

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11820-4-1:2020

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH CẢNG BIỂN -
YÊU CẦU THIẾT KẾ - PHẦN 4-1: NỀN MÓNG**

*Marine Port Facilities - Design Requirements -
Part 4-1: Foundation*

HÀ NỘI – 2020

DRAFT-03.2025

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và từ viết tắt	8
4 Nguyên tắc chung	9
4.1 Tổng quát	9
4.2 Các tác động	10
4.3 Các đặc trưng của đất nền	11
4.4 Số liệu hình học	12
4.5 Giá trị đặc trưng	13
4.6 Giá trị thiết kế	14
4.7 Trạng thái giới hạn cực hạn	17
4.8 Trạng thái giới hạn khả năng sử dụng	22
4.9 Giá trị giới hạn về chuyển vị của móng	22
4.10 Đất	23
5 Áp lực đất	27
5.1 Quy định chung	27
5.2 Áp lực đất trong trạng thái thường xuyên	28
5.3 Áp lực đất trong động đất	31
6 Độ lún của móng	36
6.1 Ứng suất trong khối đất	36
6.2 Lún tức thời	36
6.3 Lún cố kết	37
6.4 Chuyển vị ngang	41
6.5 Độ lún không đều	41
7 Móng nông	42
7.1 Quy định chung	42
7.2 Tải trọng và trường hợp thiết kế	42
7.3 Các xem xét trong thiết kế	42
7.4 Mô hình tính toán	43
7.5 Thiết kế trạng thái giới hạn cực hạn	49
7.6 Thiết kế trạng thái giới hạn khả năng sử dụng	53
7.7 Thiết kế kết cấu	54
8 Móng cọc	54
8.1 Quy định chung	54

TCVN 11820-4-1:2020

8.2	Lựa chọn và thiết kế móng cọc	54
8.3	Tải trọng và các trường hợp thiết kế	56
8.4	Các xem xét trong thiết kế	56
8.5	Mô hình tính	58
8.6	Thiết kế trạng thái giới hạn cực hạn	78
8.7	Trạng thái giới hạn khả năng sử dụng	83
8.8	Thiết kế kết cấu	84
9	Phá hoại do thủy lực	86
9.1	Quy định chung	86
9.2	Phá hoại do trời nền	86
10	Ổn định tổng thể	87
10.1	Quy định chung	87
10.2	Các trạng thái giới hạn	88
10.3	Tải trọng và các trường hợp thiết kế	88
10.4	Những lưu ý về thiết kế và thi công	89
10.5	Thiết kế trạng thái giới hạn cực hạn	90
10.6	Thiết kế trạng thái giới hạn điều kiện sử dụng	91
10.7	Quan trắc	91
Phụ lục A (Quy định) Cách tiếp cận thiết kế và giá trị các hệ số thành phần, hệ số tương quan và hệ số mô hình đối với các trạng thái giới hạn cực hạn		93
A.1	Các thông số được xác định trong tiêu chuẩn này	93
A.2	Các hệ số thành phần để kiểm tra trạng thái giới hạn cân bằng (EQU)	93
A.3	Các hệ số thành phần để kiểm tra trạng thái giới hạn kết cấu (STR) và địa kỹ thuật (GEO)	95
A.4	Các hệ số thành phần để kiểm tra trạng thái giới hạn đẩy nổi (UPL)	99
A.5	Các hệ số thành phần tải trọng để kiểm tra đối với trạng thái giới hạn trời thủy lực (HYD)	100
A.6	Các hệ số mô hình	100
Phụ lục B (Tham khảo) Sức chịu tải của móng nông		102
B.1	Quy định chung	102
B.2	Sức chịu tải của móng trên nền đất cát (hạt thô)	102
B.3	Sức chịu tải của móng trên nền đất sét (hạt mịn)	104
B.4	Sức chịu tải của nền nhiều lớp	105
B.5	Sức chịu tải đối với tải trọng lệch tâm và tải trọng nghiêng	106
Phụ lục C (Tham khảo) Sức chịu tải của móng cọc		112
C.1	Sức chịu tải dọc trục thiết kế của cọc	112
C.2	Sức kháng nhỏ thiết kế của cọc	130
C.3	Sức chịu tải ngang thiết kế của cọc	134
C.4	Nguyên tắc chung thiết kế cọc	152
C.5	Thiết kế chi tiết	153

Phụ lục D (Tham khảo) Sức chịu tải của cọc trong đá.....	159
D.1 Quy định chung	159
D.2 Sức chịu tải thân cọc, tức là các hốc trong đá (thường chỉ áp dụng cho cọc thay thế)	159
D.3 Sức chịu tải mũi cọc (áp dụng cho cả cọc chiếm chỗ và thay thế)	161
Phụ lục E (Tham khảo) Các phương pháp xác định sức chịu tải ngang của cọc	163
E.1 Phương pháp Broms	163
E.2 Phương pháp Brinch Hansen	178
Phụ lục F (Tham khảo) Ổn định mái dốc	185
F.1 Quy định chung	185
F.2 Phân tích ổn định	186
Phụ lục G (Tham khảo) Ví dụ về các đánh giá độ lún.....	191
G.1 Quy định chung	191
G.2 Ví dụ về phương pháp tính toán độ lún.....	192
Phụ lục H (Tham khảo) Độ chặt tương đối	194
H.1 Mối tương quan giữa số búa và độ chặt tương đối	194
Thư mục tài liệu tham khảo.....	196

TCVN 11820-4-1:2020

Lời nói đầu

TCVN 11820-4-1:2020 biên soạn trên cơ sở tham khảo OCDI: Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình cảng và bể cảng Nhật Bản, BS EN 1997-1:2004+A1: 2013 và BS 8004: 2015.

TCVN 11820-4-1:2020 do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 11820, Công trình Cảng biển - Yêu cầu thiết kế dự kiến bao gồm các phần sau:

- Phần 1: Nguyên tắc chung;
- Phần 2: Tải trọng và tác động;
- Phần 3: Yêu cầu về vật liệu;
- Phần 4: Nền móng và cải tạo đất
 - Phần 4-1: Nền móng;
 - Phần 4-2: Cải tạo đất;
- Phần 5: Công trình bến;
- Phần 6: Đê chắn sóng;
- Phần 7: Luồng tàu và bể cảng;
- Phần 8: Ụ khô, âu tàu, triền và bến nhà máy đóng tàu;
- Phần 9: Nạo vét và tôn tạo đất;
- Phần 10: Công trình cảng khác.

Công trình cảng biển - Yêu cầu thiết kế - Phần 4-1: Nền móng

Mairine Port Facilities - Design Requirements - Part 4-1: Foundation.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này được áp dụng cho công tác thiết kế nền móng (thiết kế mới, cải tạo và nâng cấp) đối với các công trình cảng biển.

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho công tác thiết kế nền móng đối với công trình khác có điều kiện làm việc và đặc tính kỹ thuật tương tự.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất 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 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):

TCVN 189:1996, *Móng cọc tiết diện nhỏ - Tiêu chuẩn thiết kế;*

TCVN 5747:1993, *Đất xây dựng – Phân loại;*

TCVN 5574:2012, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế;*

TCVN 7888:2014, *Cọc bê tông ly tâm ứng lực trước;*

TCVN 9245:2012, *Cọc ống thép;*

TCVN 9246:2012, *Cọc ống ván thép;*

TCVN 9386-2:2012, *Thiết kế công trình chịu động đất - Phần 2: Nền móng, tường chắn và các vấn đề địa kỹ thuật;*

TCVN 9393:2012, *Cọc - Phương pháp thử nghiệm tại hiện trường bằng tải ép tĩnh dọc trục;*

TCVN 9394:2012, *Đóng và ép cọc - Thi công và nghiệm thu;*

TCVN 9395:2012, *Cọc khoan nhồi - Thi công và nghiệm thu;*

TCVN 9685:2013, *Cọc ván thép cán nóng;*

TCVN 10304:2014, *Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế;*

TCVN 11820-4-1:2020

TCVN 10317:2014, *Cọc ống thép và cọc ống ván thép sử dụng trong xây dựng công trình cảng - Thi công và nghiệm thu;*

TCVN 11820-1: 2017, *Công trình Cảng biển - Yêu cầu thiết kế - Phần 1: Nguyên tắc chung;*

TCVN 11820-2: 2017, *Công trình Cảng biển - Yêu cầu thiết kế - Phần 2: Tải trọng và tác động;*

TCVN 11820-3: 2019, *Công trình Cảng biển - Yêu cầu thiết kế - Phần 3: Yêu cầu vật liệu;*

JIS A 5372, *Precast Reinforced Concrete Products (Sản phẩm cọc bê tông cốt thép đúc sẵn).*

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và từ viết tắt

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa và từ viết tắt nêu trong TCVN 11820-1:2017, TCVN 11820-2:2017, TCVN 11820-3:2019 và các thuật ngữ định nghĩa sau:

3.1

Móng nông (Shallow Foundation)

Là loại móng có chiều sâu chôn móng nhỏ hơn chiều rộng nhỏ nhất của móng và khi chịu tải trọng không tính đến ma sát hông của đất ở xung quanh với móng.

3.2

Móng cọc (Pile Foundation)

Hệ thống cọc được nối lại với nhau trong một cấu trúc thống nhất truyền tải trọng lên nền.

3.3

Cọc (Pile)

Cấu kiện thẳng đứng hoặc xiên, được hạ vào đất hoặc thi công tại chỗ trong đất, để truyền tải trọng vào nền.

3.4

Tỷ số độ mảnh của cọc (Slenderness ratio of pile)

Tỷ số độ mảnh của cọc là tỷ số giữa chiều dài và đường kính cọc.

3.5

Cọc tiết diện nhỏ (micropiles)

Cọc khoan có đường kính nhỏ hơn 250 mm.

4 Nguyên tắc chung

4.1 Tổng quát

- 1) Thiết kế nền móng phải phù hợp với những yêu cầu của TCVN 11820-1: 2017, TCVN 11820-2: 2017 và những quy định riêng của tiêu chuẩn này. Thiết kế nền móng phải xem xét đến:
 - Các tải trọng có thể là tải trọng cưỡng bức hoặc chuyển vị cưỡng bức, ví dụ như chuyển vị của nền;
 - Đặc tính của đất, đá và các vật liệu khác;
 - Kích thước hình học của nền móng;
 - Giá trị giới hạn của biến dạng, mở rộng vết nứt, chấn động,...
 - Các mô hình tính toán.
- 2) Sự hiểu biết về điều kiện của nền phụ thuộc vào quy mô và chất lượng của công tác khảo sát địa kỹ thuật. Để đảm bảo các yêu cầu cơ bản, sự hiểu biết đó và sự kiểm soát chất lượng thi công có ý nghĩa hơn so với độ chính xác của mô hình tính toán và các hệ số thành phần.
- 3) Mô hình tính toán phải mô tả được giả thiết về sự làm việc của đất nền ở trạng thái giới hạn được xem xét.
- 4) Nếu không có sẵn mô hình tính toán đáng tin cậy về một trạng thái giới hạn cụ thể, tiến hành phân tích một trạng thái giới hạn khác với các hệ số để bảo đảm rằng việc vượt quá trạng thái giới hạn cụ thể đó có thể coi như không xảy ra. Những lựa chọn khác là cần tiến hành thiết kế theo số liệu đo theo quy định, mô hình thực nghiệm và thí nghiệm tải trọng, hoặc phương pháp quan trắc.
- 5) Mô hình tính toán có thể gồm các dạng sau đây:
 - Mô hình giải tích;
 - Mô hình bán thực nghiệm;
 - Mô hình số.
- 6) Bất cứ mô hình tính toán nào cũng cần chính xác hoặc có sai số thiên về an toàn.
- 7) Mô hình tính toán có thể bao gồm các đơn giản hóa.
- 8) Khi cần thiết, việc hiệu chỉnh kết quả thu được từ mô hình có thể được sử dụng để đảm bảo rằng tính toán thiết kế là chính xác hoặc thiên về an toàn.
- 9) Trường hợp hiệu chỉnh kết quả bằng một hệ số mô hình, cần lưu ý những vấn đề dưới đây:
 - Mức độ không chắc chắn trong các kết quả của phương pháp phân tích;
 - Những sai sót mang tính hệ thống được biết là đi kèm với phương pháp phân tích.
- 10) Nếu một quan hệ kinh nghiệm được sử dụng trong phân tích, cần phải xác lập một cách rõ ràng là phù hợp với các điều kiện đất nền có liên quan.

TCVN 11820-4-1:2020

11) Trạng thái giới hạn bao gồm việc hình thành một cơ chế trong đất nền nên được kiểm tra bằng một mô hình tính toán. Đối với trạng thái giới hạn được xem xét trên cơ sở biến dạng thì các biến dạng cần được đánh giá bằng tính toán như mô tả trong điều 4.8 của tiêu chuẩn này hoặc bằng cách đánh giá khác.

CHÚ THÍCH: Nhiều mô hình tính toán dựa trên giả thiết hệ đất nền/kết cấu có ứng xử đủ dẻo. Tuy vậy, sự thiếu tính dẻo có thể dẫn đến một trạng thái giới hạn cực hạn đặc trưng bởi sự sụp đổ đột ngột.

12) Các phương pháp số có thể thích hợp nếu sự tương thích về biến dạng hoặc sự tương tác giữa kết cấu và đất ở trạng thái giới hạn được xem xét.

13) Sự tương thích về biến dạng ở trạng thái giới hạn nên được xem xét. Phân tích chi tiết, tính đến độ cứng tương đối của kết cấu và đất nền, có thể cần thiết trong trường hợp xảy ra phá hoại phối hợp của các phần tử kết cấu và nền. Các ví dụ bao gồm: cọc chịu tải ngang và tường chắn mềm. Nên đặc biệt chú ý đến sự tương thích về biến dạng của các vật liệu giòn hoặc có đặc tính mềm hóa khi biến dạng.

14) Trong một số bài toán, như hố đào chống đỡ bằng tường vách mềm, cường độ và sự phân bố áp lực đất, nội lực trong kết cấu và mô men uốn phụ thuộc nhiều vào độ cứng của kết cấu, độ cứng và cường độ của đất nền và trạng thái ứng suất trong đất.

15) Trong những bài toán về tương tác giữa nền đất - kết cấu, việc phân tích nên sử dụng các quan hệ ứng suất - biến dạng của đất nền và vật liệu kết cấu và trạng thái ứng suất trong nền đất có đủ tính đại diện cho trạng thái giới hạn được xem xét nhằm có được một kết quả an toàn.

4.2 Các tác động

1) Định nghĩa và các giá trị của tải trọng được lấy theo TCVN 11820-1: 2017, TCVN 11820-2: 2017.

2) Phải lựa chọn các giá trị tải trọng địa kỹ thuật sẽ sử dụng, vì những giá trị này được xác định trước khi tính toán, một số trường hợp chúng có thể thay đổi trong quá trình tính toán.

CHÚ THÍCH: Các giá trị tải trọng địa kỹ thuật có thể thay đổi trong quá trình tính toán. Trong trường hợp đó, chúng được đưa vào như ước tính ban đầu để bắt đầu tính toán với giá trị sơ bộ.

3) Mọi sự tương tác giữa kết cấu và đất nền phải được kể đến khi xác định các tải trọng được đưa vào thiết kế.

4) Trong thiết kế địa kỹ thuật, các tác động dưới đây nên được xem xét:

- Trọng lượng của đất, đá và nước;
- Ứng suất trong đất;
- Áp lực đất;
- Áp lực của nước mặt, bao gồm áp lực sóng;
- Áp lực nước ngầm;
- Lực thấm;

- Tải trọng bản thân và tải trọng đặt vào kết cấu;
 - Tải trọng do tàu tác dụng lên công trình;
 - Sự đỡ tải hoặc đào lấy đất đi;
 - Tải trọng do phương tiện giao thông;
 - Chuyển vị do khai thác mỏ hoặc các hoạt động đào hầm khác hoặc thi công đường ngầm;
 - Sự trương nở và co ngót do trũng trượt, thay đổi khí hậu và độ ẩm;
 - Chuyển dịch do thấm, trượt hoặc lún các khối đất;
 - Chuyển dịch do sự xói mòn, tan rã, phân hủy, tự làm chặt và hòa tan;
 - Chuyển dịch và gia tốc do động đất, nổ, chấn động và tải trọng động;
 - Ảnh hưởng của nhiệt độ;
 - Tạo ứng suất trước trong các neo đất hoặc thanh chống;
 - Ma sát âm.
- 5) Phải xem xét khả năng các tác động có thể thay đổi xảy ra đồng thời hoặc riêng rẽ.
- 6) Khoảng thời gian tác động phải được xem xét có tham chiếu ảnh hưởng của thời gian đối với đặc tính vật liệu đất, đặc biệt là tính thấm, tính nén của đất hạt mịn.
- 7) Các tác động lặp và các tác động với cường độ thay đổi phải được xem xét đặc biệt về các mặt như chuyển dịch liên tục, hóa lỏng đất, thay đổi độ cứng và độ bền của đất nền.
- 8) Tác động tạo ra các phản ứng động học trong kết cấu và đất nền phải được xác định để xem xét đặc biệt.
- 9) Các tác động chủ yếu do áp lực đất và nước tự do phải được xác định để xem xét đặc biệt về biến dạng, phát triển vết nứt, tính thấm thay đổi và xói mòn.

CHÚ THÍCH: Tải trọng thường xuyên bất lợi (hoặc mất ổn định) và có lợi (hoặc ổn định) trong một số tình huống có thể xem xét một cách riêng rẽ. Nếu các tình huống được xem xét như vậy, có thể áp dụng một hệ số thành phần riêng cho tổng các tải trọng hoặc cho tổng các ảnh hưởng của chúng.

4.3 Các đặc trưng của đất nền

- 1) Các đặc trưng của các khối đất và đá được định lượng để tính toán thiết kế thông qua các thông số địa kỹ thuật, phải được xác định từ kết quả thí nghiệm một cách trực tiếp hoặc bằng các tương quan, lý thuyết hoặc thực nghiệm, và từ các dữ liệu liên quan khác.
- 2) Các giá trị thu được từ kết quả thí nghiệm và các dữ liệu khác phải được diễn giải phù hợp với trạng thái giới hạn được xem xét.
- 3) Phải xem xét sự khác nhau có thể tồn tại giữa đặc trưng của đất nền và các thông số địa kỹ thuật thu được từ kết quả thí nghiệm và các đặc trưng chi phối sự làm việc của kết cấu địa kỹ thuật.

TCVN 11820-4-1:2020

4) Những khác nhau được đề cập ở trên có thể do những yếu tố sau:

- Nhiều thông số địa kỹ thuật không thực sự là hằng số vì chúng phụ thuộc vào mức độ ứng suất và kiểu biến dạng;
- Cấu trúc đất đá (ví dụ như khe nứt, sự phân lớp hoặc các hạt lớn) có thể đóng vai trò khác nhau trong thí nghiệm và trong kết cấu địa kỹ thuật;
- Các ảnh hưởng theo thời gian;
- Tác động mềm hóa do thấm nước đối với độ bền của đất và đá;
- Tác động mềm hóa do tác động động học;
- Tính giòn hoặc dẻo của đất đá được thí nghiệm;
- Phương pháp thi công kết cấu địa kỹ thuật;
- Ảnh hưởng của trình độ tay nghề đối với nền nhân tạo hoặc nền gia cố;
- Tác động của các hoạt động xây dựng đối với các đặc tính của đất nền.

5) Khi xác định các giá trị của các thông số địa kỹ thuật, nên xem xét:

- Các tài liệu đã công bố và các thông tin được thừa nhận có liên quan đến việc sử dụng mỗi loại thí nghiệm trong các điều kiện đất nền thích hợp;
- Giá trị của mỗi thông số địa kỹ thuật so với các số liệu liên quan đã được công bố và những kinh nghiệm tại chỗ nói chung;
- Sự thay đổi các thông số địa kỹ thuật có liên quan đến thiết kế;
- Kết quả của các thí nghiệm hiện trường tỷ lệ lớn và kết quả quan trắc ở những công trình lân cận;
- Tương quan giữa kết quả của nhiều loại thí nghiệm;
- Mọi suy giảm đáng kể về đặc tính vật liệu của đất nền có thể xảy ra trong suốt tuổi thọ của kết cấu.

6) Các hệ số hiệu chỉnh phải được áp dụng khi cần thiết để chuyển đổi các kết quả thí nghiệm trong phòng hoặc hiện trường theo các TCVN về thí nghiệm đất thành các giá trị đại diện cho sự làm việc của đất và đá trong đất nền đối với trạng thái giới được xem xét, hoặc xem xét đến các tương quan sử dụng để suy ra các giá trị từ kết quả thí nghiệm.

4.4 Số liệu hình học

Cao độ và độ dốc của mặt đất, mực nước, cao độ của các mặt phân cách giữa các lớp, cao độ hố đào và các kích thước của kết cấu địa kỹ thuật được xem là số liệu hình học.

4.5 Giá trị đặc trưng

4.5.1 Giá trị đặc trưng và đại diện của tải trọng

Giá trị đặc trưng và đại diện của tải trọng phải được xác định theo TCVN 11820-1: 2017, TCVN 11820-2: 2017.

4.5.2 Giá trị đặc trưng của thông số địa kỹ thuật

- 1) Việc lựa chọn giá trị đặc trưng của thông số địa kỹ thuật phải dựa trên các kết quả và các giá trị suy ra từ các thí nghiệm trong phòng và hiện trường, được bổ sung bằng những kinh nghiệm đáng tin cậy.
- 2) Giá trị đặc trưng của một thông số địa kỹ thuật phải được lựa chọn bằng cách ước tính thận trọng của giá trị tải trọng đến việc đạt tới trạng thái giới hạn.
- 3) Phương sai lớn hơn của c' so với $\tan\varphi'$ phải được xem xét khi xác định các giá trị đặc trưng của chúng.
- 4) Lựa chọn giá trị đặc trưng của thông số địa kỹ thuật cần xét đến:
 - Thông tin về địa chất và các thông tin cơ bản khác, như các số liệu từ những dự án trước đây;
 - Quy mô khảo sát ở hiện trường và thí nghiệm trong phòng;
 - Loại và số lượng mẫu thí nghiệm;
 - Kích thước khu vực của đất nền chi phối sự làm việc của kết cấu địa kỹ thuật ở trạng thái giới hạn được xem xét;
 - Khả năng kết cấu địa kỹ thuật truyền tải trọng từ vùng yếu sang vùng bền vững trong đất nền.
- 5) Giá trị đặc trưng có thể là giá trị thấp hơn, nhỏ hơn các giá trị khả dĩ nhất, hoặc giá trị ở trên, lớn hơn.
- 6) Với mỗi tính toán phải sử dụng tổ hợp bất lợi nhất của các giá trị ở cận dưới và cận trên của các thông số độc lập.
- 7) Phần nền đất chi phối sự làm việc của kết cấu địa kỹ thuật ở một trạng thái giới hạn thường lớn hơn nhiều so với mẫu thí nghiệm hoặc phần đất nền chịu ảnh hưởng trong một thí nghiệm hiện trường. Do đó giá trị của thông số chi phối nhất thường lấy bằng trị trung bình của các giá trị bao trùm một diện tích lớn hoặc thể tích lớn của nền đất. Từ giá trị trung bình này có thể ước tính được các giá trị đặc trưng.
- 8) Nếu sự làm việc của kết cấu địa kỹ thuật ở trạng thái giới hạn được xem xét bị chi phối bởi giá trị cao nhất hay thấp nhất đặc trưng của đất nền, từ các giá trị cao nhất hay thấp nhất này có thể ước tính được các giá trị đặc trưng cao nhất hay thấp nhất xảy ra trong vùng chi phối đối với sự làm việc của kết cấu địa kỹ thuật.
- 9) Khi lựa chọn vùng đất nền có tác động chi phối đối với sự làm việc của kết cấu địa kỹ thuật ở một trạng thái giới hạn, nên xét đến việc trạng thái giới hạn đó phụ thuộc vào sự làm việc của kết cấu được

TCVN 11820-4-1:2020

chống đỡ. Ví dụ khi xem xét trạng thái giới hạn chịu tải của một kết cấu đặt trên nhiều móng nông, thông số chi phối có thể là độ bền trung bình trên mỗi vùng riêng biệt của đất nền dưới móng, nếu kết cấu không đủ khả năng chống lại sự phá hoại cục bộ. Tuy vậy, nếu kết cấu đủ cứng và đủ vững chắc, thông số chi phối có thể là trung bình của các giá trị trung bình của toàn vùng hoặc của một phần vùng đất nền dưới kết cấu.

10) Nếu các phương pháp thống kê được sử dụng trong việc lựa chọn các giá trị đặc trưng của các đặc tính của nền, các phương pháp đó cần phân biệt sự khác nhau giữa các mẫu lấy tại chỗ và lấy trong khu vực và cần cho phép sử dụng những hiểu biết sẵn có về đặc trưng đất nền có thể so sánh được.

11) Nếu sử dụng phương pháp thống kê, giá trị đặc trưng cần xác định sao cho xác suất tính toán của các giá trị chi phối bất lợi nhất khả năng xảy ra một trạng thái giới hạn không vượt quá 5%.

CHÚ THÍCH: Về mặt này, việc ước tính thận trọng giá trị trung bình được thực hiện bằng cách lựa chọn giá trị trung bình của các tập hợp hạn chế các giá trị thông số địa kỹ thuật, với độ tin cậy 95%; ở những nơi có thể xảy ra phá hoại cục bộ, giá trị ước tính thận trọng là giá trị thấp với 5% bị vượt quá.

12) Khi sử dụng các bảng tiêu chuẩn của giá trị đặc trưng liên quan đến thông số khảo sát nền đất, phải lựa chọn giá trị đặc trưng là những giá trị rất thận trọng.

4.5.3 Giá trị đặc trưng của số liệu hình học

1) Giá trị đặc trưng về cao độ của nền đất và nước ngầm hoặc nước tự do phải được đo đạc, bao gồm mực nước danh định hoặc cận trên hay cận dưới.

2) Các giá trị đặc trưng về cao độ của nền đất và kích thước của kết cấu hoặc các phần tử địa kỹ thuật thường là giá trị danh định.

4.6 Giá trị thiết kế

4.6.1 Giá trị thiết kế của tải trọng

1) Giá trị thiết kế của tải trọng được xác định theo TCVN 11820-1: 2017.

2) Giá trị thiết kế của một tải trọng (F_d) được xác định trực tiếp hoặc suy ra từ những giá trị đại diện theo biểu thức sau đây:

$$\text{Với:} \quad F_d = \gamma_F \cdot F_{rep} \quad (1a)$$

$$F_{rep} = \psi \cdot F_k \quad (1b)$$

trong đó:

F_d là giá trị thiết kế của tải trọng;

F_{rep} là giá trị đại diện của tải trọng;

F_k là giá trị đặc trưng của tải trọng;

γ_F là hệ số thành phần tải trọng;

ψ là hệ số tổ hợp.

3) Giá trị thích hợp của ψ phải được lấy theo TCVN 11820-1:2017, TCVN 11820-2:2017.

4) Phải sử dụng hệ số thành phần γ_F cho các trường hợp dài hạn và ngắn hạn đưa ra trong các điều A.2.1 (EQU); A.3.1 (STR / GEO); A.4.1 (UPL) và A.5 (HYD) trong Phụ lục A cho biểu thức (1a).

CHÚ THÍCH: Các giá trị được kiến nghị trong Phụ lục A chỉ dẫn về mức an toàn thích hợp đối với thiết kế thông thường.

5) Nếu giá trị thiết kế của các tải trọng địa kỹ thuật được xác định trực tiếp, thì các giá trị của hệ số thành phần kiến nghị trong Phụ lục A được sử dụng như định hướng để đạt được mức độ an toàn cần thiết.

6) Khi xem xét áp lực nước ngầm đối với trạng thái giới hạn có hậu quả nghiêm trọng (thường là trạng thái giới hạn cực hạn), giá trị thiết kế phải biểu thị cho giá trị bất lợi nhất có thể xảy ra trong tuổi thọ thiết kế của kết cấu. Các trạng thái giới hạn với hậu quả ít nghiêm trọng hơn (thường là trạng thái giới hạn khả năng sử dụng bình thường), giá trị thiết kế là giá trị bất lợi nhất có thể xảy ra trong điều kiện bình thường.

7) Trong một số trường hợp áp lực nước cực trị có thể được coi là tải trọng đặc biệt.

8) Giá trị thiết kế của áp lực nước ngầm được suy ra bằng cách áp dụng các hệ số thành phần đối với áp lực nước đặc trưng hoặc áp dụng dự trữ an toàn đối với mực nước đặc trưng theo điều 4.4 và 4.5.3, 1) của tiêu chuẩn này.

9) Các yếu tố tác động đến áp lực nước sau đây cần được xem xét:

- Cao độ mực nước tự do (mực nước mặt) hoặc mực nước ngầm;
- Ảnh hưởng có lợi hoặc bất lợi của việc thoát nước một cách tự nhiên hay nhân tạo, trong đó có kể đến việc bảo trì trong tương lai;
- Sự bổ sung nước do mưa, lũ lụt, hư hỏng hệ thống nước hoặc những nguồn khác;

10) Nên xem xét mực nước bất lợi có thể xảy ra do thay đổi lưu vực và giảm tiêu thoát nước do bị chặn dòng hoặc những nguyên nhân khác.

11) Trừ khi chứng tỏ được sự phù hợp của hệ thống thoát nước và công tác bảo trì được đảm bảo, mực nước ngầm thiết kế nên được lấy theo mực nước cao nhất có thể xảy ra, tức là ở bề mặt đất.

4.6.2 Giá trị thiết kế của các thông số địa kỹ thuật

1) Giá trị thiết kế của các thông số địa kỹ thuật (X_d) hoặc phải được suy ra từ những giá trị đặc trưng theo biểu thức dưới đây:

$$X_d = X_k / \gamma_M \quad (2)$$

trong đó:

X_d là giá trị thiết kế của thông số địa kỹ thuật;

X_k là giá trị đặc trưng của thông số địa kỹ thuật;

TCVN 11820-4-1:2020

γ_M là hệ số thành phần của thông số nền đất.

Hoặc phải được xác định trực tiếp.

2) Hệ số thành phần γ_M cho các trường hợp dài hạn và ngắn hạn được đưa ra trong các điều A.2.2 (EQU); A.3.2 (STR/GEO) và A.4.2 (UPL) trong Phụ lục A cho biểu thức (2).

CHÚ THÍCH: Giá trị kiến nghị trong Phụ lục A quy định mức độ an toàn nhỏ nhất đối với thiết kế thông thường.

3) Nếu giá trị thiết kế của các thông số địa kỹ thuật được xác định trực tiếp, giá trị của hệ số thành phần kiến nghị trong Phụ lục A được sử dụng như là một hướng dẫn để đạt được mức độ an toàn cần thiết.

4.6.3 Giá trị thiết kế của số liệu hình học

1) Các hệ số thành phần cho tải trọng và vật liệu (γ_F và γ_M) đã xét đến những thay đổi nhỏ về số liệu hình học, trong trường hợp như vậy, không yêu cầu thêm về dự trữ an toàn đối với số liệu hình học.

2) Trong những trường hợp sai lệch về số liệu hình học có ảnh hưởng đáng kể đối với độ tin cậy của kết cấu, giá trị thiết kế của số liệu hình học (a_d) phải được xác định trực tiếp hoặc được suy ra từ giá trị danh định bằng biểu thức sau:

$$a_d = a_{nom} \pm \Delta a \quad (3)$$

trong đó:

- a_d là giá trị thiết kế của số liệu hình học (m);
- a_{nom} là giá trị danh định của số liệu hình học (m);
- Δa là dung sai (m).

Với giá trị của Δa được cho như sau:

a) Trường hợp móng chịu tải trọng có độ lệch tâm lớn

Trừ khi có sự chú ý đặc biệt trong quá trình thi công, dung sai cần được giới hạn ở giá trị 0,1 m.

b) Bề mặt nền đất

- Giá trị thiết kế về đặc trưng hình học của vật liệu được chấn giữ phải kể đến sự thay đổi so với thực tế ngoài hiện trường. Giá trị thiết kế cũng phải xét đến những khả năng đào đất hoặc xói lở ở mặt trước của kết cấu tường chấn.

- Trong tính toán trạng thái giới hạn cực hạn trong đó độ ổn định của tường chấn phụ thuộc vào sức kháng của đất nền ở phía trước kết cấu, cao độ của đất chống đỡ nên thấp hơn cao độ dự kiến danh định một lượng Δa . Giá trị Δa được lựa chọn trên cơ sở mức độ kiểm soát cao độ ngoài hiện trường. Với mức độ kiểm tra thông thường, có thể áp dụng :

+ Với tường dạng công-xôn, Δa bằng 10 % chiều cao tường phía trên cao độ đào, tối đa là 0,5 m;

+ Với tường có chống đỡ, Δa bằng 10 % của khoảng cách giữa điểm chống thấp nhất và cao độ đào, tối đa là 0,5 m.

- Có thể sử dụng giá trị nhỏ hơn của Δa , có thể đến 0, khi quy định kiểm tra chính xác cao độ bề mặt trong suốt gia đoạn thi công.

Giá trị lớn hơn của Δa được sử dụng ở những nơi cao độ mặt đất không rõ ràng.

4.6.4 Giá trị thiết kế của đặc tính kết cấu

Đặc trưng cường độ thiết kế của các vật liệu kết cấu và sức kháng thiết kế của các phần tử kết cấu phải được tính toán theo TCVN 11820-3:2019 và các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu bê tông và thép.

4.7 Trạng thái giới hạn cực hạn

4.7.1 Quy định chung

- 1) Khi thích hợp, phải kiểm tra các trạng thái giới hạn dưới đây không được vượt quá:
 - Mất cân bằng của kết cấu hoặc đất nền khi xem chúng như một vật thể cứng, trong đó cường độ của vật liệu kết cấu và đất nền là đóng vai trò không đáng kể trong việc tạo ra sức kháng (EQU);
 - Sự phá hoại bên trong hoặc biến dạng quá mức của kết cấu hoặc các phần tử kết cấu, ví dụ như móng nông, cọc hoặc vách tầng hầm, trong đó cường độ của vật liệu kết cấu đóng vai trò đáng kể trong việc tạo ra sức kháng (STR);
 - Sự phá hoại hoặc biến dạng quá mức của đất nền, trong đó cường độ của đất hoặc đá đóng vai trò đáng kể trong việc tạo ra sức bền (GEO);
 - Mất cân bằng của kết cấu hoặc đất nền do sự đẩy lên của áp lực nước (đẩy nổi) hoặc những tác động khác theo phương thẳng đứng (UPL);
 - Sự trôi đất nền, xói ngầm và hình thành ống xói trong nền do gradient thủy lực (HYD).

CHÚ THÍCH: Trạng thái giới hạn GEO thường có vai trò quyết định đối với việc xác định kích thước các phần tử kết cấu móng hoặc tường chắn và đôi khi đối với độ bền của phần tử kết cấu.

- 2) Hệ số thành phần cho các trường hợp dài hạn và ngắn hạn phải được xác định theo Phụ lục A.
- 3) Giá trị hệ số thành phần của các tải trọng hay ảnh hưởng của các tải trọng trong các trường hợp sự cố thường lấy bằng 1,0. Các giá trị hệ số thành phần của cường độ và sức kháng vật liệu đất nền được sử dụng trong các trường hợp sự cố lấy bằng căn bậc hai của các giá trị đã cho đối với các trường hợp dài hạn và ngắn hạn đã cho trong Phụ lục A.
- 4) Các giá trị của các hệ số thành phần được sử dụng trong các trường hợp rủi ro phi tiêu chuẩn hay các điều kiện đất nền và tải trọng bất thường hay đặc biệt khó khăn không được cung cấp trong Phụ lục A, nên được thỏa thuận với khách hàng và các cơ quan có liên quan, khi thích hợp, cho trường hợp cụ thể.
- 5) Dựa trên đánh giá mức độ hậu quả để xác định giá trị giảm của các hệ số thành phần được sử dụng trong các trường hợp đặc biệt đối với công trình tạm thời hay các trường hợp thiết kế cho thời hạn ngắn.

TCVN 11820-4-1:2020

Do các giá trị này không được cung cấp trong Phụ lục A, nên trong từng trường hợp cụ thể nên thỏa thuận với chủ đầu tư và các cơ quan có liên quan.

6) Khi các giá trị thiết kế của sức kháng (R_d), hoặc giá trị thiết kế của hiệu quả của ảnh hưởng (E_d), hệ số mô hình ($\gamma_{R;d}$) hoặc ($\gamma_{S;d}$) có thể được đưa vào để bảo đảm cho các kết quả từ mô hình thiết kế là chính xác hoặc có sai số thiên về an toàn. Các giá trị hệ số mô hình đối với sức kháng và ảnh hưởng và các ảnh hưởng của tải trọng lấy theo điều A.6.1 đến A.6.3 trong Phụ lục A.

4.7.2 Kiểm tra cân bằng tĩnh học

1) Khi xem xét trạng thái giới hạn cân bằng tĩnh học hoặc chuyển vị tổng thể của kết cấu hoặc đất nền (EQU), phải kiểm tra:

$$\text{Với:} \quad E_{dst;d} \leq E_{stb;d} + T_d \quad (4)$$

$$\text{Và:} \quad E_{dst;d} = E \{ \gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d \}_{dst} \quad (4a)$$

$$\text{trong đó:} \quad E_{stb;d} = E \{ \gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d \}_{stb} \quad (4b)$$

$E_{dst;d}$ là giá trị thiết kế của tải trọng hữu hiệu gây mất ổn định;

$E_{stb;d}$ là giá trị thiết kế của tải trọng hữu hiệu giữ ổn định;

T_d là giá trị thiết kế của tổng sức kháng cắt;

F_{rep} là giá trị đại diện của tải trọng;

γ_F là hệ số thành phần tải trọng;

X_k là giá trị đặc trưng của thông số địa kỹ thuật;

γ_M là hệ số thành phần của thông số nền đất;

a_d là giá trị thiết kế của số liệu hình học.

2) Các giá trị của các hệ số thành phần được sử dụng trong các trường hợp dài hạn và ngắn hạn của trạng thái giới hạn EQU lấy bằng các giá trị đã cho tại điều A.2 trong Phụ lục A.

CHÚ THÍCH: Cân bằng tĩnh học EQU có liên quan chủ yếu đến thiết kế kết cấu. Trong thiết kế địa kỹ thuật, sự kiểm tra EQU được giới hạn với những trường hợp ít gặp, như móng cứng đặt trên đá, và về nguyên tắc, khác với ổn định tổng thể hoặc bài toán đẩy nổi. Chúng sẽ ít quan trọng nếu sức kháng cắt T_d được kể đến.

4.7.3 Kiểm tra sức kháng đối với trạng thái giới hạn của đất nền và kết cấu trong trường hợp dài hạn và ngắn hạn

1) Quy định chung

Khi xem xét trạng thái giới hạn về phá hoại hoặc biến dạng quá mức của phần tử kết cấu hoặc mặt cắt nền (STR và GEO), cần phải kiểm tra:

$$E_d \leq R_d \quad (5)$$

trong đó:

E_d là giá trị thiết kế của tải trọng hữu hiệu;

R_d là giá trị thiết kế của sức kháng đối với một tải trọng.

2) Tải trọng thiết kế

(1) Hệ số thành phần của các tải trọng có thể áp dụng cho chính các tải trọng đó (F_{rep}) hoặc cho các ảnh hưởng của chúng (E):

$$E_d = E \{ \gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d \} \quad (6a)$$

Hoặc:

$$E_d = \gamma_E E \{ F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d \} \quad (6b)$$

Trong đó:

- E_d là giá trị thiết kế của tải trọng hữu hiệu;
- F_{rep} là giá trị đại diện của tải trọng;
- γ_F là hệ số thành phần tải trọng;
- γ_E là hệ số thành phần tải trọng hữu hiệu;
- X_k là giá trị đặc trưng của thông số địa kỹ thuật;
- γ_M là hệ số thành phần của thông số nền đất;
- a_d là giá trị thiết kế của số liệu hình học.

(2) Trong một số trường hợp thiết kế, việc áp dụng các hệ số thành phần đối với các tác động xuất phát từ đất hoặc thông qua đất (như áp lực đất hoặc áp lực nước) có thể dẫn đến giá trị thiết kế không hợp lý hoặc thậm chí phi lý về mặt vật lý. Trong các trường hợp như vậy, có thể áp dụng trực tiếp các hệ số cho ảnh hưởng của tác động thu được từ giá trị đại diện của tải trọng.

(3) Giá trị của các hệ số thành phần được sử dụng trong các biểu thức (6a) và (6b) để xác định các ảnh hưởng thiết kế đối với các trạng thái giới hạn STR và GEO: Sử dụng các giá trị đã cho trong điều A.3 của Phụ lục A.

3) Sức kháng thiết kế

(1) Có thể áp dụng hệ số thành phần hoặc cho các đặc trưng của đất nền (X) hoặc cho sức kháng (R) hoặc cho cả hai như dưới đây:

$$R_d = R \{ \gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d \} \quad (7a)$$

Hoặc:

$$R_d = R \{ \gamma_F F_{rep}; X_k; a_d \} / \gamma_R \quad (7b)$$

Hoặc:

$$R_d = R \{ \gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d \} / \gamma_R \quad (7c)$$

trong đó:

- R_d là giá trị thiết kế của sức kháng đối với một tải trọng;
- F_{rep} là giá trị đại diện của tải trọng;
- γ_F là hệ số thành phần tải trọng;
- X_k là giá trị đặc trưng của thông số địa kỹ thuật;
- γ_M là hệ số thành phần của thông số nền đất;

TCVN 11820-4-1:2020

a_d là giá trị thiết kế của số liệu hình học;

γ_R là hệ số thành phần sức kháng.

CHÚ THÍCH: Trong trình tự thiết kế trong đó áp dụng hệ số ảnh hưởng của tải trọng, hệ số thành phần tải trọng $\gamma_F = 1,0$.

(2) Giá trị của các hệ số thành phần được sử dụng trong các biểu thức (7a), (7b) và (7c) để xác định sức kháng thiết kế trong các trạng thái giới hạn STR và GEO: Sử dụng các giá trị đã cho trong các bảng A.3.3.1, A.3.3.2, A.3.3.4, A.3.3.5 của Phụ lục A.

4) Cách tiếp cận thiết kế

(1) Quy định chung

Cách áp dụng biểu thức (6) và (7) phải được quyết định bằng cách tiếp cận thiết kế sau đây.

CHÚ THÍCH: Hệ số thành phần trong **Phụ lục A** để sử dụng cho biểu thức (6) và (7) được tập hợp thành nhóm kí hiệu A (cho tải trọng hoặc ảnh hưởng của tải trọng), M (cho thông số của đất), R (cho sức kháng của đất).

(2) Cách tiếp cận thiết kế

- Ngoài việc thiết kế cọc chịu tải trọng dọc trục, phải kiểm tra trạng thái giới hạn phá hủy hoặc biến dạng quá mức sẽ không xảy ra với mỗi tổ hợp khi áp dụng các tổ hợp hệ số thành phần như dưới đây:

Tổ hợp 1 : A1 "+" M1 "+" R1

Tổ hợp 2 : A2 "+" M2 "+" R1

trong đó:

Dấu "+" có ý nghĩa "được tổ hợp với";

A1 là tải trọng kết cấu;

A2 là tải trọng địa kỹ thuật;

M1 là thông số của đất cho trạng thái giới hạn kết cấu STR;

M2 là thông số của đất cho trạng thái giới hạn địa kỹ thuật GEO;

R là sức kháng của đất.

CHÚ THÍCH: Trong các tổ hợp 1 và 2, các hệ số thành phần được áp dụng cho các tải trọng và các thông số cường độ của đất nền.

- Đối với thiết kế cọc chịu tải trọng dọc trục, phải kiểm tra trạng thái giới hạn phá hủy hoặc biến dạng quá mức sẽ không xảy ra với mỗi tổ hợp khi áp dụng các tổ hợp hệ số thành phần như dưới đây:

Tổ hợp 1 : A1 "+" M1 "+" R1

Tổ hợp 2 : A2 "+" (M1 hoặc M2) "+" R4