

KIỂM TOÁN ỔN ĐỊNH MÁI ĐÀO CỦA NỀN ĐƯỜNG PHÍA HẠ LƯU ĐẬP THỦY ĐIỆN VÀ GIẢI PHÁP GIA CỐ

TS. LÊ VĂN CHUNG

Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT:

Bài báo đưa ra cơ sở lý thuyết đánh giá mức độ ảnh hưởng của mực nước ngầm đến các chỉ tiêu cơ-lý của mái đào làm cơ sở kiểm toán khả năng giữ ổn định tổng thể cho nền đường. Thông qua bộ phần mềm Geostudio/geoslope, tác giả tiến hành phân tích trạng thái ổn định của mái đào trong trường hợp chịu tác động và không chịu tác động của nước ngầm. Qua đó, tác giả đã đưa ra giải pháp kết cấu thanh neo nhằm nâng cao khả năng chịu tải cho mái đào nói riêng và nền đường nói chung.

Từ khóa: nền đường, taluy, ổn định toàn khối, mực nước ngầm, đường ô tô.

ABSTRACT:

The article provides a theoretical basis for assessing the influence of the groundwater level on the physico-mechanical parameters of the dug roof as a basis for auditing the overall stability of the roadbed. Through the Geostudio/geoslope software suite, the author conducts analysis of the stable state of the excavated roof in the case of impact and non-impact of groundwater. Thereby, the author has come up with a solution of anchor rod structure to improve the load capacity of the dug roof in particular and the roadbed in general.

Keywords: roadbed, slopes, total stability, water table, automobile roads.

1. MỞ ĐẦU:

Hiện nay ở nước ta có nhiều tuyến đường ô tô được xây dựng dọc theo hoặc cắt qua các con sông, suối. Vào mùa mưa, mực nước các con sông, suối dâng cao dẫn đến mực nước ngầm bên dưới nền đường cũng lên cao, ảnh hưởng không nhỏ tới kết cấu của công trình. Mực nước ngầm gây ra sụt lún nền đường, trượt lở mái taluy hai bên đường, làm giảm các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật và tác động nghiêm trọng đến khả năng khai thác của tuyến. Bởi vậy, việc đánh giá mức độ ảnh hưởng của mực nước ngầm đến sự ổn định tổng thể của nền và taluy đường luôn đòi hỏi phải được các kỹ sư thiết kế xem xét một cách cẩn thận. Từ đó, phải đưa ra các giải pháp thiết kế phù hợp nhằm mục đích gia cố cho nền đường hoặc mái taluy được ổn định.

Trong bài báo này, tác giả đưa ra cơ sở lý thuyết tính toán nhằm đánh giá ảnh hưởng của mực nước ngầm đến khả năng ổn định của mái dốc, cụ thể là mái đào của nền đường phía hạ lưu đập thủy điện Trung Sơn - nơi vừa xảy ra sạt lở do mực nước dâng cao, qua đó kiểm toán ổn định của mái đào do tác động của mực nước ngầm thông qua bộ phần mềm Geostudio. Cũng từ đó, tác giả đã đề xuất về một giải pháp kết cấu nhằm gia cố ổn định toàn khối cho mái đào, góp phần nâng cao khả năng khai thác và tuổi thọ của nền đường.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN:

Mái đào vai phải của đập thủy điện Trung Sơn, huyện Quan Hóa, tỉnh Thanh Hóa đang bị sạt lở khiến cho người dân lo lắng khi mùa mưa bão đang đến gần. Sạt lở

không chỉ gây ảnh hưởng đến an toàn cho khu vực hạ lưu đập thủy điện mà còn gây nguy hiểm cho tuyến đường cùng con người và các phương tiện giao thông đi lại trên tuyến.

Nguyên nhân của sạt lở là do ảnh hưởng từ cơn bão trước đó và áp thấp nhiệt đới làm cho khu vực thủy điện Trung Sơn liên tục mưa với cường độ kéo dài. Cùng với đó, lũ lớn từ thượng nguồn sông Mã đổ về khiến nhà máy thủy điện phải vận hành xả lũ tối đa dẫn đến hiện tượng mực nước ngầm dâng cao làm bão hòa và gây ra sạt trượt lớp đất đá phong hóa phía trên lớp đá cứng (vị trí chân mái đào). Mực nước ngầm dưới lòng đất 2 bên bờ hạ lưu dâng cao gây ra ảnh hưởng xấu tới các chỉ tiêu cơ lý của đất, trong đó có độ ẩm, trọng lượng riêng, góc nội ma sát và lực dính.



Hình 1. Hiện trạng mái đào bị sạt lở [1]

Như vậy, bài toán đã đặt ra 2 vấn đề cấp thiết cần có lời giải đáp:

- thứ nhất là đánh giá mức độ ảnh hưởng của mực nước ngầm đến sự thay đổi các chỉ tiêu cơ-lý các lớp đá bị phong hóa, cũng là ảnh hưởng lên sự ổn định tổng thể mái đào;

- thứ hai là đưa ra các giải pháp gia cố mái đào hiện trạng để tránh hiện tượng tiếp tục sạt lở.

Trong bài báo này, tác giả sẽ lần lượt giải quyết những vấn đề trên.

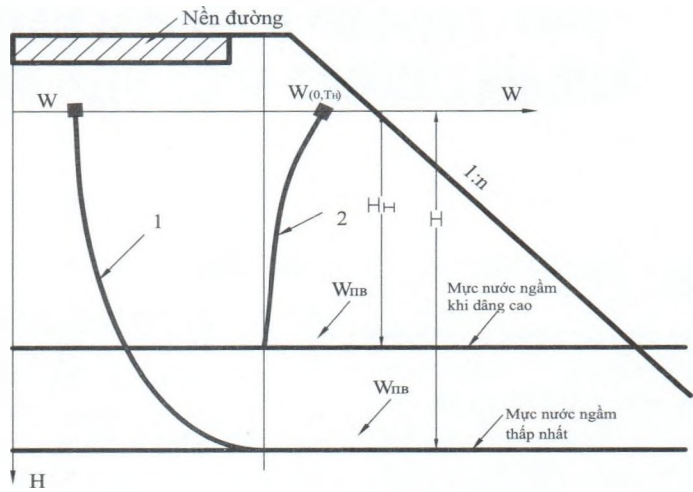
Để biết mức độ ảnh hưởng sự dâng cao của mực nước ngầm đến thay đổi độ ẩm của đất mái đào có thể sử dụng mô hình [3]:

$$W(0, T_H) = W - \int_H^{H_H} \frac{W_{\text{TB}} - W}{H} d_H + mT_H \quad (1)$$

Trong đó: $W(0, T_H)$ - độ ẩm của đất tại điểm khảo sát, %; W - độ ẩm đất tại điểm khảo sát, tương ứng trong giai đoạn mực nước ngầm thấp nhất, %; W_{TB} - độ ẩm đất tại vị trí mực nước ngầm, %; H - khoảng cách từ vị trí mực nước ngầm trong giai đoạn xuống thấp nhất đến điểm khảo sát, m; H_H - khoảng cách từ mực nước ngầm khi dâng cao đến điểm khảo sát, m; m - hệ số đặc trưng cho sự thay đổi độ ẩm của đất, $(1.10^{-5} \div 2.5. 10^{-5})$, 1/h; T_H - thời gian đứng yên của mực nước ngầm tại độ cao H , h.

Tham khảo nghiên cứu [4] với các thông số đầu vào như dưới đây:

- Độ ẩm đất nền thấp nhất tương ứng khi mực nước ngầm thấp nhất: 0.55;
- Mực nước ngầm thấp nhất cách điểm khảo sát: 12 m;
- Mực nước ngầm lên cao nhất (giả sử dâng cao tới điểm khảo sát): 0 m;
- Thời gian dâng lên của mực nước ngầm đến mức cao nhất là trong 2 ngày đêm: 48h;
- Hệ số m : 0.00002;
- Độ ẩm đất tại mặt nước ngầm (tại vị trí tiếp giáp giữa nền đá cứng và nền đất: 76 %;
- Thời gian mực nước ngầm đứng yên tại vị trí tính toán: 72h;
- Giới hạn nhão của đất mái đào: 84%;



Hình 2. Sơ đồ xác định độ ẩm các lớp đất của mái đào theo mực nước ngầm:
1 - đường cong độ ẩm đất khi mực nước ngầm thấp nhất;
2 - đường cong độ ẩm đất khi mực nước ngầm dâng cao.

- Độ ẩm lớp đất nằm bên dưới mực nước ngầm: 78%;
- Mái đào có độ dốc nghiêng 1:1,25.

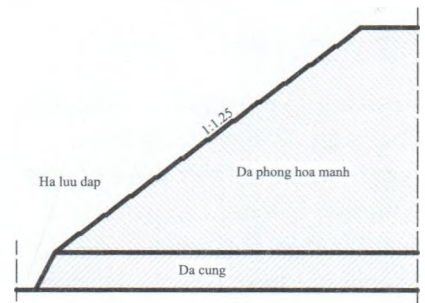
Bài toán được xem xét trong trường hợp đơn giản nhất là khi mái dốc ban đầu (khi chưa chịu ảnh hưởng của mực nước ngầm) được cấu tạo từ một lớp đá mềm bị phong hóa mạnh có cùng các tính chất cơ-lý. Do mực nước ngầm dâng cao làm độ ẩm các lớp đá phong hóa thay đổi, dẫn đến quá trình biến đổi của nhiều chỉ tiêu cơ-lý như mô đun đàn hồi, góc nội ma sát hay lực dính. Từ đó, qua kết quả tính toán ở bảng 1 và bảng 2, có thể xem mái đào được cấu tạo từ 4 lớp đất có các chỉ số cơ-lý khác nhau (hình 4): gồm 3 lớp dưới cùng chịu thay đổi tính chất do ảnh hưởng của nước ngầm với tổng chiều dày 12 m và lớp đá phong hóa cũ phía trên.

Bảng 1: Độ ẩm đất nền mái đào theo mực nước ngầm (xác định theo mối quan hệ (1))

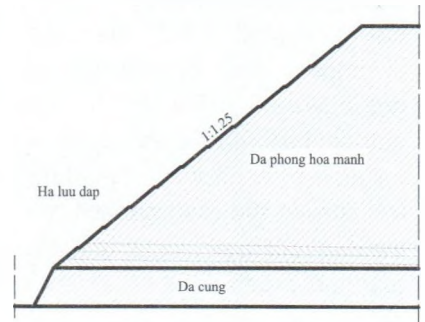
Độ sâu MNN hB, m	0.0	4.0	8.0	12.0
Độ ẩm tuyệt đối W, %	76	68	59	55
Độ ẩm tương đối	0.90	0.81	0.70	0.65

Bảng 2: Các đặc trưng tính toán của nền đất

Lớp đá phong hóa	Các chỉ tiêu cơ - lý	Độ ẩm tương đối			
		0.65	0.70	0.81	0.90
	γ (kN/m ³)	24.2	24.3	24.6	24.9
	φ (độ)	32	31	29.3	28
	c (Mpa)	0.087	0.085	0.081	0.078



Hình 3. Mặt cắt ngang mái đào khi chưa chịu ảnh hưởng của nước ngầm



Hình 4. Mặt cắt ngang mái đào với 4 lớp khi chịu ảnh hưởng của nước ngầm

3. GIẢI PHÁP GIA CỐ MÁI DỐC:

Tại vị trí sạt lở, tiến hành đào ngả mái nhằm giảm tải một phần cho mái đào. Căn cứ vào điều kiện cấu tạo địa chất và độ cao mái đào mà độ dốc cần ngả mái có thể được vận dụng theo bảng 3. Nguyên tắc ngả mái, tiến hành thiết kế các bậc thềm và gia cố bề mặt mái dốc cần phải được căn cứ theo TCVN 4054-2005 như sau:

- Khi mái dốc qua các tầng, lớp đất đá khác nhau thì phải thiết kế có độ dốc khác nhau tương ứng, tạo thành mái dốc đào kiểu mặt gẫy hoặc tại chỗ thay đổi độ dốc bố trí thêm một bậc thềm rộng 1 m ÷ 3,0 m có độ dốc 5 % đến 10 % nghiêng về phía trong rãnh; trên bậc thềm phải xây rãnh thoát nước có tiết diện chữ nhật, tam giác đảm bảo đủ thoát nước từ tầng taluy phía trên;

- Khi mái dốc đào không có các tầng lớp đất, đá khác nhau nhưng chiều cao lớn thì cũng nên thiết kế bậc thềm như trên với khoảng chiều cao giữa các bậc thềm từ 6 m đến 12m;

- Khi mái dốc có cấu tạo dễ bị lờ, rơi thì giữa mép ngoài của rãnh biên tới chân mái dốc nên có một bậc thềm rộng tối thiểu 1,0 m;

- Mái dốc nền đào phải có biện pháp gia cố chống xói lở bề mặt, chống đất đá phong hoá sạt lở cục bộ (trồng cỏ, trồng cây bụi, bọc mặt neo các ô dằn bê tông ...) và khi cần phải xây tường chắn, tường bó chân mái dốc để tăng cường mức độ ổn định của toàn mái dốc.

Bảng 3. Độ dốc của mái đường đào [2]

Loại và tình trạng đất đá	Độ dốc mái đường đào khi chiều cao mái dốc:	
	≤ 12 m	> 12 m
Đất loại dính hoặc kém dính nhưng ở trạng thái chặt vừa đến chặt	1: 1,0	1: 1,25
Đất rời	1: 1,50	1: 1,75

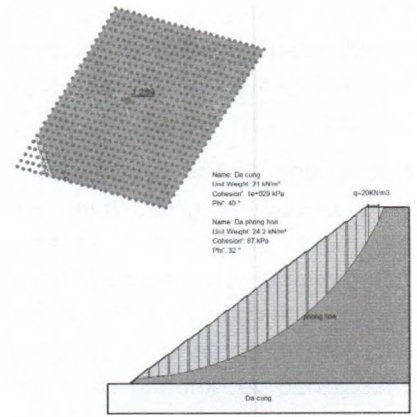
Loại và tình trạng đất đá	Độ dốc mái đường đào khi chiều cao mái dốc:	
	≤ 12 m	> 12 m
Đá cứng phong hoá nhẹ	1: 0,3	1: 0,5
Đá cứng phong hoá nặng	1: 1,0	1: 1,25
Đá loại mềm phong hoá nhẹ	1: 0,75	1: 1,0
Đá loại mềm phong hoá nặng	1: 1,00	1: 1,25

Theo tài liệu [2] thì với những mái dốc cao hơn 12 m phải tiến hành phân tích, kiểm toán ổn định bằng các phương pháp thích hợp tương ứng với trạng thái bất lợi nhất (đất, đá phong hoá bão hoà nước). Với mái dốc bằng vật liệu rời rạc, ít dính thì nên áp dụng phương pháp mặt trượt phẳng; với đất dính kết thì nên dùng phương pháp mặt trượt tròn, hệ số ổn định nhỏ nhất phải bằng hoặc lớn hơn 1,25.

Sau đó, tiến hành đánh giá trạng thái ổn định của mái đào đã được ngả mái theo tiêu chuẩn, tác giả ứng dụng phần mềm Geostudio với modun Geoslope theo phương pháp phân tích cổ điển. Các kết quả tính toán được diễn giải trong các hình dưới đây.

Khi mực nước hạ lưu đập thấp, nước mặt chưa dâng lên cao, chưa ngập quá lớp đá cứng bên dưới thì lớp đá cứng có tác dụng ngăn chặn không cho nước ngầm thấm sâu vào bên trong các lớp của nó, đó đó, lúc này, coi như ở trong mái đào chưa chịu ảnh hưởng của nước ngầm.

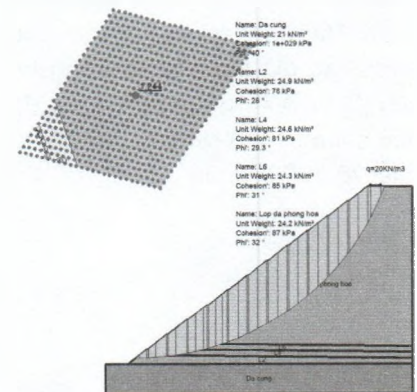
Ở trạng thái tự nhiên chưa chịu tác động của nước ngầm (hình 5) thì mái dốc có hệ số ổn định 1.269 lớn hơn hệ số ổn định cho phép là 1.25 nên mái dốc ở trạng thái đảm bảo ổn định về toàn khối và không bị sạt trượt.



Hình 5. Kiểm toán mái đào khi chưa chịu ảnh hưởng của nước ngầm

Khi nước hạ lưu đập dâng cao, vượt qua lớp đá cứng sẽ ảnh hưởng đến bề mặt mái dốc. Quá trình dao động của nước vào mái dốc làm nứt nẻ bề mặt gia cố vừa xi măng, nước dần dần thấm nhập và ngấm vào trong bên trong mái dốc tạo thành mực nước ngầm.

Trong bài báo, khi kiểm toán qua modun geoslope, tác giả sẽ bỏ qua tác động thủy lực của nước mặt đến ổn định của bề mặt mái dốc, mà chỉ xem xét ảnh hưởng của mực nước ngầm khi chúng xuất hiện ảnh hưởng lên sự thay đổi tính chất của các lớp đất bên trong mái dốc đó.



Hình 6. Kiểm toán mái đào khi chịu ảnh hưởng của nước ngầm

Ở trạng thái chịu tác động của mực nước ngầm (hình 6), sức chịu tải của mái dốc đã bị ảnh hưởng nghiêm trọng dẫn đến hệ số an toàn giảm xuống còn 1.244 nhỏ hơn hệ số an toàn cho phép là

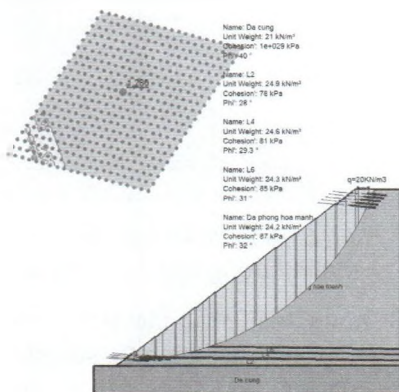
1.25 nên mái dốc không đảm bảo ổn định toàn khối và sẽ bị sạt trượt như mái đào tại hạ lưu đập thủy điện Trung Sơn vừa xảy ra.

Trường hợp 1: Tác giả tiến hành gia cố mái dốc bằng các thanh neo như mô tả trong hình 7 với mục đích nâng đỡ các cung trượt nguy hiểm tại vị trí chân và đỉnh mái dốc. Phía trên đỉnh mái dốc: sử dụng 5 hàng neo với khoảng cách các neo theo chiều đứng là 2 m, chiều ngang là 3 m. Phía dưới chân mái dốc tiến hành gia cố bằng 4 hàng neo theo khoảng cách chiều đứng là 1 m và chiều ngang là 3 m. Độ dài neo giữ khác nhau giữa các neo và nằm trong khoảng 10 m đến 20 m.

Các thông số của neo như sau:

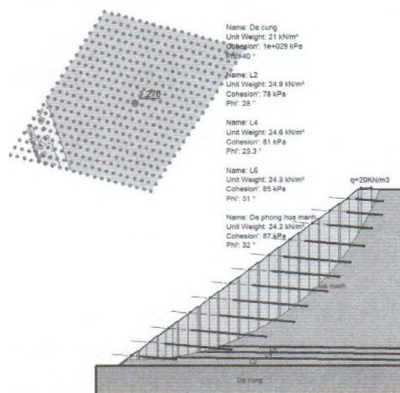
- Đường kính lỗ khoan: $D=168$ mm;
- Góc nghiêng của neo so với phương ngang: 15° ;
- Lực nhỏ giới hạn của neo: 400 kN;
- Lực kéo dọc trực tính toán: 353.8 kN;
- Hệ số an toàn chống nhỏ neo: 1.3.

Thiết kế dây neo bằng dây thép xoắn $7\Phi 5$ với cường độ cơ học được tác giả tham khảo trong tài liệu [6] là: $A = 138$ mm²; cường độ tiêu chuẩn 1470 N/mm²; cường độ thiết kế 1000 N/mm².



Hình 7. Giải pháp sử dụng các thanh neo để gia cố mái đào tại đỉnh và chân mái dốc

Sau khi được gia cố bằng các thanh neo thì nhận được hệ số an toàn của mái dốc là 1.26 lớn hơn hệ số an toàn cho phép nên mái dốc sẽ ở trạng thái ổn định toán khối, không bị sạt trượt.



Hình 8. Giải pháp sử dụng các thanh neo để gia cố mái đào tại mỗi khối cơ

Trường hợp 2: Tác giả tiến hành gia cố mái dốc bằng các thanh neo như mô tả trong hình 8 với việc bố trí tại mỗi khối cơ 1 thanh neo là tổng 12 hàng neo, khoảng theo chiều ngang của các neo là 3 m. Độ dài neo giữ khác nhau giữa các neo và nằm trong khoảng 18 m đến 50 m. Thông số các neo sử dụng như trường hợp 1.

Tiến hành tính toán, tác giả nhận được hệ số an toàn của mái dốc là 1.27 lớn hơn hệ số an toàn cho phép 1.25 nên mái dốc sẽ ở trạng thái ổn định toán khối, không bị sạt trượt. Hệ số an toàn trong trường hợp này cũng lớn hơn khi bố trí các thanh neo trong trường hợp trước ($1.27 > 1.26$).

Trên đây tác giả chỉ đưa ra hai phương án kết cấu nhằm gia cố cho mái dốc của nền đường khu vực hạ lưu đập thủy điện Trung Sơn có cấu tạo địa chất đơn giản. Trên thực tế, địa chất tại khu vực này sẽ có cấu tạo phức tạp hơn với các lớp và các đới địa chất khác nhau, xen kẽ vào nhau. Do đó, để giải quyết một cách triệt để vấn đề sạt lở tại khu vực này, cần phải tiến hành khảo sát địa chất, địa hình, thủy văn một cách chi tiết, tỉ mỉ và

cần cứ vào tình hình kinh tế để có cơ sở vững chắc trước khi đưa ra các giải pháp gia cố phù hợp.

4. KẾT LUẬN:

- Tác giả đã tính toán định lượng mức độ tác động của mực nước ngầm đến sự ổn định toàn khối của mái đào, cụ thể là ảnh hưởng lên các chỉ tiêu cơ-lý các lớp đất của nó;

- Bài báo đã kiểm chứng một cách cụ thể khả năng ổn định của mái đào vai phải hạ lưu đập thủy điện Trung Sơn trong sự phụ thuộc vào sự dâng lên của mực nước ngầm qua bộ phần mềm geostudio/geoslope giúp các kỹ sư tham khảo để thiết kế, phục vụ khai thác hiệu quả tuyến đường;

- Tác giả đã đề xuất một số giải pháp sử dụng các thanh neo nhằm gia cố ổn định toàn khối cho mái đào trong trường hợp nền đường có cấu tạo địa chất đơn giản. Qua đó, giải pháp sẽ đảm bảo được an toàn cho công trình không bị sạt lở, góp phần nâng cao tuổi thọ và không gây thiệt hại tới tính mạng, tài sản của nhân dân. ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1]. <https://dantri.com.vn/xa-hoi/sat-truot-mai-dao-ha-luu-dap-thuy-dien-trung-son-201809130711248.htm>.

[2]. TCVN 4054:2005. Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế.

[3]. Lê Văn Chung; Nguyễn Duy Đồng. Ảnh hưởng mực nước ngầm tới các chỉ tiêu cơ lý nền đường. Cầu đường Việt Nam, số 4 - 2018.

[4]. Lê Văn Chung. Đánh giá khả năng sạt lở trên các tuyến đường ven sông. Tạp chí Cầu đường Việt Nam, số 9 - 2020. Tr 18-22.

[5]. 22TCN-211-06. Áo đường mềm - Các yêu cầu thiết kế.

[6]. Nguyễn Bá Kế. Thiết kế và thi công hồ móng sâu. Nhà xuất bản xây dựng - 2010.