

TCVN EN 16907-1

Công tác đất

Phần 1: Quy định chung

Earthworks

Part 1: Principles and general rules

(14/10/2022)

BẢN THẢO

Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	6
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa	6
3.2 Các từ viết tắt và ký hiệu.....	12
4 Nguyên tắc thiết kế và thực hiện công tác đất.....	15
4.1 Khái quát chung	15
4.2 Các giai đoạn của dự án công tác đất	15
4.3 Hướng dẫn thực hiện công việc	16
4.4 Mối liên hệ giữa công tác đất và thiết kế công trình đất.....	17
4.5 Phát triển bền vững và các chú ý về môi trường đối với công tác đất	18
4.6 Quản lý rủi ro.....	19
4.7 Các loại quy trình công tác đất	20
5 Khảo sát hiện trường và vật liệu.....	20
5.1 Thông tin cần thiết cho thiết kế công tác đất.....	20
5.2 Khảo sát tổng hợp nền đất.....	20
5.2.1 Quy định chung	20
5.2.2 Khảo sát phục vụ thiết kế địa kỹ thuật	21
5.2.3 Khảo sát cụ thể nền đất phục vụ công tác đất.....	21
5.2.4 Báo cáo địa kỹ thuật.....	23
5.3 Sử dụng hệ thống phân loại vật liệu	23
6 Thiết kế công tác đắp.....	24
6.1 Giới thiệu	24
6.2 Quy trình thiết kế.....	25
6.2.1 Quy định chung	25
6.2.2 Vùng đắp.....	26
6.2.2.1 Quy định chung	26
6.2.2.2 Khối đắp cho công trình hạ tầng.....	26
6.2.2.3 Khối đắp lấp các hố đào lớn và các chỗ trũng tự nhiên	27
6.2.2.4 Lấn bờ bằng bồi đắp với nạo vét thủy lực	28
6.2.2.5 Nhà và công trình trên khối đắp.....	29
6.3 Lựa chọn các đặc tính vật liệu đắp và quá trình đầm chặt.....	30
6.3.1 Quy định chung	30
6.3.2 Đặc trưng hóa vật liệu	32

6.3.3	Tiêu chí đánh giá vật liệu khối đắp đầm chặt.....	32
6.3.4	Ứng xử đầm chặt của vật liệu đắp.....	33
6.3.5	Thí nghiệm xác định mối liên hệ để đánh giá hiệu quả đầm chặt khối đắp	36
6.3.6	Đánh giá thiết kế khối đắp bằng kết quả trên hiện trường	37
6.3.7	Thử nghiệm mô hình thực để đánh giá quá trình đầm chặt cho một vật liệu đắp cụ thể	37
6.3.8	Thiết kế mặt cắt khối đắp	38
6.4	Các bộ phận đặc biệt của công trình đất	38
6.4.1	Giới thiệu	38
6.4.2	Lớp đáy móng	38
6.4.3	Vùng chuyển tiếp	39
6.4.3.1	Giới thiệu	39
6.4.3.2	Trắc dọc nửa đào/nửa đắp.....	39
6.4.3.3	Chuyển tiếp từ nền đắp sang nền đào	40
6.4.3.4	Chuyển tiếp từ nền đắp sang công trình.....	40
6.4.3.5	Chuyển tiếp ngang hoặc kết cấu đặc biệt.....	41
6.4.3.6	Tương tác với công trình xuyên qua khối đắp	41
6.4.4	Đắp trên mái dốc.....	41
6.4.5	Vật liệu riêng biệt	41
6.4.6	Đắp cao.....	43
6.4.7	Đắp trên đất yếu hoặc những khu vực hay bị ngập lụt	44
6.4.8	Khối đắp được thi công trên các hàng.....	44
6.4.9	Vật liệu thừa.....	45
7	Thiết kế công tác đào đất	45
7.1	Quy định chung	45
7.2	Vật liệu liên quan.....	45
7.3	Hình học.....	46
7.4	Thoát nước	46
7.5	Ổn định tổng thể.....	46
7.6	Các thuộc tính liên quan của lớp móng trên của nền đào (lớp nền)	47
8	Thiết kế công tác đắp bằng cách nạo vét và bồi đắp thủy lục.....	47
10	Thoát nước của công tác đất	48
10.1	Thoát nước	48
10.2	Bảo vệ mái dốc chống xói mòn.....	50
11	Tối ưu hóa thiết kế công tác đất	51
12	Yêu cầu kỹ thuật cho công tác đất.....	52
12.1	Quy định chung	52
12.2	Yêu cầu kỹ thuật sản phẩm cuối.....	54

12.3	Yêu cầu kỹ thuật về phương pháp	55
12.4	Yêu cầu kỹ thuật về đặc tính	55
13	Giám sát công tác đất và kiểm tra chất lượng của công trình đất.....	56
13.1	Giới thiệu	56
13.2	Kỹ thuật giám sát và kiểm tra công tác đất.....	56
13.3	Kiểm tra chất lượng công trình đất.....	57
Phụ lục A (tham khảo) Các định nghĩa hình học cho công tác đất và công trình đất.....		59

BẢN THẢO

Lời nói đầu

Tài liệu này là một trong những tiêu chuẩn trong loạt khuôn khổ của TCVN EN 16907 về công tác đất. Bộ tiêu chuẩn được chia thành nhiều phần, tương ứng với các bước khác nhau của việc lập kế hoạch, thực hiện và kiểm tra công tác đất và nên được coi chung là một nhóm các tiêu chuẩn để thi công công tác đất. Bộ các tiêu chuẩn thành phần bao gồm:

- TCVN EN 16907-1 Công tác đất – Phần 1: Quy định chung;
- TCVN EN 16907-2 Công tác đất – Phần 2: Phân loại vật liệu;
- TCVN EN 16907-3 Công tác đất – Phần 3: Quy trình thi công;
- TCVN EN 16907-4 Công tác đất – Phần 4: Xử lý đất bằng vôi và/hoặc chất kết dính xi măng;
- TCVN EN 16907-5 Công tác đất – Phần 5: Kiểm tra chất lượng;
- TCVN EN 16907-6 Công tác đất – Phần 6: Công tác đất lán bờ bằng bồi đắp với nạo vét thủy lực.

Trong tiêu chuẩn này, các tham chiếu đến các phần cụ thể của tiêu chuẩn được viết bằng tài liệu tham khảo đầy đủ (ví dụ: “TCVN EN 16907-2”).

Các tiêu chuẩn về công tác đất này không áp dụng cho quy hoạch môi trường và thiết kế địa kỹ thuật nhằm xác định hình dáng và tính chất cần thiết của công trình đất sẽ được xây dựng. Chúng áp dụng cho việc thiết kế vật liệu công tác đất, thi công, giám sát và kiểm tra quá trình thực hiện công tác đất để đảm bảo rằng công trình đất hoàn thành đáp ứng thiết kế địa kỹ thuật.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này (Phần 1) đưa ra một số công việc thuộc công tác đất, các quy định kỹ thuật chung cho việc lập kế hoạch, thiết kế, thi công cũng như đánh giá, kiểm soát chất lượng các lớp. Tiêu chuẩn giới thiệu các phần khác của tiêu chuẩn, sẽ được sử dụng cùng với Phần 1.

Công tác đất là một quá trình xây dựng nhằm mục đích tạo ra các công trình đất, bằng cách thay đổi hình dạng của bề mặt đất phục vụ xây dựng hoặc các hoạt động khác. Công tác đất thường liên quan tới:

- công trình hạ tầng giao thông (đường bộ và đường ô tô, đường sắt, đường thủy, sân bay);
- nền cho các công trình dân dụng và công nghiệp;
- công trình thủy lợi, phòng chống lũ lụt và các công trình bảo vệ bờ biển;
- các khu vực bến cảng và sân bay, bao gồm cả việc xây dựng các nền đắp trong nước;
- đê sông và kè biển để lấn bờ;
- đập đất và đá;
- kè bờ thi công bằng bồi đắp thủy lực;
- rào cản tiếng ồn, rào cản thị giác và các công tác đất không chịu tải trọng khác;
- kè cảnh quan;
- san lấp các mỏ lộ thiên và mỏ đá;
- đập quặng đuôi.

Chúng thể hiện nhu cầu sử dụng các vật liệu tự nhiên hoặc tái chế sẵn có và xử lý chúng một cách phù hợp, đáp ứng các đặc tính quy định.

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho tất cả các loại công trình đất, ngoại trừ các trường hợp được liệt kê sau đây:

- một số loại công việc cụ thể như thi công đào hào và công việc nhỏ về đất, có thể được tổ chức theo các quy tắc đơn giản hoặc cụ thể;
- một số công trình, chẳng hạn như đê và đập, công tác đất cần có các yêu cầu thiết kế và xây dựng đặc biệt có thể vượt ra ngoài các quy tắc của tiêu chuẩn này.

Tiêu chuẩn này không bao gồm việc cải tạo nền đất bên dưới công trình đất bằng các kỹ thuật như đóng cọc, phụt vữa, trộn đất sâu, thoát nước thẳng đứng hoặc cọc đá.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu sau đây được đề cập đến trong tiêu chuẩn theo cách mà một số hoặc tất cả nội dung của chúng tạo thành các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu ghi năm, chỉ áp dụng cho bản được nêu. Đối với các tài liệu tham khảo không ghi ngày tháng, áp dụng cho phiên bản mới nhất của tài liệu được tham chiếu (bao gồm mọi sửa đổi).

TCVN EN 16907-1 *Công tác đất – Phần 1: Quy định chung*

TCVN EN 16907-2 *Công tác đất – Phần 2: Phân loại vật liệu*

TCVN EN 16907-3 Công tác đất – Phần 3: Quy trình thi công

TCVN EN 16907-4 Công tác đất – Phần 4: Gia cố nền đất bằng vôi và/hoặc chất kết dính thủy hóa

TCVN EN 16907-5 Công tác đất – Phần 5: Kiểm tra chất lượng

TCVN EN 16907-6 Công tác đất – Phần 6: Công tác lán bờ đất bằng bồi đắp sử dụng nạo vét thủy lục

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

CHÚ THÍCH: Các bản vẽ giải thích ý nghĩa của các thuật ngữ hình học được trình bày tại Phụ lục A.

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1.1

Bảo đảm chất lượng (quality assurance)

Các hành động có kế hoạch và có hệ thống cần thiết để cung cấp sự tin tưởng rằng công trình đất sẽ hoạt động một cách thỏa đáng khi vận hành, tức là nó đã được xây dựng theo các yêu cầu quy định.

3.1.2

Bùng nhùng (mattressing)

Ứng xử của đất quá ướt trong quá trình đầm chặt, tạo thành các lớp hình sóng, gây ra sự mất ổn định của máy đầm và ngăn cản quá trình đầm chặt.

3.1.3

Cao độ tạo thành (formation level)

Là cao độ mà bề mặt đã chuẩn bị để đắp hoặc xây dựng kết cấu bên trên.

3.1.4

Chất thải khai thác (extractive waste)

Chất thải khoáng phát sinh từ hoạt động khai thác khoáng chất.

3.1.5

Công đầm chặt (compactive effort)

Thước đo tổng thể tác động vật lý được sử dụng để đầm chặt một lớp của khối đắp, biểu thị bằng: khối lượng đầm/m², số lượt lu lèn, tốc độ của máy đầm, tần số rung và chiều dày lớp.

3.1.6

Công tác đất (earthworks)

Quá trình xây dựng công trình thay đổi hình dạng hình học của bề mặt đất, bằng cách tạo ra các công trình đất ổn định và bền vững.

3.1.7

Công trình đào (cắt hoặc gọt) (cut or cutting)

Công trình đất dạng tuyến được tạo thành bởi quá trình đào.

3.1.8

Công trình đất (earth-structure)

Công trình xây dựng, làm bằng đất, đá, sản phẩm phụ hoặc vật liệu tái chế, kết quả từ công tác đất (đào, đắp, lấp đầy).

3.1.9

Đàn chặt (compaction)

Sự làm chặt vật liệu khối đắp bằng phương pháp cơ học, để đạt được các đặc tính quy định của khối đắp.

3.1.10

Đàn chặt quá mức (over compaction)

Đàn chặt với độ lớn hoặc thời gian tác dụng tải trọng, gây ra áp lực nước lỗ rỗng dư quá lớn dẫn đến các đặc tính của khối đắp không thể chấp nhận (ví dụ như búng nhùng).

3.1.11

Đắp thủy lực (hydraulic fill)

Vật liệu được để ở dạng lỏng, như một hỗn hợp của các hạt đất và nước, sao cho các hạt đất tích tụ lại như một trầm tích, và đặc lại hơn nữa khi bồi đắp ở bên trên để tạo ra một khối đắp.

3.1.12

Đào đất (excavation)

Thuật ngữ chung được sử dụng cho cả quá trình đào đất hoặc cho sự thay đổi bề mặt đất của công trình đất đào tạm thời hoặc lâu dài.

3.1.13

Đắp (filling)

Quá trình tập kết, đặt vật liệu để tạo thành công trình đất tạm thời hoặc lâu dài.

3.1.14

Đất hoặc đá tự nhiên (natural soil or rock)

Đất hoặc đá ở trạng thái địa chất ban đầu hoặc đã được đào, nhưng cơ bản không bị thay đổi do các hoạt động của con người ngoài các quá trình trong công tác đất như đào, sàng lọc và nghiền, làm khô (hoặc các quá trình được mô tả trong tiêu chuẩn này).

3.1.15

Độ ẩm (hàm lượng nước) (water content)

Tỷ lệ giữa trọng lượng của nước chứa trong một mẫu cụ thể với trọng lượng của đất khô.

3.1.16

Độ ẩm tối ưu (optimum water content)

Độ ẩm (hàm lượng nước) mà tại đó với cùng một công đầm chặt cụ thể có thể đầm chặt một khối đất đến khối lượng thể tích khô lớn nhất của nó.

3.1.17

Độ bão hòa (degree of saturation)

Tỷ lệ giữa thể tích nước trong lỗ rỗng và thể tích lỗ rỗng.

3.1.18

Hệ số rỗng chứa khí (air void content)

Tỷ số giữa thể tích lỗ rỗng chứa khí với tổng thể tích của đất.

3.1.19

Kết cấu bên trên (superstructure)

Kết cấu kỹ thuật công trình được đặt trên đỉnh của khối đắp (ví dụ về kết cấu bên trên là: mặt đường, đường sắt, các tòa nhà, các giàn không gian, ...).

3.1.20

Khả năng lưu thông (trafficability)

Khả năng chịu đựng của bề mặt vật liệu để thiết bị thi công công tác đất đi qua.

3.1.21

Khối đắp (fill)

Thuật ngữ chung được sử dụng trong tiêu chuẩn này để mô tả tất cả các công trình đất được tạo thành bằng cách thi công vật liệu đắp một cách có kiểm soát cho mục đích kỹ thuật công trình (bao gồm nền đắp, lấp đầy, nền, ...).

3.1.22

Khối đắp không chịu lực (non-structural fill)

Khối đắp này sẽ không chịu tải trọng của bất kỳ công trình hạ tầng nào.

3.1.23

Khối đắp sử dụng vật liệu thứ sinh (secondary fill material)

Vật liệu đã được thay đổi cơ bản bởi hoạt động của con người cho mục đích nào đó và sau đó được tái sử dụng làm vật liệu đắp cho công tác đất (vật liệu này có thể bao gồm: vật liệu tái chế, sản phẩm phụ, vật liệu tổng hợp thứ cấp, ...)

3.1.24

Khối lượng thể tích khô (dry density)

Khối lượng của các hạt rắn chia cho tổng thể tích của mẫu.

3.1.25

Khối lượng thể tích khô lớn nhất (maximum dry density)

Giá trị lớn nhất của khối lượng thể tích khô thu được trong thí nghiệm đầm nén thử nghiệm (thí nghiệm Proctor hoặc Proctor cải tiến, máy đầm nén rung hoặc bất kỳ phép thí nghiệm đầm nén nào khác). Độ ẩm tương ứng với giá trị này là độ ẩm tối ưu.

3.1.26

Kiểm tra chất lượng (quality control)

Hệ thống được sử dụng để quan trắc, đánh giá và điều chỉnh các quá trình xây dựng/thi công để bảo đảm rằng sản phẩm cuối sẽ đáp ứng mức chất lượng quy định.

3.1.27

Lấp đầy (infill)

Công trình đất được hình thành bằng cách lấp đầy khoảng trống hoặc vùng trống một cách có kiểm soát để tạo thành khối đắp được thiết kế không đứng tự do (bao gồm lấp hố đào, lấp sau nền đắp cho mục đích lấn bờ, lấp mỏ, ...).

3.1.28

Lớp đáy móng (capping layer)

Lớp chuyển tiếp cụ thể, là phần phía trên của khối đắp, nằm dưới kết cấu bên trên. Lớp đáy móng là một phần của công trình đất.

3.1.29

Mô tả (description)

Nhận biết và đặt tên cho một vật liệu và các đặc tính cơ lý của đất liên quan với mục đích công tác đất.

3.1.30

Mức độ (hệ số) đầm chặt (của khối đắp) (degree of compaction of fill)

Tỷ lệ giữa khối lượng thể tích khô tại hiện trường của vật liệu khối đắp đầm chặt và khối lượng thể tích khô lớn nhất thu được từ thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm.

3.1.31

Nạo vét (dredging)

Hành động hoặc hoạt động đào thường được thực hiện ít nhất một phần dưới nước, ở vùng biển nông hoặc vùng nước ngọt với mục đích thu gom trầm tích đáy, chuyển và tập kết chúng tới một vị trí khác.

3.1.32

Nền đắp (embankment)

Tên thông thường của một công trình đất được tạo thành do quá trình đắp để tạo thành cấu trúc đất đứng độc lập (bao gồm các công trình dạng tuyến và nền phi tuyến).

3.1.33

Nhà thầu thi công công tác đất (earthworks constructor)

Người hoặc tổ chức phụ trách thực hiện công tác đất.

3.1.34

Phân loại (classification)

Định nghĩa các phân vị và gán các vật liệu theo các phân vị có thuộc tính tương tự như nhau phục vụ công tác đất.

3.1.35

Thiết kế của công tác đất (design of earthworks)

Xác định rõ quá trình xây dựng để tạo ra một công trình đất cụ thể.

3.1.36

Thiết kế của công trình đất (design of earth-structure)

Xác định công trình xây dựng theo EN 1997 đáp ứng các yêu cầu chức năng cho việc sử dụng trong tương lai.

3.1.37

Tính chất (properties)

Các thuộc tính vật lý, cơ học và hóa học của vật liệu.

3.1.38

Trương nở (thay đổi thể tích) (bulking)

Sự thay đổi thể tích của khối đất do xử lý (thường là sự tăng thể tích khi đào).

3.1.39

Tư vấn thiết kế công tác đất (earthworks designer)

Người hoặc tổ chức phụ trách thiết kế công tác đất.

3.1.40

Vật liệu (materials)

Đất, đá, phụ phẩm công nghiệp và vật liệu khoáng tái chế được sử dụng trong quá trình đào đắp để xây dựng các công trình đất. Trong tiêu chuẩn này, vật liệu không bao gồm chất kết dính, vải địa kỹ thuật tổng hợp và các vật liệu khác, được chỉ định bằng tên riêng của chúng.

3.1.41

Vật liệu đắp được xử lý (treated fill material)

Vật liệu đắp đã được thay đổi bằng cách thêm chất kết dính.

3.1.42

Vật liệu kết dính (binder)

Sản phẩm hoặc sự kết hợp của các sản phẩm, khi được trộn với vật liệu để cải thiện các đặc tính ngắn hạn hoặc dài hạn của vật liệu.

3.1.43

Vật liệu khối đắp (fill material)

Vật liệu được sử dụng để xây dựng khối đắp.

3.1.44

Vật liệu không phù hợp (unsuitable material)

Vật liệu đắp không sử dụng được ở trạng thái hiện tại vì đặc tính của đất trước khi đầm chặt không thỏa mãn các đòi hỏi của yêu cầu kỹ thuật của công tác đất. Những vật liệu này có thể trở nên thích hợp sau khi xử lý do điều chỉnh các đặc tính của đất.

3.1.45

Vật liệu phù hợp (suitable material)

Vật liệu đắp ở những nơi đặc tính của đất trước khi đầm chặt thỏa mãn các đòi hỏi của yêu cầu kỹ thuật của công tác đất và vật liệu ở trạng thái có thể sẵn sàng sử dụng để đầm chặt trong công tác đất.

3.1.46

Vùng khối đắp (fill zone)

Một phần chia nhỏ của khu vực khối đắp (hoặc một phần của công trình đất), chẳng hạn như nền, lõi, vai và vùng phía trên.

3.1.47

Yêu cầu kỹ thuật (thông số kỹ thuật) (specification, technical specification)

Tài liệu hoặc tập hợp các điều khoản quy định các yêu cầu kỹ thuật đối với việc thi công và kiểm tra công tác đất (xem cùng với các bản vẽ dự án).

3.1.48

Yêu cầu kỹ thuật sản phẩm cuối (end product specification)

Yêu cầu kỹ thuật công tác đất phải được thực hiện để đạt được các tiêu chí kỹ thuật liên quan đến khối đắp đầm chặt.

3.1.49

Yêu cầu kỹ thuật về phương pháp (method specification)

Thông số kỹ thuật yêu cầu để thi công và tạo công trình đất bằng cách sử dụng vật liệu cụ thể, các loại thiết bị và phương pháp cụ thể.

3.1.50

Yêu cầu kỹ thuật về đặc tính (performance specification)

Yêu cầu kỹ thuật đòi hỏi các công việc phải được xác định tương ứng với các yêu cầu của dự án dài hạn, thường được đặt ở mức tương đối cao.

3.2 Các từ viết tắt và ký hiệu

Các từ viết tắt và ký hiệu được liệt kê bên dưới theo thứ tự bảng chữ cái của các từ viết tắt, sau đó là các ký hiệu.

Từ viết tắt

CBR	Thí nghiệm CBR
CBR _i	Thí nghiệm CBR ngâm nước
CCC	Kiểm tra đầm chặt liên tục
CPT	Thí nghiệm xuyên tĩnh
DG	Thí nghiệm phân hủy
DPT	Thí nghiệm xuyên động DPT
FR	Thí nghiệm khả năng phân mảnh
IPI	Thí nghiệm IPI hoặc thí nghiệm chỉ số chịu tải tức thời
LA	Thí nghiệm Los Angeles
MCV	Thí nghiệm giá trị điều kiện độ ẩm
MDE	Thí nghiệm độ mài mòn Micro-Deval
SPT	Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn

Ký hiệu

a_v	là độ bão hòa không khí, không thứ nguyên
c'	là lực dính hiệu quả, kPa
C_c	là hệ số độ cong, không thứ nguyên
C_{CaCO_3}	là hàm lượng canxi cacbonat, không thứ nguyên
C_{OM}	là hàm lượng chất hữu cơ, không thứ nguyên (%)
C_U	là hệ số không đồng nhất, không thứ nguyên
C_{salt}	là hàm lượng muối hòa tan, không thứ nguyên (%)
C_x	là phần trăm khối lượng của các hạt nhỏ hơn x (mm), không thứ nguyên (%)

D_{\max}	là kích thước tối đa của các hạt lớn nhất có trong đất, mm
D_{Pr}	là mức độ đầm chặt $\frac{\rho_d}{\rho_{d \max}} = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d \max}}$, không thứ nguyên
D_x	là kích thước hạt tại đó x % là hạt mịn, mm
e	là hệ số rỗng, không thứ nguyên
E	là mô đun đàn hồi, MPa
E_c	là mô đun đàn hồi khi nén
E_{it}	là mô đun đàn hồi khi kéo gián tiếp
E_t	là mô đun đàn hồi khi kéo trực tiếp
$E_{V1}(M_1)$	là mô đun từ thí nghiệm gia tải tấm nén phẳng E_{V1}
$E_{V2}(M_2)$	là mô đun từ thí nghiệm gia tải tấm nén phẳng E_{V2}
G_v	là thể tích trương nở
I_c	là độ sệt
I_{CBR}	là chỉ số CBR
I_{CBRi}	là chỉ số CBR ngâm nước
I_D	là độ chặt tương đối
I_{DG}	là hệ số phân hủy
I_{FR}	là hệ số phân mảnh
I_{FS}	là hệ số tan rã (bở rời) của cốt liệu mịn
I_{IPI}	là chỉ số chịu tải tức thời IPI
I_m	là chỉ số Thornwaithe
I_{MCV}	là chỉ số giá trị điều kiện độ ẩm
I_P	là chỉ số dẻo
I_r	là tỷ lệ cường độ sau khi ngâm nước ($\frac{R_i}{R}$)
I_{s50}	là chỉ số nén điểm
LA^1 hoặc C_{LA}	là hệ số Los Angeles
L_s	là biên độ trương nở tuyến tính (khuôn CBR)
MDE^2 hoặc C_{MDE}	là hệ số Micro-Deval

¹ được sử dụng trong TCVN EN 1097-2

n	là độ lỗ rỗng
n_a	là hệ số rỗng chứa khí = thể tích khí/tổng thể tích
P	là độ hóa bụi
R	là cường độ chịu nén hoặc chịu kéo
R_c	là cường độ chịu nén
R_i	là cường độ chịu nén hoặc chịu kéo sau khi ngâm nước
R_{it}	là cường độ chịu kéo gián tiếp
R_t	là cường độ chịu kéo
S_r	là độ bão hòa
V_{BS}	là giá trị Methylene Xanh (fraction 0/50 mm)
V_P	là vận tốc sóng nén
V_s	là vận tốc sóng cắt
w	là độ ẩm
w_L	là giới hạn chảy
w_n	là độ ẩm tự nhiên
w_{OPM}	là độ ẩm tối ưu (thí nghiệm Proctor cải tiến)
w_{OPN}	là độ ẩm tối ưu (thí nghiệm Proctor)
w_P	là giới hạn dẻo
w_S	là giới hạn co ngót
$x\% \rho_{d \max OPN}$	là phần $x\%$ của khối lượng khô lớn nhất trên đường cong Proctor tham chiếu
ε_{coll}	là biến dạng phá hoại tuyến tính (nén một trục không nở hông)
ε_{sw} hoặc ε_g	là biến dạng trương nở tuyến tính
ε_{vsw} hoặc ε_{vg}	là biến dạng thể tích trương nở
γ	là khối lượng riêng
γ_b	là khối lượng riêng thể tích
γ_d	là khối lượng riêng khô
γ_{dn}	là khối lượng riêng khô tại hiện trường
$\gamma_{d \max OPM}$	là khối lượng riêng khô lớn nhất tại độ ẩm tối ưu trong thí nghiệm Proctor cải tiến (OPM)
$\gamma_{d \max OPN}$	là khối lượng riêng khô lớn nhất tại độ ẩm tối ưu trong thí nghiệm Proctor (OPN)

² được sử dụng trong TCVN EN 1097-1

ν	là hệ số Poisson
φ'	là góc ma sát trong
ρ_b	là khối lượng thể tích toàn khối
ρ_d	là khối lượng thể tích khô
$\rho_{d \max OPM}$	là khối lượng thể tích khô lớn nhất tại độ ẩm tối ưu trong thí nghiệm Proctor cải tiến (OPM)
$\rho_{d \max OPN}$	là khối lượng thể tích khô lớn nhất tại độ ẩm tối ưu trong thí nghiệm Proctor (OPN)
ρ_{dn}	là khối lượng thể tích khô tại hiện trường

4 Nguyên tắc thiết kế và thực hiện công tác đất

4.1 Khái quát chung

Công tác đất bao gồm đào, bốc xúc, vận chuyển (di chuyển vật liệu đắp), xử lý/gia cố, tập kết (đặt), cải tạo và đầm chặt các vật liệu tự nhiên (đất, đá), các phụ phẩm công nghiệp hoặc vật liệu tái chế để đạt được ổn định và bền vững của mái dốc hoặc khối đắp khi đào hoặc đắp công trình, với các đặc tính quy định. Những công việc này có thể được thực hiện dưới nước. Công tác đất đòi hỏi phải lập kế hoạch, thiết kế, xây dựng và bảo trì. Chúng phụ thuộc vào các đặc tính của vật liệu đắp, các đặc tính cần thiết của công trình đất và các điều kiện môi trường.

Tiêu chuẩn này đưa ra các quy tắc liên quan đến việc tổ chức dự án công tác đất, thiết kế và lập kế hoạch cho chúng.

4.2 Các giai đoạn của dự án công tác đất

Mỗi dự án công tác đất bao gồm hai giai đoạn chính:

- Các nghiên cứu trước khi thi công, bao gồm:
 - + lập kế hoạch chuẩn bị thi công công trình đất;
 - + khảo sát hiện trường và phân loại vật liệu (Mục 5 của tiêu chuẩn này và TCVN EN 16907-2: 2017, Mục 5);
 - + đánh giá sự phù hợp của các vật liệu này với các đặc tính yêu cầu của công trình đất (Mục 6, 7, 8 và 9);
 - + lựa chọn quy trình thi công (TCVN EN 16907-1, TCVN EN 16907-3, TCVN EN 16907-6);
 - + tối ưu hóa công tác đất ở quy mô toàn dự án (Mục 11);
 - + lập yêu cầu kỹ thuật thực hiện công việc (quy trình xây dựng, giám sát, kiểm tra chất lượng) (TCVN EN 16907-1, TCVN EN 16907-3, TCVN EN 16907-5, TCVN EN 16907-6).
- Thực hiện thi công (xây dựng):
 - + thi công công trình đất tại hiện trường;
 - + kiểm tra các giả định thiết kế;

- + thực hiện các công việc theo chỉ dẫn;
- + quan trắc nền đất (ví dụ độ ổn định của mái dốc);
- + kiểm tra chất lượng/bảo đảm chất lượng;
- + kiểm tra các đặc tính của công trình đất hoàn thành so với yêu cầu, phục vụ việc nghiệm thu kết quả công tác đất.

4.3 Hướng dẫn thực hiện công việc

Thiết kế công tác đất phải đưa ra các hướng dẫn chi tiết trong quá trình thực hiện công việc. Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu để thiết lập các hướng dẫn này. Danh sách sau đây đưa ra các ví dụ về các hạng mục hoặc yêu cầu xây dựng có thể được tạo ra như một phần của quá trình thiết kế công tác đất, các hướng dẫn sẽ được xác định để phù hợp với dự án cụ thể (danh sách này không bao gồm đủ hết):

- Chuẩn bị hiện trường:
 - + chi tiết về các công trình ngầm hiện có, nền móng, kết cấu, tòa nhà và các vật cản có thể bị ảnh hưởng bởi công tác đất và các hạn chế liên quan;
 - + các hạn chế liên quan đến nước bề mặt và nước ngầm;
 - + các yêu cầu thoát nước của công tác đất.
- Vật liệu:
 - + mô tả và phân loại đất, đá và các vật liệu khác, phù hợp với TCVN EN 16907-2;
 - + các đặc tính và điều kiện chấp nhận của vật liệu đắp để sử dụng trong công tác đất;
 - + những hạn chế liên quan đến việc sử dụng các vật liệu cụ thể;
 - + xử lý và cải tạo vật liệu để có thể sử dụng làm vật liệu đắp;
- Đối với công tác đắp hoặc đào:
 - + khối lượng (số lượng), loại, vị trí, kích thước và kết cấu của các công trình đất;
 - + khối lượng, loại, vị trí, kích thước, thành phần và mục đích của hố thi công, hố đào khai thác vật liệu và hào, kể cả kích thước tối thiểu của không gian làm việc;
 - + lắp đặt vật liệu địa kỹ thuật tổng hợp;
 - + chuẩn bị bề mặt trước khi thi công khối đắp;
 - + các biện pháp ngăn ngừa sự hư hỏng công trình bao gồm cả việc thoát nước cho công tác đất.
- Kiểm tra chất lượng và yêu cầu bảo đảm chất lượng:
 - + các yêu cầu về đảm chắc và thí nghiệm để chứng minh sự tuân thủ với yêu cầu kỹ thuật;
 - + xác định dung sai xây dựng cho phép khi xác định các bề mặt như cao độ (tạo thành) và chiều dày lớp;
 - + các hướng dẫn thu được từ các báo cáo và phân tích kỹ thuật, và các yêu cầu cần giải quyết trong quá trình xây dựng.
- Các biện pháp bảo vệ tạm thời và lâu dài:
 - + bảo vệ các hố và hào xây dựng, nền đắp và mái dốc;

- + lớp bảo vệ bên trên bề mặt đào đắp, chiều dày của lớp bảo vệ và tiến độ dỡ bỏ;
- Về hậu cần:
 - + các tuyến đường được phép vận chuyển, các điều kiện bắt buộc và các hạn chế tiềm ẩn trong việc sử dụng chúng;
 - + kho lưu trữ/bãi lưu trữ có sẵn và bất kỳ yêu cầu nào về điều kiện lưu trữ;
 - + các hạn chế tạm thời của quá trình xây dựng, chẳng hạn như nhiệt độ cho phép hoạt động, giờ làm việc, mức độ tiếng ồn cho phép, chu kỳ quan trắc.

4.4 Mối liên hệ giữa công tác đất và thiết kế công trình đất

Thiết kế công tác đất liên quan đến việc lựa chọn các đặc tính của vật liệu đắp và thông số kỹ thuật của các yêu cầu đối với quá trình thi công công tác đất để bảo đảm rằng công trình đất hoàn thành đáp ứng thiết kế địa kỹ thuật.

Thiết kế công trình đất về độ ổn định và biến dạng phải tuân theo EN 1997 (Eurocode 7) và các tiêu chuẩn liên quan khác. Thiết kế địa kỹ thuật và kết cấu đưa ra các yêu cầu về các đặc tính và chức năng của công trình hoàn thành (ví dụ: hình học, độ cứng, khả năng chịu lực, tính thấm). Các tiêu chuẩn về công tác đất đều giả định rằng công trình đất được xây dựng đã được thiết kế phù hợp.

Đối với công tác đất, “thiết kế” có nghĩa là “xác định quy trình” cho phép chuyển nền đất tự nhiên tại hiện trường (đất hoặc đá) và/hoặc các phụ phẩm công nghiệp, hoặc vật liệu tái chế thành một khối đắp được đầm chặt và bền vững, với các đặc tính yêu cầu, hoặc khối đào ổn định. Quá trình quyết định này bao gồm việc đặc trưng hóa nền đất tự nhiên và lựa chọn thiết bị và quy tắc phù hợp để lập kế hoạch khai thác, vận chuyển, đầm chặt và kiểm tra vật liệu. Các sản phẩm của thiết kế này bao gồm: yêu cầu kỹ thuật, bản vẽ, báo cáo đánh giá rủi ro, kế hoạch thực hiện, tiến độ công việc, sơ đồ công việc, ... Những điều kiện này có thể được đáp ứng bằng các xử lý dựa trên kinh nghiệm hoặc thiết kế dựa trên tính năng.

Khi thiết kế công tác đất phải xét đến:

- loại kết cấu (đào, nền đắp, ...);
- hình dạng và đặc tính yêu cầu của công trình hoàn thành;
- loại và trạng thái của vật liệu được xử lý (TCVN EN 16907-2);
- điều kiện thủy văn, địa chất thủy văn và khí tượng;
- tầm quan trọng của công trình đất được xây dựng và hậu quả của sự hư hỏng;
- loại thiết bị có thể sử dụng để thực hiện công việc (TCVN EN 16907-3);
- khả năng xử lý vật liệu sẵn có cho thi công đào đắp (TCVN EN 16907-4).

Người thiết kế công tác đất cần chuẩn bị các yêu cầu kỹ thuật để thực hiện công việc (TCVN EN 16907-3, TCVN EN 16907-4, TCVN EN 16907-6). Yêu cầu kỹ thuật công tác đất cần đưa ra các yêu cầu phải đáp ứng trong quá trình xây dựng về nhiều mặt khác nhau, có thể bao gồm:

- quy trình giám sát và kiểm tra chất lượng;

- các đặc tính được nghiệm thu của vật liệu đắp và cách thức kiểm tra chúng trong quá trình thực hiện công việc;
- quy trình cơ học được sử dụng để khai thác, vận chuyển, phân lớp và đầm chặt, và nếu thích hợp, bất kỳ quá trình xử lý hoặc cải tạo nào để thay đổi các đặc tính của vật liệu đắp;
- các khu vực khối đắp có thể được xây dựng;
- vị trí của các khu vực bố trí vật liệu dư thừa tạm thời hoặc lâu dài;
- trình tự thực hiện công việc;
- các hạn chế về khí hậu, ví dụ như các hạn chế làm việc liên quan đến lượng mưa/thời tiết ẩm ướt/lũ lụt;
- các quy trình và kế hoạch của các hoạt động giám sát và kiểm tra trong quá trình thực hiện công việc;
- các yêu cầu đối với việc bảo vệ các công tác đất để tránh hư hỏng vật liệu đắp hoặc lớp nền.

Thiết kế công trình đất phụ thuộc chính vào các vật liệu sẵn có và khả năng đạt được kết quả mong đợi thông qua công tác đất. Do đó, khi thiết kế công trình đất phải xét đến tính tổng thể, cần xem xét các vật liệu sẵn có, điều kiện hiện trường, đặc điểm khu vực, bao gồm tất cả các công trình tạm thời và hạn chế do tác động môi trường trong giai đoạn xây dựng, vận hành và các hoạt động bảo trì trong tương lai.

Điều kiện hiện trường có thể bao gồm:

- các hạn chế do tự nhiên: thích ứng đơn giản với khu vực (địa hình, địa chất, địa mạo, địa chất thủy văn, khí hậu và biến đổi khí hậu, sử dụng đất), lũ lụt, sạt lở đất, mỏ cũ, ...;
- các hạn chế do: khảo cổ học/di sản lịch sử, môi trường, chủ sở hữu và cư dân, vật liệu chưa nổ (bom), ...;
- các hạn chế do các công trình kỹ thuật dịch vụ hiện có (ví dụ: đường điện, nước, đường ống dẫn dầu và khí đốt).

Những hạn chế này thường được xem xét trong dự án công trình xây dựng và nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này.

4.5 Phát triển bền vững và các chú ý về môi trường đối với công tác đất

Công tác đất nên được thiết kế theo nguyên tắc bền vững. Mục đích của tiêu chuẩn này, phát triển bền vững có nghĩa là: “một cách tiếp cận bền vững, cân bằng đối với hoạt động kinh tế, trách nhiệm với môi trường và tiến bộ xã hội”. Một số vấn đề về phát triển bền vững được đề cập ở cấp độ của dự án và không liên quan trực tiếp đến việc thực hiện công tác đất.

Ví dụ về những đóng góp của công tác đất vào phát triển bền vững là:

- việc bảo tồn các nguồn tài nguyên thiên nhiên bằng cách sử dụng tối ưu các vật liệu tại chỗ và sử dụng các vật liệu thứ sinh khi thích hợp;
- hạn chế lưu lượng xe lớn vận chuyển vật liệu vào công trường;

- giảm việc đưa ra các kho lưu trữ bên ngoài, các hố đào khai thác và lưu giữ vật liệu ngoài công trường;
- việc sử dụng các công nghệ có ít tác động đến môi trường, chẳng hạn như sục khí hoặc sử dụng các sản phẩm phụ công nghiệp;
- giảm thiểu tiêu thụ năng lượng khi vận chuyển và đảm bảo chất khối đắp, và giảm lượng phát khí thải (carbon dioxide);
- giảm tiêu thụ nước (phun nước cày xới, các sản phẩm giữ bụi);
- tối ưu hóa chi phí và thời gian thực hiện.

Các lưu ý về môi trường liên quan đến công trình đất đã hoàn thành hoặc việc thực hiện các công tác đất. Tiêu chuẩn này chỉ đề cập đến các tác động của công tác đất. Các yếu tố cần phải xem xét:

- tiếng ồn và rung động;
- giao thông đường bộ;
- quản lý chất thải và nền đất bị ô nhiễm;
- bụi sản xuất, bao gồm các chất kết dính trong trường hợp xử lý vật liệu đắp;
- ô nhiễm không khí và nước;
- lưu giữ tại chỗ và bên ngoài hiện trường các vật liệu thừa hoặc không phù hợp;
- đa dạng sinh học.

Tất cả các vấn đề về môi trường cần phải tuân thủ theo luật, tiêu chuẩn hiện hành và các quy tắc thực hành có giá trị khác.

Sự tồn tại của đất ô nhiễm và khả năng sử dụng các vật liệu thứ sinh nên được xem xét ngay từ đầu dự án để tối đa hóa cơ hội tái sử dụng theo luật hiện hành.

4.6 Quản lý rủi ro

Liên quan đến công tác đất, quản lý rủi ro phải là một vấn đề chính đối với dự án phức tạp như trong tất cả các hoạt động xây dựng. Các lĩnh vực rủi ro cần được quản lý bao gồm:

- chương trình, chất lượng và rủi ro tài chính để bảo đảm thực hiện thành công dự án;
- đáp ứng các yêu cầu luật pháp về sức khỏe và an toàn, cùng với các rủi ro môi trường.

Đối với các dự án về công tác đất lớn hoặc phức tạp, có thể thuận lợi nếu mỗi nhóm thiết kế biên soạn và duy trì sổ đăng ký rủi ro cho phần công việc mà họ chịu trách nhiệm.

Các rủi ro đặc biệt đối với công tác đất có liên quan đến địa kỹ thuật như:

- điều kiện hiện trường không lường trước hoặc không mong muốn;
- tác động đến các công trình/công trình hạ tầng lân cận;
- sự nhạy cảm của đất cùng với thời tiết trong quá trình thực hiện (và nói chung là khí hậu);
- sự cố của hệ thống thoát nước và tiêu nước;
- sự an toàn của đập và mái dốc; và
- môi trường (ví dụ: xây dựng trong các khu bảo tồn, sử dụng các chất nguy hiểm);
- tác động của các tai họa thiên nhiên (ví dụ như động đất, lũ lụt, ...);

- tác động của các điều kiện hiện trường không dự đoán được (ví dụ địa tầng địa chất và đứt gãy);
- sự tồn tại của đất nền bị ô nhiễm.

Khi thực hiện công tác đất, các rủi ro có thể được lấy từ sổ đăng ký rủi ro địa kỹ thuật, có thể được sử dụng để cho phép nhóm thiết kế quản lý hoặc giảm thiểu một số rủi ro liên quan đến công tác đất của dự án. Tất cả các rủi ro còn tồn đọng cần được quản lý ở cấp độ tổng thể của dự án.

4.7 Các loại quy trình công tác đất

Công tác đất có phạm vi hoạt động rộng, không thể được bao phủ bởi một bộ quy tắc duy nhất. Tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn và yêu cầu đối với ba nhóm hoạt động của công tác đất như sau:

- thi công khối đắp (Mục 6 của tiêu chuẩn này và TCVN EN 16907-3, TCVN EN 16907-4);
- thi công đào (Mục 7 của tiêu chuẩn này và TCVN EN 16907-3);
- nạo vét bằng bơm hút thủy lực (Mục 8 của tiêu chuẩn này và TCVN EN 16907-6).

5 Khảo sát hiện trường và vật liệu

5.1 Thông tin cần thiết cho thiết kế công tác đất

Mô tả, nhận dạng, phân loại và đặc trưng hóa đất, đá và các vật liệu đắp khác là một phần thiết yếu của thiết kế công tác đất. Chúng cung cấp thông tin cần thiết để xác định tính chất của từng vật liệu, cách tốt nhất để lấy vật liệu đó từ việc đào hoặc cắt gọt, trạng thái cuối cùng mà nó có thể đạt được sau khi đầm chặt và cách tốt nhất để đạt được trạng thái cuối cùng này.

Mô tả vật liệu cho công tác đất nên bao gồm:

- điều kiện địa chất (bao gồm cả động đất) và loại vật liệu (đất, đá và các vật liệu khác);
- sự tồn tại của các chất ô nhiễm;
- sự tồn tại của chất hữu cơ và các vật chất khoáng dễ gây phản ứng, dễ biến đổi (chẳng hạn như thạch cao, muối hòa tan, lưu huỳnh, sulfua và sulfat đặc biệt.);
- tất cả thông tin cần thiết để phân loại vật liệu (TCVN EN 16907-2);
- thông tin về trạng thái ban đầu của đất và đá tự nhiên;
- xác định các đặc tính đầm chặt tối ưu cho vật liệu đắp;
- khi cần thiết, ước tính độ cứng, cường độ và tính thấm của vật liệu đầm chặt;
- bất kỳ thông tin nào khác cần thiết cho dự án.

Ngoài ra, tư vấn thiết kế sẽ cần thông tin về điều kiện nước ngầm và khả năng xuất hiện các dòng chảy vào hố đào (xem Điều 5.2.3).

5.2 Khảo sát tổng hợp nền đất

5.2.1 Quy định chung

Các yêu cầu của EN 1997-2 cần phải đáp ứng. Khảo sát nền đất cho dự án về công tác đất phải cung cấp thông tin phù hợp và đầy đủ cho việc thiết kế và thi công công tác đất, bao gồm các mái dốc tạm

thời và bất kỳ công trình tạm thời nào phát sinh trong quá trình thi công. Mô hình địa kỹ thuật phải bao phủ vùng ảnh hưởng của công trình, cho cả phân tích cơ học và thủy văn và địa chất thủy văn. Tiêu chuẩn này chỉ xem xét các đặc tính của nền đất – đối tượng có tầm quan trọng đối với việc thực hiện các công tác đất.

Các giai đoạn của khảo sát địa kỹ thuật nên bao gồm nghiên cứu trong phòng, khảo sát sơ bộ để mô tả đặc điểm hiện trường nói chung, và nếu cần, các giai đoạn tiếp theo của khảo sát thiết kế để cung cấp thông tin chi tiết cho các thành phần cụ thể của thiết kế.

Nếu có thể, nghiên cứu trong phòng cho dự án về công tác đất nên tìm cách thu thập thông tin từ các dự án trước đó và số liệu công bố về sử dụng vật liệu đắp trong công tác đất và ảnh hưởng bất lợi tiềm ẩn của điều kiện địa chất và địa chất thủy văn đối với việc thi công công tác đất.

Khảo sát nền đất cũng bao gồm việc phát hiện và đặc trưng hóa bất kỳ bãi chôn lấp và lưu giữ chất thải cũ, khu vực mỏ khai thác cũ hoặc đất bị ô nhiễm, phụ thuộc vào tính chất và phạm vi của chúng.

Nếu nghi ngờ có ô nhiễm trong quá trình thăm dò do tác động của con người hoặc sự tích tụ vật chất tự nhiên, các thông số liên quan đến môi trường phải được xác định.

5.2.2 Khảo sát phục vụ thiết kế địa kỹ thuật

Công tác đất tạo ra hai loại công trình đất chính: "đào" và "đắp". Các công trình này phải được thiết kế tuân theo các quy tắc của EN 1997-1, trong đó xem xét tính ổn định, biến dạng và độ bền lâu của từng công trình.

Tiêu chuẩn EN 1997-2 xác định yêu cầu lập kế hoạch khảo sát để cung cấp đầy đủ thông tin cho các giai đoạn thiết kế khác nhau. Tư vấn thiết kế địa kỹ thuật cần được tư vấn và tham gia cho tất cả các giai đoạn của khảo sát. Khi lập kế hoạch cho một giai đoạn khảo sát nền đất, điều quan trọng là phải xem xét yêu cầu của tất cả những người sẽ sử dụng số liệu thu được ở giai đoạn sau của dự án.

Các phép đo địa kỹ thuật có thể cần thiết cho mục đích theo dõi độ ổn định, kiểm tra các giả định tính toán liên quan đến độ ổn định của nền đất, cho mục đích quan trắc ứng xử của công trình và để cung cấp bằng chứng về các công trình lân cận.

Cần phải hiểu rõ rằng không có việc khảo sát nền đất nào, dù được thực hiện cẩn thận đến đâu, có thể kiểm tra chi tiết được toàn bộ nền đất. Điều cần thiết là các điều kiện đất được biểu lộ trong quá trình đào phải được kiểm tra để xem chúng có tương ứng với mô hình địa kỹ thuật, là cơ sở cho thiết kế công trình đất. Công tác khảo sát thêm có thể cần thực hiện để xác định quy mô của các điều kiện bất thường.

5.2.3 Khảo sát cụ thể nền đất phục vụ công tác đất

Thiết kế công tác đất cần thông tin về tính chất, trạng thái, hình dạng và khối lượng của đất, đá và các vật liệu khác sẽ được đào, nạo vét, vận chuyển, xử lý, lưu trữ, rải từng lớp và đầm chặt. Một phần của thông tin này được chia sẻ với thiết kế địa kỹ thuật của công trình cuối cùng và các giai đoạn thi công

chính. Khảo sát sẽ bao gồm tất cả các khu vực mà từ đó vật liệu có thể được khai thác và vị trí các khu vực được đắp.

Tính chất của vật liệu được xác định bằng cách phân tích địa chất và thí nghiệm các mẫu lấy từ lỗ khoan, hố hoặc bãi tập kết.

Trạng thái của vật liệu được đánh giá từ các quan sát nền đất và các phép đo xác định đặc tính của đất và đá, được mô tả trong Điều 5.3 tại hiện trường hoặc trong phòng thí nghiệm.

Đặc tính hình học và khối lượng của các lớp đất tự nhiên được xác định dựa trên phân tích địa chất, lỗ khoan và các thí nghiệm tại hiện trường khác, bao gồm khảo sát địa vật lý.

Đối với việc thi công nền đắp, các đặc tính đầm chặt của đất được xác định bằng các thí nghiệm đầm chặt và biến dạng trong phòng thí nghiệm. Cần lấy một lượng đất thích hợp để có thể thí nghiệm với một khoảng giá trị độ ẩm, cho phép đánh giá phạm vi độ ẩm chấp nhận được của vật liệu để đầm chặt hiệu quả. Các mẫu này được lấy từ các lớp địa tầng với số lượng lớn các mẫu xáo trộn. Các nghiên cứu cụ thể sau đó có thể được thực hiện để xử lý phù hợp vật liệu đất nằm ngoài phạm vi độ ẩm chấp nhận được này. Khi vật liệu không thể thí nghiệm trong phòng thí nghiệm do kích thước của các hạt hoặc tảng riêng lẻ, có thể sử dụng các thí nghiệm đầm chặt mô hình thực tại hiện trường (xem Điều 6.1).

Để đào, cần có thông tin về cường độ của đất và đá (ảnh hưởng đến việc lựa chọn các thiết bị đào khác nhau), về tính chất và trạng thái nứt nẻ của đá (kiểm soát kích thước của các khối tạo ra bởi quá trình khai thác cũng như sự phong hóa và thay đổi của các khối này theo thời gian). Những thông tin này có thể thu được bằng khảo sát địa kỹ thuật (bao gồm kiểm tra các vết lộ đá) và phân tích kết hợp với khảo sát địa vật lý. Khi cần thiết, độ cứng và khả năng biến đổi của nền đất phải được đánh giá bằng các thí nghiệm trong phòng hoặc địa vật lý.

Đối với việc nạo vét, khảo sát địa kỹ thuật sẽ bao gồm khu vực nạo vét và khu vực bồi đắp tương ứng. Do việc nạo vét thường bao gồm các khu vực rộng lớn, các phương pháp địa vật lý thường được sử dụng để khảo sát nền đất.

Vị trí và khoảng cách giữa các điểm khảo sát và chiều sâu khảo sát phải tuân thủ EN 1997-2. Tư vấn thiết kế công tác đất có thể xác định rằng, việc điều chỉnh các yêu cầu này là phù hợp để phản ánh các yêu cầu cụ thể của một dự án về công tác đất. Chiều sâu của khảo sát phải bảo đảm rằng tất cả các lớp và điều kiện nền đất, có ảnh hưởng đến công tác đất đều được khảo sát.

Cần phối hợp các cuộc khảo sát liên quan đến công tác đất và các kết cấu khác để có được thông tin cần thiết cho các thành phần khác nhau của dự án.

Các cuộc khảo sát nên bao gồm các thí nghiệm hóa học về các thông số liên quan đến môi trường.

5.2.4 Báo cáo địa kỹ thuật

Cách trình bày báo cáo phải tuân theo các quy tắc được đưa ra trong EN 1997. Chúng bao gồm việc chuẩn bị các báo cáo ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình khảo sát nền đất, quá trình thiết kế và thi công.

Trong báo cáo địa kỹ thuật, đất, đá và các vật liệu khác cũng như cách sử dụng có thể có của chúng phải được trình bày với dự tính về khối lượng tương ứng và khả năng tác động của chúng với môi trường.

5.3 Sử dụng hệ thống phân loại vật liệu

Các vật liệu được sử dụng cho công tác đất phải được phân loại:

- để cho phép lập kế hoạch, cụ thể hóa các quy trình thi công và phương pháp kiểm tra chất lượng;
- để bảo đảm các yêu cầu vật liệu cho công trình đất đạt được các yêu cầu thiết kế cần thiết về khả năng chịu lực, khả năng sử dụng và độ bền lâu.

Mục đích chính của việc phân loại vật liệu phục vụ công tác đất là:

- a) để sắp xếp vật liệu thành các nhóm, có các thuộc tính và ứng xử tương tự; và
- b) để thuận lợi khi trao đổi thông tin bằng cách mô tả đất, đá và các vật liệu khác phù hợp với hệ thống mô tả của tiêu chuẩn.

Phân loại vật liệu phục vụ công tác đất phải bao gồm các đặc tính liên quan của đất và đá liên quan đến việc đào, vận chuyển, bồi đắp, xử lý và đầm chặt.

TCVN EN 16907-2 đưa ra các quy tắc về mô tả và phân loại đất, đá và các vật liệu khác được sử dụng cho công tác đất.

TCVN EN 16907-2 xác định ba giai đoạn phân loại:

- mô tả dựa trên quan sát: điều này sẽ cung cấp thông tin về loại vật liệu, hình dạng và vị trí của chúng trong nền đất, sự biến đổi của chúng, trạng thái nứt nẻ, ...;
- phân loại theo các thông số của “tính chất nội tại”, là những thuộc tính vật liệu không thể thay đổi dễ dàng và là những thuộc tính độc lập với các điều kiện trạng thái trong quá trình thi công, ví dụ: kích thước hạt, thành phần hạt hoặc chỉ số dẻo. Các thí nghiệm trong phòng được sử dụng để phân loại vật liệu thành các nhóm có các đặc tính tương tự, ví dụ: ứng xử trong công trình đất sau khi đầm chặt. Nhóm yêu cầu kỹ thuật các dự án công tác đất về đắp thường được xác định dựa trên các “tính chất nội tại”;
- phân loại dựa trên các thông số của “tính chất trạng thái” mà dễ dàng thay đổi bởi các quy trình đào đất, ví dụ: độ ẩm, khối lượng thể tích, lực dính, cường độ: để biểu thị tính khả thi của vật liệu khi thực hiện công tác đất. Các nhóm tương ứng có thể được liên kết với các quy trình thực hiện cụ thể bao gồm đào, vận chuyển, xử lý, rải và đầm chặt hoặc để sử dụng trong các vùng cụ thể trong công trình đất (ví dụ: khối đắp nói chung, lớp đáy móng).

Như đã chỉ ra trong Điều 6, thiết kế công tác đất dựa trên kinh nghiệm hoặc dựa trên các thí nghiệm mô hình thực.

Kinh nghiệm có thể được sử dụng theo hai cách:

- đối với các công việc đơn giản, việc xác định tính chất của đất nền có thể được coi là đủ để áp dụng các kỹ thuật về công tác đất đã biết;
- đối với các công việc phức tạp hơn, việc thí nghiệm và sử dụng hệ thống phân loại phức tạp hơn là cần thiết để chọn ra quy trình thi công tốt nhất.

Thí nghiệm sơ bộ mô hình thực được sử dụng để đánh giá các vật liệu chưa biết về ứng xử, hoặc khi sử dụng thiết bị hoặc quy trình mới. Các thí nghiệm có thể tập trung vào tính chất của nền đất và ứng xử của vật liệu đắp đối với việc đầm chặt hơn là dựa hoàn toàn vào các hệ thống phân loại hiện có. Danh sách các tiêu chuẩn thí nghiệm thường được sử dụng để xác định và phân loại vật liệu đắp được trình bày trong TCVN EN 16907-2.

6 Thiết kế công tác đắp

6.1 Giới thiệu

Dự án công tác đất được đặc trưng bằng các quy trình thực hiện (ví dụ: chiến lược đào, vận chuyển và sử dụng đất được khai thác hoặc các sản phẩm, thiết bị khai thác, vận chuyển, rải theo lớp và đầm chặt, quy trình thích ứng với từng vật liệu đắp, kiểm tra chất lượng) để đạt được kết quả phù hợp với các yêu cầu (hoặc giả định) của dự án công trình đất.

Vì công tác đất thường xuyên được quản lý theo độ chặt (khối lượng thể tích) của vật liệu khối đắp đầm chặt, nên cần phải kết nối giữa độ chặt với các đặc tính cơ học của khối đắp được đầm chặt, về độ ổn định (cường độ chịu cắt), biến dạng (khả năng biến dạng) và độ chống thấm (tính thấm). Độ bền lâu và tính ổn định lâu dài của khối hoàn thiện vật liệu đắp cần được xem xét rõ ràng khi xác định các yêu cầu về độ chặt.

Do đó, quá trình thiết kế thường sẽ bao gồm:

- đánh giá tính chất và đặc tính vật liệu của đất, đá, phụ phẩm công nghiệp hoặc vật liệu tái chế sẵn có;
- đánh giá các đặc tính cần thiết của vật liệu khối đắp đầm chặt và làm thế nào để đạt được những đặc tính này;
- xác định quy trình thi công trong khi xem xét loại công việc (đào, vận chuyển, xử lý, rải theo lớp, đầm chặt), thiết bị hiện có, tính chất và trạng thái ban đầu của đất/đá, khí hậu và trạng thái cuối cùng mong muốn;
- tối ưu hóa dự án về công tác đất về sử dụng thiết bị, hạn chế giao thông, bảo vệ môi trường, phát triển bền vững, chi phí, thời gian thực hiện công việc;
- xác định hình thức phù hợp phục vụ việc nghiệm thu công trình (phương pháp thí nghiệm, giám sát và tần suất thí nghiệm trong quá trình thi công) (TCVN EN 16907-5).

Đối với khối đắp, quy trình đầm chặt (số lượng và độ dày của các lớp, thiết bị và công đầm chặt) phụ thuộc vào vật liệu đắp sẵn có, vào điều kiện khí hậu và các đặc tính cần thiết cuối cùng của lớp đắp hoàn thành. Nó có thể yêu cầu cải tạo vật liệu đắp bằng các kỹ thuật khác nhau (sục khí, làm ẩm, trộn với các vật liệu khác, sử dụng chất kết dính). Khả năng đạt được các đặc tính cần thiết cuối cùng của vật liệu đắp có thể phụ thuộc vào các kỹ thuật cải tạo nền đất, không được đề cập trong tiêu chuẩn này.

Do khó ngoại suy từ các thí nghiệm trong phòng, đối với quy trình thi công tối ưu cho một công trường nhất định, các thí nghiệm đầm chặt quy mô thực là một công cụ tham khảo có giá trị để đánh giá hiệu quả khả thi của từng kỹ thuật. Kinh nghiệm thu được từ các thí nghiệm này và các dự án về công tác đất trong nhiều năm đã được tổng hợp trong “phân loại” (TCVN EN 16907-2), giúp tư vấn thiết kế về công tác đất lựa chọn quy trình thi công. Việc sử dụng các phân loại như vậy được coi là một trong những cách áp dụng tiêu chuẩn hiện hành.

Công tác đất là một quá trình cơ học phức tạp không thể mô hình hóa để phản ánh tất cả sự phức tạp của quá trình thi công. Do đó, cách tiếp cận kỹ thuật là sử dụng kết hợp thí nghiệm trong phòng và thí nghiệm quy mô thực bao gồm cả thí nghiệm tại hiện trường (TCVN EN 16907-3 cung cấp thêm chi tiết về thí nghiệm quy mô hiện trường). Trong trường hợp khối đắp đá, các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và đầm chặt thậm chí còn khó khăn hơn và các quyết định thiết kế hầu như hoàn toàn dựa trên đánh giá kỹ thuật và kinh nghiệm đối với các nguồn vật liệu đắp đá cụ thể.

6.2 Quy trình thiết kế

6.2.1 Quy định chung

Các khối đắp được thi công theo các bước đã được công nhận để đạt được các đặc tính quy định, về khả năng chống chịu, biến dạng, độ chống thấm và độ bền lâu. Các bước thi công này bao gồm:

- a) chuẩn bị nền/bệ sẵn sàng để tiếp nhận khối đắp (TCVN EN 16907-3);
- b) trải và sau đó đầm chặt các lớp vật liệu đắp (TCVN EN 16907-3 và -4);
- c) thi công đắp vật liệu dạng hạt thô như cuội sỏi (TCVN EN 16907-3);
- d) bơm hút tạo khối đắp (TCVN EN 16907-6).

Các đặc tính mong đợi của khối đắp được xác định bởi thiết kế công trình đất. Thiết kế công tác đất là quá trình xác định cách thích hợp để thi công công việc về đất nhằm đáp ứng các đặc tính này và các yêu cầu sử dụng cuối cùng của khối đắp hoàn thành, và sự triển khai công nghệ. Yêu cầu kỹ thuật xác định các yêu cầu phải đáp ứng trong quá trình thi công, bao gồm cách giám sát và kiểm tra chất lượng công việc thi công. Trong các bước từ c) đến d) ở trên, các đặc tính của khu vực đắp hoàn thành có thể đạt được bằng cách chia khu vực đắp thành các vùng nhỏ (6.2.2), với các yêu cầu khác nhau cho mỗi vùng.

6.2.2 Vùng đắp

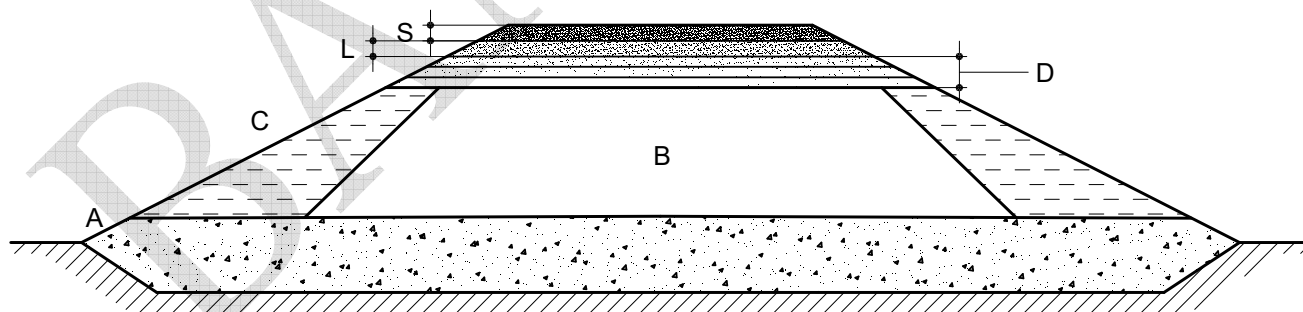
6.2.2.1 Quy định chung

Mặt cắt ngang của khối đắp có thể đồng nhất hoặc được chia thành các vùng khác nhau khi cần thiết. Mỗi vùng sau đó phải được xác định về hình học, chủng loại vật liệu được chấp nhận, khối lượng thể tích và các tính chất cơ học, vật lý và hóa học khác của vật liệu được đầm chặt.

6.2.2.2 Khối đắp cho công trình hạ tầng

Mặt cắt ngang của khối đắp cho công trình hạ tầng (đối với đường cao tốc, đường sắt, đường thủy, công trình phòng chống lũ lụt, đê hoặc đập) có thể được chia thành các vùng, thường có thể bao gồm các vùng sau (xem Hình 1), mặc dù thiết kế dự án có thể xác định các yêu cầu cụ thể về bổ sung/chia nhỏ vùng trong khối đắp:

- **Vùng (lớp) móng trên (A):** Vùng khối đắp tiếp xúc trực tiếp với mặt đất hiện diện. Vùng này có thể được chia thành các lớp, ví dụ: để thoát nước, lớp nền làm việc, lớp bảo vệ không thấm. Nó có thể bao gồm việc thay thế đất nền hiện có đến một chiều sâu nào đó hoặc cải tạo mặt đất hiện có bằng chất kết dính hoặc lấp đặt các lớp vải địa kỹ thuật tổng hợp.
- **Vùng lõi (B):** Vùng đắp nằm giữa bất kỳ lớp móng trên và vùng phía trên (nơi nền đắp có đủ chiều cao). Vùng lõi có thể được bảo vệ khỏi nước hoặc cách ly để hạn chế ô nhiễm môi trường.
- **Vùng vai (vùng bên) (C):** vùng đắp bên. Các vùng này có thể có nhiều chức năng khác nhau, ví dụ: tạo độ dốc lớn hơn, bảo vệ lõi, chức năng bộ lọc, bảo vệ khỏi xói mòn.
- **Vùng phía trên (D):** vùng nằm giữa vùng lõi và kết cấu bên trên (mặt đường, đường ray). Vùng này có thể bao gồm các lớp khác nhau như “phần trên của khối đắp”, “lớp đáy móng”, “lớp chuyển tiếp” để tách khối đá đắp khỏi các lớp hạt phía trên, một lớp không thấm nước hoặc một lớp khác có chức năng cụ thể. Nó không bao gồm các lớp kết cấu bên trên.



CHÚ DẪN:

A vùng móng trên

B vùng lõi

C vùng vai (vùng bên)

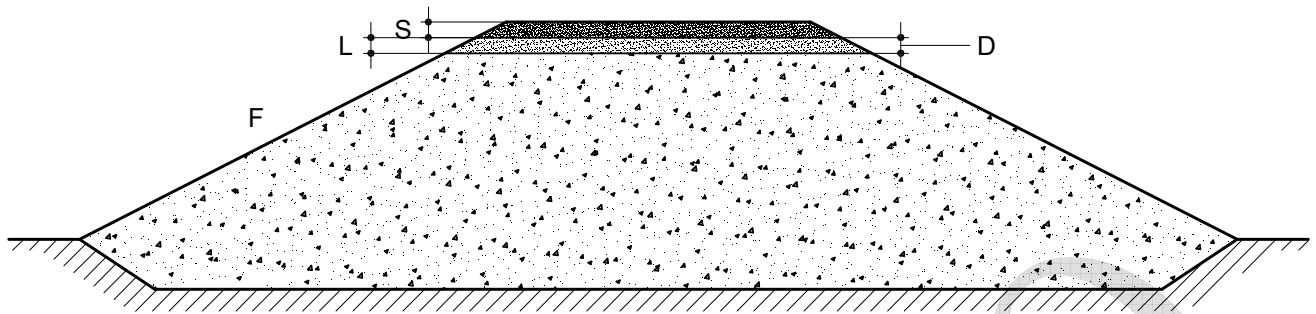
D vùng phía trên của nhiều lớp

L lớp đáy móng (một phần của vùng phía trên)

S kết cấu bên trên (mặt đường/đường ray) (không phải là một phần của công tác đất)

Hình 1 - Các vùng khối đắp của công trình hạ tầng: trường hợp chung

Vật liệu đắp trong các vùng A, B và C có thể giống nhau miễn là vật liệu đáp ứng các yêu cầu của từng vùng (Hình 2, ví dụ cho trường hợp chung).



CHÚ DẪN:

D vùng phía trên của một lớp đơn được tạo thành bởi lớp đáy móng

F khối đắp

L lớp đáy móng (một phần của vùng phía trên)

S kết cấu bên trên (mặt đường/đường ray) (không phải là một phần của công tác đất)

Hình 2 - Các vùng khối đắp đồng nhất của công trình hạ tầng (ví dụ)

Kích thước của các vùng khác nhau và đặc tính của vật liệu của chúng phải được lựa chọn để đáp ứng các yêu cầu của dự án công trình xây dựng. Dự án công trình xây dựng xác định ứng xử cần thiết của công trình đất hoàn thiện về khả năng biến dạng, ổn định, khả năng chịu lực, tính thấm và độ bền lâu. Tiêu chuẩn hiện tại giả định rằng các chức năng của mỗi vùng được quyết định do khả năng cung cấp các vật liệu đắp sẵn có tại công trường hoặc bằng các vật liệu đắp sẵn có tại địa phương khác.

Khi thiết kế các vùng khác nhau phải xem xét tất cả các vấn đề liên quan đến dự án, bao gồm những điều sau:

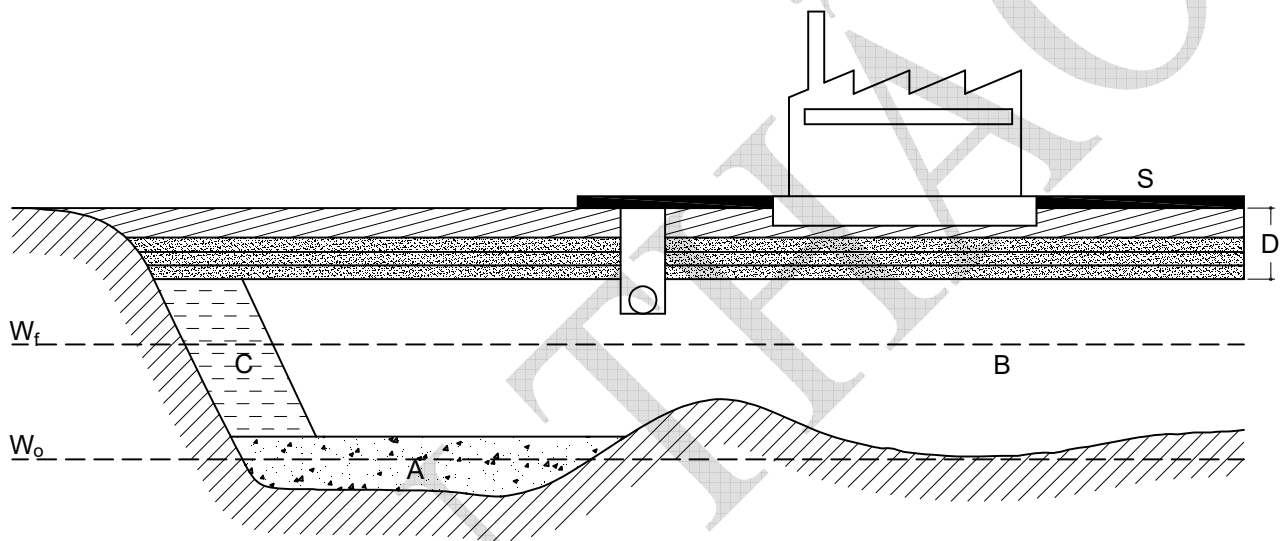
- độ lún bên dưới có thể có, hoặc thay đổi về thể tích bên trong khối đắp sau khi xây dựng;
- bảo vệ các vật liệu nhạy cảm với nước;
- cách ly các vật liệu ô nhiễm để tránh rửa trôi các chất ô nhiễm;
- cô lập của các vật liệu nhạy với các đặc tính hóa học của một lớp khác, ví dụ: tách lõi khối đắp khỏi lớp móng;
- ảnh hưởng của việc di chuyển thiết bị thi công (tải trọng và rung động) lên nền đất tự nhiên và các đặc tính vật liệu đắp;
- ảnh hưởng của quy trình thi công lên hình dáng của vùng lõi và vùng bên.

6.2.2.3 Khối đắp lấp các hố đào lớn và các chỗ trũng tự nhiên

Việc lấp các hố đào hoặc chỗ trũng lớn có thể được phân chia theo các vùng giống như đối với khối đắp cho công trình hạ tầng (ví dụ về việc lấp một hố đào lớn được minh họa trong Hình 3). Ngoài các biện pháp phòng ngừa liệt kê trong 6.2.2.2, sự thay đổi mực nước mặt phải được xem xét khi thiết kế các công tác đất này.

Tư vấn thiết kế công trình đất nên xem xét rằng ở nơi khối đắp có chiều dày đáng kể được đặt trên một diện tích rộng, tải trọng do khối đắp thường có thể gây ra độ lún đáng kể, bao gồm cả độ lún bản thân

và độ lún của nền đất bên dưới. Hơn nữa, tại một số thời điểm sau khi xây dựng, nền đất có thể bị nén sập do ngập nước nếu vật liệu đắp được thiết kế có hệ số rỗng cao (đặc biệt ở những nơi vật liệu đắp được đặt dưới mực nước ngầm lâu dài). Trong trường hợp cát đắp xốp, đồng nhất và đắp không chặt trong hố với mực nước mặt cao, nguy cơ hóa lỏng cũng phải được xem xét. Những nguyên nhân tiềm ẩn của dịch chuyển nền đất cần được xem xét khi thiết kế các công tác đất để lấp các hố đào và các chỗ trũng tự nhiên. Tư vấn thiết kế nên xem xét các đặc tính cần thiết của vật liệu đắp cả về khả năng chịu lực cần thiết của bất kỳ kết cấu bên trên và để hạn chế dịch chuyển của nền đất liên quan đến các kết cấu đó. Điều này có thể đòi hỏi phải đặt ra các yêu cầu về đầm chặt vượt yêu cầu thông thường đối với vật liệu đắp cho công trình hạ tầng và trong một số trường hợp giới hạn một số loại vật liệu đắp, nhằm hạn chế dịch chuyển bên trong bản thân khối đất.



CHÚ DẪN:

A lớp móng trên (trong ví dụ lớp móng trên được dùng để lấp trong các khu vực bị ngập lụt của hố đào)

B lớp lõi

C lớp vai (vùng bên)

D vùng phía trên

S kết cấu bên trên

W_0 cao độ nước mặt khi bắt đầu công việc

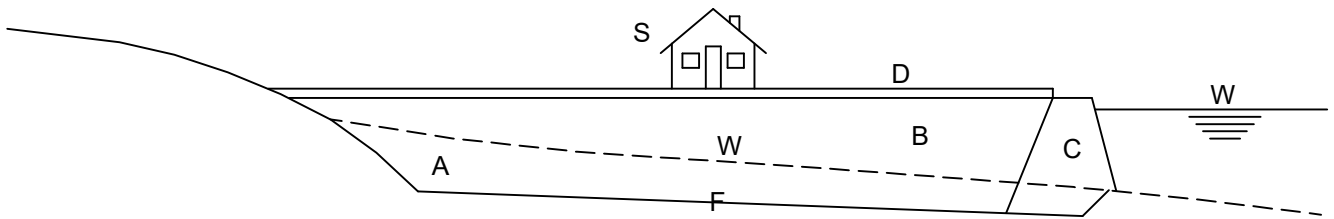
W_f cao độ nước ngầm sau khi kết thúc công việc

Hình 3 - Ví dụ về các vùng lấp trong hố đào hoặc vùng trũng

6.2.2.4 Lấn bờ bằng bồi đắp thủy lực với nạo vét thủy lực

Lấn bờ bằng bồi đắp thủy lực vật liệu nạo vét thường chia khối đắp tổng thành các vùng (theo cách tương tự như được mô tả trong 6.2.2.2 và 6.2.2.3), một ví dụ về cách có thể đạt được điều này khi bồi đắp bằng bơm hút thủy lực cho các mục đích lấn bờ, được minh họa tại Hình 4. Phần lõi là khu vực chính của cách bồi đắp này. Nền bao gồm đáy biển tự nhiên, đáy hồ hoặc sông, nếu cần thiết, được làm sạch để loại bỏ các trầm tích không chịu nén. Các công trình bờ ngăn hoặc đê bao thường được sử dụng để giới hạn phạm vi bồi đắp, ngăn chặn chảy tràn của bơm hút thủy lực ra môi trường và cho

phép thi công các mái dốc có độ dốc lớn hơn. Vùng phía trên có thể chứa một số lớp chuyển tiếp để tạo nền cho kết cấu bên trên.



CHÚ DẪN:

A lớp móng trên (đất mềm tự nhiên được loại bỏ bằng cách nạo vét và thay thế bằng cách đắp sử dụng bơm hút thủy lực để tạo thành lớp nền)

B lõi (đắp bằng bơm hút thủy lực)

C bờ ngăn

D vùng phía trên

F nền đắp (giới hạn dưới của vùng nạo vét)

N cao độ ban đầu trước khi nạo vét

S kết cấu bên trên

W mặt nước (hồ, sông, biển)

Hình 4 - Ví dụ về các vùng được bồi đắp bằng bơm hút thủy lực để lán bờ

Cần xác định đặc tính của công trình đất hoàn thiện trong dự án công trình xây dựng. Tiêu chuẩn hiện tại giả định rằng nó được thiết kế phù hợp với các vật liệu đắp sẵn có. Việc thực hiện bồi đắp vật liệu nạo vét bằng bơm hút thủy lực cần xem xét:

- sự tồn tại của các hạt mịn có thể bị hoặc không bị trôi tự do vào môi trường nước;
- sự cần thiết phải cách ly các vật liệu là nguồn gây ô nhiễm để tránh rửa trôi các chất ô nhiễm;
- hình dạng của các vùng nạo vét và bồi đắp.

6.2.2.5 Nhà và công trình trên khối đắp

Khi thiết kế công tác đất phải xem xét tất cả các vấn đề có thể tác động đến các kết cấu được đặt bên trên hoặc bên trong khối đắp, bao gồm:

- độ lún tổng và độ lún lệch của móng nông;
- ma sát âm tác dụng lên cọc hoặc trụ thông qua lớp đắp;
- áp lực ngang do đầm chặt lên các kết cấu liền kề (như mố cầu và tường chắn);
- độ lún lệch giữa kết cấu cọc và các bộ phận chịu lực đặt trên nền đất;
- sự ổn định của khối đắp dưới tác động của động đất và sự phát triển áp lực nước lỗ rỗng dư.

Cần xem xét độ lún có thể chấp nhận được do trọng lượng bản thân khối vật liệu đắp trong và sau khi thi công (bao gồm cả nguy cơ sập do ngập nước được mô tả trong 6.2.2.3). Bên dưới các khu vực của công trình đất nơi có yêu cầu về độ lún nghiêm ngặt, tư vấn thiết kế phải xem xét cẩn thận: chiều dày của vật liệu đắp, vật liệu đắp được phép sử dụng, công đầm chặt cần được áp dụng cho các vật liệu đắp đó và các đặc tính cần thiết cuối cùng của vật liệu đắp.

Cần xem xét các đặc tính yêu cầu của vật liệu đắp về độ chặt (khối lượng thể tích) và hệ số rỗng chứa khí của khối đắp đầm chặt, cũng như độ cứng của khối đắp ngay sau khi đầm chặt. Độ cứng yêu cầu thường sẽ đòi hỏi phải đạt được độ chặt tổng thể lớn hơn so với khối đắp cho công trình hạ tầng truyền thống, điều này có thể đạt được thuận lợi hơn khi đắp với vật liệu có độ ẩm tương đối thấp. Tuy nhiên, tư vấn thiết kế công tác đất phải bảo đảm rằng độ ẩm tại thời điểm đắp và công đầm chặt cần thiết phải đủ để bảo đảm rằng khối đắp đầm chặt sẽ không có những thay đổi không thể chấp nhận được sau khi xây dựng (6.3.3 và 6.3.4).

6.3 Lựa chọn các đặc tính vật liệu đắp và quá trình đầm chặt

6.3.1 Quy định chung

Thiết kế vật liệu đắp của công tác đất bao gồm việc nhận dạng vật liệu đắp phù hợp để thi công cho công tác đất, xác định các đặc tính vật liệu đắp phù hợp và quy trình đầm chặt để bảo đảm có thể đáp ứng các yêu cầu của công trình đất hoàn thành. Mục 6.3. mô tả các vấn đề cần giải quyết khi tiến hành thiết kế vật liệu đắp của công tác đất.

Vì các lý do kinh tế, môi trường và thực tế, vật liệu đắp để thi công cho công tác đất thường là vật liệu sẵn có được lấy từ các hố đào hoặc hố đào khai thác, gần hiện trường của dự án. Có thể cần phải xử lý hoặc điều chỉnh vật liệu đắp để bảo đảm rằng nó phù hợp để sử dụng. Khi dự án yêu cầu vật liệu đắp với các đặc tính riêng biệt không có sẵn trên hiện trường, thì dự án sẽ cần mượn vật liệu đắp. Trong từng trường hợp, tư vấn thiết kế công tác đất phải đánh giá vật liệu đắp để xác định liệu các đặc tính khối đắp yêu cầu có thể được đáp ứng được hay không phụ thuộc vào quy trình đắp và đầm chặt thích hợp.

Vật liệu đắp được đánh giá ban đầu là có khả năng phù hợp để sử dụng trong công tác đất dựa trên các đặc tính phân loại nội tại (phổ biến nhất là thành phần hạt và chỉ số dẻo, xem Mục 5.3). Sau đó, quá trình thiết kế để lựa chọn phạm vi các tính chất trạng thái vật liệu có thể chấp nhận được cho vật liệu đắp cụ thể sẽ được thực hiện dựa trên kết quả thí nghiệm đầm nén trong phòng thí nghiệm (ngoại trừ vật liệu đắp quá thô để thực hiện các thí nghiệm). Đối với khối đắp đất, các đặc tính vật liệu được chấp nhận thường liên quan đến độ ẩm, cường độ chịu cắt hoặc mô đun biến dạng (hoặc thí nghiệm đào đắp liên quan đến các đặc tính này). Đối với các vật liệu tái chế và sản phẩm phụ, việc mô tả đặc tính phải bao gồm hàm lượng và khả năng giải phóng các chất nguy hại để đánh giá tác động môi trường khi sử dụng vật liệu.

Quy trình thiết kế tổng thể khối đắp của công tác đất liên quan đến việc xác định cách sử dụng vật liệu tự nhiên hoặc vật liệu tái chế sẵn có để làm vật liệu đắp nhằm đáp ứng các yêu cầu của công trình đất. Sự thành công của quá trình này phụ thuộc vào các hoạt động khác nhau: đánh giá vật liệu, xác định yêu cầu kỹ thuật của công tác đất, lựa chọn thiết bị thi công, lựa chọn biện pháp thi công và kiểm tra chất lượng trong quá trình thi công.

Việc xác định các đặc tính của khối đắp phù hợp và quá trình thi công cần được đánh giá trong giai đoạn chuẩn bị của dự án (tức là trước khi bắt đầu thi công công tác đất), nhưng tính chất đặc thù của công tác đất thường quy định rằng việc thiết kế cần được điều chỉnh trong giai đoạn thi công để giải quyết sự biến đổi tự nhiên của vật liệu gặp phải. Do đó, các chi tiết khác về các vấn đề liên quan đến thiết kế được trình bày trong TCVN EN 16907-3, TCVN EN 16907-4, TCVN EN 16907-5, TCVN EN 16907-6, vì công tác đất được thiết kế liên tục trong suốt quá trình thực hiện.

Quá trình thiết kế này có thể được coi là một hệ thống tổng thể bao gồm ba giai đoạn thực hiện sau (các tham chiếu đến các phần của tiêu chuẩn TCVN EN 16907 có liên quan đến từng mục được thể hiện trong ngoặc đơn):

Giai đoạn 1 thiết kế khối đắp - đánh giá và mô tả đặc tính của các vật liệu có sẵn (xem Mục 6.3.2), bao gồm:

- phân loại vật liệu đất và đá sẽ được khai thác từ vùng đào (TCVN EN 16907-2);
- xác định các nguồn khai thác tiềm năng khác (hố đào khai thác và vật liệu đắp từ nơi khác) và phân loại vật liệu (TCVN EN 16907-2).

Giai đoạn 2 thiết kế khối đắp - đánh giá ứng xử của khối đắp và các hạn chế khi sử dụng từng loại vật liệu đắp (xem 6.3.3 đến 6.3.5), bao gồm:

- xác định các tiêu chí cần đáp ứng để bảo đảm khả năng sử dụng công trình đất theo yêu cầu;
- phân loại đất, đá và vật liệu tái chế sẵn có như các loại vật liệu đắp (TCVN EN 16907-2 hoặc tiêu chuẩn này);
- đánh giá ứng xử đầm chặt vật liệu đắp (TCVN EN 16907-1, TCVN EN 16907-3, TCVN EN 16907-4, TCVN EN 16907-6);
- xác định độ ẩm có thể chấp nhận được và phạm vi của khối lượng thể tích để đáp ứng các tiêu chí về khả năng sử dụng của công trình đất;
- xác định các yêu cầu và thông số kỹ thuật cho dự án.

Giai đoạn 3 thiết kế khối đắp - lựa chọn các phương pháp thi công và kiểm tra phù hợp cho việc thi công công tác đất (xem 6.3.6), bao gồm:

- xem xét các phương pháp thi công và thiết bị phù hợp nhất (xem TCVN EN 16907-3, TCVN EN 16907-4, TCVN EN 16907-6);
- xác định hình thức kiểm tra chất lượng/bảo đảm chất lượng phù hợp nhất (TCVN EN 16907-5);
- khẳng định tính đầy đủ của thiết kế công tác khối đắp bằng thử nghiệm tại hiện trường hoặc thí nghiệm trên công trình, và làm rõ nếu cần.

Thực tế không tách biệt rõ ràng các hoạt động thành ba giai đoạn thiết kế được tóm tắt ở trên, tuy nhiên, việc xem xét các thực hành cho thấy rằng mỗi giai đoạn đều được thỏa mãn ở một số hình thức trên thực tiễn. Do đó, có thể tóm tắt rằng quá trình thiết kế công tác đất nên giải quyết từng giai đoạn thiết kế khối đắp. Trong nhiều dự án, các cách đánh giá khác nhau sẽ được thực hiện cho các công trình đất khác nhau hoặc các vùng khác nhau của công trình đất.

6.3.2 Đặc trưng hóa vật liệu

Việc nhận dạng và đặc trưng hóa các vật liệu có sẵn để sử dụng làm vật liệu đắp là giai đoạn đầu tiên của tất cả các quy trình thiết kế công tác đất (xem Mục 6.3.1). Việc nhận dạng liên quan đến việc mô tả đặc điểm tính chất của đất và đá. Điều này sẽ bao gồm độ ẩm và một số tính chất nội tại sau: phân bố cỡ hạt, cacbonat, sunfat, hàm lượng chất hữu cơ, chỉ số dẻo và giới hạn chảy, giá trị Methylene Xanh đối với đất, hệ số Los Angeles, phân mảnh động, độ bở, khả năng biến chất, khả năng phân tán, cho đá, và các thí nghiệm cụ thể cho các vật liệu khác. Các thông tin này được sử dụng để phân loại vật liệu (TCVN EN 16907-2).

6.3.3 Tiêu chí đánh giá vật liệu khối đắp đầm chặt

Các yêu cầu mà công trình đất cần phải đáp ứng được xác định như đầu ra của thiết kế địa kỹ thuật hoặc kết cấu. Ví dụ, điều này có thể dẫn đến đặc tính cuối cùng yêu cầu có liên quan đến độ cứng ở cao độ mặt đất hoàn thành và các giới hạn về độ lún cho phép bên dưới một khu vực chịu tải xác định.

Thiết kế công tác đất phải xác định các tiêu chí của công tác đất, phải được đáp ứng các yêu cầu của công trình đất (chẳng hạn như độ cứng) và tránh các vấn đề cả trong và sau khi xây dựng. Các tiêu chí này sẽ khác nhau phụ thuộc vào điều kiện công trường cụ thể, vật liệu khối đắp có sẵn và việc sử dụng cuối cùng của khối đắp, và có thể bao gồm một số hoặc tất cả những điều sau:

- tiêu chí liên quan đến khối đắp hoàn thành:
 - + giá trị nhỏ nhất của mô đun biến dạng thẳng đứng;
 - + giá trị nhỏ nhất của khả năng chịu lực (dựa trên phương pháp thí nghiệm cụ thể);
 - + giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất của hệ số thấm, khi được yêu cầu;
- tiêu chí liên quan đến giai đoạn thi công:
 - + khả năng lưu thông (để dễ thực hiện);
 - + chất lượng đầm chặt/yêu cầu về phương pháp thi công, ví dụ:
 - vật liệu đắp sẽ không bị mất ổn định do đầm chặt quá mức gây ra áp lực nước lỗ rỗng dư dẫn đến bùng nhùng, hoặc
 - thay đổi sau khi đầm chặt do làm khô dẫn đến tách lớp hoặc nứt;
 - + khả năng làm việc (ví dụ: độ ẩm của vật liệu mượn so với độ ẩm tối ưu để đầm chặt).
- tiêu chí liên quan đến độ bền lâu:
 - + tính ổn định lâu dài của khối đắp đầm chặt, đặc biệt là khả năng chống lại sự thay đổi độ ẩm (hạn chế sục, trương nở và lún);
 - + khả năng xuống cấp.

Các tiêu chí trên phải được chuyển thành các yêu cầu về đặc tính kỹ thuật đối với vật liệu đắp tiềm năng và quy trình thi công (quy trình đầm chặt và xử lý vật liệu cuối cùng).

Trong hầu hết các trường hợp, khả năng đầm chặt của vật liệu đắp tiềm năng được đánh giá trước tiên, bằng cách sử dụng các thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm khi chúng có thể

được thực hiện (ngoại lệ điển hình là vật liệu đắp là vật liệu khối hoặc vật liệu rất thô). Tư vấn thiết kế phải thực hiện các đánh giá xác nhận rằng các kết quả thí nghiệm đầm chặt trong phòng thí nghiệm chỉ là một dự báo về ứng xử của khối đắp đối với công đầm chặt tiêu chuẩn. Có thể thuận lợi khi thực hiện cả thí nghiệm Proctor và Proctor cải tiến để làm rõ ứng xử của vật liệu đối với sự thay đổi của công đầm chặt. Các tính chất cơ học và độ bền lâu của vật liệu đắp trong nền đắp, đối với một quy trình đầm cụ thể, cần được kiểm tra bằng các thử nghiệm đầm chặt mô hình thực (Mục 6.3.7) hoặc thử nghiệm tại hiện trường các lớp đầu tiên của nền đắp (đối với đo khối lượng thể tích, độ cứng, độ biến dạng, sức kháng hoặc tính thấm). Điều này có thể được thực hiện cho một dự án cụ thể hoặc được thực hiện ở quy mô quốc gia hoặc quốc tế, để chuẩn bị các quy tắc dựa trên kinh nghiệm, cái có thể được sử dụng ở giai đoạn thiết kế hoặc cho các công việc hiện tại.

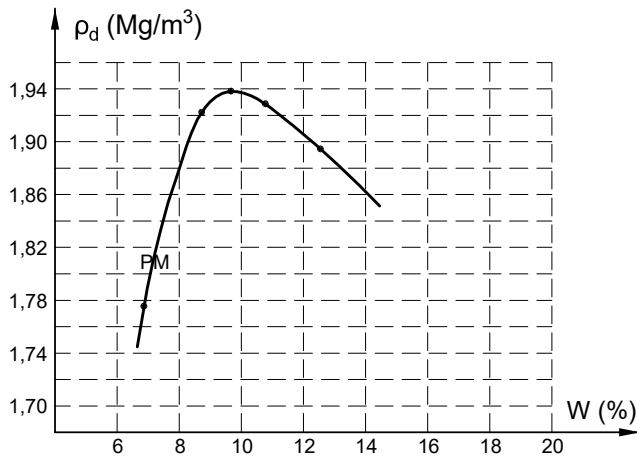
Các thử nghiệm hoặc các quy tắc dựa trên kinh nghiệm này là điều kiện để khuyến nghị sử dụng khối lượng thể tích khô hoặc mức độ đầm chặt, khi có thể áp dụng, để xác định trạng thái mong muốn của vật liệu đắp sau khi đầm chặt, xem Mục 6.3.4 để biết thêm chi tiết.

6.3.4 Ứng xử đầm chặt của vật liệu đắp

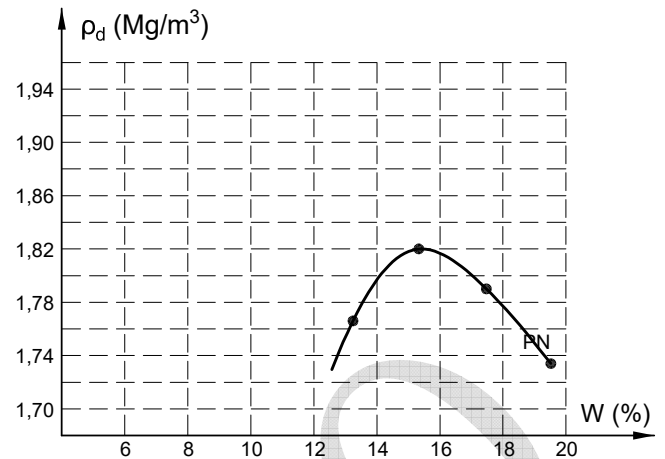
Việc đánh giá khả năng đầm chặt của từng loại vật liệu đắp có sẵn là Giai đoạn 2 của quy trình thiết kế khối đắp được mô tả tại Điều 6.3.1. Bất cứ khi nào có thể, ứng xử của vật liệu đắp phải được kiểm tra trong phòng thí nghiệm. Trong trường hợp vật liệu quá thô để thí nghiệm trong phòng, việc đánh giá được thực hiện dựa trên kinh nghiệm và kết quả của các thử nghiệm đầm chặt mô hình thực (TCVN EN 16907-3). Các thí nghiệm đầm chặt trong phòng nên được thực hiện trên các loại đất được đề xuất sử dụng làm vật liệu đắp để xác định khối lượng thể tích khô có khả năng đạt được khi đất ở một độ ẩm cụ thể được đầm bằng công đầm chặt tiêu chuẩn. Các mẫu đất được thí nghiệm dựa trên một vùng giá trị về độ ẩm để xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tối ưu cho công đầm chặt được áp dụng. Đối với vật liệu đất đắp, hai quy trình thí nghiệm được sử dụng phổ biến nhất, thí nghiệm Proctor và thí nghiệm Proctor cải tiến, khác nhau bởi năng lượng đầm cụ thể được áp dụng.

Việc lựa chọn quy trình thí nghiệm phụ thuộc vào bản chất và trạng thái của đất, và mức độ dự kiến của công đầm chặt sẽ được áp dụng tại hiện trường. Nó có thể được xác định ở cấp độ quốc gia hoặc khu vực hoặc dự án.

Ví dụ về kết quả các thí nghiệm Proctor và Proctor cải tiến trong phòng cho một loại đất (cùng một mẫu đất trong trường hợp này) được trình bày tại Hình 5. Công đầm chặt càng cao của thí nghiệm Proctor cải tiến dẫn đến độ ẩm tối ưu thấp hơn và khối lượng thể tích khô lớn nhất cao hơn; ngoại lệ đáng chú ý là đối với cát hoặc dăm sạn nhỏ có cấp phối đồng nhất, khi việc tăng công đầm chặt có tác dụng hạn chế.



a)



b)

Hình 5 - Các ví dụ về (a) kết quả kiểm tra đường cong thí nghiệm Proctor cải tiến (PM) và (b) Proctor (PN)

Khi cả hai thí nghiệm được thực hiện trên một loại đất cụ thể, tư vấn thiết kế công tác đất phải vẽ số liệu kết quả thí nghiệm trong phòng trên một biểu đồ chung để giúp đánh giá khoảng độ ẩm thích hợp để đầm chặt và khối lượng riêng khô mong muốn cần đạt được khi đầm chặt tại hiện trường.

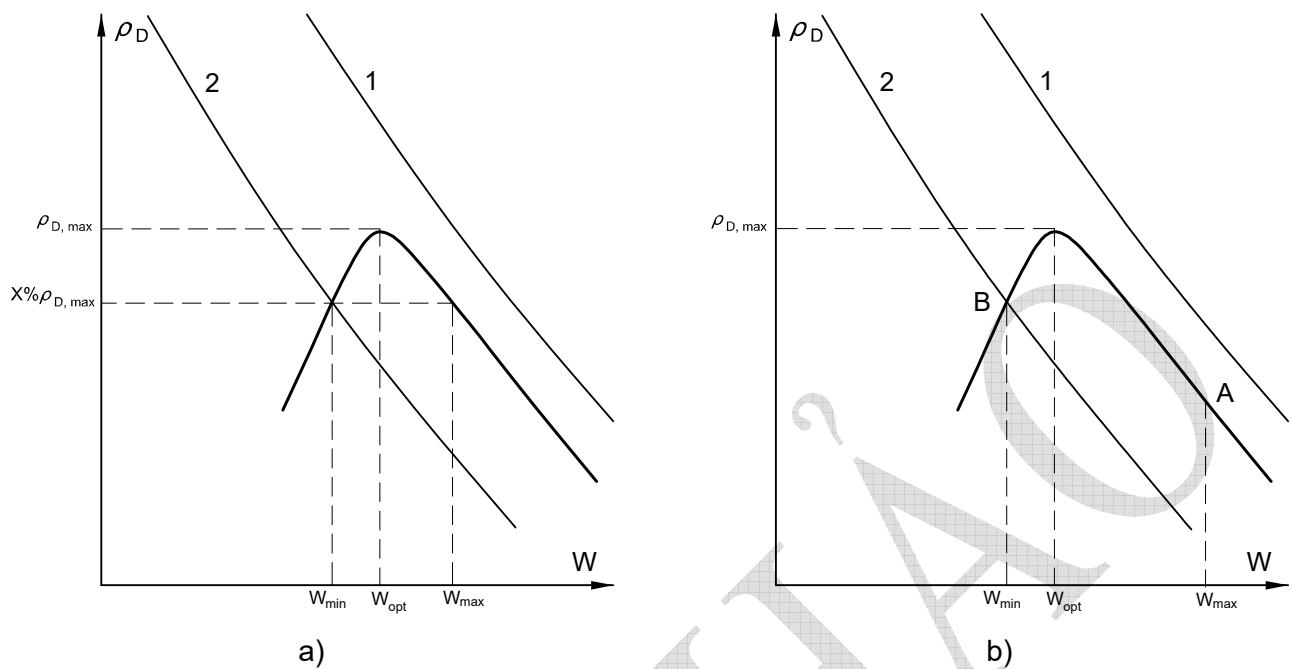
Trạng thái của vật liệu đắp phải được làm rõ bằng cách vẽ biểu đồ hệ số rỗng chứa khí hoặc mức độ của đường bão hòa cho khối đắp. Điều này đòi hỏi khối lượng thể tích của các hạt vật liệu phải được xác định bằng cách thí nghiệm trong phòng hoặc dựa trên một ước tính đáng tin cậy cho loại vật liệu đã biết.

Độ ẩm của đất tại thời điểm đào, hoặc tại thời điểm đắp, thường sẽ khác với độ ẩm tối ưu. Hơn nữa, độ ẩm có thể thay đổi bên trong lớp đất và khác nhau giữa các nghiên cứu và công việc thực tế, do sự thay đổi khí hậu theo mùa. Vì vậy, việc mô tả đặc tính khả năng chặt của đất phải bao gồm việc đánh giá khoảng độ ẩm có thể chấp nhận được và khối lượng thể tích khô tương ứng, ứng xử cơ học và độ bền lâu. Khoảng độ ẩm chấp nhận được có thể được xác định dựa trên các giới hạn chấp nhận dưới và trên, như được chỉ ra trong Hình 6.

Cần chú ý nhiều vật liệu đắp sau khi được đầm chặt khô hơn độ ẩm tối ưu với hệ số rỗng chứa khí cao nên dễ bị thay đổi thể tích tương ứng với sự thay đổi của độ ẩm sau khi đầm chặt. Khả năng ứng xử sau đầm chặt phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau, bao gồm: cấp phối vật liệu đắp, độ ẩm tại thời điểm đắp so với độ ẩm tối ưu, độ dẻo, thành phần khoáng vật chất, áp lực lớp đất bên trong công trình đất hoàn thành, ... Việc xác định các yếu tố liên quan đến loại đất cụ thể và khả năng thay đổi sau khi đầm chặt cần được tư vấn thiết kế đánh giá.

Với mỗi loại vật liệu đắp cần phải xác định khoảng (hoặc một phạm vi) các độ ẩm được chấp nhận để có độ chặt đạt yêu cầu (Hình 6). Tiêu chí thường được xác định liên quan đến độ chặt nhỏ nhất cuối cùng được chấp nhận, thường kết hợp với độ bão hòa không khí lớn nhất có thể chấp nhận (hoặc độ bão hòa), cộng với các giá trị độ ẩm thấp hơn hoặc cao hơn được chấp nhận để đạt được các đặc tính

ơ học chấp nhận được và giảm thiểu những thay đổi sau khi đầm chặt. Các tiêu chí cần được quy định trong Yêu cầu kỹ thuật công tác đất (xem Mục 12).



CHÚ DẪN:

1 đường bão hòa (độ bão hòa không khí 0%)

2 đường mức độ bão hòa không khí a%

w độ ẩm (%)

ρ_D khối lượng thể tích khô (Mg/m^3)

w_{opt} độ ẩm tối ưu

w_{min} giới hạn chấp nhận dưới

w_{max} giới hạn chấp nhận trên

Hình 6 - Các ví dụ minh họa định nghĩa khoảng độ ẩm dựa trên đường cong đầm chặt cho (a) đất thô và (b) đất mịn

Vật liệu đắp thô (dạng hạt) tương đối dễ đánh giá, liên quan đến độ ẩm, xem Hình 6a:

- Giới hạn trên có thể chấp nhận - thường được xác định dựa trên tỷ lệ phần trăm yêu cầu của khối lượng thể tích khô lớn nhất.
- Giới hạn dưới có thể chấp nhận - phải kiểm tra xem tiêu chí khối lượng thể tích có cần được hạn chế hơn nữa hay không dựa trên mức độ lỗ rỗng không khí để tránh rủi ro lún sụt sau này.

Đối với vật liệu đắp hạt mịn (dính) (Hình 6b), tư vấn thiết kế nên xem xét cụ thể những điều sau đây khi đánh giá các giới hạn chấp nhận được liên quan đến độ ẩm:

- Giới hạn trên có thể chấp nhận được – tư vấn thiết kế phải xem xét cường độ/độ cứng cần thiết của khối đắp được đầm chặt và cường độ nhỏ nhất của khối đắp cho phép thi công và tránh tạo ra áp lực nước lỗ rỗng dư do đầm chặt (ví dụ như tại điểm A trên Hình 6b của khối đắp sẽ không được hiệu quả từ việc đầm chặt hơn nữa).
- Giới hạn dưới có thể chấp nhận – phải được lựa chọn có xem xét đến độ bão hòa không khí (hoặc độ bão hòa) để giảm thiểu khả năng chuyển dịch quá mức sau khi xây dựng (ví dụ như tại điểm B

trên Hình 6b khối đắp sẽ có độ bão hòa không khí cao và cần có thêm công đầm chặt để tăng độ chặt khối đắp để khối đắp đạt được độ ổn định).

Trường hợp vật liệu đắp đã được hiểu rõ dựa trên thực hành trước đây, được sử dụng trong công tác đất đã có tiền lệ tốt, thì tư vấn thiết kế có thể đánh giá dựa trên thí nghiệm trong phòng có liên quan đến các kết quả thí nghiệm đặc tính và đầm chặt. Trong tình huống này, tư vấn thiết kế có thể dựa trên kinh nghiệm và thực hành quốc gia đã được thiết lập, nếu có thể sử dụng các mối tương quan thực nghiệm của các chỉ số đặc tính của đất với các đặc tính cơ học như cường độ hoặc độ cứng của khối đắp. Tuy nhiên, trong trường hợp khối đắp được sử dụng nằm ngoài phạm vi kinh nghiệm đã biết, thì ứng xử của khối đắp cần được làm rõ mối liên hệ bằng các thí nghiệm trong phòng (xem 6.3.5).

Độ lún khi ngập nước là một nguy cơ lớn đối với các tòa nhà và các công trình khác trên khối đắp có độ dày đáng kể (Điều 6.2.2.5). Rủi ro này là rất cao khi khối đắp nằm dưới mực nước ngầm tiềm ẩn trong thời gian dài (ví dụ: lấp đầy mỏ đá, Điều 6.2.2.3), nhưng có thể xảy ra trong nhiều tình huống khác (ví dụ: xung quanh một đường ống nước bị vỡ). Ở những nơi công trình có thể bị ảnh hưởng bất lợi, các tiêu chí thiết kế công tác đất về đắp và đầm chặt của khối đắp phải được quy định để tránh lún khối đắp sau khi xây dựng. Điều này phải bao gồm yêu cầu khối đắp bên dưới móng phải được đầm chặt với hệ số rỗng chứa khí thấp (ví dụ: hệ số rỗng chứa khí < 5 % đối với khối đắp dạng hạt có cấp phối tốt). Ổn định đất bằng chất kết dính là một lựa chọn khả thi.

Thông tin cụ thể về cách giải quyết các vấn đề này đối với các loại vật liệu đắp phổ biến và các ví dụ tương tự dựa trên đường bão hòa, được nêu trong TCVN EN 16907-3.

6.3.5 Thí nghiệm xác định mối liên hệ để đánh giá hiệu quả đầm chặt khối đắp

Thông tin có được từ thí nghiệm đầm chặt đối với vật liệu đắp cụ thể có thể liên quan đến các tính chất cơ học của khối đắp được đầm chặt bằng cách thực hiện thêm các thí nghiệm phòng cho mỗi mẫu đã đầm chặt, một quá trình được gọi là "thí nghiệm mối liên hệ". Bằng cách thí nghiệm này, có thể xác định mối liên hệ giữa độ ẩm của khối đắp đã thi công và cường độ/độ cứng hoặc tính thấm của vật liệu đầm chặt. Thí nghiệm mối liên hệ có thể được mở rộng để đánh giá những thay đổi tiềm ẩn về cường độ/độ cứng và thể tích của các mẫu khối đắp được đầm chặt do kết quả của sự gia tăng độ ẩm sau khi đầm chặt: điều này có thể được đánh giá bằng cách thực hiện các thí nghiệm CBR ngâm nước.

Các kết quả từ các thí nghiệm khác nhau trong phòng được vẽ bởi tư vấn thiết kế công tác đất trên một đồ thị đơn hoặc tập hợp các đồ thị có trục chung (thường sử dụng độ ẩm làm trục X), để xem xét ảnh hưởng của những thay đổi trong các đặc tính khối đắp cho phép xác định phạm vi thích hợp của độ ẩm và khối lượng thể tích khô khối đắp, cho phép khối đắp được đầm chặt thỏa mãn các đặc tính thiết kế địa kỹ thuật cần thiết cho công trình đất cuối cùng. Cách thiết kế này cũng cho phép tư vấn thiết kế công tác đất xác định liệu vật liệu đắp cụ thể có phù hợp với mục đích sử dụng cuối cùng được yêu cầu hay không. Quá trình này hoàn thành việc đánh giá trong phòng thí nghiệm về vật liệu đắp tiềm năng và cho phép triển khai yêu cầu kỹ thuật công tác đất.

Quá trình thí nghiệm mối liên hệ yêu cầu một số lượng lớn mẫu vật liệu khối đắp phải được lấy trong quá trình khảo sát nền đất để bảo đảm có đủ vật liệu để thí nghiệm.

6.3.6 Đánh giá thiết kế khối đắp bằng kết quả trên hiện trường

Các thiết bị thi công công tác đất được sử dụng trong dự án đào, xử lý, đổ và đầm chặt vật liệu đắp phải được lựa chọn phù hợp với loại đất đắp được thi công và điều kiện hiện trường để bảo đảm các yêu cầu về đầm chặt.

Sự phù hợp của một thiết bị cụ thể để đầm chặt khối đắp một cách thích hợp sẽ phản ánh kinh nghiệm trước đây, và có thể được xác nhận bằng các thử nghiệm đầm chặt mô hình thực có sử dụng đất hoặc đá đắp và thiết bị đầm đã chọn (xem 6.3.7). Các thử nghiệm này phải được thực hiện trước hoặc khi bắt đầu các công việc chính và có thể được kết hợp vào các công việc nếu được chứng minh là có thể chấp nhận được.

Thực hành tốt trong quá trình xây dựng để xác nhận rằng việc thiết kế vật liệu đắp và quy trình thi công đề xuất là phù hợp. Điều này nên được thực hiện bằng cách xem xét các kết quả thử nghiệm tại hiện trường đối với khối đắp được rải và đầm chặt khi bắt đầu mỗi giai đoạn của công tác đất có liên quan (ví dụ: lần đầu tiên sử dụng vật liệu đắp hoặc quá trình thi công cụ thể). Nếu có sự khác biệt rõ ràng giữa kết quả thử nghiệm tại hiện trường và mục tiêu thiết kế thì cần đánh giá xem vấn đề là do phương pháp thi công hay mục tiêu thiết kế. Trong hầu hết các trường hợp, phương pháp thi công phải được thay đổi để sử dụng các vật liệu hiện có. Trong một số ít trường hợp, thiết kế công trình đất phải được sửa đổi để sử dụng các vật liệu sẵn có.

6.3.7 Thử nghiệm mô hình thực để đánh giá quá trình đầm chặt cho một vật liệu đắp cụ thể

Quy trình đầm chặt thích hợp được sử dụng cho từng loại vật liệu đắp nên được lựa chọn ở giai đoạn thiết kế của dự án. Các thử nghiệm mô hình thực rất hữu ích trong nhiều trường hợp và thường nên được sử dụng để kiểm tra các vật liệu đắp không rõ ứng xử hoặc thiết bị mới hoặc các quy trình đầm chặt dự kiến tốt hơn.

Các bài kiểm tra này cần xem xét các yếu tố sau:

- các đặc tính vật liệu đắp và trạng thái ban đầu của nó;
- bất kỳ thay đổi nào được áp dụng cho vật liệu này trước khi đầm chặt;
- chiều dày của lớp;
- thiết bị đầm được sử dụng (nguyên lý, trọng lượng, tốc độ, rung động);
- số lượt lu lèn được áp dụng cho vật liệu;
- kết quả (đặc tính cơ học của lớp đắp được đầm chặt).

Mỗi yếu tố này phải được ghi lại để liên kết việc đánh giá kết quả của vật liệu đầm chặt (sử dụng các tiêu chí của Điều 6.3.3) với một quá trình đầm chặt xác định.

CHÚ THÍCH: TCVN EN 16907-3 nêu chi tiết một ví dụ về quy trình được sử dụng để xác nhận quá trình đầm chặt, bao gồm thông tin cần thiết về vật liệu và các thay đổi đối với vật liệu đó, quy trình tạo lớp, kích thước vùng

thử, chiều dày của lớp, thiết bị sử dụng để đầm chặt, cách đầm chặt được thực hiện, những gì được kiểm tra, các tiêu chí sử dụng để đánh giá kết quả và nội dung của báo cáo.

Khi lựa chọn quy trình đầm chặt phù hợp cho vật liệu đắp nên xét đến kết quả của các thử nghiệm mô hình thực được mô tả ở trên. Các thay đổi cho phép của vật liệu thử nghiệm phải được xác định, để hướng dẫn các công việc trong trường hợp có sự thay đổi của nền đất hoặc các vật liệu khác được sử dụng để làm nền đắp.

Kinh nghiệm địa phương có thể được sử dụng để ngoại suy các kết quả thử nghiệm, hoặc thậm chí thay thế các thử nghiệm, trong trường hợp cùng một loại đất hoặc đá hoặc các vật liệu khác trước đây đã được sử dụng cho cùng một loại công việc trong điều kiện về công tác đất tương đương.

6.3.8 Thiết kế mặt cắt khối đắp

Thiết kế mặt cắt ngang là một phần của dự án công trình đất, xem Mục 6.2.2 và Phụ lục A về các ví dụ. Nó phải xét đến các đặc tính cần thiết của nền đắp và các vật liệu sẵn có. Như đã đề cập trong Điều 6.2.2.2, cần chú ý bảo vệ các vật liệu nhạy cảm với nước, tránh rửa trôi các vật liệu ô nhiễm và tiếp xúc giữa các vật liệu gây phản ứng (có đặc tính thay đổi) khi gặp nước (trương nở, ...).

6.4 Các bộ phận đặc biệt của công trình đất

6.4.1 Giới thiệu

Các yêu cầu đặc biệt về thiết kế và thi công áp dụng cho các bộ phận riêng biệt của công trình đất, sử dụng các vật liệu riêng biệt và các điều kiện biên riêng biệt của công trình đất, bổ sung cho các yêu cầu chung đã được mô tả trong tiêu chuẩn này. Chúng có thể xuất hiện đồng thời. Những bộ phận thường xuyên nhất được xem xét dưới đây.

6.4.2 Lớp đáy móng

Các chức năng dự kiến của lớp đáy móng đòi hỏi phải sử dụng vật liệu đắp có chất lượng phù hợp. Bề mặt trên của lớp đáy móng là "nền" hoặc bệ.

Các lớp đáy móng được bố trí để thực hiện hai nhóm chức năng, khi cần:

Trong quá trình xây dựng công trình (chức năng ngắn hạn)

- làm phẳng nền chính xác, để tạo điều kiện thuận lợi cho việc thi công kết cấu bên trên;
- cung cấp độ cứng cần thiết hoặc khả năng chịu lực, bất chấp sự thay đổi của thời tiết, để thực hiện chính xác việc đầm chặt các lớp hoặc kết cấu bên trên (hiệu ứng «đê»);
- bảo vệ lớp nền của khối đắp hoặc khối đào khỏi tác động của thời tiết;
- bảo đảm điều kiện giao thông tốt cho các thiết bị cần thiết để xây dựng kết cấu bên trên;
- cuối cùng là hỗ trợ giao thông xây dựng cho các mục đích khác.

Đối với một số loại lớp đáy móng, các hạn chế giao thông tạm thời hoặc lâu dài có thể cần quy định.

Sau khi kết thúc xây dựng (chức năng lâu dài)

- làm đồng nhất khả năng biến dạng của nền đắp hoặc nền đào, như được quy định bởi thiết kế kết cấu bên trên (xác định rõ về đặc tính và/hoặc giá trị nhỏ nhất);
- bảo đảm độ cứng tối thiểu, không thay đổi theo thời gian, bất chấp sự thay đổi điều kiện độ ẩm của các vật liệu nhạy cảm với nước bên dưới, và có thể được dự tính với độ chính xác đủ để thiết kế kết cấu bên trên;
- nâng cao khả năng chịu lực của nền để tối ưu hóa chi phí kết hợp giữa hệ thống “lớp đáy móng/kết cấu bên trên”;
- góp phần thoát nước cho kết cấu đã hoàn thành.

Phụ thuộc vào điều kiện hiện trường (loại đất, khí hậu, môi trường địa chất thủy văn, giao thông ...) mà lớp đáy móng có thể có các dạng khác nhau. Nó có thể:

- mỏng hoặc không có khi vật liệu nền đắp hoặc đào có các đặc tính yêu cầu;
- chỉ bao gồm một lớp vật liệu có các đặc tính cần thiết;
- được làm bằng các lớp vật liệu khác nhau có các chức năng khác nhau được đặt chồng lên nhau, ví dụ: lớp vải địa kỹ thuật tổng hợp, lớp vật liệu hạt thô, lớp hạt mịn điều chỉnh, lớp dăm sạn phủ, chất kết dính cải tạo đất. Sự kết hợp của các lớp riêng lẻ như vậy có thể được thiết kế để tạo thành lớp đáy móng có các đặc tính thích hợp.

6.4.3 Vùng chuyển tiếp

6.4.3.1 Giới thiệu

Nền đắp có thể bao gồm các loại vùng chuyển tiếp khác nhau: chuyển tiếp theo chiều dọc cho các vùng nửa đào/nửa đắp, chuyển tiếp từ nền đắp sang đào (cát gạt), chuyển tiếp từ nền đắp sang công trình đất, tương tác với các công trình đất khác thay thế cho các mái dốc bên thông thường, tương tác với cống hoặc các công trình khác đi qua lõi nền đắp.

Tất cả các khu vực chuyển tiếp cần được thiết kế cụ thể, để cung cấp các thay đổi đầy đủ về độ cứng và tính thấm, các giải pháp cho các vấn đề thoát nước hoặc các yêu cầu khác phụ thuộc vào loại công trình hạ tầng.

6.4.3.2 Trắc dọc nửa đào/nửa đắp

Kiểu chuyển tiếp này diễn ra khi một mặt cắt được tạo thành từ hai phần khác nhau: phần đắp và phần đào, (xem Phụ lục A để biết ví dụ và thuật ngữ thích hợp). Trắc dọc thực hiện dọc theo công trình hạ tầng, thể hiện sơ bộ sự giao nhau giữa đất đắp và nền tự nhiên, cho đến khi toàn bộ là khối đào hay khối đắp.

Thiết kế của công trình đất này liên quan đến việc đánh giá độ ổn định theo EN 1997-1, và một thiết kế cụ thể để bố trí phân giao giữa hai loại trắc dọc. Hầu hết các thiết kế điển hình bao gồm các bậc trên nền đất tự nhiên (và cung cấp hệ thống thoát nước của nó) và phân vùng của phần nền đắp.

Cần xem xét hệ thống thoát nước phù hợp tại vị trí tiếp xúc giữa đào-đắp.

6.4.3.3 Chuyển tiếp từ nền đắp sang nền đào

Việc chuyển tiếp từ nền đắp sang nền đào là công trình đất đặc biệt cần được thiết kế để tránh những thay đổi đột ngột về độ cứng từ đáy của nền đào đến đỉnh của nền đắp. Chúng phải được xây dựng trơn tru nhất có thể, theo cả chiều ngang và chiều dọc.

Các chuyển tiếp mà trong đó đường kế tiếp theo là dốc xuống, từ vị trí nền đào sang nền đắp, phải được thiết kế để tránh sự xâm nhập của nước chảy vào đỉnh của nền đắp qua các lớp bên trên do nó tiếp xúc trực tiếp với đáy nền đào, điều này có thể dẫn dòng chảy từ chính nó, mái dốc và các khu vực lân cận. Do đó, một số rãnh ngang hoặc các thiết kế thoát nước cụ thể khác nên được dự kiến tổng thể, trừ khi dòng chảy dự kiến quá nhỏ.

6.4.3.4 Chuyển tiếp từ nền đắp sang công trình

Trong quá trình chuyển tiếp giữa công tác đất và công trình (ví dụ: cầu), cần thực hiện các biện pháp thích hợp để giảm độ lún lệch và bảo đảm rằng có sự chuyển tiếp dần độ cứng chống đỡ. Một phần trong số chúng được mong đợi từ thiết kế công trình đất.

Khi xác định vùng chuyển tiếp, cần xét đến các vấn đề sau:

- loại kết cấu móng (hở, kín, lõi chui, khung, cọc, ...);
- quá trình thi công;
- chiều cao của nền đắp;
- độ cứng và cường độ của đất nền;
- độ cứng của kết cấu móng (bê tông, đất gia cường, rọ đá).

Khi xét đến việc sử dụng cuối cùng của công trình đất, cần xem xét các vấn đề sau:

- cần đặc biệt chú ý khi thi công đầm chặt, chủ yếu ở vùng lân cận của công trình và các móng hở;
- nên sử dụng vật liệu đắp có thể đầm chặt được như cát và dăm sạn có cấp phối tốt hoặc đá dăm;
- đối với đất mịn, việc xử lý bằng chất kết dính nên được xem xét để tăng cường độ cứng (xem TCVN EN 16907-4);
- phương pháp trộn sâu có thể được sử dụng xen kẽ để tăng cường độ cứng của vùng chuyển tiếp;
- các bản quá độ cũng có thể được thiết kế;
- một lớp thoát nước phải được bố trí phía sau công trình;
- lưới địa kỹ thuật có thể được sử dụng để giảm độ lún lệch, và trong một số tình huống có thể làm giảm áp lực ngang của đất;
- vật liệu đắp nhẹ (tro bay, cốt liệu đất sét trương nở, khối EPS, ...) có thể được sử dụng để giảm độ lún và áp lực ngang của đất.

6.4.3.5 Chuyển tiếp ngang hoặc kết cấu đặc biệt

Trong trường hợp khối đắp hiện có được mở rộng hoặc phát triển (theo phương ngang), điều này cần được chuẩn bị bằng cách sử dụng bộ phận áp hoặc các biện pháp liên quan khác để có được đường nối phù hợp với phần đắp mới. Các hoạt động này phải được chỉ ra trong đồ án công trình đất.

Đối với các mục đích cụ thể, chẳng hạn như bảo vệ chống lại lũ lụt và xói mòn, thi công các mái có độ dốc lớn hơn, một hoặc cả hai mặt bên khu vực đắp có thể được thay thế bằng các kết cấu đặc biệt. Sự tồn tại của các khu vực này là một phần của đồ án công trình đất. Chúng có thể can thiệp vào việc thực hiện các công tác đất.

6.4.3.6 Tương tác với công trình xuyên qua khối đắp

Theo cách tiếp cận thứ nhất, vấn đề cần được tập trung theo quan điểm gắn gũi với quá trình chuyển tiếp từ khối đắp sang công trình (xem 6.4.3.4), bằng thiết kế cụ thể từ đỉnh và các mặt của công trình:

- theo phương đứng: từ đỉnh của công trình xuyên ngầm đến kết cấu bên trên;
- theo phương ngang: từ các cạnh của công trình xuyên ngầm sang hai bên.

Các phương pháp thiết kế khác nhau có thể được áp dụng, phụ thuộc vào kích thước và chiều sâu của công trình xuyên ngầm nằm bên dưới kết cấu bên trên, và những thay đổi về độ cứng liên quan đến sự hiện diện của kết cấu xuyên ngầm. Đối với công trình xuyên ngầm có kích thước bằng nhau, thì xuyên ngầm càng sâu thì ảnh hưởng của nó đối với kết cấu bên trên càng ít. Sự phân biệt sau có thể được thực hiện:

- công trình xuyên ngầm sâu: Nếu chuyển tiếp về độ cứng, bằng một hoặc nhiều lớp khác nhau, tạo điều kiện chịu lực đồng nhất cho kết cấu bên trên;
- công trình xuyên ngầm nông: Nếu thay đổi độ cứng không thể tạo điều kiện chịu lực đồng nhất cho kết cấu bên trên.

6.4.4 Đắp trên mái dốc

Loại công việc này diễn ra khi mặt cắt ngang của công trình đất được làm bằng cách đắp trên mái dốc, trực tiếp trên mặt đất tự nhiên.

Thiết kế của công trình đất này liên quan đến việc đánh giá độ ổn định theo EN 1997-1, và thiết kế cụ thể để bố trí phần giao của khối đắp trong nền đất. Hầu hết các thiết kế điển hình đều bao gồm các bậc trong mái dốc (nền đất tự nhiên), bố trí hệ thống thoát nước và xác định phân vùng của phần nền đắp. Điều quan trọng nhất là việc thoát nước của mái dốc trên khối đắp và có thể thay đất dưới chân bằng vật liệu dạng hạt (xem Hình 10).

6.4.5 Vật liệu riêng biệt

Việc thiết kế khối đắp bằng một số loại vật liệu, có yêu cầu mô tả sử dụng riêng biệt, nằm ngoài các quy định phổ biến và được coi là hợp lệ trong hầu hết các trường hợp chung.

Việc đầu tiên là cần sự hiểu biết về các đặc tính lâu dài có liên quan của những vật liệu này và ảnh hưởng của chúng đối với ứng xử có thể dự đoán được của công trình đất. Những vật liệu này có thể là đất tự nhiên, phụ phẩm hoặc chất thải của quá trình công nghiệp hoặc khai thác, hoặc thậm chí là vật liệu nhân tạo cụ thể. Theo quan điểm này, một số quy tắc và nguyên tắc chung trong tiêu chuẩn này có thể được áp dụng theo cách khác hoặc thậm chí không thể áp dụng được. Thông thường, các quy tắc cụ thể liên quan đến sức khỏe, môi trường và các vấn đề của lĩnh vực khác cần được xét đến.

Nguyên tắc chung cho các vật liệu riêng biệt được sử dụng để xây dựng công trình đất phải xem xét các vấn đề chung sau:

- sức khỏe và an toàn trong quá trình thi công;
- vấn đề môi trường;
- khả năng chịu lực và ứng xử lâu dài, tuân theo mục đích của công trình đất;
- khả năng thi công.

Mục này chỉ cung cấp thông tin về đất tự nhiên và vật liệu đá, những vật liệu này yêu cầu thiết kế cụ thể khi được sử dụng cho các công trình đất. Nó không cung cấp thông tin về chất thải, sản phẩm phụ hoặc vật liệu nhân tạo cụ thể.

Các loại đất và đá tự nhiên chính được yêu cầu sử dụng cụ thể cho các mục đích của công tác đất là:

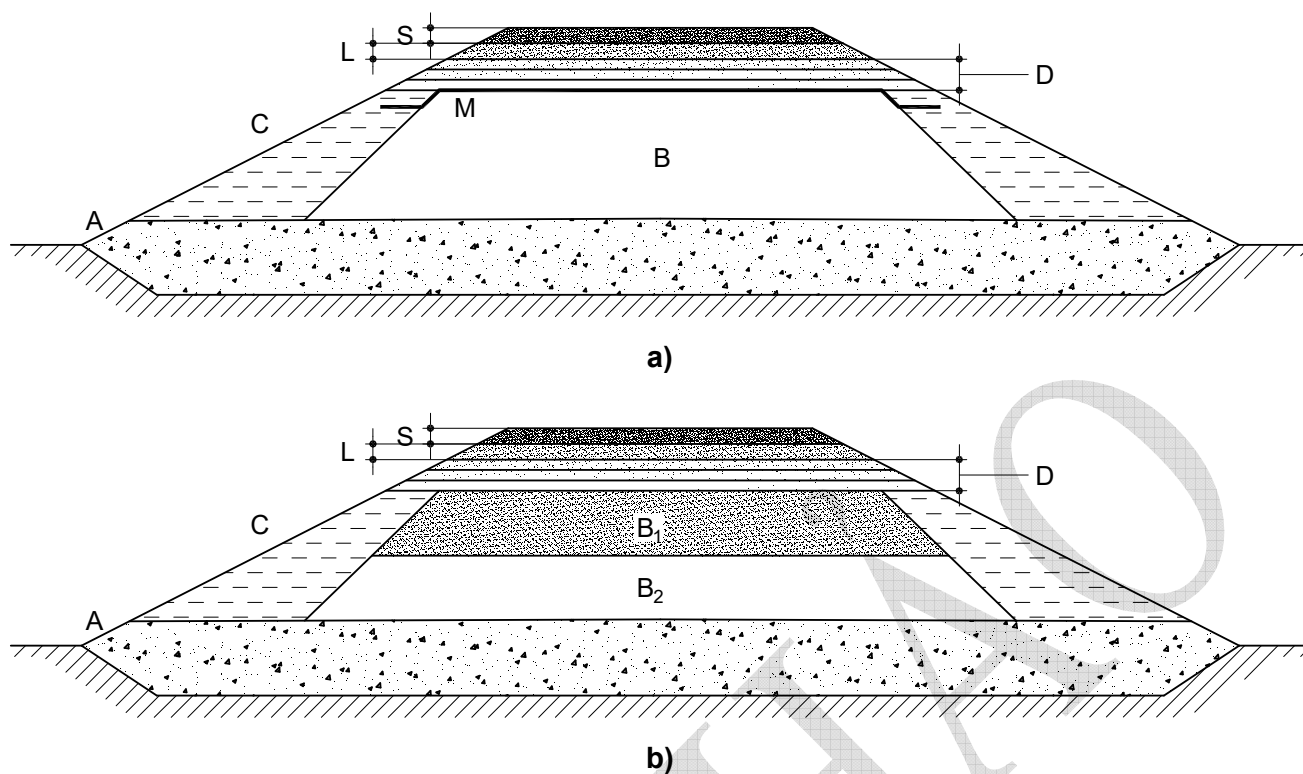
- đá phấn (xem TCVN EN 16907-3: 2018, Phụ lục B, Mục B.6);
- đất khô (xem TCVN EN 16907-3: 2018, Phụ lục B, Mục B.7);
- đất tàn tích nhiệt đới (xem TCVN EN 16907-3: 2018, Phụ lục B, Mục B.8);
- đất có chứa muối hòa tan (xem TCVN EN 16907-3: 2018, Phụ lục B, Mục B.9);
- đất sét hoạt tính (xem TCVN EN 16907-3: 2018, Phụ lục B, Mục B.10);

Nói chung, đây là:

- vật liệu với các thành phần đặc biệt;
- vật liệu rất khô hoặc rất ướt;
- vật liệu nhiều sét;
- vật liệu đắp có cấp phối đồng đều;
- vật liệu có thể thay đổi hoặc dễ vỡ (giòn).

Ngoài phòng thí nghiệm địa kỹ thuật, việc thử nghiệm tại hiện trường và thu thập dữ liệu, kinh nghiệm địa phương trong thiết kế và kiến thức về bản chất và điều kiện địa chất cũng phải được xét đến.

Ví dụ về việc đắp lõi bằng vật liệu giới hạn được thể hiện trong Hình 7.



CHÚ DẪN:

A nền

B lõi (vật liệu giới hạn nhạy cảm với tác động của nước)

B1 phần trên của lõi làm bằng vật liệu có tính thấm thấp (thường là đất sét pha) cách ly B2 khỏi sự xâm nhập phía trên và cung cấp trọng lượng nếu B2 là đất trương nở

B2 vật liệu giới hạn (nhạy cảm với tác dụng của nước)

C vùng bên không thấm nước (ví dụ: đất sét hoặc đất sét + vôi)

D lớp trên

L lớp đáy móng

M tấm nhân tạo không thấm nước

S kết cấu bên trên

Hình 7 - Hai ví dụ về việc sử dụng vật liệu giới hạn trong đắp đường bộ hoặc đường sắt

6.4.6 Đắp cao

Nguy cơ lún sau khi thi công tăng theo chiều cao đắp. Việc đắp cao (ví dụ: chiều cao lớn hơn 15 m) có thể yêu cầu các nghiên cứu đặc biệt về đầm chặt đất. Nên tránh sử dụng đất và đá yếu và những loại đất dễ bị biến chất sau khi xây dựng để thi công các khối đắp cao, và khi sử dụng chỉ nên tuân theo các quy định nghiêm ngặt của thiết kế. Khối đắp cao phải được kiểm tra độ ổn định của chúng bằng phương pháp cơ học đất. Thêm vào đó, phải kiểm tra độ biến dạng của nền đất đắp.

Cần kiểm soát độ lún bản thân của khối đắp cao, thường được giả định trong khoảng 0,5% (điều kiện tốt như đất thô có thể đầm chặt) và 1% (đối với điều kiện xấu, đất mịn có độ ẩm cao) của chiều cao. Độ lún bản thân có thể được giảm bớt bằng cách đầm chặt ở mức cao hơn hoặc cải tạo đất với vôi và chất kết dính thủy hóa tương ứng.

Khuyến nghị sử dụng yêu cầu kỹ thuật sản phẩm cuối cho khối đắp cao. Ngoài ra, có thể cần duy trì một khoảng thời gian quan trắc sau khi công trình đất đạt đủ chiều cao và trước khi hoàn thành bất kỳ phần nhạy cảm nào của công trình hạ tầng trong khi đào đắp.

Độ lún lâu dài không mong muốn ảnh hưởng đến trắc dọc cũng như mặt cắt ngang và có thể làm rối loạn việc thoát nước. Nếu hệ thống nước bị hỏng, nước phụ thêm sẽ tràn vào bên trong khối đắp, do đó thường làm độ lún tăng hơn nữa.

6.4.7 Đắp trên đất yếu hoặc những khu vực hay bị ngập lụt

Thiết kế khối đắp trên đất yếu phải được tuân theo EN 1997-1. Có thể cần các kỹ thuật riêng biệt (cải tạo hoặc thay thế đất, cọc đá, ...) để bảo đảm khả năng chống chịu thích hợp cho đất nền trước khi thi công công tác đất.

Khi lựa chọn vật liệu đắp để thi công khối đắp trên đất yếu hoặc những khu vực hay bị ngập lụt, tư vấn thiết kế công tác đất phải xem xét những vấn đề sau:

- nguy cơ tiềm ẩn do nước lũ làm bão hòa vật liệu khối đắp. Nếu đây là một rủi ro đáng kể, thì không nên sử dụng vật liệu đắp có khả năng gây ảnh hưởng xấu (chẳng hạn như vật liệu đắp hạt mịn được thi công khô hơn so với độ ẩm tối ưu) dưới mực nước lũ dự kiến;
- sự cần thiết của lớp đầu tiên dạng hạt để làm lớp thoát nước và giúp nền ổn định mà trên đó có thể đạt được độ đầm chặt thích hợp cho các lớp vật liệu đắp tiếp theo. Lớp đầu tiên này phải được thiết kế để bảo đảm độ ổn định của khối đắp, có thể kết hợp thêm vài địa kỹ thuật tổng hợp gia cường, và có thể cần phân cách bằng vài địa kỹ thuật ở đỉnh và/hoặc đáy của lớp đầu tiên nếu nó được thi công bằng vật liệu đắp hạt thô có cấp phối đồng đều.
- tốc độ đắp phải được đánh giá để bảo đảm rằng áp lực nước lỗ rỗng dư tạo ra trong lớp đất yếu bên dưới khối đắp có thể suy giảm với tốc độ bảo đảm sự ổn định của khối đắp trong quá trình thi công. Một số giai đoạn thi công đắp sẽ được quyết định sau cùng (đây là một phần của thiết kế địa kỹ thuật công trình đất).

6.4.8 Khối đắp được thi công trên các hang

Khi thi công khối đắp phải tính đến sự hiện diện và chủng loại các hang nằm dưới nền móng của khối đắp. Các quyết định có thể là:

- không cần thực hiện hành động cụ thể nào và khối đắp có thể được đặt trong nền đất tự nhiên;
- nền đất tự nhiên phải được đào đến một chiều sâu nhất định và được thay thế hoặc đầm chặt;
- nền đất tự nhiên phải được xử lý để lấp đầy các hang hoặc lỗ trống;
- các hang nhân tạo hoặc công trình phải được sửa chữa hoặc thậm chí lấp đầy, hoặc một số công trình mới phải được xây dựng để giữ lại sự hiện diện của khối đắp;
- các thiết kế cụ thể khác phải được chấp nhận (ví dụ: đắp ít, kết cấu cọc, khối gia cố bằng lưới địa kỹ thuật).

6.4.9 Vật liệu thừa

Những khối đất dư thừa, không thể sử dụng cho các mục đích như khối đắp, đập hoặc làm cốt liệu, thường được đặt trong các khu vực làm cảnh quan để cải thiện và hạn chế tác động môi trường của công tác đất đối với khu vực địa phương và tránh việc lưu giữ ngoài công trường. Trong nhiều trường hợp, những loại đất này có chất lượng kém hơn về cường độ hoặc nhiễm bẩn. Phải đánh giá các yêu cầu về đầm chặt tối thiểu để tránh mất ổn định và biến dạng không thể chấp nhận được. Khi cần thiết, phải thực hiện các tính toán ổn định tuân theo EN 1997 khi xem xét những thay đổi tiềm ẩn về tính chất của đất có thể xảy ra sau khi xây dựng (tương tự như tất cả các mái dốc đào đắp).

Đất bị ô nhiễm thường là hạt mịn và có tính thấm thấp. Vì vậy, các loại đất bị ô nhiễm nhẹ có thể được đặt trong các bãi đắp cảnh quan tại hiện trường, vì chỉ một lượng nước thấm không đáng kể sẽ chảy ra ngoài. Lượng nước thấm có thể giảm nếu bãi đắp được bọc bởi lớp đất có tính thấm thấp hoặc lớp lót nhân tạo như tấm lót nhựa. Bãi đắp cuối cùng của đất bị ô nhiễm phải tuân theo các quy tắc môi trường quốc gia.

Trong trường hợp nạo vét đất, bãi thải phải được phê duyệt bao gồm hệ thống thoát nước, để phần đất ướt và mềm có thể được khử nước và cuối cùng được tái sử dụng (xem TCVN EN 16907-6).

7 Thiết kế công tác đào đất

7.1 Quy định chung

Việc đào phải được thực hiện một cách có hệ thống và có kế hoạch để duy trì chất lượng của đất và đá đào, loại được sử dụng để đắp. Nước mưa và nước dưới mặt đất phải được thu gom bằng hệ thống mái dốc, mương và cống rãnh thoát nước hở. Phải tránh đào quá nhiều hoặc hình thành các mái dốc tạm thời không ổn định. Quá trình đào phải được ghi lại trong hồ sơ công trường (xem TCVN EN 16907-3). Thuật ngữ cho thành phần nền đào được nêu trong Phụ lục A.

Nhiều vấn đề liên quan đến việc thiết kế khối đắp cũng áp dụng cho việc thiết kế nền đào (ví dụ độ ổn định của các mái dốc hiện có, hang, hệ thống thoát nước) (xem Mục 6.4 của tiêu chuẩn này). Những yêu cầu này không được nhắc lại ở đây.

7.2 Vật liệu liên quan

Ngoài việc phân loại địa chất, vật liệu liên quan đến nền đào có thể được phân loại theo các quy trình thi công cần thiết để thực hiện công việc đào. Cách phân loại đầu tiên đối với chủ đề này là (xem TCVN EN 16907-3):

- đá từ cứng đến trung bình (nổ mìn, tách trước);
- đá trung bình đến yếu (đập, đào);
- đất (đào bằng máy móc đơn lẻ thông thường).

Tính khả thi của công việc đào có thể được dự tính sơ bộ bằng các phương pháp khảo sát địa kỹ thuật và địa vật lý và thử nghiệm tại hiện trường. Phần khảo sát này phải tập trung vào kiến thức về các đặc

tính liên quan của vật liệu bên trong nền đào, trên quan điểm chúng có khả năng được sử dụng để đắp công trình.

Là nền móng của chính công trình hạ tầng, việc xác định đặc tính của lớp nền (đáy của nền đào) cần được quan tâm đặc biệt.

7.3 Hình học

Tư vấn thiết kế công tác đất phải bảo đảm rằng việc đánh giá độ ổn định của mái dốc đào tuân theo EN 1997 không bị ảnh hưởng bất lợi bởi phương pháp thi công và các điều kiện mặt đất thực tế gặp phải.

Độ ổn định của mái dốc trong quá trình xây dựng có thể bị ảnh hưởng bởi:

- chiều cao và góc dốc của nền đào ở bất kỳ giai đoạn nào của quá trình thi công;
- vật liệu liên quan (xem 7.2);
- cấu trúc địa chất: tổng thể của nền đào, và ứng xử chi tiết của từng hệ tầng;
- điều kiện thoát nước (xem 7.4);
- các bãi lưu giữ tạm thời vật liệu đắp;
- đào tạm thời;
- khu đất sẵn có cho thi công;
- các ràng buộc về môi trường.

Mỗi hệ tầng địa chất có các dạng ổn định đặc trưng riêng, chịu ảnh hưởng lớn của các điều kiện thoát nước. Do đó, độ dốc trong nền đào có thể không đổi hoặc thay đổi, đặc biệt đối với góc mái dốc (gradient), chiều cao tổng thể và hệ thống thoát nước. Thiết kế cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều bề mặt áp khác nhau nằm ở độ cao trung bình trên toàn bộ mái đào hoặc ở những nơi riêng biệt.

Các mái đào phải được thiết kế để ổn định và cho phép kiểm tra và duy trì công việc trên mái dốc: do đó phải xác định kích thước tối thiểu cho máy móc, kiến thức về vật liệu liên quan và điều kiện thoát nước.

7.4 Thoát nước

Các điều kiện thoát nước có vai trò quan trọng trong việc bảo đảm cho cả sự ổn định cho các mái dốc và sự làm việc phù hợp của hệ tầng (lớp nền), theo quan điểm về khả năng phục vụ của công trình hạ tầng.

Mục 10 của tiêu chuẩn này nêu chi tiết các nguyên tắc thoát nước.

7.5 Ổn định tổng thể

Mái đào phải được thiết kế để bảo đảm công trình đất ổn định. Tính ổn định phải được đánh giá tuân theo EN 1997-1. Cũng phải xét đến các chú ý về hình học trong Mục 7.3.

CHÚ THÍCH: Sự phong hóa của các hệ tầng có thể ảnh hưởng đến ứng xử lâu dài của chúng về khả năng đào, độ ổn định của mái dốc và các đặc tính liên quan khác.

7.6 Các thuộc tính liên quan của lớp móng trên của nền đào (lớp nền)

Lớp móng trên của nền đào là nền mà trên đó sẽ đặt kết cấu bên trên. Các đặc tính cần thiết của vật liệu đào đắp, tạo thành lớp móng trên của nền đào, thường sẽ được xác định bởi thiết kế địa kỹ thuật, kết cấu hoặc kỹ thuật mặt đường. Khảo sát địa kỹ thuật phải làm rõ các điều kiện mặt đất dự kiến (xem 5.2). Thiết kế công tác đất phải bao gồm việc đánh giá xem liệu các đặc tính yêu cầu này có thể được đáp ứng hay không, và nếu cần thiết, bổ sung các biện pháp của công tác đất cần thiết để cải tạo đất (ví dụ: đào và thay thế đất yếu, đất trương nở hoặc đất hòa tan).

Các hoạt động thi công của công tác đất phải được lập kế hoạch để tránh tình trạng nền đất trở nên xấu đến mức không thể chấp nhận được do hậu quả của các hoạt động công tác đất. Đối với nền đào trong đất, cần sự chú ý đặc biệt đến hình thức thoát nước thích hợp, được lắp đặt trong hoặc ngay sau khi nền đào được mở rộng đến một cao độ cụ thể. Một lớp bảo vệ có thể được sử dụng để ngăn ngừa hư hỏng cho lớp móng trên của nền đào (ví dụ như một lớp đắp hoặc đất thay thế).

Tư vấn thiết kế công tác đất phải xác định trường hợp nền đất gây nguy hiểm rõ ràng đối với việc thi công bên trong nền đào (ví dụ: áp lực nước lỗ rỗng cao trong bùn và cát mịn) và các yêu cầu cụ thể tối thiểu trong quá trình thi công (ví dụ: yêu cầu lắp đặt hệ thống thoát nước trước một số công việc của công tác đất). Xem Điều 4.6 để biết thêm chi tiết.

Cần chú ý rằng quá trình chuyển tiếp từ nền đào sang đắp cần phải xem xét đặc biệt về các vấn đề nêu trên vì điều kiện thoát nước tại các vị trí này có thể đặc biệt khó khăn (xem Điều 6.4.3.3 và Mục 10).

8 Thiết kế công tác đắp bằng cách nạo vét và bồi đắp thủy lực

Việc thiết kế và thực hiện các công việc nạo vét để thi công bồi đắp bằng thủy lực đều được xem xét trong TCVN EN 16907-6, nhưng thiết kế của chúng có nhiều đặc điểm chung với thiết kế của các công trình đào và đắp được thực hiện trong điều kiện “khô”.

Vật liệu được lấy từ khu vực “nguồn” (khu vực khai thác vật liệu), vận chuyển đến vị trí cuối cùng và sau đó được bơm thủy lực để lán bờ. Các hoạt động này được trình bày chi tiết trong TCVN EN 16907-6.

Các đặc tính cần thiết của khối đắp hoàn thành có thể đạt được mà không cần hoạt động đặc biệt, khi vật liệu nạo vét có các đặc tính địa kỹ thuật tích cực và đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật, hoặc cần cải thiện về độ cứng, độ ổn định, khối lượng thể tích (ví dụ như để ngăn chặn sự hóa lỏng) hoặc sức bền, khi vật liệu nạo vét có đặc điểm xấu và các yêu cầu kỹ thuật rất nghiêm ngặt.

Việc lựa chọn vật liệu đắp không phải lúc nào cũng “miễn phí”, phụ thuộc vào mục đích chính của việc nạo vét, có thể là đào đáy biển hoặc sông theo một trục dọc cụ thể bất kể tính chất của nền đất được khai thác, khi cần phải thi công lán bờ bằng cách sử dụng các vật liệu chọn lọc có sẵn trong các khu vực thác vật liệu dành riêng.

Khu vực được nạo vét cần được khảo sát hiện trường kỹ lưỡng để đánh giá tính chất và trạng thái của các loại đất hiện có, khả năng nạo vét và sử dụng chúng làm vật liệu đắp. Độ ổn định của các mái dốc giới hạn khu vực nạo vét (thác vật liệu) cần được đánh giá cùng với khả năng thoát (bị trôi) các hạt mịn trong quá trình nạo vét và sự hiện diện của các vật liệu ô nhiễm.

Đối với khối đắp bằng thủy lực, tư vấn thiết kế cần xem xét cả độ lún của nền móng do tải trọng đắp và độ lún do trọng lượng bản thân của khối đắp. Các dịch chuyển trong khối đắp có thể bị hạn chế bằng cách kiểm soát vị trí xả của vật liệu nạo vét. Độ cứng và cường độ bề mặt yêu cầu có thể đạt được bằng cách đầm chặt các lớp bề mặt trên mực nước và sử dụng các kỹ thuật cải tạo nền đất cho phần dưới nước của vùng đất lún bờ.

10 Thoát nước của công tác đất

10.1 Thoát nước

Thoát nước tạm thời và lâu dài là một thành phần chính của công tác đất, cho hố đào, nền đào và khối đắp. Nó trở thành một thành phần quan trọng của giải pháp cho công tác đất, ảnh hưởng đến các vấn đề của công tác đất khác nhau như độ ổn định của mái dốc và hiệu quả của: vật liệu đắp trong và sau khi xây dựng, lớp móng trên của nền đào và bất kỳ công trình hạ tầng nào bên trên.

Tiêu chuẩn này liên quan đến việc thực hiện thành công của công tác đất, nó giải quyết việc thoát nước tạm thời trong quá trình thi công. Tuy nhiên, thường khó phân định rõ ràng hệ thống thoát nước tạm thời với hệ thống thoát nước lâu dài. Nhiều vấn đề thoát nước sau công tác đất được mô tả chỉ áp dụng cho hoạt động/hiệu quả của công trình đất và trong một số trường hợp, một phần hệ thống thoát nước lâu dài trở thành một phần của hệ thống thoát nước tạm thời để khống chế nước trong quá trình thi công. Trong trường hợp này, tư vấn thiết kế và nhà thầu thi công công tác đất phải bảo đảm rằng đất trong nước không làm tắc nghẽn cống hoặc ảnh hưởng xấu đến hoạt động lâu dài. Hơn nữa, việc thi công của công tác đất cung cấp cơ hội để kiểm tra tính đầy đủ của hệ thống thoát nước lâu dài được đề xuất.

Hai loại hệ thống thoát nước chính có thể được xem xét:

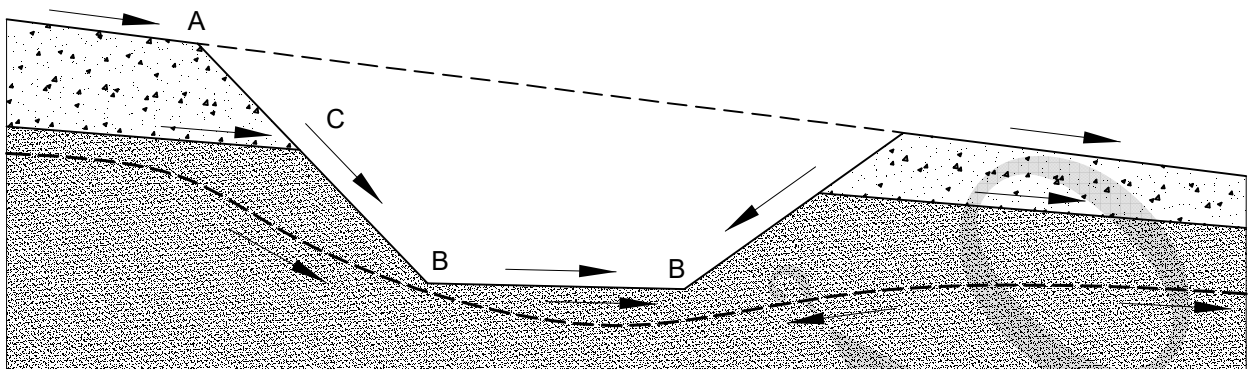
- hệ thống thoát nước bề mặt liên quan đến dòng chảy do mưa và các hiện tượng khí tượng khác;
- thoát nước ngầm nhằm mục đích gom nước ngầm từ bất kỳ nguồn nào (thấm, mực nước mặt, ...).

Tư vấn thiết kế công tác đất cần xác định các đường dòng nước chảy vào đáng kể có thể gây ảnh hưởng xấu đến công tác đất (Hình 8), trong hoặc sau khi xây dựng; và xác định các biện pháp thoát nước tạm thời và lâu dài phù hợp. Mỗi trường hợp yêu cầu một thiết kế cụ thể cần xem xét các vấn đề như lưu lượng dòng chảy, cửa tháo nước và các yêu cầu bảo trì trong quá trình thi công.

Hình 9 trình bày một ví dụ về hệ thống thoát nước cho mặt cắt một nửa đào/một nửa đắp.

Nếu độ ẩm của vật liệu đắp trong khối đắp tăng đáng kể so với độ ẩm tại chỗ thì có khả năng làm giảm cường độ hoặc thể tích của vật liệu đắp đã đắp. Do đó, bản thân công trình đất hoặc kết cấu bên trên

(ví dụ: đường sắt, đường bộ hoặc các tòa nhà được xây dựng trên khối đắp) có thể bị hư hỏng. Do đó sự xâm nhập của nước vào khối đắp hoặc nước dâng vào lớp móng trên của nền đào cần được ngăn ngừa/giảm thiểu, hoặc được cho phép trong thiết kế (lựa chọn vật liệu đắp và chế độ đầm chặt, ổn định đất).



Hình 8 - Xác định các đường dẫn nước có khả năng xảy ra tại nền đào cho thiết kế thoát nước của công tác đất

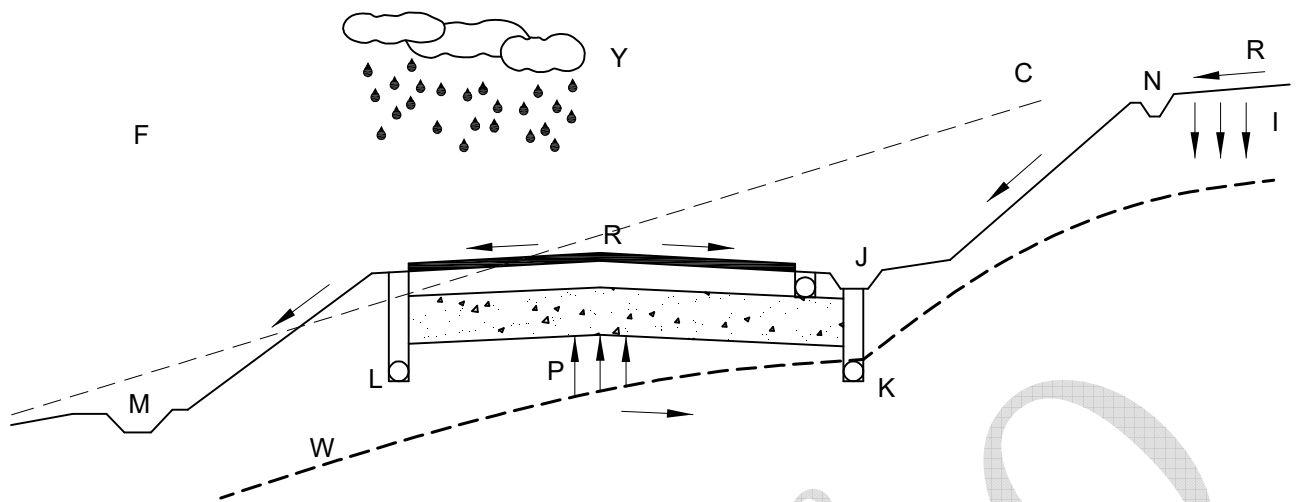
CHÚ THÍCH: Vì có nhiều nguồn nước tiềm năng, các yêu cầu thoát nước thường bao gồm:

- A - Thoát tràn - nước bề mặt (thoát nước trên mặt đất)
- B - Thoát nước chân - nước bề mặt/nước ngầm
- C - Thoát nước trên mặt taluy để ngăn chặn sự thấm của nước ngầm

Khi mực nước ngầm cao, nước có thể thấm từ nền đất tự nhiên vào các lớp móng của nền đào. Thiết kế công tác đất phải cho phép điều kiện này hoặc bao gồm yêu cầu đối với lớp móng, bao gồm vật liệu dễ thấm nước cho phép nước lỗ rỗng chảy vào đường thoát nước bên mà không có áp lực. Hệ thống thoát nước có thể được làm bằng vật liệu vải địa kỹ thuật tổng hợp hoặc bằng cốt liệu khoáng chất (vật liệu thô). Vật liệu đắp được sử dụng để thoát nước, hoặc các lớp đắp có chức năng thoát nước, không trương nở, có thể bị sụp đổ hoặc biến đổi khi gặp nước.

Trong công tác đất không thể tránh khỏi việc thấm nước. Nếu nước thấm chảy ra trên mái dốc của công tác đất thì nếu có thể nên ngăn chặn nước bằng hệ thống thoát nước để tránh xói mòn đất. Việc thiết kế hệ thống thoát nước cần xem xét các quy tắc lọc phù hợp để tránh xói mòn do tiếp xúc. Trong các tình huống nước có thể chảy qua công trình đất, tư vấn thiết kế phải xem xét sự cần thiết của việc ngăn chặn hiện tượng mạch đùn, sủi.

Hình 10 trình bày một ví dụ về hệ thống thoát nước cho khối đắp được xây dựng trên một mái dốc. Thiết kế công tác đất cũng nên xem xét các hậu quả tiềm ẩn của sự cố hệ thống thoát nước trên công trình đất hoàn thành.



CHÚ DẪN:

C đường đào (đường đứt nét MN cho biết bề mặt đất ban đầu)

J thoát nước bề mặt

M rãnh tại chân mái dốc

R dòng chảy

F khối đá

K thoát nước ngầm

N rãnh đỉnh

Y mưa

I sự thấm

L thoát nước bề mặt và ngầm

P mao mạch

W mực nước ngầm

CHÚ THÍCH: Các rãnh chữ V: M và N thường được xây dựng như là hệ thống thoát nước trước khi thực hiện công tác đất, để ngăn chặn và dẫn dòng nước bề mặt hoặc nước ngầm nông. Rãnh chữ V: J là đường thoát nước đào thường được xây dựng trong quá trình thực hiện công tác đất, để ngăn chặn và dẫn dòng nước bề mặt hoặc nước ngầm nông để tránh sự hư hỏng của mặt đất.

Hình 9 - Ví dụ về hệ thống thoát nước bề mặt và thoát nước ngầm cho mặt cắt một nửa cắt gọt/một nửa đắp

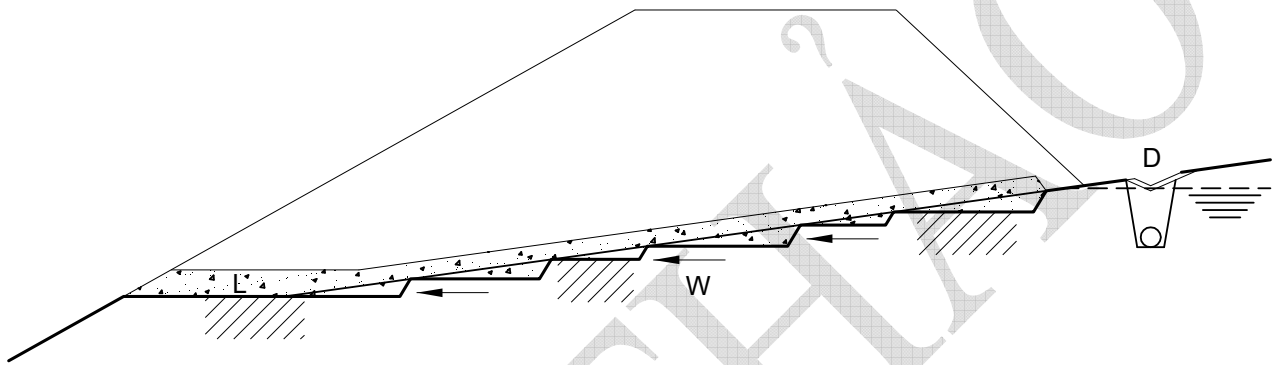
10.2 Bảo vệ mái dốc chống xói mòn

Cần kiểm soát xói mòn trên các mái dốc của khối đá và trên các mái dốc trong nền đào, do chúng tiếp xúc trực tiếp với không khí và nước (chất lỏng).

Các vấn đề đặc biệt của xói mòn ở các vùng bên khối đá là do ứng xử của các vật liệu đầm chặt liên quan đến gió, nước chảy.

Vì vậy, khi xói mòn được coi là một vấn đề, hành động cần hướng tới việc cô lập hoặc làm giảm sự tương tác giữa chúng. Một số hành động điển hình là:

- cung cấp một rào chắn nhân tạo (không lọt hoặc thấm nước, thường là một lớp vật liệu địa kỹ thuật phức hợp, lớp phủ hữu cơ, lớp dăm sạn, ...) trên mái dốc;
- cung cấp một hàng rào thực vật đầy đủ;
- khi xói mòn quá mức (hoặc thậm chí tan rã) xảy ra do sử dụng các vật liệu hòa tan trong khối đất, một mái dốc không thấm (đất sét) khác phải được xây dựng;
- khi lượng nước chảy quá mức ở các khu vực cạnh bên do nước tràn trực tiếp từ các con đường, thì kết cấu phân cách phù hợp (gờ trên đỉnh, hoặc thoát nước trên mái dốc) phải được thiết kế;
- xử lý bằng vôi và/hoặc chất kết dính xi măng để giảm tính nhạy cảm xói mòn;
- các thiết kế đặc thù khác.



CHÚ DẪN:

- 1 chống xói mòn
- 2 lớp thoát nước (L)
- 3 thấm nước (W)
- 4 rãnh nước kín (D)

Hình 10 - Ví dụ về lớp thoát nước dưới nền đất của đường bộ hoặc đường sắt trên mái dốc

11 Tối ưu hóa thiết kế công tác đất

Khi tất cả các thông tin cần thiết về các vật liệu sẵn có, khả năng sử dụng chúng và các quy trình tương ứng đã được chuẩn bị, thì việc đánh giá tổng thể và tối ưu hóa đồ án công tác đất phải được thực hiện. Tối ưu hóa liên quan đến cả việc vận chuyển của đất giữa các hố đào, các nguồn tài nguyên bên ngoài, các nền đất và việc sử dụng thiết bị để thực hiện các công việc.

Quá trình tối ưu hóa cần xem xét ảnh hưởng tiềm ẩn của các điều kiện thời tiết bất lợi đối với các hoạt động thi công. Tư vấn thiết kế phải tìm cách giảm thiểu ảnh hưởng của thời tiết bất lợi trong thời gian ngắn, phương pháp thi công phải được lên kế hoạch để giải quyết các điều kiện hiện trường có thể xảy ra, nhưng việc thi công có thể phải tạm dừng trong thời tiết bất lợi.

Việc tối ưu hóa vận chuyển của đất phải nhằm mục đích:

- giảm khoảng cách vận chuyển giữa các vị trí khai thác và khối đất tại công trường trên quy mô toàn dự án (đồng thời tính đến các trở ngại hiện có như đường sắt, sông, ...);
- tái sử dụng vật liệu hiện trường của các công trình đã được xây dựng một cách lớn nhất có thể, xem xét các cách sử dụng vật liệu đó, kể cả xử lý chúng;

- đạt được hiệu quả tối đa của thiết bị sử dụng trong các giai đoạn khác nhau của công việc, đồng thời đáp ứng các yêu cầu về kế hoạch của dự án.

Việc tối ưu hóa sẽ tính đến tác động của điều kiện khí hậu và các nguy cơ cũng như các biến đổi theo mùa của chúng đối với các tình huống chuyển dịch khác nhau của đất.

Việc tối ưu hóa công tác đất phải nhằm mục đích hạn chế tác động của công tác đất đối với môi trường bằng cách giải quyết các vấn đề môi trường được mô tả tại Điều 4.5.

Tối ưu hóa yêu cầu:

- đặc trưng hóa chính xác của vật liệu hiện trường và phân loại tài nguyên liên quan đến nhu cầu tổng thể của dự án;
- phân tích các giải pháp kỹ thuật và kinh tế khả thi, và ảnh hưởng của chúng đối với các kết cấu được xây dựng trên chúng (chẳng hạn như lớp đáy móng và mặt đường, đường ray, nền móng để xây dựng), về ứng xử cơ học, chi phí bảo trì và độ bền lâu;
- xem xét các yếu tố trương nở vật liệu. Điều này bao gồm hệ số trương nở áp dụng trong quá trình vận chuyển (là tỷ số giữa khối lượng đất đào so với khối lượng đất đắp tại hiện trường) và hệ số trương nở sau khi đầm chặt (tỷ lệ giữa khối lượng đất đắp đầm chặt so với khối lượng đất tại hiện trường ban đầu);
- lập kế hoạch vận chuyển vật liệu đào từ chỗ đào đến chỗ đắp cụ thể;
- xác định phương pháp xử lý thích hợp đối với các vật liệu đắp cụ thể;
- phải xét đến các yêu cầu kỹ thuật của công tác đất và các quy trình bảo đảm chất lượng được sử dụng cho dự án.

12 Yêu cầu kỹ thuật cho công tác đất

12.1 Quy định chung

Các công việc xây dựng được kiểm soát bởi yêu cầu kỹ thuật của công tác đất, đây là tài liệu được chuẩn bị cho dự án, nó nêu chi tiết các yêu cầu về công tác đất trong dự án. Tài liệu này cần được chuẩn bị sau khi thực hiện thiết kế công tác đất và các đặc tính vật liệu đắp yêu cầu đã được chỉ định. Yêu cầu kỹ thuật phải mô tả đầy đủ các yêu cầu thiết kế phải được đáp ứng, để cho tất cả các bên dễ hiểu, khả thi và có khả năng thực thi và đo lường, đồng thời không gây tốn kém hoặc mất thời gian một cách không cần thiết khi áp dụng. Nó phải có khả năng được giám sát bằng một hình thức hiệu quả của quy trình bảo đảm chất lượng (TCVN EN 16907-5).

Các yêu cầu thiết kế đối với công trình đất được đặt ra cho việc thực hiện công tác đất thông qua yêu cầu kỹ thuật và bộ bản vẽ thi công. Có ba loại yêu cầu kỹ thuật chính cho công tác đất:

- sản phẩm cuối;
- phương pháp;
- đặc tính.

Yêu cầu kỹ thuật của dự án có thể phù hợp khi kết hợp các dạng yêu cầu kỹ thuật của công tác đất khác nhau cho các loại vật liệu đắp khác nhau, ví dụ: phương pháp đầm chặt cho các vật liệu đắp thông thường và đầm chặt sản phẩm cuối cho các vật liệu đắp dạng hạt thô. Bên cạnh đó, một số vấn đề của kiểm soát có thể bao gồm các yêu cầu kỹ thuật khác nhau (ví dụ kiểm soát địa hình bề mặt của các lớp trong Yêu cầu kỹ thuật về phương pháp hoặc độ dày lớn nhất của các lớp trong Yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm cuối).

Yêu cầu kỹ thuật phải bao gồm bất kỳ điều kiện nào cần được đáp ứng trong quá trình thi công để bảo đảm rằng các yêu cầu chung sau đây được thỏa mãn:

- vật liệu được sử dụng phải phù hợp về mặt hóa học với môi trường mà chúng được sử dụng; một số vật liệu có thể yêu cầu phải được xử lý (ví dụ: cải tạo hoặc xử lý khắc phục) và phải được chấp thuận trước khi sử dụng;
- vật liệu được sử dụng phải bền (không dễ bị thoái hóa) và không biến chất sinh học;
- công tác đất phải cung cấp một bề mặt hoàn thành ổn định, khối đắp sẽ không bị lún hoặc dịch chuyển không thể chấp nhận được sau khi xây dựng;
- công tác đất phải tạo ra một bề mặt có đủ độ cứng (và hoặc độ bền chịu cắt) cho mục đích sử dụng cuối cùng (nếu giá trị độ cứng cần thiết được quy định, thì giá trị này sẽ cần phải xem xét cả tải trọng tác dụng và độ lún do diện tích chịu tải gây ra);
- các công tác có thể là xây dựng, bảo trì và phá dỡ một cách an toàn.

Yêu cầu kỹ thuật phải cung cấp tối thiểu các thông tin sau:

- a) loại vật liệu được phép sử dụng trong công tác đất cùng với đặc tính của vật liệu;
- b) các yêu cầu về chất lượng cần được đáp ứng (đối với sản phẩm cuối và các yêu cầu kỹ thuật về đặc tính);
- c) yêu cầu đối với việc lưu giữ vật liệu không phù hợp;
- d) các yêu cầu về đặt, rải và đầm chặt vật liệu của công tác đất;
- e) yêu cầu đối với việc xử lý bề mặt để lộ;
- f) các yêu cầu đối với việc thí nghiệm và kiểm tra sự tuân thủ;
- g) các hồ sơ hoàn công xây dựng cần được chuẩn bị để ghi lại việc hoàn thành công việc.

Trong nhiều dự án, yêu cầu kỹ thuật công tác đất sẽ dựa trên một tài liệu tiêu chuẩn được phát triển dựa trên kinh nghiệm phổ quát. Mức độ chi tiết của các tài liệu này khác nhau, và trong nhiều trường hợp, tư vấn thiết kế phải đặt ra các yêu cầu cụ thể cho một dự án cụ thể.

Đối với các dự án mà không có yêu cầu kỹ thuật tiêu chuẩn về công tác đất để thực hiện, tư vấn thiết kế công tác đất có tùy chọn chuẩn bị một tài liệu độc lập hoặc áp dụng một biểu mẫu tiêu chuẩn về yêu cầu kỹ thuật hiện có. Khi một tài liệu tiêu chuẩn hiện có được chấp thuận, thì tài liệu đó phải là một phương pháp được thiết lập tốt phù hợp với tính chất của công trình/khí hậu/loại khối đắp và dựa trên các thí nghiệm phổ quát trong phòng và thực địa.

Khi lựa chọn hoặc chuẩn bị yêu cầu kỹ thuật cho dự án, tư vấn thiết kế công tác đất phải xem xét các vấn đề khác nhau, bao gồm những vấn đề sau:

- xác định xem yêu cầu kỹ thuật hiện có có phù hợp với loại đồ án công tác đất hay không, ví dụ: liệu tiêu chí về tải trọng của dự án có vượt quá giá trị cho phép trong tài liệu tiêu chuẩn hiện có không;
- các khối đắp được sử dụng trong thiết kế để tạo ra các địa hình có hình dạng phù hợp cho các kết cấu, phải được xây dựng theo tiêu chuẩn ở mức độ cao để giảm thiểu nguy cơ dịch chuyển của mặt đất, gây thiệt hại cho công trình được xây dựng trên móng nông. Các yêu cầu kỹ thuật dựa trên những thông số được phát triển cho nền đắp đường cao tốc không nhất thiết phù hợp cho khối đắp mà trên đó các tòa nhà sẽ được xây dựng, bởi vì độ lún chấp nhận được của tòa nhà có thể sẽ nhỏ hơn đáng kể so với đường; do đó, yêu cầu kỹ thuật có thể nghiêm ngặt hơn so với đường cao tốc;
- các dự án đường cao tốc thường là các dự án xây dựng lớn, trong khi đó các dự án liên quan đến các tòa nhà thấp tầng được xây dựng thường có quy mô tương đối nhỏ. Các quy trình kiểm tra phải phù hợp với quy mô của dự án và mức độ rủi ro của dung sai độ lún. Các quy trình kiểm tra đối với các dự án đường cao tốc lớn có thể không phải lúc nào cũng phù hợp nhất cho khối đắp, ví dụ, một phần của dự án phát triển nhà ở nhỏ;
- các trường hợp đặc biệt như bồi đắp bằng thủy lực đòi hỏi một yêu cầu kỹ thuật được biên soạn riêng cho loại công việc này.

12.2 Yêu cầu kỹ thuật sản phẩm cuối

Trong trường hợp này, yêu cầu kỹ thuật xác định mức độ đảm bảo cần thiết và nếu có yêu cầu về độ cứng thích hợp đối với vật liệu cụ thể bằng cách tham chiếu đến các tiêu chí liên quan đến khả năng sử dụng hoặc trạng thái cực hạn. Mức độ đảm bảo cần thiết thường được biểu thị theo các đặc tính địa kỹ thuật đã chọn, ví dụ: tỷ lệ phần trăm của khối lượng thể tích khô lớn nhất hoặc độ cứng tối thiểu theo quy định và được hỗ trợ bởi thí nghiệm của công tác đất tại hiện trường.

Khi yêu cầu kỹ thuật sản phẩm cuối được sử dụng, các yêu cầu thường xác định các mục đích tổng thể cần đạt được mà không nêu chi tiết các phương pháp được áp dụng để đạt được mục đích. Yêu cầu kỹ thuật phải mô tả các yêu cầu phải được thỏa mãn cho toàn bộ công trình đất và cũng có thể bao gồm phải kiểm tra các mục tiêu từng phần khác nhau (ví dụ: các yêu cầu tối thiểu đối với một lớp trước khi trải lớp tiếp theo).

Một yêu cầu kỹ thuật sản phẩm cuối có thể được sử dụng để kiểm soát công tác đất với điều kiện là phương pháp kiểm tra sẽ kiểm soát đầy đủ các vấn đề khác nhau có ảnh hưởng đến công tác đất.

Các tiêu chí trên gắn liền với việc chỉ ra rằng các công việc cần được xây dựng sao cho phù hợp với mục đích sử dụng cuối cùng được đề xuất. Để đạt được những mục đích này, nhà thầu thi công công tác đất và tư vấn thiết kế nên xem xét một loạt các vấn đề thực tế, và để thực hiện điều này một cách hiệu quả cần phải đưa ra một phương pháp làm việc/yêu cầu kỹ thuật (bất kỳ ai soạn thảo tài liệu này sẽ trở thành tư vấn thiết kế công tác đất, xem Mục 6.3). Trong hầu hết các trường hợp, cần phải thực hiện hệ thống kiểm tra chất lượng công tác đất trong quá trình thi công công tác đất (mặc dù điều này không được đòi hỏi bởi yêu cầu kỹ thuật) để bảo đảm rằng vật liệu được thi công có khả năng đạt

được yêu cầu của sản phẩm cuối và sẽ ổn định trong thời gian lâu dài (ví dụ như thay đổi độ ẩm sau khi đầm chặt sẽ không dẫn đến sự hư hỏng hoặc độ lún không thể chấp nhận được của vật liệu đắp).

12.3 Yêu cầu kỹ thuật về phương pháp

Yêu cầu kỹ thuật về phương pháp xác định cách thức tiến hành đầm chặt dựa trên các loại máy đầm, phương pháp vận hành, số lượt lu lèn của máy và chiều dày cuối cùng của lớp đầm chặt. Các yêu cầu kỹ thuật này đã được biên soạn từ nghiên cứu thí nghiệm mô hình thực của máy và nên được sử dụng toàn bộ hoặc không. Nếu tư vấn thiết kế công tác đất chọn sử dụng chỉ dẫn về phương pháp đã có, thì dự án cũng phải thực hiện hệ thống phân loại dựa trên nó (xem Điều 9, và TCVN EN 16907-5 để phân loại và TCVN EN 16907-3 về các phương pháp đầm chặt).

Khi yêu cầu kỹ thuật về phương pháp được sử dụng trong dự án, thì nó phải là một phương pháp được thiết lập tốt phù hợp với bản chất của công việc/khí hậu/loại khối đắp và dựa trên các thí nghiệm phổ quát trong phòng và thực địa. Yêu cầu kỹ thuật phải bao gồm một số lượng nhất định thí nghiệm khối lượng thể tích tại hiện trường để xác nhận rằng mức độ đầm chặt đạt được bằng phương pháp này là như mong đợi.

Nếu không có yêu cầu kỹ thuật về phương pháp dựa trên kinh nghiệm được chứng minh tốt, thì phương pháp đầm chặt phù hợp có thể được đánh giá bằng các thí nghiệm hiện trường được kiểm soát tốt đối với vật liệu đắp và thiết bị được đề xuất. Cách tiếp cận này sẽ cho phép Nhà thầu quản lý công trường một cách hiệu quả. Tuy nhiên, trong tình huống này, nhiều khả năng các công việc vẫn sẽ được phê duyệt bởi yêu cầu kỹ thuật sản phẩm cuối.

12.4 Yêu cầu kỹ thuật về đặc tính

Các yêu cầu kỹ thuật về đặc tính đòi hỏi các công việc phải được xác định liên quan đến các yêu cầu của dự án dài hạn, thường được đặt ở mức tương đối cao. Ví dụ, các tiêu chí có thể được xác định dựa trên sự phù hợp của việc sử dụng lâu dài của một tòa nhà sẽ được hình thành trên công trình đất. Hạn chế của cách tiếp cận này là bất kỳ sự không đáp ứng các tiêu chí sẽ chỉ trở nên rõ ràng sau khi xây dựng, thường sẽ là quá muộn để thực hiện các hành động khắc phục. Yêu cầu kỹ thuật về đặc tính thường được sử dụng cho các nền đắp được tạo thành bằng bồi đắp sử dụng nạo vét (xem TCVN EN 16907-6) vì có rất ít cơ hội để kiểm tra vật liệu đắp trong quá trình bồi đắp. Tuy nhiên, đối với các nền đắp được thi công trong điều kiện khô ráo, thông thường tốt hơn cho quản lý các công việc bằng yêu cầu kỹ thuật cho sản phẩm cuối hoặc yêu cầu kỹ thuật về phương pháp, chúng đặt ra các biện pháp kiểm soát rõ ràng đối với việc thi công của công tác đất.

Nếu một yêu cầu kỹ thuật về đặc tính được cung cấp, thì nó phải được xác định theo trạng thái giới hạn khả năng sử dụng được yêu cầu. Ví dụ, dịch chuyển lớn nhất cho phép của nền đất trong một khoảng thời gian xác định có thể được phát biểu là độ lún lệch như độ nghiêng cho phép trên một chiều dài xác định, phụ thuộc vào độ lún lớn nhất cho phép tại bất kỳ điểm nào. Tuy nhiên, trong khi yêu cầu kỹ thuật về đặc tính chỉ có thể xem xét bề mặt đã hoàn thành của công tác đất, tư vấn thiết kế

công tác đất có thể cần phải xem xét ứng xử của cả nền đắp (được đề cập trong tiêu chuẩn này) và nền bên dưới (không được đề cập trong tiêu chuẩn này).

Đây có thể được coi là một dạng yêu cầu kỹ thuật phức tạp theo quan điểm hợp đồng vì nó tìm cách đặt rủi ro cho tất cả các sự kiện trong tương lai đối với nhà thi công công tác đất và có thể rất khó theo dõi trong thực tế. Do đó, khi mẫu yêu cầu kỹ thuật này được thực hiện, nhóm công tác đất phải thực hiện hình thức kiểm tra chất lượng thích hợp ngay cả khi hợp đồng không yêu cầu điều này theo Điều 12.2 ở trên.

Cần lưu ý rằng chủ đề này không được nêu trong TCVN EN 16907-5 vì nó không phải là thí nghiệm liên quan đến kiểm soát đầm chặt.

13 Giám sát công tác đất và kiểm tra chất lượng của công trình đất

13.1 Giới thiệu

Việc giám sát và kiểm tra phải được thực hiện ngay từ khi bắt đầu công tác đất trên hiện trường dự án. Chúng nhắm đến:

- kiểm soát tiến độ công việc;
- xác nhận tính đúng đắn của các giả thiết địa kỹ thuật được đưa ra trong quá trình thiết kế các công trình đất và các công tác đất tương ứng;
- thu thập thông tin để chứng minh chất lượng có thể chấp nhận được của công trình đất.

Phạm vi của các hoạt động giám sát và kiểm tra cần được điều chỉnh phù hợp với quy mô của dự án và mức độ rủi ro. Nhiều hạng mục trong số này được giải quyết bằng cách thiết lập hệ thống QA/QC, hệ thống này phải là một yếu tố quan trọng của thiết kế công tác đất, xem TCVN EN 16907-5 để biết thêm chi tiết.

13.2 Kỹ thuật giám sát và kiểm tra công tác đất

Giám sát có thể được áp dụng cho các khía cạnh khác nhau của công tác đất:

- tính chất của nền đất (mô tả);
- ứng xử cơ học của nền đất và vật liệu đắp (để chứng minh địa kỹ thuật, tuân theo EN 1997-1);
- độ ẩm và khí hậu;
- hiệu quả của các quá trình đào, xử lý và đầm chặt (thiết bị và phương pháp).

Kiểm tra phải được thực hiện ở tất cả các giai đoạn thiết kế thi công. Nó áp dụng cho:

- trạng thái cuối cùng của khối đắp được đầm chặt (khối lượng thể tích khô và độ ẩm);
- ứng xử địa kỹ thuật của các công trình đã hoàn thành (biến dạng, tính thấm, cường độ);
- hình dạng cuối cùng của kết cấu;
- hiệu quả của hệ thống thoát nước.

Điều này có thể được kết hợp với việc thực hiện các quan trắc về biến dạng và ổn định của kết cấu, trong quá trình xây dựng công trình và thời gian khai thác (quan trắc dài hạn).

Kỹ thuật

Các kỹ thuật được sử dụng để giám sát và kiểm tra bao gồm:

- quan sát và thí nghiệm cho mô tả nền đất;
- quan trắc lượng mưa, khí hậu và kiểm tra độ ẩm;
- kiểm soát đầm chặt (chiều dày các lớp, xác định độ chặt (khối lượng thể tích) bằng nhiều phương pháp khác nhau);
- quan sát các dị thường (trượt, bùng nhùng, sụp đổ của vật liệu đắp, độ lún, loại đất hoặc đá khó lún);
- xác định mô đun và sức kháng bằng các thí nghiệm gia tải tấm nén phẳng, thí nghiệm nén ngang PMT, thí nghiệm xuyên;
- thí nghiệm thấm;
- đo đặc hình học (phương pháp địa hình, quan trắc độ lún và dịch chuyển ngang);
- đo áp lực nước lỗ rỗng;
- các kỹ thuật đặc biệt (ví dụ: đo biến dạng trong vài địa kỹ thuật tổng hợp gia cường).

Tiêu chí

Giám sát các công tác đất để:

- phát hiện càng sớm càng tốt bất kỳ sai lệch đáng kể nào so với thiết kế của dự án;
- xác nhận kết quả hoàn thành của từng giai đoạn thực hiện công việc.

Các tiêu chí phụ thuộc vào loại công trình đất (hố đào và mái dốc, nền đắp, bồi đắp sử dụng nạo vét thủy lực, ...) và việc sử dụng chúng trong tương lai (xây dựng các tòa nhà, đường bộ, đường sắt, kênh đào, khối đắp cảnh quan, ...). Các tiêu chí cần được xác định trong quá trình thiết kế dự án công trình xây dựng (công trình đất) và là một phần của các yêu cầu đặt ra đối với việc thực hiện công tác đất.

Cần xem xét những lợi ích thu được từ việc chuẩn bị một báo cáo vào cuối giai đoạn xây dựng, đôi khi được gọi là “Báo cáo phản hồi địa kỹ thuật”, báo cáo này có thể được sử dụng để tóm tắt thông tin quan trọng liên quan đến việc xây dựng công trình công tác đất và những phát hiện khi giám sát. Tài liệu này có thể cực kỳ thuận lợi cho việc quản lý tài sản (vận hành và bảo trì) của công trình đất.

13.3 Kiểm tra chất lượng công trình đất

Việc kiểm tra được thực hiện để đánh giá sự phù hợp của công trình đã xây dựng với các yêu cầu kỹ thuật:

- yêu cầu về khối lượng thể tích;
- ứng xử cơ học yêu cầu;
- hình học;
- biến dạng dịch chuyển sau xây dựng của nền đất hoặc các công trình liên kết;
- độ bền lâu (bảo vệ chống nước).

Các tiêu chí phụ thuộc vào loại công trình đất (hố đào và mái dốc, nền đắp, bồi đắp sử dụng nạo vét thủy lực, ...) và việc sử dụng chúng trong tương lai (xây dựng các tòa nhà, đường bộ, đường sắt, kênh

đào, cảnh quan đắp, ...). Các tiêu chí cần được xác định trong quá trình thiết kế dự án công trình xây dựng (công trình đất) và là một phần của các yêu cầu đặt ra đối với việc thực hiện công tác đất, và sau đó là cả dự án về công tác đất.

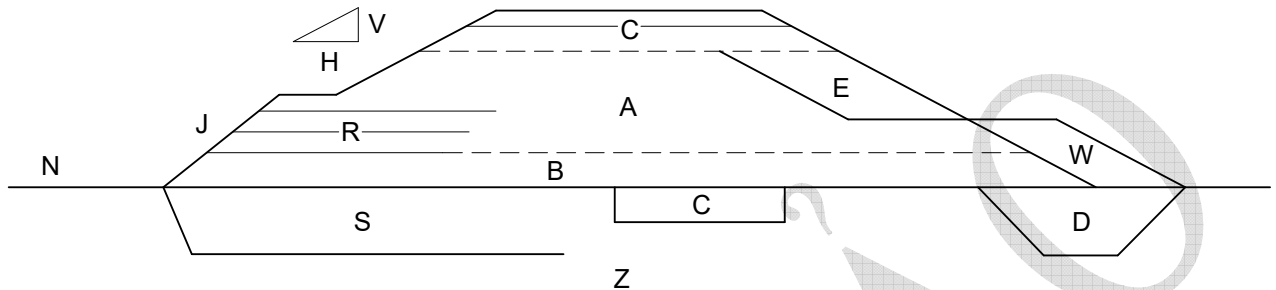
BẢN THẢO

Phụ lục A

(tham khảo)

Các định nghĩa hình học cho công tác đất và công trình đất

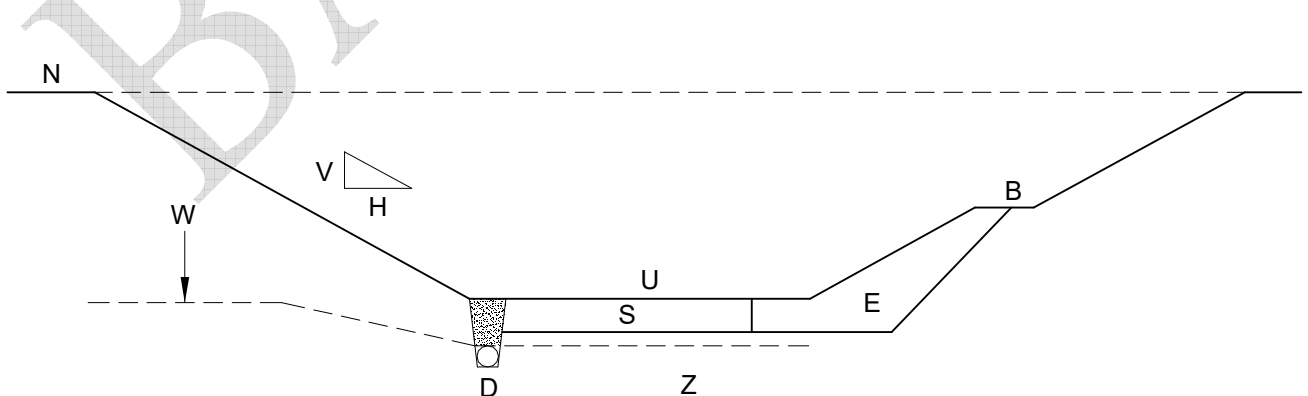
Phụ lục này trình bày một số hình vẽ được sử dụng để xác định rõ của các từ được sử dụng cho nền đắp.



CHÚ DẪN:

- A khối đắp hiện tại
- B lớp móng trên của khối đắp
- C nền đất thay thế (làm sạch)
- D nền đất thay thế tại chân của mái dốc
- E giới hạn đắp (đưa vào giới hạn)
- J mái dốc dốc
- N bề mặt nền đất tự nhiên
- R khối đắp gia cường
- S nền đất thay thế (thay chỗ)
- U lớp đáy móng/phần trên của khối đắp
- W bộ phận áp
- Z nền đỡ
- H phương ngang
- V phương đứng

Hình A.1 - Các từ dùng để mô tả nền đắp

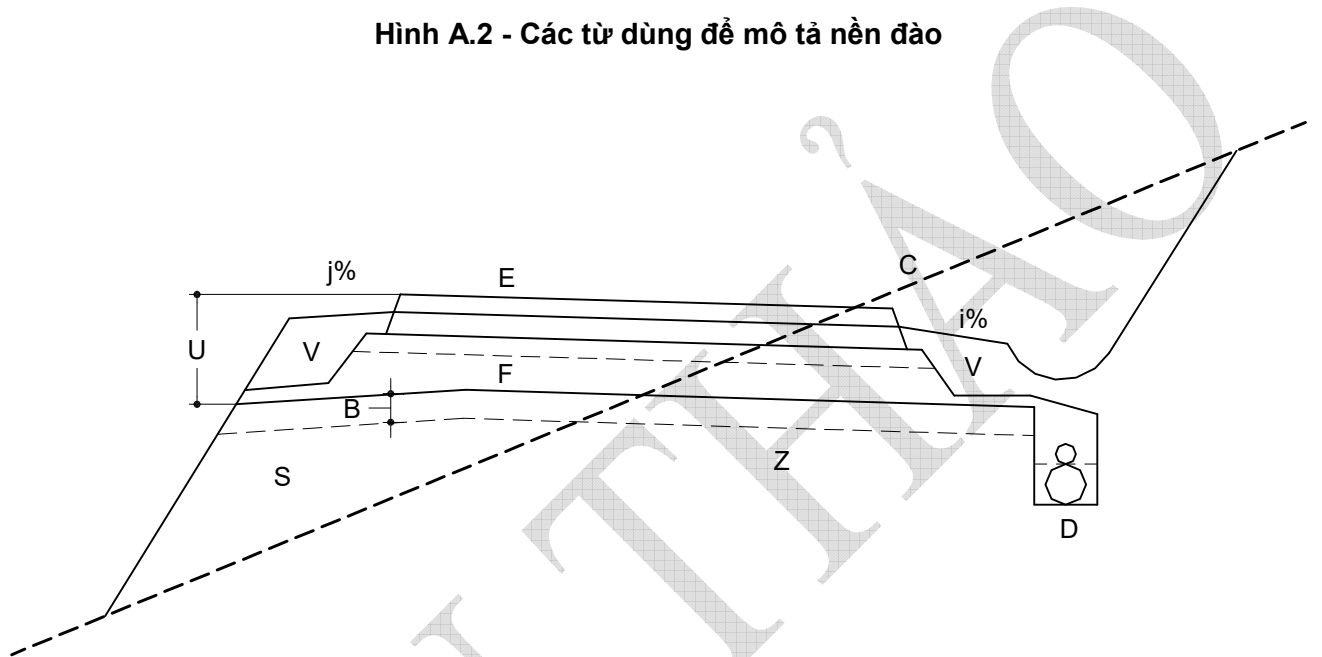


CHÚ DẪN:

- B bộ phận áp
- D rãnh thoát nước

- E thoát nước hoặc hỗ trợ đắp
- N bề mặt nền đất tự nhiên
- S nền đất thay thế (thay chỗ hoặc làm sạch)
- U phần trên của khối đắp
- W mực nước ngầm
- Z đất nền (lớp đất dưới móng)
- H phương ngang
- V phương đứng

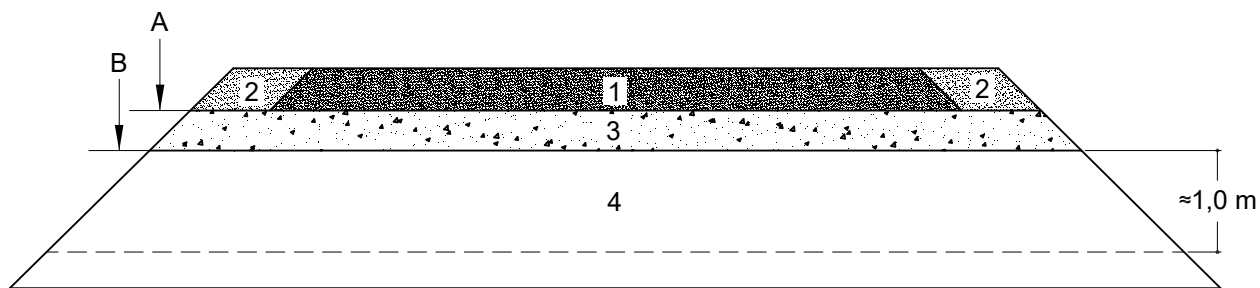
Hình A.2 - Các từ dùng để mô tả nền đào



CHÚ DẪN:

- B kết cấu bên dưới, lớp móng dưới
- C đường đào/cắt bên
- D thiết bị thoát nước bên đường
- E nền đắp
- F cao độ tạo thành
- S kết cấu bên dưới
- U kết cấu bên trên
- V lè, ria
- Z đất nền (lớp đất dưới móng)
- i góc (mái dốc)
- j góc (mái dốc)

Hình A.3 - Các từ được sử dụng để mô tả nền đắp của đường một nửa đắp/nửa đào



CHÚ DẪN:

A nền đỡ đường

B bề mặt khối đắp

1 lớp mặt đường

2 vai (vùng bên) 3 lớp đáy móng

4 phần trên của khối đắp (nền đắp) hoặc nền đất tự nhiên (nền đào)

Hình A.4 - Các từ dùng để mô tả nền đắp của đường