MỘT SỐ VẤN ĐỀ TỒN TẠI TRONG CÁC TIÊU CHUẨN VỀ XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU
EXISTING PROBLEMS OF VIETNAMESE DESIGN STANDARDS FOR HIGHWAY EMBANKMENT ON SOFT GROUND

Phạm Văn Long

Công Ty Cổ Phần Tư Vấn Xây Dựng Vina Mekong (VMEC), TPHCM, VN

BẢN TÓM TẮT

Công tác thiết kế và thi công nền đường và công trình đắp trên đất yếu hiện nay ở nước ta phải tuân thủ theo các tiêu chuẩn do Bộ Xây Dựng và Bộ Giao Thông Vận Tải ban hành bao gồm TCXD 245:2000, 22TCN262-2000, 22TCN244-1998, 22TCN248-1998, và 22TCN236-1997. Qua nghiên cứu và áp dụng thấy rằng các tiêu chuẩn nầy còn một số vấn đề cần được làm rõ về ký hiệu, thuật ngữ, yêu cầu kỹ thuật về vật liệu địa kỹ thuật, các công thức tinh toán và đặc biệt là phương pháp luận về tính toán ổn định và biến dạng của nền đất yếu. Bài viết nầy trình bày nhận xét về các vấn đề vừa nêu cùng với những kiến nghị cho thực tế thiết kế và thi công xử lý nền.

ABSTRACT

Design and construction of highway embankment and other earth structures on soft ground in Vietnam has been conducted following standards issued by Ministry of Construction and Ministry of Transport including TCXD 245-2000, 22TCN 262-2000, 22TCN 244-98, 22TCN 248-98, and 22TCN236-1997. It has been found that some notations, definitions, technical requirements of geosynthetics, and equations and methodology of calculating settlements and stability given in the above standards are not clear or mistaken. Discussions and recommendations for design and construction practice using the aforementioned standards are presented in this paper.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, công tác khảo sát, thiết kế, thi công và nghiệm thu nền đường và công trình đắp trên đất yếu được thực hiện theo các tiêu chuẩn được ban hành trong thời gian gần đây như sau:

- 22TCN 262-2000: Qui trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu do Bộ GTVT ban hành ngày 01/06/2000.
- TCXD 245:2000: Gia cố nền đất yếu bằng bấc thấm thoát nước do Bộ Xây Dựng ban hành ngày 29/06/2000.
- 22TCN 248-98: Tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu Vải địa kỹ thuật trong xây dựng nền đắp trên đất yếu do Bộ GTVT ban hành, có hiệu lực từ ngày 05/09/1998.
- 22TCN 244-98: Qui trình thiết kế xử lý nền đất yếu bằng bấc thấm trong xây dựng nền đường do Bộ GTVT ban hành, có hiệu lực từ ngày 04/05/1998.
- 22TCN 236-97: Qui trình kỹ thuật thi công và nghiệm thu bấc thấm trong xây dựng nền đường trên đất yếu do Bộ GTVT ban hành ngày 17/05/1997.

Việc ban hành các tiêu chuẩn vừa nêu đã có tác động tích cực cho việc ứng dụng công nghệ mới trong xử lý nền đất yếu ở nước ta. Tuy nhiên, nhiều công trình xử lý nền theo các qui trình vừa nêu vẫn không khắc phục được sự cố đặc biệt là việc kiểm soát độ lún dư sau khi dỡ tải. Trong quá trình nghiên cứu áp dụng, chúng tôi nhận thấy trong các tiêu chuẩn vừa nêu còn nhiều điểm không thống nhất về thuật ngữ và ký hiệu, không rõ ràng và nhiều sai sót trong các công thức tính toán, và đặc biệt là có những quan điểm chưa hoàn toàn hợp lý về phương pháp luận trong việc tính toán ổn định và biến dạng của nền đất yếu. Một số vấn đề vừa nêu

được trình bày trong bài viết nầy cùng với các kiến nghị với mong muốn làm cho các tiêu chuẩn ngày càng được hoàn thiện hơn.

2. NỀN ĐẤT YẾU VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN

2.1 Khái niệm về đất yếu

Định nghĩa và đặc trưng của nền đất yếu trình bày trong 22TCN 262-2000 và TCXD 245:2000 *"là đất yếu nếu ở trạng thái tự nhiên, độ ẩm của chúng gần bằng hoặc cao hơn giới hạn chảy, hệ số rỗng lớn, lực dính C theo cắt quả cắt nhanh không thoát nước từ 0.15 daN/cm^{2}trở xuống, góc nội ma sát từ 0^0 đến 10^0 hoặc lực dính từ kết quả cắt cánh hiện trường $C_u \le 0.35$daN/cm^2"*. Phần lớn các nước trên thế giới thống nhất về định nghĩa nền đất yếu theo sức kháng cắt không thoát nước, s_u, và trị số xuyên tiêu chuẩn, N, như sau:

- Đất rất yếu: $s_u \le 12.5$ kPa hoặc $N \le 2$
- Đất yếu: $s_u \le 25$ kPa hoặc $N \le 4$

Định nghĩa vừa nêu ngắn gọn, cụ thể, và chuẩn xác hơn.

2.2 Khảo sát và thí nghiệm phục vụ thiết kế

Nội dung khảo sát thí nghiệm và hồ sơ địa kỹ thuật phục vụ cho thiết kế nêu ở Điều 4.1.2 của TCXD 245:2000 và Điều III.1.2 của 22TCN 262-2000 không rõ ràng về các số liệu thị nghiệm rất cần thiết sau đây:

- Góc ma sát ϕ_{cu} (theo sơ đồ cố kết – cắt nhanh, CU) dùng để tính toán ổn định trong quá trình cố kết của nền.
- Hệ số cố kết theo phương ngang, c_h, dùng để tính lún cố kết của nền khi xử lý bằng bấc thấm, giếng cát, cọc cát.
- Hệ số cố kết thứ cấp, c, dùng để tính toán lún cố kết thứ cấp của nền.

Trong khi đó, theo 22TCN 262-2000, qui định về khối lượng lấy mẫu nguyên dạng (1 m đến 2 m lấy một mẫu – Điều III.3.4) và các thí nghiệm trong phòng (cho tất cả các mẫu nguyên dạng – Điều III.3.5) là quá nhiều về số lượng nhưng không đủ về các chỉ tiêu cần thiết cho tính toán thiết kế. Cũng cần phải nói thêm là thí nghiệm cắt phẳng theo sơ đồ không cố kết-cắt nhanh và thí nghiệm nén lún (nhanh) như thực tế chúng ta đang làm là không phù hợp đối với tính toán thiết kế nền đất sét yếu bão hoà nước.

2.3 Yêu cầu thiết kế về ổn định và độ lún

2.3.1 Yêu cầu về ổn định

22TCN 262-2000 và TCXD 245:2000 đều qui định về hệ số an toàn chống trượt tính theo cung trượt tròn, K_{min}, của nền đắp trên đất yếu như sau:

- $K_{min} \ge 1.40$ khi tính theo phương pháp Bishop.
- $K_{min} \ge 1.20$ khi tính theo phương pháp phân mảnh cổ điển.

Có thể chứng minh được rằng, với nền đất yếu bão hoà nước, khi sử dụng các thông số kháng cắt không thoát nước của đất nền, $\phi = 0$ và $c = s_u$, để tính toán ổn định theo phương pháp cân bằng giới hạn giả định cung trượt tròn, thì bất cứ phương pháp nào thoả mãn hệ phương trình cân bằng momen đều cho hệ số an toàn gần giống nhau [1]. Do đó, nếu áp dụng yêu cầu về hệ số an toàn như nêu trên sẽ gặp nghịch lý như sau: với cùng điều kiện về chiều cao đất đắp và đất nền, nếu dùng phương pháp Bishop sẽ phải chọn mái taluy của nền đường thoải hơn so với phương pháp phân mảnh cổ điển. Về cơ sở khoa học, phương pháp phân mảnh cổ điển chỉ thoả mãn một phương trình cân bằng momen nên trong một số trường hợp cho kết quả sai lệch hơn 50% so với các phương pháp chính tắc thoả mãn cả 3 phương trình cân bằng momen, lực đứng, và lực ngang như các phương pháp Janbu, Spencer, Morgenstence-Price. Phương pháp Bishop đơn giản hoá (Simplified Bishop) chỉ thoả mãn 2 phương trình cân bằng momen và cân bằng lực ngang nhưng đã được chứng minh rằng kết quả tính toán chỉ sai lệch so với các phương pháp chính tắc không quá 5%. Chính vì vậy nên phương pháp nầy được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới để tính toán ổn định kể cả với nền đất không yếu. Từ đó, có thể thấy rằng việc qui định hệ số an toàn theo phương pháp tính toán ổn định là không hợp lý mà nên được qui định theo mức độ tin cậy về tài liệu khảo sát địa kỹ thuật như qui định trong tiêu chuẩn ASSHTO.

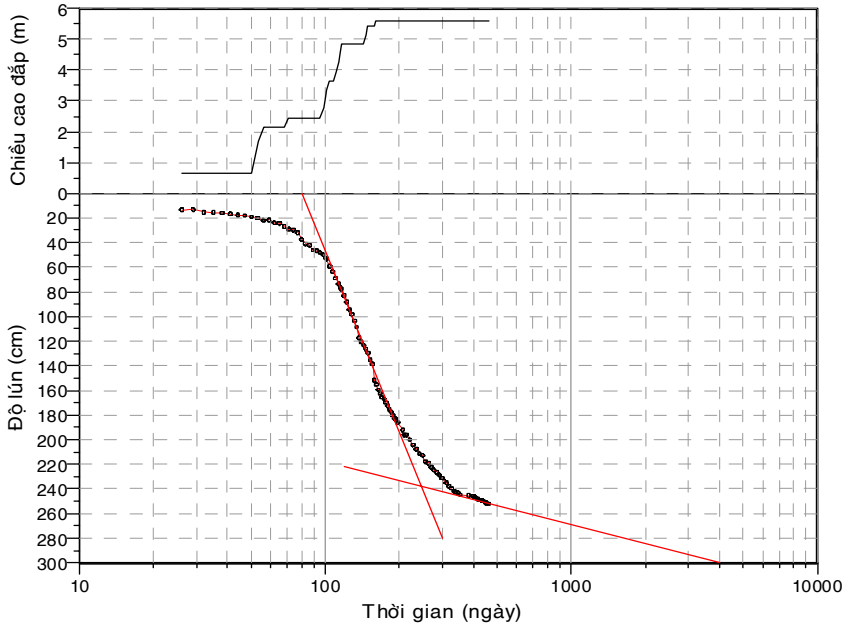
2.3.2 Yêu cầu về độ lún

Trong cả 3 tiêu chuẩn, 22TCN 262-2000, TCXD 245:2000 và 22TCN 244-98, tổng độ lún tính toán của nền đất yếu, S, và mức độ cố kết yêu cầu, U, trước khi dỡ tải như sau:

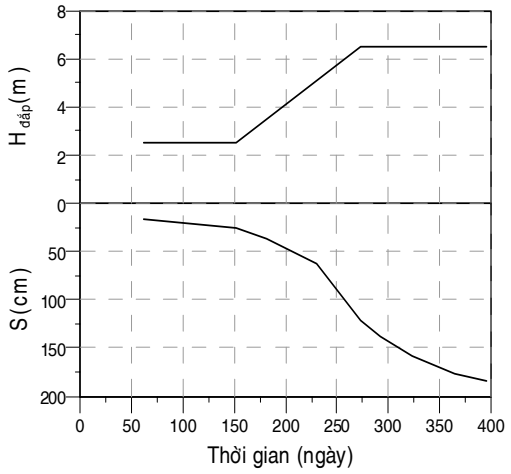
$$S = S_i + S_c \text{ và } U \geq 90\% \qquad (1)$$

Trong đó, S_i là độ lún tức thời, S_c là lún cố kết sơ cấp, và U mức độ cố kết của nền đất yếu ứng với tải trọng làm việc. Nếu tuân thủ theo yêu cầu vừa nêu thì độ lún dư cho phép trong thời gian vận hành sẽ bao gồm 10% độ lún cố kết sơ cấp và toàn bộ độ lún cố kết thứ cấp. Độ lún dư nầy có thể lên đến hơn 30 % độ lún sơ cấp S_c, và có thể xảy ra chỉ trong thời gian từ 10 đến 20 năm với tốc độ lún dư trong những năm đầu lớn hơn 2 cm/năm nếu nền được xử lý bằng bấc thấm hoặc giếng cát. Phân tích độ lún thực đo tại công trình kho cảng Thi vải ở Hình 1 cho thấy độ lún thứ cấp trong 10 năm khoảng 60 cm gần bằng 25% tổng độ lún cố kết sơ cấp. Có thể đây là một trong những lý do gây ra tốc độ lún dư quá lớn trong nhiều công trình xây dựng trong những năm gần đây như cầu vượt Nguyễn Hữu Cảnh, đoạn đường tiếp cận hầm chui Văn Thánh, kho cảng Thị Vải.

Về qui định tốc độ lún trong thời gian chất tải phải nhỏ hơn 1 cm/ngày cũng chưa có cơ sở chắc chắn. Bởi vì nhiều công trình xử lý nền bằng bấc thấm có tốc độ lún lớn hơn 1 cm/ngày vẫn bảo đảm ổn định trong quá trình chất tải như nền kho cảng Thị Vải, nền Siêu thị Bourbon An Lạc – TPHCM (Hình 2), nền sân bay quốc tế Bangkok ở Nong Ngu Hao,Thái lan [2]. Từ Hình 2 có thể thấy rằng tốc độ lún lớn nhất trong thời gian chất tải khoảng 1.5 cm/ngày.



Hình 1: Lún theo thời gian của nền xử lý bằng bấc thấm ở Kho Cảng Thị Vải



Hình 2: Lún theo thời gian trong ở công trình Bourbon An Lạc – TPHCM

2.4 Sức kháng cắt không thoát nước của nền đất yếu

Sức kháng cắt không thoát nước, s_u, của nền đất yếu theo Ladd [3] được áp dụng phổ biến trên thế giới như sau:

$$s_u = \alpha.\sigma'_v (OCR)^m \quad (2)$$

trong đó:

- α và m là cao hệ số tuỳ thuộc vào tính chất của đất yếu, thường được lấy α = 0.22 và m = 0.8 nếu không có số liệu thí nghiệm.
- OCR = σ'_p / σ'_v = hệ số tiền cố kết, trong đó σ'_p là áp lực tiền cố kết và σ'_v là ứng suất hữu hiệu theo phương đứng của đất nền.

Dễ dàng nhận thấy rằng công thức (V.6) của 22TCN 262-2000 được viết từ công thức (2) nêu trên nhưng trong công thức (V.6) có nhầm lẫn cần phải được hiệu chỉnh lại cho đúng. Có thể tham khảo thêm ở tài liệu [4].

Về sự gia tăng của sức kháng cắt không thoát nước theo mức độ cố kết nêu trong Điều 4.9.4-TCXD 245:2000 không giải thích rõ góc ma sát trong ϕ là góc ma sát theo sơ đồ cắt nào và theo ứng suất hữu hiệu hay theo tổng ứng suất. Nếu dùng ϕ từ thí nghiệm cắt phẳng theo sơ đồ không cố kết - cắt nhanh như thường dùng là không đúng mà phải dùng ϕ_{cu} từ thí nghiệm cắt phẳng hoặc cắt 3 trục theo sơ đồ cố kết-cắt nhanh (CU).

2.5 Về công thức tính toán hệ số ổn định

Công thức (III.7) và (V.2) trong TCXD 245:2000 và 22TCN 262:2000 về tính toán hệ số ổn định theo phương pháp Bishop không đúng với công thức nguyên bản của Bishop vì thiếu thành phần áp lực nước kẽ rỗng, u. Vì vậy, nếu muốn dùng các công thức nầy thì cần phải ghi chú rõ các thông số kháng cắt ϕ, c là các thông số theo ứng suất tổng nghĩa là phải tính toán ổn định theo phương pháp tổng ứng suất (Total Stress Analysis - TSA). Tuy nhiên, dùng phương pháp TSA để tính toán hệ số ổn định trong quá trình thi công đắp nhiều giai đoạn trên nền đất yếu sẽ không thuận tiện và không an toàn bằng tính toán theo phương pháp sức kháng cắt không thoát nước (Undrained Strength Analysis – USA) như đã được phân tích rất chi tiết bởi Ladd (1990) [3].

3. VẢI ĐỊA KỸ THUẬT VÀ BẤC THẤM

3.1 Vải địa kỹ thuật

Vải địa kỹ thuật (geotextile) theo qui trình sản xuất có thể phân thành 3 loại chính gồm vải không dệt (non woven geotextile), vải dệt (woven geotextile), và vải kết hợp (composite geotextile). Vải không dệt có độ giãn dài kéo đứt, ε, (trung bình của 2 phương dọc và ngang cuộn) lớn hơn 35 %. Vải không dệt có 2 loại chính: loại ép nhiệt có $\varepsilon < 50\%$ và loại xuyên kim có $\varepsilon > 50\%$. Vải dệt và vải kết hợp thường có độ giãn dài kéo đứt nhỏ hơn 25 %. Trong xây dựng nền đường đắp trên đất yếu, vải không dệt thường được dùng với chức năng phân cách còn vải dệt hoặc vải kết hợp thường được dùng với chức năng gia cường (làm cốt chịu kéo chống trượt sâu). Để bảo đảm điều kiện kinh tế và kỹ thuật, vải địa kỹ thuật phải được tính toán lựa chọn theo chức năng chính mà nó làm việc. TCXD 245:2000, 22TCN 262:2000 và 22TCN 248:98 dùng chung yêu cầu kỹ thuật cho vải gia cường và vải phân cách. Điều nầy vừa gây lãng phí (nếu vải có chức năng chính là phân cách) vừa không an toàn (nếu vải có chức năng chính là gia cường). Các yêu cầu kỹ thuật về lựa chọn vải còn nhiều điểm không thông nhất giữa các tiêu chuẩn, không hợp lý về cơ sở khoa học và thực tiễn, và đặt biệt là không rõ ràng về thuật

ngữ, ký hiệu, và tiêu chuẩn thử nghiệm như một số dẫn chứng sau đây.

- Yêu cầu về cường độ kéo giật nhỏ nhất (ASTM D 4632) của vải theo 22TCN 248:98 là 1.8 kN, theo TCXD 245:2000 là 1.0 kN. Nếu tuân thủ theo các qui định nầy sẽ gây lãng phí rất lớn vì ngay cả theo hướng dẫn của ASSHTO [5] thì yêu cầu về cường độ kéo giật của vải phân cách trong mọi trường hợp chỉ vào khoảng từ 0.5 kN đến 1.2 kN. Lưu ý rằng nhiều công trình lớn đã và đang xây dựng như QL 51, đường Xuyên Á, đại lộ Đông Tây, đường cao tốc Sài Gòn – Trung Lương, đều dùng vải phân cách có cướng độ kéo giật nhỏ hơn 1.0 kN.
- Yêu cầu về độ giãn dài khi đứt (ASTM 4632) phải nhỏ hơn hoặc bằng 65% chung cho vải phân cách và vải gia cường là không kinh tế đối với vải phân cách và không an toàn đối với vải gia cường. Với vải phân cách cần có độ giãn dài càng lớn càng tốt để bảo đảm điều kiện chống xuyên thủng do tải trọng cục bộ của bánh xe như thể hiện ở Bảng 1 và Bảng 2. Ngược lại, với vải gia cường cần phải có độ giãn dài kéo đứt càng nhỏ càng tốt nhằm phát huy nội lực trong cốt gia cường ở biến dạng nhỏ nhằm bảo đảm điều kiện tương thích về biến dạng của đất và cốt gia cường. Do đó, theo qui định trong tiêu chuẩn BS 8006 của Anh, cường độ chịu kéo tới hạn (còn gọi là cường độ chịu kéo đăc trưng – characteristic tensile strength) ở mức biến dạng ε = 10% được dùng để tính toán lựa chọn vải chứ không lấy theo cường độ kéo đứt như trong TCXD 245:2000.

Bảng 1: Lựa chọn cường độ vải phân cách nền đường theo ASSHTO-Task Force 25 [4]

Điều kiện làm việc của đường	Cường độ kéo giật ASTM D4632 (N)		Cường độ xuyên thủng ASTM D4833 (N)		Cường độ xé rách ASTM D 4533 (N)	
	ε < 50%	ε > 50%	ε < 50%	ε > 50%	ε < 50%	ε > 50%
Trung bình (M)	801	512	311	178	311	178
Cao (H)	1201	801	445	334	445	334

Ghi chú: H, M xác định theo Bảng 2; ε <50%: vải có độ giãn dài khi đứt (trung bình theo 2 phương) nhỏ hơn 50%; ε > 50%: vải có độ giãn dài khi đứt lớn hơn 50%

Bảng 2: Điều kiện làm việc của đường theo ASSHTO-Task Force 25 [4]

CBR của nền đất yếu	<1		1÷ 2		> 3	
Ap lực bánh xe thi công (kPa)	> 350	< 350	> 350	< 350	> 350	< 350
T = 100 mm	NR	NR	H	H	M	M
T= 150 mm	NR	NR	H	H	M	M
T = 300 mm	NR	H	M	M	M	M
T = 450 mm	H	M	M	M	M	M

Ghi chú: NR = Không kiến nghị sử dụng vải địa kỹ thuật đơn thuần mà cần phải tăng thêm chiều dày lớp đắp; M = điều kiện làm việc trung bình; H = điều kiện làm việc cao; T = chiều dày lớp đất đắp sau khi đầm

Dễ dàng nhận thấy rằng việc lựa chọn vải địa kỹ thuật theo Bảng 1 và Bảng 2 là rõ ràng, cụ thể, và hợp lý hơn nhiều so với Bảng IV.1 trong 22TCN 262-2000 hoặc Điều 4.4 của TCXD 245:2000. Ngoài ra, các thông số kỹ thuật của vải nêu trong 22TCN 262-2000 và TCXD 245: 2000 đều không có tiêu chuẩn thử nghiệm kèm theo, sẽ gây trở ngại rất nhiều trong thiết kế, thi công và nghiệm thu. Bởi vì, với vải địa kỹ thuật, thử nghiệm theo tiêu chuẩn khác nhau sẽ có kết quả không giống nhau. Thí dụ như cường độ kháng xuyên thủng xác định theo tiêu chuẩn thử ISO lớn hơn theo ASTM trên 5 lần, kích thuớc lỗ vải (opening size) thử nghiệm theo tiêu chuẩn ISO nhỏ hơn theo tiêu chuẩn ASTM khoảng 2 lần.

3.2 Bấc thấm và xử lý nền bằng bấc thấm

Ngoài một số vấn đề liên quan đến nền đất yếu và vải địa kỹ thuật đã nêu, còn một số vấn đề cần xem xét như sau:

- Định nghĩa bấc thấm có chiều dày từ 4 mm đến 7 mm theo TCXD 245:2000 là không phù hợp vì chiều dày bấc thấm được sản xuất phổ

biến trên thế giới hiện nay chỉ nằm trong khoảng 3 mm đến 5 mm.

- Chiều dày tầng đệm cát phải lớn hơn độ lún dự báo như qui định trong TCXD 245:2000 là không kinh tế vì cát hạt trung thô vừa khan hiếm vừa đắt tiền trong khi đó về yêu cầu kỹ thuật về thoát nước và từ các công trình thực tế cho thấy chiều dày 50 cm – 60 cm là đủ [2],[4].
- Áp lực do lớp gia tải gây nên phải lớn hơn áp lực tiền cố kết của đất nền như qui định trong TCXD 245:2000 là quá lớn và nhiều khi không thể thực hiện được (thí dụ: ở độ sâu 20 m, đất có áp lực tiền cố kết là 120 kPa, nền đường rộng 20 m, để có áp lực tăng thêm ≥ 120 kPa cần phải có tải trọng gia tải trên mặt nền khoảng 240 kPa tương đương 12 m đất đắp.
- Khả năng thoát nước q_w dùng để tính toán hệ số sức cản F_r lấy theo chứng chỉ xuất xưởng của nhà sản xuất như qui định trong TCXD 245:2000 và 22TCN 262-2000 là không an toàn mà cần phải chia cho hệ số an toàn k_q nhằm xét đến điều kiện biến dạng của bấc do lún của nền đất yếu. Hệ số k_q có thể lớn hơn 20 [2],[4].

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Các tiêu chuẩn vừa nêu cần được sửa chữa và cập nhật.
- Về thuật ngữ và ký hiệu, nên áp dụng thống nhất theo qui ước thông dụng quốc tế.
- Cần phân biệt yêu cầu kỹ thuật của vải gia cường và vải phân cách.
- Yêu cầu kỹ thuật của vải địa kỹ thuật và bấc thấm phải có tiêu chuẩn thử nghiệm kèm theo.
- Cần bổ sung các thí nghiệm CPTU, nén cố kết, và CU để có đủ căn cứ cho thiết kế xử lý nền bằng bấc thấm và giếng cát.
- Nên dùng phương pháp sức kháng cắt không thoát nước để tính toán ổn định trong quá trình chất tải trên nền đất yếu, hệ số an toàn nên lấy bằng 1.3 không phân biệt tính theo Bishop hay phân mảnh cổ điển.
- Để giảm độ lún dư của nền xử lý bằng bấc thấm và giếng cát, cần phải xét thêm độ lún cố kết thứ cấp và độ lún yêu cầu trước khi dỡ tải $S_{yc} \geq S_i + 0.9S_c + S_s$, trong đó S_s là độ lún thứ cấp trong một chu kỳ log hoặc trong thời gian vận hành công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. P.V. Long, D.T. Bergado, and A.S. Balasubramaniam, Stability Analysis of Reinforced and Unreinforced Embankments on Soft Ground. *Geosynthetics International*, Vol. 3, No. 5 (1996), pp. 583-604.
2. D.T. Bergado, P.V. Long, and A.S. Balasubramaniam. Compressibility and Flow Parameters from PVD Improved Soft Bangkok Clay. *Geotechnical Engineering,* Vol. 27, No.1, (1996) pp. 1-20.
3. C.C. Ladd, Stability Evaluation During Stage Construction, The 22th Terzaghi Lecture, MIT, USA (1990).
4. P.V. Long & D.T. Bergado, Thiết Kế Xử Lý Nền Đất Yếu Bằng Chất Tải Trước Kết Hợp Với Thoát Nước Đứng, Hội Nghị Khoa Học ĐCCT Với Sự Nghiệp HĐH-CNH Đất Nước, Hà Nội (1997), trang 259-282.
5. R.D. Holtz, B.R. Christopher, and R.R. Berg, Geosynthetic Design & Construction Guidelines, U.S. Department of Highway, Pubplication No. FHWA-HI-95 (1995).