

# ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ ẨM NỀN ĐẤT ĐẬP VÀ KHOẢNG CÁCH CỐT ĐẾN ỨNG XỬ CỦA TƯỜNG CHẮN CÓ CỐT

**TÓM TẮT:** Trong xây dựng cơ sở hạ tầng đô thị, nhất là hệ thống công trình giao thông, công nghệ tường chắn đất có cốt (MSE wall - MSEW) là một trong những giải pháp cho phép tối ưu hóa việc sử dụng quỹ đất, không gian đô thị. Một trong những yếu tố tiên quyết ảnh hưởng đến chất lượng gia cố của tường chắn đất có cốt là vật liệu làm đất đắp nền đường. Xu thế hiện nay để giảm giá thành thường nghiên cứu tận dụng vật liệu đắp địa phương, tuy nhiên, việc tận dụng các loại đất đắp địa phương dẫn đến khả năng thoát nước của khối đất bên trong tường chắn bị ảnh hưởng khá nhiều. Điều này gây ra những bất lợi trong quá trình khai thác tường chắn có cốt. Bài báo này sẽ tập trung phân tích ảnh hưởng của độ ẩm nền đất đắp và khoảng cách cốt đến ứng xử của tường chắn đất MSE.

**TỪ KHÓA:** Tường chắn đất có cốt (MSE), ứng xử của tường chắn đất có cốt.

**ABSTRACT:** In the construction of urban infrastructure, especially the transport construction system, mechanically stabilized earth walls (MSE) technology is one of the solutions that allow the optimization of land and urban space. One factor affecting the quality of reinforced retaining walls is the material used to fill the embankment. The use of local embankment materials reduces construction costs. However, This one affect to the drainage capacity of backfill. This paper will focus on the influence of moisture backfill materials and reinforcement on the behavior of mechanically stabilized earth walls (MSE walls).

**KEYWORD:** Mechanically stabilized earth walls, behavior of mechanically stabilized earth walls.

ThS. TRẦN THỊ BÍCH THẢO  
Bà Môn Đường Bộ - Đại Học Giao Thông Vận Tải  
TS. HOÀNG VIỆT HẢI  
Bộ Môn Cấu Hầm - Đại Học Giao Thông Vận Tải  
KS. TRẦN QUANG MINH  
Công ty TNHH Giao thông Vận tải

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tường chắn có cốt kết hợp giữa cốt trong đất (cốt thép hoặc sợi tổng hợp) có ưu điểm là giảm không gian chiếm dụng đất ở khu vực vị trí chân công trình, do đó hiện nay đã và đang được sử dụng nhiều trong các nút giao thông, các công trình đường, đường dẫn lên cầu trong các đô thị. Một số công trình có thể kể đến là nút giao của đường dẫn vành đai 2 ra cầu Nhật Tân khu vực Cầu Giấy, đường cao tốc Đà Nẵng - Quảng Ngãi, cao tốc Hà Nội - Lào Cai, ... Do điều kiện cốt tiếp xúc trực tiếp với đất nền nên các loại cốt được đề xuất sử dụng tại các công trình này chủ yếu là cốt sợi tổng hợp, lưới vải địa kỹ thuật hoặc cốt thép nhập ngoại (Mỹ, Pháp, Nhật, Singapore,...) với giá thành cao làm tăng chi phí xây dựng công trình tăng cao.

Ngoài ra, một yếu tố khác ảnh hưởng lớn hơn đến giá thành của công trình đó là vật liệu sử dụng đắp tường chắn. Việc sử dụng vật liệu tốt sẽ dẫn đến giá thành rất lớn và khó khăn trong việc tìm nguồn. Do đó, việc sử dụng một số loại đất đắp tốt ở địa phương sử dụng trong việc thay thế vật liệu đất (cát) là vấn đề đáng được quan tâm. Tuy nhiên, chính việc sử dụng vật liệu này trong nền đường độ ẩm của đất đắp dễ biến động, tương tác giữa cốt của tường đất và đất nền có thể bị ảnh hưởng.

Do đó, nghiên cứu ảnh hưởng của độ ẩm đất nền và sự bố trí hợp lý của neo trong đất cần phải làm sáng tỏ. Kết quả nghiên cứu của bài báo góp phần làm rõ hơn ảnh hưởng của các tham số: độ ẩm và khoảng cách các cốt đến ứng xử của tường chắn có cốt (MSE).

## 2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

### a. Cơ sở lý thuyết tính toán

Đất có cốt là một loại vật liệu tổ hợp gồm đất tự nhiên thông thường nhưng trong đó có bố trí các lớp cốt bằng vật liệu chịu được lực kéo theo hướng nhất định. Thông qua sức neo bám (do ma sát, dính và neo bám) giữa đất với vật liệu cốt mà loại vật liệu tổ hợp đất có cốt này có khả năng chịu kéo (giống như vật liệu bê tông cốt thép có khả năng chịu kéo, trong đó bản thân bê tông chịu kéo rất kém).

Đất được coi như một vật liệu rời, khi chịu tác dụng của ngoại lực đất sẽ ổn định nếu trạng thái ứng suất ở bất kì điểm nào và theo hướng nào cũng nằm dưới đường bao phá hoại của các vòng tròn Mohr [2]. Theo đó, với một loại đất có lực dính ( $c$ ), góc nội ma sát ( $\varphi$ ), trị số ứng suất chính theo phương thẳng đứng ( $\sigma_1$ ) do ngoại lực gây ra càng lớn và ứng suất chính theo phương ngang ( $\sigma_3$ ) quá nhỏ hoặc quá lớn thì đất sẽ phá hoại.

Vai trò của cốt chính là nhằm tạo ra áp lực ngay từ bên trong khối đất

có bố trí cốt. Điều này cũng tương đương với việc tạo ra được lực dính c lớn hơn bên trong khối đất. Khi khối đất chịu nén theo phương thẳng đứng, nếu không có cốt đất sẽ bị phá hoại vì nở hông tự do. Nhưng khi có bố trí cốt và giằng giữa đất và cốt có đủ sức neo bám cần thiết thì khi chịu nén, đất và cốt sẽ cùng tham gia chịu lực, đất chỉ có thể chuyển vị ngang trong phạm vi chuyển vị ngang của cốt vì mô đun biến dạng của vật liệu cốt cao hơn nhiều so với mô đun biến dạng của đất nên trị số biến dạng ngang ( $\epsilon_n$ ) không đáng kể. Do đó đất xem như bị nén 3 trục, có hạn chế nở hông với trị số áp lực nở hông  $\sigma_3$  [2]:

$$\sigma_3 = K \times \sigma_1 \quad (1)$$

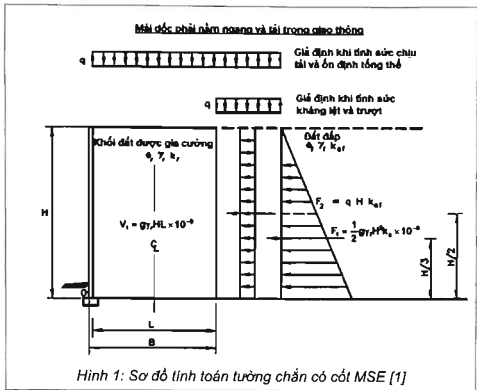
(K-hệ số áp lực ngang của đất)

Áp lực hông  $\sigma_3$  chính là do cốt tác dụng vào đất thông qua lực ma sát giữa đất và cốt. Khối đất sẽ ổn định nếu như  $\sigma_3$  không vượt quá sức chịu kéo của cốt làm cốt đứt hoặc không vượt quá sức neo bám giữa đất với cốt làm cốt bị tuột khỏi khối đất.

Như vậy, có thể sử dụng đại lượng ứng suất trong cốt để đánh giá và xem xét khả năng làm việc cũng như ứng xử của tường chắn MSE. Bài báo này, tác giả sẽ đi sâu phân tích ảnh hưởng của độ ẩm và khoảng cách cốt đến ứng xử của tường chắn dựa trên các kết quả tính toán ứng suất trong cốt của tường chắn MSE.

**b. Mô phỏng tính toán**

Tiến hành mô phỏng số mô hình để tính toán tường chắn có cốt MSE trên phần mềm Phase2 V7.0 (phần mềm chuyên dụng để tính toán phân tích các dạng kết cấu được thi công trong khối đất hoặc đá) [5]. Các thông số được sử dụng để mô hình bài toán như sau:



Hình 1: Sơ đồ tính toán tường chắn có cốt MSE [1]

Thông số mô hình	Đại lượng	Ký hiệu	Giá trị
Đất sau tường	Trọng lượng thể tích	$\gamma_c$ (kN/m <sup>3</sup> )	Thay đổi
	Góc nội ma sát	$\varphi_c$ (°)	25
Đất đắp, Đất gia cố	Trọng lượng thể tích	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
	Góc nội ma sát	$\varphi_n$ (°)	15
	Lực dính đơn vị	$C_n$ (MPa)	0.0015
Cốt gia cố: Tensar RE580 [3]	Lực kéo cho phép	Tull (kN/m)	137.3
	Khoảng cách giữa các lớp	Sa (m)	Thay đổi
	Chiều dài cốt gia cố	La (m)	5
	Tuổi thọ	Life	120 năm
Tường chắn	Chiều cao tường chắn	H (m)	6
Hoạt tải tác dụng [1]	Hoạt tải chất thêm (lấy theo TCVN11823:2017)	LS (MPa)	0.0053

Ở đây, các đại lượng như chiều cao tường chắn, chiều dài cốt gia cố... được lựa chọn dựa trên các điều kiện về cấu tạo được quy định từ tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ TCVN 11823:2017 [1].

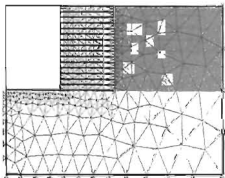
**3. PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ ẨM VÀ KHOẢNG CÁCH CỐT ĐẾN ỨNG XỬ TƯỜNG CHẮN MSE**

Để đánh giá sự ảnh hưởng của độ ẩm và khoảng cách cốt đến ứng xử của tường chắn, các thông số đầu vào tương ứng của mô hình

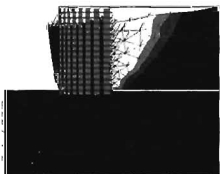
sẽ được thay đổi, các đại lượng khác sẽ được giữ cố định.

**a) Ảnh hưởng của độ ẩm đến ứng xử của tường chắn đất**

Để đánh giá được ảnh hưởng của độ ẩm đến ứng xử của tường chắn đất có cốt thông số về trọng lượng thể tích đất đắp sẽ được thay đổi, giá trị thay đổi từ 20kN/m<sup>3</sup> đến 25kN/m<sup>3</sup>, hệ số ma sát giữa cốt và đất và các thông số khác được giả sử không thay đổi.



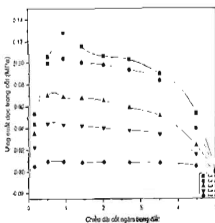
Hình 2: Mô hình phân tích tường chắn MSE



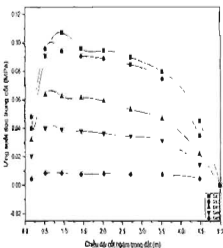
Hình 3: Kết quả ứng xử với khoảng cách cốt 0.4m và trọng lượng thể tích 20kN/m<sup>3</sup>

Kết quả trong trường hợp khoảng cách các cốt  $S_n = 0.4m$  (Hình 7) cho thấy, độ ẩm đất nền (sự gia tăng về hướng rõ rệt đến mặt trượt (ổn định của tường) cũng như các giá trị biến dạng của khối lượng thể tích) thay đổi ảnh hưởng đến ứng suất kéo trong các cốt gia cường.

Sự thay đổi ứng suất trong một số cốt sử dụng trong tường chắn đất MSE được phân tích trong hình 4 và hình 5. Các cốt được lựa chọn để phân tích lần lượt cách chân tường chắn 0.4m (cốt 1), 1.2m (cốt 2), 2.8m (cốt 3), 4.0m (cốt 4), và 5.6m (cốt 5).

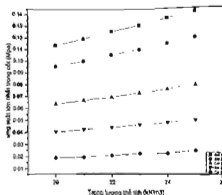


Hình 4: Phân bố ứng suất dọc chiều dài cốt ứng với trọng lượng thể tích  $\gamma_c = 22kN/m^3$



Hình 5: Phân bố ứng suất dọc chiều dài cốt ứng với trọng lượng thể tích  $\gamma_c = 20kN/m^3$

Khi thay đổi trọng lượng thể tích của đất đắp sau tường, dạng phân bố ứng suất dọc theo chiều dài cốt đều có dạng đường cong và phân bố không đều. Ứng suất trong cốt đạt cực đại trong khoảng từ 0.5-1m đầu tiên của cốt, cực tiểu và bằng 0 tại vị trí cuối của cốt. Nguyên nhân của sự phân bố ứng suất này là do lại các vị trí gần tấm panel hơn khi có áp lực của tải trọng, khối đất sẽ có xu hướng bị đẩy ra ngoài tấm panel làm tăng lực kéo của cốt thép tại các vị trí gần tường lên. Kết quả này phù hợp với các kết quả đã nghiên cứu và được công bố của nhóm tác giả Châu Trường Linh và các cộng sự [4].



Hình 6: Ứng suất lớn nhất trong cốt (mặt cắt cách tường 0,75m) khi gia tăng trọng lượng thể tích đất

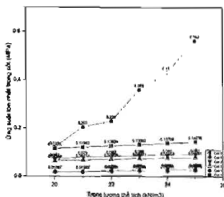
Hình 6 biểu diễn sự thay đổi của ứng suất lớn nhất trong các cốt của tường MSE ứng với các trọng lượng thể tích của khối đất sau tường tăng lên đồng nghĩa với độ ẩm của đất tăng, ứng suất lớn nhất trong cốt gia tăng theo dạng tuyến tính. Cốt đặt càng cao so với chân tường chắn mức độ gia tăng ứng suất càng tăng mức tăng lên tới 21% đối với cốt cách chân tường chắn 5,6m (cốt số 5) khi trọng lượng thể tích của đất tăng từ 20kN/m<sup>3</sup> tăng lên 25kN/m<sup>3</sup>. Các cốt gần chân tường chắn có mức độ gia tăng không đáng kể. Do đó, trong tính toán thiết kế lượng cần có cốt không thể nào không tính đến ảnh hưởng của độ ẩm đến ứng xử của cốt trong tường chắn.

**b) Ảnh hưởng của khoảng cách cốt đến ứng xử của tường chắn đất**

Để đánh giá ảnh hưởng của khoảng cách cốt đến ứng xử của tường chắn, các thông số kỹ thuật về nền đất, loại cốt,... được giữ nguyên, việc thay đổi khoảng cách đồng nghĩa với việc điều chỉnh lại tiết diện của từng cốt với nguyên tắc tổng tiết diện cốt trên một mặt cắt ngang của tường chắn trong các trường hợp không thay đổi.

Xét hai trường hợp thay đổi khoảng cách cốt: trường hợp 1 các cốt đặt cách nhau 0.25m, trường hợp 2 các cốt cách nhau 0.5m. Theo đó, tiết diện mỗi cốt trong trường hợp 2 được tăng lên gấp đôi nhằm

đảm bảo yêu cầu đặt ra như trên. Xét các cốt nằm tại cùng một vị trí trên 2 mô hình. Các cốt sử dụng để so sánh là các cốt 1,2,3 đối với trường hợp khoảng cách các cốt là 0,25 m và tương ứng là 1', 2', 3' đối với trường hợp khoảng cách các cốt là 0,5 m. Khoảng cách các cốt này so với chân tường lần lượt là 5,5m ; 3m ; 1m.



Hình 7: Ứng suất trong cốt (mật cốt cách tường 0.75m) khi gia tăng trọng lượng thể tích đất và thay đổi khoảng cách giữa các cốt

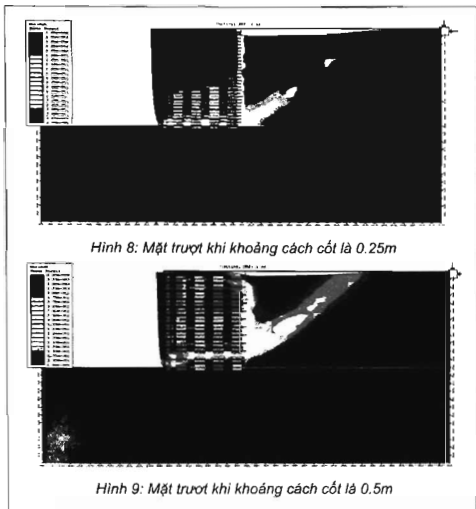
Kết quả như trên hình 7 cho thấy ngoại trừ cốt nằm ở vị trí cao nhất so với chân tường (cốt số 1) thì các cốt khác ứng suất của các cốt không có sự gia tăng đáng kể. Tuy nhiên, khi khoảng cách các cốt  $S_v$  tăng lên thì mật trượt phá hoại của tường thay đổi không nằm ở chân tường chắn mà xuất hiện ở phạm vi giữa các cốt khu vực phía dưới chân tường chắn (Hình 8 và Hình 9).

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Độ ẩm và khoảng cách cốt có ảnh hưởng đến ứng xử của tường chắn có cốt (tường chắn MSE).

Khi độ ẩm tăng (trọng lượng thể tích đất đắp tăng), ứng suất trong cốt có xu hướng tăng tuyến tính, các cốt ở càng sâu so với đỉnh tường chắn thì độ tăng ứng suất càng lớn, càng gần đỉnh tường chắn. Do đó, cần phải lưu ý vấn đề khả năng thoát nước của đất đắp đến vấn đề lựa chọn loại đất và tính toán.

Khoảng cách các cốt cũng ảnh hưởng không nhỏ đến ứng xử của tường chắn MSE. Để tường



Hình 8: Mật trượt khi khoảng cách cốt là 0.25m

Hình 9: Mật trượt khi khoảng cách cốt là 0.5m

làm việc hiệu quả nên bố trí khoảng cách các cốt nhỏ ở vị trí gần chân tường chắn và cần lưu ý đến diện tích các cốt ở vị trí cao nhất so với chân tường. ■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn Quốc Gia, TCVN 11823-2017, *Thiết kế cầu đường bộ phần 11 - Mố trụ và tường chắn*
2. GS.TS Dương Ngọc Hải. *Thiết kế và thi công tường chắn đất có cốt. Nhà xuất bản xây dựng. Hà Nội - 2012.*
3. LCPC, ed. (2003). *Guide technique - Recommandations pour l'inspection détaillée, le suivi et le diagnostic des ouvrages de soutènement en remblai renforcé par des éléments métalliques.* p. 102. LCPC
4. PGS.TS. Châu Trường Linh, KS. Trần Hoàng Sơn, KS. Hồ Ngọc Thành Trung, Ks. Nguyễn Thanh Ninh - trường Đại học Bách khoa- Đại học Đà Nẵng "*Nghiên cứu ảnh hưởng của độ ẩm đất nền đường đến ổn định nội bộ tường chắn đất sử dụng cốt cứng*", Tạp chí Giao thông Vận tải (13/1/2016)
5. Nguyễn Văn Mạnh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Đăng Hưng (2006), *Chương trình PHASE2 và khả năng ứng dụng tính toán ổn định công trình ngầm*, Thông tin khoa học công nghệ mở, số 2+3, tháng 3/2006