

CƠ CHẾ TƯƠNG TÁC VÀ XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TƯƠNG TÁC ĐẤT VỚI CỐT PHỤC VỤ TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CÔNG TRÌNH ĐẤT CÓ CỐT

VŨ ĐÌNH HÙNG, KHỔNG TRUNG DUÂN

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đất được ổn định cơ học nhờ cốt là các vật liệu đưa vào từ bên ngoài không phải là một ý tưởng mới mà đã được thực hiện từ rất lâu. Công nghệ đất có cốt được bắt đầu từ những vật liệu cốt sơ khai như rơm thêm vào đất sét để nâng cao chất lượng gạch không nung, sử dụng thân cây và cành cây trong gia cố nền móng của đê và đường, tiếp đến là việc sử dụng các thanh/dải kim loại, sau đó là việc chế tạo lưới chất dẻo bền vững như Tensar và Tanax có độ cứng chịu giãn cao và chống được ăn mòn, đã làm cho việc sử dụng cốt lưới với đất đắp ma sát - dính phát triển. Ngày nay là vật liệu vải địa bằng chất dẻo (polymer geotextile), bao gồm cả loại dệt lẫn không dệt (gọi chung là Vải địa kỹ thuật) đang được sử dụng rộng rãi và hiệu quả nhằm gia cố nền đất yếu, taluy đường, bờ đê sông-biển, xây dựng các công trình chống trượt lở sườn dốc, hạn chế ảnh hưởng của động đất...

Sự phát triển của công nghệ đất có cốt không chỉ dừng lại ở phát triển về vật liệu chế tạo cốt mà còn phát triển cả phương pháp tính như [5]: phương pháp khối trượt nêm hai phần, phương pháp phân mảnh để tính toán mặt trượt tròn, phương pháp ứng suất kết hợp, phương pháp mặt trượt xoắn ốc logarit, phương pháp trọng lực dính kết... Không dừng lại ở các phương pháp tính, các phần mềm tính toán địa kỹ thuật (VĐKT) cũng đã cố gắng đưa thêm trường hợp tính toán có cốt tham gia (Sted, Geo-Slope, Plaxis...).

Thực tế ứng dụng công nghệ này ở Việt Nam còn gặp một số khó khăn như chưa có tài liệu hướng dẫn tính toán đầy đủ về công nghệ, nhiều người thiết kế và thi công chưa hiểu bản chất cơ chế tương tác đất với cốt, các thông số tính toán và phương pháp xác định, dẫn đến chọn và xử lý số liệu đầu vào gặp nhiều khó khăn mỗi khi tính toán... Bài báo xin giới thiệu một số kết quả nghiên cứu lý thuyết, thí nghiệm

làm cơ sở đưa ra bộ số liệu đầu vào cho phân tích ổn định công trình đất có cốt của nhóm nghiên cứu Trung tâm Thủy công nay là Viện Thủy công thuộc Viện Khoa Thủy lợi Việt Nam.

II. CƠ CHẾ TƯƠNG TÁC ĐẤT CỐT

Có hai cơ chế tương tác chủ đạo đất và cốt là phương thức truyền lực thông qua ma sát và phương thức truyền lực thông qua sức cản bị động của đất. Đối với cốt dạng đai mỏng, dạng tấm, dạng khung, dạng lưới, dạng mạng truyền lực thông qua ma sát; cốt dạng khung, dạng lưới, dạng mạng là các loại có các phần tử cốt vuông góc với phương truyền lực kéo thì mới có thêm lực truyền thông qua sức cản bị động của đất. Bài báo này giới thiệu các nghiên cứu sử dụng cốt gia cố dạng vải với ba tính năng (gia cố, lọc + dẫn nước và phân cách) nên phương thức nghiên cứu được xem xét chỉ là sức cản do ma sát. Có hai trạng thái giới hạn có thể xảy ra đối với cơ chế tương tác này, đó là sự trượt của đất trên cốt và cốt bị kéo tuột khỏi đất (*hình 1*). Sức cản ma sát được xác định từ hai trạng thái này thông qua hai thí nghiệm tương ứng đó là Cắt trực tiếp và Kéo rút.

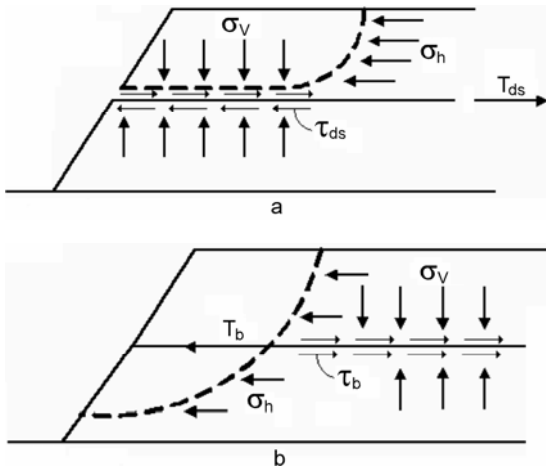
1. Đất trượt trên vải - sức kháng cắt

Hình 1a mô tả trạng thái phá hoại do khối đất trượt trực tiếp trên bề mặt của cốt vải. Biểu thức tổng quát của sức kháng cắt trực tiếp đưa ra như sau:

$$f_{ds} \operatorname{tg} \phi_{ds} = \alpha_{ds} \operatorname{tg} \delta + (1 - \alpha_{ds}) \operatorname{tg} \phi_{ds} \quad (1)$$

trong đó: f_{ds} - hệ số kháng cắt trực tiếp, ϕ_{ds} - góc ma sát của đất từ thí nghiệm cắt trực tiếp, δ - góc ma sát bề mặt giữa cốt và đất, α_{ds} - phần diện tích bề mặt cốt tạo ra sức kháng cắt trực tiếp.

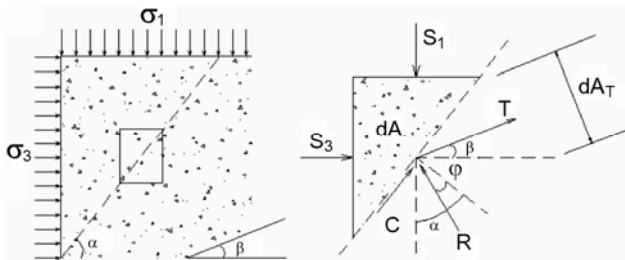
Khi $\alpha_{ds} = 0$, đó là trường hợp cắt đất trên đất và $f_{ds} = 1,0$. Khi $\alpha_{ds} = 1,0$, đất bị cắt trên bề mặt phẳng của cốt (dạng tấm) và $f_{ds} = \operatorname{tg} \delta / \operatorname{tg} \phi_{ds}$.



Hình 1. Mô hình tương tác đất - cốt
a. Khối đất trượt trên mặt vải, b. Khối trượt gây ra sự kéo rút vải khỏi khối đất

2. Cốt tuột khỏi đất - sức kháng kéo

Hình 1b mô tả trạng thái phá hoại do cốt vải bị kéo tuột khỏi khối đất. Biểu thức tổng quát biểu



Các lực trên hình 2 : $S_1 = \sigma_1 \cdot dA \cdot \cos\alpha$, $S_3 = \sigma_3 \cdot dA \cdot \sin\alpha$, $C = c \cdot dA$ (lực dính) ;

$T = \sigma_R \cdot dA_T = \sigma_R \cdot dA \cdot \sin(\alpha - \beta)$ (lực trong cốt), R - lực ma sát trong của đất.

Có hai trạng thái giới hạn đối với đất có cốt xảy ra : 1) khi cốt mất khả năng chịu lực và bị đứt ; 2) khi cốt bị trượt trong đất do thiếu lực ma sát giữa cốt và đất.

Giới hạn 1 : trường hợp này xảy ra khi $\sigma_R = \sigma_R^{\max}$, với trạng thái giới hạn này ta có lực dính trong đất tăng thêm một lượng là [2] :

$$c_R = c + \frac{\sigma_R^{\max}}{2\sqrt{K_a}} \quad (c_R - \text{lực dính quy đổi khi có cốt})$$

$$\text{với, } \Delta c_R = c + \frac{\sigma_R^{\max}}{2\sqrt{K_a}} \quad (\text{lực dính "biểu kiến"})$$

diễn sức kháng kéo với các đại lượng liên quan trình bày ở (2) :

$$T_b = A_s \sigma'_v \text{tg}\delta \quad (2)$$

trong đó : T_f - sức kháng kéo, A_s - diện tích ma sát, σ'_v - ứng suất pháp trung bình, lấy bằng $0,75\sigma_v$ [2] với σ_v - áp lực thẳng đứng của lớp phủ, δ - góc ma sát bề mặt giữa cốt và đất.

3. Biểu hiện cải thiện góc ma sát trong và lực dính của khối đất nhờ cốt

Dưới tác dụng của tải trọng, nếu trạng thái ứng suất tại mỗi điểm bất kỳ trong khối đất đều thỏa mãn điều kiện $\tau \leq \sigma \text{tg}\phi + c$ thì khối đất ổn định. Trường hợp không ổn định hay ổn định ở mức độ thấp, ta cần có các biện pháp làm tăng giá trị vế phải của phương trình $(\sigma \text{tg}\phi + c)$, tức là tăng ϕ hoặc c , hoặc cả ϕ và c . Đưa cốt với số lượng và sự sắp xếp hợp lý vào trong khối đất là một biện pháp hữu hiệu.

Xét một phân tố đất có cốt tham gia chịu lực đồng thời ở hình 2 dưới đây :

← Hình 2.
Sơ đồ tính toán ổn định của khối đất ở trạng thái giới hạn trong trường hợp đất có cốt

Giới hạn 2 : khi cốt bị trượt (chiều dài neo vải không đảm bảo) trong đất thì $\sigma_R = \mu \cdot \sigma_n$, trạng thái giới hạn này cho ta hệ số góc ma sát trong của đất được tăng lên [2] :

$$\sin \phi_R = \frac{1 - K_a + \mu}{1 + K_a - \mu} > \frac{1 - K_a}{1 + K_a} = \sin \phi$$

Có thể biểu diễn trị số tăng của góc ma sát trong của đất dưới dạng biểu thức sau, $\Delta \sin \phi$:

$$\begin{aligned} \Delta \sin \phi_R &= \sin \phi_R - \sin \phi = \\ &= \frac{(1 - K_a + \mu)(1 + K_a) - (1 + K_a - \mu)(1 - K_a)}{(1 + K_a - \mu)(1 + K_a)} \\ &= \frac{2\mu}{(1 + K_a - \mu)(1 + K_a)} \end{aligned}$$

trong đó : $K_a = \text{tg}^2(\pi/4 - \phi/2) = (1 - \sin\phi)/(1 + \sin\phi)$, σ_R^{\max} - lực lớn nhất trong cốt lấy đối với 1 m² mặt cắt ngang của phân tố đất, μ - hệ số ma sát giữa cốt

và đất, φ - góc ma sát trong của đất, φ_R, c_R - góc ma sát trong và lực dính quy đổi của đất có cốt.

III. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TƯƠNG TÁC BẰNG THÍ NGHIỆM CẮT TRỰC TIẾP VÀ THÍ NGHIỆM KÉO

Quan sát sự làm việc ở hình 1 và lý thuyết trong mục II.1 và II.2 trên cho thấy, để phục vụ cho tính toán ổn định công trình đất có cốt, cần phải thí nghiệm xác định các thông số tương tác. Thí nghiệm tương ứng với trường hợp đất trượt trên vải mô tả trên hình 1a là thí nghiệm cắt trực tiếp và tương ứng với trường hợp cốt trượt mô tả trên hình 1b là thí nghiệm kéo rút.

1. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm được sử dụng loại AIM-2656 - Modified Direct Shear Apparatus của Ấn Độ (tại Phòng thí nghiệm của Viện Thủy công và Phòng Thí nghiệm địa kỹ thuật - Trường Đại học Thủy lợi). Thí nghiệm được thực hiện trong hộp cắt có kích thước 60 x 60 mm, chiều cao mẫu 30 mm (hình 3).

2. Vật liệu thí nghiệm

Vật liệu thí nghiệm là năm loại đất điển hình xây dựng đê biển ở miền Bắc Việt Nam (bảng 1).

Cốt VDKT dạng vải dệt, sử dụng hai loại phổ biến có trong nước của hãng Polyfelt, loại Pec và Aripack Co., Ltd, loại ARM.

3. Điều kiện thí nghiệm

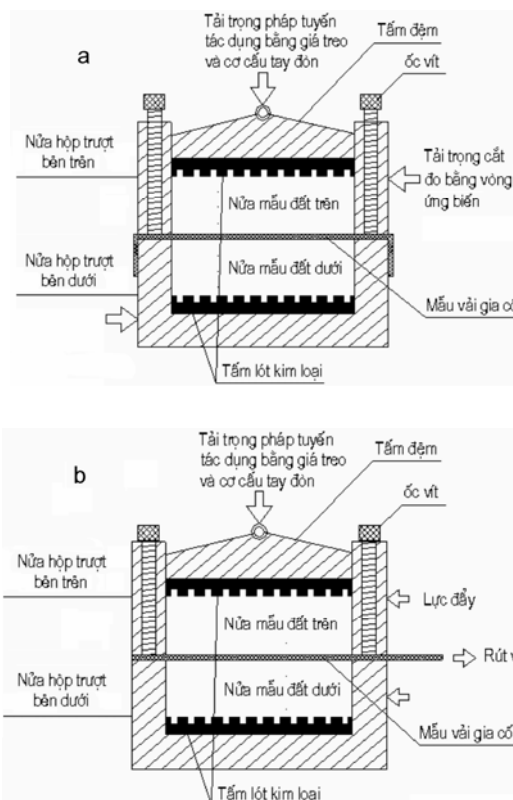
Tốc độ cắt (kéo) : 0,125 mm/phút (tốc độ B).

Nhiệt độ trong phòng thí nghiệm được duy trì trong khoảng từ 18° đến 20°.

Tổ hợp lực tác dụng : 0,5, 1,0, 2,0 Kg/cm².

4. Kết quả và bình luận

Xây dựng các kết quả đo trên hệ trục σ - τ cho thấy, quan hệ giữa ứng suất tiếp với ứng suất pháp



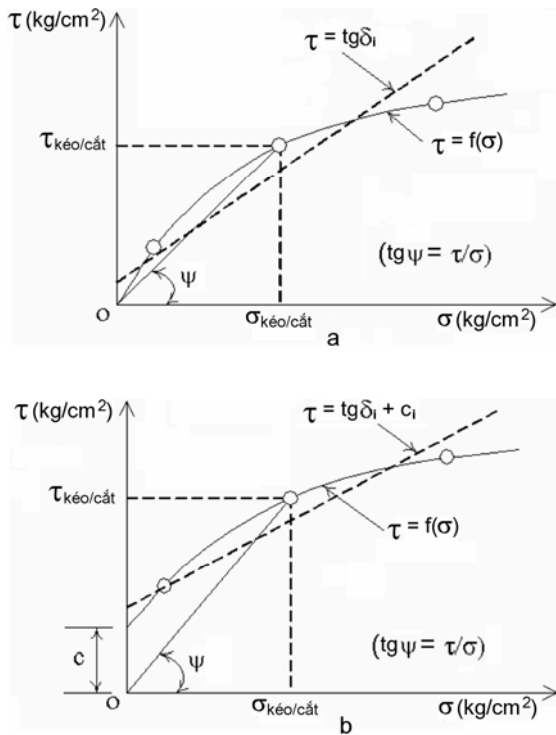
Hình 3. Mô hình cắt trượt mẫu đất trên vải trong hộp cắt

a. Mô hình thí nghiệm cắt trực tiếp, b. Mô hình thí nghiệm kéo rút cốt

trong thí nghiệm cắt hộp cũng như trong thí nghiệm kéo rút vải khỏi khối đất đều có dạng đường cong như hình 4. Đường cong này có thể xấp xỉ bằng một đường thẳng theo luật Coulomb có dạng phương trình $\tau = \sigma \delta_1 + C_1$ (đối với thí nghiệm cắt hộp) hay $\tau = \sigma \delta_2 + C_2$ (đối với thí nghiệm kéo rút vải); nhờ đường thẳng này có thể xác định được trị số $\delta_1, \delta_2, C_1, C_2$. Do tính phi tuyến của đường quan hệ $\tau = f(\sigma)$ nên khi tính toán có thể sử dụng góc kháng kéo ψ để đặc trưng cho cường độ kháng của cốt.

Bảng 1. Chỉ tiêu cơ lý của một số loại đất thí nghiệm

Loại đất	Tỷ lệ hạt cát lọt sàng 0,1 mm (%)	Độ ẩm tốt nhất W_{tn} (%)	Dung trọng khô lớn nhất $\gamma_{k,max}$ (KN/m ³)	Lực dính c (KN/m ²)	Góc ma sát trong φ (°)
Ninh Bình	54,10	17	1,56	5,30	4,60
Hải Phòng	45,40	16	1,47	10,20	3,95
Nam Định	81,20	12	1,90	19,48	29,26
Hà Nội	64,00	13	1,66	15,60	20,15
Đất cát	~100	9	2,05	0,00	35,00



Hình 4. Đường cong quan hệ giữa ứng suất tiếp (τ) với ứng suất pháp (σ)
 a. Đất cát ($c = 0$), b. Đất dính ($c \neq 0$)

Bảng 2. Hệ số f_{ds} , f_{po} đối với một số loại đất

Loại đất	Ninh Bình	Hải phòng	Nam Định	Hà Nội	Cát TC
Góc ma sát φ (°)	4,6	3,95	29,26	20,15	35
Polyfelt Rock Pec : δ_1	2,86	2,65	22,24	15	28,00
f_{ds}	0,62	0,67	0,76	0,73	0,80
Polyfelt Rock Pec : δ_2	2,72	2,54	21,08	14,01	26,25
f_{po}	0,59	0,64	0,72	0,68	0,75

Trong quá trình thí nghiệm cát hộp cũng như kéo rút vải khỏi khối đất, xuất hiện một lớp chuyển tiếp giữa vải và đất (e_{vd}) bị xáo trộn lớn, cho đến phá hoại. Chiều dày lớp chuyển tiếp e_{vd} đối với các loại đất, độ ẩm, độ chặt cũng như đối với các loại vải khác nhau có khác nhau. Đối với thí nghiệm cát hộp, chiều dày của $e_{vd} = 2,5 - 5,3$ mm, với thí nghiệm kéo rút vải thì $e_{vd} = 2,6 - 6,5$ mm. Chiều dày e_{vd} có thay đổi lớn khi đất ở độ ẩm tối ưu và vải có độ nhám lớn, điều này cũng có nghĩa hiệu quả tương tác tốt. Như vậy, sử dụng VDKT có tính nhám lớn sẽ cho hiệu quả gia cố tăng lên.

Độ ẩm của đất có ảnh hưởng nhiều đến kết quả thí nghiệm. Với độ ẩm hoặc quá nhỏ hoặc quá lớn,

Kết quả thí nghiệm cát trực tiếp và kéo đối với các loại đất được thể hiện ở trong *bảng 2*, thí nghiệm thực hiện ở nhiều cấp độ ẩm khác nhau (trong phạm vi độ ẩm tối ưu đến độ ẩm tự nhiên), lấy giá trị trung bình của f_{ds} , f_{po} theo các cấp độ ẩm này.

Hệ số tương tác ma sát f_{ds} tìm được trong quá trình thí nghiệm dao động từ 0,62 đến 0,8, hệ số f_{po} dao động từ 0,59 đến 0,75. Hệ số tương tác ma sát trong thí nghiệm kéo có xu hướng nhỏ hơn so với thí nghiệm cát hộp đối với cùng một loại đất, loại vải. Như vậy, sử dụng thí nghiệm nào cho tính toán thiết kế công trình đất có cốt cần căn cứ vào cơ chế tương tác đất với cốt và đặc điểm công trình; trong điều kiện không biết chắc điều kiện tương tác, chọn thí nghiệm kéo nhằm an toàn hơn cho công trình.

Kết hợp kết quả nghiên cứu của các tác giả khác cho thấy, đối với cốt là vải địa kỹ thuật thì hệ số tương tác f_{sd} và f_{po} đều cho trị số $\leq 1,0$ (ví dụ tiêu chuẩn của nền móng của Canada, Mỹ thường chọn là $f = 2/3$), chỉ trừ đối với sỏi và cốt dạng lưới có thể cho trị số $f_{po} = 1,05$. Hệ số tương tác ma sát biến đổi không theo quy luật đối với góc ma sát trong của đất (ví dụ không phải đất có góc ma sát trong lớn thì hệ số tương tác ma sát lớn và ngược lại). Điều đó càng khẳng định việc cần phải thí nghiệm cho từng loại đất, từng công trình cụ thể.

các hệ số tương tác f_{ds} , f_{po} sẽ giảm; điều này được giải thích khi độ ẩm nhỏ bề mặt hạt đất trơn và khi độ ẩm lớn dễ làm mất vải trơn dẫn đến hệ số ma sát nhỏ. Mỗi loại đất có một độ ẩm cho trị số ma sát lớn nhất, tùy từng điều kiện làm việc của kết cấu để quyết định độ ẩm nào phục vụ cho thí nghiệm, trong điều kiện không xác định được độ ẩm làm việc nên chọn ở trạng thái tự nhiên là an toàn.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy sức kháng cắt tại mặt tiếp xúc giữa vải và đất đối với cùng một loại đất sẽ không giống nhau mặc dù cùng một loại vải, bởi sức kháng cắt còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như loại đất, độ ẩm, trạng thái chặt của đất và các điều kiện thí nghiệm như độ chính xác của

thiết bị, phương pháp thí nghiệm, kích thước mẫu, tốc độ cắt, tổ hợp lực, nhiệt độ,... Do vậy, cần thiết thí nghiệm tương tác vôi - đất đối với các công trình cụ thể và theo tiêu chuẩn thí nghiệm của từng loại vôi. Trong thiết kế và xây dựng công trình đất có cốt, có thể sử dụng các hệ số tương tác kinh nghiệm cho tính toán ở bước nghiên cứu khả thi, giai đoạn thiết kế kỹ thuật bản vẽ thi công nhất thiết phải thí nghiệm xác định các hệ số này để đưa vào tính toán mới đảm bảo an toàn và hiệu quả cho công trình.

IV. XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU CƠ LÝ CỦA ĐẤT CÓ CỐT BẰNG THÍ NGHIỆM NÉN BA TRỤC

Thực hiện các thí nghiệm này để chứng minh phần lý thuyết mục II.3, cốt gia cố có tác dụng làm

tăng các chỉ tiêu cơ lý của đất, làm tăng cường độ chống cắt, tăng sức chịu tải, đồng thời để xác định chỉ tiêu cơ lý đất có cốt phục vụ tính toán ổn định công trình.

1. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm nén ba trục của hãng Whyken-hamFarance - Anh được đặt tại Phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật - Trường Đại học Thủy lợi (ảnh 1).

2. Vật liệu thí nghiệm

Đất thí nghiệm được khai thác tại đê vùng ven biển Giao Thủy - Nam Định là đất cát pha sét. Đất được chế bị để thí nghiệm có các chỉ tiêu cơ bản trình bày ở bảng 3.



Ảnh 1. Thiết bị nén ba trục

Bảng 3. Các chỉ tiêu cơ lý của đất nghiên cứu

Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Trị số
Thành phần hạt		
2,00 mm - 0,5 mm	%	2,37
0,25 mm	%	61,76
0,10 mm - 0,01 mm		25,09
< 0,005 mm		10,79
Độ ẩm chế bị, W_{cb}	%	12,00
Dung trọng ướt chế bị ($K=0,95$), $\gamma_{w, cb}$	T/m ³	2,022
Dung trọng khô chế bị, $\gamma_{d, cb}$	T/m ³	1,805
Giới hạn chảy, LL	%	23,78
Giới hạn dẻo, PL	%	17,02
Chỉ số dẻo, PI	%	6,76
Chỉ số chảy, LI		-2,34
Lực dính đơn vị, c	Kg/cm ²	19,48
Góc ma sát trong, φ	độ	24,24

Cốt VĐKT được sử dụng có hai loại : loại không thấm nước (biến dạng khi đứt 15 %, T = 15 kN/m) và mẫu VĐKT cho phép thấm nước (biến dạng khi đứt 60 %, T = 15k N/m).

3. Nội dung và quy trình thí nghiệm

a. Nội dung thí nghiệm

Thí nghiệm thực hiện với năm mẫu : mẫu CU không có cốt (MI), mẫu CU có cốt VĐKT không thấm nước (MII), mẫu CU có cốt VĐKT thấm nước (MIII), mẫu nén ba trục CD không có cốt (MI-CD), mẫu nén ba trục CD có cốt VĐKT thoát nước (MIII-CD).

b. Quy trình chế tạo mẫu

◆ Chế bị mẫu thí nghiệm nén ba trục đất không có cốt : đất được chế bị với độ ẩm tối ưu $W_{cb} = 12,0 \%$,

đưa vào cối đầm chuyên dụng, đầm ba lớp đồng đều đảm bảo đủ độ chặt theo quy định $K = 0,95$.

◆ Chế bị mẫu thí nghiệm nén ba trục với đất có cốt vải địa kỹ thuật : tương tự như với chế bị mẫu đất không có cốt, đất được chế bị với độ ẩm tối ưu theo tiêu chuẩn ; cốt VĐKT được cắt tròn với đường kính nhỏ hơn đường kính mẫu đất khoảng 2 mm (37/39 mm). Thực hiện việc đầm nén theo lớp, đầu tiên là đất, sau là vải, rồi lại lớp đất. Mẫu được chế bị hoàn chỉnh đạt độ chặt $K=0,95$, ba lớp VĐKT đặt cách đều nhau, tổng chiều cao mẫu nén là 80 mm.

- ◆ Quy trình tạo mẫu CU với các giai đoạn :
 - Giai đoạn bão hoà mẫu đất : sử dụng quy trình áp suất ngược ;
 - Giai đoạn cố kết : không dùng áp suất ngược ;
 - Giai đoạn nén với tốc độ gia tải theo quy định của tiêu chuẩn ASTM D2166, 0,66 mm/phút.
- ◆ Quy trình tạo mẫu CD cho đất có cốt VĐKT cũng thực hiện theo ba trục CU, chỉ khác nhau ở giai

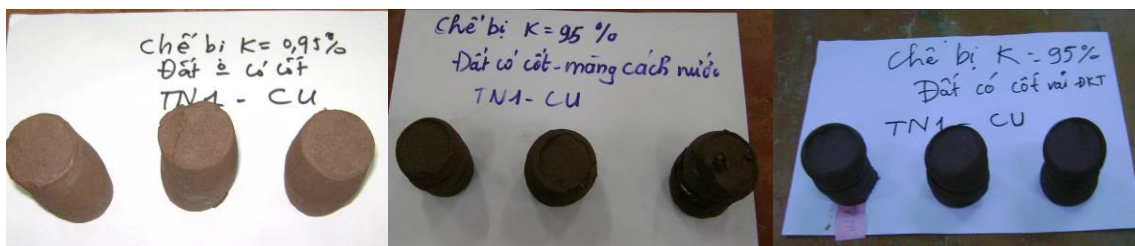
đoạn nén, đất được cố kết theo thể tích thay đổi, tốc độ cắt dựa vào đường cong thí nghiệm cố kết.

4. Kết quả thí nghiệm

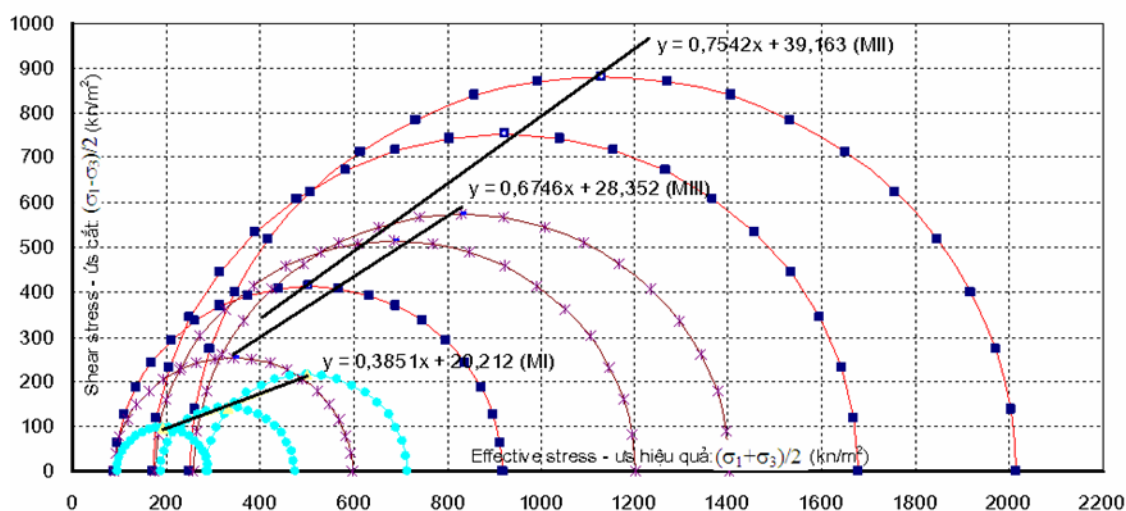
a. Thí nghiệm nén ba trục CU

Thí nghiệm tiến hành đối với ba loại mẫu : 1) mẫu đất không có cốt, 2) mẫu đất có cốt là màng cách nước, 3) mẫu đất có cốt là VĐKT (ảnh 2).

Khi mẫu đất chịu áp lực hông (σ_3), các kết quả thí nghiệm với mẫu đất có cốt đều đã chứng minh tính đúng đắn về mặt lý thuyết, đó là các giá trị về lực dính (c) và góc ma sát trong (φ) của khối đất có cốt được tăng lên rất lớn, tăng nhiều ở mẫu đất có cốt VĐKT không thấm nước (biến dạng để đạt cường độ kháng cắt đứt nhỏ). Chỉ tiêu kháng cắt hiệu quả đối với mẫu MII tăng gần như gấp hai lần ở cả hai trị số, còn mẫu MIII, góc ma sát trong tăng gần gấp hai lần, còn lực dính tăng một lần rưỡi (bảng 4, hình 5).



Ảnh 2. Thí nghiệm CU với mẫu đất không và có cốt VĐKT



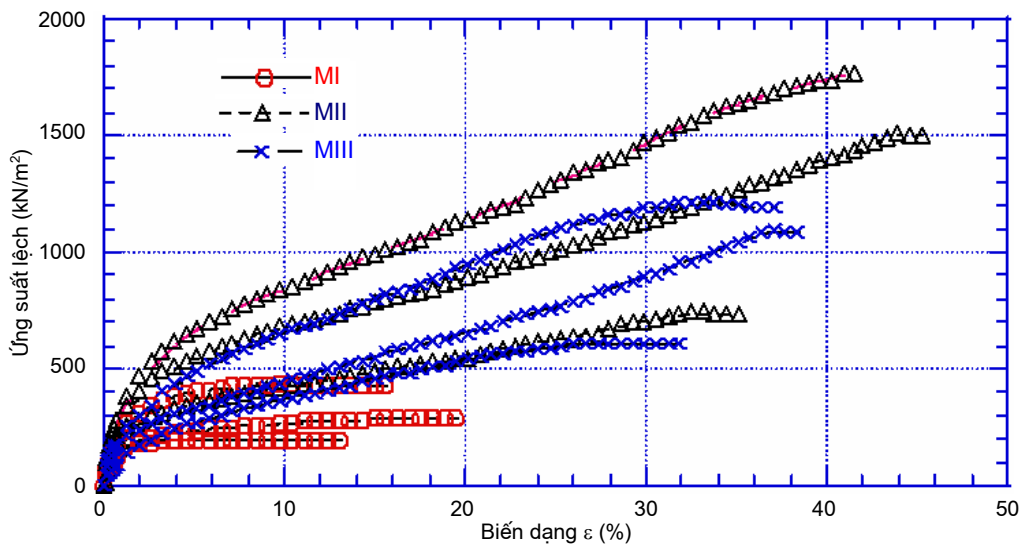
Hình 5. Biểu diễn qua vòng tròn Mohr ứng suất, xác định góc ma sát trong và lực dính hiệu quả của mẫu đất không và có cốt VĐKT

Nhờ có cốt VĐKT tham gia mà khả năng biến dạng của mẫu đất có cốt cũng được tăng thêm, biến dạng đến khi mẫu đất bị phá hoại tăng lên hơn hai lần so với mẫu đất không có cốt (đất không có cốt

biến dạng lớn nhất là 20 %, đất có cốt là 40 %, hình 6). Có được điều này nhờ cốt VĐKT đã làm nhiệm vụ phân tán ứng suất ra toàn miền chịu lực, nên khi mẫu đất đạt đến trạng thái phá hoại được

Bảng 4. Tổng hợp chỉ tiêu kháng cắt của các mẫu đất

Mẫu đất	Chỉ tiêu kháng cắt tự nhiên		Chỉ tiêu kháng cắt hiệu quả	
	φ (độ, phút)	c (kG/cm ²)	φ' (độ, phút)	c' (kG/cm ²)
Đất không có cốt (MI)	21°50'	20,98	22°39'	20,28
Đất có cốt VĐKT không thấm nước	40°15'	55,84	48°57'	39,16
Đất có cốt VĐKT thấm nước (MIII)	39°19'	37,06	42°25'	28,35



Hình 6. Quan hệ ứng suất và biến dạng của mẫu đất có cốt và không có cốt VĐKT

diễn ra trên toàn miền, không xuất hiện phá hoại cục bộ như mẫu đất không có cốt, nhờ đó mà điều kiện biến dạng của mẫu đất được tăng lên.

Như vậy, nhờ có cốt VĐKT mà đất gia cố đã tăng cường sức kháng cắt, tăng khả năng chịu lực và tăng khả năng cho phép biến dạng.

Nghiên cứu nén một trục (không trình bày trong bài báo này) và nén ba trục cho ta thấy, để cốt VĐKT phát huy hiệu quả trong khối đất gia cố, cốt VĐKT cần neo đầu hoặc bố trí cốt đủ chiều dài neo bám. Điều này rất quan trọng trong khi thiết kế tường chắn đất hoặc mái dốc (khi độ dốc lớn), cốt VĐKT tại bề mặt được neo lại bằng cách cuộn trở lại mới phát huy tốt nhất khả năng gia cố.

Khi thiết kế, nếu sử dụng cốt chỉ có chức năng gia cố, nên chọn cốt VĐKT có biến dạng nhỏ khi

đạt đến cường độ kháng cắt lớn nhất; nếu xét đến yếu tố cốt kết của khối đất theo thời gian, nên sử dụng VĐKT có tính thấm và dẫn nước để khai thác tối đa các tính năng của cốt đem lại trong gia cố đất (tăng cường độ, tăng tốc độ cốt kết là đất cũng tăng cường độ), sẽ đem lại hiệu quả kinh tế cao hơn.

Sử dụng thí nghiệm này để xác định góc ma sát trong và lực dính đơn vị của mẫu đất có cốt, tức là xác định được các chỉ tiêu cơ lý mẫu đất tương đương (mẫu đất có bao gồm cả cốt), có thể dùng các chỉ tiêu này vào các phần mềm tính toán ổn định công trình thông dụng hiện nay để phân tích (những phần mềm chưa có hỗ trợ tính toán đất có cốt). Tuy nhiên, sử dụng các số liệu này cần lưu ý tính tương thích về chiều cao lớp đất và cường độ cốt VĐKT sử dụng trong mô hình thí nghiệm và trong thực tế công trình.

b. Thí nghiệm nén ba trục CD

Đối với các loại đất yếu chứa hàm lượng sét lớn, khi chọn cốt VĐKT gia cố cho đất cần quan tâm đến hai yếu tố là cường độ và khả năng dẫn và thoát nước của chúng. Cường độ của cốt làm tăng các chỉ tiêu cơ lý như đã chứng minh trong các thí nghiệm mục IV.4.a trên, còn khả năng thoát nước của cốt sẽ có tác dụng làm tăng khả năng kháng cắt và tăng các chỉ tiêu cơ lý của đất.

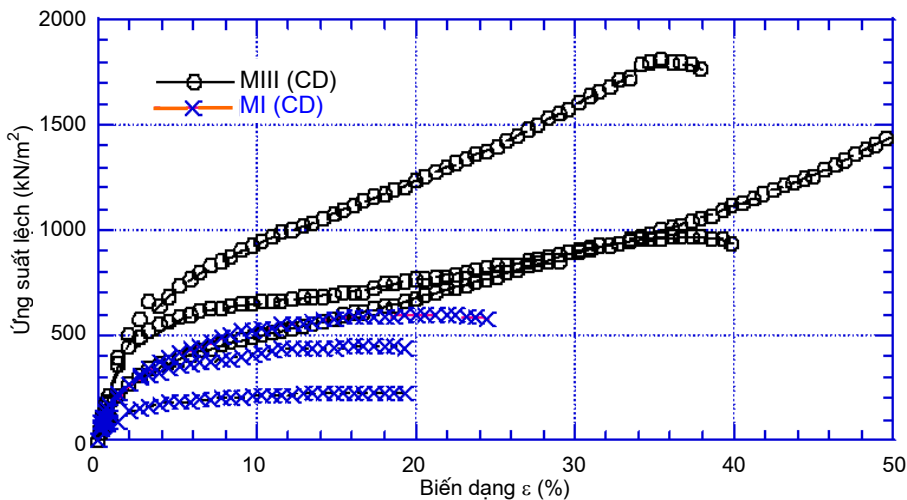
Nghiên cứu này được thực hiện với hai mẫu đất, một mẫu không có cốt (MI-CD) và một mẫu có cốt VĐKT loại thoát nước (MIII-CD) (ảnh 3).

Thí nghiệm với mẫu CD cũng cho các kết luận giống thí nghiệm CU (mục b), đó là chỉ tiêu cơ lý của mẫu đất có cốt cũng được tăng lên, tuy nhiên có nhiều ưu điểm hơn so với thí nghiệm CU là :

- Nhờ cốt VĐKT có khả năng thoát và dẫn nước từ trong khối đất ra bên ngoài đã làm cho áp lực lỗ rỗng trong khối đất nhanh chóng bị tiêu tán, chỉ tiêu cơ lý đất tương đương tăng lên ; thí nghiệm CU (mục IV.4.a, bảng 4) có $\phi' = 42^\circ 25'$ và $c' = 28,35 \text{ kG/cm}^2$, trong khi đó với thí nghiệm CD (mục IV.4.b, bảng 5, hình 7-9) cho ta $\phi' = 47^\circ 30'$ và $c' = 39,73$ đều lớn hơn.



Ảnh 3. Mẫu đất thí nghiệm CD đất không và có cốt VĐKT thấm nước



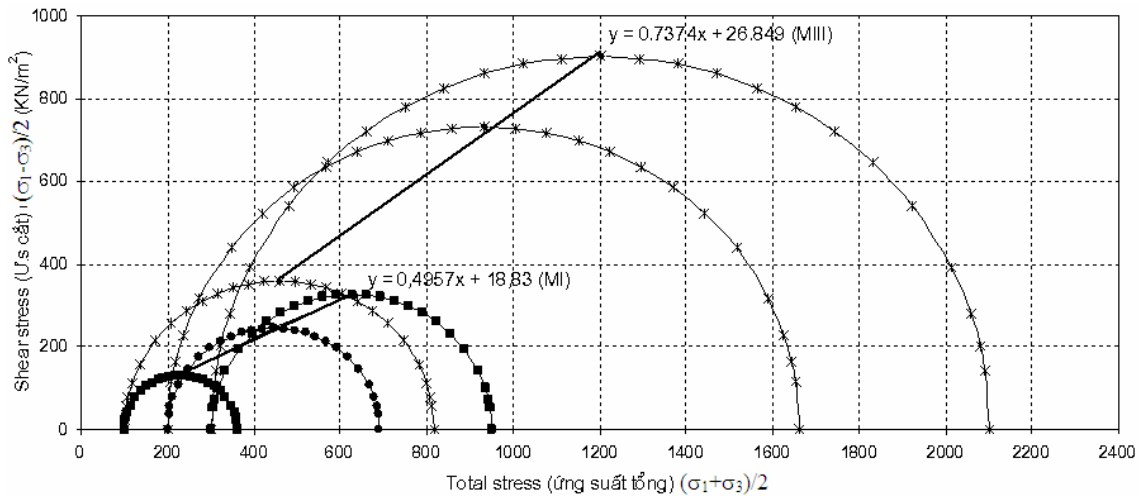
Hình 7. Quan hệ biến dạng với ứng suất của mẫu đất không có cốt và mẫu đất có cốt VĐKT thấm nước

Bảng 5. Tổng hợp chỉ tiêu kháng cắt của các mẫu đất thí nghiệm CD

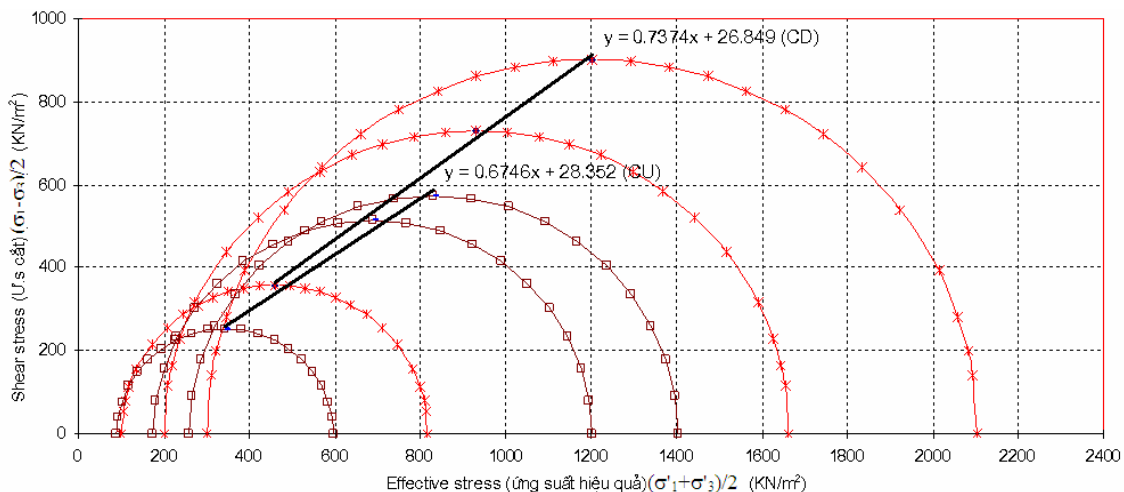
Mẫu đất	Chỉ tiêu kháng cắt hiệu quả	
	ϕ' (độ, phút)	c' (kG/cm ²)
Đất không có cốt (MI)	29°43'	21,65
Đất có cốt VĐKT thấm nước (MIII)	47°30'	39,73

- Đất nhanh chóng đạt biến dạng cuối cùng, khả năng chịu tải của đất cũng đạt giá trị lớn nhất, hiệu quả khối đất gia cố tối ưu (đất đạt đến giá trị lớn nhất, cốt VĐKT phát huy hết tính năng là tăng cường độ và tăng tốc độ cố kết khối đất).

- Sử dụng cốt với chức năng gia cường và thoát dẫn nước để gia cố đất trong trường hợp



Hình 8. Biểu diễn qua vòng tròn Mohr ứng suất, xác định góc ma sát trong và lực dính hiệu quả của mẫu đất không có cốt MI-CD và mẫu đất có cốt VĐKT thấm nước MIII-CD



Hình 9. Biểu diễn qua vòng tròn Mohr ứng suất, xác định góc ma sát trong và lực dính hiệu quả của mẫu đất có cốt VĐKT thấm nước cho trường hợp thí nghiệm CU và CD

đất cát pha sét có hàm lượng sét lớn và đất có tính thoát nước kém, sẽ phát huy hiệu quả cao nhất.

thí nghiệm mô hình vật lý, nhưng rất hiệu quả trong nghiên cứu cơ chế tương tác đất-cốt.

KẾT LUẬN

Cơ chế tương tác chủ đạo giữa đất với cốt trong các công trình đất tồn tại ở hai dạng chính, đó là ma sát giữa đất và cốt tạo ra lực cản ma sát và sức kháng tải bị động của đất lên các phân tử thanh đối với cốt dạng lưới hay khung. Nghiên cứu cơ chế tương tác đất-cốt có thể thực hiện bằng phân tích lý thuyết, thí nghiệm mô hình vật lý hay thí nghiệm mô hình số. Thí nghiệm cắt trực tiếp và thí nghiệm kéo rút là hai thí nghiệm mẫu đơn giản thuộc loại

thí nghiệm cắt trực tiếp và kéo rút xác định được các hệ số tương tác (f_{ds} , f_{po}) cho các loại vải khác nhau, đất khác nhau. Các hệ số tương tác này thay đổi phụ thuộc vào loại vải, độ nhám của vải, loại đất, thành phần, độ chặt, độ ẩm của đất, nhiệt độ thí nghiệm,... Giữa vải và đất tồn tại một lớp tiếp xúc, chiều dày lớp này biến thiên từ 2,5 đến 5,3 mm đối với thí nghiệm cắt trực tiếp và từ 2,6 đến 6,5 mm đối với thí nghiệm kéo rút. Chỉ tiêu cơ lý lớp tiếp xúc cũng có nhiều thay đổi phụ thuộc vào độ ẩm, hệ số đầm chặt, thành phần của đất và lớp nhám bề mặt của vải,... Tất cả những điều đó nói

lên một thực tế, khi thiết kế công trình đất có cốt cần thực hiện các thí nghiệm này để xác định các hệ số tương tác phục vụ cho tính toán, để đảm bảo ổn định và hiệu quả kinh tế của công trình.

Phân tích lý thuyết và thí nghiệm nén ba trục đã cho thấy rõ hiệu quả của công nghệ đất có cốt, làm tăng các chỉ tiêu cơ lý dẫn đến tăng khả năng chịu tải, cho phép đất làm việc ở điều kiện biến dạng lớn hơn nên tăng khả năng làm việc. Cốt VĐKT không chỉ có hiệu ích ở chỗ trực tiếp làm tăng cường độ, còn tăng khả năng thoát nước làm cho đất nhanh chóng cố kết, giảm áp lực nước lỗ rỗng, như vậy lại dẫn đến làm tăng chỉ tiêu cơ lý của đất.

Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, sử dụng vải có độ nhám và độ dẫn nước cao làm cốt cho đất là một đề xuất đáng quan tâm đối với thiết kế công trình đất có cốt.

TÀI LIỆU DẪN

[1] D.T. BERGADO, J.C.CHAI, M.C. ALFARO, A.S. BALASUBRAMENIAM, 1996 : Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng. Nxb Giáo dục, Hà Nội.

[2] VŨ ĐÌNH HÙNG, KHỔNG TRUNG DUÂN, 2001 : Tính toán ứng dụng công nghệ đất cốt vải địa kỹ thuật cho xây dựng bờ bao vùng đất yếu đồng bằng sông Cửu Long. Tc Thông tin KHCN NN&PTNT, Tháng 5/2001, 25-28.

[3] VŨ ĐÌNH HÙNG, KHỔNG TRUNG DUÂN và nkk, 2007 : Nghiên cứu công nghệ xây dựng đê biển bằng vật liệu có hàm lượng cát cao ở miền Bắc Việt

Nam. Báo cáo tổng kết Đề tài nghiên cứu KHCN cấp Bộ (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn).

[4] ĐOÀN THẾ TUỒNG, LÊ THUẬN ĐĂNG, 2002 : Thí nghiệm đất và nền móng công trình. Nxb Giao thông Vận tải. Đà Nẵng.

[5] Tiêu chuẩn Anh (BS 8006 : 1995) : Tiêu chuẩn thực hành đất và các vật liệu đắp khác có gia cường (có cốt). Nxb Xây dựng, Hà Nội.

SUMMARY

Study on interaction mechanism and determination of soil-reinforced material interaction parameters for stabilization analysis of reinforced soil works

Due to high economical and technical efficiency Geotextile reinforced soil technology is presently a widely applicable solution in construction of weak earth works, slope stability structures and in prevention of earthquake acceleration. However, there were difficulties in applying this technology in Vietnam as lack of a guidance on required parameters, their determination methods and their utilization in design. This paper presents major mechanisms of interaction between soil and reinforced geotextiles, then figure out required parameters and the way to determine them. Besides, the paper also introduces results of several experiments determining those parameters and comments to have better understanding on them, their selection and/or determination and their application for a appropriate design analysis.

Ngày nhận bài : 24-5-2010

*Ban quản lý Trung ương các dự án Thủy lợi
Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường
(Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn)*