

Nghiên cứu áp dụng hệ thống ô ngăn hình mạng Neoweb trong gia cố ổn định trượt sâu mái dốc

Đặng Thế Vinh^{1*}, Nguyễn Quốc Tới¹

¹Khoa công trình, trường Đại học Công nghệ GTVT

TỪ KHÓA

Neoweb
Ổn định mái dốc
Gia cố mái dốc
Bề mặt phá hoại
Mô hình dầm
Độ cứng uốn Neoweb

TÓM TẮT

Đất gia cố Neoweb có thể được sử dụng trong nhiều lĩnh vực địa kỹ thuật, tuy nhiên, có rất ít thông tin về phân tích hoạt động của mái dốc gia cố Neoweb. Do chiều cao của Neoweb, tấm đệm được gia cố Neoweb có nhiều khả năng cung cấp hiệu ứng dầm hoặc tấm hơn là hiệu ứng màng phẳng. Mục đích của bài báo này là sử dụng mô hình dầm để mô phỏng hành vi của Neoweb như một tấm nền móng có thể chịu được cả ứng suất uốn và ứng suất màng để phân tích độ ổn định của các mái dốc được gia cố Neoweb. Ngoài ra, sức kháng bề mặt giữa Neoweb-đất đã được xem xét. Mô-đun Young của đất bọc Neoweb thu được từ mô-đun đàn hồi của đất không gia cố và mô-đun kéo của gia cố Neoweb bằng cách sử dụng một phương trình thực nghiệm.

KEY WORDS

Neoweb
Slope stability
Slope reinforcement
Failure surface
Beam model
Neoweb bending stiffness

ABSTRACT

Neoweb reinforced soil may be used in many areas of geotechnical engineering, however, there is little information on analysis of the behavior of neoweb reinforced slopes. Due to the height of the neoweb, the neoweb-reinforced mattress more likely provides a beam or plate effect than a planar membrane effect. The purpose of this paper is to use beam model to simulate the neoweb behavior as a flexible slab foundation which can carry both bending and membrane stresses for stability analysis of neoweb reinforced slopes. In addition, the interface resistance between the neoweb-soil was considered. The Young's modulus of neoweb encased soil was obtained from the elastic modulus of the unreinforced soil and the tensile modulus of the neoweb reinforcement using an empirical equation.

1. Giới thiệu

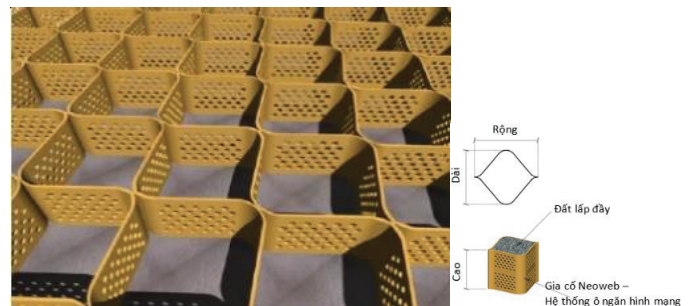
1.1. Khái niệm và phạm vi áp dụng hệ thống ô ngăn hình mạng Neoweb

Neoweb là một hệ thống gia cố nền đất có cấu tạo mạng lưới dạng tổ ong, giữa các vách ngăn được đục lỗ và tạo nhám để tạo khả năng thoát nước. Các mạng lưới ngăn hình tổ ong làm tăng diện tích phân bố tải trọng lên gấp 4 lần, tăng góc ma sát trong của đất trong các khối tổ ong và tăng cường độ chịu tải của đất yếu, tạo ra một lớp đệm 3 chiều có cường độ chịu uốn và độ cứng cao. Nó có tác dụng làm giảm tối đa độ lún thẳng đứng trên nền đất yếu.

Hệ thống Neoweb là công nghệ phân tách, ổn định gia cố nền được nghiên cứu và phát triển tại ISRAEL. Neoweb được tạo ra từ một hỗn hợp gồm nhiều Polimer sắp xếp một cách đồng bộ. Hợp chất này bao gồm độ bền sức kháng môi HDPE với sự ổn định hình dáng kích thước và sức kháng cắt từ biến của Polimer PET.

Hợp chất này không bị thoái hoá, chịu được hoá chất, lửa, nước do đó có độ giãn nở vì nhiệt thấp, không mất đi các đặc tính kỹ thuật dưới chu kỳ biến thiên giữa nhiệt độ rất thấp và nhiệt độ cao từ -70 °C đến +90 °C. Độ bền trong môi trường tự nhiên đạt 50 năm trong điều kiện khắc nghiệt nhất. Các thanh neo được ghim vào nền nhằm neo giữ hệ thống với lớp vải Địa kỹ thuật và nền đất. Ngăn cách đất giữ và bảo vệ các vật liệu chèn lấp bề trong theo ba phương, tạo ra cường độ chịu

kéo cao trong từng phương. Kết cấu ô ngăn hình mạng và tổng hợp polymer đồng bộ của nó tạo ra nền ra cố vững chắc mong muốn. Vật liệu chèn lấp phong phú từ đất trồng, đá dăm, sỏi cuội đến bê tông [1].



Hình 1. Ô ngăn Neoweb.

Hệ thống Neoweb đã được áp dụng cho công trình giao thông và thủy lợi trên rất nhiều các quốc gia như làm móng, đường cho xe hạng nặng ở sa mạc Siberia, đường dẫn cho thiết bị khoan ở sa mạc Sahara, đường dẫn trong rừng Amazon trên nền đất sét bão hòa, đường sắt ở Ba Lan, hệ thống bảo vệ kênh và tường chắn ở Hawaii...

*Liên hệ tác giả: vinhdt@utt.edu.vn

Nhận ngày: 10/11/2022, sửa xong ngày 30/11/2022, chấp nhận đăng 10/01/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2023.434>



Hình 2. Áp dụng giải pháp Neoweb.

1.2. Đặt vấn đề nghiên cứu áp dụng Neoweb trong gia cố ổn định trượt sâu mái dốc

Đệm Neoweb được sử dụng rộng rãi trong việc gia cố đất do hình dạng ba chiều của chúng, có thể điều chỉnh một cách hiệu quả và gia cố đất nằm trong hốc của chúng. Gần đây, những hiệu quả quan trọng của việc sử dụng Neoweb để tăng khả năng chịu tải của đất và giảm độ lún chân móng đã được một số nhà nghiên cứu điều tra (Dash và cộng sự, 2003, 2004; Krishnaswamy và cộng sự, 2000; Leshchinsky và Ling, 2013; Latha và cộng sự, 2006; Latha và Murthy, 2007; Moghaddas Tafreshi và Dawson, 2010; Moghaddas Tafreshi và Dawson, 2012; Sireesh và cộng sự, 2009; Tavakoli Mehrjardi và cộng sự, 2012; Yang và cộng sự, 2012; Zhang và cộng sự, 2010; Zhou và Wen, 2008). Zhao và cộng sự (2009) đã xem xét các lớp được gia cố Neoweb dưới các nền đắp và gợi ý rằng lớp Neoweb chủ yếu hoạt động theo ba khía cạnh: (a) hiệu ứng kháng bên, (b) hiệu ứng phân tán ứng suất dọc, và (c) hiệu ứng màng. Dash (2010) cũng chỉ ra rằng tấm đệm Neoweb hoạt động như một tấm sàn rộng truyền áp lực chân lên lớp đất bên dưới và phân phối lại theo chiều rộng hơn.

Trong tất cả các nghiên cứu trên, hiệu quả của việc gia cố Neoweb để nâng cao khả năng chịu lực và độ lún của nền móng đã được khảo sát. Tuy nhiên, có rất ít báo cáo được công bố về ứng dụng của Neoweb trong việc giữ lại các cấu trúc và mái dốc. Chen và Chiu (2008) đã thực hiện các thử nghiệm mô hình của tường được gia cố bằng Neoweb để kiểm tra hành vi của cấu trúc bao gồm sự biến dạng trên mặt tường và độ lún của mặt sau. Kết quả của họ cho thấy rằng sự gia tăng chiều dài của Neoweb có thể được coi là cung cấp sự gia cố tương tự như các lớp lưới địa kỹ thuật. Ngoài ra, Ling và cộng sự (2009) đã chỉ ra rằng Neoweb có thể được sử dụng thành công để tạo thành các tường trọng lực cũng như các lớp gia cố.

Phân tích độ ổn định của mái dốc đã được chú ý trong nhiều tài liệu. Tuy nhiên, có rất ít thông tin về hoạt động của các sườn dốc được gia cố bằng Neoweb. Mục tiêu của bài báo này là trình bày các kết quả của các nghiên cứu sườn dốc được gia cố bằng Neoweb.

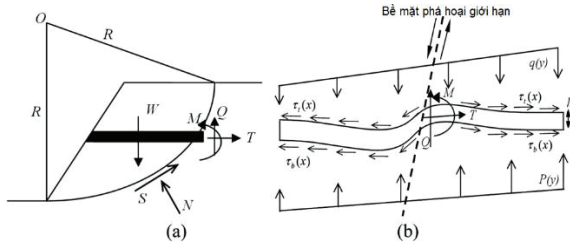
Trong các phân tích, Neoweb được mô hình hóa như phần tử dầm có thể mang cả ứng suất uốn và ứng suất màng. Các hệ số an toàn và vị trí của các bề mặt hư hỏng nghiêm trọng được thu thập bằng cách sử dụng phương pháp giảm cường độ (SRM). Tính hợp lệ của nghiên cứu số cũng được xác minh bằng cách so sánh kết quả với các báo cáo được công bố thực nghiệm.

2. Trình bày vấn đề và khung lý thuyết

Trong tài liệu, có bằng chứng cho thấy mô hình phức hợp tương đương thích hợp để mô phỏng hành vi của Neoweb (Latha và cộng sự, 2006; Latha và Rajagopal, 2007; Latha và cộng sự, 2008, 2009). Tuy nhiên, trong tất cả các nghiên cứu, mô hình phức hợp tương đương đã được sử dụng để ước tính khả năng chịu lực và độ lún của nền móng được gia cố bằng Neoweb. Ngoài ra, không có báo cáo nào được công bố về mô hình phức hợp tương đương để có được hệ số an toàn của mái dốc gia cường Neoweb. Matsui và San (1992) và Cheng cùng cộng sự (2007) chỉ ra rằng hệ số an toàn ổn định mái dốc tương đối không nhạy cảm với mô đun đàn hồi của đất. Do đó, có vẻ như độ cứng tương đương của Neoweb không ảnh hưởng đáng kể đến hệ số an toàn của mái dốc. Do đó, trong trường hợp này, một trong những đặc tính chính của gia cường Neoweb trong mô hình phức hợp tương đương bị bỏ qua và chỉ xem xét cường độ dính kết của mô hình tương đương làm tăng hệ số an toàn.

Do độ cứng cắt và uốn, hoạt động của lớp Neoweb tương tự như một dầm hoặc tấm móng (Dash và cộng sự, 2001, 2007; Pokharel và cộng sự, 2010; Thallak và cộng sự, 2007). Trong trường hợp này, độ cứng uốn (EI) đóng một vai trò quan trọng để giảm biến dạng và tăng hiệu quả của hệ thống. Fakher và Jones (2001) đã chỉ ra rằng việc xem xét độ cứng khi uốn của gia cố có thể làm tăng khả năng chịu lực của đất. Dash và cộng sự (2007) đã thực hiện các thử nghiệm mô hình và quan sát thấy rằng đệm Neoweb hoạt động như một bộ phận uốn và bằng cách tăng độ dày của đệm, hành vi dầm sâu trở nên chiếm ưu thế. Yang và cộng sự (2010) đã chỉ ra rằng dải Neoweb có thể mang tải trọng uốn đáng kể thêm vào ứng suất màng. Ngoài ra, Zhang và cộng sự (2009, 2010) nhận thấy rằng mô đun và chiều cao của Neoweb góp phần vào độ cứng của dầm.

Trong các phân tích về đường đắp và độ dốc, vì chiều dài của mô hình lớn hơn nhiều so với chiều rộng của nó, một mặt cắt hai chiều có thể được sử dụng để đơn giản hóa vấn đề (Dash và cộng sự, 2007; Latha và Rajagopal, 2007; Zhang và cộng sự, 2009, 2010). Hình vẽ sơ đồ của bề mặt hư hỏng và các lực tác động lên mái dốc gia cố Neoweb được minh họa trong Hình 3. Như đã thấy, T, M và Q lần lượt là lực căng, mômen uốn và lực cắt của gia cố Neoweb. Hơn nữa, S và N là lực cắt và lực tác dụng lên bề mặt hư hỏng. Do trọng lượng của đất, tải trọng $q(y)$ và $P(y)$ tương ứng tác động lên trên bề mặt và phản lực nền đất ở đáy Neoweb. Ngoài ra, $\tau_c(x)$ và $\tau_b(x)$ là sức kháng mặt phân cách ở trên cùng và dưới cùng của Neoweb, và h là độ dày của Neoweb. Như được thể hiện trong Hình 3, lực căng, mômen uốn và lực cắt của Neoweb tạo ra mômen giữ dẫn đến tăng hệ số an toàn của mái dốc.

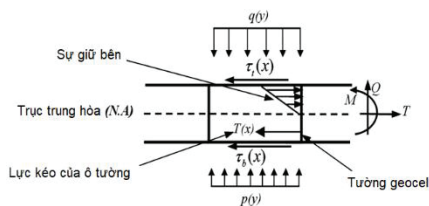


Hình 3. Sơ đồ (a) – Cơ chế phá hoại; (b) - lực tác động lên mái dốc được gia cố Neoweb.

Phân tích lực của phần tử gia cố Neoweb được trình bày trong Hình 4. Do cấu trúc ba chiều của nó, Neoweb có thể cung cấp liên kết bên cho các hạt đất trong ô. Ngoài ra, Neoweb hoạt động như một chiếc đệm cứng hơn phân phối lại ứng suất trên một khu vực rộng hơn và do đó giá trị của tải trọng $q(y)$ và $\tau_s(x)$ tác động lên mặt trên nhiều hơn tải trọng $P(y)$ và $\tau_b(x)$ ở dưới cùng của lớp Neoweb. Do đó, tải $[q(y) - P(y)]$ và cả $[\tau_s(x) - \tau_b(x)]$ tạo ra M_1 là một mô men dẫn động. Ngoài ra, bằng cách coi Neoweb là một dầm, cường độ kéo và nén của gia cố Neoweb được huy động cao và do đó hai lực tạo ra mômen giữ (M_2) đối với trục trung hòa của dầm. Nói cách khác, sự đóng góp của hiệu ứng uốn Neoweb được xem xét bằng cách cộng mômen của lực ngang (bao gồm lực kéo trong dầm và lực tác động bên của các hạt đất trong ô) đối với trục trung hòa. Cần lưu ý rằng các phần tử đất trong ô Neoweb có khả năng chống lại ứng suất nén nhưng không có khả năng chống lại ứng suất kéo. Do đó, lực kéo trong dầm chịu được bởi tấm đệm Neoweb. Bằng cách xem xét sự tồn tại của các mômen M_1 và M_2 và bắt buộc $\Sigma M_{Neutral\ axis} = 0$, có thể thu được phương trình sau:

$$M_g = M_2 - M_1$$

trong đó M_g là mômen uốn của gia cố neoweb. Do đó, mô hình đệm neoweb như một dầm nền là hợp lý để mô phỏng neoweb giống như một tấm có thể chịu được cả ứng suất uốn và ứng suất màng.



Hình 4. Phân tích lực của phần tử gia cố Neoweb.

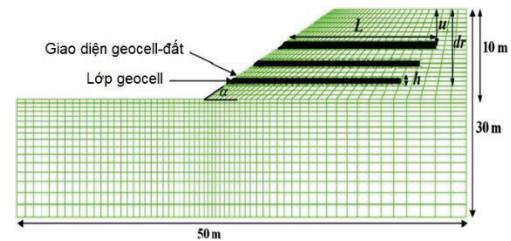
3. Ứng dụng phương pháp số để phân tích bài toán gia cố ổn định trượt sâu mái dốc bằng Neoweb

Chương trình sai phân phần tử hữu hạn FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua) PLAXIS đã được áp dụng trong nghiên cứu này để điều tra hành vi của mái dốc gia cố Neoweb. PLAXIS đã được một số nhà nghiên cứu sử dụng (Cheng và cộng sự, 2007; Wei và Cheng, 2009, 2010) để nghiên cứu hệ số an toàn (FOS) của mái dốc gia cố bằng phương pháp giảm cường độ (SRM). Trong phương pháp này, các thông số cường độ của đất được giảm xuống cho đến khi độ dốc trở nên không

ổn định. Do đó, hệ số an toàn được coi là tỷ số giữa các thông số cường độ ban đầu và các thông số cường độ giảm tới hạn. Ngoài ra, trong nghiên cứu này, các dạng hư hỏng khác nhau như hư hỏng kéo rời và hư hỏng kéo căng được xem xét và xác định FOS tối thiểu.

3.1. Lưới số và điều kiện biên

Một lưới cao 30 m và dài 50 m được coi là đại diện cho mô hình mái dốc trong phân tích biến dạng phẳng (Hình 5). Lưới tương đối mịn được sử dụng gần mái dốc trong khi lưới thô được sử dụng xa hơn từ đỉnh của mái dốc. Ngoài ra, biên đáy và biên bên của miền mái dốc được lấy đủ xa so với gia cố để tránh ảnh hưởng của biên. Biên dưới cùng được xác định chống lại chuyển động theo mọi hướng trong khi các đường biên dọc bị hạn chế theo hướng ngang và tự do di chuyển theo hướng thẳng đứng.



Hình 5. Rời rạc hóa phạm vi đất điển hình.

3.2. Đặc tính vật liệu và gia cố

Trong nghiên cứu này, tiêu chí phá hoại của Mohr-Coulomb được sử dụng cho tính chất của đất. Để nghiên cứu ảnh hưởng của sức chống cắt của đất, người ta xem xét hai tính chất khác nhau của đất: đất cát với $c = 2\text{ kPa}$ và $\phi = 30^\circ$ (FOS = 1,24 và 0,52 tương ứng với $\alpha = 30^\circ$ và $\alpha = 60^\circ$) và đất pha sét với $c = 20\text{ kPa}$ và $\phi = 10^\circ$ (FOS = 1,17 và 0,76 tương ứng với $\alpha = 30^\circ$ và $\alpha = 60^\circ$). Lớp Neoweb được mô hình hóa bằng cách sử dụng các phần tử dầm trong PLAXIS, có thể mang cả ứng suất uốn và ứng suất màng. Phần tử dầm là phần tử hai chiều với ba bậc tự do (tịnh tiến x, tịnh tiến y và quay) tại mỗi nút cuối. Trong nghiên cứu này, dầm được giả định hoạt động như một vật liệu đàn hồi tuyến tính với cả giới hạn phá hoại do kéo và nén dọc trục. Ngoài ra, bằng cách gán một mômen quán tính cho dầm, nó hoạt động giống như một cấu kiện uốn chịu mômen. Các thông số đầu vào yêu cầu cho các phần tử dầm trong PLAXIS là (1) diện tích mặt cắt ngang (A), (2) mômen quán tính quanh trục hai (I), (3) mô đun đàn hồi (E_g), (4) cường độ chảy chịu kéo đỉnh dọc trục ($F_y(\text{tens.})$), (5) cường độ chảy nén dọc trục ($F_y(\text{comp.})$), và (6) mật độ (γ_g). Các thuộc tính của đất và phần tử dầm Neoweb được sử dụng trong phân tích số được đưa ra trong Bảng 1.

Mô-đun Young của đất gia cố Neoweb thu được từ độ cứng tương đương của đất bọc Neoweb. Dựa trên các thí nghiệm nén ba trục trên đất bọc Neoweb, Latha (2000) và Rajagopal cùng cộng sự (2001) đề xuất phương trình sau để biểu thị mô đun Young của đất gia cố Neoweb (E_g) theo mô đun riêng của vật liệu Neoweb (M), tham số

môđun Young của đất không gia cố (K_e) và ứng suất ngang trung bình tại chiều cao giữa của lớp Neoweb (σ_3).

$$E_g = 4(\sigma_3)^{0.7} \times (K_e + 200M^{0.16}) \quad (2)$$

Tham số môđun trong phương trình trên tương ứng với số môđun trong mô hình hypebol do Duncan và Chang (1970) đề xuất. Do đó, môđun Young của đất gia cố Neoweb phụ thuộc vào ứng suất và nó cũng bị ảnh hưởng bởi các đặc tính của vật liệu trong. Tham số môđun Young của đất không gia cố được giả định là 500 kPa và 200 kPa đối với đất cát và đất pha sét, tương ứng. Ngoài ra, độ dốc của áp lực đất bên đối với đất cát và đất sét lần lượt được coi là 0,35 và 0,7. Cần lưu ý rằng, các giá trị trong phân tích tham số được ước tính gần đúng bằng các báo cáo được công bố bằng số và thực nghiệm liên quan đến việc gia cố Neoweb như Latha cùng cộng sự (2006), Latha và Rajagopal (2007) và Latha cùng cộng sự (2008, 2009).

Bảng 1. Tính chất của đất và phần tử dầm Neoweb được sử dụng trong phân tích số.

Tính chất của đất	
Trọng lượng đơn vị (kN/m ³)	20
Môđun Young's (MPa)	25
Hệ số Poisson's	0,3
Tham số cường độ cắt	Trường hợp 1: $c = 2$ kPa và $\phi = 30^\circ$
	Trường hợp 1: $c = 20$ kPa và $\phi = 10^\circ$
Tính chất của Geocell	
Chiều dày (m)	0,005; 0,05; 0,2; 0,5
Mômen quán tính quanh trục hai (m ⁴)	$1,041 \times 10^{-8}$; $1,041 \times 10^{-5}$; $6,67 \times 10^{-4}$; $0,01041$
Môđun cắt tuyến (kN/m)	100; 150; 200; 500
Cường độ chảy kéo (kN/m)	60
Cường độ chảy nén (kN/m)	0

3.3. Tính chất giao diện

Mối quan hệ ứng suất cắt giao diện-biến dạng giữa Neoweb và đất nền được mô hình hóa dựa trên tiêu chí trượt Mohr-Coulomb theo công thức (3):

$$F_{s \max} = c_i \times A + F_n \times \tan \phi_i \quad (3)$$

trong đó $F_{s \max}$ là lực cắt tại giao diện Neoweb-đất; c_i , ϕ_i và A lần lượt là lực dính, góc ma sát và diện tích tiếp xúc giữa Neoweb và đất. F_n là lực pháp tuyến tại giao diện.

Trong nghiên cứu này, ma sát và lực dính của giao diện Neoweb-đất được xem xét tương ứng là $2/3\phi$ và $2/3c$. Giá trị của giao diện Neoweb-đất được sử dụng trong bài báo này tương tự như giá trị được sử dụng bởi Leshchinsky và Ling (2013), Saride cùng cộng sự (2009) và Yang cùng cộng sự (2010). Trong các nghiên cứu này, các phần tử tấm đàn hồi tuyến tính hoặc các phần tử cấu trúc lưới địa kỹ thuật được sử dụng để mô hình hóa sự gia cố Neoweb 3 chiều. Cần lưu ý rằng sẽ hợp lý hơn nếu giả sử các giá trị của $\phi_i = \phi$ và $c_i = c$ ở trên

cùng và dưới cùng của dầm vì phần lớn diện tích tiếp xúc là giữa đất và đất. Do đó, kết quả thu được từ nghiên cứu này sẽ mang tính thận trọng. Ngoài ra, độ cứng pháp tuyến và độ cứng cắt được tính theo các khuyến nghị của FLAC như sau:

$$k_n = k_s = 10 \times \max \left[\frac{K + 4/3G}{z_{min}} \right] \quad (4)$$

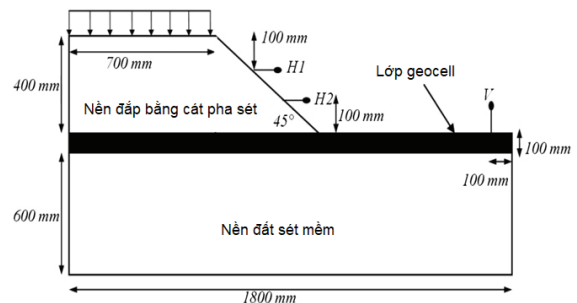
trong đó K và G là môđun khối và môđun cắt, tương ứng; và z_{min} là chiều rộng nhỏ nhất của vùng liền kề theo hướng pháp tuyến. Trong nghiên cứu này, độ cứng pháp tuyến và độ cứng cắt được tính là 10^8 Pa/m.

3.4. Kết quả mô hình số

Tính hợp lệ của mô hình số được xác minh bằng cách so sánh kết quả với hai báo cáo được công bố thử nghiệm. Mục đích của việc xác nhận đầu tiên là để xác minh tính năng của lớp dầm đơn như là sự gia cố Neoweb. Cũng cần nhấn mạnh rằng, theo hiểu biết tốt nhất của các tác giả, không có dữ liệu thực nghiệm nào về việc sử dụng nhiều lớp Neoweb trong các sườn dốc. Do đó, để xác nhận phân tích số cho các gia cố nhiều lớp, phép xác minh thứ hai được sử dụng để xác minh tính năng của nhiều lớp dầm như là gia cố lưới địa kỹ thuật ở mái dốc.

3.4.1. Công trình đắp đất trên nền đất yếu

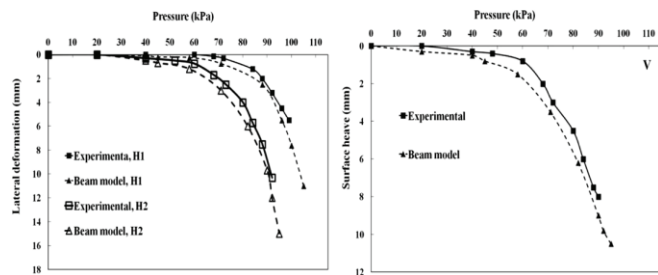
Krishnaswamy và cộng sự (2000) đã tiến hành các thử nghiệm mô hình trong phòng thí nghiệm trên các nền đắp được gia cố bởi Neoweb. Nền đắp được kết cấu bên trên một lớp Neoweb trên lớp đất sét mềm dày 600 mm, trọng lượng đơn vị là 17 kN/m³. Hơn nữa, góc ma sát, lực dính và môđun Young của đất sét lần lượt là 0° , 10 và 200 kPa. Chiều cao và môđun của geocell lần lượt là 100 mm và 160 kN/m². Bên trên lớp Neoweb, một nửa nền đắp được xây dựng bằng cát pha sét với trọng lượng đơn vị, lực dính và góc ma sát lần lượt là 19 kN/m³, 10 kPa và 30° . Hình ảnh sơ đồ của mô hình kết được chọn để xác minh được minh họa trong Hình 6.



Hình 6. Sơ đồ mô hình kết được nghiên cứu bởi Krishnaswamy cùng cộng sự (2000).

Để xác thực mô hình số, tấm đệm được gia cố bằng Neoweb được mô phỏng như một dầm. Môđun Young của đất không gia cố là 382 kPa, và do đó môđun Young của đất được gia cố bằng Neoweb được tính là 42 MPa từ độ cứng tương đương của đất có bọc Neoweb. Trong phân tích, góc ma sát và lực dính của mặt phân cách giữa đất - dầm móng được giả định tương ứng là $2/3\phi$ và $2/3c$. Độ lún đồng đều được

áp dụng trên bề mặt của nền đất bằng cách áp dụng chuyển vị thẳng đứng bằng nhau tại tất cả các nút trên đỉnh của nền đất. Sự so sánh giữa kết quả thực nghiệm và kết quả số được thể hiện trong Hình 7. Như đã thấy, nhìn chung có sự thống nhất tốt giữa kết quả thực nghiệm và kết quả số. Theo quan sát, ở áp lực cao hơn, các giá trị của biến dạng ngang của mái dốc và độ trôi bề mặt trong phân tích số lớn hơn giá trị của dữ liệu thực nghiệm. Điều này có thể do thực tế là trong các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, xu hướng biến dạng ngang của đất đắp giảm do ma sát bên đặc biệt ở áp lực cao hơn. Ngoài ra, trong phân tích số, đất sét được giả định là dẻo hoàn toàn đàn hồi và do đó độ cứng của đất sét bị đánh giá thấp hơn.

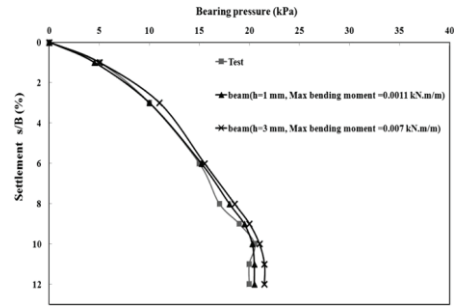


Hình 7. So sánh giữa kết quả số và phép đo thực nghiệm của Krishnaswamy cùng cộng sự (2000).

3.4.2. Móng băng trên cát gia cố lưới địa kỹ thuật trên một mái dốc đất sét mềm

El Sawwaf (2007) đã tiến hành các thử nghiệm mô hình trong phòng thí nghiệm để nghiên cứu hành vi của móng xây dựng trên cát gia cố neoweb. Trong thử nghiệm này, một lớp đất sét mềm có độ dày 350 mm và trọng lượng đơn vị là $15,84 \text{ kN/m}^3$ đã được sử dụng. Hơn nữa, góc ma sát, lực dính và mô đun Young của đất sét mềm lần lượt là 5° , 25 kPa và 1.000 kPa. Ngoài ra, độ dày, trọng lượng riêng, góc ma sát và mô đun Young của cát được thay thế lần lượt là 112,8 mm; $18,9 \text{ kN/m}^3$, 40° và 40.000 kPa. Trong xác minh bài toán này, các phần tử dầm có gán mômen quán tính cho dầm được sử dụng để mô hình hóa các gia cường Neoweb. Cần lưu ý rằng giá trị của độ dày neoweb không được xác định bởi El Sawwaf (2007). Nói chung, độ dày neoweb thay đổi từ 1 mm đến 3 mm. Do đó, $h = 1$ và 3 mm được coi là độ dày của dầm để xác nhận dữ liệu số. So sánh giữa mô hình thực nghiệm và mô hình số được thể hiện trong Hình 8.

Theo quan sát, có sự tương thích tốt giữa dữ liệu thực nghiệm và dữ liệu số. Dựa trên kết quả thu được, sự giảm độ dày Neoweb từ 3 mm xuống 1 mm dẫn đến giảm mômen uốn lớn nhất từ 0,007 kNm/m xuống 0,0011 kNm/m. Trong trường hợp này, độ cứng uốn trở nên thực tế không đáng kể và gia cố dầm đóng vai trò như gia cố Neoweb.



Hình 8. So sánh kết quả số với dữ liệu thực nghiệm của El Sawwaf (2007).

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Mục đích của bài báo này là sử dụng mô hình dầm để mô phỏng hành vi của lớp Neoweb như một tấm móng đàn hồi có thể chịu được có thể mang cả mômen uốn và ứng suất màng để phân tích độ ổn định của các mái dốc được gia cố Neoweb. Dựa trên kết quả thu được từ nghiên cứu này, có thể rút ra các kết luận sau:

- Gia cố Neoweb có lợi trong việc tăng hệ số an toàn và giảm biến dạng ngang của mái dốc do cường độ chịu kéo và momen uốn của gia cố Neoweb.

- Gia cố Neoweb hoạt động giống như một tấm rộng và nó có thể hạn chế bề mặt hư hỏng phát triển và phân phối lại tải trọng trên một khu vực rộng hơn nhiều.

4.2. Kiến nghị

Cần nghiên cứu ảnh hưởng của các tham số sau đến hệ số ổn định trượt sâu mái dốc gia cố bằng Neoweb:

- Ảnh hưởng của độ sâu của lớp neoweb đầu tiên?
- Ảnh hưởng của số lượng lớp neoweb?
- Ảnh hưởng của các đặc điểm của neoweb?
- Ảnh hưởng của các đặc tính sức chống cắt?
- Ảnh hưởng của việc nén chặt đất đến mái dốc gia cố neoweb?

Tài liệu tham khảo

- [1]. Đặng Minh Tân, Trương Đăng Toàn (2008). *Giới thiệu công nghệ mới gia cố nền đất - Hệ thống ô ngăn hình mạng Neoweb (Áp dụng trong các công trình giao thông và thủy lợi)*. JIVC joint stock company, Việt Nam.
- [2]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10544:2014, *Ô ngăn hình mạng trong xây dựng hạ tầng giao thông - Yêu cầu thiết kế, thi công và nghiệm thu*. Bộ KH&CN.
- [3]. Han, J., Yang, X., Leshchinsky, D., and Parsons R. L. (2007). *Behavior of Geocell-Reinforced Sand under a Vertical Load*. Geosynthetics Committee.
- [4]. Kief, O. (2007). *PRS Neoloy® Geocell Technology for Neoweb® Cellular Confinement Systems*. PRS Mediterranean Ltd, Israel.