



ỨNG DỤNG VẢI ĐỊA KỸ THUẬT GIA CƯỜNG KHỐI ĐẤT ĐÁP ĐẾN SỰ CHUYỂN DỊCH MÓ CẦU

THE REINFORCEMENT OF HIGH EMBANKMENT BY GEOTEXTILES TO STABILITY AND DEFORMATION OF ABUMENT'S PILE

Lê Hữu Thọ^{1*}

¹Khoa Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Lạc Hồng, Việt Nam
lethobktana@gmail.com

TÓM TẮT. Dưới tác dụng của khối đất đắp cũng như lớp đất yếu dày nằm dưới khối đất đắp gây tác động vào hệ thống móng cọc mố cầu làm cho công trình bị dịch chuyển và biến dạng. Đối với nền đường đắp cao, đường vào cầu, ... chịu tác dụng của tải trọng bản thân lớn (do đắp cao) và tải trọng giao thông sẽ gây ra biến dạng cắt trượt trong đất và phát triển thành mặt trượt phá hoại gây mất ổn định công trình. Thông thường, biến dạng cắt sẽ gây ra những vùng chịu kéo và nén trong đất. Do đó VDKT với khả năng chịu kéo tốt được đặt theo phương của biến dạng kéo, giúp gia cường khắc phục nhược điểm chịu kéo kém của đất. Lực kéo trong vải được huy động thông qua lực ma sát tại mặt tiếp xúc giữa vải với đất khi có chuyển vị trượt tương đối giữa chúng. Khả năng chịu kéo của vải đóng vai trò gia cường, góp phần làm giảm thành phần lực gây phá hoại, đồng thời làm tăng thành phần lực chống phá hoại trong đất giúp gia tăng ổn định của công trình.

TỪ KHÓA. chức năng vải địa kỹ thuật, vải địa kỹ thuật gia cường đắp cao

ABSTRACT. The effect of high embankment on the abutment as well as the thick soft soil layer under the embankment to make the bridge abutment moved and deformed. For high embankment, bridge approach roadway, ... self-weight of high embankment and traffic load will cause movement and deformation of bridge abutment. Typically, shear deformation will cause drag and compression areas in the soil. So, solution research reinforce stability of steep slope is essential.

KEYWORDS. geotextile, geotextile functions, high embankment

1. GIỚI THIỆU

Vải địa kỹ thuật và các sản phẩm liên quan có rất nhiều chức năng và ứng dụng khác nhau. Nhưng trong xây dựng các công trình trên đất yếu, chủ yếu dựa trên 4 chức năng cơ bản sau: Phân cách (Separation), Lọc (Filtration), Tiêu thoát nước (Drainage) và Gia cường (Reinforcement). Đối với đường dẫn vào cầu có chiều cao đất đắp lớn, ảnh hưởng của khối đất đắp tác dụng làm mố cầu bị dịch chuyển ngang, với sự hỗ trợ gia cường của vải địa kỹ thuật cung cấp lực chống trượt theo phương ngang nhằm gia tăng ổn định của khối đất đắp đến móng cọc mố cầu.

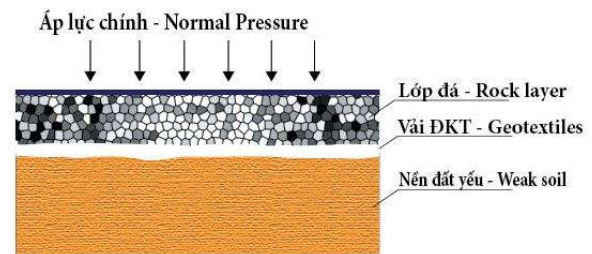
2. NỘI DUNG

2.1 Vải địa kỹ thuật chức năng phân cách, lọc và tiêu thoát nước

Vải địa kỹ thuật đóng vai trò phân cách khi nó được đặt nằm giữa nền đất yếu và lớp vật liệu tốt đắp bên trên nhằm ngăn cản sự trộn lẫn giữa hai loại vật liệu này với nhau. VDKT phân cách ngăn ngừa tổn thất vật liệu đắp do chìm lún vì vậy tiết kiệm đáng kể chi phí xây dựng. Ngoài ra, VDKT còn ngăn chặn không cho đất yếu thâm nhập làm suy giảm lớp cốt liệu đắp bên trên, nhằm đảm bảo các đặc tính cơ lý của vật liệu đắp (mô đun đàn hồi, góc ma sát ...). Điều này đặc biệt quan trọng cho việc duy trì khả năng hấp thụ, chống chịu, truyền và phân bố hữu hiệu toàn bộ tải trọng giao thông.

Vải địa kỹ thuật có chức năng như một tầng lọc ngược khi được đặt tiếp xúc với đất. Nó cho phép nước chảy qua nhưng đồng thời phải ngăn cản sự cuốn theo các hạt đất xuyên qua vải. Do đó nó đòi hỏi đồng thời cả hai đặc tính là thấm nước (yêu cầu phải có cấu trúc rỗng để thấm nước) và ngăn giữ đất (cần phải có kích thước lỗ rỗng vừa đủ nhỏ để chặn giữ đất). Ngoài các đặc tính trái ngược này, điều quan trọng là VDKT

phải liên tục kết hợp thực hiện các chức năng này trong suốt thời kỳ thiết kế của bất kỳ ứng dụng nào.



Hình 1. Vải địa kỹ thuật chức năng phân cách

Vải địa kỹ thuật ngoài khả năng thấm lọc nước theo phương thẳng góc với vải, nó còn đóng vai trò tiêu thoát nước theo phương song song mặt phẳng vải (trong bề dày của VDKT). Nó giúp thu gom các chất lỏng hoặc khí và dẫn truyền chúng trong mặt vải đến nơi tiêu thoát. Do đó có thể tiêu tán nhanh chóng áp lực nước lỗ rỗng thặng dư của đất trong quá trình thi công cũng như sau khi xây dựng. Dẫn đến sức kháng cắt của nền đất sẽ được tăng lên và do đó tăng khả năng ổn định tổng thể của công trình theo thời gian (Werner and Resl, 1990). VDKT không dệt, xuyên kim (Nonwoven Needle-Punched Geotextile) có chiều dày và tính thấm lọc nước cao là vật liệu có khả năng tiêu thoát tốt theo cả phương vuông góc và trong mặt phẳng vải. Các loại vải địa kỹ thuật dệt (Woven Geotextile) hoặc vải không dệt – liên kết nhiệt (Nonwoven Heat Bonded Geotextile) đều có khả năng tiêu

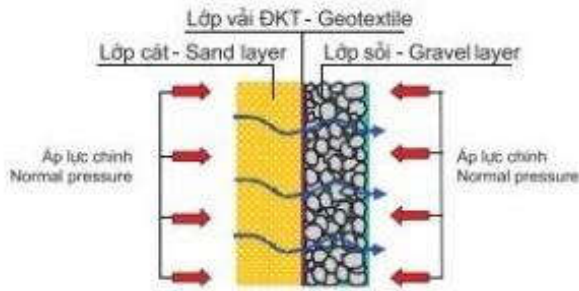
Received: November, 20th 2019

Accepted: February, 15th 2020

*Corresponding Author

Email: lethobktana@gmail.com

thoát nước kém (đặc biệt theo bề mặt tiếp xúc giữa đất và vải). Thêm vào đó, các loại vải này có khuynh hướng “đóng bánh” gần vải, hình thành một màng ngăn không thấm nước, do sự tích tụ các hạt đất nhỏ/mịn dưới tác dụng động của tải trọng giao thông. Điều này làm giảm đáng kể khả năng thấm thoát nước của chúng (theo Bộ Giao Thông Đức, 1990).



Hình 2. Vải địa kỹ thuật chức năng lọc

2.2 Vải địa kỹ thuật chức năng gia cường

VĐKT gia cường được sản xuất từ các sợi Polyester (PET) hoặc polypropylen (PP) có cường độ chịu kéo cao, độ giãn dài thấp được sử dụng xử lý nền đất yếu, có độ bền hàng trăm năm, đảm bảo yêu cầu tuổi thọ cho các công trình dài hạn. Là loại vải kết hợp giữa dệt và không dệt. Nhà sản xuất may những bó sợi chịu lực (dệt) lên trên vền vải không dệt để tạo ra 1 sản phẩm có đủ các chức năng của vải dệt và không dệt. VĐKT gia cường được trải trên nền đất yếu, nhằm tăng khả năng chịu tải của nền chống lại các lực cắt của khối sụt trượt của nền đắp trong thời gian dài hạn. Với cường độ chịu kéo lớn và độ giãn dài thấp, VĐKT có dệt được trải thành từng lớp ngang trong thân mái dốc để tăng khả năng chịu tải, chống sự sụt trượt đối với đất yếu. Mặt ngoài của mái dốc có thể neo bằng chính VĐKT gia cường hoặc các vật liệu khác nhằm chống xói mòn của nền đất yếu.

Nếu không có VĐKT gia cường, lớp cát đá thô sẽ tác động trực tiếp lên nền đất làm cho nền đất mềm bị biến dạng. Do vậy cần trải một lớp vải dệt trước khi rải sỏi, đá trên nền đất yếu. Vải dệt trải lên bề mặt sẽ làm nền đất ổn định và kiểm soát sự biến dạng của đất theo hai cách: sức căng của vải dệt sẽ chia nhỏ sức ép của lớp đất thô để ngăn không cho đất bị đào thành những hốc nhỏ và sự tác động qua lại giữa vải dệt và đất xung quanh tạo ra lực ma sát để hạn chế sự di chuyển của đất và gia cường cho đất.



Hình 3. Vải địa kỹ thuật chức năng gia cường

Với các công trình đắp cao như: đường đắp cao, đê đập, đường vào cầu, đường có mái dốc lớn hoặc thẳng đứng, ... khi đó dưới tác dụng của tải trọng bản thân lớn (do đắp cao) và tải trọng giao thông sẽ gây ra biến dạng cắt trượt trong đất và phát triển thành mặt trượt phá hoại gây mất ổn định công trình. Thông thường, biến dạng cắt sẽ gây ra những vùng chịu kéo và nén trong đất. Do đó VĐKT với khả năng chịu kéo

tốt được đặt theo phương của biến dạng kéo, giúp gia cường khắc phục nhược điểm chịu kéo kém của đất. Lực kéo trong vải được huy động thông qua lực ma sát tại mặt tiếp xúc giữa vải với đất khi có chuyển vị trượt tương đối giữa chúng. Khả năng chịu kéo của vải đóng vai trò gia cường, góp phần làm giảm thành phần lực gây phá hoại, đồng thời làm tăng thành phần lực chống phá hoại trong đất giúp gia tăng độ ổn định của công trình. Đối với đường đắp thấp thì chức năng gia cường của vải không đóng vai trò quan trọng trong việc gia tăng khả năng chịu tải của nền đường dưới tải trọng đứng của bánh xe. Bởi vì do chiều dày và trọng lượng bản thân của khối đất đắp nhỏ nên không thể gây ra chuyển vị ngang và lực ma sát bề mặt giữa đất và vải đủ lớn để huy động được lực kéo trong đất.

2.3 Phương pháp thiết kế vải địa kỹ thuật chức năng gia cường

Phương pháp thiết kế vải địa kỹ thuật gia cố ổn định mái dốc dựa trên các bước chính sau:

- Xét ổn định bản thân khối đất được gia cố, từ đó xác định bề dày các lớp, chiều dài và các đoạn cuốn mép vải.
- Kiểm tra ổn định tổng thể của đất gia cố, bao gồm kiểm tra phá hoại đổ lật, phá hoại trượt và phá hoại nền.

2.3.1 Tính toán ổn định bản thân trong khối đất đắp

Áp lực chủ động của đất được tính theo lý thuyết Rankine với hệ số áp lực chủ động (K_a) của khối đất đắp là:

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (1)$$

Áp lực ngang do trọng lượng bản thân các lớp đất:

$$\sigma_{hs} = K_a \gamma z \quad (2)$$

Trong đó:

γ : dung trọng của đất đắp

z : chiều sâu của lớp vải cần tính

Áp lực ngang do tĩnh tải đắp bên trên khối đất được gia cố vải:

$$\sigma_{hq} = K_a (\gamma_q D) \quad (3)$$

q : tải trọng do lớp đất đắp bên trên khối đất được gia cố vải

γ_q : dung trọng của khối đất đắp bên trên khối đất được gia cố vải

D : chiều dày của khối đất đắp bên trên

Áp lực ngang do hoạt tải được tính theo lý thuyết đàn hồi của Boussinesq như sau:

$$\sigma_{hl} = p \frac{x^2 z}{R^5} \quad (4)$$

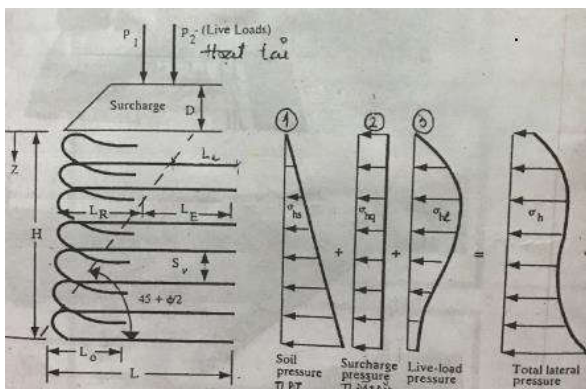
Trong đó:

p : lực tập trung do hoạt tải bánh xe

x : khoảng cách ngang từ lực P đến mép tường chắn

Tổng áp lực ngang trong đất đắp gây ra bởi tĩnh tải và hoạt tải là:

$$\sigma_h = \sigma_{hs} + \sigma_{hq} + \sigma_{hl} \quad (5)$$



Hình 4. Biểu đồ áp lực tác dụng

2.3.2 Tính khoảng cách giữa các lớp vải gia cố

Với giả thiết áp lực ngang được tính theo Rankine với mặt trượt phá hoại trong khối đất đắp có dạng đường thẳng hợp với phương ngang một góc $(45^\circ + \phi/2)$. Xét áp lực ngang tác dụng trên 1m theo chiều dài của tường chắn đất:

$$S_v = \frac{T_{allow}}{\sigma_h FS} \quad (6)$$

Trong đó:

σ_h : tổng áp lực ngang tại chiều sâu z đang xét

S_v : khoảng cách giữa các lớp vải bằng chiều dày của các lớp đất

$FS = 1,3$ đến $1,5$: hệ số an toàn

T_{allow} : cường độ chịu kéo cho phép của vải

Cường độ chịu kéo cho phép dùng để thiết kế vải được tính từ giá trị lực kéo đứt T_{ult} của vải trong thí nghiệm kéo bằng được tính như sau:

$$T_{allow} = \frac{T_{ult}}{RF_{id}RF_{CR}RF_{CD}RF_{BD}} \quad (7)$$

Trong đó RF (Reduction factor) là các hệ số chiết giảm:

RF_{id} : do hư hỏng vải trong thi công

RF_{CR} : do ảnh hưởng của biến dạng từ biến (Creep)

RF_{CD} : do sự phân hủy của các chất hóa học

RF_{BD} : do tác động của môi trường

Xét sự cân bằng giữa lực ma sát bề mặt giữa vải và đất với lực kéo tuột tấm vải để xác định chiều dài neo giữ cần thiết của vải L_e như sau:

$$L_e = \frac{S_v \sigma_h FS}{2(c_a + \gamma Z \tan \delta)} \geq 1m \quad (8)$$

Trong đó:

τ : sức kháng cắt do ma sát giữa đất trượt trên mặt vải

L_e : chiều dài neo giữ cần thiết của vải ($L_e \geq 1m$)

δ : góc ma sát chống cắt giữa đất đắp và vải

c_a : lực dính giữa đất đắp và vải

Chiều dài lớp vải nằm phía trước mặt trượt được xác định:

$$L_R = (h - Z) \tan \left(45^\circ - \frac{\Phi}{2} \right) \quad (9)$$

Chiều dài của đoạn vải ghép chồng với lớp kế tiếp được xác định như sau:

$$L_0 = \frac{S_v \sigma_h FS}{4(c_a + \gamma Z \tan \delta)} \geq 1m \quad (10)$$

Tổng chiều dài thực tế của lớp vải:

$$L = L_e + L_R + L_0 + S_v \quad (11)$$

2.3.3 Kiểm tra ổn định tổng thể:

Việc kiểm tra ổn định tổng thể gồm có:

Kiểm tra chống lật đổ

$$FS_{OT} = \frac{\Sigma \text{Moment chống lật}}{\Sigma \text{Moment gây lật}} \geq 2$$

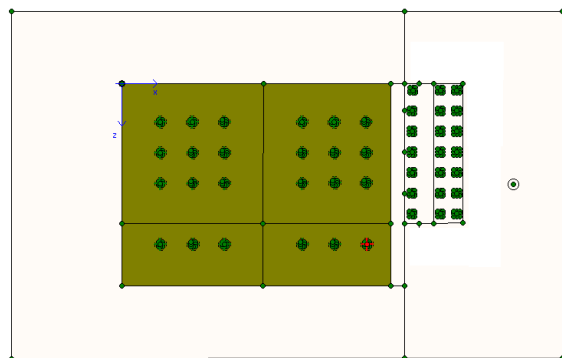
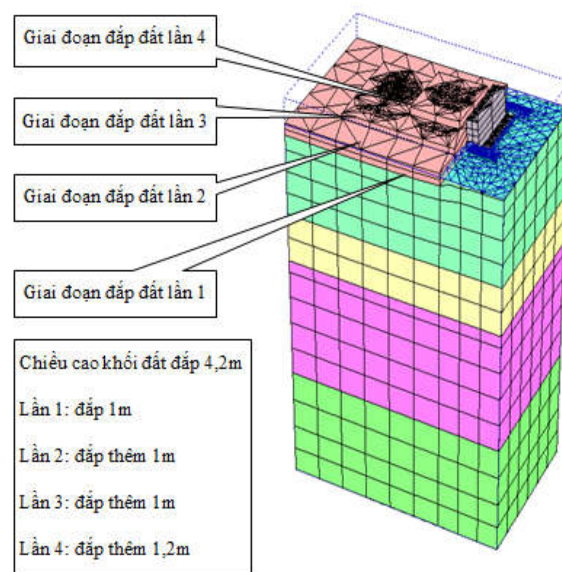
Kiểm tra chống trượt

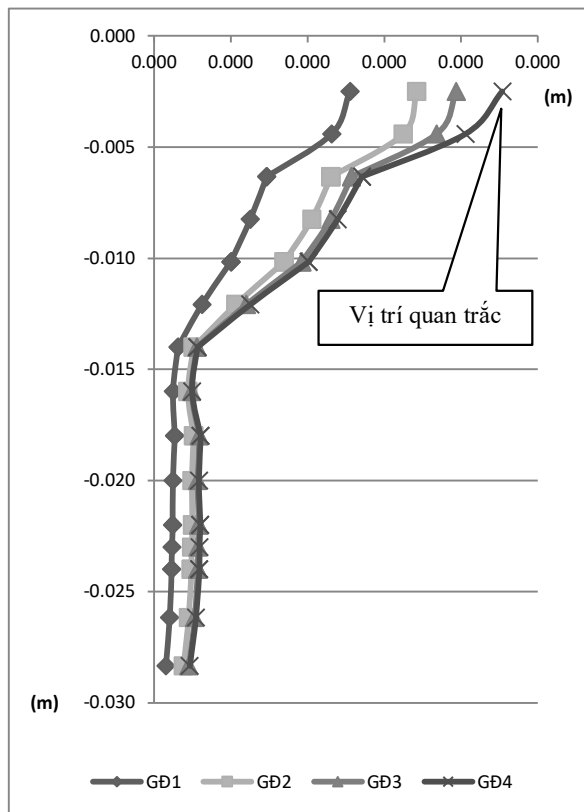
$$FS_S = \frac{\Sigma \text{Lực chống trượt}}{\text{Lực gây trượt}} \geq 1.5$$

Kiểm tra sức chịu tải của nền đất bên dưới

$$FS_{BC} = \frac{\Sigma \text{Khả năng chịu tải của đất nền}}{\text{Tổng tải trọng tác dụng}} \geq 2$$

2.4 Tính toán vải địa kỹ thuật chức năng gia cường khối đất đắp chiều cao 4,2m cho công trình thực tế cầu Kỳ Hà IV:





Hình 5. Mô hình cầu Kỳ Hà IV và vị trí quan trắc

Vải địa kỹ thuật loại dệt được dùng có các đặc tính như sau: Cường độ chịu kéo băng theo phương vuông góc với cuộn vải $T_{ult} = 50\text{kN/m}$, góc ma sát giữa đất với vải là $\delta = 24^\circ$

Bảng 1. Thông số kỹ thuật VDKT gia cường Get200

Thông số kỹ thuật VDKT gia cường Get200			
Cường độ kéo đứt chiều cuộn (MD) Tensile strength at break (Machine direction)	ASTM-D4595	kN/m	200
Cường độ kéo đứt chiều khô (CD) Tensile strength at break (Cross-machine direction)	ASTM-D4595	kN/m	50
Độ giãn dài khi đứt chiều cuộn (MD) Elongation at break (Machine direction)	ASTM-D4595	%	15
Độ giãn dài khi đứt chiều khô (CD) Elongation at break (Cross-Machine direction)	ASTM-D4595	%	15
Hệ số thấm Permeability	ASTM-D4591	$l/m^2/s$	0,01~0,1
Kích thước lỗ O_{95} Opening size O_{95}	ASTM-D4751	Micron	0,07~0,5
Trọng lượng đơn vị Mass per unit area	ASTM-D5261	g/m^2	450
Màu sắc Colour	Normal		White
Khô rộng Width	Normal	m	3,5
Chiều dài Length	Normal	m	100

Đất đắp là đất hạt thô có các chỉ tiêu sau:

$\gamma = 18\text{kN/m}^3$; góc nội ma sát $\Phi = 36^\circ$; lực dính $c =$ lực dính giữa đất đắp và vải $c_a = 0$ (đất đắp hạt thô)

Xác định áp lực ngang và khoảng cách các lớp vải:

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = 0.26$$

Cường độ áp lực đất chủ động:

$$\sigma_h = \gamma z K_a = 4,68z$$

Cường độ chịu kéo thiết kế của vải:

$$T_{allow} = \frac{T_{ult}}{RF_{ld}RF_{CR}RF_{CD}RF_{BD}} = \frac{50}{1,2 \times 2,5 \times 1,15 \times 1,1} = 13,2(\text{kN} / \text{m})$$

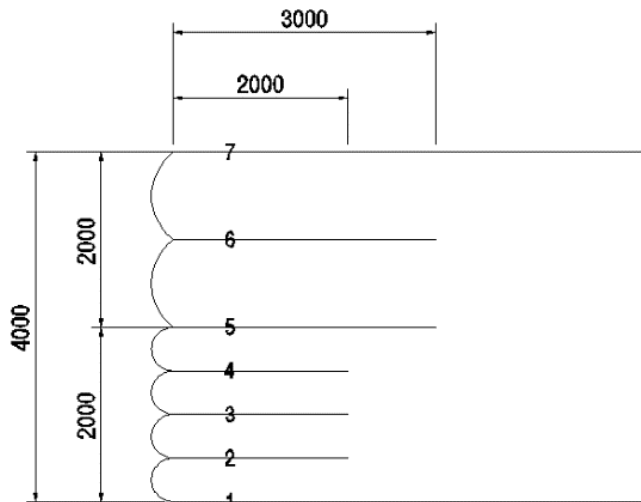
Xác định khoảng cách các lớp vải tại các chiều sâu z thay đổi:

$$S_v = \frac{T_{allow}}{\sigma_h FS} = \frac{T_{allow}}{4,68z \cdot 1,4} = \frac{13,2}{6,6z}$$

Ta tính được: tại $Z = 4\text{m}$ $S_v = 0,5\text{m}$

tại $z = 2\text{m}$ $S_v = 1\text{m}$

Khoảng cách giữa các lớp vải được chọn như hình dưới đây:



Hình 6. Bố trí VDKT gia cường

Xác định chiều dài của các lớp vải:

Chiều dài neo giữ cần thiết của vải L_e :

$$L_e = \frac{S_v \sigma_h FS}{2(c_a + \gamma Z \tan \delta)} = \frac{6,6z S_v}{2(0 + 18z \tan 24^\circ)} = 0,41 S_v$$

Chiều dài lớp vải nằm phía trước mặt trượt L_R :

$$L_R = (h - Z) \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2}) = 0,509(4 - Z)$$

Bảng 2. Kết quả tính toán chiều dài của các lớp vải

Layer No.	Depth, z (m)	Spacing, S _v (m)	L _c (m)	L _c min (m)	L _R (m)	L _{calc} (m)	L _{spec} (m)
6	1	1	0,41	1	1,53	2,53	3
5	2	1	0,41	1	1,02	2,02	3
4	2,5	0,5	0,2	1	0,76	1,76	3
3	3	0,5	0,2	1	0,51	1,51	2
2	3,5	0,5	0,2	1	0,25	1,25	2
1	4	0,5	0,2	1	0	1	2

Chiều dài thực tế để thi công vải là: $L = L_c + L_R + S_v + L_0$

Kiểm tra chiều dài đoạn ghép chồng:

$$L_0 = \frac{S_v \sigma_h FS}{4(c_a + \gamma Z \tan \delta)} = \frac{6,6zS_v}{4(0 + 18Z \tan 24^\circ)} = 0,069S_v$$

L_0 max tại lớp trên cùng $z = 1m$ là $L_0 = 0,069m < 1m = L_{0min}$ nên ta lấy $L_0 = 1m$

Kiểm tra ổn định tổng thể tường đất đắp gia cố vải:

Áp lực chủ động tác dụng lên khối đất đắp:

$$P_a = 0,5\gamma H^2 K_a = 0,5 \times 18 \times 4^2 \times 0,26 = 37,44 (kN / m)$$

$$P_a \cos 36^\circ = 30,3 (kN / m)$$

$$P_a \sin 36^\circ = 22 (kN / m)$$

Kiểm tra điều kiện ổn định chống trượt:

$$FS_{trượt} = \frac{(w_1 + w_2 + P_a \sin 36^\circ) \tan \delta}{P_a \cos 36^\circ} = \frac{(4 \times 2 \times 18 + 2 \times 1 \times 18 + 22) \tan 28,5}{30,3} = 3,5$$

Thỏa điều kiện ổn định chống trượt

3. KẾT LUẬN

Vải địa kỹ thuật với chức năng gia cường sẽ đem lại nhiều lợi ích về kỹ thuật và kinh tế để tăng ổn định cho khối đất đắp, lực ma sát chống trượt xuất hiện ngay tại mặt tiếp xúc giữa VDKT và mặt đất nền khi có sự dịch chuyển ngang đối giữa khối đất đắp và đất nền bên dưới, lực kéo T trong vải giữ ổn định cho khối đất đắp và giảm lực ngang tác dụng vào hệ thống móng cọc mô cầu đảm bảo ổn định tốt.

Đối với những công trình có khối đất đắp cao nằm trên lớp đất yếu dày tương tự, vùng ảnh hưởng của khối đất đắp sâu tác dụng chuyển dịch ngang đến chân cọc đối với những cọc ngắn, vì vậy giải pháp chôn cọc sâu hơn vào lớp đất có khả năng chịu lực tốt là cần thiết.

4. CẢM ƠN

Để thực hiện và hoàn thành đề tài nghiên cứu khoa học này, tôi đã nhận được sự hỗ trợ kinh phí, giúp đỡ cũng như quan tâm, động viên từ Ban Giám hiệu Trường Đại học Lạc Hồng, Trung tâm Nghiên cứu Khoa học và Ứng dụng, Khoa Kỹ thuật Công trình. Nghiên cứu khoa học này cũng được hoàn thành dựa trên sự tham khảo, học tập kinh nghiệm từ các kết quả nghiên cứu liên quan, các sách, báo chuyên ngành của nhiều tác giả ở các trường Đại học, các tổ chức nghiên cứu. Tôi xin chân thành cảm ơn

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cao Ngọc Hải, Giáo trình “Thiết kế vải địa kỹ thuật và bác thăm”. Trường Đại Học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh, **2016**.
- [2] Lê Xuân Khâm, Nguyễn Trọng Đại, Nguyễn Mai Chi, Nghiên cứu giải pháp gia cường ổn định cho mái đất dốc đứng bằng vải địa kỹ thuật. KHKT Thủy lợi và Môi trường, **2012**, số 39, 100-106.
- [3] Đoàn Thế Mạnh, Sử dụng vải địa kỹ thuật và lưới địa kỹ thuật trong gia cố đất và ổn định nền móng, KHCN Hàng Hải, **2010**, số 23, 27-32
- [4] Tiêu chuẩn thiết kế - thi công – nghiệm thu VDKT TCN 9844 – **2013**.
- [5] Lee W.abramson, Thomas. S. Lee, Sunil Sharma, Glenn M.Boy, Slope stability and stabilization methods, John Wiley & Sons, Inc-New York, **2002**.