

TÍNH TOÁN GIA CƯỜNG MÁI DỐC NỀN ĐÀO BẰNG HỆ NEO MỀM ỨNG SUẤT TRƯỚC CHỐNG SỤT TRƯỢT - ĐÁ RƠI CHO TUYẾN ĐƯỜNG HOÀNG VĂN THÁI NỐI DÀI ĐI BÀ NÀ THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

COMPUTING THE REINFORCEMENT OF CUT SLOPES USING PRESTRESSED FLEXIBLE ANCHORED SYSTEMS TO PREVENT LANDSLIDE - ROCK FALL IN THE EXTENDED HOANG VAN THAI ROAD TO BA NA HILLS, DA NANG CITY

Châu Trường Linh, Phan Khắc Hải

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; chau-linh@dut.udn.vn

Tóm tắt - Bài báo giới thiệu công nghệ mới sử dụng hệ neo mềm ứng suất trước vào việc chống sụt trượt - đá rơi cho mái dốc nền đào mất ổn định trên tuyến đường du lịch Hoàng Văn Thái nối dài đi Bà Nà. Với hệ neo mềm, các sợi cáp mềm được căng kéo trước, chúng được nối vào các đầu neo của neo phân tán kéo nén theo các phương dọc tim đường và phương của mái dốc, tạo ra một mạng lưới neo - cáp khép kín với nhau. Tiến hành mô phỏng trạng thái làm việc và kiểm nghiệm các điều kiện ổn định cho mái dốc với hệ neo mềm, đề tài sử dụng phần mềm Flac2D, xây dựng chương trình tính toán dựa trên lý thuyết sai phân hữu hạn, xét đến sự giảm $c - \phi$ trên mặt trượt nguy hiểm. Đánh giá sự phù hợp của hệ, một mặt tăng cường khả năng giữ ổn định mái dốc, mặt khác tạo ra được mỹ quan, thân thiện với môi trường. Áp dụng một mái dốc xanh cho tuyến đường du lịch Hoàng Văn Thái nối dài đi Bà Nà.

Từ khóa - Cáp neo ứng suất trước; hệ neo mềm; sụt trượt - đá rơi; ổn định mái dốc; giải pháp xanh cho mái dốc.

Abstract - This paper introduces a new technique using prestressed flexible anchored systems to fight landslide - rock fall on the unstable cut slopes in the extended tourist route of Hoang Van Thai road to Ba Na Hills. With flexible anchored systems, the soft cables are prestressed and linked to the anchor ends of tension compression force dispersion anchorages following the direction along the road centre and slope dimensions, creating a closed anchorage - cable system. Conducting a simulation of the operating state and testing the conditions for slope stabilization, the research has made use of Flac2D software to build a computing programme based on the finite difference theory, considering the reduction of $c - \phi$ in a risky sliding surface. This, on one hand, helps to evaluate the compatibility of the systems, on the other hand, to strengthen the stability of the slopes, proving to be beautiful-looking and friendly to the environment. It is suggested that a green slope should be applied to the extended tourist route of Hoang Van Thai road to Ba Na Hills.

Key words - prestressed cable; flexible anchored systems; landslide - rock fall; stabilizing slopes; green solution for slopes.

1. Đặt vấn đề

1.1. Bối cảnh nghiên cứu

Tuyến đường Hoàng Văn Thái nối dài đi Bà Nà có vị thế đặc biệt quan trọng cả về mặt du lịch và phát triển kinh tế cho thành phố Đà Nẵng. Do điều kiện địa hình là đồi núi, nên tuyến có một số đoạn có chiều sâu nền đào khá lớn, trên 30m cùng với địa chất nền đường là đất sét hoặc đá phong hoá mạnh. Giải pháp xử lý được đưa ra khi thi công là giạt cấp taluy đào có độ dốc 1:1, chiều cao mỗi cấp là 6m, trên mỗi bậc với bề rộng 2m có bố trí rãnh cơ, dốc ngang 10% đổ về phía rãnh, kết hợp dốc nước dẫn nước từ rãnh bậc thêm xuống rãnh dọc. Quan sát ban đầu tại hiện trường cho thấy, một số đoạn mái dốc vật liệu bờ rời, đất đá bị phong hóa mạnh, dẫn đến sụt trượt cục bộ với khối lượng nhỏ và vừa. Theo thời gian dưới tác động của các yếu tố thiên nhiên thường xuyên như mưa, bão thì những đoạn mái dốc này về lâu dài rất dễ bị mất ổn định gây thiệt hại về tiềm năng du lịch, đầu tư cơ sở hạ tầng của thành phố.

1.2. Các giải pháp hiện tại

Những phương pháp gia cố truyền thống như: thiết lập mặt cắt hình học hợp lý cho mái dốc, sườn dốc nhằm giảm ứng suất cắt trong giới hạn đới nguy hiểm và tăng hệ số an toàn; biện pháp giảm gradient áp lực nước ngầm nhằm chống xói ngầm và biện pháp thoát nước mặt, chống xói, điều chỉnh hợp lý dòng nước mặt và giảm tác dụng xói mòn của nó. Các biện pháp hiện đại như dùng các kết cấu gia cường bề mặt nhằm hạn chế tốc độ xói của nước; phương pháp dùng kết cấu chống đỡ chịu lực nhằm

tăng cường độ ổn định chung, cũng như hạn chế tốc độ phong hóa, điều hòa ứng suất cắt và chống lại áp lực đất. Phương pháp tổ hợp những phương pháp trên như sử dụng neo với đai khung dầm bê tông, khung neo, tường chắn, kè hay lưới bảo vệ bề mặt nhằm kiên cố lâu dài từ bên trong và bên ngoài cho mái dốc.

Tuyến đường Hoàng Văn Thái nối dài được mệnh danh là con đường xanh đến “thiên đường nghỉ dưỡng Bà Nà”, do đó yêu cầu đưa ra để xử lý mái dốc là cần phải đáp ứng về mặt mỹ quan, yếu tố “xanh”, hài hòa với thiên nhiên đồng thời tạo ra sự gần gũi, thân thiện với người tham gia giao thông. Do đó, việc lựa chọn biện pháp gia cường mái dốc bằng hệ neo mềm ứng suất trước là hoàn toàn hợp lý và cấp thiết. Một mặt chống lại sự sụt trượt, đá rơi đảm bảo ổn định lâu dài cho mái dốc, mặt khác lại mang đến sự phóng khoáng, hiện đại và uyển chuyển tạo nên những điểm nhấn về một không gian xanh cho tuyến đường có ý nghĩa rất lớn về du lịch này.

2. Phương pháp kiên cố hóa mái dốc bằng hệ neo mềm ứng suất trước trên tuyến đường du lịch Hoàng Văn Thái nối dài đi Bà Nà

2.1. Giới thiệu về hệ neo mềm ứng suất trước

Hệ neo mềm là một kết cấu tổ hợp (Hình 1), do đó nguyên tắc làm việc của nó hoàn toàn phải dựa trên phương pháp này, nghĩa là gia cố taluy trước tiên là khống chế ổn định nguyên khối sau đó là gia cố ổn định cục bộ tại lớp mặt, ngoài việc phải xét đến sự phân tích chịu lực của mỗi loại kết cấu, còn phải xét đến sự nhệch nhằng làm việc giữa kết cấu tức là vấn đề tương ứng với

độ bền vững giữa các bộ phận của tổ hợp với nhau. Gia cố ổn định nguyên khối (ổn định trượt mái dốc) chủ yếu là cáp neo ứng suất trước, dùng loại phân tán kéo-nén, còn gia cố cục bộ và lớp mặt, phần lớn dùng kết cấu dây mềm (cáp ứng suất trước) kết hợp thâm cỏ lên bề mặt taluy.



Hình 1. Mô phỏng hệ neo mềm gia cố mái dốc

2.1.1. Cáp neo phân tán lực kéo nén

Theo các tài liệu tham khảo [3, 4, 5, 6] đã tính toán chứng minh về tính ưu việt của loại cáp neo phân tán kéo-nén so với các loại neo khác, đồng thời cũng chỉ ra rằng với các mái dốc có tính chất đất kém về mặt dính bám ở đoạn neo cổ, hoặc sức chịu tải kém thì nên sử dụng các loại neo ứng suất trước, đặc biệt là neo ứng suất trước phân tán lực kéo nén vì lúc này lực neo bám sẽ tốt nhất nên cho kết quả ổn định cao nhất và biến dạng của toàn bộ mái dốc nhỏ nhất. Do đó việc ứng dụng loại neo này vào gia cố cho mái dốc là hoàn toàn phù hợp với địa chất trên tuyến đường Hoàng Văn Thái nối dài đi Bà Nà. Kết cấu của cáp neo phân tán kéo nén được cho ở Hình 2.



Hình 2. Cáp neo phân tán kéo nén

2.1.2. Dây mềm (cáp ứng suất trước)

Dây mềm dùng loại cáp dự ứng lực có vỏ bọc bảo vệ ăn mòn như Hình 3, chức năng chính của dây mềm là đảm bảo ổn định cục bộ cho bề mặt mái dốc trên phạm vi hoạt động của cáp neo phân tán kéo nén. Một phần lực nén trong dây mềm truyền vào cho neo đất, làm cho hệ phân bố lực được đều hơn, tải trọng tác dụng lên neo đất cũng giảm đáng kể.



Hình 3. Cáp dự ứng lực có vỏ bọc

2.1.3. Thâm thực vật



Hình 4. Trồng cỏ vetiver để ổn định mái dốc

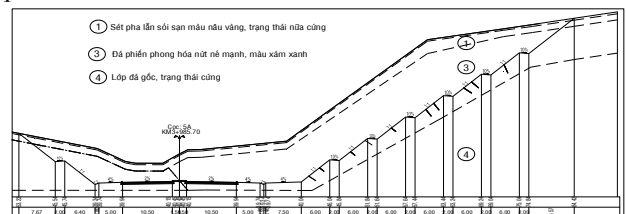
Để tăng thêm về mỹ quan của tuyến đường, cần tiến hành trồng cỏ tại các ô lưới cáp. Việc này không những nhằm chống xói bề mặt mà còn tăng mỹ quan của tuyến đường, tạo cảm giác thân thiện, hài hòa, dễ chịu cho các phương tiện qua lại. Có thể dùng cỏ bản địa, hoặc dùng loại cỏ vetiver cho mái dốc hoặc thực vật mọc tự nhiên.

2.2. Giới thiệu về tuyến đường du lịch Hoàng Văn Thái nối dài đi Bà Nà

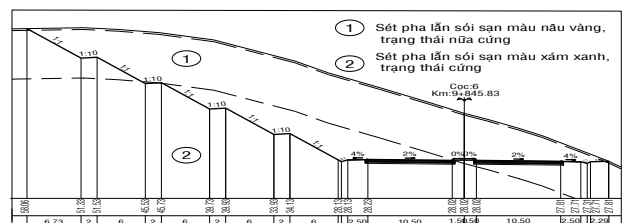
Đường Hoàng Văn Thái (nối dài) nằm trên địa bàn quận Liên Chiểu và huyện Hòa Vang T.P Đà Nẵng, có tổng chiều dài toàn tuyến là 10,486 (km). Toàn bộ tuyến chia làm 2 vùng địa chất riêng biệt: Đoạn 3,5Km đầu tuyến có đặc điểm địa chất chủ yếu là đá phong hoá, cụ thể là đoạn qua Đèo Đại La từ lý trình Km3+798,84 - Km4+055,26. Đoạn 6,5Km cuối tuyến từ lý trình Km6+421,16 - Km13+373,67 chủ yếu là các lớp sét pha.

Nhóm nghiên cứu trên 11 mặt cắt ngang (MCN) điển hình trên tuyến, trong phạm vi bài báo giới thiệu tính toán tại 2 MCN đại diện. Địa chất tại MCN tính toán dựa vào mặt cắt dọc địa chất tuyến của đơn vị khảo sát địa chất. Vị trí thứ 1 tại lý trình Km 3+985,7 (gồm lớp 1, 3 và 4) và vị trí thứ 2 tại lý trình Km9+845,83 (gồm lớp 1 và 2) được cho ở Hình 5 và Hình 6. Kết quả khảo sát địa chất theo [9] phân bố trên 2 MCN điển hình gồm các lớp sau:

- + Lớp 1: Sét pha lẫn sỏi sạn màu nâu vàng, trạng thái nửa cứng. Giá trị sức chịu tải tiêu chuẩn $R_{tc} = 3,0.10^5 \text{ N/m}^2$.
- + Lớp 2: Sét pha lẫn sỏi sạn, màu xám xanh, trạng thái cứng. Diện phân bố dưới lớp 1 và trên bề mặt. Giá trị sức chịu tải tiêu chuẩn $R_{tc} = 3,5.10^5 \text{ N/m}^2$.
- + Lớp 3: Đá phiến phong hoá, màu xám xanh, nứt nẻ mạnh. Kết quả thí nghiệm nén đá 1 trục ở trạng thái khô $124,4.10^5 - 135,7.10^5 \text{ N/m}^2$ và ở trạng thái bão hoà $92,7.10^5 \text{ N/m}^2 - 95,1.10^5 \text{ N/m}^2$.
- + Lớp 4: Là lớp đá cứng nằm sâu dưới lớp 3, diện phân bố nằm ở đoạn Đèo Đại La.



Hình 5. Mặt cắt ngang đường đào tại vị trí 1



Hình 6. Mặt cắt ngang đường đào tại vị trí 2

2.3. Phân tích hoạt động của hệ neo mềm ứng suất trước bằng phương pháp số

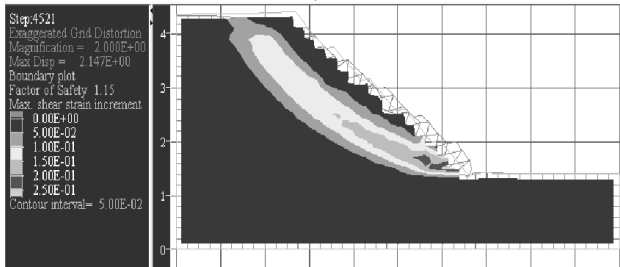
2.3.1. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Dựa trên nguyên tắc làm việc của hệ tổ hợp, bài toán đặt ra cho hệ neo mềm ứng suất trước là phải đảm bảo giữ ổn

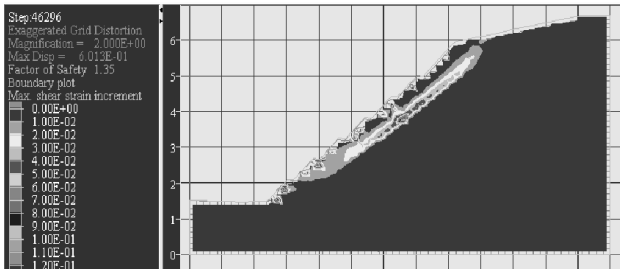
3. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

3.1. Kiểm tra ổn định ban đầu

Sử dụng lý thuyết sai phân hữu hạn, dùng phần mềm Flac^{2D} để tính toán xét đến khả năng giảm lực dính và góc nội ma sát trên mặt trượt nguy hiểm nhất để kiểm tra ổn định mái dốc, tính toán được hệ số $K_{\min} = 1,15 < [K] = 1,4$ (Bài toán 1) và $K_{\min} = 1,35 < [K] = 1,4$ (Bài toán 2) do đó các mái dốc bị mất ổn định, với $[K] = 1,4$; lấy hệ số an toàn theo hệ số ổn định cho phép theo phương pháp Bishop [7, 8]. Chuyển vị lớn nhất trên bề mặt mái dốc ở bài toán thứ 1 (vị trí không có khe nứt bề mặt) là 2,028 m và bài toán 2 (vị trí có xuất hiện khe nứt bề mặt) là 0,5901 m.



a) Bài toán 1: Vị trí không xuất hiện khe nứt bề mặt



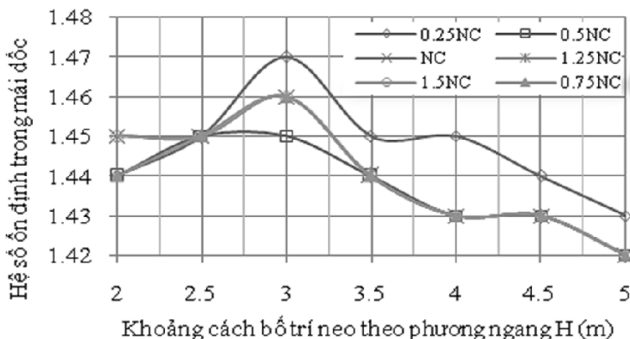
b) Bài toán 2: Vị trí xuất hiện khe nứt trên bề mặt

Hình 7. Cung trượt và hệ số an toàn cho mái dốc

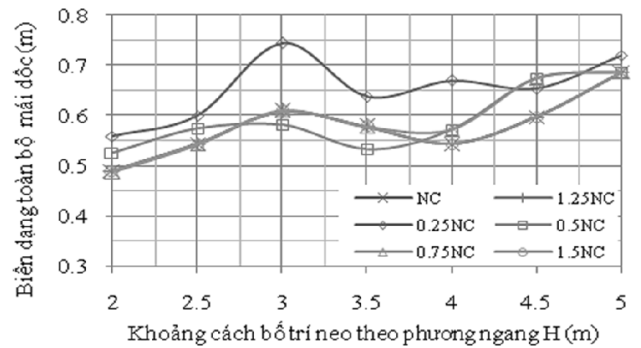
3.2. Bài toán thứ nhất hệ neo mềm ứng suất trước trong việc chống sụt trượt cho mái dốc đất

3.2.1. Thiết kế hợp lý lực căng kéo và khoảng cách bố trí cáp neo theo phương dọc tim đường

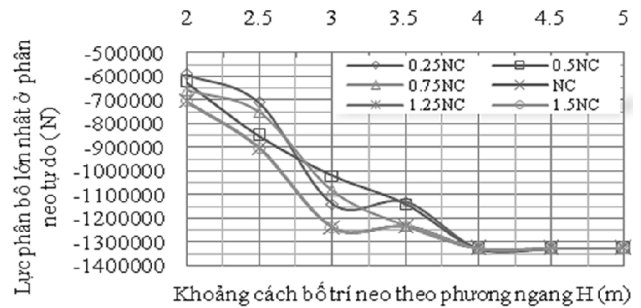
Để lựa chọn khoảng cách bố trí của neo theo phương dọc tim đường và lực căng kéo ban đầu hợp lý theo điều kiện địa chất mái dốc, ta xây dựng 42 trường hợp tính toán như sau: cố định khoảng cách bố trí neo theo phương mái dốc là 4,5m, thay đổi khoảng cách bố trí neo theo phương dọc tim đường từ 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 và 5 (m). Các lực căng kéo thiết kế tương ứng: $N_c = 0,25N_{c}^{tk}$, $N_c = 0,5N_{c}^{tk}$, $N_c = 0,75N_{c}^{tk}$, $N_c = N_{c}^{tk}$, $N_c = 1,25N_{c}^{tk}$ và $N_c = 1,5N_{c}^{tk}$ với $N_{c}^{tk} = 350\text{KN}$.



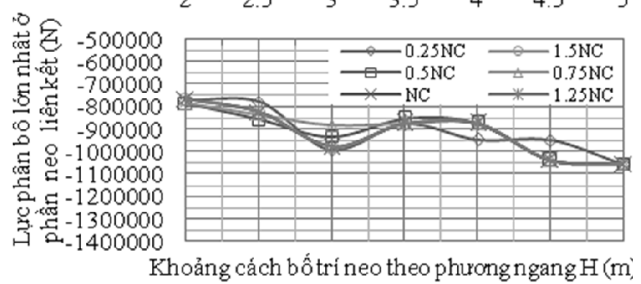
Hình 8. Ảnh hưởng khoảng cách H, lực căng đến hệ số ổn định mái dốc



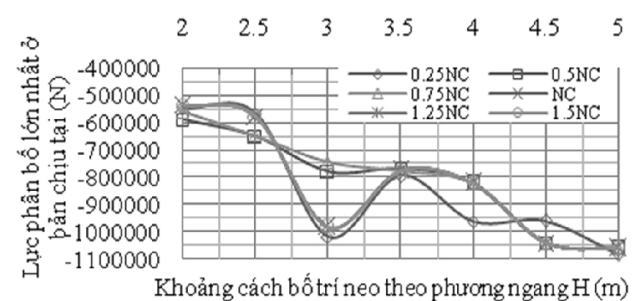
Hình 9. Ảnh hưởng khoảng cách H, lực căng đến biến dạng toàn bộ mái dốc



Hình 10. Ảnh hưởng khoảng cách H và lực căng đến lực phân bố lớn nhất trong phần neo tự do



Hình 11. Ảnh hưởng khoảng cách H và lực căng đến lực phân bố lớn nhất trong phần neo liên kết



Hình 12. Ảnh hưởng khoảng cách H và lực căng đến lực phân bố lớn nhất trong phần bản chịu tải

Nhận xét: Từ Hình 8 hệ số ổn định có xu hướng đạt giá trị thấp tại khoảng cách H bé và H lớn, giá trị cao nằm ở khoảng cách H trung bình từ 2,5 - 3m, đồng thời tại vị trí này biến dạng toàn bộ mái dốc cũng tăng cao, so với xu hướng chung biến dạng tăng dần khi khoảng cách H tăng (Hình 9). Biểu đồ Hình 10, 11 và 12 là kết quả phân tích ứng với tầng neo đầu tiên gần chân mái dốc, tầng neo có giá trị lực phân bố trong neo lớn nhất, điều này hợp lý khi tính toán và cũng phù hợp với các nhận định từ

[3, 4, 5]. Với kết quả phân tích trên mặc dù diện phân bố làm việc của neo nhỏ hơn (4,5x2) tuy nhiên hệ số ổn định mái dốc đã cho thấp hơn so với diện làm việc từ (4,5x2,5;3). Điều này có thể là do lực kéo từ cáp được phân phối một phần vào bản chịu tải để tạo lực nén trong đất lúc này nhỏ hơn nhiều (Hình 12) so với sức chịu tải của nền đất dẫn đến sự làm việc giữa giao diện vữa đất chưa thực sự hiệu quả, cụ thể: Sức chịu tải đất nền có giá trị thí nghiệm là 350000 N/m² lớn hơn nhiều so với ứng suất nén gây ra của một bản chịu tải khoảng 270000 N/m². Tuy nhiên với diện phân bố lớn hơn (4,5x2,5;3) lúc này phản ứng suất nén được tạo ra ở bản chịu tải lại có giá trị lân cận hoặc lớn hơn giá trị sức chịu tải của đất nền dao động từ 330000 – 450000 N/m² dẫn đến sức kháng cắt trong đất được huy động tối đa nhưng cũng đồng thời làm xáo động đến cấu trúc đất cục bộ ngay ở bản chịu tải.

Do đó để thuận tiện cho nghiên cứu, ta lựa chọn ra một trường hợp hợp lý nhất, ứng với điều kiện nghiên cứu trên một khoảng cách neo cố định là 4,5m theo phương mái dốc. Kết quả cho thấy lực trong neo từ (1,0 – 1,5)N_c^{tk} thì cho kết quả như nhau, giá trị chuyển vị, độ ổn định và lực phân bố trong neo khá là hợp lý tại H = 2m. Tuy nhiên, để thuận lợi ta chọn trường hợp 22, với H = 2m, lực thiết kế N_c = 350KN để làm cơ sở thiết kế cho hệ neo mềm ứng suất trước.

3.2.2. Thiết kế hợp lý lực căng trong dây mềm theo phương mái dốc và phương dọc tim đường

Mô phỏng bài toán lần lượt với 13 trường hợp lực căng kéo T_c khác nhau (với T_c là lực căng kéo theo phương mái dốc cho ở Bảng 3), nhằm tìm ra trường hợp tối ưu để kiểm tra sự làm việc của hệ dây mềm ứng suất trước. Dựa trên giả thiết dây mềm được xem là một dải liên tục theo phương z (phương dọc tim đường). Khi chịu lực căng trước, dây mềm sẽ xuất hiện một mô men uốn dọc cáp, công thức tính mô men này chính bằng:

$$M = f_{\max} \cdot H_c \quad (1)$$

- Trong đó: H_c là lực kéo trước dây mềm theo phương dọc tim đường.

- Công thức tính f_{max} lấy gần đúng theo [1] ta có:

$$f_{\max} = \sqrt{\frac{l^2}{64 \left[\left(\frac{H_c}{p} \right)^2 - \frac{1}{4} \right]}} \quad (2)$$

- Trong đó:

+ l là chiều dài nhịp tính toán l = 2m

+ f_{max}: Độ võng lên của cáp khi căng kéo (giả thiết giá trị lớn nhất ở giữa khoảng cách hai đầu neo)

+ P là lực phân bố của cáp do trọng lượng bản thân cáp gây ra.

Bảng 3. Bảng giá trị thử các giá trị lực căng trong dây mềm

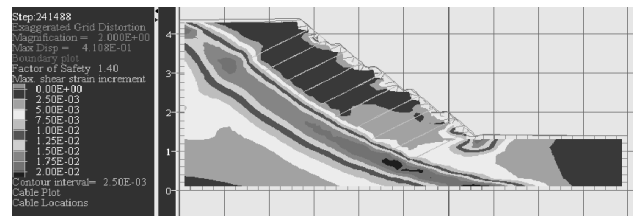
Trường hợp	Bậc 1	Bậc 2	Bậc 3	Bậc 4	Bậc 5
TH1	35	35	35	35	35
TH2	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5

TH3	175	175	175	175	175
TH4	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5
TH5	350	350	350	350	350
TH6	437,5	437,5	437,5	437,5	437,5
TH7	525	525	525	525	525
TH8	525	437,5	350	262,5	175
TH9	437,5	350	262,5	175	87,5
TH10	350	262,5	175	87,5	35
TH11	35	87,5	175	262,5	350
TH12	0	262,5	175	87,5	35
TH13	0	35	87,5	175	262,5

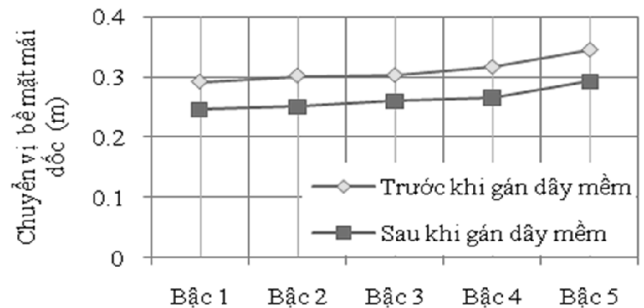
Đánh giá hiệu quả của việc gán thêm dây mềm vào hệ neo gia cường, tiến hành kiểm tra chuyển vị bề mặt mái dốc ứng với trường hợp thứ 13, là trường hợp đảm bảo được chuyển vị toàn bộ mái dốc ở mức thấp, hệ số ổn định ở mức cho phép và diện phân bố lực trên dây mềm khá đồng đều so với các trường hợp khác. Các giá trị lực căng theo cả hai phương được cho ở Bảng 4.

Bảng 4. Giá trị lực căng thiết kế trong dây mềm

Trường hợp	Bậc 1	Bậc 2	Bậc 3	Bậc 4	Bậc 5
	T _c = H _c (KN)				
TH13	0	35	87,5	175	262,5



Hình 13. Cung trượt và hệ số ổn định khi dùng hệ neo mềm ứng



Hình 14. Chuyển vị bề mặt mái dốc

Nhận xét: Kết quả sau khi dùng hệ neo mềm ứng suất trước, chuyển vị tại bề mặt mái dốc trung bình giảm gần 15,4 % so với lúc chỉ có neo phân tán kéo nén, giảm hơn 85,5% so với lúc chưa có gia cố. Hệ số ổn định ổn định đạt mức cho phép K_{min} = 1,4.

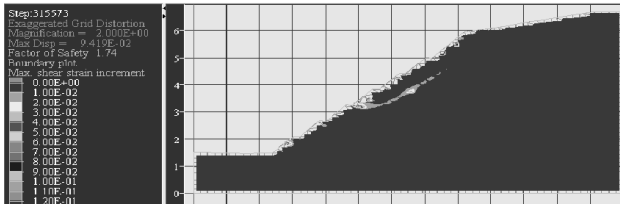
3.3. Bài toán thứ hai hệ neo mềm ứng suất trước trong việc chống sụt trượt - đá rơi cho mái dốc đá

Chiều dài neo phân tán kéo nén là 10m, trong đó chiều dài neo cố là 3m, chiều dài tự do là 7m. Các thông số của hệ neo mềm ứng suất trước cho ở Bảng 2. Thông số thiết kế dây mềm như Bảng 5. Kết quả gia cố bằng hệ neo

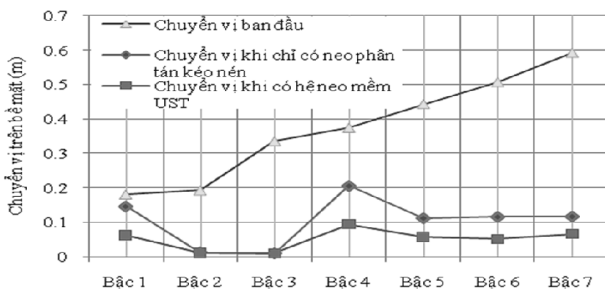
mềm ứng suất trước cho ở Hình 15, Hình 16.

Bảng 5. Giá trị lực căng thiết kế trong dây mềm

B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
$T_c = H_c \text{ (KN)}$						
0	35	87,5	175	262,5	350	437,5



Hình 15. Cung trượt và hệ số ổn định khi dùng hệ neo mềm ust



Hình 16. Chuyển vị bề mặt mái dốc

Nhận xét: Sau khi gán hệ neo mềm ứng suất trước mái dốc đã hoàn toàn ổn định với hệ số đạt 1,74. Chuyển vị trên bề mặt mái dốc sau khi xử lý bằng hệ neo mềm ứng suất trước đã giảm mạnh, cụ thể giảm 40,47% so với lúc chỉ dùng neo phân tán kéo nén, giảm 85,21% so với lúc chưa gia cố. Điều này cho thấy rằng kể cả vết nứt xuất hiện trên bề mặt, thì hệ dây mềm vẫn có thể khống chế được chuyển vị bề mặt mái dốc khá hiệu quả.

4. Bàn luận

4.1. Bài toán thứ nhất

Mái dốc với địa chất là hai lớp sét, độ cao trên 30m, sau khi gia cường bằng hệ neo mềm ứng suất trước đã cho kết quả rất khả quan, rất phù hợp với sự làm việc của một kết cấu tổ hợp. Hệ đã khống chế được ổn định sụt trượt toàn khối với hệ số ổn định $K_{min} = 1,4$; chuyển vị bề mặt đã giảm hơn 85,5% so với ban đầu. Để kiểm chứng lại tính đúng đắn từ kết quả nghiên cứu của bài toán thứ nhất, bài toán thứ hai đã ứng dụng hoàn toàn các kết quả nghiên cứu có được từ đây, cụ thể: lực căng trong neo phân tán kéo nén là 350 KN, khoảng cách bố trí neo theo phương mái dốc là 4,5 m, theo phương dọc tim đường là 2 m, lực căng trong dây mềm theo các phương có giá trị tăng dần theo các bậc cấp mái dốc từ 1 – 7 với thứ tự 0 – 35 – 87,5 – 175 – 262,5 – 350 – 437,5 (KN).

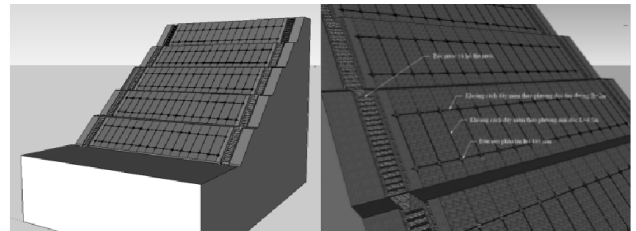
4.2. Bài toán thứ hai

Kết quả ứng dụng hệ neo mềm ứng suất trước vào việc gia cường chống sụt trượt đá rơi cho mái dốc có địa chất lớp mặt là đá phong hóa mạnh, xuất hiện các khe nứt trên bề mặt, độ cao trên 40m đã cho thấy rằng hệ neo mềm ứng suất trước làm việc rất hiệu quả ngoài việc đã tăng cường ổn định cho mái dốc ở mức cao, nó còn khống chế

chuyển vị bề mặt mái dốc ở mức rất thấp. Mặc dù tại những vùng bị nứt, ứng suất cắt tập trung khá lớn, tạo nên những mặt yếu, mặt trượt dần dần hình thành từ nơi này, tuy nhiên sau khi gia cường bằng hệ neo mềm ứng suất trước cho mặt cắt này đã loại bỏ hoàn toàn tác nhân gây trượt từ các mặt yếu này, chuyển vị rất thấp, bé hơn 10cm trên bề mặt và cục bộ tại mỗi khe nứt.

4.3. Đánh giá sự phù hợp của giải pháp sử dụng

Theo phân tích trên, hệ neo mềm ứng suất trước tác động theo một chiều hướng hoàn toàn có lợi vừa đảm bảo được ổn định cho toàn bộ mái dốc đồng thời không chế được chuyển vị bề mặt mái dốc ở mức khá thấp, chúng làm việc hiệu quả kể cả với địa chất bị phong hóa mạnh, xuất hiện nhiều vết nứt cũng như những lớp địa chất có sức chịu tải thấp. Khắc phục được những nhược điểm của phương pháp hiện tại đã được thi công như giảm sụt trượt cục bộ bề mặt, xói lở do tác động của thiên tai như mưa bão hàng năm. Việc xây dựng hệ neo mềm hoàn toàn không can thiệp vào tình trạng mái dốc đã có sẵn, hệ neo mềm kết hợp hài hòa với biện pháp cũ là giằng cơ theo TCVN4054-2005. Các bậc dốc và rãnh vẫn có tác dụng đúng như chức năng của nó. Thêm vào đó, kết hợp với phương pháp hệ neo mềm ứng suất trước tạo nên một vẻ đẹp hài hòa, thân thiện cho mái dốc. Mô hình mái dốc sau khi gia cố mái dốc bằng hệ neo mềm ứng suất trước được cho ở Hình 17.



Hình 17. Gia cố mái dốc bằng hệ neo mềm ứng suất trước

5. Kết luận

Trong phạm vi nghiên cứu giải pháp ứng dụng trực tiếp gia cường mái dốc nền đào đường du lịch Hoàng Văn Thái, nhóm nghiên cứu đã lập dự toán cho mỗi trường hợp cho thấy suất đầu tư trung bình từ 3,9-4,0 triệu đồng/m²; chi phí đầu tư này đánh giá là khá cao. Nghiên cứu đã cũng chỉ ra sự hiệu quả hơn về kỹ thuật-kinh tế của neo UST phân bố kéo-nén so với neo UST thường nhờ giảm được chiều dài, mật độ neo, tùy biến vị trí phân tán kéo-nén theo phân bố địa chất từng công trình [3, 5, 5]; công nghệ thi công thì tương tự nhau.

Thực tế có giải pháp để gia cường mái dốc nền đào có thể rẻ hơn; nhưng ở đây nhóm tác giả muốn đề xuất phương pháp gia cường ổn định mái dốc đảm bảo được 2 vấn đề: phòng chống sụt trượt mái dốc (đảm bảo ổn định tổng thể) và phòng chống đá rơi (đá mỏ còi, phong hóa tạo vết nứt,...- đảm bảo ổn định cục bộ), đồng thời là 1 giải pháp "xanh": công trình phù hợp với cảnh quan xung quanh hơn; sau khi xử lý, thăm thực vật phát triển bình thường trên mái dốc, rất phù hợp với các tuyến đường với ý nghĩa chức năng chính là phục vụ du lịch; giảm thiệt hại về người và tài sản của người tham gia giao thông, của nền kinh tế trong vùng do hiện tượng sụt trượt gây ra.

Quá trình nghiên cứu dựa trên các số liệu được cung cấp từ các công ty tư vấn khảo sát-thiết kế, đồng thời tác giả cũng kết hợp với các kết quả nghiên cứu từ trước của chính bản thân, của các nghiên cứu trong và nước ngoài để giới hạn phạm vi nghiên cứu, bổ sung kinh nghiệm và kết quả tính toán sát với thực tế hơn. Bài báo chỉ giới hạn mô phỏng trên mô hình 2D, nên chưa xét đến các quy luật vận động ứng suất – biến dạng trong mái dốc của hệ theo phương dọc tim đường. Tuy nhiên bài báo hi vọng đóng góp được phần nào trong việc xử lý các công trình thực tế, cũng như những kinh nghiệm trong việc áp dụng các phương pháp mới cho việc xử lý ổn định mái dốc hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E. Blanco-Fernandez, D. Castro-Fresno, J.J Del Coz Díaz, L. Lopez - Quijada (2011). *Flexible systems anchored to the ground for slope stabilization: Critical review of Existing design methods*. Engineering Geology 122, pp.129–145.
- [2] Itasca Consulting Group (2005). FLAC – Fast Lagrangian Analysis of Continua, Version 5, User’s Manual. Itasca Consulting Group, Inc, Minneapolis, Minnesota.
- [3] Châu Trường Linh (2004). *Tính toán gia cường mái dốc bằng phương pháp chèn neo theo phương pháp phần tử hữu hạn phòng chống sụt trượt talus đường Hồ Chí Minh*. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp ĐH Đà Nẵng. MS: T04-15-77. Năm 2004.
- [4] Lê Phước Linh, Châu Trường Linh (2014). *Nghiên cứu sự vận động ứng suất và biến dạng của mái dốc khi gia cường bằng các loại neo*. Tạp chí Giao Thông Vận Tải, 01+02/2015, pp. 68 – 71.
- [5] Lê Phước Linh (2014). *Nghiên cứu sự phân bố hợp lý vùng kéo – nén trong neo ứng suất trước gia cường mái dốc nền đường đào*. Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Bách Khoa Đà Nẵng.
- [6] Vũ Đình Phụng, Vũ Quốc Cường (2005). *Công nghệ và vật liệu mới trong xây dựng đường*. Nhà Xuất Bản Xây dựng, Hà Nội.
- [7] Bộ GTVT (1987). 22 TCN 262 – 2000: *Quy trình khảo sát và thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu*. NXB Giao thông Vận tải.
- [8] Bộ GTVT (1987). 22 TCN 171 – 87: *Quy trình khảo sát địa chất công trình và thiết kế biện pháp ổn định nền đường vùng có hoạt động trượt, sụt lở*. NXB Giao thông Vận tải.

Công ty CP tư vấn thiết kế XD GTCC. “Thuyết minh địa chất công trình: Đường Hoàng Văn Thái nối dài đi Bà Nà”.

(BBT nhận bài: 24/06/2015, phản biện xong: 03/10/2015)