

TẠP CHÍ

ISSN 2354-0818

# GIÁO THÔNG

CƠ QUAN CỦA BỘ XÂY DỰNG

tapchigiaothong.vn  
e-ISSN 2615-9791

Tập 65 số 3/2025 (751)

**vận tải**





**TỔNG BIÊN TẬP**  
**NGUYỄN THÁI BÌNH**

**PHÓ TỔNG BIÊN TẬP**  
**NGUYỄN VĂN HƯỜNG**  
**PHẠM VĂN DŨNG**  
**NGUYỄN THANH HOA**  
**LÝ NGỌC THANH**

**HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP**

GS. TSKH. LÊ NGỌC KHUÊ; GS. TS. LƯƠNG CÔNG NHỎ; GS. TS. PHẠM HUY KHANG; GS. TS. NGUYỄN NGỌC LONG; GS. TS. ĐÀO VĂN ĐỒNG; GS. TS. PHẠM KỶ QUANG; PGS. TS. TỐNG TRẦN TÙNG; PGS. TS. TRẦN ĐẮC SỬ; PGS. TS. PHẠM XUÂN DƯƠNG; PGS. TS. NGUYỄN THANH CHUÔNG; PGS. TS. HOÀNG HÀ; PGS. TS. PHẠM DUY HÒA; PGS. TS. HOÀNG TÙNG; PGS. TS. NGUYỄN VĂN HÙNG; PGS. TS. NGUYỄN HỒNG THÁI; PGS. TS. NGUYỄN QUANG PHÚC; PGS. TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH; PGS. TS. NGUYỄN HOÀNG LONG; PGS. TS. NGUYỄN THANH SANG; PGS. TS. NGUYỄN THANH SƠN; TS. NGUYỄN XUÂN SANG; TS. TRẦN ĐOÀN THỌ; TS. LÝ HUY TUẤN; TS. NGUYỄN NGỌC LONG; TS. PHẠM CÔNG TRINH; TS. TRẦN BẢO NGỌC; TS. KHUẤT VIỆT HÙNG; TS. VŨ HỒNG TRƯỜNG; TS. NGUYỄN XUÂN CƯỜNG; TS. LÊ ĐỖ MUỘI; TS. BÙI THIÊN THU; TS. NGUYỄN VĂN BÌNH; TS. NGUYỄN VĂN THÀNH; TS. PHẠM HOÀI CHUNG; TS. NGUYỄN VĂN TÚI; ThS. LÂM VĂN HOÀNG; ThS. HOÀNG HỒNG GIANG.

**TÒA SOẠN**

106 Thái Thịnh - Đống Đa - Hà Nội

**PHÒNG HÀNH CHÍNH TRỊ SỰ VÀ TRUYỀN THÔNG**

**Hành chính Trị sự**

Điện thoại: (024) 3942.6389

Fax: (024) 3822.1153

Email: tapchigiaothong1960@gmail.com

**Truyền thông**

Điện thoại: (024) 3822.0392

Email: phongtruyenthong.gtvvt@gmail.com

**PHÒNG THƯ KÝ - BIÊN TẬP  
VÀ PHÒNG VIÊN THƯỜNG TRÚ**

**Thư ký - Biên tập**

Điện thoại: (024) 3942.0744

Email: phongtkts.gtvvt@gmail.com

**Văn phòng Phóng viên**

**Thường trú miền Trung và Tây Nguyên**

16 Lý Tự Trọng, quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng

Điện thoại: 0914.228.918

**Văn phòng Phóng viên**

**Thường trú miền Nam**

17A Hồng Hà, quận Tân Bình, TP. Hồ Chí Minh

**PHÒNG PHÓNG VIÊN - TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ**

Điện thoại: (024) 3942.8737

Email: phongpv.gtvvt@gmail.com

Giấy phép số 465/GP-BTTTT do Bộ Thông tin và Truyền thông cấp ngày 26/09/2022

Tài khoản: Tạp chí Giao thông vận tải 118000001700  
- Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam - Chi nhánh TP. Hà Nội

Mã số thuế: 0100104098

Chế bản tại Tạp chí GTVT; In tại Công ty CP In Khoa học công nghệ Hà Nội

Trình bày bìa: Sinh Nguyễn



**GIAO THÔNG**  
**TRANSPORT MAGAZINE** vận tải

# Mục Lục

**CONTENTS**

**THÁNG 3**

**(NĂM THỨ 65)**

**06**

**Cơ sở lựa chọn các thông số kỹ thuật trong thiết kế kết cấu nhịp cầu dầm bê tông dự ứng lực giản đơn chiều dài nhịp trung bình trên các tuyến đường sắt tốc độ cao**

Basis for determining technical parameters in the design of simple beam prestressed concrete bridges of medium span-lengths on high-speed railways

**PGS. TS. HOÀNG HÀ**

**12**

**Xác định góc nội ma sát và lực dính đơn vị của vật liệu Micro surfacing sử dụng thí nghiệm cắt phẳng**

Determination of internal friction angle and unit cohesion force of micro surfacing materials by simple shearing test

**TS. NGÔ NGỌC QUÝ; PGS. TS. TRẦN THỊ KIM ĐĂNG  
PGS. TS. NGUYỄN QUANG TUẤN; ThS. NCS. BÙI VIỆT CƯỜNG**

**16**

**Nghiên cứu công nghệ S-JOG gia cố nền đất và phục hồi kết cấu bị hư hỏng do lún**

Research on S-JOG technology for soil reinforcement and restoration of structures damaged by settlement

**ThS. TRẦN THỊ THU HIẾN; PGS. TS. NGUYỄN CHÂU LÂN  
PGS. TS. NGUYỄN TRỌNG HIỆP; GS. TS. PHẠM HUY KHANG  
GS. TS. NGUYỄN QUỐC DŨNG**

**20**

**Nghiên cứu đề xuất giải pháp thiết kế kết cấu áo đường tại nút giao thông vòng đảo dựa vào hệ số phân phối tải trọng bánh xe**

Research and recommendation of pavement structure design solutions for roundabout intersections based on wheel load distribution factors

**TS. NGUYỄN VĂN BÍCH; PGS. TS. HOÀNG TÙNG**

**24**

**Phân tích nội dung tính toán ứng suất của đất đá lên vỏ hầm đường sắt theo tiêu chuẩn thiết kế hầm của một số nước**

Analysing calculations of rock and soil stress on railway tunnel linings according to some countries' tunnel design standards

**PGS. TS. TRẦN THẾ TRUYỀN; KS. NGUYỄN HUY NGHĨA  
PGS. TS. TRẦN THU HẰNG**

**28**

**Phân tích các phương pháp thiết kế liên kết hàn góc dưới tác dụng của lực lệch tâm**

Analysis of design methods for eccentrically loaded weld groups

**PGS. TS. ĐÀO VĂN DINH**

**33**

**Ứng dụng phương pháp bề mặt đáp ứng trong đánh giá xác suất mất an toàn kết cấu**

Application of response surface method in evaluating the probability of structural safety failures

**TS. ĐOÀN NHƯ SƠN; ThS. TRẦN ANH TUẤN**

**37**

**Tính toán tuổi thọ khai thác còn lại của kết cấu áo đường mềm đường ô tô theo chỉ tiêu mô-đun đàn hồi chung**

Calculating the remaining service life of highway flexible pavement structures based on elastic modulus index

**TS. PHẠM ĐỨC PHONG; GS. TS. PHẠM CAO THẮNG**

**40**

**Thúc đẩy tái chế thải phẩm nhiệt điện trong xây dựng công trình giao thông hạ tầng**

Promotion of recycling waste from thermal power plants in transportation infrastructure construction

**PGS. TS. NGUYỄN THANH SANG; ThS. LÊ THU TRANG  
ThS. NCS. HUỲNH THỊ MỸ DUNG**



# Mục Lục

CONTENTS  
THÁNG 3  
(NĂM THỨ 65)

- 45** Phân tích yếu tố kỹ thuật công nghệ khoan ngang định hướng trong xây dựng hạ tầng ngầm đô thị  
Analysis of technical factors of directional horizontal drilling technology in the construction of urban underground infrastructure  
**PGS. TS. LÊ QUANG HANH**
- 49** Nghiên cứu xác định các yếu tố ảnh hưởng đến độ võng lớn nhất do hoạt tải của kết cấu nhịp dầm giản đơn bê tông cốt thép  
Research for the identification of factors affecting the greatest deflection under live load impact of reinforced concrete simple span beam structures  
**TS. LÊ VĂN MẠNH; TS. NGUYỄN MẠNH THƯỜNG**
- 52** Nghiên cứu khả năng chịu cắt của bản mặt cầu sườn mỏng chế tạo bằng bê tông HPC  
Study on shear resistance of thin bridge deck made of HPC concrete  
**TS. NGUYỄN THỊ NGUYỆT HẰNG  
TS. TRẦN VIỆT HÙNG**
- 56** Nghiên cứu đặc trưng đầm lèn của cát san hô bằng thí nghiệm đầm nén Proctor  
Study on compaction characteristics of coral sand by Proctor compaction test  
**KS. LÊ QUỐC HOÀN; TS. PHẠM ĐỨC TIỆP  
PGS. TS. TRẦN NAM HÙNG**
- 60** Nghiên cứu xác định sức kháng uốn của dầm liên hợp không hoàn toàn kiểu sàn deck theo AISC 360-2022  
Research on determining the flexural resistance of partial composite beams with formed steel deck according to AISC 360-2022  
**TS. ĐÀO SỸ ĐÁN**
- 63** Nghiên cứu ứng dụng thuật toán MSA cho bài toán tối đa mục tiêu của kết cấu khung thép  
An application of the MOMSA algorithm to optimise a real-world steel frame structures  
**TS. VŨ HỮU TRƯỜNG**
- 67** Một số yếu tố ảnh hưởng thiết kế biển báo hiệu đường bộ  
Some factors affecting the design of traffic safety signs  
**TS. NGUYỄN THỊ THU NGÀ  
KS. NGUYỄN TIẾN HUY**
- 71** Nghiên cứu đề xuất chỉ dẫn bố trí trạm xe đạp công cộng trên các tuyến đường sắt đô thị áp dụng tại TP. Hà Nội  
Study and proposal of guidelines for arrangement of public bicycle stations on urban railways in Hanoi  
**ThS. ĐẶNG THỊ THU THẢO  
ThS. NGUYỄN THỊ THU HẰNG  
ThS. NGUYỄN BẠCH DƯƠNG**
- 75** Khảo sát địa chất cho dự án cảng: Quy định hiện hành và một số khuyến nghị cơ bản  
Geological survey for port projects: Current regulations and some basic recommendations  
**TS. VŨ MINH TUẤN; TS. NGUYỄN ANH DÂN  
TS. ĐỖ MINH ĐẠT; TS. NGUYỄN VĂN BÁC**
- 79** Nghiên cứu một số phương pháp giải tích xác định lực kéo trong lưới địa kỹ thuật của tường chắn cốt lưới địa kỹ thuật  
Study on some analytical methods to determine the tensile force in the geogrid of geogrid reinforced retaining walls  
**TS. PHẠM VĂN HÙNG  
PGS. TS. VŨ MINH NGÂN  
TS. ĐẶNG QUANG HUY**
- 82** Khảo sát và đánh giá chỉ số chất tải hành khách cho một số tuyến xe buýt chính tại Hà Nội  
Surveying and Evaluating the passenger loading factor of key bus routes in Hanoi  
**TS. TRẦN KHẮC DƯƠNG  
PGS. TS. ĐỖ QUỐC CƯỜNG**
- 85** Nghiên cứu điều khiển hệ thống treo chủ động nhằm nâng cao chất lượng dao động của ô tô con  
Research on active suspension control to improve the oscillation quality of passenger cars  
**TS. PHẠM TẮT THẮNG  
TẠ NHƯ THUẬN  
TS. ĐÀO HUY HẢI  
PGS. TS. VŨ VĂN TẤN  
ThS. ĐỖ TRỌNG TỬ**
- 89** Ứng dụng trí tuệ nhân tạo hỗ trợ giám sát phương tiện giao thông đường bộ  
Application of artificial intelligence for road traffic monitoring  
**ThS. PHẠM TRUNG MINH  
TS. NGUYỄN CẢNH TOÀN**
- 92** Đánh giá ổn định bền vững hệ thống điều khiển xe điện sử dụng bộ điều khiển PID  
Evaluate the stability and sustainability of the electric vehicle control system using PID controller  
**GS. TS. LÊ HÙNG LÂN  
TS. NGUYỄN VĂN HẢI  
PGS. TS. NGUYỄN VĂN TIÊM**
- 97** Nghiên cứu mô phỏng hệ thống điều khiển hành trình thích nghi - ACC áp dụng phương pháp điều khiển PI - Fuzzy logic cho xe ô tô điện bằng công cụ Matlab & Simulink  
A study of simulation adaptive cruise control system - ACC applying PI - Fuzzy logic control method for electric vehicles using matlab & simulink  
**TS. ĐÀO QUANG KHANH  
ThS. HỮA XUÂN LONG  
ThS. TỐNG LÂM TÙNG**
- 100** Ước lượng vận tốc ô tô đang di chuyển  
Estimate the speed of the moving car  
**TS. HỒ THỊ HƯƠNG THƠM  
ThS. NGUYỄN KIM ANH  
ThS. MAI THỊ TRANG**
- 104** Thực nghiệm tối ưu thời gian phanh cơ cấu nâng cầu trục sử dụng công cụ phân tích DOE (phần mềm Minitab)  
Experiment to optimize lifting hoist braking time in beam cranes using doe tools (minitab statistical software)  
**ThS. PHẠM THỊ YẾN  
TS. NGUYỄN LAN HƯƠNG**



# Nghiên cứu một số phương pháp giải tích xác định lực kéo trong lưới địa kỹ thuật của tường chắn cốt lưới địa kỹ thuật

■ TS. PHẠM VĂN HÙNG<sup>(\*)</sup>; PGS. TS. VŨ MINH NGẠN; TS. ĐẶNG QUANG HUY  
Trường Đại học Mở - Địa chất  
Email: <sup>(\*)</sup>phamvanhung@humg.edu.vn

**TÓM TẮT:** So với các loại hình tường chắn thông thường, tường chắn cốt lưới địa kỹ thuật (ĐKT) có kết cấu thanh mảnh với chiều cao lớn, khả năng chịu lực cao, chi phí hợp lý và tính thẩm mỹ cao. Nhờ những ưu điểm trên, tường chắn cốt lưới ĐKT đã được áp dụng tương đối phổ biến tại các dự án hạ tầng và giao thông ở các nước tiên tiến trên thế giới như Mỹ, Nhật Bản, Tây Âu và Trung Quốc. Tuy nhiên, ở nước ta do chưa có nhiều kết quả nghiên cứu, chưa ban hành được các chỉ dẫn và tiêu chuẩn thiết kế nên việc áp dụng công nghệ này còn khá hạn chế. Bài báo tiến hành phân tích và đánh giá một số phương pháp giải tích xác định lực kéo trong lưới ĐKT. Kết quả phân tích của bài báo chỉ ra rằng, nhờ việc xem xét đến ảnh hưởng tải trọng bên trên khối đắp và góc nghiêng của tường, phương pháp độ cứng K cho phép tính toán lực kéo lớn nhất trong các lớp lưới ĐKT có độ tin cậy và phù hợp với điều kiện thực tế hơn so với phương pháp AASHTO 2012 và phương pháp đơn giản hóa độ cứng.

**TỪ KHÓA:** Tường chắn có cốt, lưới địa kỹ thuật, lực kéo tính toán, sức kháng ma sát.

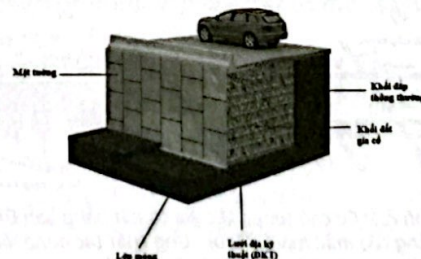
**ABSTRACT:** Compared with conventional retaining wall types, the geogrid reinforced mechanically stabilized earth (MSE) walls have a slender structure that can withstand great heights, high load-bearing capacity, reasonable cost and high aesthetics. Because of the above advantages, the geogrid reinforced MSE wall has been applied popularly in infrastructure and highway projects in developed countries such as the US, Japan, Europe and China. However, in Vietnam, due to the limitations of research results and the lack of issued design recommendations and standards, the application of this technology is still rather limited. The paper analyzes and evaluates some analytical methods to determine the tensile force in geogrid reinforcement. The results figure out that thanks to considering the influence of the load on the embankment and the angle, the K stiffness method allows calculating the maximum tensile force in the geogrid reinforcement

more reliability and practicality than AASHTO 2012 and the simplified stiffness methods.

**KEYWORDS:** MSE wall, geogrid reinforcement, tensile force, friction resistance.

## 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Tường chắn có cốt (Mechanically stabilized earth (MSE) wall) là hệ kết cấu phức hợp của các lớp đất đắp được đầm nén chặt và các lớp cốt gia cường được cố định vào kết cấu mặt tường. Tường chắn có cốt gồm ba bộ phận chính là mặt tường, cốt chịu kéo nằm ngang và đất đắp trong tường (Hình 1.1). Với kết cấu tường chắn cốt lưới ĐKT, mặt tường làm từ tấm panel, khối bê tông đúc sẵn (mặt tường cứng) hay lưới ĐKT (mặt tường mềm); cốt chịu kéo làm từ lưới ĐKT; khối đất trong tường làm từ loại đất sức kháng cắt lớn và thoát nước tốt như cát hay cát pha lẫn sỏi sạn. Nguyên lý làm việc của tường chắn cốt lưới ĐKT là sự kết hợp khả năng làm việc của các vật liệu khác nhau như khả năng chịu nén và chịu cắt trượt đất đắp; khả năng chịu kéo của lưới ĐKT và khả năng chịu uốn của bê tông cốt thép mặt tường. Trong khi đó, lưới ĐKT có vai trò neo khối đất để tránh bị trượt nhờ vào lực ma sát giữa lưới và đất, mặt tường có tác dụng giữ cho đất khỏi bị xói lở, nghiêng ngả và tạo kiến trúc cho tường chắn. Tường chắn cốt lưới ĐKT là giải pháp tiên tiến và có nhiều điểm ưu việt so với các loại tường chắn khác như chịu lực tốt, hệ số ổn định cao, tiết kiệm chi phí và tính thẩm mỹ cao (Lê Duy Cường, 2022).



Hình 1.1: Cấu tạo hệ tường chắn có cốt (Nguồn: Internet)

Sự làm việc của tường chắn cốt lưới ĐKT nhờ vào khả năng chịu kéo của cốt lưới ĐKT, sức kháng cắt của đất, tương tác lưới ĐKT - đất, khả năng kháng uốn của mặt tường và liên kết giữa tấm mặt tường - lưới ĐKT. So với tường chắn cốt lưới thép, cốt gia cường của tường chắn cốt lưới ĐKT có thể giãn dài, điều này dẫn đến chuyển vị ngang của tường lớn hơn. Khi tường



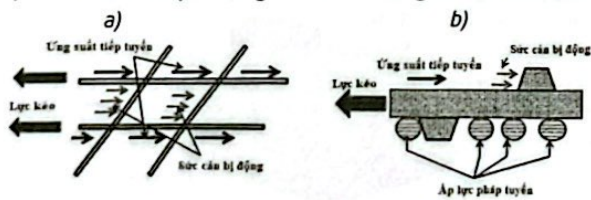
làm việc, nó có thể bị mất ổn định cục bộ và mất ổn định tổng thể. Tường mất ổn định cục bộ khi lực kéo trong cốt gia cường lớn hơn lực ma sát giữa cốt - đất (hiện tượng kéo đứt); hoặc khi ứng suất kéo trong cốt gia cường gây bởi tải trọng ngoài và tải trọng bản thân khối đắp lớn hơn ứng suất kéo cho phép của cốt, cốt bị kéo đứt (hiện tượng kéo đứt). Hiện tượng mất ổn định tổng thể xảy ra khi toàn bộ khối gia cố bị lún, trượt và lật vượt qua giới hạn cho phép (FHWA, 2001).

Việc xác định chính xác lực kéo trong lưới ĐKT có vai trò rất quan trọng trong việc kiểm tra ổn định cục bộ và ổn định tổng thể của tường. Do đó, có một số nghiên cứu đã được tiến hành nhằm phân tích cơ chế ứng xử và xác định khả năng chịu lực của lưới ĐKT. Nghiên cứu mẫu đất gia cường bằng lưới ĐKT biến dạng bé và lưới ĐKT biến dạng tương đối lớn, McGown và nnk (1978) chỉ ra rằng mẫu đất gia cố cốt lưới ĐKT biến dạng bé có độ cứng lớn hơn mẫu đất gia cố cốt lưới ĐKT biến dạng lớn. Dựa vào giá trị biến dạng cho phép để sức kháng lưới ĐKT đạt giá trị cực đại (điểm bắt đầu xảy ra hư hỏng do đứt lưới ĐKT), Schlosser và de Buhan (1991) chỉ ra rằng biến dạng cho phép của cốt lưới ĐKT biến dạng bé và biến dạng lớn tương ứng bằng 3% và 12%.

Từ những phân tích và đánh giá một số nghiên cứu trước đây, có thể nhận thấy rằng việc xác định lực kéo trong lưới ĐKT có ý nghĩa to lớn trong các bài toán thiết kế và kiểm toán các điều kiện ổn định của tường chắn cốt lưới ĐKT. Bài báo được tiến hành nhằm xác định cơ chế tương tác cốt ĐKT - đất của khối đắp gia cố nhằm xác định sức kháng ma sát tại mặt tiếp xúc cốt ĐKT - đất. Ngoài ra, bài báo phân tích và đánh giá một số phương pháp giải tích xác định lực kéo trong lưới ĐKT.

## 2. CƠ CHẾ TƯƠNG TÁC CỐT LƯỚI ĐKT - ĐẤT VÀ LỰC KHÁNG MA SÁT

Tương tác cốt lưới ĐKT - đất được chia thành hai cơ chế chính gồm: Sức kháng ma sát bề mặt được hình thành do ứng suất tiếp tuyến giữa cấu kiện lưới dọc với đất và sức cản bị động do ứng suất chống cắt trên các cấu kiện nằm ngang của lưới ĐKT (Hình 2.1). Do đó, khi thiết kế tường chắn cốt lưới ĐKT cần xem xét sự làm việc đồng thời của cơ chế sức kháng ma sát và cơ chế sức cản bị động. Bên cạnh đó, cấu tạo dạng hình học của cốt lưới ĐKT cũng cần được xem xét nhờ làm thay đổi cơ chế truyền ứng suất bên trong đất (FHWA, 2001).



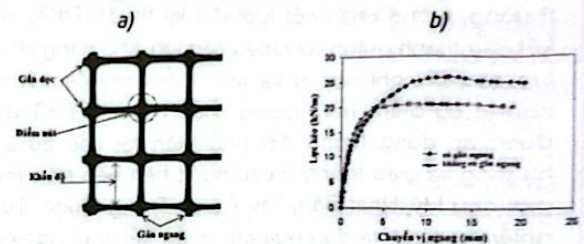
Hình 2.1: Cơ chế tương tác gia cố đất bằng lưới ĐKT:  
a) - Mặt bằng của mẫu lưới ĐKT; b) - Ứng suất tác dụng lên lưới ĐKT (theo Elias et al., 2001)

Nghiên cứu thực nghiệm của Potyondy (1961) và Jewell (1990) chỉ ra rằng sức kháng ma sát cốt ĐKT - đất phụ thuộc vào sức kháng 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. Tác giả Jewell (1990) đã đề xuất công thức tính toán sức kháng ma sát cho phép hệ lưới ĐKT - đất theo công thức (1).

$$P_R = 2f_b L_R \sigma'_n \tan \varphi \quad (1)$$

Trong đó:  $\sigma'_n$  - Ứng suất tác dụng theo phương đứng;  $L_R$  - Chiều dài của lưới ĐKT;  $\varphi$  - Góc ma sát trong của đất và  $f_b$  - Hệ số tương tác trong điều kiện kéo.  $f_b$  được xác định dựa vào các thông số hình học của lưới ĐKT (cấu tạo, hình dạng và khoảng cách lưới) và cường độ sức kháng cắt của đất.

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của một thông số tới khả năng kháng ma sát lưới ĐKT - đất, Sidnei và nnk (2007) cho rằng khả năng kháng ma sát của lưới ĐKT có các đường gần ngang cao hơn 26% so với lưới ĐKT không có các đường gần ngang (Hình 2.2). Điều này chứng tỏ rằng, sự tham gia của các gần ngang, dọc của lưới ĐKT có vai trò rất lớn trong việc nâng cao sức kháng ma sát cốt lưới ĐKT - đất. Mabrouk và nnk (2018) cho thấy khi ứng suất theo phương thẳng đứng tăng, sức kháng cắt của đất tăng, dẫn đến sức kháng ma sát cốt lưới ĐKT - đất tăng.



Hình 2.2: Kết quả kéo của cốt lưới ĐKT có và không có gần ngang (Sidnei và nnk, 2007)

## 3. TÍNH TOÁN LỰC KÉO TRONG LƯỚI ĐKT

Trong các nghiên cứu và chỉ dẫn thiết kế ở một số nước trên thế giới, lực kéo trong lưới ĐKT thường được tính toán theo ba phương pháp là phương pháp độ cứng K, phương pháp AASHTO 2012 và phương pháp đơn giản hóa độ cứng. Trong mục này, ba phương pháp giải tích xác định lực kéo trong lưới ĐKT được trình bày, phân tích và so sánh.

### 3.1. Phương pháp độ cứng K

Phương pháp độ cứng K được đề xuất bởi Allen và nnk (2003) để xác định lực kéo lớn nhất trong các lớp lưới ĐKT ( $T_{max}$ ). Kết quả tính toán bằng phương pháp độ cứng K đã được kiểm chứng với các kết quả thí nghiệm từ mô hình thực. Phương pháp đã xem xét được ảnh hưởng của độ cứng của tường, chỉ tiêu cơ lý của khối đắp và thông số hình học của lưới ĐKT đến lực kéo lớn nhất. Lực kéo lớn nhất trong mỗi lớp gia cố,  $T_{max}$ , được tính như trong công thức (2).

$$T_{max} = 0,5S_v K_0 (H+S) D_{tmax} [\Phi_{local} \times \Phi_g \times \Phi_{fs} \times \Phi_{fb}] \quad (2)$$

Trong đó:  $S_v$  - Khoảng cách trung bình giữa các lưới ĐKT;  $K_0$  - Hệ số áp lực ngang trung bình,  $K_0 = 1 - \sin \varphi$  với  $\varphi$  là góc ma sát trong của khối đắp;  $H$  - Chiều cao tường;  $S$  - Chiều cao quy đổi từ tải trọng phân bố phía bên trên,  $q$ , ( $S = q/\gamma$ );  $D_{tmax}$  - Hệ số phân bố tính đến sự thay đổi của tải trọng kéo;  $\Phi_{local}$  - Hệ số độ cứng cục bộ tính đến độ cứng tương đối của lớp gia cố so với độ cứng trung bình của toàn bộ các lớp lưới ĐKT,  $\Phi_g$  - Hệ số độ cứng tổng thể tính đến ảnh hưởng của độ cứng và khoảng cách của các lớp gia cố trên toàn bộ chiều cao tường;  $\Phi_{fs}$  - Hệ số độ cứng mặt tường và  $\Phi_{fb}$  - Hệ số bề mặt (góc dốc và dạng cấu kiện). Theo Allen và nnk (2003), lực kéo cực đại có thể diễn giải chi tiết hơn theo (3).

$$T_{max} = 0,5S_v K_0 (H+S) D_{tmax} \left[ \left( \frac{S_{local}}{S_{global}} \right) \times 0,25 \left( \frac{S_{global}}{P_b} \right)^{0,33} \times 0,5 \left( \frac{1,5H^4}{ELb(h_{eff}/H)} \right)^{0,18} \times \left( \frac{K_{abh}}{K_{abh}} \right)^{0,25} \right] \quad (3)$$



Trong đó:  $S_{local}$  - Độ cứng cục bộ của cốt ĐKT được tính bằng  $J/S_y$  với  $J$  là độ cứng của cốt ĐKT, và  $S_y$  - Độ cứng tổng thể, được xác định bằng  $J_{ave}/(H/n)$ , với  $J_{ave}$  - Độ cứng trung bình cho tất cả các lớp gia cố và  $n$  là số lớp. Các thông số cần thiết của tấm mặt tường gồm:  $b'$  - Độ dày của tấm,  $L$  - Chiều dài đơn vị của tấm ( $L = 1$  m),  $H$  - Chiều cao của tấm và  $E$  là mô-đun đàn hồi của dầm đàn hồi tương đương đại diện cho mặt tường,  $h_{eff}$  - Chiều cao tương đương và tỷ lệ  $h_{eff}/H$  - Hiệu quả của hệ thống tấm mặt nối để truyền mô men qua cột,  $P_a$  - Áp suất khí quyển (101 kPa),  $K_{abh}$  - Thành phần nằm ngang của hệ số áp lực đất chủ động tính đến dạng mặt tường và  $K_{avh}$  - Thành phần thẳng đứng của hệ số áp lực đất chủ động.

### 3.2. Phương pháp AASHTO 2012

Theo phương pháp AASHTO 2012, giả thiết rằng mặt tường có thể uốn. Tải trọng kéo tối đa trong một lớp gia cố,  $T_{max}$  (theo đơn vị chiều dài) được tính dựa trên trạng thái cân bằng của nêm phá hủy Rankine, theo (4).

$$T_{max} = S_y K_a (\gamma z' + q) \quad (4)$$

Trong đó:  $S_y$  - Khoảng cách thẳng đứng của các lớp gia cố;  $K_a$  - Hệ số áp lực đất ngang chủ động;  $\gamma$  - Trọng lượng thể tích của đất;  $z'$  - Độ sâu của lớp gia cố tính từ đỉnh tường và  $q$  - Giá trị của tải trọng phân bố đều.

### 3.3. Phương pháp đơn giản hóa độ cứng

Allen và Bathurst (2015) đề xuất công thức đơn giản hóa xác định sức kéo lớn nhất trong mỗi lớp lưới của tường mềm (mặt tường bọc lưới ĐKT) không có tải trọng phía trên được biểu diễn theo công thức (5):

$$T_{max} = S_y K_a \gamma H D_{tmax} \left[ \left( \frac{S_{local}}{S_{globalave}} \right)^{0.5} \times 0.16 \left( \frac{S_{global}}{P_a} \right)^{0.26} \times 0.57 \left( \frac{1.5 H^3}{E b^3 (h_{eff}/H)} P_a \right)^{0.15} \right] \quad (5)$$

Allen và Bathurst (2015) khuyến nghị rằng trong phương pháp này nên sử dụng góc ma sát trong thí nghiệm cắt trực tiếp hoặc nén ba trục,  $S_{localave}$  là giá trị trung bình của  $S_{local}$  cho tất cả các lớp tường được gia cố.  $D_{tmax}$  được lấy bằng 0,12 tại bề mặt đất và tăng tuyến tính đến giá trị lớn nhất của một ở độ sâu  $z' = 0,4(H)^{1,2}$  và sau đó không đổi ở độ sâu lớn hơn.

### 3.4. So sánh các phương pháp tính toán

Dựa trên kết quả trình bày ở trên, tác giả nhận thấy rằng phương pháp AASHTO 2012 chưa xem xét đến ảnh hưởng của độ cứng của tường, ma sát mặt tường và góc dốc. Bên cạnh đó, so với AASHTO 2012 và phương pháp đơn giản hóa độ cứng, phương pháp độ cứng K cho phép tính toán lực kéo lớn nhất trong các lớp lưới ĐKT với trường hợp có tải trọng phía bên trên khối đắp và góc nghiêng của tường. Tuy nhiên, phương pháp độ cứng K tính toán phức tạp hơn, do phải xác định thêm một số thông số đầu vào như thông số về độ cứng của tường, góc dốc tường và tải trọng bên trên.

## 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua nghiên cứu và phân tích một số nội dung về sức kháng ma sát tại mặt tiếp xúc lưới ĐKT - đất và một số phương pháp giải tích xác định lực kéo trong lưới ĐKT, bài báo đã làm rõ một số điểm, cụ thể như sau:

- Sức kháng ma sát tại mặt tiếp xúc lưới ĐKT - đất phụ thuộc vào sức kháng 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, có thể xác định được theo công thức của Jewell (1990).
- Phương pháp xác định lực kéo lớn nhất theo AASHTO

(2012) là đơn giản nhất, do chưa xem xét đến ảnh hưởng của độ cứng của tường, ma sát mặt tường và góc dốc.

- So với AASHTO (2012) và phương pháp đơn giản hóa độ cứng, phương pháp độ cứng K cho phép tính toán lực kéo lớn nhất trong các lớp lưới ĐKT với trường hợp có tải trọng phía bên trên khối đắp và góc nghiêng của tường, do đó nó sẽ phù hợp với điều kiện thực tế hơn.

Phương pháp độ cứng K, phương pháp đơn giản hóa độ cứng phù hợp với tính toán thiết kế và kiểm toán tường chắn cốt lưới ĐKT, trong khi phương pháp AASHTO (2012) phù hợp khi tính toán sơ bộ nhằm xác định số lớp lưới và khoảng cách giữa các lớp lưới ĐKT.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài cấp Trường Đại học Mở - Địa chất, mã số T24-33.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 2012.
- [2]. Allen, T.M., Bathurst, R.J., Holtz, R.D., Walters, D.L. and Lee, W.F. (2003), A new working stress method for prediction of reinforcement loads in geosynthetic walls, Canadian Geotechnical Journal, 40, 976-994.
- [3]. Allen, T.M., Bathurst, R.J. (2015), Improved Simplified Method for Prediction of Loads in Reinforced Soil Walls, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 141(11), 1-14.
- [4]. Elias, V., Christopher, B.R. and Berg, R.R. (2001), Mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes design and construction guidelines, National Highway Institute (NHI), Course No 132042, Report No FHWA-NHI-00-043.
- [5]. Federal Highway Administration (FHWA, 2001), Mechanically stabilized earth walls and Reinforced soil slopes design and construction guidelines, Publication No. FHWA-NHI-00-043.
- [6]. Lê Duy Cường (2022), Tường chắn có cốt, <https://minhduccorp.com.vn/tuong-chan-dat-co-cot>.
- [7]. Mabrouk, T., Ahmed R., Mustapha B. and Belkacem A. (2018), Experimental and Numerical Analysis of Geogrid-Reinforced Soil Systems, Arabian Journal for Science and Engineering, 43, 5295-5303.
- [8]. McGown, A., Andrawes, K.Z., Al-Hasani, M.M. (1978), Effect of inclusion properties on the behavior of sand, Geotechnique 28 (3), 327-347.
- [9]. Schlosser, F. and De Buhan, P. (1991), Theory and design related to the performance of reinforced soil, S-O-A Report, Performance of Reinforced Soil Structures, McGown et al.(ed.), Thomas Telford, London, pp.1-14.
- [10]. Sidnei, T. H. C., Benedito, S. B., Jorge, G. Z. (2007), Pullout resistance of individual longitudinal and transverse geogrid ribs, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering ASCE January, 37-50.

Ngày nhận bài: 17/01/2025

Ngày nhận bài sửa: 10/02/2025

Ngày chấp nhận đăng: 21/02/2025



