



**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023**  
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

# **ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

## NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ, NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC VÀ MỘT SỐ YẾU TỐ CHÍNH ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ LÀM VIỆC CỦA TƯỜNG CHẮN ĐẤT CỐT LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT

**Phạm Văn Hùng<sup>1,\*</sup>, Vũ Minh Ngạn<sup>1</sup>, Phạm Minh Tuấn<sup>2</sup>, Mai Văn Toàn<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất; <sup>2</sup> Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia Thành phố HCM

<sup>3</sup> Ban Quản lý Dự án đầu tư xây dựng huyện Lạng Giang

\*Tác giả chịu trách nhiệm: phamvanhung@humg.edu.vn

### Tóm tắt

Nhờ công nghệ đơn giản, kết cấu linh hoạt và kinh tế, công nghệ tường chắn đất cốt lưới địa kỹ thuật (ĐKT) đã được áp dụng rộng rãi ở các nước tiên tiến trên thế giới. Tường chắn này làm việc trên lực ma sát giữa cốt và đất đắp để neo giữ mặt tường, đồng thời hình thành nên một khối chắc chắn chống lại tác dụng của áp lực khối đất sau lưng tường. Bài báo nghiên cứu tổng quan nhằm làm sáng tỏ về công nghệ, nguyên lý làm việc và một số yếu tố ảnh hưởng đến sự làm việc của tường chắn đất cốt lưới ĐKT. Kết quả nghiên cứu chỉ ra cơ chế làm việc của tường chắn đất cốt lưới ĐKT thông qua cơ chế chịu kéo của cốt lưới ĐKT, cơ chế truyền ứng suất từ lưới ĐKT sang đất và khả năng kháng uốn mặt tường. Kết quả phân tích cũng chỉ ra rằng khoảng cách và độ cứng của lưới ĐKT ít ảnh hưởng đến hệ số ổn định mái dốc (FoS), nhưng lại ảnh hưởng đáng kể đến chuyển vị ngang của tường. Khi khoảng cách giữa các lưới ĐKT giảm từ 0,6 m xuống 0,2 m, chuyển vị ngang của tường giảm đi 3 lần.

**Từ khóa:** tường chắn; lưới địa kỹ thuật; ổn định; chuyển vị mặt tường.

### 1. Đặt vấn đề

Hiện tượng mất ổn định mái dốc thường xuất hiện khi xây dựng đường giao thông, thủy điện, khu dân cư, công trình dân dụng và công nghiệp, kè sông, kè biển. Có nhiều dạng mất ổn định mái dốc như đất sụt, đất trượt, đá trượt, đá lở, đá rơi hoặc kết hợp các dạng khác nhau. Bên cạnh đó, mức độ phức tạp trong phá hủy mái dốc cũng có sự khác nhau như hiện tượng trượt nông, trượt sâu, tốc độ trượt nhanh, trượt chậm... Theo số liệu từ Tổng cục Đường bộ Việt Nam, có đến hơn 6.000 km chiều dài các tuyến quốc lộ là địa hình đồi núi. Các giải pháp chủ yếu nhằm ngăn chặn sự mất ổn định mái dốc là tạm thời. Hiện tượng sụt trượt tái phát xảy ra trong quá trình sử dụng và thậm chí đang trong quá trình thi công công trình.

Hiện nay trên thế giới, các nhóm giải pháp phổ biến nhằm đảm bảo ổn định mái dốc: giảm khối lượng và độ dốc của mái dốc như giảm độ dốc, đào giạt cấp, đắp phản áp chân bờ dốc; nhóm chống giữ bằng kết cấu tường chắn cứng (bằng đá xây, bê tông và bê tông cốt thép...) và kết cấu tường mềm (rọ đá, rọ đá có neo, tường chắn có cốt...); nhóm giải pháp gia cố sâu (đinh đất, neo cáp dự ứng lực, cọc đường kính nhỏ...); nhóm các giải pháp thoát nước mặt và nước ngầm; nhóm các giải pháp kết cấu nhằm ngăn chặn đá rơi, đá lăn, đá lở; và nhóm các giải pháp nằm bảo vệ bề mặt và chống xói như bê tông phun, xây ốp mái, trồng cỏ... Tùy vào tình trạng của mái dốc và nguyên nhân khả dĩ gây sạt, việc gia cố mái dốc có thể thực hiện theo một hoặc kết hợp nhiều giải pháp: bảo vệ ổn định của mái dốc, bảo vệ bề mặt mái dốc và thoát nước. Cụ thể, khi xây dựng các nền đắp như nền đường, đê, đập, mái dốc nhân tạo, nhóm giải pháp nhằm giảm khối lượng và độ dốc kết hợp với gia cố chống xói mái dốc thường được ưu tiên sử dụng do chi phí xây dựng thấp. Tuy nhiên, khi xây dựng công trình nền đường trong đô thị, hoặc những khu vực bị hạn chế về mặt bằng xây dựng, các giải pháp về tường chắn cứng và tường chắn mềm thường sử dụng. Trong đó, giải pháp tường chắn đất có cốt tận dụng được vật liệu địa phương, thi công đơn giản, phù hợp chịu tải của nền móng không quá lớn, có khả năng chống động đất tốt, tốn ít vật liệu và tính thẩm mỹ cao, có tính phù hợp cao để xây dựng các tường chắn đường giao thông trong khu vực nội thị và khu dân cư đông đúc.

Công nghệ tường chắn có cốt (Mechanically Stabilized Earth (MSE) wall) đã được sử dụng ngày càng phổ biến ở các nước trên thế giới. Kết cấu tường MSE không chỉ được sử dụng cho tường chắn mà còn sử dụng cho cho mố cầu, đường hầm... Tại Mỹ, ước tính có hơn 850.000 m<sup>2</sup> tường được xây dựng mỗi năm và đã được sử dụng ở hầu hết các tiểu bang. Vật liệu chế tạo cốt gia cố gồm cốt thép, lưới thép, vải địa kỹ thuật, dải và lưới ĐKT. Tường cốt lưới thép đã được phát triển vào đầu những năm 1960. Trong khi tường vải địa kỹ thuật được sử dụng từ những năm 1970, và lưới ĐKT được sử dụng từ đầu những năm 1980 (FHWA, 2010).

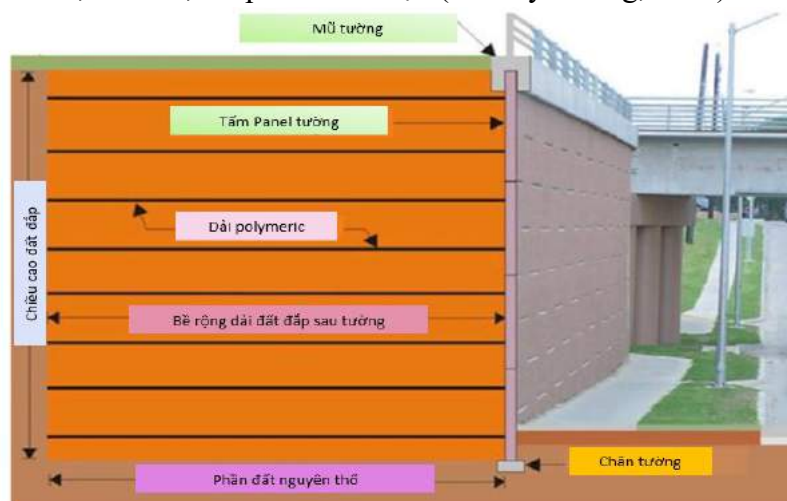
Giải pháp sử dụng lưới ĐKT được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới trong những công trình tường chắn dẫn vào đầu cầu, kè sông, kè biển và gia cố, sửa chữa mái dốc do những ưu điểm vượt trội như độ an toàn cao, bền vững với môi trường, vòng đời thiết kế 120 năm; thời gian thi công nhanh chóng; tận dụng vật liệu tại chỗ; cho phép máy móc hạng nặng hoạt động gần khu vực mép mái dốc để đầm chặt đều; sử dụng giải pháp trồng cỏ trên mặt taluy tạo cảnh quan và thân thiện với môi trường; thiết kế và thi công tường chắn đạt đến độ cao 45 m; nhiều lựa chọn cho bề mặt tường chắn, đảm bảo tính thẩm mỹ của công trình; tiết kiệm được chi phí so với các kết cấu trọng lực và bê tông gia cố truyền thống.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu và ứng dụng về tường chắn đất cốt thép đã khá đầy đủ. Trong khi, các nghiên cứu về tường chắn đất cốt lưới địa kỹ thuật còn khá hạn chế, và nội dung của các nghiên cứu này chủ yếu là phương pháp thiết kế tường chắn. Bài báo sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết nhằm làm sáng tỏ công nghệ, nguyên lý làm việc và một số yếu tố chính ảnh hưởng đến sự làm việc của tường chắn đất cốt lưới ĐKT.

## 2. Cơ sở lý thuyết về công nghệ tường chắn đất cốt lưới ĐKT

### 2.1. Nguyên lý cấu tạo tường chắn đất cốt lưới ĐKT

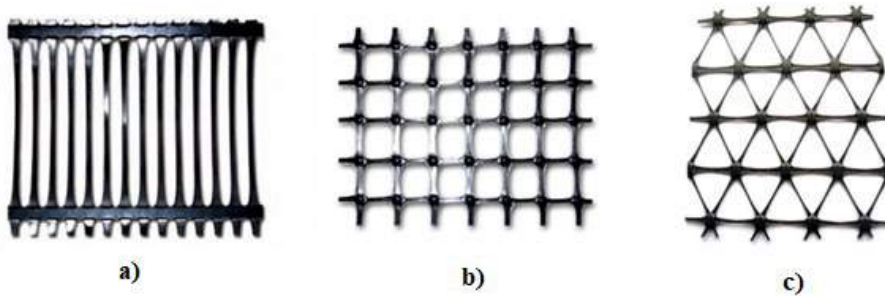
Tường chắn đất có cốt là hệ kết cấu phức hợp bao gồm khối đất đắp và các lớp cốt gia cố, được liên kết với kết cấu mặt tường (hình 1). Tường chắn đất có cốt cấu tạo gồm ba bộ phận chính: mặt tường (facing), cốt gia cố (reinforcement) và khối đất đắp trong tường (selected backfill). Mặt tường có thể là các tấm bê tông, bê tông cốt thép đúc sẵn, đá xây, rọ đá hay vải địa kỹ thuật, có vai trò giữ cho tường được ổn định theo phương thẳng đứng. Cốt gia cố thường là cốt thép, lưới thép, vải địa kỹ thuật, dải và lưới ĐKT. Khối đất đắp trong tường được cấu tạo từ đất chọn lọc có cường độ cao và thoát nước tốt, như cát, cát pha lẫn sỏi sạn (Lê Duy Cường, 2022).



Hình 1. Cấu tạo tường chắn có cốt MSE.

Lưới ĐKT được làm bằng polypropylene (PP), polyester (PE) hay polyetylen-teretalat (PET). Lưới ĐKT thường làm bằng hợp chất polyetylen tỷ trọng cao HDPE (High Density Polyetylen) có độ bền cao, bền vững dưới các tác động của môi trường, tia cực tím. Lưới ĐKT hiện nay chia làm ba loại lưới 1 trục (uniaxial geogrid); lưới 2 trục (biaxial geogrid); lưới 3 trục (triaxial geogrid) (hình 2).





Hình 2. Các loại lưới vải địa kỹ thuật: a) lưới 1 trục; b) lưới 2 trục; c) lưới 3 trục.

Lưới 1 trục có khả năng chịu kéo tốt theo một hướng thường sử dụng để gia cố mái dốc, tường chắn. Lưới 2 trục có sức kéo tốt theo hai hướng, sử dụng để gia cố nền đường, nền móng công trình. Hiệu quả hoạt động của lưới ĐKT 2 trục dựa trên cơ chế khóa hạt cốt liệu bên trong những ô lưới có gân lưới dạng vuông. Lưới 3 trục có sức chịu kéo lớn theo tất cả các hướng, kết cấu mắt lưới dạng tam giác, giúp giữ chặt hạt vật liệu, kết hợp với tính chất phân bố về cường độ theo các phương, tạo thành lớp gia cố. Lưới 3 trục sử dụng hiệu quả trong gia cố nền đất yếu (Đồng Kim Hạnh, 2015).

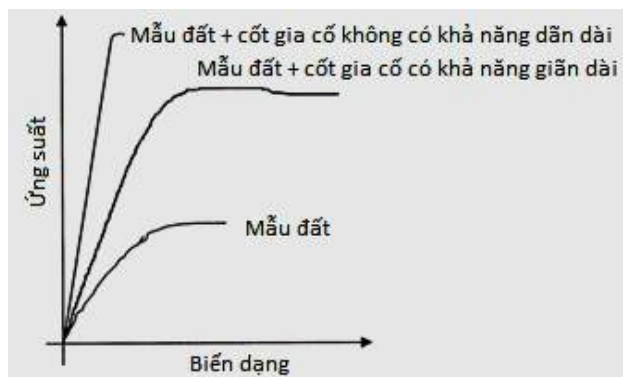
### 2.2. Nguyên lý làm việc của tường chắn đất cốt lưới ĐKT

Nguyên lý làm việc của tường chắn đất cốt lưới ĐKT nhờ kết hợp đặc trưng làm việc của các vật liệu khác nhau, có tính ổn định, độ cứng và ít bị biến dạng, như đất đắp thì chịu nén tốt và lưới ĐKT chịu kéo tốt. Tường chắn đất cốt lưới ĐKT là giải pháp tiên tiến, có nhiều ưu điểm hơn so với các phương pháp gia cố khác trong việc nâng cao sự ổn định của mái dốc. Lưới có vai trò neo khối đất để tránh bị trượt nhờ vào lực ma sát giữa lưới và đất, còn mặt tường có tác dụng giữ cho đất khỏi bị xói mòn và tạo kiên trúc cho tường chắn.

#### 2.2.1. Tương tác cốt lưới ĐKT - đất

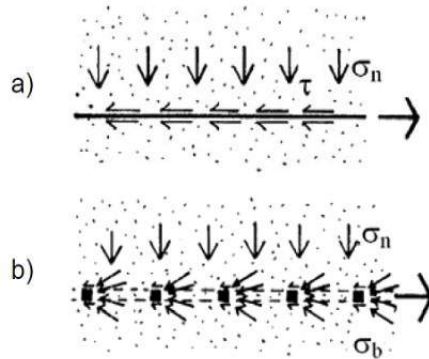
Sự làm việc của tường chắn đất có cốt nói chung và tường chắn đất cốt lưới ĐKT là nhờ khả năng chịu kéo của vật liệu gia cố, cơ chế truyền ứng suất và khả năng kháng uốn của mặt tường và liên kết giữa tấm mặt tường - cốt gia cố. Đối với các tường MSE, có hai loại cốt gia cường là cốt không giãn và cốt có thể giãn. Cốt được coi là không giãn khi biến dạng của cốt gia cố là rất nhỏ so với biến dạng của đất khi phá hủy, loại cốt này trong thực tế là các cốt thép (dải, thanh và lưới thép). Đối với các cốt có thể giãn, biến dạng của cốt khi phá hủy lớn hơn biến dạng của đất khi phá hủy, cốt loại này thường gặp là cốt lưới ĐKT và cốt vải ĐKT (FHWA, 2010).

Kết quả nghiên cứu của McGown và nnk (1978) biểu diễn mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng với mẫu đất được gia cố cốt lưới không giãn và có thể giãn trong thí nghiệm ứng suất phẳng (hình 3). Kết quả cho thấy mẫu đất gia cố cốt lưới ĐKT không giãn có độ cứng lớn hơn mẫu đất gia cố cốt lưới ĐKT có thể giãn. Căn cứ vào mức độ biến dạng cần thiết để đạt được sức kháng cực đại khi xảy ra hư hỏng do đứt lưới ĐKT, Schlosser và de Buhar (1991) đề xuất mức độ biến dạng tương ứng 3% và 12% đối với cốt lưới ĐKT không giãn và có thể kéo giãn.



Hình 3. Quan hệ giữa tải trọng và biến dạng của đất chứa gia cố, đất gia cố bằng lưới không giãn và có giãn trong thí nghiệm ứng suất phẳng (McGown và nnk, 1978).

Tương tác của cốt lưới ĐKT - đất được chia thành hai cơ chế chính, gồm sức cản ma sát bề mặt dọc theo lưới gia cố dạng tấm phẳng (hoặc dải) và sức cản thụ động trên các cấu kiện nằm ngang của lưới ĐKT (hoặc lưới kim loại) (hình 4). Do đó, khi thiết kế tường chắn đất cốt lưới ĐKT không giãn và có thể giãn cần xem xét sự làm việc đồng thời của 2 cơ chế sức cản ma sát và cơ chế sức cản bị động. Đồng thời, kích thước hình học của cốt gia cố sẽ làm thay đổi cơ chế truyền ứng suất bên trong đất (FHWA, 2010).



Hình 4. Sơ đồ tương tác giữa cốt với đất sau tường MSE:  
 a) Cơ chế tương tác ma sát bề mặt, b) Cơ chế tương tác sức cản thụ động  
 (Milligan và Palmeira, 1989).

2.2.2. Sức kháng của hệ lưới ĐKT - đất

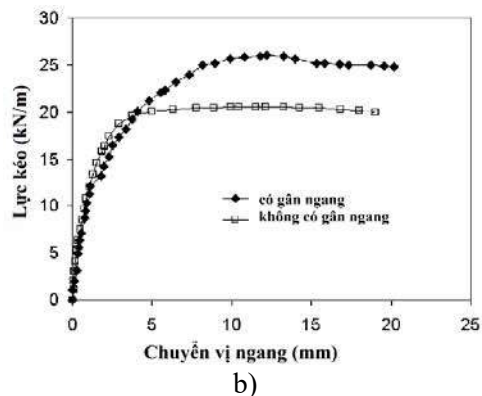
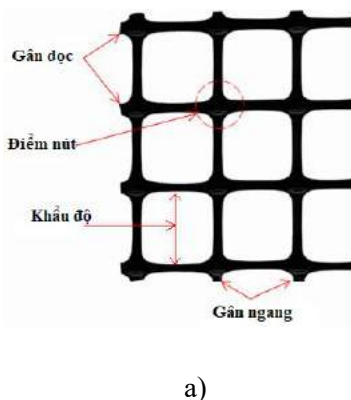
Kết quả nghiên cứu của Potyondy (1961) chỉ ra rằng sức kháng ma sát kéo chủ yếu phụ thuộc vào 4 yếu tố gồm sức chống cắt của đất, độ ẩm của đất, độ nhám và diện tích bề mặt lưới gia cố, và ứng suất tác dụng theo phương đứng. Jewell (1990) đã đề xuất một công thức để tính sức kháng kéo của lưới ĐKT (công thức 1):

$$P_R = 2f_b L_R \sigma'_n \tan \varphi \tag{1}$$

Trong đó,  $\sigma'_n$  là ứng suất tác dụng theo phương đứng,  $L_R$  - chiều dài của lưới ĐKT,  $\varphi$  - góc ma sát của đất và  $f_b$  là hệ số tương tác trong điều kiện kéo.

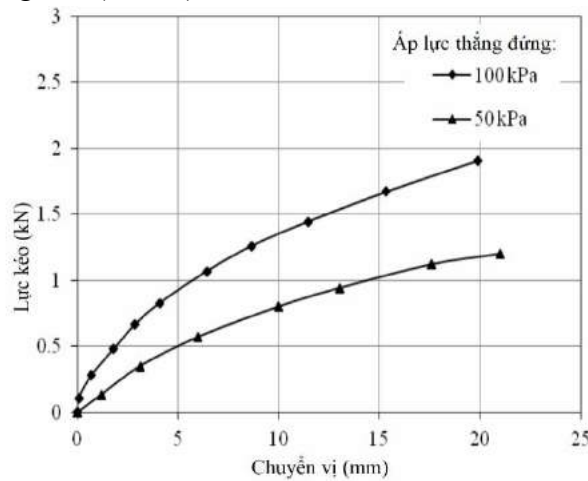
Hệ số tương tác  $f_b$  được đánh giá dựa trên các thông số hình học của lưới gia cố và đặc trưng sức kháng cắt của đất (Jewell, 1990). Một số nghiên cứu thực nghiệm đã chỉ ra rằng giá trị của  $f_b$  chịu ảnh hưởng phần lớn bởi hình dạng lưới, khả năng kéo giãn và độ giãn nở của đất cũng như ảnh hưởng của tỷ lệ, hình dạng của hiệu ứng giao thoa.

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số đến sức kháng lưới ĐKT - đất, Sidnei và nnk, (2007) nghiên cứu sự làm việc của hai loại lưới ĐKT có và không có gân ngang thông qua thí nghiệm kéo lưới địa kỹ thuật ra khỏi mẫu đất (pullout test). Tác giả thấy rằng, khả năng kháng kéo của lưới ĐKT có các đường gân ngang cao hơn 26% so với lưới ĐKT không có các đường gân ngang. Điều này chứng tỏ rằng, sự tham gia của các gân ngang, dọc của lưới ĐKT có vai trò rất lớn trong việc nâng cao sức kháng kéo cốt lưới ĐKT - đất.



Hình 5. Kết quả kéo của cốt lưới ĐKT có và không có gân ngang (Sidnei và nnk, 2007).

Khi nghiên cứu cơ chế tương tác đất - lưới ĐKT, Mabrouk (2014) thấy rằng, ứng suất tác dụng theo phương thẳng đứng có ảnh hưởng lớn đến biến dạng của lưới ĐKT. Lưới ĐKT trượt động được sức kháng lớn hơn khi ứng suất tác dụng theo phương thẳng đứng tăng lên và điều đó thể hiện rõ khi tải trọng tăng cao (hình 6).



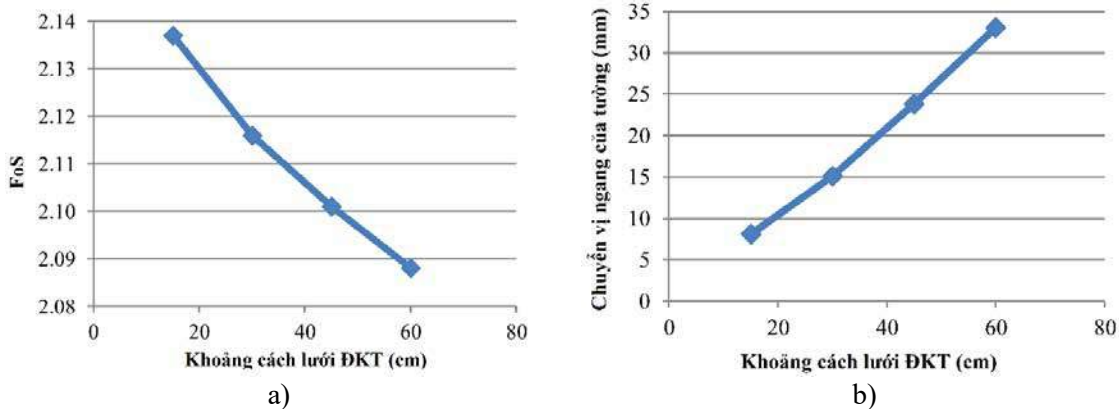
Hình 6. Mối tương quan giữa lực kéo và chuyển vị của lưới ĐKT (Mabrouk, 2014).

### 3. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số đến sự làm việc của tường chắn đất cốt lưới ĐKT

Dựa vào nghiên cứu tổng quan các kết quả công bố, tác giả tiến hành phân tích ảnh hưởng của một số thông số đến sự làm việc của tường chắn đất cốt lưới ĐKT gồm: khoảng cách và độ cứng lưới ĐKT, góc ma sát trong và lực dính của đất đắp và chiều cao tường.

#### 3.1. Ảnh hưởng của khoảng cách lưới ĐKT

Nghiên cứu về ảnh hưởng của khoảng cách lưới ĐKT, hầu hết các nghiên cứu cho rằng giảm khoảng cách giữa các lưới ĐKT làm giảm chuyển vị ngang và tăng ổn định tổng thể của tường. Khi nghiên cứu tường gia cố lưới ĐKT cao 5 m, Manju và Indra (2021) thấy rằng, hệ số ổn định mái dốc (FoS) tăng lên không đáng kể khi giảm khoảng cách lưới ĐKT, chỉ từ 2,088 lên 2,138 khi khoảng cách giữa các lớp tương ứng bằng 0,6 m và 0,2 m (hình 7a). Chuyển vị ngang lớn nhất của tường giảm xấp xỉ 3 lần (hình 7b). Điều này được giải thích rằng, giảm khoảng cách các lớp lưới ĐKT sẽ làm giảm lực kéo tác dụng lên lưới, làm cho biến dạng giãn dài của lưới giảm và đồng nghĩa với việc giảm biến dạng ngang của tường.

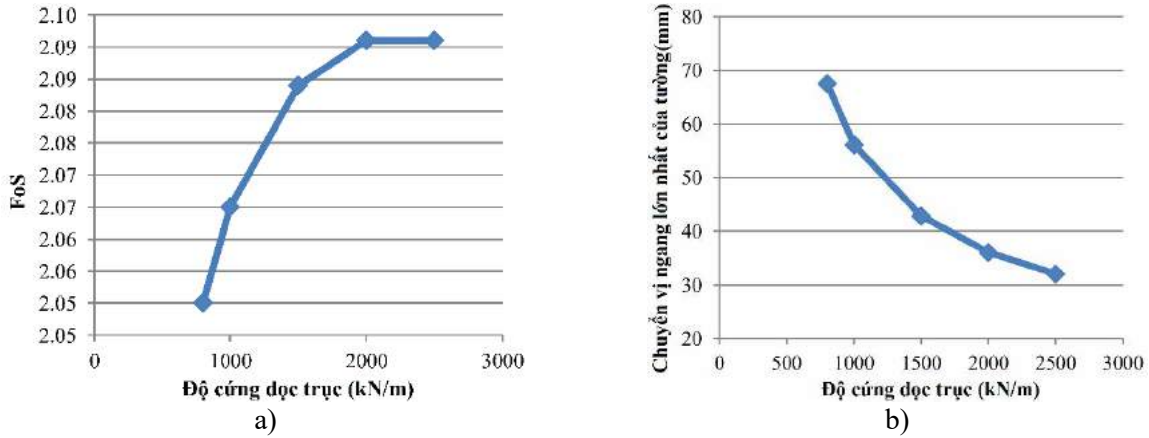


Hình 7. Ảnh hưởng của khoảng cách lưới ĐKT đến FoS và chuyển vị ngang lớn nhất:  
 a) Ảnh hưởng đến FoS; b) Ảnh hưởng đến chuyển vị ngang lớn nhất (Manju và Indra (2021)).

#### 3.2. Ảnh hưởng của độ cứng của lưới ĐKT

Kết quả nghiên cứu của Manju và Indra (2021) chỉ ra rằng FoS tăng tương đối khi độ cứng dọc trục của lưới ĐKT tăng. FoS không tăng khi độ cứng của lưới ĐKT xấp xỉ bằng 2000 kN.

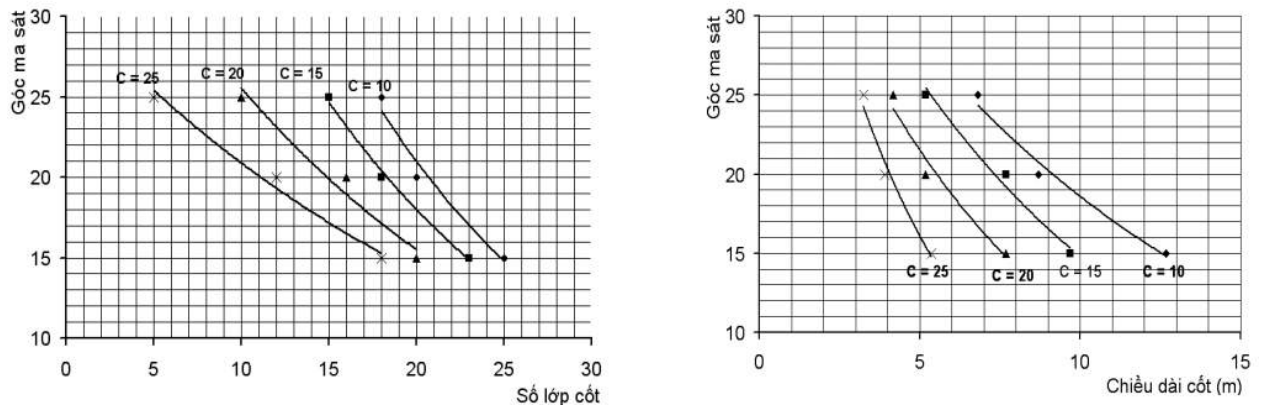
Vậy xét dưới khía cạnh ổn định tổng thể, lưới ĐKT sẽ phát huy tốt vai trò khi độ cứng nhỏ hơn 2000 kN (hình 8a). Khi phân tích ảnh hưởng của độ cứng của lưới ĐKT đến chuyển vị ngang lớn nhất của tường, có thể thấy rằng chuyển vị ngang giảm đáng kể khi độ cứng của lưới ĐKT tăng lên, khi độ cứng dọc của lưới ĐKT tăng từ 700 đến 2500 kN, chuyển vị ngang của tường đã giảm 50%, từ 67 mm xuống 32 mm (hình 8b).



Hình 8. Ảnh hưởng của độ cứng dọc trục của lưới ĐKT đến FoS và chuyển vị ngang lớn nhất: a) Ảnh hưởng đến FoS; b) Ảnh hưởng đến chuyển vị ngang lớn nhất (Manju và Indra (2021)).

### 3.3. Ảnh hưởng của góc ma sát trong và lực dính của đất đắp

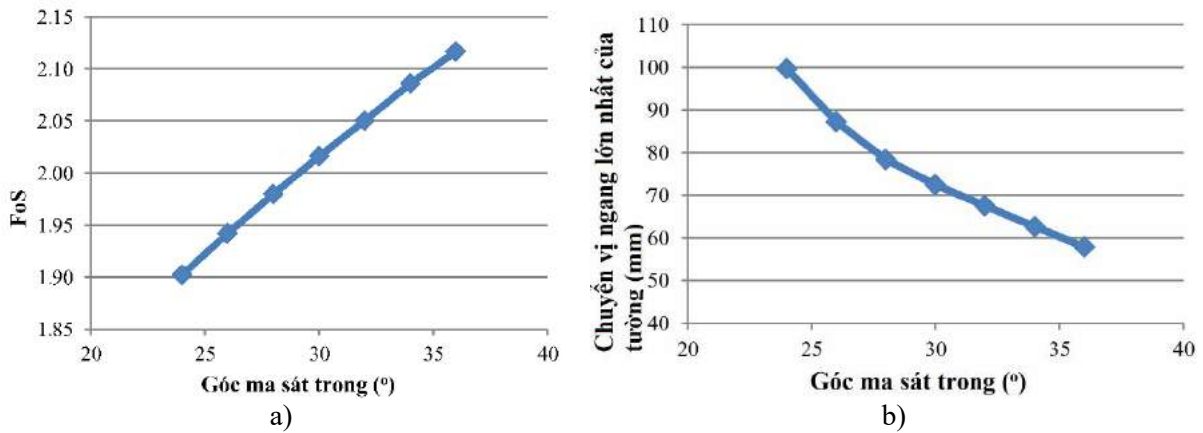
Tác giả Lê Xuân Khâm (2013) nghiên cứu ảnh hưởng của góc ma sát trong và lực dính của đất nền bằng phương pháp số, trong đó: lực dính đơn vị  $c$  từ 10 đến 25 kN/m<sup>2</sup>; góc ma sát trong  $\varphi$  lấy bằng 15°, 20°, 25°; trọng lượng thể tích  $\gamma$  bằng 18 kN/m<sup>3</sup>, tải trọng hoạt tải trên đỉnh dốc  $q = 20$  kN/m<sup>2</sup>. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng khi đất đắp tường có góc ma sát trong lớn, và có lực dính lớn, số lượng lưới gia cố cần thiết sẽ nhỏ hơn. Tác giả đã thiết lập được đường cong thực nghiệm biểu thị quan hệ giữa  $c$ ,  $\varphi$  và số lớp cốt ứng, chiều dài cốt (hình 9).



Hình 9. Biểu đồ quan hệ giữa  $C$ ,  $\varphi$  và số lớp cốt, chiều dài cốt lưới ĐKT (Lê Xuân Khâm, 2013).

Ảnh hưởng của góc ma sát trong của đất đắp tường đến FoS và chuyển vị ngang của tường được biểu diễn trên hình 10. Khi góc ma sát tăng từ 24° lên 36°, FoS tăng từ 1,90 lên 2,12, tăng xấp xỉ 11% (hình 10a). Chuyển vị ngang lớn nhất của tường cũng chịu ảnh hưởng đáng kể bởi góc ma sát trong của đất đắp. Chuyển vị ngang lớn nhất của tường giảm xấp xỉ 40%, góc ma sát trong tăng từ 24° đến 36° (hình 10b).

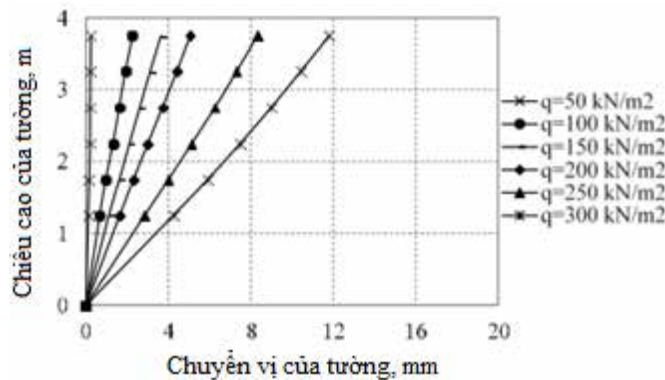




Hình 10. Ảnh hưởng của góc ma sát trong đất đắp tường đến FoS và chuyển vị ngang lớn nhất: a) Ảnh hưởng đến FoS; b) Ảnh hưởng đến chuyển vị ngang lớn nhất (Manju và Indra, 2021).

### 3.4. Ảnh hưởng chiều cao tường chắn

Jewell và Milligan (1989) và Jewell (1990) tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm nhằm xem xét sự ảnh hưởng của chiều cao tường và tải trọng tác dụng trên khối đất (hình 11). Các phép đo bỏ qua chuyển vị khi kết thúc thi công đắp đất. Nhìn chung, khi chiều cao tường tăng lên thì chuyển vị ngang của tường tăng lên đáng kể, xấp xỉ theo quy luật tuyến tính. Tuy nhiên, phạm vi nghiên cứu chỉ giới hạn với chiều cao tường tối đa bằng 4 m. Ngoài ra, khi áp lực tác dụng lớn thì chuyển vị ngang của tường tăng lên rất rõ rệt. Khi  $q = 50 \text{ kN/m}^2$  thì chuyển vị ngang của tường không đáng kể. Nhưng khi  $q = 300 \text{ kN/m}^2$ , chuyển vị ngang của tường cao 4 m xấp xỉ 12 cm.



Hình 10. Ảnh hưởng của góc ma sát trong đất đắp tường đến chuyển vị ngang lớn nhất của tường (Jewell và Milligan (1989)).

## 4. Kết luận

Bài báo phân tích đặc điểm cấu tạo, nguyên lý làm việc, những cơ chế ứng xử của tường chắn đất cốt lưới ĐKT. Ngoài ra, bài báo cũng đã chỉ ra một số thông số ảnh hưởng đến khả năng chịu lực và ổn định của tường chắn đất cốt lưới ĐKT. Khoảng cách và độ cứng của cốt lưới ĐKT ít ảnh hưởng đến hệ số ổn định mái dốc (FoS), nhưng lại ảnh hưởng lớn đến chuyển vị ngang của tường, khoảng cách các lưới tăng lên thì biến dạng tường sẽ tăng lên. Bên cạnh đó, khi độ cứng dọc của lưới ĐKT tăng từ 700 đến 2500 kN, chuyển vị ngang của tường đã giảm 50%. Khi góc ma sát trong tăng từ 24° đến 36°, chuyển vị ngang lớn nhất của tường giảm xấp xỉ 40%, FoS tăng khoảng 11%. Thêm nữa, quan hệ giữa chuyển vị ngang và chiều cao của tường tăng theo quy luật tuyến tính.

Nghiên cứu tổng quan dựa trên phân tích, tổng hợp, đánh giá về công nghệ, nguyên lý làm việc, và một số yếu tố chính ảnh hưởng đến sự làm việc của tường chắn đất cốt lưới địa kỹ thuật. Những nghiên cứu thực nghiệm và mô hình hóa nhằm làm sáng tỏ lý thuyết, phương pháp tính, ảnh hưởng của chiều dài và góc nghiêng của mặt tường cần phải được tiến hành trong thời gian tới.



### Tài liệu tham khảo

- Đồng Kim Hạnh, 2015. Công nghệ “soil nailing” trong gia cố mái dốc công trình. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường*, số 48 (3/2015).
- FHWA, 2010, Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes - Volume I and II.
- Jewell, R.A., 1990. Reinforcement bond capacity. *Geotechnique*, 40 (3), 513-518.
- Lê Duy Cường, 2022. Các biện pháp bảo vệ mái dốc. <https://minhduccorp.com.vn/cac-bien-phap-gia-co-mai-doc>.
- Lê Xuân Khâm, Nguyễn Trọng Đại, Nguyễn Mai Chi, 2012. Nghiên cứu giải pháp gia cường ổn định cho mái đất dốc đứng bằng vải địa kỹ thuật. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, số 39(2012).
- Mabrouk, T., 2014. Interaction mechanisms of soil-geosynthetic reinforcement. *International Journal of GEOMATE*, 7, 969-973.
- Manju Gurung and Indra Prasad Acharya, 2021. Parametric Study of Mechanically Stabilized Earth Wall. “3rd International Conference On Engineering & Technology”, Kantipur Engineering College, Dhapakhel, Lalitpur, Nepal, April 18, 2021.
- McGown, A., Andrawes, K. Z., and Al-Hasani, M. M. (1978). Effect of Inclusion Properties on the Behavior of Sand. *Geotechnique*, 28, No. 3, pp. 327-346.
- Nguyễn Mai Chi, 2022. Một số vấn đề ứng dụng cốt địa kỹ thuật khi thiết kế mái dốc đứng. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, số 22 (2008).
- Palmeira, E. M., and Milligan, G. W. E., 1989. Scale and other factors affecting the results of the pullout tests of grids buried in sand. *Geotechnique*, 39(4), 551-584.
- Potyondy, J.G., 1961. Skin Friction Between Various Soils and Construction Materials. *Geotechnique*, Vol. 11, No. 4, 339-353.
- Schlosser, F., and De Buhan, P. (1991). “Theory and design related to the performance of reinforced soil structures.” *Proceedings of the International Reinforced Soil Conference Organized by the British Geotechnical Society*, A. McGown, K. Yeo, and K. Z. Andrawes, eds., British Geotechnical Society, Glasgow, Scotland, 1-14.
- Sidnei, T. H. C., Benedito, S. B., Jorge, G. Z., 2007. Pullout resistance of individual longitudinal and transverse geogrid ribs. *Journal of Geotechnical and Geo-Environmental Engineering*, ASCE January, 37-50.
- Sieira, A.C.C.F., Gerscovich, D.M.S., Sayao, A.S.F.J., 2009. Displacement and load transfer mechanisms of geogrids under pullout condition. *Geotextiles and Geomembranes* 27 (4), 241-253.



**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023**  
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

## **ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
Số 70 Trần Hưng Đạo, Hoàn Kiếm, Hà Nội  
SốĐT: 024 3822 0686 | Hotline: 0989 275 999  
Email: [nxbkhkt@hn.vnn.vn](mailto:nxbkhkt@hn.vnn.vn)  
Website: <https://nxbkhkt.com.vn>

