

ĐÁNH GIÁ TRƯỢT LỞ VÁCH ĐƯỜNG BỘ Ở HAI HUYỆN KHÁNH SƠN VÀ KHÁNH VINH, TỈNH KHÁNH HÒA

VŨ NGỌC TRẦN

Hội Địa chất Thủy văn

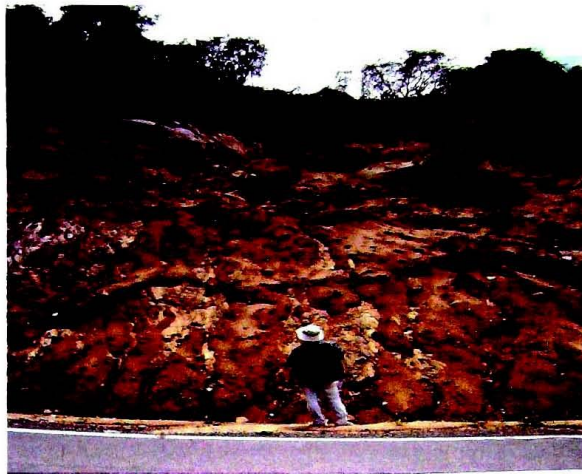
Tóm tắt: Trong địa bàn hai huyện miền núi Khánh Vĩnh và Khánh Sơn, tỉnh Khánh Hòa, vào những năm gần đây, quá trình trượt lở đất đá ở ven các tuyến đường bộ rất nghiêm trọng, mỗi năm có thể gây thiệt hại tới hàng trăm tỷ đồng, và tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây thất thiệt nhân mạng cho nhân dân địa phương và người qua đường. Để đánh giá một cách căn bản hiện tượng này nhằm tìm ra nguyên nhân cơ bản và các giải pháp khắc phục có hiệu quả, một đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh đã được triển khai thực hiện. Tác giả đề tài đã tiến hành đánh giá mức độ nhạy cảm của đất đá với quá trình trượt, lở đất đá ở các sườn dốc bên đường, sau đó kết hợp với kết quả kiểm tra (phân tích ổn định) các bờ dốc điển hình (đã chọn 102 điểm để kiểm tra), với kết quả đánh giá ổn định bờ sông (trước nguy cơ xâm thực ngang), cùng với các nhân tố khác để đưa ra các nhận định xác đáng về nguy cơ trượt, lở đất đá ở các vách đường bộ trong vùng. Cuối cùng, những nguyên nhân cơ bản gây nên hiện tượng trượt, lở và các giải pháp phòng chống, khắc phục, giảm nhẹ thiệt hại ở đây cũng đã được đề xuất.

I. MỞ ĐẦU

Khánh Vĩnh và Khánh Sơn là những huyện miền núi của tỉnh Khánh Hòa và là địa bàn triển khai thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh mang tên “Nghiên cứu điều kiện địa chất, thủy văn của hai huyện miền núi Khánh Sơn và Khánh Vĩnh. Đề xuất giải pháp xây dựng các công trình giao thông, thủy lợi bền vững”.

Địa hình hai huyện Khánh Vĩnh, Khánh Sơn khá cao và có mức độ xâm thực lớn, có nhiều tiềm năng phát triển thủy điện, kết hợp với thủy lợi và cải tạo nguồn nước cho hạ lưu sông Cái ở Nha Trang. Trong những năm gần đây, quá trình sạt lở đất đá ở ven đường giao thông trong địa bàn hai huyện rất nghiêm trọng, mỗi năm có thể gây thiệt hại tới hàng trăm tỷ đồng, và có nguy cơ gây thất thiệt nhân mạng cho nhân dân địa phương và người qua đường (xem minh họa ở Hình 1 và Hình 2, trích từ [7]).

Để đánh giá sâu sắc và toàn diện hiện tượng này nhằm tìm ra nguyên nhân cơ bản và các giải pháp khắc phục có hiệu quả, cần phân tích kỹ càng các nhân tố ảnh hưởng và đánh giá các nguy cơ hình thành của nó. Thực hiện nhiệm vụ đó, trong đề tài mang tên trên đây, tác giả đã tiến hành đánh giá giá mức độ nhạy cảm của đất đá với quá trình trượt, lở đất đá ở các sườn dốc bên đường, sau đó kết hợp với kết quả kiểm tra các bờ dốc điển hình (đã chọn 102 điểm kiểm tra), với kết quả đánh giá ổn định bờ sông (trước nguy cơ xâm thực ngang), cùng với các nhân tố kinh tế, xã hội để đưa ra các nhận định xác đáng về nguy cơ trượt, lở đất đá ở các vách đường bộ trong vùng. Cuối cùng, những nguyên nhân cơ bản gây nên hiện tượng trượt, lở và các giải pháp phòng chống, khắc phục, giảm nhẹ thiệt hại ở đây cũng đã được đề cập.



Hình 1. Trượt lở đất, đá quy mô lớn thường xuyên gây tắc đường vào mùa mưa trên đoạn đèo Khánh Lê - Hòn Giao, huyện Khánh Vĩnh, Khánh Hòa. Điểm trượt lở có tọa độ: X: 1350644; Y: 553883 (m).



Hình 2. Trượt vách âm: bờ kè ven bờ trái sông Bến Lội, huyện Khánh Vĩnh, Khánh Hòa bị sạt lở nghiêm trọng. Điểm sạt lở có tọa độ: X: 1356159; Y: 561091 (m).

II. MỨC ĐỘ NHẠY CẢM CỦA ĐẤT ĐÁ ĐỐI VỚI QUÁ TRÌNH TRƯỢT, LỞ ĐẤT ĐÁ Ở SƯỜN DỐC LÂN CẬN CÁC TUYẾN ĐƯỜNG BỘ

Hiện nay có khá nhiều phương pháp đánh giá, phân vùng nhạy cảm trượt, lở đất đá ở sườn dốc. Nguyên lý cơ bản của các phương pháp này là đối với mỗi loại vật liệu thì có một góc dốc tới hạn. Nơi nào sườn dốc có độ dốc lớn hơn so với góc dốc tới hạn thì trượt đất thường xảy ra. Có một số phương pháp đã ứng dụng thành công ở nước ngoài như: phương pháp lập bản đồ nhạy cảm trượt đất do

Nilsen và Brabb (1977), Newman Paradise và Brabb (1978); Nilsen và nnk., (1979) đề xuất; phương pháp nguy cơ ưu thế (trượt đất) của S. Masiy và D. Pleshakov Đại học Agrarian, vùng Kuban, Liên Xô (cũ) [2]; phương pháp đánh giá ổn định sườn dốc, mái dốc bằng hệ thống ILWIS - hệ thống thông tin tích hợp đất và nước... Tuy nhiên, việc thực hiện những phương pháp này đòi hỏi nhiều tư liệu liên quan, phải sử dụng những công cụ công nghệ cao và ứng dụng ở những vùng địa lý - khí hậu rất

khác so với nước ta. Vì vậy ở đây, tác giả chọn phương pháp đánh giá nhảy cảm trượt dựa trên những tiêu chuẩn đánh giá mức độ ổn định sườn dốc do Al – Homoud A.S. và Masanat Y. đề xuất [1]. Phương pháp này đã được áp dụng có hiệu quả tại các trục xa lộ chính ở Jordany, một quốc gia ở vùng cận nhiệt đới có khí hậu và các điều kiện tự nhiên khác ít nhiều tương tự với miền Nam nước ta. Trong một số đề án điều tra tại biến địa chất ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, phương pháp này cũng đã được ứng dụng (với một số điều chỉnh hợp lý) có hiệu quả rõ rệt và khả quan. Nội dung phương pháp được tóm tắt như sau:

Trên cơ sở những tài liệu khảo sát ngoài trời và thu thập từ các nguồn tư liệu lưu trữ hay đã công bố, xác định các điểm đánh giá theo thang điểm dưới đây, ứng với từng yếu tố ảnh hưởng. Tổng số điểm thu được tại mỗi vị trí đã chọn sẽ được đối chiếu với Thang phân cấp “độ nhảy cảm trượt lở đất” (Bảng 1) để xếp cấp.

Toàn bộ vị trí được chọn để đánh giá sẽ được chuyển vào một lớp trên bản đồ, có ghi tổng số điểm đánh giá ổn định sườn dốc bên cạnh ký hiệu vị trí điểm nghiên cứu. Sử dụng chương Surfer sẽ vẽ được các đường đẳng trị và khoanh vùng nhảy cảm trượt với những cấp độ khác nhau.

Bảng 1. Tiêu chuẩn đánh giá mức độ ổn định sườn dốc theo từng yếu tố ảnh hưởng ([theo 1] có hiệu chỉnh của tác giả theo thực tế Việt Nam)

Mức tính điểm đánh giá các yếu tố ảnh hưởng theo từng cấp độ							
STT	Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	1	2	3	4	5
1	Thạch học	TH	<u>XN</u> 20	<u>TT-BC</u> 18	<u>PT</u> 16	<u>ed</u> 7	<u>ap</u> 3
2	Góc cắm đá trầm tích	γ		<u>30-70°</u> 15	<u>>70°</u> 7	<u>Không uốn nếp</u> 3	
3	Thế nằm đá magma	γ		15			
4	Lượng mưa trung bình (mm/ năm)	X		<u><1000</u> 6	<u>1000-2000</u> 5	<u>>2000</u> 4	
5	Góc nghiêng sườn dốc (°)	α	<u><7</u> 20	<u>7-15</u> 16	<u>>15-30</u> 13	<u>>30-60</u> 9	<u>>60</u> 4
6	Độ cao sườn dốc (m)	ΔH	<u><5</u> 23	<u>5-11</u> 16	<u>>11-19</u> 13	<u>>19-26</u> 9	<u>>26</u> 4
Tổng số điểm đánh giá độ ổn định sườn dốc: $i = TH + \gamma + X + \alpha + \Delta H$							
Thang phân cấp độ nhạy cảm trượt lở đất							
I	>85	> 65-85	> 55-65	> 30-55	≤ 30		
Độ nhạy cảm	Không nhạy cảm	Rất kém nhạy cảm	Kém (ít nhạy cảm)	Nhạy cảm	Rất nhạy cảm		

Áp dụng phương pháp nêu trên cho vùng nghiên cứu để đánh giá ổn định sườn dốc, tác giả đã chọn ra 7 mảnh bản đồ thuộc địa bàn hai huyện Khánh Vĩnh (5 mảnh), Khánh Sơn (2 mảnh). Những

mảnh này chứa đựng các nét đặc trưng của các sườn dốc ven hệ thống các đường bộ của vùng điều tra. Kết quả đánh giá mức độ ổn định sườn dốc cho từng mảnh bản đồ tỷ lệ 1:10.000 được liệt kê trong

các băng tính. Các băng này là cơ sở cho việc xây dựng các bản đồ nhảy cảm trượt, lở đất, đá ở hai huyện Khánh Sơn và Khánh Vĩnh. Các bản đồ này cho thấy ở đây chỉ tồn tại hai loại vùng: vùng nhảy cảm và vùng kém (ít) nhảy cảm đối với trượt lở đất đá.

Vùng nhảy cảm là nơi có các trầm tích lục nguyên, tàn tích, sườn tích các loại (hình thành do các quá trình phong hóa, rửa trôi trên nền đá gốc xâm nhập, phun trào, trầm tích), góc dốc lớn, địa hình dốc. Mặt khác, tất cả các vị trí có các khối trượt đã được phát hiện đều được coi là những “vùng nhảy cảm”, bởi vì khi mà các khối trượt đã hình thành thì chúng đều có khuynh hướng tiếp tục hoạt động. Ngoài ra, dải đất ven các đường giao thông (đường bộ chính), trên các sườn đồi, núi, giới hạn bằng hai tuyến song song ở hai bên trục đường và cách trục 100 m, khai mở trong các loại thành tạo địa chất khác, có lớp vỏ phong hóa dày cũng được coi là “vùng nhảy cảm”.

Vùng ít nhảy cảm là những nơi tồn tại các thành tạo xâm nhập, phun trào phân bố trên địa hình dốc; các trầm tích bờ rời phân bố trên những dạng địa hình phẳng, lượn sóng.

III. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH NGUY CƠ TRƯỢT ĐẤT Ở CÁC VÁCH ĐƯỜNG BỘ

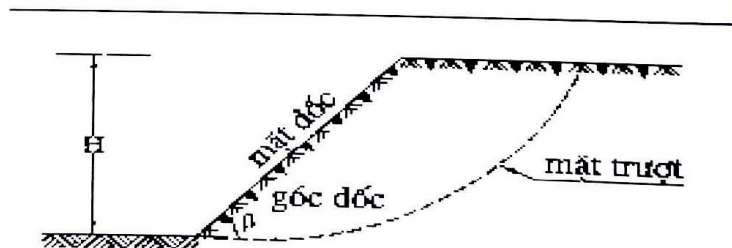
Việc đánh giá nguy cơ trượt đất ở các vách đường bộ được thực hiện trong

phạm vi dải đất ven các đường bộ, giới hạn bằng hai tuyến song song ở hai bên trục đường và cách trục 100 m. Công việc này bao gồm: kiểm tra sự ổn định các bờ dốc điển hình (với 102 điểm kiểm tra); và đánh giá sự ổn định bờ sông (trước nguy cơ xâm thực ngang) tại những đoạn bờ sông gần tuyến đường bộ.

1. Kiểm tra ổn định sườn dốc

Trong thực tế, tất cả các mái dốc đều có xu hướng giảm độ dốc đến một dạng ổn định hơn, cuối cùng chuyển sang nằm ngang và mất ổn định, được quan niệm là có xu hướng di chuyển và phá hủy. Các lực gây mất ổn định liên quan chủ yếu với trọng lực và tính thấm của đất đá, trong khi sức chống phá hủy chủ yếu là do độ bền kháng cắt của đất và đá tạo nên, do đó khi tính toán ổn định của mái dốc cần phải xem xét cả nội lực và ngoại lực. Điều hiển nhiên là mái dốc càng thoải thì độ ổn định sẽ càng cao, nhưng khối lượng công tác đào đắp, diện tích chiếm dụng sẽ càng lớn và phải chi phí tốn kém hơn. Vì vậy, mục tiêu cuối cùng của việc tính toán ổn định mái dốc là xác định được độ cao và góc dốc của vách thỏa mãn yêu cầu kinh tế và kỹ thuật.

Để đánh giá sự ổn định của mái dốc, về mặt lý thuyết hiện nay tồn tại nhiều phương pháp tính, nhưng có thể gộp chúng thành hai nhóm phương pháp chính như sau:



Hình 3. Mặt cắt ngang một mái dốc.

Nhóm phương pháp dựa trên lý thuyết cân bằng giới hạn của khối vật liệu (giả thiết trước hình dạng của mặt trượt): Đặc điểm của nhóm phương pháp này là xuất phát từ kết quả quan trắc lâu dài các mặt trượt của mái dốc trong thực tế để đưa ra giả thiết đơn giản hóa về hình dạng mặt trượt, rồi từ đó nêu lên phương pháp tính toán, đồng thời xem khối trượt như là một vật thể rắn ở trạng thái cân bằng giới hạn.

Nhóm phương pháp dựa vào lý thuyết cân bằng giới hạn thuần túy: Nhóm lý thuyết này dựa trên giả thuyết chính cho rằng điều kiện cân bằng giới hạn tại mỗi điểm trong khối đất đều thỏa mãn. Sự mất ổn định ở một điểm nào đó được giải thích là do sự xuất hiện biến dạng trượt tại điểm đó. Còn sườn dốc mất ổn định là do sự phát triển của biến dạng trượt trong một vùng rộng lớn của khối đất đắp.

Trong hai nhóm phương pháp nêu trên, "nhóm phương pháp dựa vào lý thuyết cân bằng giới hạn thuần túy" vẫn mô phỏng được gần đúng trạng thái ứng suất trong khối đất bị phá hủy, về mặt toán học mang tính logic cao, nhưng bị hạn chế ở chỗ chưa xét được biến dạng thể tích của khối đất, đồng thời việc giải bài toán ổn định của mái dốc theo phương pháp này chưa được áp dụng rộng rãi trong thực tế. Nhóm phương pháp "dùng mặt trượt giả định" tuy có nhược điểm là xem khối trượt như là một cô thể và được giới hạn bởi mặt trượt và mặt mái dốc, đồng thời xem trạng thái ứng suất giới hạn chỉ xảy ra trên mặt trượt mà thôi. Thực tế thì mặt trượt xảy ra rất phức tạp, phụ thuộc vào sự tác dụng của tải trọng ngoài, vào tính chất của các địa tầng và vào các yếu tố khác, song nó cho phép giả định trước các mặt trượt phù hợp với tình hình cụ thể của từng công trình, đồng thời sự tính toán theo nhóm phương pháp này đơn giản hơn và thiên về an toàn hơn. Chính vì thế, hiện nay phương pháp này được sử dụng rộng rãi để tính toán sự ổn định của mái dốc.

2. Phương trình cân bằng của khối đất trượt

a) Các giả thiết tính toán:

Để lập phương trình cân bằng giới hạn của khối đất trượt các tác giả như K.E. Petterson, W. Fellenius, Bishop, Sokolovski, K. Terzaghi [9] đều dựa vào công thức nổi tiếng của A.C. Coulomb (Định luật Mohr-Coulomb) để xác định ứng suất cắt:

$$s = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (1)$$

$$\text{hoặc } s = c + (\sigma n - u) \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

trong đó: s: ứng suất cắt giới hạn tại điểm bất kỳ trên mặt trượt ở trạng thái cân bằng giới hạn; σn : ứng suất pháp giới hạn (vuông góc với mặt trượt) ở trạng thái cân bằng giới hạn; c: lực dính đơn vị của đất ở trạng thái giới hạn ứng với hệ số ổn định của mái dốc; φ : góc ma sát trong của đất ứng với trạng thái giới hạn của đất; u: áp lực nước lỗ rỗng.

Khi tính toán độ ổn định, mặt trượt giả định trước có thể là tròn, hỗn hợp (tô hợp các cung trượt tròn và thẳng) hoặc hình dạng bất kỳ được xác định bởi hàng loạt những đường thẳng. Khối đất trượt được chia ra thành nhiều cột thẳng đứng, mỗi cột đất được giới hạn bởi hai mặt phẳng thẳng đứng và được xem như một vật rắn nguyên khối tựa lên trên cung trượt. Điểm khác nhau cơ bản giữa các phương pháp nêu trên chính là việc giả thiết phương, vị trí tác dụng và giá trị của các lực tác dụng tương hỗ giữa các mảnh trượt bao gồm lực cắt và lực xô ngang giữa các mảnh.

Phương trình cân bằng giới hạn được xác định dựa trên các giả thiết:

Đất được xem như vật liệu tuân theo định luật Mohr-Coulomb;

Hệ số ổn định (hệ số an toàn) như nhau cho tất cả các điểm trên mặt trượt;

Trạng thái cân bằng giới hạn chỉ xảy ra trên mặt trượt;

Hệ số ổn định của mái dốc có thể được xác định từ điều kiện cân bằng momen hoặc cân bằng lực hoặc điều kiện cân bằng giới hạn tổng quát.

Ngày nay, việc triển khai tính toán ổn định sườn dốc theo các phương pháp nêu trên đã được thực hiện với sự vận hành các chương trình trên máy tính điện tử. Ở các nước tiên tiến hiện đang lưu hành nhiều phần mềm tính ổn định sườn dốc. Dưới đây là một số phần mềm thông dụng.

Phần mềm Taren (Pháp): tính ổn định sườn dốc, tường chắn có gia cường neo thép;

Phần mềm tổng hợp Plaxis (Hà Lan): dựa vào lý thuyết cân bằng giới hạn thuần túy, giải quyết bài toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn - mô hình chuyên vị. Phần mềm tính toán ổn định sườn dốc, tường chắn gia cường neo thép, lưới vãi địa kỹ thuật, lưới cốt thép,...

Bộ phần mềm Geo-Slope (Canada): được nhiều nước trên thế giới đánh giá là bộ chương trình mạnh nhất, được dùng phổ biến nhất hiện nay, gồm có 6 modul: 1) seep/W: phân tích tính thấm; 2) sigma/W: phân tích ứng suất biến dạng; 3) slope/W: phân tích ổn định mái dốc, mái dốc có gia cường neo; 4) strain/W: phân tích ô nhiễm trong giao thông; 5) temp/W: phân tích địa nhiệt và; 6) quake/W: phân tích đồng thời các thành phần trên.

Trong bài báo này, tác giả chọn modul Slope/W thuộc bộ phần mềm Geo-Slope (Canada) để tính độ ổn định sườn dốc vách các đường bộ trong vùng nghiên cứu.

IV. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ LUẬN GIẢI

1. Đánh giá độ ổn định các vách đường bộ

Để triển khai kiểm tra độ ổn định sườn dốc, tác giả đã chọn ngẫu nhiên 102 vị trí sườn dốc ở các vách dương (59 điểm) và

vách âm (43 điểm). Đó là những vị trí đã được quan sát, mô tả, đo vẽ ở thực địa để thu thập các dữ liệu cần thiết như: độ cao, góc sườn dốc, độ dày các lớp đất đá tại các vách. Các chỉ tiêu cơ lý của đất đá được chọn từ các giá trị trung bình của các mẫu cơ lý tương ứng với loại đất hiện hữu ở vách. Những số liệu thu thập đã được sử dụng làm đầu vào cho chương trình tính toán ổn định sườn dốc (chương trình Slope/W). Sau khi “chạy” chương trình đã xác định được giá trị hệ số ổn định “i” tại mỗi vị trí đã chọn. Về lý thuyết, nếu “i” < 1 thì sườn dốc được coi là không ổn định. Tuy nhiên, trên thực tế, do nhiều ảnh hưởng khác nhau của các hoàn cảnh thực tế, độ chính xác của số liệu thu được không cao, sai số có thể đáng kể, nên để đảm bảo tính an toàn và bền vững cho sườn dốc, có thể chọn bất đẳng thức $i < i_{\max}$ (với $i_{\max} = 1,1-1,3$). Trong bài báo này, tác giả chọn bất đẳng thức $i < 1,3$ để đối sánh với kết quả tính toán và nhận định về tính ổn định của sườn dốc. Hình 4 chỉ ra kết quả ‘chạy’ chương trình Slope/W tại một vị trí được chọn để kiểm tra độ ổn định sườn dốc trong vùng nghiên cứu.

Kết quả cho thấy có 55/102 vị trí kiểm tra phù hợp với bất đẳng thức $i < 1,3$ bị coi là sườn dốc không ổn định. Trong số đó, đối với vách dương có 34/55 điểm không ổn định, trong khi vách âm chỉ có 21/55 trường hợp không ổn định. Điều đó cho thấy các sườn vách âm (độ cao và góc dốc nhỏ hơn) có xu hướng ổn định hơn. Thống kê cũng cho thấy:

Các trường hợp sườn dốc ổn định: góc dốc từ 35° đến 76° , trung bình 65° ; độ cao sườn dốc 2-30 m, trung bình là 6 m;

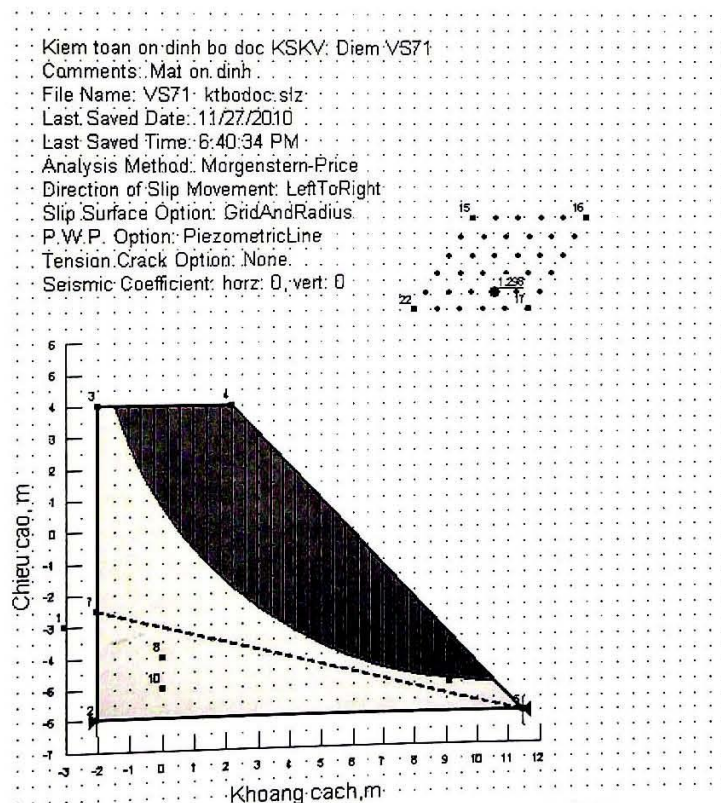
Các trường hợp sườn dốc không ổn định: góc dốc từ 36° đến 72° , trung bình 61° ; độ cao sườn dốc từ 5 đến 95 m, trung bình là 30 m.

Điều này chứng tỏ rằng độ cao sườn dốc thực tế rất lớn không phù hợp với góc dốc (trong khi sự biến thiên góc dốc ở cả hai trường hợp khá tương đồng) là một nhân tố rất quan trọng làm nảy sinh sự mất cân bằng sườn dốc.

Ngoài ra, ở tất cả những vị trí đã phát hiện được các khối trượt, sạt lở đất ở các vách âm và vách dương, cùng các đoạn sông đã quan sát thấy trượt lở (theo tài liệu khảo sát thực địa và tài liệu viễn thám) và cả những đoạn bờ sông có xu hướng dịch

chuyển mạnh về phía trục đường (theo tài liệu ảnh vệ tinh và không ảnh ở một số thời kỳ khác nhau) đều được coi là các vị trí sườn dốc không ổn định. Bởi vì, khi các khối trượt đã hình thành thì chúng đều có khuynh hướng tiếp tục hoạt động.

Tóm lại, tất cả những vị trí gây mất ổn định cho các vách đường bộ, đã được đề cập đến ở phần trên, là những nơi chứa đựng những nguy cơ dẫn đến sự hủy hoại sườn dốc (trượt, sạt, lở, đá lăn đổ... trên sườn dốc).



Hình 4. Biểu đồ kiểm tra độ ổn định vách âm điểm VS71, tọa độ vuông góc (VN2000, múi 3° Khánh Hòa)
X: 1356426; Y: 566233 (m).

2. Đánh giá độ ổn định các đoạn bờ sông gần trục đường bộ

Công việc này liên quan đến nhiệm vụ đánh giá độ ổn định lòng dẫn của hai sông lớn trong vùng nghiên cứu: sông Cái và sông Tô Hạp. Kết quả điều tra, đánh giá độ ổn định lòng dẫn cho thấy các đoạn bờ sông gần trục đường bộ, nơi mà sự thay

đổi của lòng dẫn có thể ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự ổn định sườn dốc các vách đường bộ.

3. Luận giải kết quả nghiên cứu

Về lý thuyết, nói chung, có nhiều nguyên nhân dẫn đến hiện tượng trượt sườn dốc và việc xác định chúng rất khó. Hiếm khi chỉ có một nguyên nhân. Trong

hầu hết các trường hợp, sự tương tác của nhiều tác nhân khác nhau mới thực sự tạo nên quá trình chuyển động trượt sườn dốc. Các nguyên nhân chủ yếu dẫn đến sự hình thành trượt thường được chia thành ba nhóm: 1) sự thay đổi hình dạng bề ngoài và độ cao sườn dốc (tăng cao độ hoặc do xói lở, khi thi công vách quá dốc); 2) sự hình thành những biến đổi cấu trúc và tính chất vật lý - kỹ thuật của đất đá cấu tạo nên sườn dốc, như giảm độ chặt, giảm độ bền, tăng mức trương nở của đất đá khi mức độ ẩm ướt tăng, hay kết cấu tự nhiên của đất đá bị phá hủy do quá trình phong hóa lâu dài...; 3) sự gia tải trên đất đá cấu tạo nên sườn dốc do các áp lực thủy tĩnh (do nước ngầm dâng cao), do áp lực thủy động của các dòng mặt ở lân cận hoặc do các tác động địa chấn hoặc các vi chấn, cũng do các hoạt động kinh tế - xã hội như xây dựng công trình dân dụng, công nghiệp hay lưu hành các phương tiện giao thông trọng tải lớn.

Trong vùng nghiên cứu, qua phân tích các tài liệu khảo sát thực địa, tài liệu viễn thám, các tài liệu thu thập từ lưu trữ và kết quả kiểm tra ổn định sườn dốc vách đường bộ, tác giả đưa ra nhận định về các nguyên nhân cơ bản dẫn đến quá trình trượt sườn dốc trình bày dưới đây.

1) Kết quả kiểm tra độ ổn định sườn dốc cho thấy độ cao sườn dốc ở các vách rất lớn, không phù hợp với góc dốc. Trong các trường hợp kết quả kiểm tra là sườn dốc không ổn định, độ cao trung bình của vách là 30 m. Theo tiêu chuẩn SnipII-39-76 của Liên Xô (trước đây) (xem bảng 2), độ cao của mỗi bậc vách đều không được vượt quá 12 m trong tất cả các trường hợp. Nếu tính độ nghiêng (hay góc dốc) sườn dốc theo công thức: $\operatorname{tg} \alpha / \eta + C / \gamma h$ với $\eta = 1,3$ cho trường hợp vật liệu cứng chắc nhất ở đây là granit phong hóa nhẹ ($\gamma = 22 \text{ kg/m}^3$, $C = 50 \text{ Kpa}$, $\varphi = 20^\circ$) sẽ được $\operatorname{tg} \alpha = 0,356$ hay $\alpha = 20^\circ$. Vậy, vách đã được thi công với độ cao rất lớn chính là nguyên nhân cơ bản khiến nảy sinh quá trình trượt, lở đất đá ở các sườn vách của vùng này.

2) Lượng mưa khá cao và tập trung trong thời gian ngắn (một số ngày trong tháng 11, tháng 12 hàng năm) ở vùng này đã khiến cho độ ẩm của đất đá nhanh chóng đạt mức bão hòa làm giảm độ bền, đồng thời lại khiến cho tải trọng đứng trên mặt trượt tăng lên (do dung trọng của đất đá tăng) cũng là nguyên nhân đẩy nhanh quá trình trượt lở. Điều này thể hiện rất rõ qua tài liệu quan trắc trượt ở các trạm trong thời gian 1 năm: sườn dốc không mấy biến đổi về mùa khô đã bất ngờ sụp đổ vào một ngày mưa lớn.

Bảng 2. Độ nghiêng giới hạn cho phép của sườn dốc trong các loại đất đá (theo SNiP II 39-76 [8])

Đất đá	Độ cao sườn dốc (m)	Độ nghiêng giới hạn của sườn dốc	Góc dốc giới hạn của sườn dốc
Đá cứng	<12	1:0,2	78°
Đá nửa cứng	<12	1:0,5 - 1:1,5	34°-63°
Đá nửa cứng	6-12	1:1,5	63°
Đá nửa cứng	<6	1:1	45°
Đất vụn thô và cát	<12	1:1,5	63°
Cát hạt nhỏ và cát hạt mịn	<12	1:1,75	30°
Cát hạt nhỏ và cát hạt mịn	<6	1:1	45°
Đất sét đồng nhất có độ sệt ổn định	<12	1:1,5	63°
Đất hoàng thổ trong vùng khí hậu khô	<12	1:0,1- 1:0,5	63°-84°
Đất hoàng thổ ngoài vùng khí hậu khô	<12	1:0,5 - 1:1,5	34°-63°

Ngoài ra, áp lực thủy động của dòng sông gây tác động xói lở các đoạn bờ sông ở gần các đường bộ cũng là nguyên nhân đẩy nhanh quá trình trượt lở đất ở những vị trí đó.

V. GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC VÀ GIẢM THIỂU TRƯỢT, LỞ ĐẤT Ở VÁCH ĐƯỜNG BỘ

Theo lý luận và trong thực tiễn đã có khá nhiều biện pháp ngăn ngừa, khắc phục và giảm thiểu trượt lở (gọi tắt là biện pháp chống trượt). Có thể phân ra các loại như sau: 1. Dựa theo mức độ tác động vào điều kiện thiên nhiên (như đề xuất của S.K. Abramov [8]) gồm có: Biện pháp thụ động (hay phòng ngừa): ngăn cấm (ở chừng mực có thể) việc đào bới chân sườn dốc, đắp đê đất lên bề mặt sườn dốc, đỉnh dốc; chặt phá cây cối, xả nước; giảm tốc độ xe chạy, giảm liều lượng nổ mìn; Biện pháp chủ động: xây dựng các công trình chống trượt, lở.

2. Theo điều kiện hình thành dự trữ độ ổn định của sườn dốc (như đề xuất của K. Terzaghi): Biện pháp triệt tiêu hay hạn chế sự giảm sút hệ số ổn định của sườn dốc; Biện pháp làm tăng hệ số ổn định của sườn dốc.

Nhìn chung, nhiều phương pháp chống trượt đi liền với sự tiêu tốn nhiều tiền bạc và thời gian, đòi hỏi nhiều phương tiện phức tạp, do đó việc lựa chọn các biện pháp phải dựa trên cơ sở nghiên cứu kỹ càng, trước hết, phải định hướng theo các nguyên nhân hình thành trượt lở.

Đối với vùng nghiên cứu, xuất phát từ các nguyên nhân gây trượt lở (đã trình bày ở phần trên), tác giả đề xuất những biện pháp cụ thể sau:

1) *Tăng độ ổn định (tạo sự cân bằng tĩnh) của sườn dốc bằng cách xén bỏ một phần đất đá trên cao, bạt thoải sườn dốc và hạ cấp độ cao, tạo ra các bậc thang trên sườn dốc* [7];

Căn cứ vào thống kê kết quả kiểm tra độ ổn định sườn dốc thực tế trong vùng, tác giả đề xuất quy cách bậc thang sườn dốc như sau:

Đối với sườn dốc cấu tạo từ đá gốc cứng chắc, ít nứt nẻ: cao không quá 12 m, dốc trung bình 75°;

Đối với sườn dốc cấu tạo từ đá gốc nứt nẻ, phong hóa: cao không quá 12 m, dốc trung bình 50°;

Đối với sườn dốc cấu tạo từ đất vụn thô (sét, cát chứa dăm sạn, tảng): cao không quá 6 m, dốc trung bình 35°;

Đối với sườn dốc cấu tạo từ đất sét, sét pha, cát pha: cao không quá 6 m, dốc trung bình 30°.

Bề mặt các bậc bằng phẳng rộng khoảng 3-5 m, phủ bê tông mỏng.

2) *Chống tác động phá hoại của nước mặt bằng cách xây dựng hệ thống rãnh thoát nước, các rãnh nghiêng phân bậc trên sườn dốc (láng xi măng đáy rãnh) để hạn chế quá trình thấm nước, trồng cỏ Vetiver chống xói mòn đất để giữ ổn định cho sườn.*

3) *Tiêu thoát nước ngầm:* Biện pháp này chỉ áp dụng cho các khu sườn dốc có mực nước ngầm nằm cao hơn chân dốc, hay đã phát hiện những mạch nước thấm rỉ ra bề mặt sườn dốc vào mùa mưa. Tiêu thoát nước ngầm bao gồm việc chặn đón và tháo dẫn nước ngầm ra khỏi khu trượt hoặc hạ thấp mực nước trong phạm vi khối đất trượt và đặc biệt là vùng liền kề. Đồng thời nó còn giữ cho đất đá ở khối trượt không bị bão hòa nước.

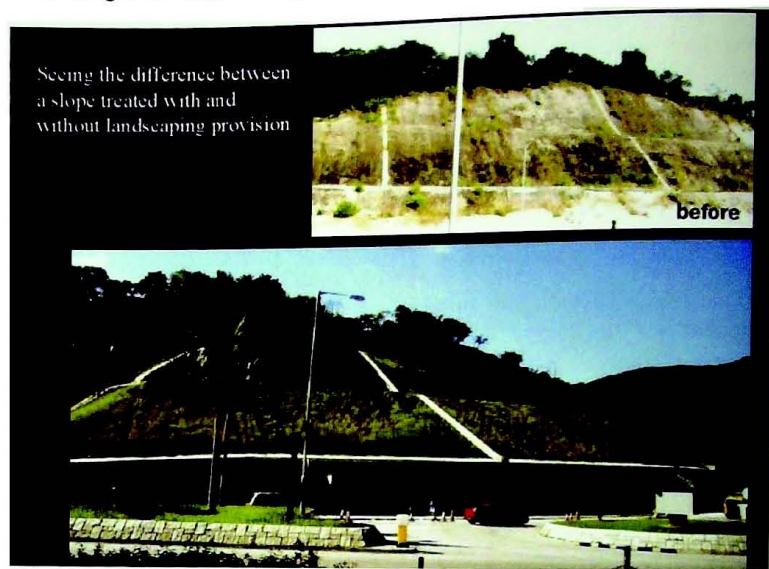
4) *Khắc phục bào xói chân sườn dốc và bờ sông liền kề đường bộ:* Cần lưu ý rằng sự tăng độ dốc của sườn do tác dụng xói lở của sông, suối cũng là một trong những nguyên nhân gây trượt lở đất. Vì vậy, việc bảo vệ bờ và sườn dốc khỏi bị

bào xói lở chân và bờ sông thường là một tổ hợp của các biện pháp chống trượt.

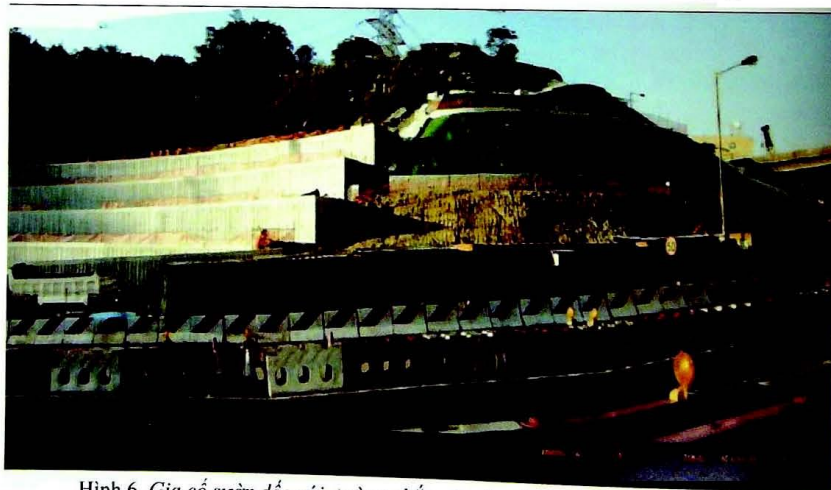
5) *Gia cố cơ học (bằng tường chắn, cọc bê tông nhồi nhiều hàng tới tận lớp đá gốc, cọc neo, trụ phân áp...)*: Biện pháp này cần thực hiện cho các vách đứng và âm, cũng như mặt đường tại

một số đoạn đường gần chân đèo Hòn Giao, ở các vị trí đã thông báo trượt lở mạnh hoặc có nguy cơ trượt lở cao.

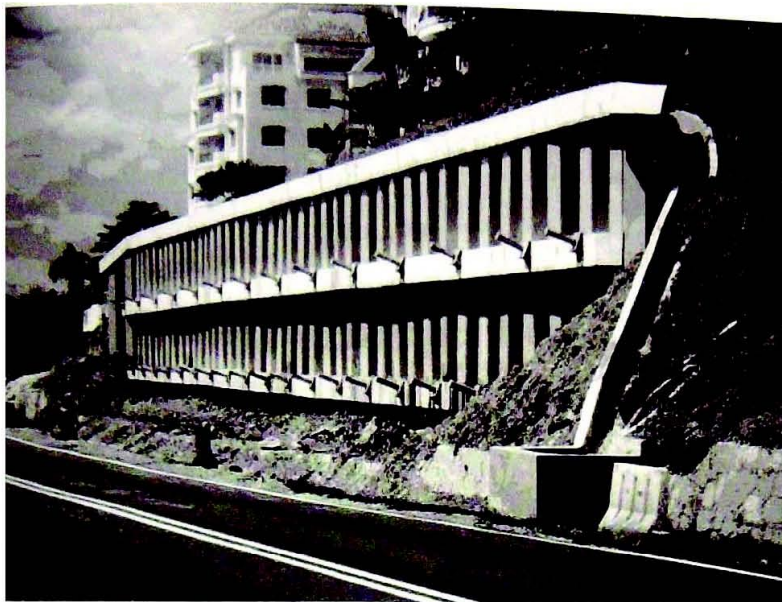
Những hình ảnh dưới đây minh họa cho các giải pháp khắc phục và giảm thiểu trượt, lở đất có thể áp dụng trong vùng nghiên cứu (Hình 5, 6, 7).



Hình 5. Quang cảnh sườn dốc trước và sau xử lý, gia cố bằng nhiều biện pháp: xây tường chắn, làm rãnh thoát nước, trồng cỏ Vetiver. Nguồn: http://personal.cityu.edu.hk/~bswmwong/pl/pdf/slope_protection.pdf.



Hình 6. Gia cố sườn dốc với tường chắn và màn phủ chống phong hóa
Nguồn: http://personal.cityu.edu.hk/~bswmwong/pl/pdf/slope_protection.pdf



Hình 7. Hoàn thành tường chắn kết hợp cọc chữ H và cọc neo
 Nguồn: http://personal.cityu.edu.hk/~bswmwong/pl/pdf/slope_protection.pdf.

VI. KẾT LUẬN

Trong địa bàn hai huyện miền núi Khánh Vĩnh và Khánh Sơn, tỉnh Khánh Hòa, vào những năm gần đây, quá trình trượt lở đất đá ở ven các tuyến đường bộ rất nghiêm trọng, mỗi năm có thể gây thiệt hại tới hàng trăm tỷ đồng, và tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây thất thiệt nhân mạng cho nhân dân địa phương và người qua đường. Các tác giả đề tài đã tiến hành đánh giá mức độ nhạy cảm của đất đá với quá trình trượt, lở đất đá ở các sườn dốc bên đường, sau đó kết hợp với kết quả kiểm tra (phân tích ổn định) các bờ dốc điển hình (đã chọn 102 điểm để kiểm tra), với kết quả đánh giá ổn định bờ sông (trước nguy cơ xâm thực ngang), cùng với các nhân tố khác để đưa ra các nhận định xác đáng về nguy cơ trượt, lở đất đá ở các vách đường bộ trong vùng. Những nguyên nhân cơ bản gây nên hiện tượng trượt, lở và các giải pháp phòng chống, khắc phục, giảm nhẹ thiệt hại ở đây cũng đã được đề xuất.

VĂN LIỆU

1. Al-Homoud A.S., Masanat Y, 1998. A classification system for the assessment of slope stability of terrains along highway routes, in Jordan. *Env. Geol.*, 34/1. Springer-Verlag.
2. Bộ môn Đường ô tô & Đường thành phố, Trường Đại học bách khoa, tp.Hồ Chí Minh, 2006. Hướng dẫn sử dụng phần mềm kiểm tra ổn định mái dốc Slope//W.
3. Matsiy S. et al, 2008. Landslide sites investigation of motor-roads on the basis of optimum risk method.
4. Trần Đắc Lạc, 2011. Nghiên cứu đánh giá tai biến địa chất môi trường xã An Lĩnh và giải pháp khắc phục hiện tượng trượt lở đất. *Lưu trữ Sở KH&CN Phú Yên, Tuy Hòa*.
5. Ưông Đình Khanh & nnk, 2007. Hiện trạng tai biến trượt lở đất đá trên một số tuyến đường giao thông ở tỉnh Cao