

NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ CỦA MÁI DỐC KHI SỬ DỤNG GIẢI PHÁP GIA CỐ BẰNG CÔNG NGHỆ NEO BÊ TÔNG CỐT THÉP

PHẠM THỊ NHÀN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: nhanthipham.humg@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, nhiều công nghệ mới, giải pháp kỹ thuật được nghiên cứu và sử dụng để gia cố mái dốc tự nhiên và ổn định hố đào sâu công trình xây dựng, trong đó công nghệ neo bê tông cốt thép (BTCT) là một trong những công nghệ đã và đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới. Tại Việt Nam, công nghệ gia cố mái dốc bằng Neo BTCT đã được áp dụng tại một số dự án giao thông đặc biệt dọc một số các quốc lộ lớn như tuyến cao tốc Hạ Long-Vân Đồn (Quảng Ninh) [1], [2], tuyến cao tốc Bắc Giang-Lạng Sơn, một số hạng mục công trình của nhà máy thủy điện trong khu vực Miền Trung và Tây Nguyên [3].

Với giải pháp neo BTCT, cũng là một loại hình neo trong đất, tuy nhiên khác với công nghệ neo đất vẫn quen dùng là sử dụng các neo đơn lẻ thi công neo vào đất hoặc neo kết hợp với tường vây để ổn định mái đất, công nghệ neo BTCT trong gia cường mái dốc là sử dụng các cọc vữa xi măng có cốt được đóng theo phương xiên vào trong các tầng đất và hệ cọc này được liên kết với nhau bằng hai lớp bê tông bề mặt tạo thành một bàn chống vững chắc ổn định mái đất [4]. Tuy nhiên, tại Việt Nam đến nay hầu hết các tác giả mới chỉ ra được các quy trình công nghệ thi công cũng như yêu cầu về vật liệu trang thiết bị và công tác kiểm tra chất lượng sau thi công, còn việc nghiên cứu ứng xử của mái dốc khi sử dụng giải pháp gia cố bằng hệ neo BTCT vẫn chưa được nghiên cứu và phân tích triệt để. Điều này dẫn tới việc dự báo chưa chính xác độ ổn định công trình, đồng thời ảnh hưởng tới các kết quả thiết kế kết cấu chống giữ hợp lý.

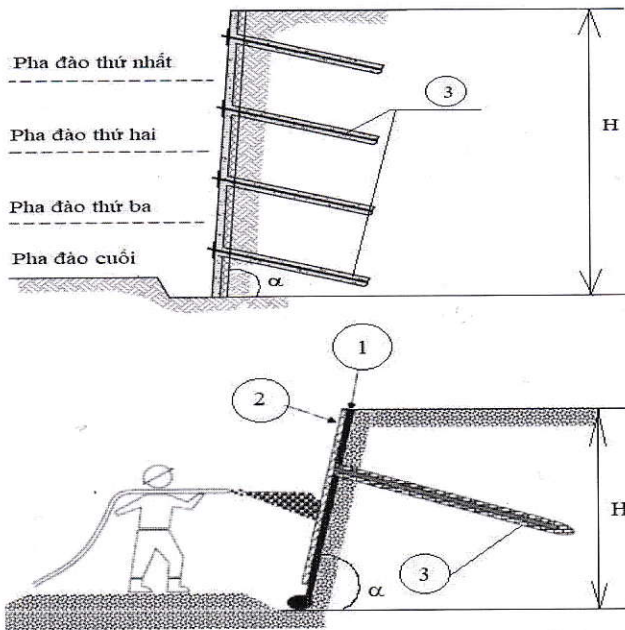
Việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ neo BTCT trong gia cố mái dốc tại Việt Nam còn khá ít do công nghệ này đòi hỏi thiết bị khoan chuyên

dụng, có khả năng khoan xiên sâu vào trong các lớp đất hoặc đá yếu. Trong bài báo này tác giả giới thiệu quy trình thi công của hệ thống tường neo BTCT được tổng hợp từ kinh nghiệm thi công trên thế giới xét đến các yếu tố phù hợp với điều kiện địa chất, công trình tại Việt Nam và tiến hành mô phỏng số cho một bài toán cụ thể. Bài báo thông qua kết quả mô phỏng số phân tích hiệu quả gia cường mái dốc đất của giải pháp neo BTCT.

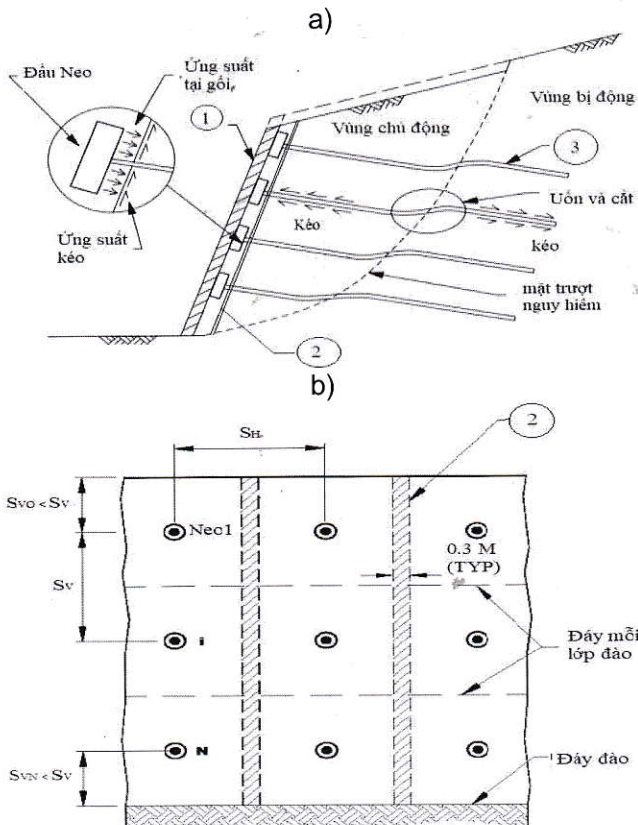
2. Nguyên lý làm việc của hệ thống neo BTCT khi gia cố mái dốc

Thành phần chính của hệ thống neo BTCT khi gia cố mái dốc bao gồm: các kết cấu cốt neo (thép chịu lực cường độ cao), vữa neo, kết cấu mặt tường (bê tông phun, khung bê tông cốt thép,...). Khác với tường chắn kiểu neo đất, do tác dụng của neo đất chỉ nằm ở bầu neo, nên để tạo sự ổn định cho mái đất thì chiều sâu cắm neo thường phải rất lớn (do neo đất có cả phần cáp neo và bầu neo), khi thi công có thể bị ảnh hưởng đến công trình lân cận. Trong khi đó, "neo BTCT" thì có tác dụng trên toàn bộ chiều dài đỉnh, độ sâu cắm đỉnh không quá lớn vẫn đảm bảo giữ ổn định cho mái đất (hình H.1).

Trong khối đất mà hệ neo BTCT phân bố, do độ cứng và cường độ bản thân của neo BTCT khá lớn sẽ hình thành một bộ khung cứng ép chặt sự biến dạng của khối đất kết quả là làm tăng tính ổn định tổng thể mái đất (hình H.2). Cường độ chống cắt của đất rất thấp, hầu như không có cường độ chịu kéo, đặt một số neo có chiều dài nhất định và phân bố dày vào trong khối đất sẽ nâng cao khả năng chịu lực. Như vậy, việc sử dụng neo BTCT bố trí vào bờ thành trong quá trình đào hố móng, chính là quá trình hình thành tổ hợp tường-neo-khối đất, không những nâng cao được độ cứng tổng thể của khối đất, bù đắp sự thiếu hụt về cường độ chịu kéo, chịu cắt của đất.



H.1. Gia cố mái dốc tự nhiên bằng công nghệ neo BTCT: 1 - Dải địa composit thoát nước; 2 - Bề mặt bê tông phun tạm thời; 3 - Neo BTCT; H - Chiều cao mái đất, α - Góc nghiêng mái dốc



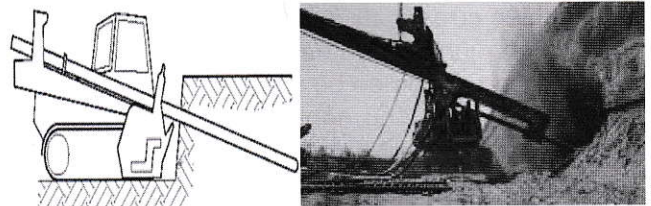
H.2. Neo BTCT: a - Nguyên lý làm việc; b - Một phương án phân bố neo (FHWA, 2003); 1 - Bề mặt bê tông phun tạm thời; 2 - Dải địa composit thoát nước; 3 - Neo BTCT

Nhờ tác động qua lại giữa neo và đất, tiềm lực cường độ kết cấu tự thân của khối đất được phát huy mạnh mẽ, thay đổi trạng thái biến dạng và phá hủy của mái dốc, nâng cao rõ rệt tính ổn định tổng thể.

3. Quy trình thi công hệ thống neo BTCT khi gia cố mái dốc

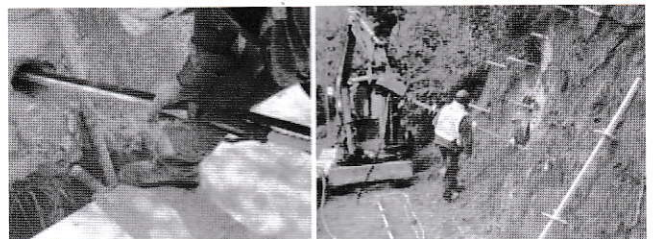
Tường “neo BTCT” được thi công theo phương pháp tạo từng hàng “neo BTCT” từ trên xuống theo nguyên lý của công nghệ “top down”, trình tự các bước cơ bản của công nghệ gia cố mái dốc bằng neo BTCT bao gồm các bước sau đây [5], [6]:

➤ Bước 1 - Khoan tạo lỗ. Các thiết bị phục vụ cho công tác khoan tạo lỗ gồm máy khoan, dây lõi khoan, chân khoan, cần khoan, mũi khoan, mâm khoan. Khoan có thể được thực hiện khoan đứng, khoan nghiêng, khoan xoay hoặc vừa nghiêng vừa xoay tùy thuộc vào điều kiện địa chất của đất và độ nghiêng của mái đất (hình H.3);



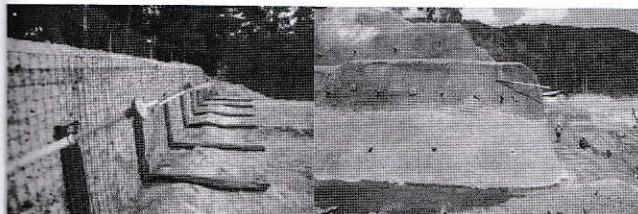
H.3. Công tác khoan tạo lỗ

➤ Bước 2 - Thi công cốt neo BTCT. Cốt thép được đặt vào các lỗ khoan ngay khi khoan xong. Ống PVC định vị tâm lồng vào thanh cốt thép trước khi đưa cốt thép vào lỗ khoan để tạo liên kết trong lỗ và cũng để cho vữa chảy đều quanh. Ống chống lỗ khoan tạm thời giúp tạo sự ổn định cho lỗ khoan trước khi tiếp tục thi công cốt neo. Thông thường kích thước lỗ khoan có thể dao động từ 100 mm đến 150 mm. Để thuận lợi cho dòng chảy của vữa trong lỗ khoan thì góc nghiêng thường lấy 15 độ và giảm dần theo phương ngang (hình H.4). Để hạn chế việc hố khoan có thể bị sập việc bơm vữa phải được thực hiện ngay sau khi khoan xong. Mục đích bơm vữa xi măng bịt kín lỗ khoan để bảo vệ thép neo không bị gỉ và bảo đảm sự dính kết giữa thép và tầng chịu lực;



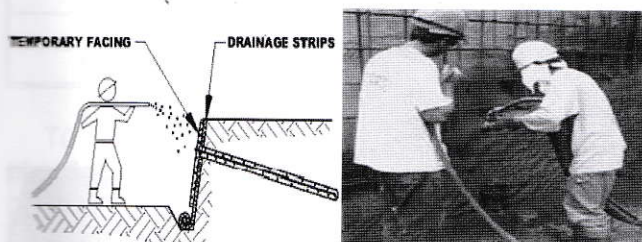
H.4. Sơ đồ thi công cốt neo

➤ Bước 4 - Lắp dựng lưới thép. Đối với công tác lưới thép gia cố mái dốc, lưới thép phải đặt theo đúng kích thước như chỉ dẫn trên bản vẽ thiết kế. Các đầu thanh thép phải nằm bên trong bê tông và không được phép trồi lên bề mặt. Các tấm lưới thép phải được nối bằng mối nối chồng liền nhau một cách đầy đủ để duy trì cường độ đồng bộ và phải được buộc chặt tại các đầu và các cạnh (H.5);



H.5. Thi công lắp đặt lưới thép

➤ Bước 5 - Thi công bê tông phun. Bê tông phun tạm thời tiếp xúc với các hàng neo và mặt đất, có chiều dày từ 8 mm đến 10 mm. Bê tông phun có thể được phun bằng phương pháp ướt hoặc khô. Khi phun cần hướng vòi phun kết hợp từ từ di chuyển theo chiều ngang để tạo thành từng lớp mỏng trên bề mặt cần phun. Vòi phun nên đặt vuông góc và cách bề mặt phun từ 0,8÷1 m (H.6);



H.6. Sơ đồ thi công bê tông phun bề mặt ngoài

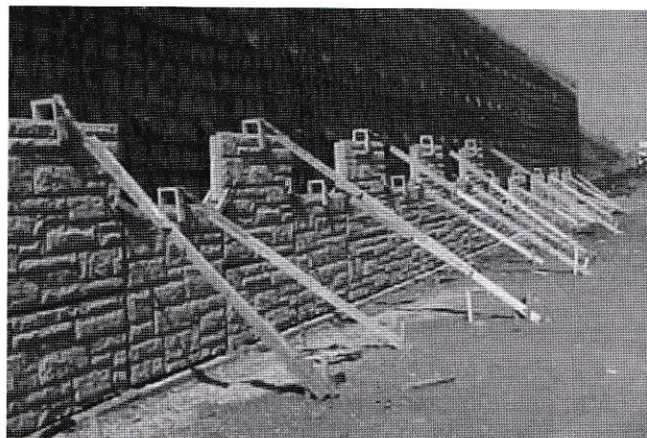
➤ Bước 6 - Thi công hàng neo BTCT tiếp theo. Tầng "neo BTCT" tiếp theo được thực hiện tương tự theo các bước từ 1÷3 (H.7);



H.7. Sơ đồ thi công hàng Neo tiếp theo

➤ Bước 7 - Thi công mặt ngoài cùng tường "neo BTCT". Mặt ngoài cùng của bức tường neo được thi

công khi tầng neo BTCT cuối cùng được đóng vào đất. Lớp tường có thể bằng bê tông đổ tại chỗ, bê tông phun hoặc tấm panen đúc sẵn (H.8).



H.8. Thi công mặt ngoài cùng tường Neo

4. Mô phỏng phân tử hữu hạn

4.1. Xây dựng mô hình số và thiết lập các tham số cho mô hình vật liệu

Trong thiết kế kết cấu địa kỹ thuật hiện đang sử dụng các mô hình vật liệu đất như: Mô hình đàn hồi tuyến tính (Linear Elastic), mô hình đàn hồi phi tuyến (mô hình tăng bền Hardening Soil), mô hình đất yếu (Soft Soil), mô hình từ biến của đất mềm (Soft Soil Creep) và mô hình đàn hồi dẻo lý tưởng (mô hình Mohr-Coulomb).

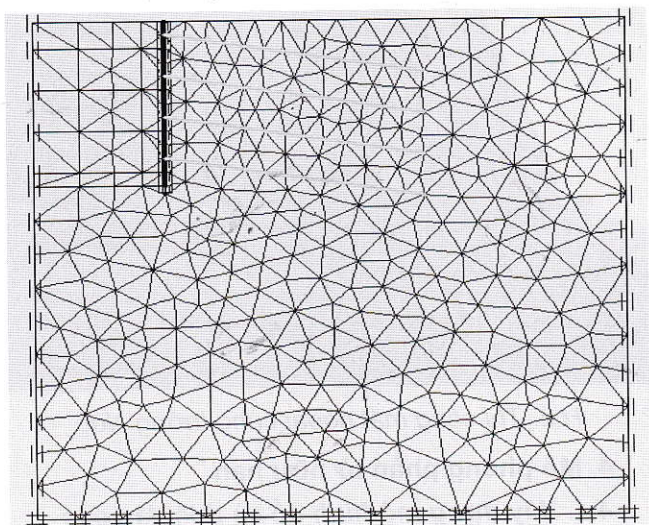
Trong các ứng dụng thực tế, mô hình đàn hồi-dẻo lý tưởng MC thường được sử dụng rộng rãi vì tính đơn giản của và các thông số đất có thể dễ dàng thu được từ phòng thí nghiệm, vì vậy nhóm tác giả lựa chọn mô hình Mohr-Coulomb để mô phỏng [7]. Để đơn giản trong quá trình mô phỏng và phân tích, mái dốc trong phạm vi gia cố bằng công nghệ neo BTCT được giả thiết là đồng nhất, có một lớp đất với các thông số cơ học như Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số đất nền và thân neo

Đất nền				Cốt neo			
Nội dung	Ký hiệu	Đơn vị	Mô hình vật liệu MC	Nội dung	Ký hiệu	Khối lượng	Đơn vị
Lực dính kết	C	kPa	10	Loại vật liệu		Đàn hồi	
Khối lượng thể tích	γ_{sat}	kN/m ³	19				
Góc ma sát trong	ϕ	Độ	40	Độ cứng	EA	1.06E+06	kN/m
Hệ số Poisson	ν	-	0.3	Lớp mặt (bê tông phun)+vữa neo			
Góc giãn nở	Ψ		-	Độ cứng thông thường	EA	2.2E+06	kN/m
Mô đun đàn hồi	E	kG/m ²	30000	Độ cứng chịu uốn	EI	1.84E+03	kN.m ² /m
				Chiều dày	d	0.10	m
				Hệ số Poisson	ν	0.25	

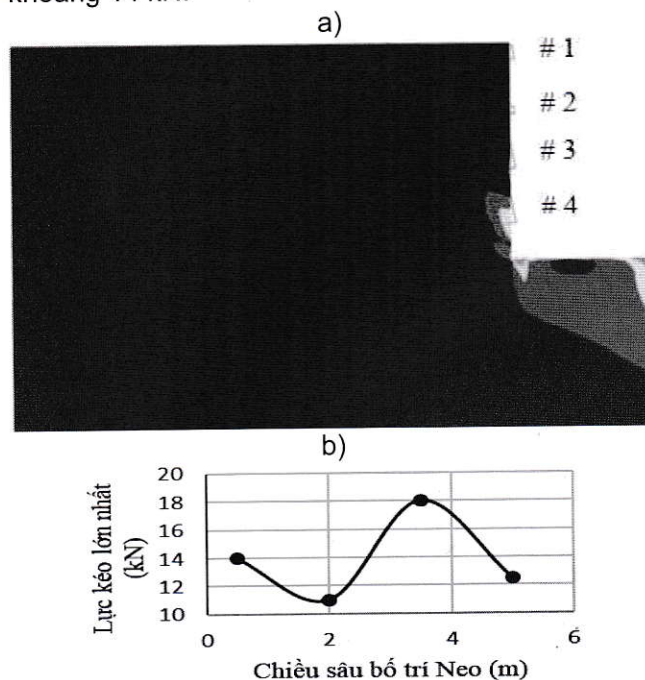
4.2. Phân tích kết quả mô phỏng số

Mặt cắt tính toán được rời rạc thành 1553 phần tử tam giác 15 điểm nút. Các biên đứng giới hạn về thấm và chuyển vị theo phương ngang, biên đáy giới hạn về thấm và chuyển vị theo phương đứng.



H.9. Điều kiện biên mô hình số mái dốc gia cố bằng công nghệ neo BTCT

Kết quả lực kéo dọc trục trong các thanh neo được mô tả như hình H.10 (a, b). Từ hình vẽ cho thấy tại các giai đoạn thi công lực kéo lên các thanh neo có sự biến đổi, lực kéo trong thân neo đạt giá trị lớn nhất tại pha đào thứ 3, ứng với $z=3,5$ m. Tuy nhiên khi đã hoàn thành pha đào thứ tư và phun phủ lớp bề mặt thì lực dọc trong thanh neo thứ 4 lại giảm gần tương đương tại pha đào 1 là khoảng 14 kN.



H.10. Lực kéo dọc trục: a - Phân bố trong thân neo; b - Quan hệ lực dọc thanh neo lớn nhất - chiều sâu bố trí neo

Cũng từ kết quả trích xuất từ mô hình cho thấy, biến dạng ngang bề mặt công trình đạt giá trị lớn nhất tại pha đào thứ 3, với tổng biến dạng ngang bề mặt lớn nhất là 7,5 mm.

Ở đây hệ số ổn định "FoS" của công trình được xác định theo phương pháp "giảm ϕ và c", giá trị của

hệ số "FoS" được xác định thông qua biểu thức:

$$FoS = (tg\varphi / tg\varphi_{red}) = (c / c_{red}). \quad (2)$$

Trong đó: φ và c - Lần lượt là góc ma sát trong và lực dính đơn vị thực của đất; φ_{red} và c_{red} - Lần lượt là các giá trị góc ma sát trong và lực dính đơn vị tương ứng với khi công trình ở trạng thái giới hạn.

Phương pháp này cũng được minh họa trong hướng dẫn sử dụng phần mềm PLAXIS (Brinkgreve & et al., 2015). Phương pháp giảm cường độ này được thực hiện thông qua hai đại lượng có tính biến đổi nhanh là góc ma sát φ và hệ số lực dính kết c . Giả định sự tăng dần của $\tan\varphi$ và c được thực hiện phù hợp với tiêu chuẩn phá hủy bền Mohr-Coulomb. Trong phương pháp phần tử hữu hạn, tiêu chí độ bền bị giảm cho đến khi trạng thái cân bằng mô hình có thể không còn được duy trì bị phá hủy. Hệ số an toàn FoS của mái dốc tương ứng từng pha đào được tổng hợp như Bảng 2.

Bảng 2. Hệ số an toàn công trình theo các pha thi công

Chiều sâu khai đào (m)	Pha thi công	Hệ số ổn định công trình FoS
0.5	20	4.12
2.0	40	2.71
3.5	60	2.21
5.0	80	1.76
6.0	100	1.57

Từ Bảng 3 có thể thấy từ pha đào đầu tiên đến pha đào cuối cùng hệ số ổn định FoS công trình giảm dần theo độ sâu khai đào. Tại pha đào cuối cùng hệ số ổn định FoS của công trình vẫn rất đảm bảo $FoS=1,57$. Như vậy neo BTCT chứng tỏ hiệu quả tốt trong gia cố mái dốc công trình.

5. Kết luận

Gia cố mái dốc/taluy bằng công nghệ neo BTCT đã được tiến hành nghiên cứu và áp dụng nhiều nước trên thế giới; thực tiễn áp dụng đã cho thấy hiệu quả cao và thiết thực của công nghệ này xét cả trên hai phương diện chính: kinh tế và kỹ thuật. công nghệ neo BTCT có nguyên lý làm việc tương tự như với đất có cốt, trong đó tận dụng luôn khối đất làm hệ tường chắn tạo nên tổ hợp kết cấu chống phức hợp neo đất-bê tông phun bề mặt-khối đất. Bài báo tiến hành tổng hợp giới thiệu nguyên lý, quy trình thi công neo BTCT gia cố mái dốc đất trên thế giới. Đồng thời tập trung xây dựng mô hình với công trình có điều kiện địa kỹ thuật cụ thể để đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng giải pháp neo BTCT tới ổn định tổng thể và một số ứng xử cơ học của mái dốc sau khi được gia cố. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Đình Thành. Ứng dụng neo trong đất để ổn định mái dốc nền đào, gói thầu A5 đoạn Nội Bài - Yên Bái. Đại học Đà Nẵng, 2016.
2. Nguyễn Đức Lý. Dịch chuyển trọng lực đất đá trên sườn dốc, mái dốc vùng miền núi những thảm họa khôn lường và các giải pháp phòng chống. Tạp chí Thông tin và Khoa học Công nghệ Quảng Bình, số 2, năm 2017, trang 7-16.
3. Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Hải Hà. Giải pháp giảm thiểu sụt trượt trên các tuyến đường giao thông xây dựng và nâng cấp mở rộng ở vùng núi. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 6, 2018, trang 47-50.
4. Đồng Thị Kim Hạnh. Công nghệ soil nailing trong gia cố mái dốc công trình. Tạp chí Khoa học thủy lợi và Môi trường, số 48, năm 2015 trang 85-91.
5. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Soil Nail Walls Reference Manual. Publication No. FHWA-NHI-14-007, FHWA GEC 007, February 2015.
6. Guide to soil nail design and construction, Geoguide 7, Hong Kong, March 2008.
7. Vikas Pratap Singh, G.L. Sivakumar Babu. 2D Numerical Simulations of Soil Nail Walls. 2D Numerical Simulations of Soil Nail Walls.

Ngày nhận bài: 21/05/2019

Ngày gửi phản biện: 19/08/2019

Ngày nhận phản biện: 28/11/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2020

Từ khóa: neo bê tông cốt thép; cốt neo; chuyển vị bề mặt; hệ số an toàn

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Phương pháp sử dụng công nghệ neo bê tông cốt thép thường được áp dụng để khắc phục hậu quả của lở đất và mất ổn định của hố móng công trình, mái lợp đường, mố cầu; mái dề, mái đập. Bài báo giới thiệu các nguyên tắc làm việc và quy trình xây dựng của hệ thống neo bê tông cốt thép. Tác giả sử dụng phần mềm số xây dựng để mô phỏng một vấn đề cụ thể làm sáng tỏ hành vi của độ dốc khi sử dụng hệ thống neo bê tông cốt thép.

Study the behavior of pitched roofs when using reinforcement solutions by reinforced concrete anchor technology

(Xem tiếp trang 98)

17. Pogrebitski E.O. Ternovoi o.l., 1974. Đánh giá kinh tế địa chất các mỏ khoáng. NXB "Nedra". Moskova. Bản tiếng Nga.

Ngày nhận bài: 26/06/2019

Ngày gửi phản biện: 15/06/2019

Ngày nhận phản biện: 15/11/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2020

Từ khóa: đánh giá kinh tế; tài nguyên khoáng sản; apatit; Lào Cai

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Quặng apatit là một tài nguyên thiên nhiên không thể tái tạo, và việc khai thác nó có rủi ro cao và tác động môi trường cao. Do đó, nghiên cứu giá trị kinh tế của tài nguyên thiên nhiên và giá trị kinh tế của các mỏ apatit làm cơ sở khoa học cho việc hoạch định chính sách và lập kế hoạch khai thác, xử lý và sử dụng hợp lý và hiệu quả, bảo vệ môi trường là cần thiết. Kết quả đánh giá hiệu quả của "Dự án khai thác quặng Apatit tại mỏ 32 và Lăng Cô 2 của Công ty Cổ phần Magiê Phosphate Hợp nhất Lào Cai" có hiệu quả thương mại tương đối lớn và hiệu quả kinh tế quốc gia khá cao.

Evaluating the economic value of natural resources and apatite mine in Tà Phời-Hợp Thành area, Lào Cai province

SUMMARY

Apatite ore is a non-renewable natural resource, and its exploitation is of high risk and high environmental impact. Therefore, studying of the economic value of natural resources and the economic value of apatite mines serve as a scientific basis for policy making and planning for exploitation, processing and rational and efficient use, environmental protection is needed. Results of the evaluation of the efficiency of the "Apatite ore mining project at field 32 and Lăng Cô 2 of Lao Cai Fused Magnesium Phosphate Joint Stock Company" has a relatively large commercial efficiency and the national economic efficiency are quite high.

XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ

(Tiếp theo trang 26)

Tóm tắt: Thí nghiệm động Split Hopkinson (SHPB) là một trong những phương pháp thí nghiệm phổ biến nhất được sử dụng để nghiên cứu tính chất vật liệu ở tốc độ biến dạng cao. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả của một chương trình thử nghiệm của bài kiểm tra SHPB. Các thử nghiệm được thực hiện ở các mức độ biến dạng khác nhau trên các mẫu bê tông khác nhau bằng cách sử dụng công trình ngầm được thực hiện bởi san hô.

Determine the dynamic parameters of concrete made from marine corals using the Split Hopkinson Pressure Bar dynamic experiment

SUMMARY

The Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) is one of the most common experimental methods used to study material properties at high strain rates. In this paper, we present the results of an experimental program of the SHPB test. Tests were carried out at different strain rates on different specimens of concrete using underground construction made by corals.

NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ...

(Tiếp theo trang 31)

SUMMARY

The method of using technology of reinforced concrete anchors is often applied to overcome the consequences of landslides and instability of foundation work pits, road talus roofs, abutments; dike roof, dam roof. The article introduces working principles and construction process of reinforced concrete anchoring system. The author uses construction numerical software to simulate a specific problem that sheds light on the behavior of the slope when using reinforced concrete anchoring system.