

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9355 : 2013

Xuất bản lần 1

**GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG BẮC THẨM - THIẾT KẾ,
THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Ground improvement by prefabricated vertical drains (PVD)- Design,
Construction and Acceptance*

**CÔNG TY CỔ PHẦN BK-ETECH
CHUYÊN QUAN TRẮC NỀN ĐẤT YẾU**

 www.bketech.vn

 0969.465.353 - 0935.23.9495

 bktechlasxd1698@bketech.vn - bketech.jsc@gmail.com

HÀ NỘI - 2013

Số: 3708 /QĐ-BKHCN

Hà Nội, ngày 29 tháng 11 năm 2013

QUYẾT ĐỊNH
Về việc công bố Tiêu chuẩn quốc gia

BỘ TRƯỞNG
BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Căn cứ Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật ngày 29/6/2006;

Căn cứ Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật;

Căn cứ nghị định số 20/2013/NĐ-CP ngày 26/02/2013 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Khoa học và Công nghệ;

Xét đề nghị của Tổng cục trưởng Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Công bố Tiêu chuẩn quốc gia sau đây.

- TCVN 9355:2013 Gia cố nền đất yếu bằng bấc thấm - Thiết kế, thi công và nghiệm thu

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực thi hành kể từ ngày ký. /2

Nơi nhận:

- Vụ PC;
- Lưu: VT, TĐC.

mt

KT. BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG



Trần Việt Thanh

Mục lục

	Trang
1. Phạm vi áp dụng	5
2. Tài liệu viện dẫn	5
3. Thuật ngữ và định nghĩa	6
4. Thiết kế	7
5. Thi công	30
6. An toàn và bảo vệ môi trường trong quá trình thi công	35
7. Kiểm tra và nghiệm thu.....	37
Phụ lục A (tham khảo) Tính toán ứng suất nén (áp lực) theo phương thẳng đứng σ_z^i do tải trọng nền đắp hoặc tải trọng phản áp gây ra trong đất theo toán đồ OSTERBERG.....	39
Phụ lục B (tham khảo) Tính toán kiểm tra ổn định nền đất đắp trên đất yếu.....	41
Phụ lục C (tham khảo) Xác định chỉ số từ biến.....	44
Phụ lục D (tham khảo) Các phương pháp dự đoán độ lún cố kết cuối cùng và xác định thông số cố kết theo đường quan trắc lún thực tế.....	46
Phụ lục E (tham khảo) Ví dụ tính toán thiết kế bản thoát nước ngang.....	50

TCVN 9355 : 2013

Lời nói đầu

TCVN 9355 : 2013 được biên soạn trên cơ sở tham khảo 22 TCN 244-1998, 22 TCN 236-1997 và TCXD 245:2000 theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 9355 : 2013 do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải chủ trì biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Gia cố nền đất yếu bằng bắc thấm - Thiết kế, thi công và nghiệm thu.

Ground improvement by prefabricated vertical drains (PVD)- Design, Construction and Acceptance.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về tính toán thiết kế, trình tự thi công, kiểm tra và nghiệm thu bắc thấm thoát nước trong gia cố nền đất yếu.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 4200, *Đất xây dựng – Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm;*

TCVN 4198, *Đất xây dựng – Các phương pháp xác định thành phần hạt trong phòng thí nghiệm;*

TCVN 8220, *Vải địa kỹ thuật – Phương pháp xác định độ dày danh định;*

TCVN 8871-1, *Vải địa kỹ thuật – Phương pháp thử - Xác định lực kéo giật và độ giãn dài kéo giật;*

TCVN 8871-2, *Vải địa kỹ thuật – Phương pháp thử - Xác định lực xé rách hình thang;*

TCVN 8871-4, *Vải địa kỹ thuật – Phương pháp thử - Xác định lực kháng xuyên thùng thanh;*

TCVN 8871-5, *Vải địa kỹ thuật – Phương pháp thử - Xác định áp lực kháng bụi;*

TCVN 8871-6, *Vải địa kỹ thuật – Phương pháp thử - Xác định kích thước lỗ biểu kiến bằng phép thử sàng khô;*

TCVN 9436, *Nền đường ô tô – Thi công và nghiệm thu;*

TCVN 9844, *Yêu cầu thiết kế, thi công và nghiệm thu vải địa kỹ thuật trong xây dựng nền đắp trên đất yếu;*

ASTM D 1621, *Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Cellular Plastics (Phương pháp thử xác chỉ tiêu chịu nén của tấm nhựa cứng dạng có lỗ);*

TCVN 9355 : 2013

ASTM D 3774, *Standard Test Method for Width of Textile Fabric (Phương pháp thử xác định bề rộng của vải dệt);*

ASTM D 4355, *Standard Test Method for Deterioration of Geotextiles by Exposure to Light, Moisture and Heat in a Xenon Arc Type Apparatus (Phương pháp thử xác định sự suy giảm của vải địa kỹ thuật khi tiếp xúc với ánh sáng, độ ẩm và nhiệt trong thiết bị loại Xenon Arc);*

ASTM D 4491, *Standard Test Method for Water Permeability of Geotextile by Permittivity (Phương pháp thử xác định khả năng thấm nước của vải địa kỹ thuật bằng thiết bị Permittivity);*

ASTM D 4595, *Standard Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method (Phương pháp thử xác định chỉ tiêu chịu kéo của vải địa kỹ thuật theo bề rộng của mảnh vải);*

ASTM D 4716, *Standard Test Method for Determining (in- plane) Flow Rate per Unite Width and Hydralic Transmissivity of Geosynthetic Using a Constant Head (Phương pháp thử xác định khả năng thoát nước và độ thấm thủy lực của vật liệu địa kỹ thuật tổng hợp sử dụng cột nước không đổi);*

ASTM D4884, *Standard Test Method for Strength of Sewn or Thermally Bonded Seams of Geotextiles (Phương pháp thử xác định cường độ đường may hoặc đường nối nhiệt của vải địa kỹ thuật);*

ASTM D 5778, *Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head) (Phương pháp thử xác định hệ số thấm của đất dạng hạt - Cột nước không đổi);*

AASHTO T 267, *Standard Method of Test for Detemination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition (Phương pháp thử xác định hàm lượng hữu cơ trong đất bằng tổn thất khi nung).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1**Bắc thấm (Prefabricated vertical drain)**

Bắc thấm là một dải băng có tiết diện hình chữ nhật, lõi Polypropylene có tiết diện hình bánh răng hoặc hình dẫn ống kim, bên ngoài được bọc vỏ lọc bằng vải địa kỹ thuật không dệt. Bắc thấm được dùng để dẫn nước từ dưới nền đất yếu lên tầng đệm cát phía trên và thoát ra ngoài, nhờ đó tăng tốc độ cố kết, tăng nhanh sức chịu tải do thay đổi một số chỉ tiêu cơ lý cơ bản (C, φ) của bản thân đất yếu.

3.2**Bản thoát nước ngang (Super board drain)**

Một dải băng có tiết diện hình chữ nhật, lõi Polyvinyl Chloride hoặc Polyolefin được cấu tạo thành các rãnh, bên ngoài được bọc vỏ lọc bằng vải địa kỹ thuật không dệt. Bản thoát nước ngang được dùng để dẫn nước ngang trong tầng đệm cát.

3.3**Vải địa kỹ thuật (Geotextile)**

Vải có tính thấm nước tốt được sản xuất từ polyme tổng hợp, được dùng cùng với đất, đá hoặc các loại vật liệu địa kỹ thuật khác trong xây dựng công trình.

3.4

Gia tải trước (Perload)

Biện pháp tác dụng áp lực tạm thời lên nền đất yếu để tạo độ lún trước khi xây dựng công trình; gia tải trước kết hợp với giải pháp thoát nước sẽ tăng nhanh quá trình ép thoát nước lỗ rỗng, tăng nhanh tốc độ cố kết của đất yếu, làm cho nền được lún trước, lún ổn định.

3.5

Áp lực tiền cố kết (Preconsolidation pressure)

Áp lực nén lớn nhất tại độ sâu z mà đất phải chịu trong quá trình hình thành và tồn tại của nó.

3.6

Kích thước lỗ biểu kiến (Apparent opening size)

Kích thước lỗ (O_{95}) của vải địa kỹ thuật được quy ước ứng với kích thước đường kính hạt có 5 % khối lượng lọt qua mặt vải và được xác định theo TCVN 8871-6.

4 Thiết kế

4.1 Quy định chung

4.1.1 Bấc thấm thoát nước được dùng để gia cố nền đất yếu cho các loại công trình sau:

- Xây dựng nền đường trên đất yếu (gọi tắt là nền đường đắp) để tăng nhanh tốc độ cố kết và tăng nhanh cường độ của đất yếu để đảm bảo ổn định nền đắp và hạn chế độ lún trước khi làm kết cấu áo đường;
- Tôn nền trên đất yếu (gọi tắt là nền đắp) để làm mặt bằng chứa vật liệu, để xây dựng các kho chứa một tầng, để xây dựng các công trình dân dụng và công nghiệp loại nhỏ có tải trọng phân bố trên diện rộng (sau khi nền đó lún đến ổn định).

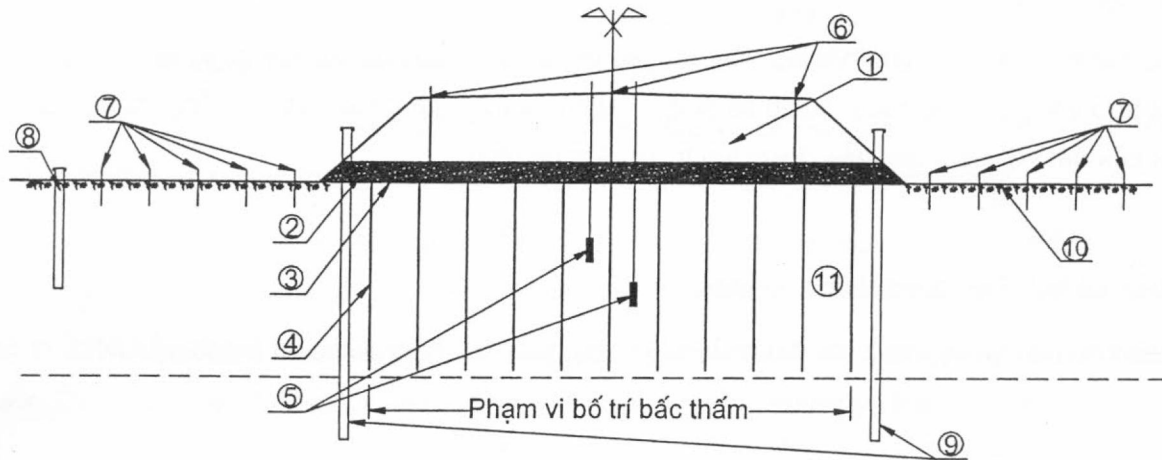
4.1.2 Để gia cố nền đất yếu khi sử dụng bấc thấm phải kết hợp với gia tải.

4.1.3 Khi sử dụng bấc thấm phải chú ý:

- Sự phá vỡ kết cấu đất khi thi công. Sự phá hỏng kết cấu này làm tăng tổng độ lún và làm giảm sức kháng cắt của đất;
- Phạm vi chiều sâu thực sự có hiệu quả của bấc thấm;
- Giá trị tải trọng nén trước để việc thoát nước lỗ rỗng và cố kết đất có hiệu quả.

TCVN 9355 : 2013

4.1.4 Trong xây dựng nền đường trên đất yếu khi xử lý bằng bấc thấm bắt buộc phải bố trí tầng đệm cát thoát nước hoặc vật liệu có khả năng thoát nước tương đương và hệ thống mốc quan trắc lún, quan trắc chuyển vị ngang.



CHÚ DẪN:

- 1. Đất đắp gia tải 2. Lớp cát thoát nước 3. Lớp vải địa kỹ thuật 4. Bấc thấm
- 5. Đầu đo áp lực nước lỗ rỗng 6. Mốc quan trắc lún 7. Mốc quan trắc chuyển vị ngang trên mặt
- 8. Giếng quan trắc mực nước ngầm 9. Ống đo chuyển vị ngang theo chiều sâu
- 10. Mặt đất tự nhiên 11. Nền đất yếu

Hình 1 - Sơ đồ cấu tạo trục ngang điển hình gia cố nền đất yếu bằng bấc thấm

Đối với nền đường đắp cao hoặc chiều sâu đất yếu lớn phải bổ sung thêm các hệ thống quan trắc áp lực lỗ rỗng, chuyển vị ngang theo chiều sâu như ở hình 1.

4.1.5 Đất yếu và điều kiện để sử dụng bấc thấm

4.1.5.1 Phân loại đất yếu

a) Đất yếu theo độ sệt:

$$I = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} \quad (1)$$

trong đó :

- I là độ sệt của đất;
- W là độ ẩm ở trạng thái tự nhiên, %;
- W_p là độ ẩm giới hạn dẻo, %;
- W_L là độ ẩm giới hạn chảy của đất yếu, %.

Đối với đất loại sét và sét pha:

Nếu : $I > 1,0$ gọi là đất yếu ở trạng thái chảy;

$0,75 < I \leq 1,0$ gọi là đất yếu ở trạng thái dẻo chảy.

b) Đất yếu theo hệ số rỗng và sức kháng cắt:

Đất loại sét hoặc sét pha ở trạng thái tự nhiên, độ ẩm của đất gần bằng hoặc cao hơn giới hạn chảy, hệ số rỗng lớn (đối với đất loại sét $e \geq 1,5$; đối với đất loại sét pha $e \geq 1,0$), lực dính kết $C \leq 15$ kPa, góc ma sát trong $\varphi < 10^\circ$ (theo phương pháp cắt nhanh không thoát nước trong phòng) hoặc $C_u \leq 35$ kPa (theo phương pháp cắt cánh ở hiện trường); có sức chống mũi xuyên tĩnh $q_c < 0,1$ MPa (theo kết quả xuyên tĩnh); có chỉ số xuyên tiêu chuẩn SPT là $N < 5$ (theo kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT).

Đất loại bùn cát, bùn cát mịn (hệ số rỗng $e > 1,0$, độ bão hòa $G > 0,8$) được hình thành ở các vùng thung lũng.

4.1.5.2 Điều kiện để sử dụng bác thăm

Khi sử dụng bác thăm trong thiết kế xử lý nền đất yếu bằng phương pháp gia tải trước cần thỏa mãn các điều kiện dưới đây:

Điều kiện 1:
$$\sigma_{vz} + \sigma_z \geq (1,2 + 1,5)\sigma_{pz} \quad (2)$$

Điều kiện 2:
$$\eta = \frac{\lg(\sigma_{vz} + \sigma_z) - \lg \sigma_{pz}}{\lg(\sigma_{vz} + \sigma_z) - \lg \sigma_{vz}} > 0,6 \quad (3)$$

trong đó:

σ_{vz} là áp lực thẳng đứng do trọng lượng bản thân các lớp đất yếu gây ra ở độ sâu z (kPa), được xác định theo công thức sau:

$$\sigma_{vz} = k \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i \quad (4)$$

trong đó :

σ_{vz} là áp lực thẳng đứng do trọng lượng bản thân các lớp đất tự nhiên nằm trên lớp i ứng với độ sâu z ở chính giữa lớp đất yếu i (kPa);

γ_i là khối lượng thể tích của lớp đất thứ i (T/m^3);

H_i là bề dày lớp đất i nằm trong phạm vi từ đáy nền đắp ($z=0$) đến độ sâu z trong đất yếu (m);

k là hệ số chuyển đổi từ T/m^2 sang kPa, $k = 1,02$;

σ_z là áp lực thẳng đứng do tải trọng đắp (phần nền đắp và phần đắp gia tải trước nếu có, nhưng không kể phần chiều cao đắp h_x quy đổi từ tải trọng xe cộ) gây ra ở độ sâu z trong đất yếu kể từ đáy nền đắp (kPa); σ_z được tính theo toán đồ Osterberg hoặc biểu thức, xem Phụ lục A;

TCVN 9355 : 2013

σ_{pz} là áp lực tiền cố kết ở độ sâu z trong đất yếu (kPa); σ_{pz} được xác định từ thí nghiệm nén cố kết TCVN 4200.

CHÚ THÍCH:

- 1) Đối với các lớp đất yếu nằm dưới mực nước ngầm thì trị số γ_i phải dùng khối lượng thể tích đầy nổi.
- 2) Điều kiện 1 và 2 phải được thoả mãn đối với mọi độ sâu z trong phạm vi từ đáy nền đắp đến hết chiều sâu cắm bấc thấm. Nếu không thoả mãn các điều kiện nói trên thì có thể kết hợp với biện pháp gia tải trước để tăng σ_z .

4.1.5.3 Yêu cầu về vật liệu bấc thấm

Vật liệu bấc thấm phải đạt các đặc trưng kỹ thuật yêu cầu trong bảng 1 và :

- Bề rộng của bấc thấm phải phù hợp với thiết bị cắm bấc thấm;
- Đường kính tương đương của bấc thấm không nhỏ hơn 50 mm.

Bảng 1 – Các đặc trưng kỹ thuật yêu cầu của bấc thấm

Tên chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
Bấc thấm:		
Lực kéo đứt, kN, lớn hơn	1,6	ASTM D4595
Độ giãn dài tại lực kéo đứt, %, lớn hơn	20	ASTM D4595
Độ giãn dài khi kéo giập với lực 0,5 kN, %, nhỏ hơn	10	TCVN 8871-1
Khả năng thoát nước tại áp lực 10 kPa tại gradien thủy lực $I = 0,5$, m^3/s	$(\text{từ } 80 \text{ đến } 140) \times 10^{-6}$	ASTM D4716
Khả năng thoát nước tại áp lực 300 kPa tại gradien thủy lực $I = 0,5$, m^3/s	$(\text{từ } 60 \text{ đến } 80) \times 10^{-6}$	ASTM D4716
Vô bấc thấm:		
Lực xé rách hình thang, N, lớn hơn	100	TCVN 8871-2
Áp lực kháng bụi, kPa, lớn hơn	900	TCVN 8871-5
Lực kháng xuyên thùng thanh, N, lớn hơn	100	TCVN 8871-4
Hệ số thấm, m/s, không nhỏ hơn	$1,4 \times 10^{-4}$	ASTM D4491
Kích thước lỗ biểu kiến, mm, không lớn hơn	0,075	TCVN 8871-6

4.1.5.4 Yêu cầu về tầng đệm cát thoát nước

- Tầng đệm cát được bố trí giữa đất yếu và nền đắp để thoát nước ngang từ trong đất yếu lên trên mặt đất tự nhiên trong quá trình cố kết dưới tác dụng của tải trọng nền đắp.

- Chiều dày tầng đệm cát không nhỏ hơn độ lún tổng cộng (S) và phải lớn hơn 0,5 m. Vị trí của tầng đệm cát phải đảm bảo thoát nước nhanh trong quá trình cố kết của đất yếu.

CHÚ THÍCH: Trường hợp chiều dày tầng đệm cát không đáp ứng được theo bảng 2 hoặc bị lún chìm vào đất yếu, để nước cố kết vẫn thoát ra ngoài cần thiết dùng bơm hút nước nhưng không được gây phá hoại tầng đệm cát.

- Bề rộng mặt của tầng đệm cát phải rộng hơn đáy nền đắp mỗi bên tối thiểu là 0,5 đến 1,0 m ; mái dốc và biên hai bên của tầng đệm cát phải có cấu tạo tầng lọc ngược để cho nước thoát ra không lòi theo cát.

- Phải sử dụng vải địa kỹ thuật để làm lớp ngăn cách giữa nền đắp với tầng đệm cát và làm kết cấu lọc ngược ở hai biên (xem 4.1.5.7).

- Yêu cầu về vật liệu cát dùng làm tầng đệm cát thoát nước phải đạt các đặc trưng kỹ thuật yêu cầu trong bảng 2 .

Bảng 2 – Các đặc trưng kỹ thuật của cát thoát nước

Tên chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
Tỷ lệ cỡ hạt lớn hơn 0,5 mm, %, không nhỏ hơn	50	TCVN 4198
Tỷ lệ cỡ hạt nhỏ hơn 0,14 mm, %, không lớn hơn	10	TCVN 4198
Hệ số thấm của cát, m/s, không nhỏ hơn	1×10^{-4}	ASTM D 5778
Hàm lượng hữu cơ, %, không lớn hơn	5	AASHTO T267

- Độ chặt đầm nén của lớp đệm cát phải thỏa mãn 2 điều kiện: Máy thi công di chuyển và làm việc ổn định; Phù hợp độ chặt yêu cầu trong kết cấu nền đắp theo hồ sơ thiết kế.

4.1.5.5 Sử dụng bản thoát nước ngang thay thế vật liệu cát thoát nước

- Khi sử dụng bản thoát nước ngang thay thế vật liệu cát thoát nước phải tính toán bố trí khoảng cách, bề rộng và bề dày của bản thoát nước ngang đảm bảo khả năng thoát nước không nhỏ hơn khả năng thoát nước của lớp cát thoát nước.

CHÚ THÍCH 1: khi sử dụng bản thoát nước ngang, vật liệu làm tầng đệm cát thoát nước được thay thế cát đắp thông thường.

- Chiều dày của tầng đệm cát khi sử dụng bản thoát nước theo 4.1.5.4.

TCVN 9355 : 2013

- Vật liệu bản thoát nước ngang phải đạt các đặc trưng kỹ thuật yêu cầu trong bảng 3.

Bảng 3 – Các đặc trưng kỹ thuật yêu cầu của bản thoát nước ngang

Tên chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
Vỏ bản thoát nước ngang:		
Chiều dày, mm, không nhỏ hơn	8	TCVN 8220
Chiều rộng, mm, không nhỏ hơn	200	ASTM D3774
Độ giãn dài tại lực kéo đứt, %, không lớn hơn	25	ASTM D4595
Khả năng chịu nén, kPa, lớn hơn	250	ASTM D1621
Khả năng thoát nước tại áp lực 100 kPa tại gradien thủy lực $I = 0,5$, m^3/s	(từ 80 đến 140) $\times 10^{-6}$	ASTM D4716
Vỏ lọc bản thoát nước ngang :		
Lực kéo giặt, N, lớn hơn	250	TCVN 8871-1
Áp lực kháng bụi, kPa, lớn hơn	900	TCVN 8871-5
Lực kháng xuyên thủng thanh, N, lớn hơn	100	TCVN 8871-4
Hệ số thấm, m/s, không nhỏ hơn	$1,4 \times 10^{-4}$	ASTM D4491
Kích thước lỗ biểu kiến, mm, không lớn hơn	0,075	TCVN 8871-6

CHÚ THÍCH 2: Chiều dày và chiều rộng của bản thoát nước ngang quy định tại Bảng 3 là tối thiểu và phụ thuộc vào khoảng cách bố trí bậc thấm trong tính toán thiết kế.

4.1.5.6 Yêu cầu về đắp gia tải

Vật liệu đắp gia tải trước không sử dụng làm đất đắp nền phải lựa chọn loại đất có thành phần tương đối đồng nhất (đất; cát; đá...) để phân bố tải trọng đều xuống nền và dễ dàng xác định được chính xác khối lượng thể tích, đồng thời phải có biện pháp bảo đảm phần đắp gia tải duy trì được ổn định cho đến khi dỡ tải.

Thời gian duy trì tải trọng gia tải trước không nên dưới 6 tháng. Tỷ lệ đắp gia tải trước được phép dốc tới 1: 0,75 và độ chặt $K = 0,9$ (đảm nén tiêu chuẩn).

Vật liệu đắp gia tải trước sử dụng làm đất đắp nền phải tuân thủ theo quy định của hồ sơ thiết kế.

4.1.5.7 Yêu cầu về vật liệu vải địa kỹ thuật

- Vải địa kỹ thuật phân cách được lựa chọn tùy thuộc vào loại đất nền, chiều dày lớp đắp và áp lực bánh xe khi thi công (xem bảng 4, bảng 5).

- Vật liệu vải địa kỹ thuật phải đạt các đặc trưng kỹ thuật yêu cầu trong bảng 5.

Bảng 4 - Lựa chọn loại vải địa kỹ thuật phân cách

CBR, % hoặc S_u , kPa của lớp đất bên dưới mặt vải	CBR < 1		$1 \leq \text{CBR} \leq 3$		CBR > 3	
	$S_u < 30$		$30 \leq S_u \leq 90$		$S_u > 90$	
Áp lực bánh xe (kPa)	> 350	≤ 350	> 350	≤ 350	> 350	≤ 350
Chiều dày lớp đệm trên mặt vải, mm						
100	C	C	L1	L1	L2	L2
150	C	C	L1	L1	L2	L2
300	C	L1	L2	L2	L2	L2
450	L1	L1	L2	L2	L2	L2

CHÚ THÍCH: 1) C là trường hợp cần phải tăng chiều dày lớp đệm hoặc phải có giải pháp kỹ thuật khác;
2) L1 là vải địa kỹ thuật loại 1;
3) L2 là loại vải địa kỹ thuật loại 2;
4) S_u là sức kháng cắt của đất nền tự nhiên được xác định trong điều kiện thí nghiệm không thoát nước.

Bảng 5 - Các đặc trưng kỹ thuật yêu cầu của vải địa kỹ thuật phân cách

Tên chỉ tiêu	Mức				Phương pháp thử
	Vải loại 1		Vải loại 2		
	$e_g < 50\%$	$e_g \geq 50\%$	$e_g < 50\%$	$e_g \geq 50\%$	
Lực kéo giặt, N, không nhỏ hơn	1400	900	1100	700	TCVN 8871-1
Lực kháng xuyên thủng thanh, N, không nhỏ hơn	500	350	400	250	TCVN 8871-4
Lực xé rách hình thang, N, không nhỏ hơn	500	350	400	250	TCVN 8871-2
Áp lực kháng bụi, kPa, không nhỏ hơn	3500	1700	2700	1300	TCVN 8871-5
Độ bền kháng tia cực tím 500 giờ, %, không nhỏ hơn	50				ASTM D4355
Đường kính lỗ biểu kiến, mm	$\leq 0,43$ với đất có $d_{15} > 0,075$ mm				TCVN 8871-6
	$\leq 0,25$ với đất có $d_{50} \geq 0,075$ mm $\geq d_{15}$				
	$\geq 0,075$ với đất có $d_{50} < 0,075$ mm				
Độ thấm đơn vị, s^{-1}	$\geq 0,50$ với đất có $d_{15} > 0,075$ mm				ASTM D4491
	$\geq 0,20$ với đất có $d_{50} \geq 0,075$ mm $\geq d_{15}$				
	$\geq 0,10$ với đất có $d_{50} < 0,075$ mm				

CHÚ THÍCH: 1) e_g là độ giãn dài kéo giặt khi đứt (tại giá trị lực kéo giặt lớn nhất) theo TCVN 8871-1;
2) d_{15} là đường kính hạt của đất mà các hạt có đường kính nhỏ hơn nó chiếm 15 % theo trọng lượng;
3) d_{50} là đường kính hạt của đất mà các hạt có đường kính nhỏ hơn nó chiếm 50 % theo trọng lượng.

TCVN 9355 : 2013

Vải địa kỹ thuật phải khâu nối các tấm vải. Lực kéo đứt mỗi nối không nhỏ hơn 70 % lực kéo đứt của vải (ASTM D 4884).

CHÚ THÍCH: Trong quá trình thi công cắm bấc, trục tâm của máy cắm bấc xuyên thủng vải ĐKT làm vải bị co kéo, biến dạng. Vì vậy, để đảm bảo tính chịu lực liên tục của vải phải khâu nối các tấm vải.

4.1.5.8 Yêu cầu về hệ thống thiết bị quan trắc

Khi sử dụng bấc thấm phải có hệ thống quan trắc để kiểm tra các dự báo thiết kế và điều chỉnh bổ sung khi cần thiết.

4.1.5.8.1 Mốc quan trắc lún và chuyển vị ngang trên mặt được bố trí trong cùng một trục ngang quan trắc dùng để theo dõi tốc độ lún và biến dạng công trình trong thi công, cũng nhằm cung cấp số liệu tính toán tốc độ đắp gia tải và theo dõi mức ổn định của công trình (xem hình 1).

- Đối với nền đường đắp, trên mỗi đoạn hệ thống mốc quan trắc lún và chuyển vị ngang trên mặt được bố trí như sau:

a) Nếu chiều dài không lớn hơn 100 m bố trí một mặt cắt ngang chính giữa đoạn: 03 mốc quan trắc lún trên mặt (01 mốc tại tim nền đường và 02 mốc ở vị trí mép vai nền đường); 10 mốc quan trắc chuyển vị ngang trên mặt (mỗi bên 05 mốc) cự li giữa các mốc phải nằm trong phạm vi ảnh hưởng của tải trọng đắp đối với nền đường.

b) Nếu chiều dài lớn hơn 100 m thì tối thiểu phải bố trí 02 mặt cắt quan trắc lún như trên và cứ thêm 100 m tiếp theo lại bố trí thêm 01 mặt cắt (bố trí tại những nơi có khả năng lún nhiều).

- Đối với nền đắp, hệ thống mốc quan trắc lún và chuyển vị ngang trên mặt được bố trí như sau:

a) Hệ thống mốc quan trắc lún trên mặt được bố trí dạng mạng lưới, số lượng và vị trí mốc quan trắc lún do thiết kế quy định để kiểm soát được độ lún của toàn bộ diện tích nền đắp.

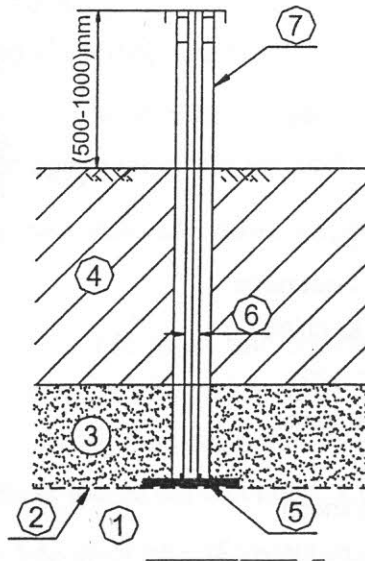
b) Mốc quan trắc chuyển vị ngang được bố trí trung bình 10 m trên một trục ngang trong điều kiện địa chất phức tạp. Trong điều kiện thông thường thì bố trí 06 mốc (mỗi bên 03 mốc). Cự li giữa các mốc là 5m và 10 m. Mốc thứ nhất cách chân mái dốc nền đắp 2 m.

- Mốc quan trắc lún gồm: bàn đo lún bằng thép, hình vuông có kích thước không nhỏ hơn (0,5 × 0,5) m, bề dày đủ cứng (không nhỏ hơn 1,5 cm); cần đo lún phải bằng thép có đường kính không nhỏ hơn 4,0 cm và nhỏ hơn ống vách chắn đất; ống vách chắn đất đắp có đường kính không nhỏ hơn 15 cm; ống vách không được gắn với bàn đo lún. Phần chân của cần đo lún và ống vách phải được gắn chặt với bàn đo lún, không được biến dạng trong quá trình quan trắc. Cần đo lún và ống vách nên làm từng đoạn từ 0,5 m đến 1,0 m để tiện nối theo chiều cao đắp (hình 2).

- Bàn đo lún được đặt ở cao độ bắt đầu đắp nền đường: vét, đào đất yếu đến đâu đặt bàn đo lún ở đó; nếu có tầng đệm cát thì đặt trên mặt tầng đệm cát, nếu có lớp vỏ cứng trên đất yếu thì đặt trên mặt đất vỏ cứng tự nhiên, nếu có rải vải địa kỹ thuật thì đặt trên mặt vải địa kỹ thuật.

CHÚ DẪN:

1. Nền đất tự nhiên
2. Vải địa kỹ thuật
3. Lớp cát thoát nước
4. Đất đắp gia tải
5. Bàn lún
6. Cản đo lún
7. ống bảo vệ

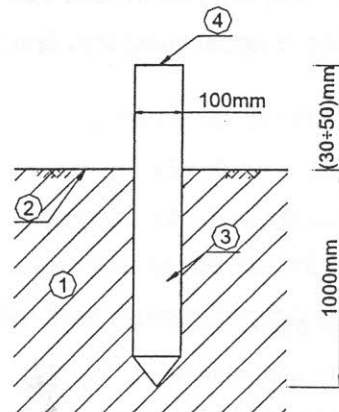


Hình 2 – Sơ đồ cấu tạo mốt quan trắc lún trên mặt

- Mốt quan trắc lún phải được bảo vệ chắc chắn, lâu dài ít nhất cho đến khi bàn giao công trình.
- Mốt quan trắc chuyển vị ngang trên mặt làm bằng gỗ hoặc bằng bê tông có tiết diện (10 x 10) cm, đầu có đinh mũ, mốt được đóng sâu vào đất không nhỏ hơn 1,0 m và cao hơn mặt đất từ 2 cm đến 3 cm (hình 3).

CHÚ DẪN:

1. Nền đất tự nhiên
2. Mặt đất tự nhiên
3. Cọc đo chuyển vị
4. Đinh định vị



Hình 3 – Sơ đồ cấu tạo mốt quan trắc chuyển vị ngang trên mặt

- Hệ thống mốt cao độ tọa độ (mốt cố định) dùng cho quan trắc lún và chuyển vị ngang phải được bố trí ở nơi không ảnh hưởng của quá trình lún và chuyển vị; phải được cố định chắc chắn.

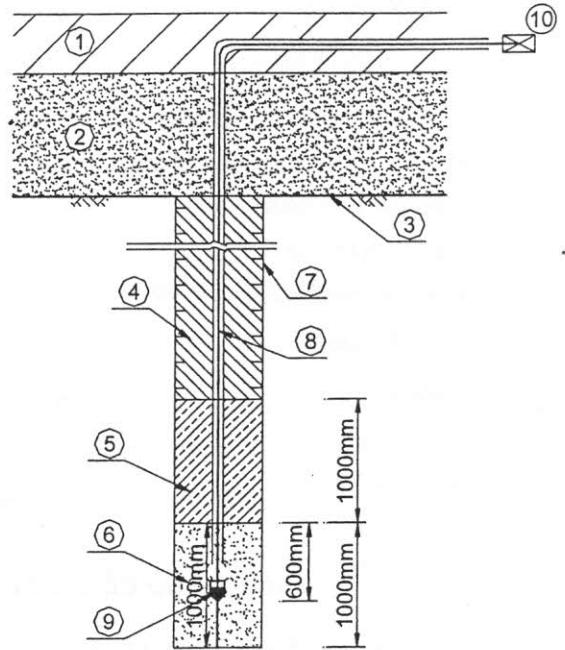
4.1.5.8.2 Thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng

- Thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng được lắp đặt trong tầng đất yếu theo chiều sâu cắm bắc thẳm.
- Đối với nền đường đắp cao không nhỏ hơn 4,0 m, thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng được lắp đặt trong tầng đất yếu theo các độ sâu khác nhau, tối thiểu ở hai độ sâu, mỗi độ sâu đặt 02 đầu đo trên cùng trắc ngang quan trắc lún tại tim đường xem 4.1.5.8.1 và hình 4.

TCVN 9355 : 2013

CHÚ DẪN:

1. Đắp gia tải
2. Lớp cát thoát nước
3. Mặt đất tự nhiên
4. Vữa hỗn hợp
5. Bi sét bentonite
6. Cát sạch
7. Vách hố khoan
8. Dây dẫn tín hiệu
9. Đầu đo áp lực nước lỗ rỗng
10. Bộ đọc

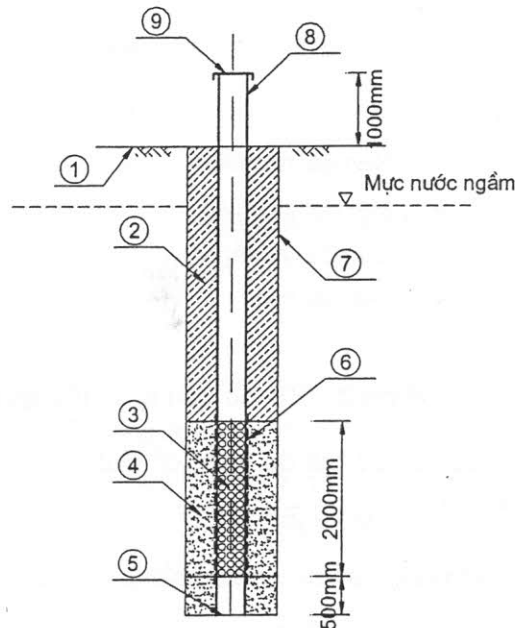


Hình 4 - Sơ đồ hệ thống đo áp lực nước lỗ rỗng

- Đối với nền đắp, thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng được lắp đặt trong tầng đất yếu ở 3 độ sâu khác nhau (trên đầu lớp đất yếu dưới đệm cát, giữa lớp đất yếu và cuối lớp đất yếu hoặc cuối chiều sâu cắm bác thám). Trên mỗi công trình bố trí từ 2 đến 3 trắc ngang mỗi trắc ngang bố trí 3 vị trí đo và một vị trí đo áp lực nước lỗ rỗng ở ngoài vùng chịu ảnh hưởng có kết để so sánh.

CHÚ DẪN:

1. Mặt đất tự nhiên
2. Vữa sét bentonite
3. Ống lọc đục lỗ
4. Lớp cát, sỏi sạn
5. Đáy ống giếng
6. Vải địa kỹ thuật bọc ống lọc
7. Vách hố khoan
8. Ống giếng
9. Nắp bảo vệ



Hình 5 – Sơ đồ hệ thống giếng quan trắc mực nước ngầm

Ngoài ra phải bố trí giếng quan trắc mực nước ngầm ở ngoài vùng chịu ảnh hưởng của tải trọng đắp. Cấu tạo giếng quan trắc mực nước ngầm (xem hình 5).

4.1.5.8.3 Thiết bị đo chuyển vị ngang theo chiều sâu

- Thiết bị đo chuyển vị ngang theo chiều sâu được lắp đặt trong nền đất yếu phải lớn hơn chiều sâu cắm bấc thám và ngàm vào trong lớp đất không yếu không nhỏ hơn 2,5 m.
- Đối với nền đường đắp cao không nhỏ hơn 4,0 m, thiết bị đo chuyển vị ngang theo chiều sâu được lắp đặt tại vị trí hai bên vai đường trên cùng trắc ngang quan trắc lún xem 4.1.5.8.1.
- Đối với nền đắp, thiết bị đo chuyển vị ngang theo chiều sâu được lắp đặt tại hai bên ta luy nền đắp, số lượng và vị trí do thiết kế quy định.

4.1.5.8.4 Khi thiết kế hệ thống mốc quan trắc lún, mốc quan trắc chuyển vị ngang trên mặt, thiết bị quan trắc chuyển vị ngang theo chiều sâu, thiết bị quan trắc áp lực nước lỗ rỗng, giếng quan trắc mực nước ngàm cần thể hiện chi tiết về: mục đích thiết kế; biện pháp thi công lắp đặt; phương pháp quan trắc và chu kỳ quan trắc; quy định tốc độ chuyển vị, tốc độ lún cho phép..v.v.

Có thể tham khảo sử dụng các thông số quan trắc dưới đây để khống chế tốc độ đắp (kể cả đắp nền đắp và đắp gia tải):

- Độ lún ≤ 10 mm/ngày
- Chuyển vị ngang trên mặt $\leq 2 + 3$ mm/ngày

Nếu đang đắp phát hiện thấy lún hoặc chuyển vị ngang quá tiêu chuẩn nói trên thì tạm ngừng đắp, nếu khi dừng đắp mà độ lún vẫn tăng thì dỡ tải; sau khi dỡ tải chờ ổn định ít nhất 01 tuần thì mới được tiếp tục chất tải trở lại.

4.2 Tính toán bố trí bấc thám

4.2.1 Tính toán bố trí bấc thám phải xuất phát từ yêu cầu mức độ cố kết đạt được hoặc tốc độ lún dự báo còn lại trước khi xây dựng áo đường cấp cao hoặc trước khi xây dựng móng, móng cầu nằm trong đoạn nền đắp trên đất yếu. Đối với các trường hợp nói trên mức độ cố kết phải đạt được không nhỏ hơn 90 %; riêng đối với mặt đường cấp cao có thể áp dụng bổ sung yêu cầu về tốc độ lún dự báo còn lại không nhỏ hơn 2 cm/năm. Tính toán mật độ bấc thám theo nguyên tắc thử dần với các cự ly cắm bấc khác nhau.

CHÚ THÍCH: Khoảng cách giữa các bấc thám không nên nhỏ hơn 1,2 m để không làm xáo động đất nền quá lớn.

4.2.2 Bố trí bấc thám theo sơ đồ hình vuông hay tam giác

- Đối với sơ đồ hình vuông (hình 6a):

$$d_s = 1,13 \times d \quad (5)$$

- Đối với sơ đồ hình tam giác (hình 6b):

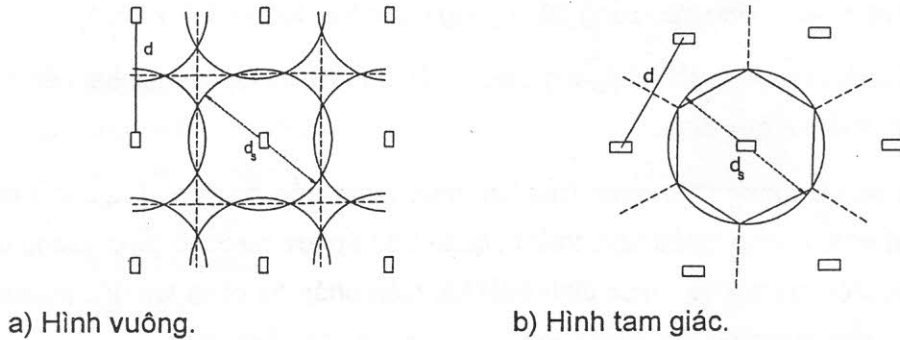
$$d_s = 1,05 \times d \quad (6)$$

trong đó:

d_s là đường kính vùng ảnh hưởng của bấc thám (m);

TCVN 9355 : 2013

d là khoảng cách giữa hai bậc thấm (m).



Hình 6 – Sơ đồ bố trí mạng lưới bậc thấm

4.2.3 Xác định chiều sâu cắm bậc thấm phải căn cứ vào việc phân tích biểu đồ phân bố áp lực tiền cố kết và áp lực có hiệu trong các lớp đất yếu theo chiều sâu để sao cho vùng có bậc thấm luôn thỏa mãn theo 4.1.5.2. Ngoài ra phải tính toán nhiều phương án chiều sâu cắm bậc thấm để chọn phương án kinh tế kỹ thuật.

4.2.4 Sử dụng vải địa kỹ thuật kết hợp bậc thấm

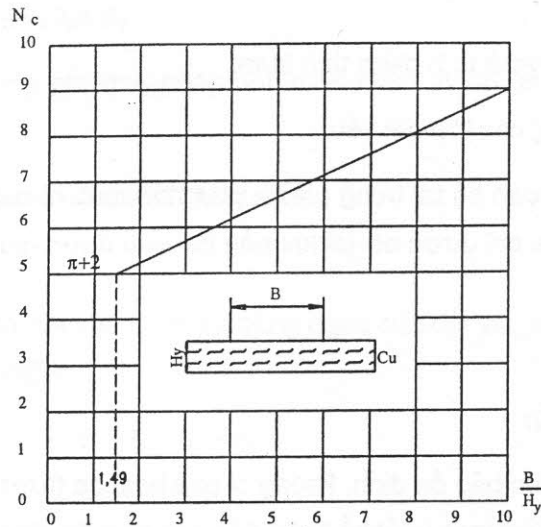
- Đối với nền tự nhiên có đất yếu nằm ngay trên mặt, phải thiết kế một lớp vải địa kỹ thuật làm lớp ngăn cách giữa đất nền và sử dụng lớp vải địa kỹ thuật này để làm tầng lọc ngược ở hai phía hai bên của tầng đệm cát.
- Đối với công trình có lớp đất đắp phía trên tầng đệm cát nếu là loại đất chứa nhiều hạt sét và bụi thì cần thiết kế một lớp vải địa kỹ thuật đặt trên tầng đệm cát để làm lớp phân cách không làm bắn tầng đệm cát.
- Việc sử dụng vải địa kỹ thuật đặt dưới tầng đệm cát phải chọn vải căn cứ trên chỉ số sức chịu tải CBR hoặc sức kháng cắt không thoát nước (S_u) của đất nền dưới mặt vải, chiều dày của lớp đầm bên trên mặt vải và áp lực của bánh xe tác dụng lên lớp đất đắp đầu tiên trên mặt vải để xác định loại vải (bảng 4 và bảng 5).

4.3 Tính toán gia tải nén trước

4.3.1 Tổng tải trọng gia tải nén trước $\geq 1,2$ lần tổng tải trọng thiết kế của công trình. Giá trị này do tư vấn thiết kế quy định.

4.3.2 Vật liệu gia tải nén trước có thể bằng đất loại sét, đất loại cát hoặc bằng tải trọng công trình (nếu công trình là nhà).

4.3.3 Khi nền đất không ổn định, phải đắp theo từng giai đoạn. Tải trọng của từng giai đoạn đắp phải bảo đảm nền luôn trong điều kiện ổn định, có thể tính gần đúng theo phương pháp xuất phát từ công thức xác định tải trọng giới hạn của lớp đất yếu như ở đồ toán sau đây (hình 7):



Hình 7 - Hệ số chịu tải N_c của nền đắp có chiều rộng B trên nền đất yếu có chiều dày H_y

- Trường hợp $\frac{B}{H_y} \leq 1,49$

Tính theo công thức:
$$H_{di} = \frac{\pi + 2}{k\gamma F} C_{ui} \quad (7)$$

- Trường hợp $\frac{B}{H_y} > 1,49$ thì thay $(\pi + 2)$ bằng N_c theo toán đồ (hình 7)

trong đó:

H_{di} là chiều dày lớp đất thứ i (m);

B là bề rộng đáy nền đắp (m);

H_y là chiều dày lớp đất yếu (m);

γ là khối lượng thể tích đất đắp (T/m^3);

C_{ui} là sức kháng cắt không thoát nước của lớp đất yếu (T/m^2);

F là hệ số an toàn (trong quá trình đắp có thể lấy $F = 1,05 \div 1,1$);

4.3.4 Cường độ kháng cắt lớp đất yếu được gia tăng sau có kết tính theo công thức:

$$\Delta C_u = \Delta P_i U_t g \varphi \quad (8)$$

trong đó:

ΔC_u là cường độ kháng cắt (kPa);

ΔP_i là ứng suất nén do tải trọng đắp đất gây nên ở lớp thứ i (kPa);

TCVN 9355 : 2013

U là độ cố kết đạt được ở thời điểm tính toán;

φ là góc ma sát trong các lớp đất yếu.

4.3.5 Thời gian lưu tải của toàn bộ tải trọng gia tải phải đảm bảo cho quá trình cố kết hoàn thành, nền đất lún đến ổn định. Nghĩa là chỉ được dỡ tải khi nền đất yếu được gia cố bằng bác thấm đạt được độ cố kết yêu cầu.

4.4 Tính toán ổn định.

4.4.1 Các yêu cầu về ổn định

Nền đắp trên đất yếu phải đảm bảo ổn định, không bị phá hoại do trượt trôi trong quá trình thi công đắp (đắp phần nền có dự phòng lún theo thiết kế hoặc đắp cao hơn để gia tải trước) và trong suốt quá trình đưa vào khai thác sử dụng sau đó. Để đảm bảo yêu cầu này phải đảm bảo được đồng thời các tiêu chuẩn cụ thể dưới đây:

4.4.1.1 Mức độ ổn định dự báo theo kết quả tính toán đối với mỗi đợt đắp (đắp nền và đắp gia tải trước) và đối với nền đắp theo thiết kế với các tải trọng tính toán phải bằng hoặc lớn hơn mức độ ổn định tối thiểu quy định dưới đây:

- Khi áp dụng phương pháp nghiệm toán ổn định theo cách phân mảnh cổ điển với mặt trượt tròn cắt sâu xuống vùng đất yếu và các thông số tính toán được xác định theo phụ lục B thì hệ số ổn định nhỏ nhất $K_{min} = 1,20$ (riêng trường hợp dùng kết quả thí nghiệm cắt nhanh không thoát nước ở trong phòng thí nghiệm để nghiệm toán thì $K_{min} = 1,10$);
- Khi áp dụng phương pháp Bishop để nghiệm toán ổn định thì hệ số ổn định nhỏ nhất $K_{min} = 1,40$;
- Khi xét đến tải trọng động đất thì các hệ số ổn định K_{min} nói trên được giảm đi 0,1.

4.4.1.2 Số liệu quan trắc lún theo phương thẳng đứng và quan trắc di động ngang của vùng đất yếu hai bên nền đắp trong quá trình đắp nền và đắp gia tải trước phải không được vượt quá trị số quy định dưới đây:

- Tốc độ lún ở đáy nền đắp tại mọi vị trí quan trắc không được vượt quá 10 ÷ 15 mm/ngày đêm.
- Tốc độ di động ngang của các cọc quan trắc đóng hai bên nền đắp không được vượt quá 5 mm/ngày đêm.
- Cách bố trí quan trắc lún và quan trắc di động ngang quy định tại 4.1.5.8.1.

4.4.2 Phương pháp tính toán

Sử dụng phương pháp phân mảnh cổ điển hoặc phương pháp Bishop với mặt trượt tròn khoét xuống vùng đất yếu làm phương pháp cơ bản để tính toán đánh giá mức độ ổn định của nền đắp trên đất yếu.

1) Phương pháp phân mảnh cổ điển (xem phụ lục B).

2) Phương pháp Bishop (xem phụ lục B).

4.4.3 Những chú ý khi vận dụng phương pháp tính toán phân mảnh cổ điển và Bishop (xem phụ lục B)

4.4.4 Các đặc trưng về sức kháng cắt (xem phụ lục B)

4.5 Tính độ lún

Độ lún của nền đường đắp trên đất yếu là độ lún tổng cộng của đất yếu sau khi kết thúc lún dưới tác dụng của tải trọng.

$$S = S_t + S_c + S_\infty \quad (9)$$

trong đó:

S là độ lún tổng cộng (m);

S_t là độ lún tức thời (m);

S_c là độ lún cố kết (m);

S_∞ là độ lún từ biến (m);

4.5.1 Tính độ lún tức thời

- Độ lún tức thời của điểm M trên mặt đất yếu, cách tim đường khoảng cách x (xem hình 8) được tính theo công thức sau:

$$S_t = \frac{\gamma H_d a^2}{E_o (a - a')} \left[r_H - \frac{a'}{a} r'_H \right] \quad (10)$$

trong đó:

E_o là mô đun đàn hồi (kPa);

H là chiều dày đất yếu (m);

H_d là chiều dày đất đắp (m);

r_H và r'_H tra ở toán đồ hình 7 tương ứng với các cặp tỉ số $(H/a, x/a)$ và $(H/a', x/a')$;

Thường tính M ở vị trí $x = 0$

Trường hợp đất yếu có nhiều lớp thì mô đun đàn hồi E_o của đất yếu thay bằng trị số mô đun đàn hồi trung bình theo công thức sau :

$$E_{\text{otb}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{oi} H_i}{H} \quad (11)$$

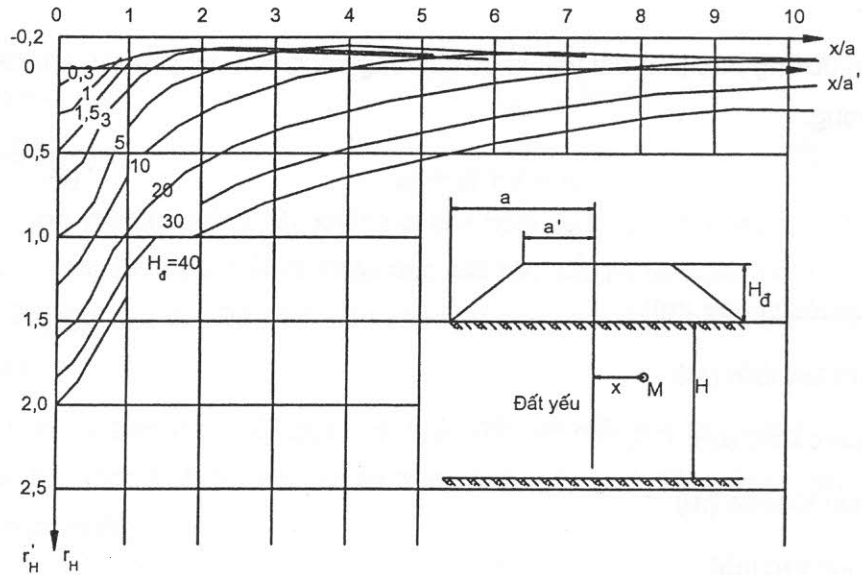
trong đó:

TCVN 9355 : 2013

E_{otb} là mô đun đàn hồi trung bình (kPa);

E_{oi} là mô đun đàn hồi của lớp đất thứ i (kPa);

H_i là chiều dày của lớp đất thứ i (m).



Hình 8 - Toán đồ xác định độ lún tức thời

4.5.2 Tính độ lún cố kết

- Độ lún cố kết được tính theo phương pháp phân tầng lấy tổng theo công thức sau:

$$\text{Nếu } S_c = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{1 + e_0^i} \left[C_r \log \frac{\sigma_{pz}^i}{\sigma_{vz}^i} + C_c \log \frac{\sigma_z^i + \sigma_{vz}^i}{\sigma_{pz}^i} \right] \quad (12)$$

trong đó :

H_i là bề dày lớp đất tính lún thứ i (phân thành n lớp có các đặc trưng biến dạng khác nhau), i từ 1 đến n lớp; $H_i \leq 2,0$ m;

e_0^i là hệ số rỗng của lớp đất i ở trạng thái tự nhiên ban đầu (chưa đắp nền bên trên) ;

σ_{vz}^i là áp lực (ứng suất nén) thẳng đứng do trọng lượng bản thân các lớp đất tự nhiên nằm trên lớp i ứng với độ sâu z ở chính giữa lớp đất yếu i (kPa); được xác định theo công thức (4) ;

σ_{pz}^i là áp lực tiền cố kết của lớp đất i (kPa);

σ_z^i là áp lực (ứng suất nén) thẳng đứng do tải trọng đắp gây ra ở lớp i ứng với độ sâu z ở chính giữa lớp đất yếu i (kPa); được tính toán theo toán đồ Osterberg hoặc biểu thức A.1 của phụ lục A.

C_c là chỉ số nén lún của lớp đất i ;

C_r là chỉ số nở của lớp đất i .

CHÚ THÍCH:

- 1) Khi tính H_i , chiều dày các lớp H được phân thành n lớp có các đặc trưng biến dạng khác nhau, i từ 1 đến n lớp; $H_i \leq 2,0$ m;
- 2) Chỉ số nén lún C_c là độ dốc của đoạn đường cong nén lún biểu diễn dưới dạng e và $\log \sigma$ trong phạm vi $\sigma^i > \sigma_{pz}^i$ của lớp đất i ;
- 3) Chỉ số nở C_r là độ dốc của đoạn đường cong nén lún biểu diễn dưới dạng e và $\log \sigma$ trong phạm vi $\sigma_z^i < \sigma_{pz}^i$ của lớp đất i ;

Khi $\sigma_{vz}^i > \sigma_{pz}^i$ (đất ở trạng thái chưa cố kết xong dưới tác dụng của trọng lượng bản thân) và khi $\sigma_{vz}^i = \sigma_{pz}^i$ (đất ở trạng thái cố kết bình thường) thì công thức tính (12) chỉ còn một số hạng sau (không tồn tại số hạng C_r).

Khi $\sigma_{vz}^i < \sigma_{pz}^i$ (đất ở trạng thái quá cố kết) thì tính độ lún cố kết S_c sẽ có 2 trường hợp:

- Nếu : $\sigma_z^i > (\sigma_{pz}^i - \sigma_{vz}^i)$ thì áp dụng đúng công thức (12) ;
- Nếu : $\sigma_z^i < (\sigma_{pz}^i - \sigma_{vz}^i)$ thì áp dụng công thức sau :

$$S_c = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{1 + e_o^i} \left[C_r \log \frac{\sigma_z^i + \sigma_{vz}^i}{\sigma_{pz}^i} \right] \quad (13)$$

- Các thông số C_c , C_r , e_o và σ_{pz}^i được xác định thông qua thí nghiệm nén lún không nở hông đối với các mẫu nguyên dạng đại diện cho lớp đất yếu i , (xem TCVN 4200).

4.5.3 Tính chiều cao đắp phòng lún

Nguyên tắc tính chiều cao đắp phòng lún:

- 1) Tính độ lún toàn phần với 3 chiều cao đắp khác nhau;
- 2) Vẽ đồ thị quan hệ giữa độ lún S với chiều cao đắp đất H_d : $S = f(H_d)$;
- 3) Xác định điểm giao của đồ thị này với đường biểu diễn sự thay đổi của $(H_d - H_{đtk})$ là chiều dày lớp đắp phòng lún.

trong đó:

$H_{đtk}$ là chiều cao đất đắp thiết kế (m);

H_d là chiều cao đất đắp tính toán (m).

4.5.4 Tính độ lún do từ biến

Với đất có khả năng từ biến phải tính độ lún từ biến.

TCVN 9355 : 2013

Độ lún do từ biến được tính theo công thức sau:

$$S_{\infty} = \frac{H_0}{1 + e_0} C_{\alpha e} \lg \frac{t_{\infty}}{t} \quad (14)$$

trong đó:

S_{∞} là độ lún do từ biến

$C_{\alpha e}$ là chỉ số từ biến; được xác định theo công thức sau:

$$C_{\alpha e} = (1 + e_0) C_{\alpha} \quad (15)$$

trong đó :

e_0 là hệ số rỗng ban đầu;

C_{α} là hệ số từ biến; được tính toán từ kết quả của thí nghiệm nén cố kết (xem phụ lục C).

CHÚ THÍCH: Công thức (12) có nhược điểm là không có giới hạn kết thúc, thường giả định độ lún do từ biến lớn nhất đạt được sau 10 năm hoặc tùy yêu cầu sử dụng.

4.5.5 Tính độ cố kết chung

Độ cố kết chung là kết quả kết hợp của hiệu quả thoát nước ngang và thoát nước thẳng đứng.

Tính độ cố kết chung được tính theo công thức sau:

$$U = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v) \quad (16)$$

trong đó :

U là độ cố kết chung;

U_h là độ cố kết theo phương ngang;

U_v là độ cố kết theo phương thẳng đứng.

4.5.5.1 Tính độ cố kết theo phương thẳng đứng

Độ lún cố kết theo phương thẳng đứng là hàm của nhân tố nhân tố thời gian : $U_v = f(T_v)$, Bảng 6.

Độ lún cố kết theo phương thẳng đứng được tính theo công thức sau:

Khi độ cố kết U_v từ 0 % đến 60 %:

$$T_v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U_v}{100} \right)^2 \quad (17)$$

Khi độ cố kết U_v lớn hơn 60 %:

$$T_v = 1.781 - 0.933 \log(100 - U_v) \quad (18)$$

Tính nhân tố thời gian theo công thức sau:

$$T_v = \frac{C_v^{tb}}{H^2} t \quad (19)$$

trong đó:

T_v là nhân tố thời gian theo phương thẳng đứng;

C_v^{tb} là hệ số cố kết trung bình theo phương thẳng đứng của các lớp đất yếu trong phạm vi chiều sâu chịu lún z_a ;

H là chiều sâu thoát nước cố kết theo phương thẳng đứng (m);

t là thời gian cố kết (s).

Bảng 6 - Tra hệ số cố kết đứng U_v theo nhân tố thời gian T_v

T_v	0,004	0,008	0,012	0,020	0,028	0,036	0,048
U_v	0,080	0,104	0,125	0,160	0,189	0,214	0,247
T_v	0,06	0,072	0,100	0,125	0,167	0,200	0,250
U_v	0,276	0,303	0,357	0,399	0,461	0,504	0,562
T_v	0,300	0,350	0,400	0,500	0,600	0,800	1,000
U_v	0,631	0,650	0,698	0,764	0,816	0,887	0,931
T_v	2,000						
U_v	0,994						

Tính hệ số cố kết trung bình theo phương thẳng đứng của các lớp đất yếu trong phạm vi chiều sâu chịu lún z_a theo công thức sau :

$$C_v^{tb} = \frac{z_a^2}{\left(\sum \frac{H_i}{\sqrt{C_v^i}}\right)^2} \quad (20)$$

trong đó :

H_i là bề dày các lớp đất yếu (m) nằm trong phạm vi z_a ($z_a = \sum H_i$) có hệ số cố kết theo phương đứng khác nhau C_v^i ;

C_v^i là hệ số cố kết theo phương thẳng đứng của lớp đất thứ i ;

H là chiều sâu thoát nước cố kết theo phương thẳng đứng (m).

TCVN 9355 : 2013

CHÚ THÍCH :

- 1) Nếu chỉ có một mặt thoát nước ở phía trên thì $H = z_a$; nếu hai mặt thoát nước cả trên và dưới (dưới lớp có đất cát hoặc thấu kính cát) thì $H = \frac{1}{2} z_a$.
- 2) Xác định C_v thông qua thí nghiệm có kết với các mẫu nguyên trạng đại diện cho lớp đất yếu i , (xem TCVN 4200) tương ứng với áp lực trung bình $\frac{2\sigma_{vz}^i + \sigma_z^i}{2}$ mà lớp đất yếu i phải chịu trong quá trình có kết.

4.5.4.2 Tính độ cố kết theo phương ngang

- Chọn hình thức bố trí bậc thấm theo hình vuông hoặc hình tam giác (xem 4.2.2)
- Xác định chiều sâu cắm bậc thấm (xem 4.2.3).
- Tính độ cố kết theo phương ngang U_h :

$$U_h = 1 - \exp\left\{ \frac{-8T_h}{F(n) + F_s + F_r} \right\} \quad (21)$$

trong đó:

U_h là độ cố kết theo phương ngang;

T_h là nhân tố thời gian theo phương ngang ;

$F(n)$ là nhân tố xét đến ảnh hưởng của khoảng cách bố trí bậc thấm;

F_s là nhân tố xét đến ảnh hưởng xáo động;

F_r là nhân tố xét đến sức cản của bậc thấm.

- Tính nhân tố thời gian theo phương ngang theo công thức sau:

$$T_h = \frac{C_h}{d_s^2} t \quad (22)$$

trong đó:

C_h là hệ số cố kết theo phương ngang trung bình của đất yếu;

t là thời gian cố kết (s);

d_s là đường kính tương đương của vùng đất bị xáo động xung quanh bậc thấm (m).

CHÚ THÍCH 1: Ở giai đoạn lập thiết kế cơ sở, cho phép tạm dùng tính toán hệ số cố kết theo phương ngang và phương đứng $C_h = (2 \div 5)C_v$ tùy theo tính chất đất yếu.

- Tính nhân tố xét đến ảnh hưởng của khoảng cách bố trí bậc thấm theo công thức sau:

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) - \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \quad (23)$$

trong đó:

$F(n)$ là nhân tố xét đến ảnh hưởng của khoảng cách bố trí bậc thấm;

n là tỷ số giữa đường kính tương đương của vùng đất bị xáo động xung quanh bậc thấm và đường kính tương đương của bậc thấm, được xác định theo công thức sau:

$$n = \frac{d_s}{d} \quad (24)$$

trong đó:

d_s là đường kính tương đương của vùng đất bị xáo động xung quanh bậc thấm (m);

d là đường kính tương đương của bậc thấm (m).

- Tính đường kính tương đương theo công thức sau:

$$d = \frac{2(a + b)}{\pi} \quad (25)$$

trong đó:

d là đường kính tương đương của bậc thấm (m);

a là bề rộng của tiết diện bậc thấm (m);

b là bề dày của tiết diện bậc thấm (m).

- Tính đường kính tương đương của vùng đất bị xáo động xung quanh bậc thấm có thể sử dụng công thức sau:

$$\frac{d_s}{d} = 2 \div 3 \quad (26)$$

- Tính nhân tố xét đến ảnh hưởng xáo động theo công thức sau:

$$F_s = \left(\frac{k_h}{k_s} - 1 \right) \ln \frac{d_s}{d} \quad (27)$$

trong đó:

F_s là nhân tố xét đến ảnh hưởng xáo động;

k_h là hệ số thấm theo phương nằm ngang của đất yếu khi chưa cắm bậc thấm (m/s);

k_s là hệ số thấm theo phương nằm ngang của đất yếu sau khi cắm bậc thấm (m/s);

d_s là đường kính tương đương của vùng đất bị xáo động xung quanh bậc thấm (m);

TCVN 9355 : 2013

d là đường kính tương đương của bậc thấm (m).

CHÚ THÍCH 2:

- 1) $k_s < k_h$ và thường cho phép lấy $k_s = k_v$ với k_v là hệ số thấm của đất theo phương thẳng đứng.
- 2) Trên thực tế tính toán thường áp dụng:

$$\frac{k_h}{k_s} = \frac{k_h}{k_v} = \frac{C_h}{C_v} = 2 \div 5 \quad (28)$$

- Tính toán nhân tố xét đến sức cản của bậc thấm:

- 1) Trong trường hợp thoát nước 1 chiều:

$$F_r = \frac{2}{3} \pi L^2 \frac{k_h}{q_w} \quad (29)$$

- 2) Trong trường hợp có thoát nước 2 chiều:

$$F_r = \frac{1}{6} \pi L^2 \frac{k_h}{q_w} \quad (30)$$

trong đó:

F_r là nhân tố xét đến sức cản của bậc thấm;

L là chiều dài tính toán của bậc thấm (m);

k_h là hệ số thấm theo phương ngang của đất yếu (m/s);

q_w là khả năng thoát nước của bậc thấm tương ứng với gradien thủy lực bằng 1 (m^3/s).

CHÚ THÍCH 3:

- 1) Cho phép xác định gần đúng theo công thức (28) từ hệ số thấm theo phương thẳng đứng k_v hoặc thí nghiệm thấm trực tiếp với các mẫu thấm theo phương ngang (m/s).

- 2) Thực tế tính toán thường lấy tỷ số $\frac{k_h}{q_w}$:

- Từ $0,00001 m^2$ đến $0,001 m^2$ đối với đất yếu loại sét hoặc sét pha;
- Từ $0,001 m^2$ đến $0,01 m^2$ đối với than bùn;
- Từ $0,01 m^2$ đến $0,1 m^2$ đối với bùn cát.

4.6 Tính toán bố trí bản thoát nước ngang

4.6.1 Nguyên tắc

Bố trí khoảng cách của bản thoát nước ngang thay thế tầng đệm cát phải thỏa mãn yêu cầu sau:

Khả năng thoát nước của bản thoát nước ngang không nhỏ hơn khả năng thoát nước của tầng đệm cát thoát nước ngang.

Khoảng cách bố trí bản thoát nước ngang phải phù hợp với khoảng cách bố trí bắc thấm đứng.

4.6.2 Tính toán lưu lượng thoát nước ngang

Lưu lượng thoát nước của bản thoát nước ngang được tính toán như sau:

$$Q_b = k_b \cdot i \cdot A_b \quad (31)$$

trong đó:

Q_b là lưu lượng thoát nước (m^3/s);

i là gradient thủy lực;

k_b là hệ số thấm của bản thoát nước ngang (m/s);

A_b là tiết diện cắt ngang của bản thoát nước ngang (m^2),

$$A_b = w_b \cdot h_b \quad (32)$$

trong đó:

w_b là chiều rộng của bản thoát nước ngang (m);

h_b là chiều dày của bản thoát nước ngang (m);

Tính lưu lượng thoát nước của tầng đệm cát theo công thức:

$$Q_s = k_s \cdot i \cdot A_s \quad (33)$$

trong đó:

Q_s là lưu lượng thoát nước của tầng đệm cát (m^3/s);

I là gradient thủy lực;

k_s là hệ số thấm của cát (m/s);

A_s là tiết diện cắt ngang tầng đệm cát (m^2),

$$A_s = w_s \cdot h_s \quad (34)$$

trong đó:

w_s là chiều rộng của tầng đệm cát (m);

h_s là chiều dày tầng đệm cát (m);

CHÚ THÍCH:

- 1) Có thể tham khảo sử dụng các thông số về chỉ tiêu cơ lý của bản thoát nước ngang do nhà sản xuất cung cấp để tính toán lựa chọn lưu lượng thoát nước ngang cho phù hợp;

TCVN 9355 : 2013

2) Hệ số thấm của cát tối thiểu được quy định tại 4.1.5.4;

3) Lựa chọn gradient thủy lực đảm bảo để thoát nước ngang tốt, nên chọn $l = 0,1$.

4.6.3 Bố trí khoảng cách bản thoát nước ngang

1) Tính toán lưu lượng thoát nước của bản thấm ngang theo công thức (31)

2) Sử dụng lưu lượng thoát nước của bản thoát nước ngang quy đổi về lưu lượng thoát nước của tầng đệm cát để tính tiết diện thoát nước tương đương của tầng đệm cát thoát theo công thức (33) và (34).

Tính toán quy đổi lưu lượng thoát nước của bản thoát nước ngang và tầng đệm cát thoát nước theo công thức sau:

$$Q_b = k Q_s \quad (35)$$

trong đó:

Q_b là lưu lượng thoát nước (m^3/s);

Q_s là lưu lượng thoát nước của tầng đệm cát (m^3/s);

k là hệ số an toàn, $k = 1,5$.

3) Căn cứ vào chiều dày thiết kế của tầng đệm cát thoát nước, tính chiều rộng của tầng đệm cát thoát nước theo công thức (34).

4) Khoảng cách của bản thoát nước ngang được lựa chọn từ số liệu thiết kế khoảng cách của bậc thấm và chiều rộng của tầng đệm cát thoát nước.

Để có sự liên thông các bản thoát nước ngang với nhau và tăng khả năng thoát nước của cả hệ thoát nước ngang, bố trí thêm hàng bản thoát nước ngang song song với tim đường từ 03 đến 05 hàng trên mặt cắt ngang và khoảng cách các hàng không lớn hơn 10 m.

Tính toán thiết kế bản thoát nước ngang tham khảo phụ lục D.

5. Thi công

5.1 Yêu cầu về vật liệu

5.1.1 Yêu cầu về vật liệu

Yêu cầu về bậc thấm, cát thoát nước, bản thoát nước ngang, vật liệu gia tải trước, vải địa kỹ thuật được quy định tại 4.1.5.3.; 4.1.5.4; 4.1.5.5; 4.1.5.6 và 4.1.5.7.

5.1.2 Yêu cầu về các đầu neo bậc thấm với trục tâm của máy cắm bậc thấm

Các đầu neo bằng tôn phải có kích thước phù hợp với loại bậc thấm. Kích thước của đầu neo có tiết diện (85 x 140) mm, dày 5 mm hoặc phải phù hợp với tiết diện của trục tâm.

5.2 Yêu cầu về thiết bị

Thiết bị thi công cắm bấc thấm phải có các đặc trưng kỹ thuật sau:

- Trục tâm để lắp bấc thấm có tiết diện phù hợp với bấc thấm, dọc trục có vạch chia đến centimet (cm) để theo dõi chiều sâu cắm bấc thấm và phải có dây dọi hoặc thiết bị con lắc để thường xuyên kiểm tra được độ thẳng đứng.
- Máy phải có lực cắm đủ lớn để cắm bấc thấm đến độ sâu thiết kế, phải có bộ phận hiển thị và ghi lại được lực cắm trong quá trình thi công cắm bấc.
- Tốc độ cắm không tải lớn nhất 65 m/min.
- Tốc độ kéo lên không tải lớn nhất đến 105 m/min.
- Chiều sâu cắm lớn nhất phải đạt được độ sâu đặt bấc thấm theo yêu cầu thiết kế.
- Máy cắm bấc thấm phải bảo đảm vững chắc, làm việc ổn định trong mọi điều kiện thời tiết mưa, gió ...

CHÚ THÍCH: khuyến khích sử dụng máy cắm có tốc độ cắm và tốc độ kéo lên cao hơn.

5.3 Trình tự thi công

5.3.1 Chuẩn bị mặt bằng trước khi thi công tầng đệm cát.

- Dọn sạch gốc cây cỏ rác và các vật liệu khác.
- Cắm lại tim và cọc định vị phạm vi tầng đệm, kiểm tra cao độ đáy tầng đệm cát.
- Rải vải địa kỹ thuật.
- Nối vải phải khâu bằng máy, hai mép vải chồng lên nhau trong khoảng từ 5 cm đến 10 cm (xem 4.1.5.7). Phải căn cứ vào chiều rộng vải và kích thước nền đường để rải dọc hoặc ngang vải sao cho đường khâu vải là ngắn nhất.

5.3.2 Thiết kế sơ đồ thi công cắm bấc thấm

Trước khi thi công cắm bấc thấm phải thiết kế trước sơ đồ di chuyển làm việc của máy cắm bấc thấm trên mặt bằng của tầng đệm cát theo nguyên tắc:

- Khi di chuyển, máy không được đè lên những đầu bấc thấm đã thi công;
- Hành trình di chuyển của máy là ít nhất.

5.3.3 Thi công thí điểm cắm bấc thấm

Trước khi thi công chính thức, đơn vị thi công phải tổ chức thi công thí điểm trên một phạm vi đủ để máy di chuyển và thực hiện từ hai lần đến ba lần các thao tác cắm bấc thấm. Vị trí thí điểm phải đảm bảo nằm tại hoặc lân cận với vị trí lỗ khoan, xuyên hoặc cắt cánh trong hồ sơ thiết kế (theo tài liệu khảo sát địa chất công trình).

Tình tự thi công thí điểm, gồm:

TCVN 9355 : 2013

a) Thi công tầng đệm cát trong phạm vi thí điểm cấm bác thám quy định tại 5.3.5

b) Thi công cấm bác thám quy định tại 5.3.6

Trong quá trình thi công thí điểm phải tiến hành kiểm tra các thao tác thi công tại mỗi vị trí cấm bác thám bao gồm: vị trí trên mặt bằng; độ thẳng đứng; độ sâu; tốc độ cấm bác thám; tốc độ rút lên; lực cấm của máy cấm bác thám theo chiều sâu thiết kế bác thám.

Thi công thí điểm đạt yêu cầu thì mới được phép tiến hành thi công đại trà.

CHÚ THÍCH: khi có sự sai khác về chiều sâu cấm bác thám phải điều chỉnh hồ sơ thiết kế trước khi thi công đại trà.

5.3.4 Thi công hệ thống móc quan trắc lún và chuyển vị ngang**5.3.4.1 Thi công hệ thống móc quan trắc lún theo quy định của hồ sơ thiết kế**

- Kiểm tra kích thước bàn đo lún trước khi thi công;
- Định vị vị trí đặt bàn đo lún;
- Lắp đặt bàn đo lún;
- Đo xác định các giá trị ban đầu.

5.3.4.2 Thi công hệ thống quan trắc móc chuyển vị ngang theo quy định của hồ sơ thiết kế

- Kiểm tra kích thước cọc móc trước khi thi công;
- Định vị vị trí đặt móc đo chuyển vị;
- Cắm móc đo chuyển vị;
- Đo xác định các giá trị ban đầu.

5.3.5 Thi công tầng đệm cát thoát nước

5.3.5.1 Phải thi công tầng đệm cát trước thi công cấm bác thám để tạo điều kiện cho thiết bị thi công cấm bác thám làm việc trên nền đất yếu. Đầu bác thám phải nằm trong tầng đệm cát và cách đỉnh tầng đệm cát không nhỏ hơn 20 cm

- Tầng lọc ngược ở phần thoát ra mái taluy của tầng đệm cát phải được thi công sau khi thi công cấm bác thám và trước khi đắp gia tải.
- Lớp phủ bảo vệ tầng đệm cát phía taluy nền đường (nếu có) được thi công sau khi dỡ tải.

5.3.5.2 Việc thi công đắp tầng đệm cát phải tuân theo các quy định và quá trình đắp nền đường không lớn hơn 30 cm một lớp. Độ chặt đầm nén cửa lớp đệm cát phải thỏa mãn hai điều kiện:

- Máy thi công di chuyển và làm việc ổn định;
- Phù hợp độ chặt yêu cầu trong kết cấu nền đường ứng với vị trí tầng đệm cát.

5.3.6 Thi công cấm bác thám.

5.3.6.1 Thi công cắm bấc thấm theo trình tự như sau:

- Định vị tất cả các điểm sẽ phải cắm bấc thấm bằng máy đo đạc thông thường theo hàng dọc và hàng ngang đúng với đồ án thiết kế, đánh dấu vị trí định vị; công việc này cần làm cho từng ca máy.
- Đưa máy cắm bấc thấm vào vị trí theo đúng hành trình đã được vạch ra ở sơ đồ di chuyển làm việc (xem 5.3.2). Xác định vạch xuất phát trên trục tâm để tính chiều dài bấc thấm được cắm vào đất; kiểm tra độ thẳng đứng của trục tâm theo dây dọi treo hoặc thiết bị con lắc đặt trên giá.
- Lắp bấc thấm vào trục tâm và điều khiển máy đưa đầu trục tâm đến vị trí đặt bấc. Gắn đầu neo vào đầu bấc thấm với chiều dài bấc được gấp lại không nhỏ hơn 30 cm và được ghim bằng ghim thép.
- Cắm trục tâm đã được lắp bấc thấm đến độ sâu thiết kế với tốc độ đều trong phạm vi từ 0,15 m/s đến 0,6 m/s.
- Kết thúc quá trình cắm bấc, ghi lại lực cắm của máy cắm;
- Kéo trục tâm lên (lúc này đầu neo sẽ giữ bấc thấm lại trong đất);
- Khi trục tâm được kéo lên hết dùng kéo cắt đứt bấc thấm sao cho phần bấc thấm nhô lên trên lớp đệm cát không nhỏ hơn 0,2 m khi sử dụng tầng đệm cát thoát nước. Khi sử dụng bản thoát nước ngang, chiều dài của bấc thấm phải chùng lấn hết bề rộng của bản thấm ngang và dư ra 0,2 m (phụ lục E).
- Gập phần bấc thấm nhô lên trên lớp đệm cát tránh để cho các vật liệu xâm nhập vào bấc thấm.
- Phủ kín đầu bấc thấm bằng cát thoát nước (Không đắp trực tiếp đất loại sét trên đầu bấc thấm).
- Quá trình lại bắt đầu từ đầu đối với một vị trí cắm bấc thấm tiếp theo.

5.3.6.2 Trong quá trình thi công nếu hết một cuộn bấc thấm thì cho phép được nối bấc thấm với cuộn tiếp theo. Khi nối, hai đầu bấc thấm phải chùng lên nhau không nhỏ hơn 0,3 m và được ghim chặt bằng ghim thép. Để đảm bảo kiểm soát chất lượng về tính liên tục của bấc thấm tại các vị trí nối bấc, trước khi thi công cắm bấc phải tiến hành thiết kế và kiểm tra mỗi nối quy định tại bảng 1, bao gồm:

- Lực kéo đứt;
- Khả năng thoát nước tại áp lực 300 kPa tại gradien thủy lực $i = 0,5$

5.3.6.3 Trong trường hợp trên tầng đất yếu có một lớp tương đối cứng, máy cắm bấc thấm không cắm trục tâm xuyên qua được trong hồ sơ thiết kế phải có biện pháp xử lý trước khi thi công đắp tầng đệm cát.

5.3.6.4 Trường hợp đang thi công cắm bấc thấm chưa đến độ sâu, nhưng gặp trở ngại không cắm tiếp được thì cần kịp thời xin ý kiến theo quy định để cho phép dừng tại đó và định vị trí ấn bấc thấm sang chỗ lân cận trong vòng 0,3 m.

TCVN 9355 : 2013

5.3.6.5 Phải vẽ sơ đồ và ghi chép chi tiết mỗi lần cắm bác thám về: vị trí; chiều sâu; thời điểm thi công và các sự cố xảy ra trong quá trình thi công.

5.3.6.6 Sau khi cắm bác thám xong, phải dọn sạch các mảnh vụn bác thám và mọi chất thải khác rơi vãi trên mặt bằng tiến hành đắp lớp cát thoát nước tiếp theo nhằm phủ kín bác thám đểm cao độ thiết kế (xem 5.3.5.1).

5.2.7 Thi công bản thoát nước ngang

5.3.7.1 Rải bản thoát nước ngang theo hồ sơ thiết kế.

5.2.7.2 Kết nối bác thám với bản thoát nước ngang theo hồ sơ thiết kế. Tại chỗ kết nối sử dụng ghim giữ đảm bảo chống sê dịch trong quá trình thi công các lớp vật liệu đắp bên trên.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp phải nối bản thoát nước ngang, chiều dài chông lán không nhỏ hơn 30,0 cm và không để các vật liệu xâm nhập vào trong bản thoát nước ngang.

5.3.8 Thi công hệ thống thiết bị quan trắc áp lực nước lỗ rỗng và chuyển vị ngang theo chiều sâu

5.3.8.1 Thi công hệ thống thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng (theo hồ sơ thiết kế)

- Kiểm tra thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng trước khi thi công;
- Định vị vị trí đặt thiết bị;
- Khoan tạo lỗ;
- Lắp đặt thiết bị theo hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công;
- Đo xác định giá trị ban đầu.

5.3.8.2 Thi công hệ thống quan trắc chuyển vị ngang theo chiều sâu (theo hồ sơ thiết kế)

- Kiểm tra thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng trước khi thi công;
- Định vị vị trí đặt thiết bị;
- Khoan tạo lỗ;
- Lắp đặt thiết bị theo hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công;
- Đo xác định giá trị ban đầu.

5.3.9 Chế độ quan trắc

5.3.9.1 Quan trắc lún

- Trong thời gian gia tải : chu kỳ quan trắc một ngày một lần.
- Trong thời gian chờ có kết chu kỳ quan trắc hai ngày một lần cho tuần đầu tiên; bốn ngày một lần cho tuần thứ hai; bảy ngày một lần cho trong hai tháng tiếp theo; mười bốn ngày một lần cho các tháng còn lại đến khi kết thúc.

Nếu thấy cần thiết có thể yêu cầu quan trắc hàng tháng cho đến hết thời gian bảo hành và bàn giao

cho phía quản lý khai thác đường cả hệ thống quan trắc.

- Mức độ chính xác yêu cầu phải đến milimet (mm).

CHÚ THÍCH: lập trạng thái 0 trước khi đắp nền – Sau khi lắp đặt xong các thiết bị quan trắc phải quan trắc ngay trong một số ngày để xác định trạng thái 0 của các thiết bị quan trắc ứng với trạng thái đất yếu trước khi chịu tải. Nếu sau một số ngày số đọc ở các thiết bị quan trắc không đổi mới được đắp nền và chuyển sang giai đoạn quan trắc chính thức.

5.3.9.2 Quan trắc chuyển vị ngang trên mặt

- Giai đoạn và chu kỳ quan trắc chuyển vị ngang trên mặt được tiến hành đồng thời với quan trắc lún (xem 5.3.9.1).

- Độ chính xác của máy toàn đạc phải bảo đảm sai số về đo cự ly là ± 5 mm, về đo góc là $\pm 2,5''$.

5.3.9.3 Quan trắc chuyển vị ngang theo chiều sâu

- Giai đoạn và chu kỳ quan trắc chuyển vị ngang theo chiều sâu được tiến hành đồng thời với quan trắc lún (xem 5.3.9.1).

- Độ chính xác của thiết bị đo không nhỏ hơn 1,0 % mm.

5.2.9.4 Quan trắc áp lực nước lỗ rỗng

- Giai đoạn và chu kỳ quan trắc áp lực nước lỗ rỗng được tiến hành đồng thời với quan trắc lún (xem 5.3.9.1).

- Độ chính xác của thiết bị đo phụ thuộc vào chiều sâu lắp đặt đầu đo nhưng không lớn hơn 0,5 kPa.

5.3.10 Đắp vật liệu gia tải và dỡ tải

5.3.10.1 Các vật liệu đất, cát đắp trên tầng đệm cát để gia tải nhằm tạo ra quá trình cố kết của đất nền dưới ứng suất tác dụng thẳng đứng trước khi đặt tải trọng cuối cùng của công trình.

5.3.10.2 Đắp gia tải phải tuân thủ các chỉ dẫn trong đồ án thiết kế về thời gian, tải trọng gia tải của từng giai đoạn (thường xuyên kiểm tra khối lượng thể tích vật liệu gia tải để đảm bảo áp lực gia tải chính xác).

5.3.10.3 Thường xuyên quan sát xem có nước thoát ra ngoài không. Phải có biện pháp để tạo thuận lợi cho nước chảy ra xa, ngoài phạm vi nền đường, khi cần tạo hố tập trung nước và dùng bơm hút đi.

5.3.10.4 Khi hết thời gian gia tải, nếu độ lún của nền đắp nhỏ hơn hoặc tương ứng với độ lún tính toán thiết kế nhưng phải đạt độ cố kết theo yêu cầu hồ sơ thiết kế mới được hành dỡ tải.

5.3.10.5 Công tác dỡ tải tiến hành theo từng lớp (tránh dỡ cục bộ gây mất ổn định nền đắp). Khi dỡ tải đến cao độ thiết kế phải dọn sạch các vật liệu không phù hợp tiêu chuẩn vật liệu đắp nền đường.

TCVN 9355 : 2013

6 An toàn và bảo vệ môi trường trong quá trình thi công

6.1 Quy định chung

6.1.1 Trước khi thi công phải nghiên cứu kỹ các điều kiện địa hình, hồ sơ địa chất, thủy văn tại chỗ và dự báo các diễn biến thời tiết (mưa, bão...) có thể xảy ra để có biện pháp dự phòng nhằm bảo vệ an toàn cho người, xe máy tài sản của dân cư ở các khu vực lân cận, phải có các biện pháp hạn chế tác động xấu đến sinh thái và môi trường, hạn chế bụi và tiếng ồn, bảo vệ cây cối vốn có; đặc biệt là phải có biện pháp xử lý thỏa đáng các phế thải do thi công tạo ra (bao gồm cả đất đào thừa ra), không tùy tiện đổ đất và phế thải, không được tùy tiện lấy vật liệu đắp gây ảnh hưởng xấu đến môi trường và cảnh quan thiên nhiên các khu vực lân cận.

6.1.2 Các biện pháp đảm bảo an toàn lao động phải dựa vào các văn bản pháp quy hiện hành hữu quan về bảo vệ sức khỏe, phòng chống cháy nổ, phòng chống dịch bệnh. Các biện pháp hạn chế tác động đến môi trường phải dựa trên báo cáo đánh giá tác động môi trường với các nội dung chi tiết quy định ở các văn bản pháp quy hiện hành đối với giai đoạn thi công các dự án; đặc biệt nên chú trọng điều tra các tuyến đường ống ngầm, đường dây điện, cáp quang ngầm trong phạm vi thi công.

6.1.3 Phải bố trí các biển báo rõ ràng và có sức thu hút sự chú ý để nhắc nhở mọi lực lượng thi công, dân cư lân cận và người đi qua phạm vi thi công có ý thức tự bảo vệ.

6.2 Các biện pháp bảo đảm an toàn thi công

6.2.1 Phải có chiếu sáng nếu thi công về đêm. Sử dụng mạng điện chung phải tuân thủ các quy định của ngành điện lực.

6.2.2 Khi thi công đường tạm, cầu tạm phải bố trí cảnh báo, biển báo hoặc người trực tiếp chỉ dẫn giao thông.

6.2.3 Người tham gia thi công phải được huấn luyện trước về các quy tắc đảm bảo an toàn lao động trong công việc cụ thể của mình và phải mặc trang phục bảo hộ lao động khi vào hiện trường thi công. Người phối hợp với máy phải tránh làm việc ngay trong phạm vi máy đang thao tác.

6.2.4 Giữa các máy cùng thi công phải chú trọng giữ một khoảng cách đủ an toàn. Máy không được đi lại sát các rãnh, các hố móng, sát mép ta luy và các chỗ nền kém ổn định.

6.2.5 Máy chỉ được đào gần sát các thành vách cách công trình nhân tạo một khoảng đủ để bảo vệ an toàn cho công trình, khi đào lân cận các công trình này cần đặt biển cảnh báo.

6.2.6 Đào hố móng công trình hoặc đào các hào thoát nước phải có biện pháp đảm bảo vách hào ổn định (có mái dốc hoặc có cừ chống đỡ...) tùy theo điều kiện địa chất, thủy văn và chiều sâu đào. Nếu đào dưới chân mái taluy nền đường hoặc mái dốc thiên nhiên nên áp dụng biện pháp đào cách quãng xen kẽ, đào một đoạn và xây xong móng công trình hoặc đào một đoạn đặt hào, ống thoát nước xong, lấp lại rồi mới đào và thi công các đoạn xen kẽ còn lại. Nếu đào móng hoặc hố đào sâu thì phải đặt biển cảnh báo, bố trí hàng rào phòng hộ và phải theo dõi tình trạng biến động của bờ vách đào để có biện pháp xử lý kịp thời, đổ đất đào móng không được ảnh hưởng đến sự ổn định của vách đào.

6.3 Bảo vệ môi trường

6.3.1 Phòng ngừa ô nhiễm đất, nguồn nước và xói lở đất:

- Phải cố gắng hạn chế và rút ngắn thời gian sử dụng đất phục vụ thi công.
- Không được lấy đất, khai thác cát, đá tùy tiện như đã qui định ở 6.1 và ở những nơi có dòng chảy dễ gây xói lở đất.
- Các rãnh thoát nước tạm thời trong quá trình thi công không được cho chảy ra ruộng vườn, hồ ao khác.
- Trong quá trình thi công phải đổ bỏ, chôn lấp phế liệu, phế thải sinh hoạt tại các nơi được phép của chính quyền địa phương, đặc biệt là phế thải có lẫn dầu mỡ dễ gây ô nhiễm nguồn nước.

6.3.2 Phòng ngừa ô nhiễm khí thải và tiếng ồn.

- Phải có biện pháp hạn chế tiếng ồn và chấn động do thi công gây ra.
- Phải trang bị cho cán bộ công nhân trực tiếp thi công các phương tiện hạn chế tiếng ồn.
- Phải có biện pháp hạn chế nguồn gây bụi, khí thải, cho xe, máy tham gia thi công và vận chuyển đất hoặc vật liệu, đặc biệt là phải có biện pháp hạn chế đất rơi vãi khi vận chuyển.
- Nên đặt bãi đỗ đất, đỗ chứa vật liệu các loại ở phía cuối gió so với vùng dân cư sinh sống.

6.3.3 Bảo vệ sinh thái.

- Phải có biện pháp bảo vệ các cây cối quý hiếm ngay từ trước khi thi công.
- Trong quá trình thi công cấm tùy tiện chặt phá cây cối và săn bắn thú rừng.
- Phải thực hiện đầy đủ các quy định của nhà nước về bảo vệ động vật hoang dã và quý hiếm.
- Thi công qua rừng và vùng cây cối rậm rạp phải có các biện pháp phòng cháy rừng và bảo vệ rừng theo quy định của pháp luật.

6.3.4 Bảo vệ di sản văn hóa

Trong quá trình thi công phải tuân thủ các qui định của pháp luật về bảo vệ các di sản văn hoá, di tích lịch sử; nếu phát hiện các di sản, cổ vật phải đình chỉ thi công, giữ nguyên hiện trường và báo cáo với các cấp, các cơ quan có thẩm quyền để xử lý.

7. Kiểm tra và nghiệm thu

7.1 Kiểm tra trước thi công

7.1.1 Kiểm tra thiết bị, vật liệu, mặt bằng thi công theo hồ sơ thiết kế (xem 5.1 và 5.2).

7.1.2 Kiểm tra chiều dày, cao độ của tầng đệm cát theo hồ sơ thiết kế.

7.2 Kiểm tra trong quá trình thi công

TCVN 9355 : 2013

7.2.1 Trong quá trình thi công cắm bấc thấm, đối với mỗi lần cắm bấc thấm đều phải kiểm tra các nội dung sau: Vị trí cắm bấc thấm; kiểm tra qua phương thẳng đứng của trục tâm so với dây dọi; chiều dài bấc thấm; phần bấc thấm thừa ra trên mặt tầng đệm cát; kết quả lực cắm của từng vị trí cắm bấc thấm tại thời điểm dừng cắm bấc thấm.

7.2.2 Kiểm tra chất lượng của vật liệu

Kiểm tra chất lượng của cát thoát nước theo tần suất 500 m³ phải thí nghiệm kiểm tra một lần.

- Kiểm tra chất lượng của bấc thoát nước ngang theo tần suất 500 m thí nghiệm một mẫu hoặc khi thay đổi lô hàng nhập.

- Kiểm tra chất lượng của bấc thấm theo tần suất 10.000 m thí nghiệm một mẫu hoặc khi thay đổi lô hàng nhập. Ngoài ra phải ghi lại chiều dài mỗi cuộn bấc và quan sát bằng mắt xem bấc thấm có bị gãy lõi không.

- Kiểm tra chất lượng của vải địa kỹ thuật theo tần suất 10.000 m² thí nghiệm một mẫu hoặc khi thay đổi lô hàng nhập. Khối lượng kiểm tra trung bình 1.000 m dài đường may mỗi nối vải thí nghiệm một mẫu.

- Kiểm tra kích thước các đầu neo, ghim thép và các thao tác thử dụng cụ ghim thép, mỗi ca máy kiểm tra một lần.

7.2.3 Kiểm tra khoảng cách giữa các bấc thoát nước ngang, kiểm tra phần kết nối của bấc thấm đứng với bấc thoát nước ngang.

7.2.4 Kiểm tra chiều dày, cao độ, độ chặt của tầng đệm cát trong quá trình thi công (xem mục 6 - TCVN 9436)

7.2.5 Kiểm tra cao độ chiều dày tầng đệm cát sau khi thi công bấc thấm đứng và bấc thấm ngang.

7.2.6 Kiểm tra hệ thống thiết bị quan trắc theo các nội dung sau:

- Vị trí lắp đặt.
- Thiết bị.
- Chiều sâu lắp đặt.
- Các số liệu ban đầu (trạng thái 0).

7.3 Kiểm tra và nghiệm thu sau khi hoàn thành

7.3.1 Trước khi nghiệm thu nhà thầu phải

Tự kiểm tra chất lượng các hạng mục thi công theo các qui định tại 5.1 và 5.2.

Nhà thầu chuẩn bị đầy đủ và hoàn chỉnh hồ sơ nghiệm thu theo đúng các thủ tục về quản lý dự án. Trong đó đặc biệt phải chú ý đến các biên bản kiểm tra nghiệm thu các hạng mục ấn dấu và các biên bản kiểm tra chất lượng trong quá trình thi công.

Phải dọn sạch sẽ hiện trường thi công theo yêu cầu tại 5.2.10.5.

7.3.2 Kiểm tra phục vụ cho việc nghiệm thu phải được thực hiện với các nội dung sau:

- Kiểm tra các biên bản đã thực hiện trong quá trình thi công.
- Kiểm tra các yếu tố hình học.

Nếu kết quả kiểm tra cho thấy một số nội dung chưa đạt yêu cầu, phải yêu cầu nhà thầu bổ sung, sửa chữa cho đến khi kiểm tra đạt mới ra văn bản nghiệm thu.

7.3.3 Việc nghiệm thu hạng mục công trình bác thăm phải thực hiện theo các quy định hiện hành.

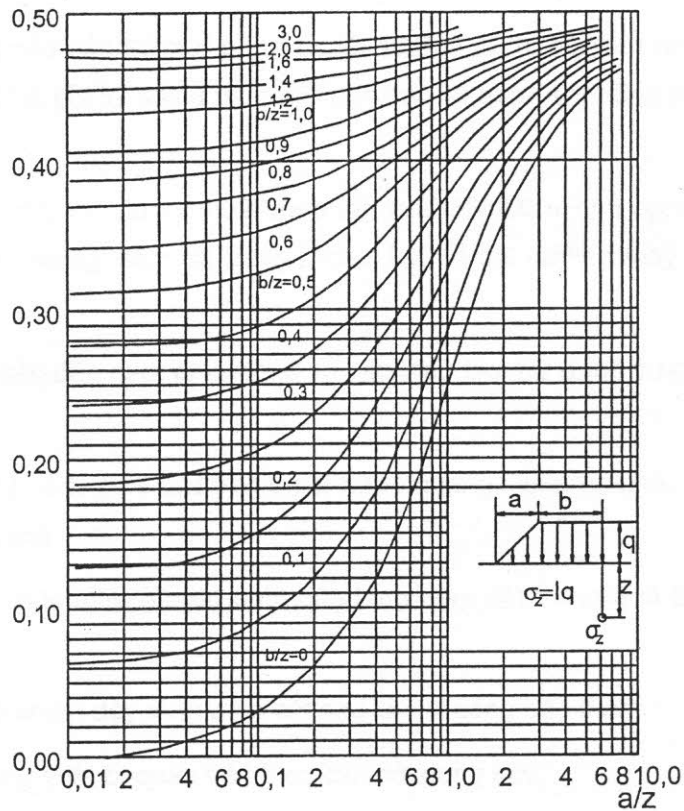
TCVN 9355 : 2013

Phụ lục A

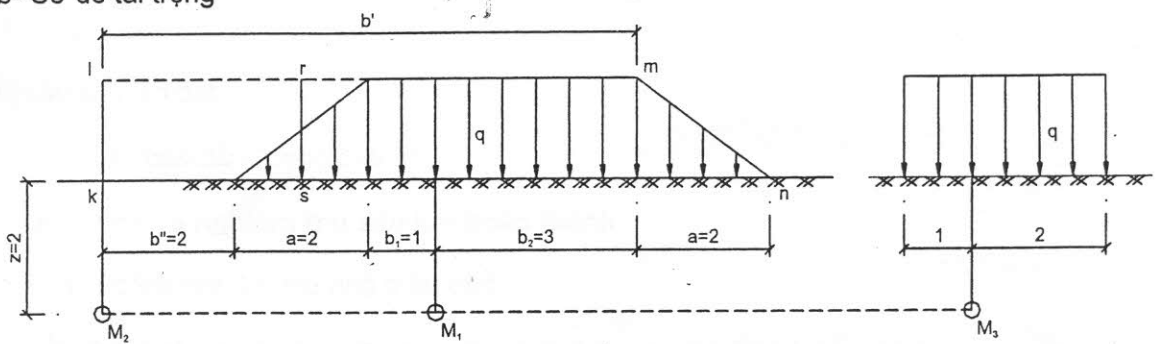
(Tham khảo)

Tính toán ứng suất nén (áp lực) theo phương thẳng đứng σ_z^i
do tải trọng nền đắp hoặc tải trọng phản áp gây ra trong đất
theo toán đồ OSTERBERG

a- Toán đồ để xác định ứng suất nén thẳng đứng do nền đắp gây ra trong đất.



b- Sơ đồ tải trọng



Đơn vị kích thước tính bằng mét

Hình A.1 - Toán đồ OSTERBERG

VÍ DỤ 1:

$b'' = a = 2 \text{ m}$

$$b' = b'' + a + b_1 + b_2 = 8 \text{ m}$$

VÍ DỤ 2: sử dụng toán đồ Osterberg

1. Xác định ứng suất σ_{z1} của điểm M₁ :

a- Với các tải trọng tác động bên trái :

$$\frac{a}{z} = \frac{2}{2} = 1 \quad \text{và} \quad \frac{b_1}{z} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Theo toán đồ $l_t = 0,397$

b- Với tải trọng tác động bên phải:

$$\frac{a}{z} = \frac{2}{2} = 1 \quad \text{và} \quad \frac{b_2}{z} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$l_r = 0,478$$

$$\sigma_{z1} = (0,397 + 0,478)q = 0,875q$$

2. Xác định ứng suất tại điểm M₃ (tải trọng chữ nhật) :

$$\sigma_{z3} = (l_t + l_r)q$$

Xác định l_t khi $\frac{a}{z} = 0$ và $\frac{b}{z} = 0,5$ và l_r khi $\frac{a}{z} = 0$ và $\frac{b}{z} = 1$

$$\text{được: } \sigma_{z3} = (0,278 + 0,410)q = 0,688q$$

3. Xác định ứng suất tại điểm M₂ (ứng dụng để tính ứng suất do khối phản áp gây ra tại điểm tìm nền đắp ở độ sâu z) :

$$\sigma_{z2} = (l_{mnk} - l_{rsk})q$$

l_{mnk} là tải trọng hình thang bên phải điểm M₂

l_{rsk} là tải trọng hình chữ nhật bên phải điểm M₂

a. Tính l_{mnk}

$$\frac{a}{z} = \frac{2}{2} = 1 \quad \text{và} \quad \frac{b}{z} = \frac{8}{2} = 4$$

Tra toán đồ được $l_{mnk} = 0,5$

b. Tính l_{rsk}

$$\frac{a}{z} = 0 \quad \text{và} \quad \frac{b}{z} = \frac{b'' + \frac{a}{2}}{z} = \frac{2 + 1}{2} = 1,5$$

Tra toán đồ được $l_{rsk} = 0,46$

$$\text{Vậy } \sigma_{z2} = (0,5 - 0,46)q = 0,04q$$

4. Trường hợp xác định ứng suất σ_z tại độ sâu z trên trục tim của nền đắp hình thang (điểm M ở sơ đồ 1/2 nền đắp trên hình vẽ toán đồ) thì có thể sử dụng biểu thức giải tích dưới đây:

$$\sigma_z = \frac{2q}{\Pi} \left[\frac{a+b}{a} \arctg \frac{a+b}{z} - \frac{b}{a} \arctg \frac{b}{z} \right]; \quad (\text{A.1})$$

trong đó:

q, a, b là các giá trị có ý nghĩa như trên sơ đồ ở hình A.1.

- Mạnh trượt i rộng d_i chịu tác dụng của trọng lượng bản thân Q_i ; lực động đất W_i ; ngoài ra, nếu có rải vải địa kỹ thuật để tăng cường ổn định thì toàn khối trượt còn chịu tác dụng của lực giữ F (xem TCVN 9844). Các lực tác dụng này có cánh tay đòn so với tâm trượt O_j là Y_i (lực W_i) và Y (lực F). Đối với một mặt trượt tròn có tâm O_j thì Y_i sẽ thay đổi theo vị trí trọng tâm của mảnh trượt, còn Y sẽ là không đổi.

Hệ số ổn định K_j được tính theo công thức sau:

$$K_j = \frac{\sum_1^n (c_i l_i + Q_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i) + F(Y/R_j)}{\sum_1^n [Q_i \sin \alpha_i + W_i (Y_i/R_j)]} \quad (\text{B.1})$$

trong đó:

K_j là hệ số ổn định;

l_i là chiều dài cung trượt trong phạm vi mảnh i (m);

n là tổng số mảnh trượt trong phạm vi khối trượt;

α_i là góc giữa pháp tuyến của cung l_i với phương của lực Q_i ;

R_j là bán kính đường cong của cung trượt (m);

C_i và φ_i là lực dính và góc ma sát trong của lớp đất chứa cung trượt l_i của mảnh trượt thứ i ;

q là tải trọng của công trình quy đổi (T/m);

F là lực giữ (chống trượt) do vải địa kỹ thuật tạo ra (T/m).

Tải trọng động đất được kể đến khi tính toán kiểm tra mức độ ổn định của nền đắp trên đất yếu chính là lực quán tính do động đất của bản thân khối trượt, lực này xem như tỷ lệ thuận với trọng lượng bản thân khối trượt:

$$W_i = K_c \cdot Q_i \quad (\text{B.2})$$

trong đó:

W_i là lực động đất tác dụng trên một mảnh trượt i hoặc khối trượt i (T), W_i có điểm đặt là trọng tâm mảnh (hoặc khối trượt) và có phương nằm ngang từ phía trong nền đường ra phía ngoài mái ta luy nền đắp;

Q_i là trọng lượng của mảnh trượt i hoặc khối trượt i (T);

K_c là hệ số tỷ lệ được lấy tùy thuộc cấp động đất, Bảng B.1.

B.3 Những chú ý khi vận dụng phương pháp tính toán phân mảnh cổ điển và Bishop

B.3.1 Bề rộng mảnh trượt d_i không được quá 2 m và phải phân mảnh sao cho chiều dài cung trượt trong phạm vi mỗi mảnh l_i phải nằm trong cùng một lớp đất. Mỗi mảnh trượt bao gồm tất cả các lớp đất kể từ mặt trượt trở lên (có thể gồm cả tầng cát đệm, phần đắp chìm trong đất yếu, phần lớp đất không yếu, phần đắp phản áp, phần đắp gia tải trước và phần tải trọng xe cộ quy đổi).

B.3.2 Xác định trọng lượng bản thân mỗi mảnh trượt Q_i như sau:

$$Q_i = d_i \sum_1^n \gamma_k \cdot h_k \quad (B.5)$$

trong đó:

Q_i là trọng lượng bản thân của mảnh trượt thứ i (T/m^3);

d_i là bề rộng của mảnh trượt thứ i (m);

h_k là chiều cao của mảnh i (m);

γ_k là khối lượng thể tích khô của mảnh i (T/m^3).

CHÚ THÍCH 1: Đối với các lớp đất yếu nằm dưới mức nước ngầm thì trị số γ_k phải dùng trọng lượng thể tích đẩy nổi (trừ đi 1).

CHÚ THÍCH 2: h_k là chiều cao của mảnh i trong phạm vi mỗi lớp đất khác nhau có khối lượng thể tích khô γ_k khác nhau (N là số các lớp đất khác nhau trong phạm vi mảnh i).

CHÚ THÍCH 3: Đối với các mảnh trượt nằm trong phạm vi bề rộng của nền đường thì khi tính Q_i phải kể đến tải trọng quy đổi của công trình q và chiều cao đắp gia tải trước (nếu có).

B.3.3 Phải tính toán với nhiều mặt trượt tròn (O_j, R_j) khác nhau để xác định được mặt trượt nguy hiểm nhất và hệ số ổn định nhỏ nhất $K_{j \min}$ (viết tắt là K_{\min}). Trị số K_{\min} này được dùng để đánh giá đối với các yêu cầu về ổn định trượt tròn (xem 4.4.1).

B.3.4 Nếu không sử dụng máy tính thì có thể mò tìm mặt trượt nguy hiểm nhất bằng cách cho vị trí tâm O_j của chúng thay đổi trong vùng "tâm trượt nguy hiểm nhất" như thể hiện trên Hình B-2.

Nếu nền đắp bằng cát (lực dính $c = 0$) thì giao điểm giữa mặt trượt nguy hiểm nhất với bề rộng nền đường có thể thay đổi trên cả phạm vi AB, còn nếu đắp đất có lực dính lớn thì giao điểm này thường qua điểm A hoặc lân cận A (từ A đến giữa tim nền đắp).

B.3.5 Các chương trình tính trên máy tính để xác định hệ số ổn định K_j và mò tìm hệ số ổn định nhỏ nhất K_{\min} phải có khả năng bảo đảm được các yêu cầu tính toán tại B.1; B.2; B.3.1; B.3.2.

B.4 Các đặc trưng về sức kháng cắt

B.4.1 Đối với đất nền đắp và lớp cát đệm: trị số lực dính c và góc ma sát ϕ được xác định bằng mẫu chế bị ở độ chặt và độ ẩm đúng như thực tế thông qua thí nghiệm cắt nhanh không thoát nước trong

TCVN 9355 : 2013

phòng thí nghiệm. Nếu nền đắp bị ngập nước hai bên thì mẫu cát cần chế bị ở độ ẩm bất lợi nhất tương ứng.

B.4.2 Đối với các lớp đất tự nhiên yếu hoặc không yếu nằm dưới nền đắp: sử dụng kết quả thí nghiệm cắt cánh hiện trường và trị số sức chống cắt tính toán C_u được xác định theo công thức sau (xem như góc ma sát $\varphi = 0$):

$$C_u = \mu.S_s \quad (B.6)$$

trong đó:

C_u là sức chống cắt tính toán (kPa);

S_s là sức chống cắt nguyên dạng (kPa) không thoát nước từ thí nghiệm cắt cánh hiện trường;

μ là hệ số hiệu chỉnh (theo Bjerrum) xét đến ảnh hưởng bất đẳng hướng của đất, tốc độ cắt và tính phá hoại liên tiếp của nền đất yếu tùy thuộc vào chỉ số dẻo của đất như ở Bảng B.2.

Bảng B.2. Trị số μ tùy thuộc vào chỉ số dẻo I_p

Chỉ số dẻo, I_p (%)	10	20	30	40	50	60	70
μ	1,09	1,0	0,925	0,86	0,80	0,75	0,70

CHÚ THÍCH: Nội suy bậc nhất giữa các khoảng trong bảng

B.4.3 Nếu không có thiết bị thí nghiệm cắt cánh hiện trường thì dùng đặc trưng sức chống cắt theo kết quả thí nghiệm cắt nhanh không thoát nước ở trong phòng thí nghiệm (c_i, φ_i).

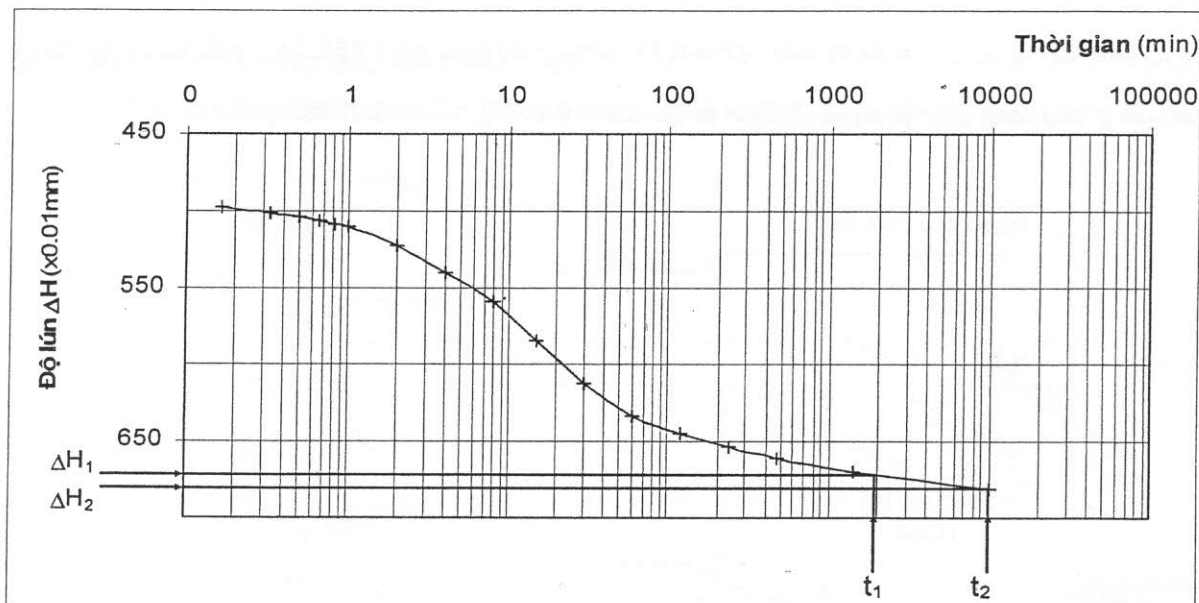
B.4.4 Việc tính toán ổn định với các cách xác định sức chống cắt tính toán nói trên chỉ để phục vụ cho những dự kiến thiết kế. Để đảm bảo nền luôn ổn định trong quá trình đắp phải thực hiện đầy đủ các yêu cầu về quan trắc lún và chuyển dịch ngang.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Xác định chỉ số từ biến

Thí nghiệm này được thực hiện trên máy nén một trục không nở hông theo TCVN 4200



Hình C.1 - Đường cong nén lún

Với các đất dính có tính từ biến, theo mô hình Bjerrum trên thí nghiệm nén cố kết một trục cho ta chỉ số từ biến $C_{\alpha e}$ dưới từng cấp tải trọng. Tác dụng liên tục ba tải trọng ít nhất trong 7 ngày : $\sigma_{vz} = \sigma_{pz}$ và ứng suất hữu hiệu bằng đúng cuối cùng ($\sigma_{vz} + \sigma_z$) khi công trình đã kết thúc. Với mỗi cấp tải trọng, hệ số từ biến $C_{\alpha e}$ được tính toán trên phần đường thẳng sau đường cong nén sơ cấp (hình C.1).

Chỉ số từ biến liên quan với C_{α} bởi công thức sau:

$$C_{\alpha e} = (1 + e_0) C_{\alpha} \tag{C.1}$$

trong đó:

e_0 là độ rỗng ban đầu;

C_{α} được xác định theo công thức sau:

$$c_{\alpha} = \frac{\Delta H_2 - \Delta H_1}{H_0} \times \frac{1}{\log \frac{t_2}{t_1}} \tag{C.2}$$

trong đó:

ΔH_0 là chiều cao ban đầu của mẫu (mm);

ΔH_1 là độ lún còn lại của mẫu (mm) ứng với thời gian nén t_1 (min);

TCVN 9355 : 2013

ΔH_2 là độ lún còn lại của mẫu (mm) ứng với thời gian nén t_2 (min).

CHÚ THÍCH : xác định trên đường cong nén lún hình C.1

VÍ DỤ:

Trên đồ thị hình C.1 ta có: $\Delta H_0 = 24,35$ mm; $\Delta H_1 = 6,71$; $\Delta H_2 = 6,83$ mm; $e_0 = 1.088$; $t_1 = 1980$ min; $t_2 = 10080$ min.

Thay các giá trị vào công thức (C.1) và (C.2) ta được : $C_a = 0,00697$; $C_{ae} = 0,01456$;

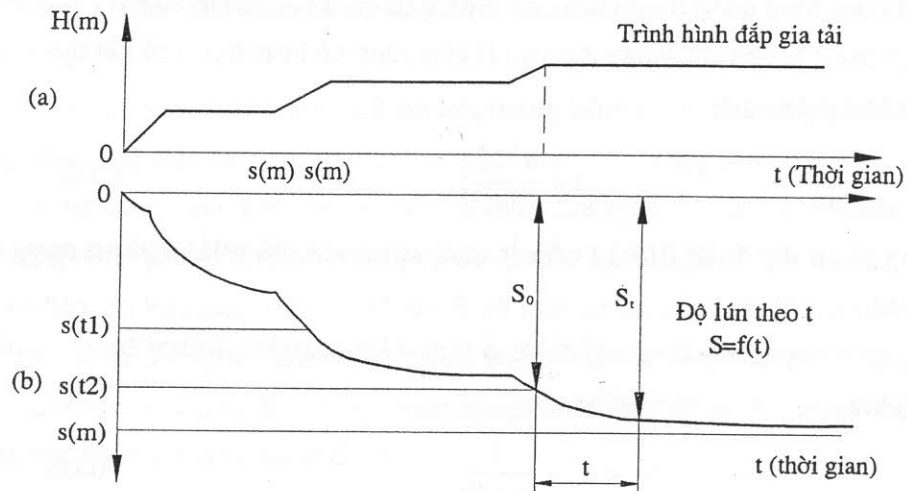
Phụ lục D

(Tham khảo)

Các phương pháp dự đoán độ lún cố kết cuối cùng và xác định thông số cố kết theo đường quan trắc lún thực tế

D.1. Biểu diễn kết quả quan trắc lún trên đồ thị

Kết quả quan trắc lún được biểu diễn đồng thời với diễn biến tình hình gia tải đắp dưới dạng đồ thị hình D.1



Hình D.1- Đồ thị quan trắc lún và diễn biến tình hình gia tải đắp theo thời gian

Từ đường cong lún $S = f(t)$ có thể suy ra tốc độ lún thay đổi theo t.

D.2 Phương pháp dự đoán độ lún cố kết cuối cùng theo ba điểm có số liệu đo lún thực (phương pháp ba điểm).

Chọn đoạn đường cong lún đã ổn định (không tiếp tục gia tải) và có xu thế tắt dần. Trên đoạn đó xác định 3 điểm thực đo lún có hoành độ là: t_1, t_2, t_3 (tương ứng tại đó có độ lún thực đo là S_1, S_2, S_3) nhưng thoả mãn điều kiện:

$$t_3 - t_2 = t_2 - t_1 = \Delta t ; \tag{D.1}$$

Tiếp đó sử dụng quan hệ lý thuyết sẵn có trong cơ học đất về độ cố kết trung bình U_t với S_∞ là độ lún cuối cùng ở $t = \infty$ đối với S_1, S_2 và S_3 :

$$\frac{S_t}{S_\infty} = U_t = 1 - \alpha.e^{-\beta t} ; \tag{D.2}$$

Cụ thể là:

$$S_1 = S_\infty (1 - \alpha.e^{-\beta t_1}) \tag{D.3}$$

$$S_2 = S_\infty (1 - \alpha.e^{-\beta t_2}) \tag{D.4}$$

$$S_3 = S_\infty (1 - \alpha.e^{-\beta t_3}) \tag{D.5}$$

TCVN 9355 : 2013

Lấy lốc nêpe hai vé đối với mỗi biểu thức của (D.1) sẽ tính ngược ra được t_1 theo S_1 và S_∞ , được t_2 theo S_2 và S_∞ , t_3 theo S_3 và S_∞ rồi thay vào công thức (D.2) sẽ tìm được:

$$S_\infty = \frac{S_2^2 + S_1 \cdot S_3}{2S_2 - S_2 - S_3} = \frac{S_3(S_2 - S_1) - S_2(S_3 - S_2)}{(S_2 - S_1) - (S_3 - S_2)}; \quad (D.6)$$

và
$$\beta = \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{S_2 - S_1}{S_3 - S_2}; \quad (D.7)$$

Với β đã biết theo công thức (D.5) có thể dự đoán được hệ số cố kết trung bình theo phương thẳng đứng C_v^{th} trong phạm vi bề dày đất yếu H của vùng có hoạt động cố kết dưới tải trọng đắp theo quan hệ theo công thức sau:

$$\beta = \frac{\pi^2 C_v^{th}}{4H^2}; \quad (D.8)$$

D.3 Phương pháp dự đoán độ lún cố kết cuối cùng với giả thiết đường cong lún là đường cong hyperbôn.

Với giả thiết này trị số độ lún cố kết S_t ở thời điểm t sau khi đường cong lún đã đi vào ổn định được xác định theo biểu thức dưới đây:

$$S_t = S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta t}; \quad (D.9)$$

trong đó:

S_0 : độ lún đo được ở thời điểm kết thúc đắp nền (hình D.1); (xem như S_0 tương ứng với $t = 0$);

t: Quãng thời gian duy trì tải trọng đắp kể từ khi đắp xong (hình D.1);

α, β là hai thông số xác định được theo đường cong quan trắc lún thực bằng cách sau đây:

Từ đường cong quan trắc lún thực (đoạn đã ổn định) cứ với 1 trị số t bất kỳ ta xác định được một trị số $\frac{t}{S_t - S_0}$ tương ứng. Với nhiều điểm đo lún có t khác nhau vẽ một đồ thị các điểm có trục tung

là $\frac{t}{S_t - S_0}$ và trục hoành là t như hình B.2 ta sẽ xác định được thông số α và β (hình D.2).

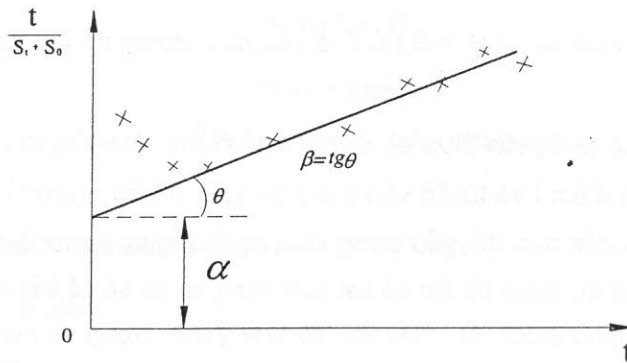
Các điểm biểu diễn kết quả đo lún thực trên tọa độ $f(t) = \frac{t}{S_t - S_0}$

Thay trị số α và β xác định được trên đồ thị và công thức (D.8) ta sẽ được phương trình tính được độ lún S_t ở thời điểm bất kỳ và sẽ dự đoán được độ lún cuối cùng S_∞ theo công thức sau:

$$S_\infty = S_0 + \frac{1}{\beta}; \quad (D.10)$$

Và với β lại xác định được hệ số cố kết trung bình theo (D.8).

Dự đoán theo phương pháp này cần có số liệu quan trắc lún thực ít nhất là trong 6 tháng và cần chọn các điểm trên đoạn đường cong lún có xu thế tắt dần.

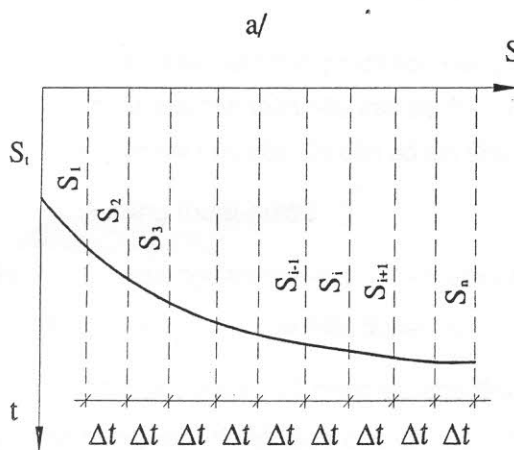


Hình D.2 - Đồ thị để xác định các thông số α và β .

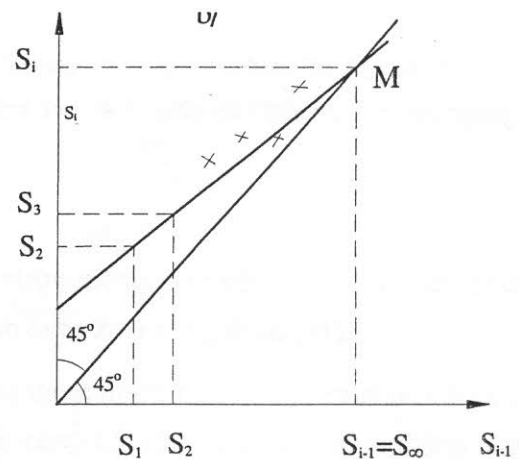
D.4 Dự đoán độ lún cố kết cuối cùng và hệ số cố kết trung bình theo phương pháp Asaoka

Theo phương pháp này, việc dự đoán được thực hiện theo các bước sau:

- Chọn đoạn đường cong quan trắc lún sau khi kết thúc quá trình gia tải đắp và chia nó theo các khoảng thời gian Δt bằng nhau tương ứng với các trị số độ lún $S_1, S_2, S_3 \dots S_n$;
- Vẽ đồ thị các điểm có trục tung là trị số độ lún S_i và trục hoành là trị số độ lún liền kề trước nó là S_{i-1} (hình D.3). Ở đây S_i và S_{i-1} độ lún quan trắc được ở thời điểm t_i và t_{i-1} với điều kiện $t_i - t_{i-1} = \Delta t$. Chú ý là trị số S_i luôn luôn lớn hơn trị số S_{i-1} vì $t_i > t_{i-1}$ nên các điểm có tọa độ (S_i, S_{i-1}) luôn luôn nằm phía trên đường phân giác của hệ trục tọa độ (hình D.3);



a/ Đoạn đường cong quan trắc lún $S = f(t)$ sau khi kết thúc đắp nền đắp;



b/ Đồ thị $S_i = f(S_{i-1})$

Hình D.3- Dự đoán độ lún cuối cùng theo phương pháp Asaoka

- Nối các điểm có tọa độ (S_i, S_{i-1}) bằng một đường thẳng sao cho đường thẳng gần đúng này đi sát các điểm đó nhất. Đường thẳng gần đúng này sẽ cắt đường phân giác của hệ trục tọa độ tại điểm

TCVN 9355 : 2013

M (hình D.3) và tại điểm M là có $S_{i-1} = S_i = S_\infty$ tức là xác định được độ lún cuối cùng S_∞ bằng tung độ của điểm M.

Biết trị số độ lún cuối cùng S_∞ và độ lún thực đo ở một thời điểm bất kỳ S_t ta có thể tính được độ cố kết trung bình U_t đạt được ở thời điểm t và từ đó vận dụng bảng 3 để tra ngược ra trị số T_v và từ đó tính ra được hệ số cố kết trung bình của nền đất yếu trong khoảng thời gian t khi nó chịu tải trọng đắp.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp dự đoán độ lún cố kết cuối cùng và hệ số cố kết nói trên đều mang nhiều giả thiết và mức độ dự đoán đúng phụ thuộc rất nhiều vào số lượng, chất lượng và thời gian quan trắc lún thực tế (nên có số liệu quan trắc lún thực tế ít nhất là trong 6 tháng).

Phụ lục E

(Tham khảo)

Ví dụ tính toán thiết kế bản thoát nước ngang

E.1 Tính toán thiết kế bản thoát nước ngang

E.1.1. Tính mềm dẻo và co giãn

Bản thoát nước ngang (BTN) có thể kéo giãn dọc theo đất nền hoặc theo sự biến dạng của nền đắp do tính mềm dẻo cao.

VÍ DỤ 1:

a) Với giả định 28,5 m bắc thoát nước ngang bị kéo giãn do độ lún của nền đắp là 1,0 m và bề rộng nửa nền đắp là 28,5m, hệ số an toàn 1,5. Biến dạng theo trục của bản thoát nước ngang được tính như sau:

$$\frac{(1,0 \times 1,5)}{28,5} = 5,3\%$$

b) Với giả định 10,0 m bắc thoát nước ngang bị kéo giãn do độ lún của nền đắp là 1,0 m và bề rộng nửa nền đắp là 10,0 m, hệ số an toàn 1,5. Biến dạng theo trục của bản thoát nước ngang được tính như sau:

$$\frac{(1,0 \times 1,5)}{10,0} = 15,0\%$$

Giá trị tính toán trên nằm trong giới hạn cho phép của bản thoát nước ngang (nhỏ hơn 25 %) theo quy định tại 4.1.5.4. Với kết quả tính toán nêu trên có thể khẳng định tính mềm dẻo và co giãn của bắc thoát nước ngang đảm bảo tính liên tục khi nền đắp lún đến độ lún tính toán.

E.1.2. Khả năng thoát nước

Bản thoát nước ngang được thiết kế với khả năng thoát nước giống như đệm cát thoát nước ngang. Lưu lượng thoát nước của bản thoát nước ngang được tính toán theo công thức (31).

Việc xác định các thông số phục vụ cho tính toán lưu lượng thoát nước ngang để lựa chọn vật liệu bản thoát nước ngang thông qua các chỉ tiêu do nhà sản xuất công bố và được kiểm soát thông qua kết quả thí nghiệm vật liệu.

VÍ DỤ 2:

1) Tính toán đối với bản thoát nước ngang

Bảng E.1 - Tính toán lưu lượng thoát của bản thoát nước ngang

Các thông số	Đơn vị	Kết quả	Ghi chú
Chiều rộng, [1]	m	0,2	Đặc tính sản phẩm.
Chiều dày, [2]	m	0,008	Đặc tính sản phẩm.

TCVN 9355 : 2013

Diện tích, [3]=[1]x[2]	m ²	0,0016	
Hệ số thấm k, [4]	m/s	0,15	Đặc tính sản phẩm.
Độ dốc thủy lực i, [5]		0,1	
Hệ số an toàn =1.5, [6]		1,5	
Lưu lượng thoát nước Q=k.i.A, [7] = $\frac{[4] \times [5] \times [3]}{[6]}$	m ³ /s	1,6 x 10 ⁻⁵	Lưu lượng thoát nước tính toán.

2) Tính toán bố trí khoảng cách bản thấm ngang theo thay thế đệm cát thoát nước ngang:

Bảng E.2- Tính toán khoảng cách bản thấm ngang theo đệm cát thoát nước ngang.

Các thông số	Đơn vị	Kết quả	Ghi chú
Lưu lượng thoát nước Q=k.i.A, [8]	m ³ /s	1,6 x 10 ⁻⁵	Bản thoát nước ngang (bảng 1).
Hệ số thấm k, [9]	m/s	1,0 x 10 ⁻⁴	Cát thoát nước ngang; Tiêu chuẩn kỹ thuật dự án.
Độ dốc thủy lực i, [10]		0,1	
Diện tích, [11] = $\frac{[8]}{[9] \times [10]}$	m ²	1,6	Diện tích đệm cát thoát nước ngang.
Chiều dày, [12]	m	0,8	Đệm cát thoát nước ngang; Tiêu chuẩn kỹ thuật dự án.
Chiều rộng, [13] = $\frac{[11]}{[12]}$	m	2,0	Đệm cát thoát nước ngang.

CHÚ THÍCH: Đệm cát thoát nước ngang giả thiết để tính toán được quy định trước theo tiêu chuẩn của dự án.

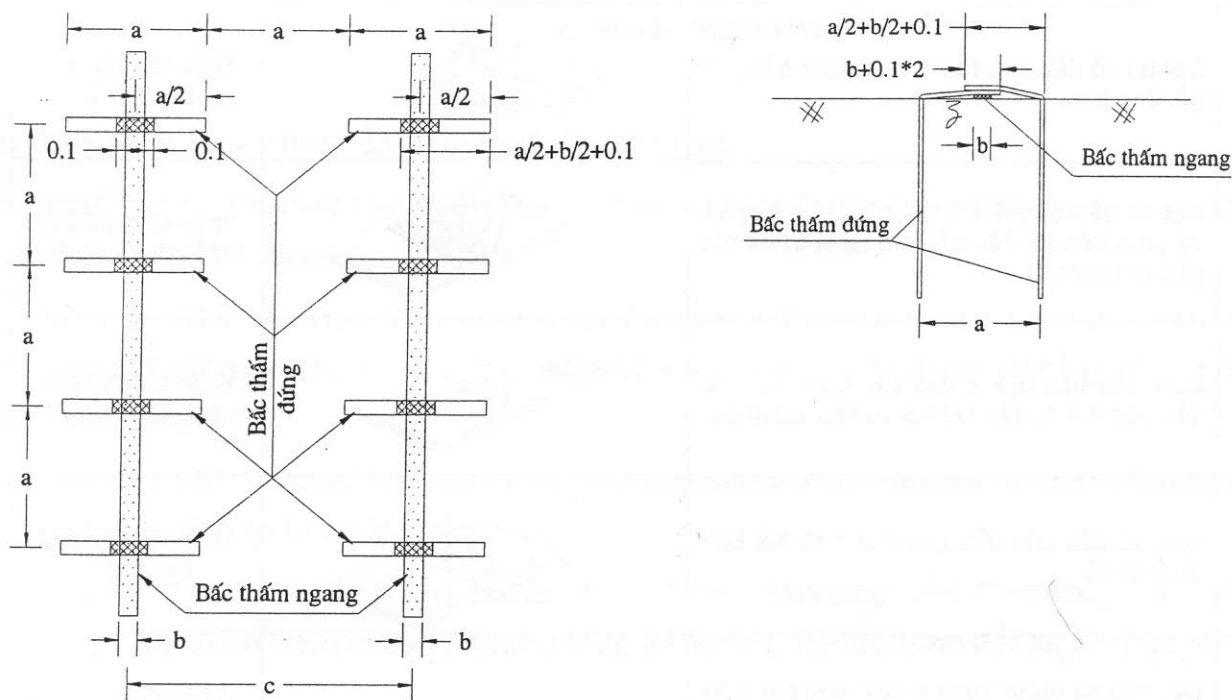
Kết quả tính toán của ví dụ trên cho thấy lưu lượng thoát nước của bản thoát nước có bề rộng 20,0 cm, chiều dày 0,8 cm hệ số thấm 0,15 m/s với khoảng cách 2,0 m tương đương với chiều dày của lớp đệm cát thoát nước là 0,8 m tại cùng một mặt cắt.

Theo tính toán như trên, tại đoạn thử nghiệm với khoảng cách bắc thấm đứng 1,0 m, chọn khoảng cách bắc thấm ngang là 2,0 m (tức là bố trí một hàng bắc thấm ngang cho hai hàng bắc thấm đứng).

E.2 Cách bố trí và phương pháp lắp đặt bắc thấm ngang

Theo kết quả tính toán bố trí bản thoát nước ngang nêu trên, nếu khoảng cách bố trí bắc thấm đứng là 1,0 m thì một hàng bản thoát nước ngang sẽ nối với hai hàng bắc thấm đứng.

Sơ đồ bố trí bắc thấm đứng với bản thoát nước ngang như sau:



a) Sơ đồ bố trí bắc thấm đứng và bản thoát nước ngang

b) Sơ đồ kết nối bắc thấm đứng và bản thoát nước ngang

CHÚ DẪN:


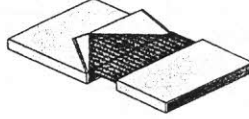
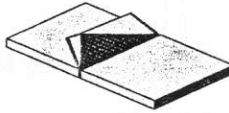
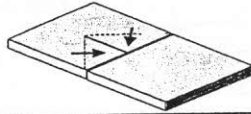
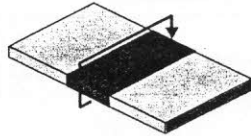
- a là khoảng cách các bắc thấm đứng;
- b là bề rộng bản thoát nước ngang;
- c là khoảng cách các bản thoát nước ngang.

Hình E.1- Sơ đồ bố trí bắc thấm đứng và bản thoát nước ngang

E.3 Sơ đồ thi công nối bản thấm ngang

T.T	Thao tác	Hình minh họa	Ghi chú
1	Vệ sinh đầu bắc thấm.		Thao tác trên đầu bắc thứ 1 và 2.
2	Tại vị trí giữa đầu bắc thứ 1, dùng kéo cắt vỏ bắc ở mép trên theo hướng dọc bắc 1 đoạn bằng 1/2 bề rộng bắc.		Thao tác trên đầu bắc thứ 1.
3	Mở vỏ bắc tại vị trí vừa cắt, gấp về hai bên để chuẩn bị đưa phần lõi của đầu bắc thứ 2 nối vào.		Thao tác trên đầu bắc thứ 1.

TCVN 9355 : 2013

4	Cắt bỏ vỏ đầu bậc thứ 2 một đoạn bằng $\frac{1}{2}$ bề rộng bậc.		Thao tác trên đầu bậc thứ 2.
5	Đặt lõi đầu bậc thứ 2 đã cắt vào trong vỏ và phía trên lõi đầu bậc kia tại vị trí đã cắt gáp (ở bước 3).		Thao tác trên đầu bậc thứ 1 và 2.
6	Đưa đầu bậc thứ 2 vào sâu trong vỏ của đầu bậc thứ 1, đến khi hai vỏ bậc sát nhau.		Thao tác trên đầu bậc thứ 1 và 2.
7	Gấp vỏ bậc của đầu bậc thứ 1 từ hai bên về vị trí cũ.		Thao tác trên đầu bậc thứ 1.
8	Lấy cao su quấn xung quanh cho kín vị trí nối, sau đó dùng băng keo dán kín lại và dùng kim ghim kẹp lại. Kết thúc thao tác nối bậc thấm.		Thao tác trên đầu bậc thứ 1 và 2.

Hình E.2- Sơ đồ thi công nối bản thấm ngang

Thư mục tài liệu tham khảo

- 1) TCVN 8869, Quy trình đo áp lực nước lỗ rỗng trong đất;
 - 2) ASTM D 2573, *Standard Test Method for Field Vane Shear Test in Cohesive Soil (Phương pháp thí nghiệm cắt cánh hiện trường)*;
 - 3) ASTM D 5778, *Standard Test Method for Performing Electronic Fiction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils (Phương pháp thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn đo ma sát bằng điện và áp lực nước lỗ rỗng trong đất)*;
 - 4) AASHTO T 252, *Standard Test Method for Measurements of Pore Pressures in Soil (Phương pháp thí nghiệm xác định áp lực nước lỗ rỗng trong đất)*.
 - 5) AASHTO T 254, *Standard Test Method for Installing, Moritoring, and Processing Data of the Traveling Type Slope Inclinomometer (Phương pháp thí nghiệm, lắp đặt, quan trắc và xử lý số liệu của thiết bị đo nghiêng)*.
-