

XÁC LẬP, PHÂN VÙNG GIỚI HẠN TRƯỢT LỞ ĐẤT ĐÁ KHÔNG ĐỒNG NHẤT TRÊN SƯỜN DỐC ĐƯỜNG GIAO THÔNG MIỀN NÚI

Nguyễn Đức Lý*

1. Giới thiệu

Kết quả nghiên cứu này được tiến hành trên đối tượng là sườn dốc đường giao thông vùng miền núi và phạm vi nghiên cứu là quốc lộ 12A đoạn từ ngã ba Khe Ve (km 107) đến cửa khẩu Quốc tế Cha Lo-Nà Phầu (km 145+757) có chiều dài khoảng 39 km và tọa độ địa lý như sau:

- Ngã ba Khe Ve: $105^{\circ}49'23''$ kinh độ Đông và $17^{\circ}54'19''$ vĩ độ Bắc.
- Cửa khẩu Cha Lo: $105^{\circ}45'52''$ kinh độ Đông và $17^{\circ}40'18''$ vĩ độ Bắc.

Quốc lộ 12A bắt đầu từ Thọ Đơn, thị trấn Ba Đồn, huyện Quảng Trạch, tỉnh Quảng Bình chạy dọc theo thung lũng sông Rào Nậy đến cửa khẩu quốc tế Cha Lo-Nà Phầu nối Quảng Bình, Trung Lào và Đông Bắc Thái Lan, dài 146km; là tuyến giao thông quan trọng của hành lang kinh tế Đông-Tây giữa Việt Nam với Lào và Thái Lan.

Trong thời gian qua, trên tuyến giao thông này, đặc biệt vào mùa mưa lũ, thường xuyên xảy ra hiện tượng trượt lở đất đá trên sườn dốc làm ách tắc giao thông, ảnh hưởng đến lưu thông hàng hóa, phá hủy nhiều đoạn đường và công trình giao thông quan trọng gây thiệt hại lớn về công trình, kinh tế-xã hội, môi trường và dân sinh.

2. Cấu trúc địa tầng địa chất và tính chất cơ lý đất đá cấu tạo khối trượt khu vực nghiên cứu

2.1. Phân bố các địa tầng địa chất khu vực nghiên cứu

Địa tầng địa chất khu vực nghiên cứu gồm các phân vị địa tầng (hệ tầng) chủ yếu sau:

- Hệ tầng Rào Chấn ($D_1 rc$) gồm có đá phiến sét và sét vôi, cát kết, cát kết vôi, bột kết, phần trên xen ít lớp mỏng và thấu kính đá vôi vi hạt, đá vôi silic, dày 400m.
- Hệ tầng Bản Giăng ($D_{1-2} bg$) được cấu tạo từ cát kết thạch anh, bột kết thạch anh, sét kết, sét bột kết màu xanh, xám tro, dày 700m.
- Hệ tầng Mục Bài ($D_{2g} mb$) gồm có đá phiến sét, đá phiến sét vôi, bột kết xen đá vôi vi hạt, đá vôi sét xen ít lớp cát kết thạch anh, dày 300-500m.
- Hệ tầng Xóm Nha ($D_3-C_1 xn$) gồm đá vôi màu xám loang lổ, đá vôi vân đỏ sặc sỡ, bị hoa hóa yếu. Dày 200-300m.

* Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Quảng Bình.

- *Hệ tầng Bắc Sơn (C-P bs)* được cấu tạo từ đá vôi, vôi-dolomit, các tập mỏng đá phiến silic chứa vôi, dày 1000m.

- *Hệ tầng Bãi Dinh (J_{1-2} bd)* bao gồm các loại cuội kết vôi, cát kết, cát bột kết, sét kết chứa vôi, đá vôi vi hạt, đá vôi trứng cá, đá vôi kết hạch, đá vôi sét, dày 400-450m.

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

Kết quả điều tra, khảo sát và thí nghiệm cho phép 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 hóa vừa đến mạnh. Phần lớn mặt lớp của đá gốc cắm dốc xuống đường (thuận hướng) và chúng chính là mặt trượt của khối trượt.

- *Tầng phủ*: là tầng đất đá đã bị phong hóa mạnh có thành phần chủ yếu là sét, sét bột kết, sét pha lẫn cát, dăm, sạn... và có bề dày biến đổi. Chúng là sản phẩm phong hóa từ nhiều loại đá gốc khác nhau. Trong điều kiện tự nhiên, đất có sức kháng cắt khá cao, nhưng khi bão hòa 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 hòa nước có thể giảm gần hai lần so với đất ở trạng thái tự nhiên không bão hòa nước.

Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý đất tàn-sườn tích tầng phủ phát triển trên đá gốc ở 5 điểm trượt lớn nhất, đặc trưng và đại diện cho 5 hệ tầng tương ứng được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1: Tổng hợp chỉ tiêu cơ lý các mẫu đất 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	%	79,87	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	20°52'	22°10'	23°18'	20°07'	22°29'
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°11'	15°24'	15°54'	14°26'	15°44'

3. Kiểm toán độ ổn định trượt sườn dốc P

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

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

Trong đó: h là hệ số ổn định; h_i là bề dày tầng phủ; g_{wi} là khối lượng thể tích trung bình của đất đá cấu tạo tầng phủ; j_i là góc nội ma sát của đất đá cận kề mặt trượt; C_i là lực dính kết của đất đá cận kề mặt trượt và b_i là góc dốc mặt trượt nằm nghiêng.

Kết quả kiểm toán độ ổn định trượt được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2: Tổng hợp kết quả kiểm toán độ ổn định trượt

Khối trượt	Hệ tầng	Hệ số ổn định h	
		ĐK tự nhiên h_{tn}	ĐK bão hòa h_{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

Kết quả kiểm toán cho thấy trong điều kiện tự nhiên $h_{tn} > 1$, 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 $h_{bh} < 1$, 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. Đánh giá nhanh độ ổn định trượt sườn dốc

4.1. Đánh giá nhanh độ ổn định sườn dốc theo phương pháp lập ma trận hệ số ổn định sườn dốc theo chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt

Sử dụng công thức (1) kết hợp chương trình Microsof Excel để lập ma trận hệ số ổn định sườn dốc theo 2 biến số: chiều dày tầng phủ h_i và góc dốc mặt trượt b_i (cho h_i biến thiên có thể từ 1m đến 50m và b_i biến thiên có thể từ 10-15° đến 50-60°) ở điều kiện tự nhiên và điều kiện đất đá bão hòa nước trên cơ sở các số liệu về khối lượng thể tích, góc nội ma sát và lực dính kết tương ứng với 2 trạng thái nói trên đã được xác định ($g_{tn}, g_{bh}, C_{tn}, C_{bh}, j_{tn}, j_{bh}$).

Ma trận hệ số ổn định sườn dốc theo chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt nằm nghiêng trong điều kiện tự nhiên và điều kiện bão hòa nước của hệ tầng Mục Bài được trình bày tại Bảng 3 và Bảng 4.

Kết quả này có thể được áp dụng cho các khối trượt cùng hệ tầng, thậm chí khác hệ tầng nhưng đất đá cấu tạo sườn dốc phải có số liệu tương đương về tính chất cơ lý: $g_{tn}, g_{bh}, C_{tn}, C_{bh}, j_{tn}, j_{bh}$.

Thông qua số liệu trình bày ở các bảng này và thông số chiều dày tầng phủ h_i và góc dốc mặt trượt b_i chúng ta dễ dàng xác định nhanh hệ số ổn định trượt của sườn dốc (h_{tn} ở trạng thái tự nhiên và h_{bh} ở trạng thái bão hòa nước).

4.2. Đánh giá nhanh độ ổn định sườn dốc theo phương pháp xác lập mối quan hệ biến thiên giữa chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt ở trạng thái cân bằng giới hạn

Mục đích của phương pháp là nghiên cứu quan hệ giới hạn giữa chiều dày tầng phủ h_i và góc dốc mặt trượt b_i ; về thực chất là giải phương trình tìm mối tương quan giữa chiều dày tầng phủ h_i và góc dốc mặt trượt b_i ở trạng thái cân bằng giới hạn $h = 1,0$ đối với đất đá bão hòa nước và ở điều kiện tự nhiên trên cơ sở các số liệu về $g_{tn}, g_{bh}, C_{tn}, C_{bh}, j_{tn}, j_{bh}$ đã được xác định.

Chiều dày tầng phủ (m)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
16	6.59	3.93	3.05	2.61	2.34	2.16	2.04	1.94	1.87	1.81	1.76	1.72	1.69	1.66	1.63	1.61
17	6.21	3.70	2.87	2.45	2.20	2.03	1.91	1.82	1.75	1.70	1.65	1.62	1.58	1.56	1.53	1.51
18	5.86	3.50	2.71	2.31	2.07	1.92	1.80	1.72	1.65	1.60	1.56	1.52	1.49	1.47	1.44	1.42
19	5.56	3.31	2.56	2.19	1.96	1.81	1.71	1.63	1.56	1.51	1.47	1.44	1.41	1.38	1.36	1.34
20	5.29	3.15	2.43	2.08	1.86	1.72	1.62	1.54	1.48	1.43	1.40	1.36	1.34	1.31	1.29	1.27
21	5.04	3.00	2.32	1.98	1.77	1.64	1.54	1.46	1.41	1.36	1.33	1.29	1.27	1.25	1.23	1.21
22	4.81	2.86	2.21	1.88	1.69	1.56	1.46	1.40	1.34	1.30	1.26	1.23	1.21	1.19	1.17	1.15
23	4.61	2.74	2.11	1.80	1.61	1.49	1.40	1.33	1.28	1.24	1.20	1.18	1.15	1.13	1.11	1.10
24	4.42	2.62	2.02	1.72	1.54	1.42	1.34	1.27	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08	1.06	1.05
25	4.25	2.52	1.94	1.65	1.48	1.36	1.28	1.22	1.17	1.13	1.10	1.07	1.05	1.03	1.02	1.00
26	4.09	2.42	1.86	1.59	1.42	1.31	1.23	1.17	1.12	1.08	1.05	1.03	1.01	0.99	0.97	0.96
27	3.94	2.33	1.79	1.52	1.36	1.26	1.18	1.12	1.08	1.04	1.01	0.99	0.97	0.95	0.93	0.92
28	3.81	2.25	1.73	1.47	1.31	1.21	1.13	1.08	1.04	1.00	0.97	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88
29	3.68	2.17	1.67	1.42	1.26	1.16	1.09	1.04	1.00	0.96	0.94	0.91	0.89	0.88	0.86	0.85
30	3.56	2.10	1.61	1.37	1.22	1.12	1.05	1.00	0.96	0.93	0.90	0.88	0.86	0.84	0.83	0.82
31	3.45	2.03	1.56	1.32	1.18	1.08	1.02	0.96	0.93	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.80	0.79
32	3.35	1.97	1.51	1.28	1.14	1.05	0.98	0.93	0.89	0.86	0.84	0.82	0.80	0.78	0.77	0.76
33	3.25	1.91	1.46	1.24	1.10	1.01	0.95	0.90	0.86	0.83	0.81	0.79	0.77	0.76	0.74	0.73
34	3.16	1.85	1.42	1.20	1.07	0.98	0.92	0.87	0.83	0.80	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71
35	3.08	1.80	1.37	1.16	1.03	0.95	0.89	0.84	0.81	0.78	0.76	0.74	0.72	0.71	0.69	0.68
36	2.99	1.75	1.33	1.13	1.00	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	0.73	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66
37	2.92	1.70	1.30	1.09	0.97	0.89	0.83	0.79	0.76	0.73	0.71	0.69	0.67	0.66	0.65	0.64
38	2.85	1.66	1.26	1.06	0.94	0.87	0.81	0.77	0.73	0.71	0.68	0.67	0.65	0.64	0.63	0.62
39	2.78	1.62	1.23	1.03	0.92	0.84	0.78	0.74	0.71	0.68	0.66	0.65	0.63	0.62	0.61	0.60
40	2.71	1.58	1.20	1.01	0.89	0.82	0.76	0.72	0.69	0.66	0.64	0.63	0.61	0.60	0.59	0.58
41	2.65	1.54	1.17	0.98	0.87	0.79	0.74	0.70	0.67	0.64	0.62	0.61	0.59	0.58	0.57	0.56
42	2.59	1.50	1.14	0.95	0.84	0.77	0.72	0.68	0.65	0.63	0.61	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54
43	2.54	1.47	1.11	0.93	0.82	0.75	0.70	0.66	0.63	0.61	0.59	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
44	2.49	1.43	1.08	0.91	0.80	0.73	0.68	0.64	0.61	0.59	0.57	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51
45	2.44	1.40	1.06	0.88	0.78	0.71	0.66	0.63	0.60	0.57	0.55	0.54	0.53	0.51	0.50	0.50
46	2.39	1.37	1.03	0.86	0.76	0.69	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48
47	2.34	1.34	1.01	0.84	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.54	0.52	0.51	0.50	0.48	0.48	0.47
48	2.30	1.31	0.99	0.82	0.72	0.66	0.61	0.58	0.55	0.53	0.51	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45
49	2.26	1.29	0.96	0.80	0.71	0.64	0.60	0.56	0.53	0.51	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44
50	2.22	1.26	0.94	0.79	0.69	0.63	0.58	0.55	0.52	0.50	0.48	0.47	0.45	0.44	0.43	0.43

Bảng 3: Ma trận hệ số ổn định sườn dốc theo chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt nằm nghiêng ở điều kiện tự nhiên - thuộc vỏ phong hóa Mực Bài.

		Chiều dày tầng phủ (m)															
Góc dốc mặt trượt năm nghiêng (độ)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	16	3.79	2.34	1.86	1.62	1.48	1.38	1.31	1.26	1.22	1.19	1.16	1.14	1.12	1.10	1.09	1.08
	17	3.56	2.20	1.75	1.52	1.39	1.30	1.23	1.18	1.14	1.11	1.09	1.07	1.05	1.04	1.02	1.01
	18	3.37	2.08	1.65	1.44	1.31	1.22	1.16	1.11	1.08	1.05	1.03	1.01	0.99	0.98	0.96	0.95
	19	3.19	1.97	1.56	1.36	1.24	1.15	1.10	1.05	1.02	0.99	0.97	0.95	0.94	0.92	0.91	0.90
	20	3.03	1.87	1.48	1.29	1.17	1.10	1.04	1.00	0.97	0.94	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85
	21	2.89	1.78	1.41	1.23	1.11	1.04	0.99	0.95	0.92	0.89	0.87	0.86	0.84	0.83	0.82	0.81
	22	2.76	1.70	1.35	1.17	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.85	0.83	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77
	23	2.64	1.62	1.29	1.12	1.01	0.95	0.90	0.86	0.83	0.81	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73
	24	2.54	1.56	1.23	1.07	0.97	0.90	0.86	0.82	0.80	0.77	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70
	25	2.44	1.49	1.18	1.02	0.93	0.87	0.82	0.79	0.76	0.74	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67
	26	2.34	1.44	1.13	0.98	0.89	0.83	0.79	0.75	0.73	0.71	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64
	27	2.26	1.38	1.09	0.94	0.86	0.80	0.76	0.72	0.70	0.68	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61
	28	2.18	1.33	1.05	0.91	0.82	0.77	0.73	0.70	0.67	0.65	0.64	0.63	0.61	0.61	0.60	0.59
	29	2.11	1.29	1.01	0.87	0.79	0.74	0.70	0.67	0.65	0.63	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.57
	30	2.04	1.24	0.98	0.84	0.76	0.71	0.67	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.55
	31	1.97	1.20	0.94	0.81	0.74	0.69	0.65	0.62	0.60	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52
	32	1.91	1.16	0.91	0.79	0.71	0.66	0.63	0.60	0.58	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.51
	33	1.86	1.13	0.88	0.76	0.69	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.49
	34	1.81	1.09	0.86	0.74	0.67	0.62	0.58	0.56	0.54	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47
	35	1.76	1.06	0.83	0.71	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.51	0.49	0.48	0.47	0.47	0.46	0.45
	36	1.71	1.03	0.81	0.69	0.63	0.58	0.55	0.52	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44
	37	1.66	1.00	0.78	0.67	0.61	0.56	0.53	0.51	0.49	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44	0.43	0.42
	38	1.62	0.98	0.76	0.65	0.59	0.54	0.51	0.49	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42	0.42	0.41
	39	1.58	0.95	0.74	0.63	0.57	0.53	0.50	0.48	0.46	0.44	0.43	0.42	0.42	0.41	0.40	0.40
	40	1.55	0.93	0.72	0.62	0.55	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.39	0.38
	41	1.51	0.90	0.70	0.60	0.54	0.50	0.47	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37
	42	1.48	0.88	0.68	0.58	0.52	0.48	0.46	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.36
	43	1.44	0.86	0.67	0.57	0.51	0.47	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.37	0.37	0.36	0.35	0.35
	44	1.41	0.84	0.65	0.55	0.50	0.46	0.43	0.41	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34
	45	1.38	0.82	0.63	0.54	0.48	0.45	0.42	0.40	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33
	46	1.36	0.80	0.62	0.53	0.47	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32
	47	1.33	0.78	0.60	0.51	0.46	0.42	0.40	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31
	48	1.30	0.77	0.59	0.50	0.45	0.41	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.30	0.30
	49	1.28	0.75	0.58	0.49	0.43	0.40	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29
	50	1.26	0.74	0.56	0.48	0.42	0.39	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28

Bảng 4: Ma trận hệ số ổn định sườn dốc theo chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt năm nghiêng ở điều kiện bão hòa nước - thuộc vỏ phong hóa Mực Bài

Trong điều kiện đất đá bị bão hòa nước:

$$\begin{aligned}\frac{\gamma_{bh}.h_i.\cos\beta_i.\operatorname{tg}\phi_{bh}+c_{bh}}{\gamma_{bh}.h_i.\sin\beta_{bh}} &= 1 \\ \gamma_{bh}.h_i.(\sin\beta_i-\cos\beta_i.\operatorname{tg}\phi_{bh}) &= C_{bh} \\ h_{ibh} &= \frac{C_{bh}.\cos\phi_{bh}}{\gamma_{bh}.\sin(\beta_i-\phi_{bh})}\end{aligned}\quad (2)$$

Tương tự, ở điều kiện tự nhiên:

$$h_{im} = \frac{C_m.\cos\phi_m}{\gamma_m.\sin(\beta_i-\phi_m)} \quad (3)$$

Phương trình (2) và (3) thể hiện mối tương quan giới hạn giữa h_i và b_i . Giá trị h_i hoặc b_i dưới mức giới hạn tương ứng thì sườn dốc ổn định và lớn hơn sẽ mất ổn định, xảy ra trượt lở. Cụ thể: căn cứ giá trị giới hạn h_i và b_i sẽ xác định được độ ổn định trượt trên cơ sở giá trị thực của h_i và b_i , theo nguyên tắc cùng một giá trị của đại lượng này (h_i hoặc b_i), nếu giá trị thực của đại lượng kia (b_i hoặc h_i) lớn hơn giá trị giới hạn thì hệ số ổn định sườn dốc sẽ nhỏ hơn 1,0 và trượt lở đất đá sẽ xảy ra và ngược lại.

Sử dụng phần mềm Microsof Excel, phần mềm Origin 6.0, công thức (2) và (3), chúng tôi lập được đồ thị biến thiên chiều dày tầng phủ h_i theo góc dốc mặt trượt b_i ở điều kiện cân bằng giới hạn $h = 1,0$ (Hình 2).

5. Xác lập và phân vùng giới hạn trượt

Nghiên cứu quan hệ giữa chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt của sườn dốc cấu tạo từ đất đá ở điều kiện tự nhiên và ở trạng thái bão hòa nước không chỉ cho phép đánh giá nhanh mức độ ổn định trượt, mà còn tạo khả năng xác lập, phân vùng giới hạn trượt: vùng ổn định trượt, vùng không ổn định trượt và vùng trượt tiềm năng.

Việc xác lập, phân vùng giới hạn trượt lở đất đá không đồng nhất trên sườn dốc vùng miền núi được thực hiện theo một trong hai quy trình sau.

- Quy trình 1

Sử dụng công thức (1) kết hợp chương trình Microsof Excel để lập hai ma trận hệ số ổn định sườn dốc theo hai biến số: chiều dày tầng phủ h_i và góc dốc mặt trượt b_i (cho h_i biến thiên có thể từ 1m đến 50m và b_i biến thiên có thể từ giá trị lớn hơn góc nội ma sát đến 60°) trên cơ sở các số liệu về khối lượng thể tích (g_{tn} , g_{bh}), góc nội ma sát (j_{tn} , j_{bh}) và lực dính kết (C_{tn} , C_{bh}) của đất đá cấu tạo tầng phủ tương ứng ở điều kiện tự nhiên và điều kiện bão hòa nước đã được xác định.

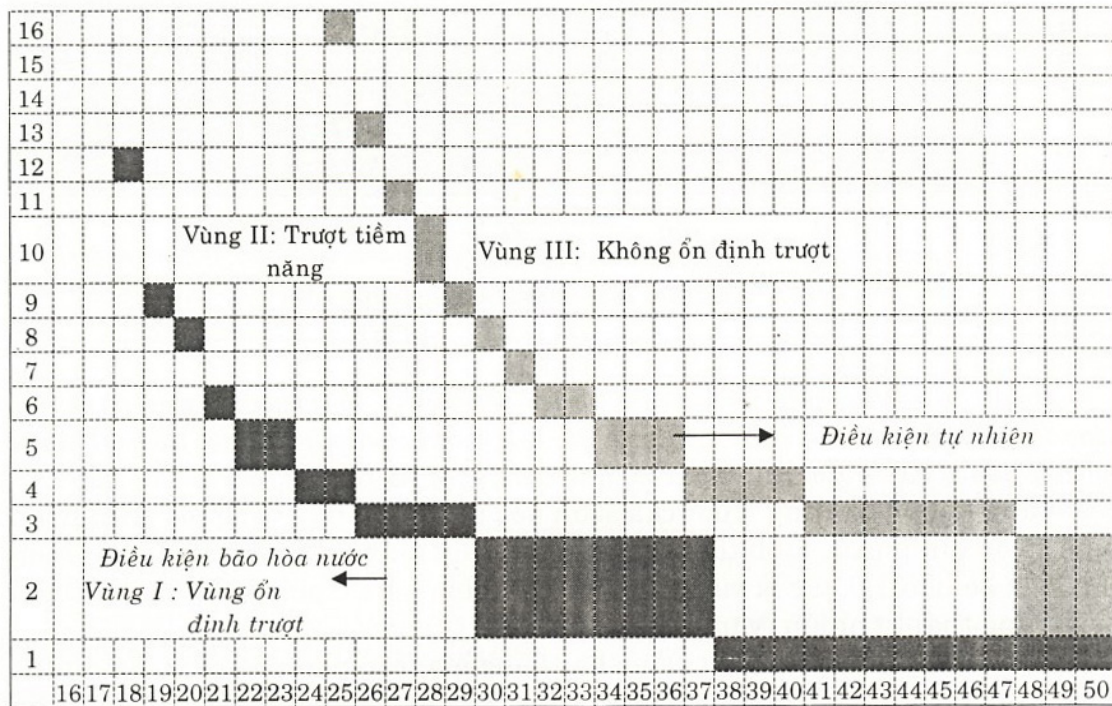
Căn cứ giá trị thực h_i và b_i theo mặt cắt địa chất của sườn dốc, tra cứu vào ma trận hệ số ổn định (Bảng 3 và Bảng 4) sẽ có hệ số ổn định h tương ứng. (h_{tn} ở trạng thái tự nhiên và h_{bh} ở trạng thái bão hòa nước).

Trên cơ sở hai ma trận hệ số ổn định, thực hiện chập đồ thị hai đường đồng đẳng ở trạng thái cân bằng giới hạn (gồm những điểm có $h = 1,0$), chúng

ta sẽ xác lập được ba vùng giới hạn trượt: vùng ổn định trượt, vùng không ổn định trượt và vùng trượt tiềm năng (Hình 1).

- Quy trình 2

Xác lập mối quan hệ biến thiên giữa chiều dày tầng phủ h_i và góc dốc mặt trượt b_i ở trạng thái cân bằng giới hạn $h = 1,0$; về thực chất là giải phương trình từ công thức (1) với $h = 1,0$ để tìm mối quan hệ biến thiên giữa chiều dày tầng phủ h_i và góc dốc mặt trượt b_i ở trạng thái cân bằng giới hạn $h = 1,0$ đối với đất đá bão hòa nước và ở điều kiện tự nhiên trên cơ sở các số liệu về g_{tn} , g_{bh} , C_{tn} , C_{bh} , j_{tn} , j_{bh} đã được xác định, cụ thể như đã trình bày ở phần 4.2.

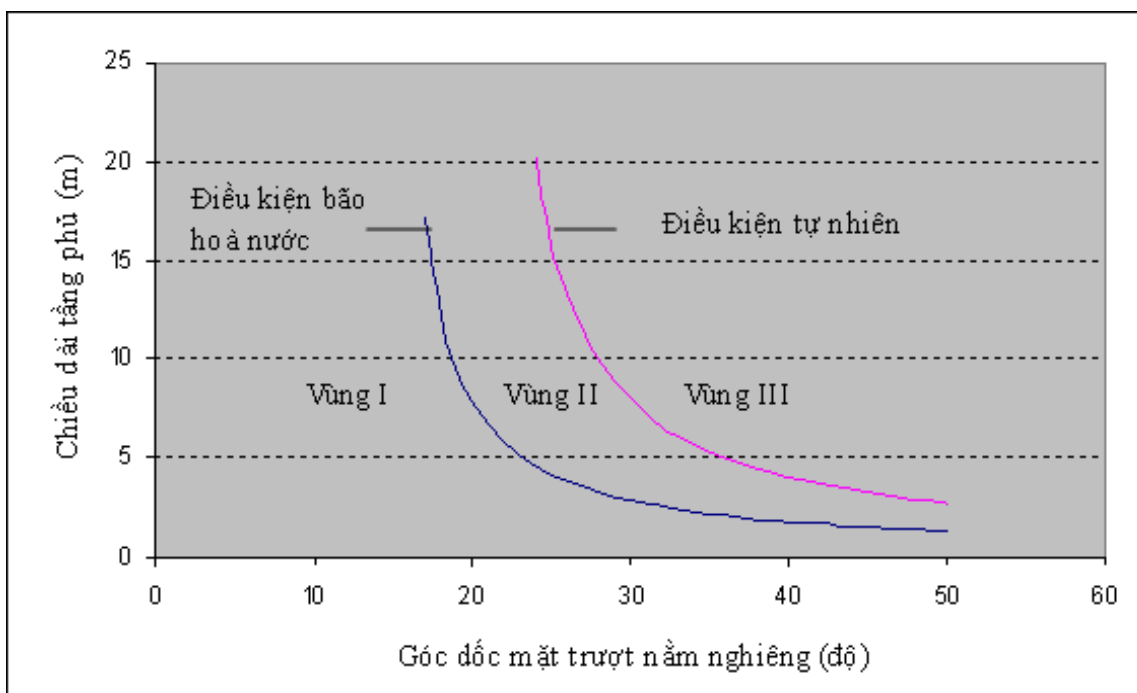


Hình 1: Đồ thị phân vùng giới hạn trượt: vùng ổn định trượt (I), vùng trượt tiềm năng (II) và vùng không ổn định trượt (III) thuộc vỏ phong hóa hệ tầng Mực Bài theo phương pháp chấp đồ thị những điểm có $h = 1,0$ từ 2 ma trận hệ số ổn định trong điều kiện tự nhiên và điều kiện bão hòa.

Sử dụng công thức (2), công thức (3), phần mềm Microsof Excel và phần mềm Origin 6.0, chúng ta lập được hai đồ thị biến thiên chiều dày tầng phủ h_i theo góc dốc mặt trượt b_i ở trạng thái cân bằng giới hạn $h = 1,0$ trong điều kiện tự nhiên và bão hòa nước.

Thực hiện chấp hai đồ thị biến thiên chiều dày tầng phủ h_i theo góc dốc mặt trượt b_i ở trạng thái cân bằng giới hạn $h = 1,0$ trong điều kiện tự nhiên và bão hòa nước, chúng ta sẽ xác lập được ba vùng giới hạn trượt: vùng ổn định trượt, vùng không ổn định trượt và vùng trượt tiềm năng (Hình 2).

Vùng ổn định trượt là trường hay vùng ma trận phân bố hệ số ổn định h xác định theo ma trận hệ số ổn định trong điều kiện bão hòa nước luôn luôn lớn hơn 1,0, tức là vùng tập hợp các điểm nằm ở phía dưới bên trái đồ thị ở trạng thái bão hòa nước (vùng I).



Hình 2: Đồ thị phân vùng giới hạn trượt: vùng ổn định trượt (I), vùng trượt tiềm năng (II) và vùng không ổn định trượt (III) thuộc vỏ phong hóa hệ tầng Mực Bài theo phương pháp xác lập mối quan hệ biến thiên giữa chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt ở trạng thái cân bằng giới hạn $h = 1,0$.

Vùng không ổn định trượt của sườn dốc là trường hay vùng ma trận phân bố hệ số ổn định h xác định theo ma trận hệ số ổn định trong điều kiện tự nhiên luôn luôn bé hơn 1,0, tức là vùng tập hợp các điểm nằm ở phía trên, bên phải đồ thị ở trạng thái tự nhiên (vùng III).

Vùng trượt tiềm năng là trường hay vùng ma trận phân bố hệ số ổn định h thuộc vành đai giới hạn giữa ranh giới hai vùng nói trên (vùng II); vào mùa khô hoặc trong điều kiện tự nhiên hầu như hoàn toàn ổn định, ngược lại vào mùa mưa lũ hệ số ổn định giảm thấp hơn 1,0 và trượt lở đất đá xảy ra.

Chiều dày vành đai vùng trượt tiềm năng còn có thể được xác định bằng hiệu số độ dày tới hạn $h_{i\text{tn}}$ ở điều kiện tự nhiên (theo công thức (3)) và độ dày tới hạn $h_{i\text{bh}}$ ở điều kiện bão hòa nước (theo công thức (2)). Cụ thể là:

$$\Delta h_i = h_{i\text{tn}} - h_{i\text{bh}}$$

$$\Delta h_i = \frac{C_{tn} \cdot \cos \phi_{tn}}{\gamma_{tn} \cdot \sin(\beta_i - \phi_{tn})} - \frac{C_{bh} \cdot \cos \phi_{bh}}{\gamma_{bh} \cdot \sin(\beta_i - \phi_{bh})} \quad (4)$$

6. Kết luận

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, kiểm toán và đánh giá độ ổn định sườn dốc quốc lộ 12A đoạn Khe Ve đến cửa khẩu quốc tế Cha Lo, chúng tôi đã đưa ra phương pháp đánh giá nhanh độ ổn định sườn dốc bằng cách lập ma trận hệ số ổn định và xác lập mối quan hệ biến thiên giữa chiều dày tầng phủ và góc dốc mặt trượt nằm nghiêng.

Kết quả nghiên cứu cũng đã xác định được 2 quy trình mới về xác lập, phân vùng giới hạn trượt lở đất đá không đồng nhất trên sườn dốc đường giao thông miền núi có tính ứng dụng cao.

N Ñ L

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty cổ phần Tư vấn xây dựng giao thông 533, *Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình - Dự án nâng cấp cải tạo quốc lộ 12A đoạn Khe Ve - ChaLo*. Đà Nẵng (2006).
2. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, *Bản đồ địa chất và khoáng sản, tờ Kim Lũ - Quảng Bình E- 48-80-B; tờ Minh Hóa - Quảng Bình E- 48-80-D, tỷ lệ 1: 50.000*. Hà Nội (1996).
3. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, *Báo cáo tổng quan địa chất và tài nguyên khoáng sản tỉnh Quảng Bình*. Hà Nội (2001).
4. Lomtadze V.Đ. *Địa chất công trình - Địa chất động lực công trình*, Nxb Đại học và Trung học chuyên nghiệp. Hà Nội (1982).
5. Sở Giao thông Vận tải Quảng Bình, *Báo cáo thiệt hại bão, lụt năm 2005 và năm 2006*.
6. Viện Nghiên cứu Địa chất và Khoáng sản, *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*. Hà Nội (2005).

TÓM TẮT

Trượt lở đất đá trên sườn dốc, mái dốc (gọi chung là sườn dốc) là tai biến địa chất phức tạp gây thiệt hại lớn về kinh tế-xã hội, môi trường và dân sinh. Để giảm thiểu thiệt hại do hiện tượng sụt lở đất đá gây ra, việc xác lập, phân vùng giới hạn trượt lở đất đá không đồng nhất trên sườn dốc vùng miền núi có một ý nghĩa rất quan trọng.

Trong bài báo này, chúng tôi xin giới thiệu phương pháp mới nhất về xác lập, phân vùng giới hạn trượt đất đá không đồng nhất trên sườn dốc đường giao thông miền núi.

ABSTRACT

DEFINING AND ZONING UNIDENTICAL LANDSLIDE AREAS ON MOUNTAINOUS SLOPING ROADS

The landslide taking place on hill sides (referred to in this article as sloping banks) is a geological phenomenon which causes great havocs regarding economy, society, environment and human life. Therefore, to diminish the possible damage, defining and zoning unidentical landslide areas on mountainous sloping roads is greatly significant.

In this article, we would like to introduce the newest method for the necessary work mentioned above.