

TAI BIẾN TRƯỢT LỞ ĐẤT ĐÁ TRÊN SƯỜN ĐỐC ĐƯỜNG GIAO THÔNG VÙNG MIỀN NÚI TỈNH QUẢNG BÌNH

Th.S. NGUYỄN ĐỨC LÝ

Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Quảng Bình

GS.TSKH. NGUYỄN THANH

Đại học Huế

Tóm tắt: Trong thời gian qua, trên các tuyến đường giao thông vùng miền núi tỉnh Quảng Bình, đặc biệt vào mùa mưa lũ thường xảy ra hiện tượng trượt lở đất đá trên sườn dốc, mái dốc (gọi tắt là sườn dốc), làm ách tắc giao thông, ảnh hưởng đến lưu thông hàng hoá, phá huỷ nhiều đoạn đường và công trình giao thông quan trọng gây thiệt hại lớn về kinh tế xã hội và công trình.

Bài báo giới thiệu những kết quả nghiên cứu mới nhất về tai biến trượt lở đất đá trên sườn dốc đường giao thông vùng miền núi tỉnh Quảng Bình.

1. Giới thiệu

Tỉnh Quảng Bình nằm ở Bắc Trung Bộ Việt Nam với diện tích tự nhiên 8.065,26 km², dân số năm 2009 là 858.802 người.

Quảng Bình có vị trí địa lý được giới hạn bởi các tọa độ địa lý ở phần đất liền là: điểm cực Bắc: 18⁰ 05' 12" vĩ độ Bắc; điểm cực Nam: 17⁰ 05' 02" vĩ độ Bắc; điểm cực Đông: 106⁰ 59' 37" kinh độ Đông và điểm cực Tây: 105⁰ 36' 55" kinh độ Đông.

Trên địa phận vùng miền núi phía Tây tỉnh Quảng Bình có nhiều tuyến đường giao thông quan trọng đi qua như đường Hồ Chí Minh (HCM), đường xuyên Á, đường quốc lộ 12A, các đường tỉnh lộ: TL 10, TL 11, TL 16, TL 20. Các tuyến đường này là tuyến giao thông huyết mạch quan trọng, có ý nghĩa chiến lược trong tất cả các lĩnh vực: chính trị, an ninh quốc phòng, kinh tế và văn hoá - xã hội của đất nước, của khu vực miền Trung nói chung và tỉnh Quảng Bình nói riêng.

Nội dung bài báo là kết quả nghiên cứu tai biến trượt lở đất đá ở 197 điểm sụt, trượt (bao gồm cả dòng bùn đất đá) thuộc tuyến đường TL 10, TL 11, đường HCM (trừ nhánh Đông, từ km 847+120 đến km 942 + 402, từ km 00^T +00 đến km 167^T + 200 thuộc nhánh Tây) và đường quốc lộ 12A (đoạn km 104 đến biên giới Việt - Lào tại cửa khẩu ChaLo - km 142).

2. Đặc tính địa chất công trình các thành tạo đất đá cấu tạo các khối trượt chủ yếu

Qua kết quả điều tra, khảo sát và thí nghiệm có thể tách đất đá cấu tạo các khối trượt vùng nghiên cứu thành 2 thành tạo chính sau đây:

Tầng đá gốc (tầng dưới): chủ yếu là các đá phiến sét, đá sét bột kết, đá bột kết, đá vôi sét bị phong hoá vừa đến mạnh. Phần lớn mặt lớp của đá gốc cắm dốc xuống đường (thuận hướng) và đồng thời chúng chính là mặt trượt của khối trượt.

Tầng phủ: là tầng đất đá đã bị phong hoá mạnh thành đất có thành phần chủ yếu là sét pha lẫn cát, dăm, sạn, ít hơn có sét,... và có bề dày biến đổi. Chúng là sản phẩm phong hoá từ nhiều loại đá gốc khác nhau. Trong điều kiện tự nhiên, đất có sức kháng cắt cao nhưng khi bão hoà nước sức kháng cắt giảm đi rõ rệt. Kết quả thí nghiệm mẫu đất lấy tại các vị trí trượt của vùng nghiên cứu cho thấy, sức kháng cắt của đất ở trạng thái bão hoà nước có thể giảm gần hai lần so với đất ở trạng thái tự nhiên không bão hoà nước.

Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý đất tàn - sườn tích phát triển trên đá gốc ở 10 điểm trượt lớn nhất đặc trưng và đại diện cho 10 hệ tầng tương ứng, cụ thể như sau:

- Điểm trượt km 111 + 583 thuộc hệ tầng Rào Chấn - D₁rc

Hệ tầng Rào Chấn chỉ phân bố trong phạm vi nghiên cứu từ km 108 +815 đến km 114 + 000 đường 12A; từ km 861 + 225 đến km 862 + 692 và từ km 886 + 140 đến km 887 + 389 đường HCM. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 2 m đến 5 m, trung bình 3 - 4 m, thành phần tầng phủ chủ yếu là đất sét pha lẫn dăm sạn. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình h = 3 m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 38^{\circ}$.

- Điểm trượt Km 114 + 251 thuộc hệ tầng Bản Giàng - D₁₋₂ bg

Hệ tầng Bản Giàng phân bố rộng trong phạm vi nghiên cứu từ km 104 +350 đến km 108 + 815, từ km 114 + 000 đến km 114 + 841, từ km 117 +060 đến 118 +162 đường 12A; từ km 860 + 779 đến km 861 + 225, từ km 863 + 919 đến km 866 + 387, từ km 874 + 237 đến km 875 + 486, từ km 894 + 987 đến km 895 + 981, từ km 12^T + 410 đến 12^T + 770, từ km 22^T + 680 đến 26^T + 125 đường HCM. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 4 m đến 12 m, trung bình 8 -10 m, thành phần tầng phủ chủ yếu là đất sét pha lẫn dăm sạn bị phong hoá mạnh. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình h = 6 m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 25^0$.

- Điểm trượt km 124 + 163 thuộc hệ tầng Bãi Dinh - J₁₋₂ bd

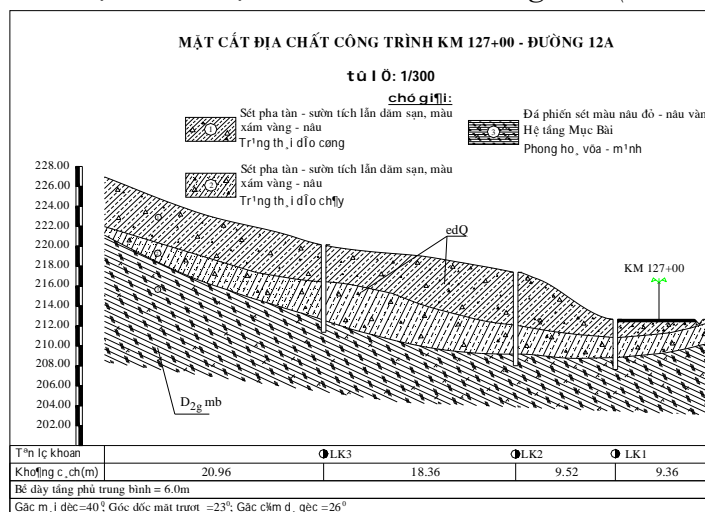
Hệ tầng Bãi Dinh phân bố rộng và lớn nhất trong phạm vi nghiên cứu từ km 120 + 467 đến km 122 + 585, từ km 125 + 300 đến km 125 + 670, từ km 128 + 486 đến 133 + 300, từ km 134+800 đến 142 đường 12A và hầu như vắng mặt trên các tuyến đường HCM, TL 10 và TL 11. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 3 m đến 10 m, trung bình 7 - 8 m, thành phần tầng phủ chủ yếu là đất sét pha lẫn mảnh dăm vụn cát kết, bột kết bị phong hoá mạnh. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình h = 5 m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 30^0$.

- Điểm trượt km 127 + 000 thuộc hệ tầng Mục Bài - D₂ g mb

Hệ tầng Mục Bài cũng phân bố rất rộng lớn trong phạm vi nghiên cứu từ km 104 + 000 đến km 104 + 350, từ km 115 + 841 đến km 117 + 060, từ km 118 + 162 đến km 120 + 467, từ km 122 + 585 đến km 125 + 300, từ km 125+ 670 đến 128 +486 đường 12A và từ km 923+003 đến km 924+394 đường Hồ Chí Minh. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 4 m đến 12 m, trung bình 8 - 10 m, thành phần tầng phủ chủ yếu là đất sét pha lẫn dăm sạn đá góc bị phong hoá mạnh. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình h = 6 m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 23^0$ (ảnh 1 và hình 1).



Ảnh 1. Trượt đất đá tại km 127 + 000 đường 12A (03/10/2009)



Hình 1. Mặt cắt địa chất công trình tại điểm trượt km 127 + 000 đường 12A

- Điểm trượt km 134 + 0400 thuộc hệ tầng Bắc Sơn - C-P bs

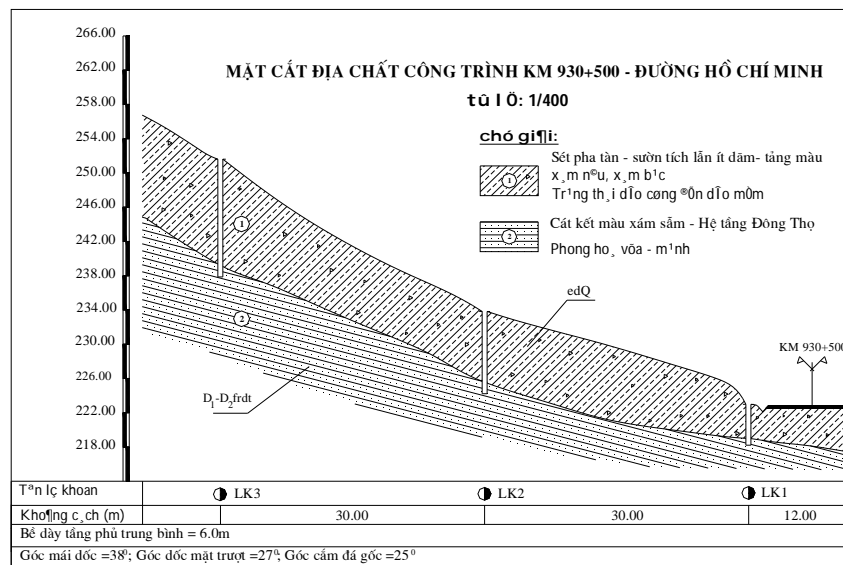
Hệ tầng Bắc Sơn trong phạm vi nghiên cứu thuộc đường 12A, chỉ phân bố từ km 133 + 300 đến km 134 + 800, còn trên tuyến đường HCM thì phân bố rộng, cụ thể từ km 862 + 904 đến km 863 + 919, từ km 867 + 280 đến km 868 + 814, từ km 879 + 832 đến km 880 + 106, từ km 3^T + 110 đến km 4^T + 770, từ km 12^T + 250 đến km 12^T + 410, từ km 12^T + 770 đến km 15^T + 770, từ km 16^T + 953 đến km 17^T + 749 và từ km 28^T + 077 đến km 29^T + 732 đường HCM. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 3 m đến 15 m, trung bình 10 - 12 m, thành phần tầng phủ chủ yếu là đất sét và đất sét pha lẫn dăm sạn. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình $h = 8$ m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 23^{\circ}$ (đối với bậc I - bậc dưới) và $h = 5$ m, $\beta = 28^{\circ}$ (đối với bậc II - bậc trên).

- Điểm trượt km 930 + 500 thuộc hệ tầng Đông Thọ - D₂ - D₃ fr đt

Hệ tầng Đông Thọ phân bố từ km 855 + 940 đến km 857 + 831, từ km 917 + 387 đến km 923 + 003 và từ km 924 + 394 đến km 936 + 062 đường HCM; Hệ tầng này hoàn toàn vắng mặt trên tuyến đường 12A, TL 10 và TL11. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 1 m đến 12 m, trung bình 4 - 8 m với thành phần chủ yếu là đất sét pha lẫn dăm sạn màu nâu, xám bạc; tầng dưới là đá cát kết màu xám sẫm, phong hoá vừa - mạnh thuộc hệ tầng Đông Thọ. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình $h = 6$ m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 27^{\circ}$. Đây là điểm trượt cổ tái hoạt động (ảnh 2 và hình 2).



Ảnh 2. Trượt đất đá tại km 930 + 500 đường HCM (10/11/2006)



Hình 2. Mặt cắt địa chất công trình tại điểm trượt km 930 + 500 đường HCM

- Điểm trượt km 46^T + 600 thuộc phức hệ Trường Sơn - Ga C₁ ts

Phức hệ Trường Sơn phân bố trên đường TL 11 và đoạn từ km 43^T + 300 đến km 56^T + 796 đường HCM và vắng mặt trên tuyến đường 12A và đường TL 10. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 0,5 m đến 4m, trung bình từ 2 đến 3 m với thành phần chủ yếu là lớp sét pha lẫn dăm sạn màu nâu xám, xám vàng có nguồn gốc tàn tích. Tầng dưới là đá magma gồm các khoáng vật thạch anh, fenspat, mica có màu xám trắng bị phong hoá vừa - mạnh. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình $h = 3$ m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 36^{\circ}$.

- Điểm trượt km 116^T + 000 thuộc phụ hệ tầng Long Đại 3: O₃-S₁ lđ₃

Phụ hệ tầng này phân bố trên đường TL 10 và đoạn từ km 83^T + 128 đến 90^T + 069, từ km 107^T + 715 đến 119^T + 295 đường HCM và hoàn toàn vắng mặt trên tuyến đường 12A, TL 11. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 1,0 m đến 6m, trung bình từ 3 đến 4 m với thành phần chủ yếu là lớp sét pha lẫn dăm sạn màu nâu xám, xám vàng có nguồn gốc tàn tích. Tầng dưới là đá phiến sét màu nâu xám phong hoá mạnh, đôi chỗ lẫn đất có chiều dày lớn. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình $h = 4$ m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 33^{\circ}$.

- Điểm trượt km 121^T + 000 thuộc phụ hệ tầng Long Đại 2: O₃-S₁ lđ₂

Phụ hệ tầng này phân bố trên tuyến đường TL 10, TL 11 và đoạn từ km 26^T + 125 đến 210^T + 010, từ km 32^T + 682 đến 33^T + 050, từ km 39^T + 232 đến 39^T + 922, từ km 119^T + 295 đến 130^T + 739 đường HCM và hoàn toàn vắng mặt trên tuyến đường 12A. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 0,5 m đến 4m; Trung bình từ 2 đến 3 m với thành phần chủ yếu là lớp sét pha lẫn dăm sạn màu nâu xám, xám vàng có nguồn gốc tàn tích. Tầng dưới là đá phiến sét màu nâu xám phong hoá mạnh, đôi chỗ lẫn đất có chiều dày lớn. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình $h = 3$ m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 37^{\circ}$.

- Điểm trượt km 162^T + 900 thuộc phụ hệ tầng Long Đại 1: O₃-S₁ lđ₁

Hệ tầng này phân bố trên tuyến đường TL 11 và đoạn từ km 40^T + 613 đến 40^T + 959, từ km 42^T + 748 đến 43^T + 300, từ km 56^T + 796 đến 72^T + 187, từ km 146^T + 591 đến 148^T + 161, từ km 149^T + 166 đến 150^T + 129, từ km 150^T + 789 đến 167^T + 200 đường HCM và hoàn toàn vắng mặt trên tuyến đường 12A, TL 10. Bề dày tầng phủ biến đổi từ 0,5 m đến 4m; trung bình từ 2 đến 3 m với thành phần chủ yếu là lớp sét pha lẫn dăm sạn màu nâu xám, xám vàng có nguồn gốc tàn tích. Tầng dưới là đá phiến sét màu nâu xám phong hoá mạnh, đôi chỗ lẫn đất có chiều dày lớn. Điểm trượt này có chiều dày tầng phủ trung bình $h = 3$ m và góc dốc mặt trượt bình quân $\beta = 39^{\circ}$.

Kết quả phân tích chỉ tiêu cơ lý các mẫu đất đặc trưng cho các hệ tầng và phụ hệ tầng nói trên được trình bày ở bảng 1.

3. Kiểm toán độ ổn định trượt sườn dốc

Để tiến hành kiểm toán độ ổn định trượt các sườn dốc chúng tôi muốn đề cập đến một số điều kiện tiên quyết trong chọn sơ đồ, phương pháp kiểm toán cũng như lựa chọn các yếu tố ảnh hưởng và các thông số đưa vào các công thức tính toán.

Trước hết, đối với tầng phủ đất loại sét nằm trên đá gốc nứt nẻ thông thường phát sinh trượt đất với mặt trượt phẳng (gần như song song với mặt sườn dốc), do đó không thể kiểm toán ổn định theo phương pháp mặt trượt cong tròn như trong đất dính đồng nhất.

Trong thời gian mưa kéo dài, đất loại sét tàn tích bị bão hoà gần như hoàn toàn. Song do đá gốc nứt nẻ và sườn dốc nên nước mưa dễ dàng ngấm xuống sâu và hình thành tầng chứa nước khe nứt mà không hình thành tầng chứa nước lỗ rỗng để tạo áp lực thuỷ động cũng như áp lực thuỷ tĩnh đe dọa sự ổn định của tầng phủ đất loại sét ở phía trên, tức là trong kiểm toán ổn định trượt sườn dốc sẽ không xét tới tác động của dòng ngầm nằm sâu trong đá nứt nẻ ở phía dưới.

Trong đánh giá ổn định trượt sườn dốc, ngoài các yếu tố hình học đặc trưng của sườn dốc, chúng tôi chú trọng nhiều hơn vai trò của nước mưa ngấm sâu trong việc làm giảm lực dính kết, góc nội ma sát và gia tăng khối lượng thể tích đất.

Phương pháp kiểm toán ổn định sườn dốc được tiến hành theo phương pháp mặt trượt nằm nghiêng với "lăng thể đại diện".

$$\text{Với } \eta_i = \frac{\gamma_{wi} h_i \cdot 1.1 \cdot \cos \beta_i \cdot \text{tg} \varphi_i + c_i \cdot 1.1}{\gamma_{wi} h_i \cdot 1.1 \cdot \sin \beta_i} \quad (1)$$

Kết quả kiểm toán độ ổn định sườn dốc bị biến dạng trượt đối với các khối tại km 111 + 583, km 114 + 251, km 121 + 163, km 127 + 000, km 134 + 040, km 930 + 500, km 46^T + 600, km 116^T + 600, km 121^T + 800, km 162^T + 900 đặc trưng và đại diện cho các hệ tầng tương ứng: Rào Chấn, Bản Giăng, Bãi Dinh, Mục Bài, Bắc Sơn thuộc đường 12A và Đông Thọ, phức hệ Trường Sơn, các phụ hệ tầng Long Đại 3, Long Đại 2 và Long Đại 1 thuộc đường HCM được trình bày tại bảng 2.

Bảng 1. Giá trị trung bình chỉ tiêu cơ lý các mẫu đất loại sét pha thuộc các hệ tầng

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Hệ tầng				
		Rào Chấn	Bản Giăng	Bãi Dinh	Mục Bài	Bắc Sơn
W _{tn}	%	20,69	17,65	17,56	21,66	20,02
Δ	g/cm ³	2,70	2,69	2,69	2,69	2,69
γ _{tn}	g/cm ³	1,92	1,91	1,92	1,94	1,98
γ _c	g/cm ³	1,59	1,62	1,63	1,59	1,58
G	%	80,15	71,83	72,67	83,47	76,71
n	%	41,11	39,78	39,39	41,09	41,26
e	-	0,697	0,661	0,650	0,698	0,702
a ₁₋₂	cm ² /kg	0,026	0,024	0,025	0,032	0,023
C _{tn}	T/m ²	3,49	3,0	3,1	2,84	3,05
φ _{tn}	độ	20o52'	22o10'	23o18'	20o07'	22o29'
W _{bh}	%	25,79	24,69	23,93	25,79	26,58
γ _{bh}	g/cm ³	2,0	2,02	2,02	2,01	2,00
C _{bh}	T/m ²	2,18	1,80	1,85	1,60	1,80
φ _{bh}	độ	16 ⁰ 11'	15 ⁰ 24'	15 ⁰ 54'	14 ⁰ 26'	15 ⁰ 44'
Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Hệ tầng				
		Đông Thọ	Phức hệ Trường sơn	Long Đại 3	Long Đại 2	Long Đại 1
W _{tn}	%	19,67	21,15	20,61	19,85	19,23
Δ	g/cm ³	2,71	2,70	2,71	2,72	2,73
γ _{tn}	g/cm ³	1,96	1,93	1,95	1,94	1,97
γ _c	g/cm ³	1,64	1,59	1,62	1,62	1,65
G	%	82,90	81,81	82,99	79,52	80,15
n	%	39,12	41,11	40,22	40,44	39,56
e	-	0,643	0,698	0,673	0,679	0,655
a ₁₋₂	cm ² /kg	0,027	0,028	0,029	0,031	0,030
C _{tn}	T/m ²	3,32	2,95	3,26	3,37	3,56
φ _{tn}	độ	230	230 20'	220 45'	220 50'	230 12'
W _{bh}	%	23,78	25,79	24,69	24,69	24,24
γ _{bh}	g/cm ³	2,03	2,00	2,02	2,02	2,05
C _{bh}	T/m ²	2,10	1,90	2,00	2,10	2,16
φ _{bh}	độ	15 ⁰ 20'	15 ⁰ 45'	15 ⁰ 50'	16 ⁰ 40'	17 ⁰ 10'

Bảng 2. Tổng hợp kết quả kiểm toán độ ổn định trượt sườn dốc

Khối trượt	Hệ tầng	Hệ số ổn định trượt η	
		Điều kiện tự nhiên η _{tn}	Điều kiện bảo hoà η _{bh}
Km 114 + 583	Rào Chấn	1,47	0,96

Km 117 + 251	Bản Giăng	1,49	0,94
Km 124 + 163	Bãi Dinh	1,39	0,86
Km 129 + 489	Mục Bài	1,46	0,94
Km 137 + 200	Bắc Sơn	1,47	0,95
Km 517 + 812	Đông Thọ	1,45	0,92
Km 46T +600	Trường Sơn	1,46	0,93
Km 116T +600	Long Đại 3	1,41	0,89
Km 121T + 800	Long Đại 2	1,52	0,97
162T + 900	Long Đại 1	1,49	0,94

Kết quả kiểm toán cho thấy trong điều kiện tự nhiên $\eta_1 > 1$, sườn dốc hoàn toàn ổn định do tổng lực gây trượt nhỏ hơn tổng lực chống trượt khá nhiều. Ngược lại, trong điều kiện bão hòa nước $\eta_2 < 1$, có nghĩa là tổng lực gây trượt lớn hơn tổng lực chống trượt nên phát sinh, phát triển trượt và thực tế đã diễn ra đúng như kết quả đã kiểm toán nói trên.

4. Hiện trạng và quy luật phân bố trượt lở đất đá trên sườn dốc vùng nghiên cứu

Để phục vụ dự báo, phân vùng nguy cơ trượt lở đất đá trên sườn dốc vùng nghiên cứu, việc tổng hợp hiện trạng và quy luật phân bố trượt lở có ý nghĩa quan trọng.

Trên cơ sở nghiên cứu mối quan hệ giữa số điểm sụt, trượt (kể cả dòng bùn đất đá) và các yếu tố tự nhiên và nhân tạo rút ra hiện trạng và quy luật phân bố sụt, trượt đất đá trên sườn dốc trong vùng nghiên cứu như sau:

- Quy luật phân bố số điểm sụt, trượt theo địa tầng và thành phần thạch học đá phong hoá:

Trên tuyến đường thuộc vùng nghiên cứu chủ yếu gặp các đá trầm tích, đá biến chất. Kết quả điều tra, khảo sát cho thấy, 193/197 điểm trượt (chiếm 97,97%) đều thuộc các hệ tầng liên quan đến đá trầm tích, đá biến chất, 04/197 điểm trượt thuộc phức hệ Trường Sơn liên quan đến đá Magma. Các đá đã bị phong hoá tạo ra lớp phủ phong hoá dày hơn và không đồng nhất, tạo điều kiện cho nước mưa dễ xâm nhập làm tẩm ướt khối đất, gây ra sự biến đổi trạng thái cân bằng ứng suất trọng lực và làm biến đổi tính chất cơ lý đất đá dẫn đến làm phát sinh, phát triển sụt, trượt.

Theo hệ tầng, sụt, trượt đất đá xảy ra chủ yếu trong các hệ tầng Mục Bài, Đông Thọ và Bãi Dinh (bảng 3).

Bảng 3. Kết quả thống kê phân bố số điểm sụt, trượt phân chia theo hệ tầng

Đất e-dQ thuộc hệ tầng	Số điểm sụt, trượt	Tỉ lệ %
Long Đại 1	10	5,08
Long Đại 2	16	8,12
Long Đại 3	6	3,05
Hệ tầng Rào Chấn	7	3,55
Tân Lâm	04	2,03
Hệ tầng Bản Giăng	13	6,60
Hệ tầng Mục Bài	28	14,21
Hệ tầng Đông Thọ	35	17,77
Xóm Nha	01	0,50
Phức hệ Trường Sơn	4	2,03
La Khê	21	10,66
Hệ tầng Bắc Sơn	14	7,11
Hệ tầng Bãi Dinh	38	19,29
Cộng	197	100

- Quy luật phân bố số điểm sụt, trượt theo độ cao tuyệt đối của địa hình:

Theo độ cao tuyệt đối của địa hình, khu vực nghiên cứu có thể phân thành 2 bậc để xem xét và đánh giá mối quan hệ độ cao địa hình với quá trình trượt, cụ thể như sau: Bậc thứ nhất < 200 m, sườn thoải, các đỉnh tròn. Bậc thứ hai cao từ 200 m trở lên, sườn dốc có độ dốc cao hơn, và khối trượt, sụt thường lớn hơn. Kết quả cụ thể được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả thống kê phân bố số điểm sụt, trượt theo độ cao địa hình

Độ cao (m)	Số điểm sụt, trượt	Tỉ lệ %
< 200	74	34,26
≥ 200	142	65,74
Cộng	216	100

Từ kết quả thống kê trượt dễ dàng nhận thấy, các điểm sụt, trượt tập trung chủ yếu ở khu vực có độ cao từ 200 m trở lên.

- Quy luật phân bố số điểm sụt, trượt theo độ cao sườn dốc, mái dốc

Theo độ cao sườn dốc có thể phân thành 2 bậc để xem xét, đánh giá ảnh hưởng độ cao sườn dốc đối với trượt lở đất sau đây: $H < 10$ m và $H \geq 10$ m. Kết quả thống kê được trình bày tại bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thống kê phân bố số điểm sụt, trượt theo độ cao sườn dốc

Độ cao (m)	Số điểm sụt, trượt	Tỉ lệ %
< 10	39	18,06
≥ 10	177	81,94
Cộng	216	100

- Quy luật phân bố số điểm sụt, trượt theo bề dày tầng phủ tàn sườn tích:

Theo bề dày tầng phủ cũng đã phát hiện mối quan hệ với quá trình sụt, trượt của khu vực nghiên cứu: các quá trình phong hoá ảnh hưởng rất lớn đến biến đổi tính chất cơ lý của đất đá ở sườn dốc. Tùy theo mức độ phong hoá mà tính chất của đất đá: khối lượng thể tích, độ rỗng, khe nứt, độ bền, độ hấp thụ nước bị biến đổi. Khi bị phong hoá đá cứng biến thành đá nửa cứng, tiếp tục bị phong hoá sẽ trở thành đất xốp, đất loại sét mềm dính. Mức độ gây trượt lở phụ thuộc vào tính chất của đất đá cấu tạo nên tầng phủ này.

Bề dày tầng phủ trên tuyến đường khu vực nghiên cứu biến đổi từ dưới 1 m đến 10 m. Ở các đỉnh núi, chiều dày vỏ phong hoá chỉ xấp xỉ 2 m, ở giữa sườn núi từ 3 đến 7 m, ở chân núi có thể đạt đến 5 - 10 m. Để xem xét quan hệ giữa quy luật phân bố số điểm sụt, trượt với bề dày vỏ phong hoá, số điểm sụt, trượt ứng với các bề dày: < 2 m, 2 - 10 m và > 10 m đã được thống kê và mô tả ở bảng 6.

Bảng 6. Quan hệ giữa phân bố điểm sụt, trượt với bề dày tầng phủ

Bề dày (m)	Số điểm sụt, trượt	Tỷ lệ %
< 2	46	23,35
2 - 10	151	76,65
10 - 20	0	00,00
Cộng	197	100

Từ bảng 6 dễ dàng nhận thấy sụt, trượt xảy ra nhiều nhất ở những nơi có bề dày tầng phủ từ 2 m đến 10 m.

- Quy luật phân bố các điểm sụt, trượt theo độ dốc địa hình (sườn dốc).

Trong trượt theo mặt trượt nằm nghiêng, thông thường góc mặt trượt tương đương với góc sườn dốc (độ dốc địa hình).

Chúng tôi đã sử dụng thang độ dốc sườn dốc: <20°, 20° - 35°, 35° - 65° và > 65° để đánh giá và nghiên cứu quy luật phân bố các điểm sụt, trượt theo độ dốc địa hình. Kết quả thống kê được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7. Kết quả thống kê phân bố các điểm sụt, trượt theo độ dốc địa hình

Độ dốc (m)	Số điểm sụt, trượt	Tỷ lệ %
< 20°	0	00,00
20° - 35°	61	30,96

35 ⁰ - 65 ⁰	136	69,04
> 65 ⁰	0	00,00
Cộng	197	100

Như vậy, các điểm sụt, trượt trên tuyến đường vùng nghiên cứu tập trung nhiều nhất và chủ yếu vào các sườn có độ dốc từ 35⁰ đến 65⁰.

Từ số liệu điều tra khảo sát góc dốc địa hình (tương đương góc nghiêng mặt trượt) có thể lập bảng quan hệ cường độ, quy mô trượt đất đá với góc dốc địa hình (bảng 8); quan hệ cường độ, quy mô sụt đất đá với góc dốc địa hình (bảng 9) và quan hệ cường độ, quy mô dòng bùn đất đá với góc dốc địa hình (bảng 10).

Bảng 8. Ảnh hưởng trượt đất đá theo góc dốc địa hình

Góc nghiêng sườn dốc α	Ảnh hưởng trượt đất đá	
	Cường độ	Quy mô
< 20 ⁰	Rất ít xảy ra	Rất ít xảy ra
20 ⁰ - 35 ⁰	Vừa - Mạnh	Rất lớn - Lớn
35 ⁰ - 65 ⁰	Mạnh - Rất mạnh	Lớn - Trung bình - Bé
> 65 ⁰	Rất ít xảy ra	Rất ít xảy ra

Bảng 9. Ảnh hưởng sụt đất đá theo góc dốc địa hình

Góc nghiêng sườn dốc α	Ảnh hưởng sụt đất đá	
	Cường độ	Quy mô
< 20 ⁰	Rất ít xảy ra	Rất ít xảy ra
20 ⁰ - 35 ⁰	Vừa	Rất bé
35 ⁰ - 65 ⁰	Mạnh	Bé - Trung bình
> 65 ⁰	Rất mạnh	Lớn

Bảng 10. Ảnh hưởng dòng bùn đất đá theo góc dốc địa hình

Góc nghiêng sườn dốc α	Ảnh hưởng dòng bùn đất đá	
	Cường độ	Quy mô
< 20 ⁰	Rất ít xảy ra	Rất ít xảy ra
20 ⁰ - 35 ⁰	Vừa - Mạnh	Lớn - Trung bình
35 ⁰ - 65 ⁰	Mạnh - Rất mạnh	Trung bình - Bé - Rất bé
> 65 ⁰	Rất ít xảy ra	Rất ít xảy ra

Những khu vực có độ dốc địa hình từ 0 - 20⁰ là những bề mặt thoải hoặc gần như nằm ngang (bề mặt bóc mòn hoặc tích tụ), nên không hoặc rất ít xảy ra hiện tượng sụt, trượt đất đá.

Những khu vực có độ dốc địa hình lớn hơn 65⁰ rất dốc, bề dày tầng phủ mỏng hoặc rất mỏng nên rất ít xảy ra trượt và dòng bùn đất đá; thường xảy ra sụt đất đá, sụt đá và đổ đá.

- Quy luật phân bố số điểm sụt, trượt theo quy mô khối dịch chuyển:

Căn cứ vào quy mô khối dịch chuyển, số các điểm sụt, trượt được phân bố theo bảng 11.

Bảng 11. Kết quả thống kê phân bố các điểm sụt, trượt theo quy mô khối dịch chuyển

Quy mô khối dịch chuyển	Số điểm dịch chuyển	Tỷ lệ %
Bé và rất bé ($\leq 10^4 \text{ m}^3$)	175	88,83
Trung bình ($10^4 - 10^5 \text{ m}^3$)	17	08,63
Lớn ($10^5 - 10^6 \text{ m}^3$)	05	02,54
Rất lớn ($10^6 - 10^9 \text{ m}^3$)	00	00,00
Cực lớn ($10^9 - 10^{11} \text{ m}^3$)	00	00,00
Cộng	197	100

- Theo loại hình sườn dốc tự nhiên (ở cách xa đường giao thông) và sườn dốc không tự nhiên (bao gồm mái dốc và sườn dốc gần kề đường giao thông), phân bố các điểm sụt, trượt được mô tả tại bảng 12.

Bảng 12. Phân bố các điểm trượt, sạt và dòng bùn theo loại hình sườn dốc

STT	Loại hình sườn dốc	Số điểm dịch chuyển	Tỷ lệ %
1	Tự nhiên	03	01,52
2	Không tự nhiên	194	98,48
Cộng		197	100

- Quy luật phân bố các điểm sạt, trượt theo loại hình dịch chuyển:

Theo loại hình dịch chuyển, các điểm sạt, trượt được phân bố theo bảng 13 (không tính loại hình sạt đá và đổ đá) hoặc theo bảng 14 (khi tính cả loại hình sạt đá và đổ đá).

Bảng 13. Kết quả thống kê phân bố các điểm sạt, trượt theo loại hình dịch chuyển (không tính loại hình sạt đá và đổ đá)

STT	Loại hình dịch chuyển	Số điểm dịch chuyển	Tỷ lệ %
3	Trượt đất đá	18	9,14
4	Sạt đất đá	168	82,28
5	Dòng bùn đất đá	11	8,58
Cộng		197	

Bảng 14. Kết quả thống kê phân bố các điểm sạt, trượt theo loại hình dịch chuyển (tính cả loại hình sạt đá và đổ đá)

STT	Loại hình dịch chuyển	Số điểm dịch chuyển	Tỷ lệ %
1	Đổ đá	03	1,39
2	Sạt đá	16	7,41
3	Trượt đất đá	18	8,33
4	Sạt đất đá	168	77,78
5	Dòng bùn đất đá	11	5,09
Cộng		216	

5. Kết luận

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, kiểm toán và đánh giá độ ổn định sườn dốc đường giao thông vùng miền núi tỉnh Quảng Bình, có thể rút ra một số kết luận như sau:

- Quá trình sạt, trượt đất đá trên sườn dốc, mái dốc các tuyến đường giao thông vùng miền núi tỉnh Quảng Bình chủ yếu phát sinh, phát triển trên các sườn dốc, mái dốc không tự nhiên đã chịu sự tác động của các hoạt động kinh tế, xây dựng, công trình và đốt phá rừng làm nương rẫy của con người, chiếm 98,48% tổng số điểm dịch chuyển được khảo sát, nghiên cứu;

- Theo loại hình, dịch chuyển trọng lực đất đá khu vực nghiên cứu chiếm phổ biến nhất là sạt đất đá (chiếm 82,28 %), trượt đất đá (chiếm 9,14%), còn lại là dòng bùn đất đá chiếm 8,58% tổng số các điểm dịch chuyển. Nếu tính cả sạt đá và đổ đá thì tỷ lệ này là: đổ đá (1,39 %), sạt đá (7,41%), trượt đất đá (8,83%), sạt đất đá (77,78%) và dòng bùn đất đá (5,09%) tổng số các điểm dịch chuyển;

- Trong vùng nghiên cứu, sạt, trượt xảy ra nhiều nhất trong hệ tầng Mục Bài (chiếm 14,52%), Đông Thọ (chiếm 18,99%) và Bãi Dinh (chiếm 20,67% tổng số điểm sạt, trượt), ít nhất có hệ tầng Xóm Nha, Tân Lâm và phức hệ Trường Sơn. Bề dày tầng phủ vỏ phong hoá của các khối sạt, trượt dao động chủ yếu từ 2 đến 10 m (chiếm 76,65%). Các điểm sạt, trượt phát sinh, phát triển nhiều nhất ở độ cao tuyệt đối địa hình trên 200 m (chiếm 65,74%). Phần lớn các điểm sạt, trượt có độ cao sườn dốc tự nhiên từ 10 m trở lên (chiếm 81,94%) và độ dốc địa hình (góc sườn dốc tự nhiên) 35° - 65° (chiếm 69,04%). Các khối sạt, trượt có quy mô chủ yếu là bé và rất bé (nhỏ hơn 10^4 m^3) và chiếm 88,83% tổng số điểm sạt, trượt; không có loại quy mô rất lớn (10^6 - 10^9 m^3).

Các khối trượt bé và rất bé xảy ra ở khu vực có góc dốc mặt trượt cao 30° - 45° hoặc $> 45^{\circ}$; Các khối trượt trung bình và lớn xảy ra ở khu vực có góc dốc mặt trượt bé và vừa từ 20°

- 30⁰. Các khối sụt đều có quy mô bé và rất bé, thường phát sinh, phát triển chủ yếu trên các sườn dốc, mái dốc có góc dốc > 45⁰. Các khối dòng bùn đất đá có quy mô rất bé và xảy ra chủ yếu trên các sườn dốc bậc thang và sườn dốc có góc dốc từ 35⁰ - 45⁰; đặc biệt do địa hình chung của cả vùng rừng núi Trường Sơn dốc nên trên khu vực nghiên cứu, dòng bùn đá xảy ra cũng rất ít. Đồ đá và sụt đá với quy mô rất bé và tần suất xảy ra cũng rất ít. Hiện tượng trượt đá chưa phát hiện ở khu vực nghiên cứu.

- Sụt, trượt đất đá thường phát triển mạnh ở khu vực đồi núi, nhất là các đèo cao, địa hình phân cắt phức tạp, hoạt động xâm thực bóc mòn mạnh mẽ, nơi lộ đá gốc dễ bị phong hoá, phá huỷ do các tác động ngoại sinh, tích tụ tàn tích, sườn tích dày, đã và đang phát sinh nhiều khối trượt lở cổ và hiện đại. Trượt thường xảy ra trong tầng đất sét pha, sét và chủ yếu là trượt theo mặt phẳng nằm nghiêng của lớp đá gốc hoặc theo đới yếu gần kề cảm thuận xuống đường giao thông.

Qua kết quả khảo sát, nghiên cứu và kiểm toán, có thể khẳng định: những khu vực có góc dốc mặt trượt nằm nghiêng dưới 20⁰ là những bề mặt thoải hoặc gần như nằm ngang (bề mặt bóc mòn hoặc tích tụ) nên không hoặc rất ít xảy ra hiện tượng sụt, trượt đất đá. Những khu vực có góc dốc địa hình lớn hơn 65⁰ với bề dày tầng phủ mỏng hoặc rất mỏng cũng rất ít xảy ra trượt; thường xảy ra đồ đá, sụt đá và một phần ít sụt đất đá.

- Nguyên nhân kích phát quan trọng nhất làm phát sinh, phát triển sụt, trượt đất đá trên sườn dốc vùng nghiên cứu là tác động của mưa với cường độ lớn và kéo dài. Thực tế khảo sát, nghiên cứu cho thấy: sụt, trượt đất đá hầu như chỉ xảy ra ồ ạt vào mùa mưa lũ với cường độ và lượng mưa lớn, kéo dài từ 2 - 4 ngày liên tục, còn vào mùa khô hiếm khi xảy ra.

- Kiểm toán độ ổn định của sườn dốc, mái dốc cần sử dụng giá trị các đặc tính địa chất công trình trong mùa bất lợi nhất - mùa mưa lũ, tức là trong điều kiện đất đá bị bão hoà nước.

- Đối với vùng núi cao như khu vực nghiên cứu, phương pháp kiểm toán ổn định theo mặt trượt nằm nghiêng là phù hợp và đúng với thực trạng điều kiện địa chất công trình khu vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình - Dự án nâng cấp cải tạo quốc lộ 12A đoạn Khe Ve - ChaLo. *Công ty cổ phần tư vấn xây dựng giao thông 533, Đà Nẵng, 2006.*
2. Báo cáo tổng quan địa chất và tài nguyên khoáng sản tỉnh Quảng Bình. *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội, 2001.*
3. LOMTADZE V.Đ. Địa chất công trình - Địa chất động lực công trình, *NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1982.*
4. Báo cáo thiệt hại bão, lụt năm 2005. *Sở Giao thông Vận tải Quảng Bình, Quảng Bình, 2005.*
5. Báo cáo thiệt hại bão, lụt năm 2006. *Sở Giao thông Vận tải Quảng Bình, Quảng Bình, 2006.*
6. Báo cáo kết quả đề tài Điều tra nghiên cứu tổng hợp Địa chất và Khoáng sản phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường tỉnh Quảng Bình. *Trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội, 2004.*
7. Báo cáo tai biến địa chất sụt lở taluy dương, âm, lũ quét... ở Việt Nam - Hiện trạng, nguyên nhân, dự báo và một số giải pháp phòng tránh giảm thiểu hậu quả. *Viện nghiên cứu Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội, 2005.*
8. ЕМЕЛЬЯНОВА Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. *изд Недра-Москва, 1972.*
9. МАСЛОВ Н.Н. Условия устойчивости склонов и откосов в гидроэнергетическом строительстве. *Госэнергоиздат, 1955.*