,5 q_c$, cho móng đối xứng trục (tròn hoặc vuông);

- $E' = 3,5 q_c$, cho móng biến dạng phẳng (bằng).

(2) Độ lún (s) của móng dưới tác dụng của áp lực (q) bằng:

$$s = C_1 \times C_2 \times (q - \sigma'_{v0}) \times \int_0^{z_1} \frac{I_z}{C_3 \times E'} dz$$

trong đó:

$$C_1 = 1 - 0,5 \times \left[\sigma'_{v0} / (q - \sigma'_{v0}) \right];$$

$$C_2 = 1,2 + 0,2 \times \lg t;$$

C_3 là hệ số hiệu chỉnh cho hình dạng của móng:

$C_3 = 1,25$ đối với móng vuông ; và

$C_3 = 1,75$ đối với móng dạng băng với $L > 10B$.

σ'_{vo} là ứng suất hiệu quả theo phương theo phương thẳng đứng ban đầu ở cao trình móng;

z_i là độ sâu ảnh hưởng bởi áp lực và bề rộng móng tương ứng, tính bằng mét (m)

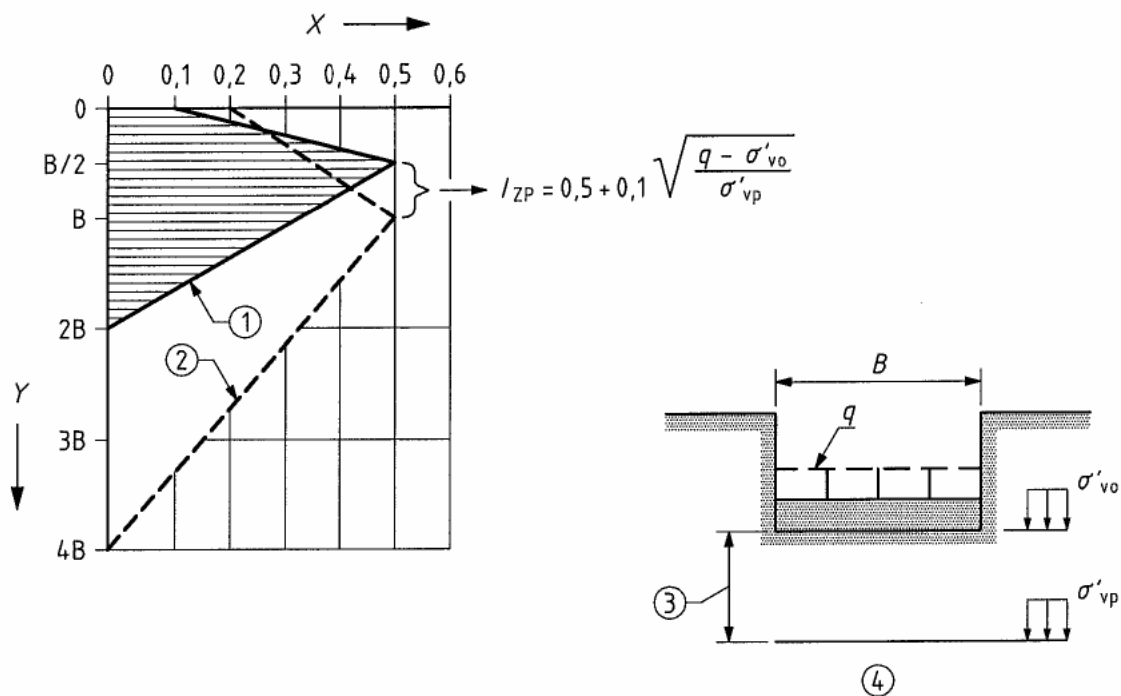
t là thời gian, tính bằng năm (năm)

I_z là hệ số phụ thuộc vào ảnh hưởng của biến dạng (xem sau đây).

(3) Hình D.1 thể hiện sự phân bố theo phương thẳng đứng của hệ số ảnh hưởng biến dạng (I_z) cho móng đối xứng trục (tròn hoặc vuông) và móng biến dạng phẳng (móng băng).

GHI CHÚ 1: Sức kháng xuyên mũi (q_c) trong ví dụ này lấy theo những kết quả đo bằng máy xuyên điện.

GHI CHÚ 2: Ví dụ này được Schmertmann (1970) và Schmertmann và cộng sự (1978) đăng tải. Để có thêm thông tin và ví dụ, xem X.3.1.



CHÚ DẪN:

- X là hệ số ảnh hưởng biến dạng theo phương theo phương thẳng đứng của móng cứng I_z
- Y là độ sâu tương đối dưới móng;
- 1 đối xứng trục ($L/B = 1$)
- 2 biến dạng phẳng ($L/B > 10$)
- 3 $B/2$ (đối xứng trục); B (biến dạng phẳng)
- 4 chiều sâu đến I_{zp}

Hình D.1 - Biểu đồ hệ số ảnh hưởng biến dạng

(4) Dựa vào sức kháng mũi côn q_c , sức chịu tải cho phép của móng nông quy ước có bề rộng B xấp xỉ bằng chiều sâu đặt móng D , đối với đất loại sét được xác định theo Bảng D.1.2.

Bảng D.1.2 - Sức chịu tải cho phép của móng nông

q_c (10^5 Pa)	R_o (10^5 Pa)
10	1,2
20	2,2
30	3,1
40	4,0
50	4,9
60	5,8

D.4 Ví dụ về một tương quan giữa mô đun nén một trục và sức kháng xuyên mũi.

(1) Bảng D.2 cho ví dụ về giá trị của α theo sức kháng xuyên mũi (xem 4.3.4.1 (9), phương trình 4.3) cho các loại đất khác nhau.

GHI CHÚ: Ví dụ này được Sauglerat (1972) đăng tải. Để có thêm thông tin và ví dụ, xem X.3.1.

Bảng D.2 – Những ví dụ về giá trị của α

Đất	q_c	α
Sét có độ dẻo thấp	$q_c \leq 0,7$ MPa	$3 < \alpha < 8$
	$0,7 < q_c < 2$ MPa	$2 < \alpha < 5$
	$q_c \geq 2$ MPa	$1 < \alpha < 2,5$
Bụi có độ dẻo thấp	$q_c < 2$ MPa	$3 < \alpha < 6$
	$q_c \geq 2$ MPa	$1 < \alpha < 2$
Sét rất dẻo	$q_c < 2$ MPa	$2 < \alpha < 6$
Bụi rất dẻo	$q_c > 2$ MPa	$1 < \alpha < 2$
Bụi có hàm lượng hữu cơ cao	$q_c < 1,2$ MPa	$2 < \alpha < 8$
Than bùn và sét có hàm lượng hữu cơ cao	$q_c < 0,7$ Mpa	$1,5 < \alpha < 4$
	$50 < w \leq 100$	$1 < \alpha < 1,5$
	$100 < w \leq 200$	$0,4 < \alpha < 1,0$
	$w > 200$	
Đá phần	$2 < q_c \leq 3$ Mpa	$2 < \alpha < 4$

Đất	q_c	α
	$q_c > 3 \text{ Mpa}$	$1,5 < \alpha < 3$
Cát	$q_c < 5 \text{ Mpa}$	$\alpha = 2$
	$q_c > 10 \text{ Mpa}$	$\alpha = 1,5$

(2) Dựa vào sức kháng xuyên q_c , mô đun biến dạng ($E_o = \alpha_c \cdot q_c$) của đất nền vùng Hà Nội được xác định theo Bảng D.2.1.

Bảng D.2.1 - Quan hệ q_c và mô đun biến dạng

Loại đất	Giới hạn q_c (10^5 Pa)	Giá trị α_c
Sét, sét pha	$q_c < 15$	$5 < \alpha_c < 8$
Chặt, cứng	$q_c > 15$	$3 < \alpha_c < 6$
sét, sét pha	$q_c > 8$	$4,5 < \alpha_c < 7,5$
Đẻo mềm, dẻo chảy	$q_c < 7$	$3 < \alpha_c < 6$
Bùn sét	$w (\%) < 70$	$3 < \alpha_c < 6$
Bùn sét pha	$q_c < 6; w (\%) > 70$	$2 < \alpha_c < 4$
Cát pha	$10 < \alpha_c < 35$	$3 < \alpha_c < 5$
Cát	$q_c > 20$	$1,5 < \alpha_c < 3$

- Giá trị $E_o = \alpha_o q_c$, trong đó E_o là mô đun nén một trục trong phòng thí nghiệm, có đơn vị đo là 10^5 Pa .

$$E_o = \frac{1 - e_o}{a}$$

trong đó:

α_o là hệ số tương quan giữa E_o và q_c ;

q_c là sức kháng mũi xuyên của thiết bị xuyên P.V.S.

E_o là mô đun nén một trục trong phòng thí nghiệm, tính bằng kilôpascan (kPa);

e_o là hệ số rỗng ban đầu của đất;

a là hệ số nén lún của đất, tính bằng một phần một trăm kilôpascan mũ trừ một ($\frac{1}{100} \text{ kPa}^{-1}$).

D.5 Ví dụ về từ kết quả CPT xác định mô đun nén một trục có phụ thuộc vào ứng suất

(1) Đây là ví dụ về việc xác định mô đun nén một trục có phụ thuộc vào ứng suất (E_{oed}), thường được kiến nghị cho tính toán độ lún của móng nông, được tính như sau:

$$E_{oed} = w_1 P_a \left[\frac{\sigma'_{vo} + 0,5 \Delta \sigma'_v}{P_a} \right]^{w_2}$$

trong đó:

w_1 là hệ số độ cứng;

w_2 là số mũ độ cứng:

- Đối với cát có hệ số đồng nhất $C_u \leq 3$, $w_2 = 0,5$;

- Đối với sét có độ dẻo thấp ($I_p \leq 10$; $w_L \leq 35$), $w_2 = 0,6$.

σ'_v là ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng tại đáy móng hoặc tại độ sâu bất kỳ ở phía dưới do trọng lượng của cột đất;

$\Delta \sigma'_v$ là ứng suất hiệu quả theo phương thẳng đứng tại đáy móng hoặc tại độ sâu bất kỳ ở phía dưới;

P_a là áp suất khí quyển;

I_p là chỉ số dẻo;

w_L là giới hạn chảy.

(2) Tùy theo loại đất, các giá trị của hệ số độ cứng w_1 có thể được xác định từ kết quả CPT theo ví dụ các phương trình sau:

Cát cấp phối xấu ($C_u \leq 3$) nằm trên mực nước dưới đất;

$$w_1 = 167 \lg q_c + 113 \quad (\text{khoảng giá trị: } 5 \text{ Mpa} \leq q_c \leq 30 \text{ Mpa})$$

Cát cấp phối tốt ($C_u > 6$) nằm trên mực nước dưới đất;

$$w_1 = 463 \lg q_c - 13 \quad (\text{khoảng giá trị: } 5 \text{ Mpa} \leq q_c \leq 30 \text{ Mpa})$$

Đất sét dẻo thấp, ít nhất có độ sệt cứng ($0,75 \leq I_c \leq 1,30$) và nằm trên mực nước dưới đất (I_c là chỉ số sệt);

$$w_1 = 15,2 q_c + 50 \quad (\text{khoảng giá trị: } 0,6 \text{ Mpa} \leq q_c \leq 3,5 \text{ Mpa})$$

GHI CHÚ 1: Ví dụ đã được lập từ các kết quả thí nghiệm thực hiện với thiết bị xuyên tĩnh áp điện và thí nghiệm nén cố kết trong phòng.

GHI CHÚ 2: Những ví dụ này được Stenzel và cộng sự (1978) và Biedermann (1984) đăng tải và cho trong DIN4094- 1 : 2002. Để có thêm thông tin và ví dụ, xem X.3.1.

D.6 Ví dụ về một tương quan giữa sức chịu tải trọng nén của cọc đơn và sức kháng xuyên mũi.

(1) Bảng D.3 và D.4 cho các ví dụ về tương quan đã xác lập giữa kết quả thí nghiệm nén tĩnh và kết quả CPT cho đất hạt thô với rất ít hoặc không có hạt mịn. Sức kháng đơn vị ở mũi cọc p_b và sức kháng đơn vị thân p_s của cọc chế tạo tại chỗ được xác định theo sức kháng xuyên mũi (q_c) (CPT) và độ lún chuẩn hóa ở đầu cọc.

Bảng D.3 – Sức kháng mũi đơn vị p_b của cọc chế tạo tại hiện trường trong đất hạt thô với ít hoặc không có hạt mịn.

Độ lún chuẩn hóa $s/D_s; s/D_b$	Sức kháng đơn vị ở mũi cọc p_b , MPa ứng với sức kháng xuyên mũi trung bình q_c (CPT), MPa			
	$q_c = 10$	$q_c = 15$	$q_c = 20$	$q_c = 25$
0,02	0,70	1,05	1,40	1,75
0,03	0,90	1,35	1,80	2,25
0,10 ($=s_g$)	2,00	3,00	3,50	4,00

GHI CHÚ: Giá trị trung gian có thể được nội suy tuyến tính.

Trong trường hợp cọc chế tạo tại chỗ có mở rộng mũi, các giá trị sẽ được nhân với 0,75.

s là độ lún chuẩn hóa ở đầu cọc

D_s là đường kính của thân cọc

D_b là đường kính của mũi cọc

s_g là độ lún giới hạn của đầu cọc

Bảng D. 4 – Sức kháng đơn vị dọc thân cọc (ma sát bên), p_s , của cọc chế tạo tại chỗ trong đất hạt thô với ít hoặc không có hạt mịn.

Sức kháng xuyên mũi trung bình q_c (CPT) MPa	Ma sát bên p_s MPa
0	0
5	0,040
10	0,080
≥ 15	0,120

GHI CHÚ: Giá trị trung gian được nội suy tuyến tính

GHI CHÚ 1: Ví dụ được lập theo các kết quả thí nghiệm với thiết bị xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng.

GHI CHÚ 2: Ví dụ này được cho trong DIN 1054 (2003 - 01). Để có thêm thông tin và ví dụ, xem X.3.1.

D.7. Ví dụ về một phương pháp xác định sức chịu tải trọng nén của cọc đơn.

(1) Sau đây là ví dụ về việc xác định sức chịu tải cực hạn của một cọc đơn theo các giá trị q_c thu được từ một thí nghiệm xuyên tĩnh áp điện. Trong trường hợp đất quá cố kết, hoặc trong trường hợp xuyên CPT trước khi thi công hố đào thì giá trị q_c nên được giảm xuống.

(2) Sức chịu tải cực hạn của cọc đơn tính bằng:

$$F_{\max} = F_{\max;\text{base}} + F_{\max;\text{shaft}}$$

trong đó:

$$F_{\max;\text{base}} = A_{\text{base}} \times P_{\max;\text{base}}$$

$$\text{và: } F_{\max;\text{shaft}} = C_p \int_0^{\Delta L} P_{\max;\text{shaft};z} dz$$

trong đó:

A_{base} là diện tích tiết diện mũi cọc, tính bằng mét vuông (m^2);

C_p là chu vi phần thân cọc trong lớp đất mà mũi cọc tựa vào, m;

$F_{\max}$ là sức chịu tải nén lớn nhất của cọc, tính bằng Meganiuton (MN);

$F_{\max;\text{base}}$ là sức kháng lớn nhất ở mũi cọc, tính bằng Meganiuton (MN);

$F_{\max;\text{shaft}}$ là ma sát bên lớn nhất ở thân cọc, tính bằng Meganiuton (MN);

$F_{\max;\text{shaft};z}$ là ma sát bên đơn vị lớn nhất, tại độ sâu z , tính bằng Megapascal (MPa);

$P_{\max;\text{base}}$ là sức kháng đơn vị lớn nhất ở mũi cọc, tính bằng Megapascal (MPa);

ΔL là khoảng cách từ mũi cọc đến đáy của lớp đất đầu tiên nằm trên mũi cọc với $q_c < 2 \text{ MPa}$; ngoài ra $\Delta L \leq$ chiều dài đoạn mở rộng mũi cọc nếu có, tính bằng mét (m);

z là chiều sâu (chiều dương hướng xuống dưới);

D_{eq} là đường kính tương đương của phần mũi cọc, tính bằng mét (m);

$$D_{\text{eq}} = 1,13 \times a \sqrt{\frac{b}{a}}$$

trong đó:

a là chiều dài cạnh nhỏ hơn của tiết diện mũi cọc, tính bằng mét (m);

b là cạnh lớn hơn, tính bằng mét (m) với $b \leq 1,5 \times a$

(3) Sức kháng đơn vị lớn nhất ở mũi cọc $P_{\max;\text{base}}$ có thể xác định từ phương trình sau đây:

$$P_{\max;\text{base}} = 0,5 \alpha_p \beta S \left\{ \frac{q_{c;I;\text{mean}} + q_{c;II;\text{mean}}}{2} + q_{c;III;\text{mean}} \right\}$$

và $P_{\max;\text{base}} \leq 15 \text{ MPa}$

trong đó:

α_p là hệ số phụ thuộc vào loại cọc, được cho trong Bảng D.5;

β là hệ số phụ thuộc vào hình dạng của mũi cọc, như thể hiện trên Hình D.3; β được xác định bằng nội suy giữa các giá trị biên cho trên Hình D.3;

s là hệ số phụ thuộc hình dạng mũi cọc và được xác định như sau:

$$s = (1 + \frac{\sin \varphi'}{r}) / (1 + \sin \varphi')$$

trong đó:

$r = L/B$;

L là cạnh lớn của tiết diện mũi cọc hình chữ nhật;

B là cạnh nhỏ của tiết diện mũi cọc hình chữ nhật;

φ' là góc ma sát trong của đất.

$q_{c,I;mean}$ là giá trị trung bình của $q_{c,I}$ trong khoảng độ sâu từ cao độ mũi cọc đến cao độ $(0,7D_{eq} \div 4D_{eq})$ phía dưới mũi cọc, trong đó D_{eq} là đường kính tương đương của mũi cọc (xem Hình D.2);

$$q_{c,I;mean} = \frac{1}{d_{crit}} \int_0^{d_{crit}} q_{c,I} dz$$

với $0,7D_{eq} < d_{crit} < 4D_{eq}$

Tại độ sâu tới hạn giá trị tính toán của $P_{max;base}$ trở thành nhỏ nhất;

$q_{c,II;mean}$ là giá trị trung bình của các giá trị thấp nhất của $q_{c,II}$ trong khoảng từ độ sâu tới hạn đến mũi cọc (xem hình D.2);

$$q_{c,II;mean} = \frac{1}{d_{crit}} \int_{d_{crit}}^0 q_{c,II} dz$$

$q_{c,III;mean}$ là giá trị trung bình của các giá trị $q_{c,III}$ trong khoảng độ sâu từ cao độ mũi cọc đến cao độ khoảng 8 lần đường kính mũi cọc về phía trên, hoặc trong trường hợp $b > 1,5 \times a$ thì lấy $8 \times a$ phía trên mũi cọc. Quy trình này bắt đầu với giá trị $q_{c,II}$ thấp nhất đã dùng cho tính toán $q_{c,II;mean}$ (xem hình D.2);

$$q_{c,III;mean} = \frac{1}{8D_{eq}} \int_0^{-8D_{eq}} q_{c,III} dz$$

Đối với cọc chế tạo tại chỗ bằng phương pháp guồng xoắn liên tục, $q_{c,III;mean}$ không được vượt quá 2 MPa, trừ khi các kết quả CPT được thực hiện cách cọc ≤ 1 m sau khi đã thi công cọc được dùng để tính toán sức chịu tải trọng nén;

(4) Ma sát bên lớn nhất $P_{max;shaft;z}$ nên xác định như sau:

$$P_{max;shaft;z} = \alpha_s \times q_{c;z;a}$$

trong đó:

α_s là hệ số lấy theo Bảng D.5 và Bảng D.6;

$q_{c;z;a}$ là giá trị của q_c tại độ sâu z, tính bằng Megapascal (MPa).

nếu $q_{c;z} \geq 12$ MPa trên khoảng độ sâu liên tục 1 m hoặc hơn thì $q_{c;z;a} \leq 15$ MPa trên khoảng đó.

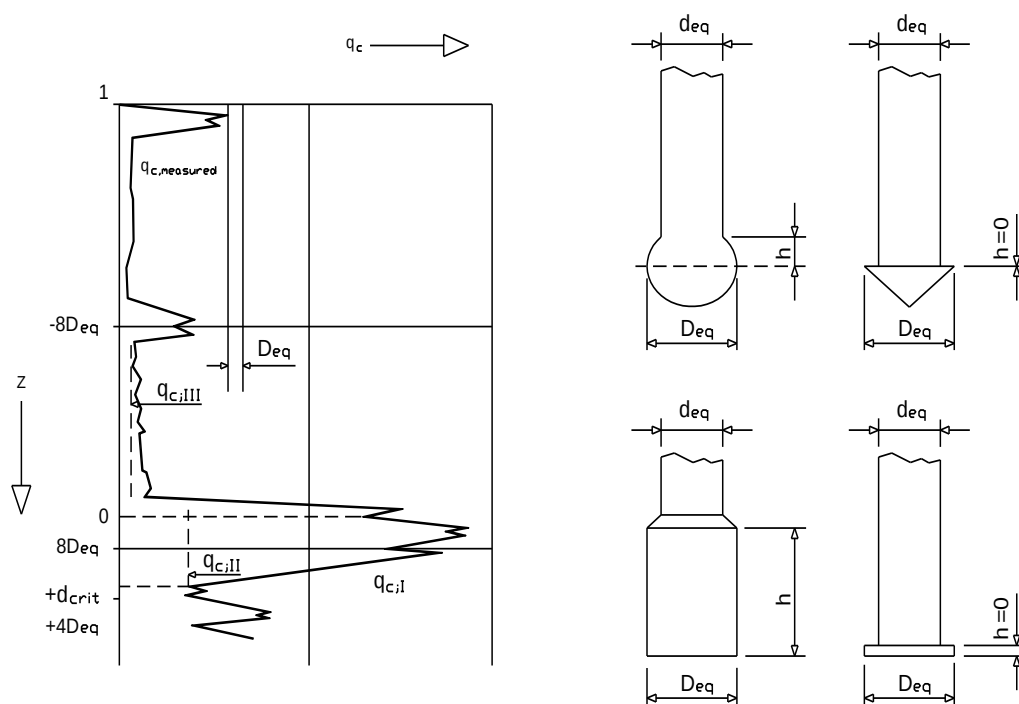
Nếu khoảng độ sâu với $q_{c;z;a} > 12$ MPa là nhỏ hơn 1 m thì $q_c \leq 12$ MPa trên đoạn đó.

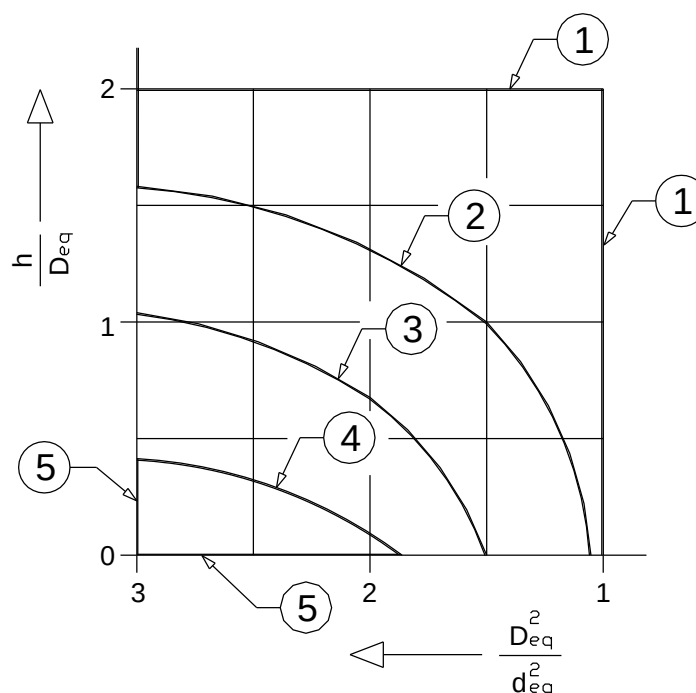
Bảng D.5 – Giá trị lớn nhất của α_p và α_s cho cát và cát lẫn cuội sỏi

Loại cọc	α_p	α_s^a
Cọc chuyển dịch, đường kính > 150 mm		
– cọc đóng chế tạo sẵn,	1,0	0,010
– cọc chế tạo tại chỗ tạo lỗ bằng cách đóng ống thép với đáy bịt kín. Ống thép được thu hồi trong quá trình đổ bê tông.	1,0	0,012
Cọc thay thế, đường kính > 150 mm		
– cọc khoan guồng xoắn	0,8	0,006 ^b
– cọc khoan nhồi (với dung dịch khoan)	0,6	0,005
a. Các giá trị trên áp dụng cho cát mịn và cát thô. Đối với cát rất thô cần áp dụng hệ số giảm 0,75; với cuội sỏi thì hệ số giảm bằng 0,5. b. Giá trị này được sử dụng trong trường hợp áp dụng những kết quả xuyên thực hiện trước khi thi công cọc. Khi CPT được thực hiện gần cọc khoan guồng, α_s nên tăng lên đến 0,01.		

Bảng D.6 – Giá trị lớn nhất của α_s cho sét, bụi và than bùn

Loại đất	q_c , MPa	α_s
sét	> 3	$< 0,030$
sét	< 3	$< 0,020$
bụi		$< 0,025$
than bùn		0

**Hình D.2 - Giải thích ký hiệu $q_{c,I}$, $q_{c,II}$ và $q_{c,III}$**



CHÚ DẪN:

1 : đường biên 1; $\beta = 1,0$;

2: đường biên 2; $\beta = 0,9$;

3: đường biên 3; $\beta = 0,8$;

4: đường biên 4; $\beta = 0,7$;

5: đường biên 5; $\beta = 0,6$;

H, D_{eq} và d_{eq} xem hình D.2

Hình D.3 - Hệ số hình dạng mũi cọc (β)

GHI CHÚ: Ví dụ này được cho trong NEN 6743- 1. Để có thêm thông tin và ví dụ, xem X.3.1

(5) Xác định sức chịu tải của móng cọc bằng kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh

a) Độ sâu ngàm cọc tới hạn D_c là độ sâu ngàm cọc cần thiết vào trong đất mà vượt quá giá trị đó thì sức kháng mũi cọc Q_p giữ nguyên giá trị không đổi.

- Trường hợp đất nền một lớp: $D_c = 6B$ (B là cạnh của cọc);

- Trường hợp đất nền nhiều lớp: $D_c = 3B$ khi $\sigma_g \geq 0,1$ MPa;

$D_c = 3B \div 6B$ khi $\sigma_g < 0,1$ MPa;

trong đó: σ_g là áp lực cọc đất.

b) sức kháng mũi cọc được xác định theo công thức:

$$Q_p = A \cdot q_p$$

trong đó:

A là tiết diện mũi cọc;

q_p là ứng suất giới hạn mũi cọc.

Giá trị q_p được xác định bằng công thức:

$$q_p = K_c \cdot q_c$$

trong đó:

K_c lấy theo Bảng D.6.1;

q_c là sức kháng mũi côn trung bình, lấy trong khoảng 3 B phía trên và 3 B phía dưới mũi cọc.

c) Ma sát toàn bộ thành cọc giới hạn F_s được xác định bằng công thức:

$$F_s = U \sum h_{si} q_{si}$$

trong đó:

$P \cdot h_{si}$ là diện tích mặt bên thành cọc ở lớp đất thứ i, tính bằng mét vuông (m^2);

U là chu vi cọc, tính bằng mét (m);

h_{si} là bề dày lớp đất thứ i, tính bằng mét (m);

q_{si} là ma sát thành đơn vị của lớp đất thứ i, đơn vị đo là kPa và được xác định theo sức kháng mũi côn q_c ở cùng độ sâu, theo công thức:

$$q_{si} = \frac{q_{ci}}{\alpha_i}$$

trong đó hệ số α phụ thuộc vào loại đất và loại cọc, và lấy theo Bảng D.6.1.

Bảng D.6.1 - Trị số thí nghiệm xuyên tĩnh cho các loại cọc

Loại đất	Sức kháng mũi côn (***) q_c (kPa)	Hệ số mang tải K_c		Hệ số α				Giá trị cực đại (kPa)			
		Cọc nhồi	Cọc đóng	Cọc nhồi		Cọc đóng		Cọc nhồi		Cọc đóng	
				Thành bê tông	Thành ống thép	Thành bê tông	Thành ống thép	Thành bê tông	Thành ống thép	Thành bê tông	Thành ống thép
Đất loại sét chảy, bùn (*)	Lớn hơn 2 000	0,4	0,5	30	30	30	30	15	15	15	15

Đất loại cứng vừa	2 000 đến 5 000	0,35	0,45	40	80	40	80	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35
Đất loại sét cứng đến rất cứng	Lớn hơn 5 000	0,45	0,55	60	120	60	120	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35
Cát chảy	0 đến 2 500	0,4	0,5	(60) (**) 120	150	(60) 80	(120) 60	35	35	35	35
Cát chặt vừa	2 500 đến 10 000	0,4	0,5	(100) 180	(200) 250	1 000	(200) 250	(120) 80	(80) 35	(120) 80	35
Cát chặt đến rất chặt	Lớn hơn 1 000	0,3	0,4	150	300 (200)	150	300 (200)	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120
Đá phan, mềm	Lớn hơn 5 000	0,2	0,3	100	120	100	120	35	35	35	35
Đá phan phong hóa, mảnh vụn	Lớn hơn 5 000	0,2	0,4	60	80	60	80	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120

CHÚ THÍCH:

(*) Cần hết sức thận trọng trong khi lấy giá trị ma sát thành cọc của sét mềm và bùn, vì khi tác dụng một tải trọng nhỏ lên nó, hoặc cả với tải trọng bản thân cũng làm cho loại đất này lún và tạo ra ma sát âm;

(**) Các giá trị trong ngoặc có thể sử dụng khi;

- Đối với cọc nhồi, thành hố được giữ tốt, khi thi công, không gây phá hoại thành hố và thi công đổ cọc đạt chất lượng cao;

- Đối với cọc đóng có tác dụng làm chặt đất khi đóng cọc;

(***) Giá trị sức kháng mũi cọc nêu trong Bảng D.6.1 ứng với mũi cọc đơn giản.

d) Sức chịu tải cho phép của một cọc được xác định bằng cách lấy sức chịu tải giới hạn tính được theo quy định trên, chia cho hệ số an toàn F; F từ 2 đến 3 cho yếu tố mũi cọc và F = 2 cho yếu tố ma sát thành cọc.

Phụ lục E

(Tham khảo)

Thí nghiệm nén ngang trong hố khoan (PMT)**E.1 Ví dụ về phương pháp tính toán sức chịu tải của móng nông**

(1) Dưới đây trình bày ví dụ về phương pháp tính toán sức chịu tải của móng nông theo phương pháp bán thực nghiệm và kết quả thí nghiệm nén ngang Ménard.

(2) Sức chịu tải được tính toán theo công thức:

$$R/A' = \sigma_{v0} + k(p_{LM} - p_0)$$

trong đó:

R là sức chịu tải trọng theo thẳng đứng;

A' là diện tích hữu hiệu của đáy móng, theo định nghĩa trong TCVN... (EN 1997-1);

σ_{v0} là ứng suất tổng cộng theo phương thẳng đứng ở trạng thái ban đầu tại cao độ đặt móng;

p_{LM} là giá trị đại diện của áp lực giới hạn trong thí nghiệm nén ngang kiểu Ménard tại cao độ đặt móng;

p_0 là giá trị $[K_0(\sigma_{v0} - u) + u]$, với K_0 thường lấy bằng 0,5; σ_{v0} là ứng suất tổng cộng theo phương thẳng đứng ở trạng thái ban đầu tại độ sâu thí nghiệm và u là áp lực nước lỗ rỗng ở độ sâu thí nghiệm;

k là hệ số sức chịu tải, được cho trong Bảng E.1;

B là bề rộng móng;

L là chiều dài móng;

D_e là độ sâu tương đương của móng.

Bảng E.1 - Tương quan để xác định hệ số sức chịu tải, k , cho móng nông

Loại đất, đá	Cấp áp lực p_{LM}	p_{LM} MPa	k
Sét và bụi	A	< 0,7	$0,8[1 + 0,25(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$
	B	1,2 - 2,0	$0,8[1 + 0,35(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$
	C	> 2,5	$0,8[1 + 0,50(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$
Cát và sạn sỏi	A	< 0,5	$[1 + 0,35(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$
	B	1,0 - 2,0	$[1 + 0,50(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$
	C	> 2,5	$[1 + 0,80(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$
Đá phần			$1,3[1 + 0,27(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$
Đá mac-nơ và đá phong hóa			$[1 + 0,27(0,6 + 0,4B/L) \times D_e / B]$

GHI CHÚ: Ví dụ này được Bộ Nhà ở và giao thông Pháp đăng tải năm 1993. Xem X.3.2 để có thêm thông tin và ví dụ.

E.2 Ví dụ về phương pháp tính toán độ lún của móng nông

(1) Phần tiếp theo là ví dụ về một phương pháp tính toán độ lún, (s), của móng nông theo phương pháp bán thực nghiệm được xây dựng cho các thí nghiệm nén ngang Ménard.

$$s = (q - \sigma_{v0}) \times \left[\frac{2B_0}{9E_d} \times \left(\frac{\lambda_d B}{B_0} \right) + \frac{\alpha \lambda_c B}{9E_c} \right]$$

trong đó:

B_0 là bề rộng tham chiếu, bằng 0,6 m;

B là bề rộng móng;

λ_d , λ_c là các hệ số hình dạng, được cho trong Bảng E.2;

α là hệ số lưu biến, được cho trong Bảng E.3;

E_c là giá trị có trọng số của E_M ngay dưới móng;

E_d là trung bình điều hòa của E_M ở tất cả các lớp trong phạm vi tới $8 \times B$ bên dưới móng;

σ_{v0} là ứng suất tổng cộng theo phương thẳng đứng ở trạng thái ban đầu tại cao độ đặt móng;

q là áp lực thiết kế theo phương thẳng đứng tại đáy móng.

Bảng E.2 – Các hệ số hình dạng, λ_d , λ_c , để tính toán độ lún của móng nông

L/B	Tròn	Vuông	2	3	5	20
λ_d	1	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65
λ_c	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5