



ĐÁNH GIÁ ĐỘ ỔN ĐỊNH MÁI DỐC TALUY NỀN ĐƯỜNG GIAO THÔNG VÙNG ĐỒI NÚI QUẢNG TRỊ - THỪA THIÊN HUẾ CÓ XÉT ĐẾN ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ ẨM

Nguyễn Thị Thanh Nhân^{1*}, Hà Văn Hành², Trần Thị Ngọc Quỳnh¹, Dương Vĩnh Nhiều²

¹Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

²Trường Cao đẳng Công nghiệp Tuy Hòa

Tóm tắt. Vào mùa mưa lũ, mưa lớn kéo dài với cường độ mạnh, nước mưa được ngấm sâu vào đất đá vô phong hoá gây tẩm ướt, dẫn đến trạng thái cân bằng ứng suất trọng lực và tính chất cơ lý của đất đá bị biến đổi mạnh. Độ bền của đất đá giảm đi rõ rệt (φ giảm 2 - 5⁰, C giảm 0,02 - 0,07 kG/cm²), khối lượng thể tích của đất tăng 0,02 - 0,12 g/cm³. Chính sự thay đổi tính chất cơ lý theo hướng bất lợi đó là nguyên nhân dẫn đến độ ổn định η của sườn dốc bị phá hủy (hệ số ổn định $\eta < 1$) và trượt đất đá xảy ra. Kết quả kiểm toán ổn định trượt cho thấy đất đá bão hòa có bề dày $\leq 2 - 2,5$ m, vẫn ổn định khi sườn dốc đạt 45⁰, nhưng khi bề dày tầng phủ bão hòa tăng tới 9 - 11m, thì sườn đồi núi chỉ ổn định dưới góc dốc $\leq 25^0$.

Từ khóa: Độ ổn định mái dốc, taluy nền đường giao thông, ảnh hưởng của độ ẩm, vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế

1 Đặt vấn đề

Các tuyến đường giao thông vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế được xây dựng trên các sườn dốc cấu tạo từ đất đá không đồng nhất, có sự phân dị mạnh về địa hình, chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa. Vào mùa mưa lũ, mưa lớn kéo dài với cường độ mạnh, nước mưa được ngấm sâu vào đất đá vô phong hoá gây tẩm ướt, dẫn đến trạng thái cân bằng ứng suất trọng lực và tính chất cơ lý của đất đá đã bị biến đổi mạnh, gây mất ổn định mái dốc taluy nền đường giao thông. Do đó, để định hướng cho công tác thiết kế, thi công mái dốc khi xây dựng các tuyến đường giao thông hay khai thác mỏ, ngoài việc phân tích đánh giá các yếu tố môi trường tự nhiên - kỹ thuật, cần đặc biệt quan tâm đến ảnh hưởng của độ ẩm đến tính chất cơ lý đất đá ở cả trạng thái tự nhiên lẫn trong trạng thái bão hòa nước cùng với việc xác định góc dốc ổn định tương ứng với chiều cao giới hạn đối với đất đá phụ đới tàn - sườn tích hoàn toàn ($edQ + IA_1$) và phụ đới phong hóa mạnh (IA_2). Kết quả kiểm toán là nguồn tài liệu quan trọng góp phần dự báo, đánh giá định lượng khả năng phát sinh tai biến địa chất, nhất là trượt lở đất đá trên các tuyến đường giao thông vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế.

* Liên hệ: nhankhue@gmail.com

2 Lựa chọn phương pháp, điều kiện và tính chất cơ lý đất đá vỏ phong hóa sử dụng trong kiểm toán ổn định mái dốc.

2.1 Lựa chọn phương pháp và điều kiện kiểm toán ổn định trượt mái dốc

Có nhiều phương pháp để kiểm toán ổn định mái dốc nói chung và ổn định trượt nói riêng, nhưng cơ sở chung của các phương pháp này cần phải dựa trên các phương pháp nghiên cứu trạng thái cân bằng của các khối đất đá cấu tạo nên nó. Tuy nhiên, trên thực tế có thể thấy các phương pháp kiểm toán chỉ được sử dụng ở giai đoạn nghiên cứu chi tiết các khối trượt, dựa trên sự mô tả đặc điểm địa chất, địa hình, địa chất thủy văn, tính chất cơ lý đất đá và động lực phát triển của hiện tượng trượt [1,5]. Việc có các số liệu để phục vụ cho tính toán là không thể trong giai đoạn thiết kế công trình. Để giải quyết vấn đề này, việc đánh giá độ ổn định mái dốc được định hình hóa dựa trên các kịch bản với cấu trúc vỏ phong hóa, chiều dày vỏ phong hóa, tính chất cơ lý (tự nhiên và bão hòa nước).

Cơ sở của phương pháp kiểm toán, đánh giá độ ổn định của sườn dốc nói chung và quá trình trượt đất đá nói riêng thực chất là đánh giá tỷ số giữa ứng lực giữ lại và ứng lực gây ra dịch chuyển các khối đất đá cấu tạo nên sườn dốc, tức là xác định hệ số ổn định η của sườn dốc [6].

$$\eta = \frac{\sum A}{\sum B} \quad (1)$$

trong đó, A: Tổng ứng lực giữ (tức là tổng ứng lực chống cắt, chống trượt) của đất đá ở mặt trượt hiện phân tích hay được dự kiến tại vị trí đang xét; B: Tổng ứng lực gây ra dịch chuyển trượt cũng tại cùng vị trí đang xét

Trong kiểm toán ổn định trượt, điều quan trọng là đánh giá và phát hiện tác động tương đối của những lực quyết định không chỉ bằng giá trị của những số liệu thu thập được mà còn quyết định bởi cách xét điều kiện địa chất thực tế hiện có hoặc sẽ xuất hiện ảnh hưởng đến sự phát sinh, phát triển hiện tượng trượt.

Một số phương pháp kiểm toán ổn định sườn dốc điển hình dựa vào cấu trúc của khối trượt, nguyên nhân hình thành và những điều kiện hỗ trợ cho quá trình trượt phát triển đang được vận dụng hiện nay bao gồm:

- Phương pháp kiểm toán ổn định của các khối trượt có mặt trượt phẳng nằm nghiêng. Phương pháp vừa nêu áp dụng cho các khối trượt theo bề mặt có sẵn. Khối trượt kiểu này có mặt trượt phẳng, bậc thang hay nằm nghiêng hơi lượn sóng. Để thuận lợi cho việc tính toán, giả thiết góc dốc mặt trượt bằng góc dốc trung bình của địa hình.

- Phương pháp kiểm toán ổn định của các khối trượt có mặt trượt lõm quy ước là cung tròn hình trụ. Phương pháp này chủ yếu được ứng dụng cho các khối trượt kiến trúc không theo mặt có sẵn và một phần trượt cắt sâu. Mặt trượt thường có dạng lõm, lõm đều đặn, được quy ước là cung tròn hình trụ.

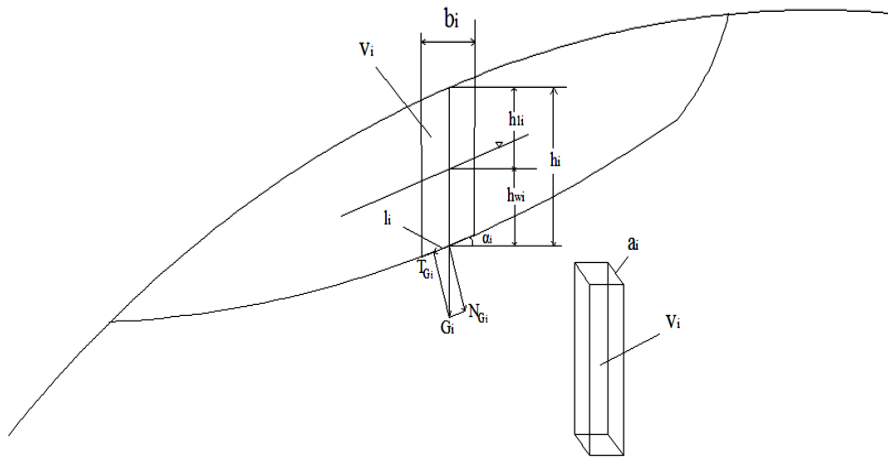
Trên cơ sở quan sát thực địa có thể nhận thấy trượt ở vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên

Huế đa phần là các khối trượt có mặt trượt phẳng gãy khúc và nằm nghiêng. Do đó, trong khuôn khổ bài báo tác giả tiến hành kiểm toán ổn định trượt theo phương pháp kiểm toán ổn định của khối trượt có mặt trượt phẳng nằm nghiêng. Đối với đặc điểm mặt trượt vừa dẫn, hệ số ổn định khối trượt có thể đánh giá hoặc xác định cho chỉ một lăng thể trượt i vẫn đảm bảo độ tin cậy cần thiết (Hình 1). Lúc này, tổng ứng lực chống cắt (chống trượt) của đất đá ở mặt trượt dự kiến và tổng ứng lực gây ra dịch chuyển (gây trượt) cũng tại vị trí đó của lăng thể trượt tính toán được tính toán theo công thức (2) và (3) [6].

$$\eta_i = \frac{N_{Gi} \times \operatorname{tg} \phi_1 + C_1 \times l_i \times a_i}{T_{Gi}} \quad (2)$$

$$\eta_i = \frac{\gamma_{wi} \times a_i \times b_i \times h_i \times \cos \alpha \times \operatorname{tg} \phi_1 + C_1 \times a_i \times l_i}{\gamma_{wi} \times a_i \times b_i \times h_i \times \sin \alpha_i} \quad (3)$$

Để đánh giá định lượng quá trình trượt đất đá theo mặt trượt nghiêng và xác định hệ số ổn định sườn dốc trong mùa khô và mùa mưa tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi sẽ tiến hành phân tích và tính toán với lăng thể đại diện có kích thước: chiều rộng, chiều dày và chiều dài mặt trượt thống nhất lấy bằng 1 đơn vị, chiều cao lăng thể bằng với chiều dày trung bình của đới phong hóa đang xét, mặt trượt nằm nghiêng so với mặt phẳng nằm ngang 1 góc bằng độ dốc trung bình của mái dốc đường giao thông được cấu tạo từ đất đá không đồng nhất của 4 hệ tầng Núi Vú, A Vương, Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn (Hình 2, 3, 4, 5).



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo lăng thể trượt

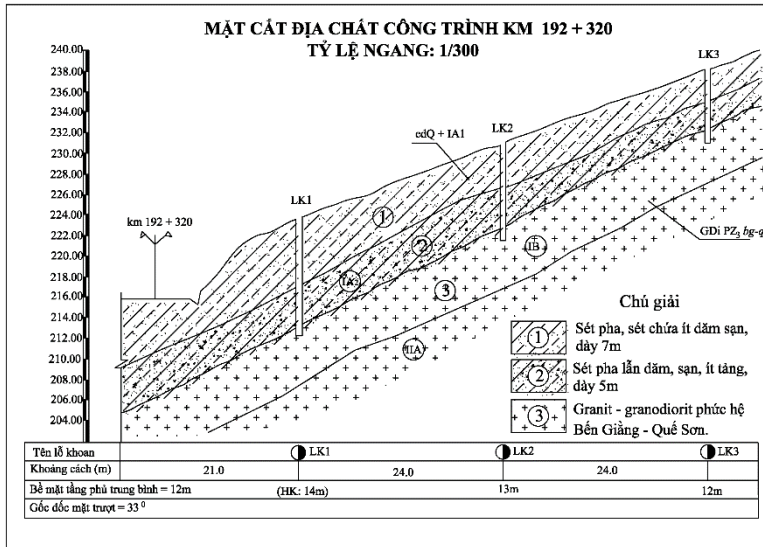
trong đó, N_{Gi} : Lực chống trượt của lăng thể trượt i

$$N_{Gi} = G_i \times \cos \alpha_i = \gamma_{wi} \times V_i \times \cos \alpha_i = \gamma_{wi} \times a_i \times b_i \times h_i \times \cos \alpha_i$$

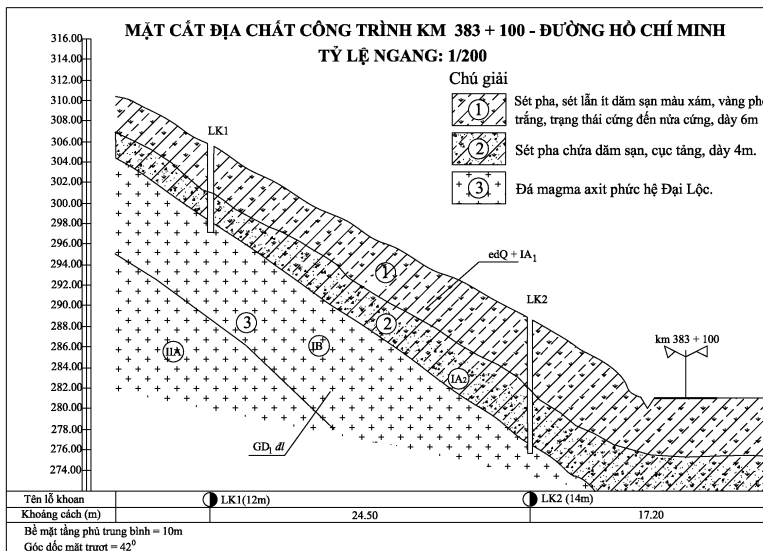
G_i : trọng lượng của khối đất đá của lăng thể trượt; α_i : độ dốc mặt trượt thuộc lăng thể i (tương đương độ dốc sườn dốc); b_i, l_i : chiều rộng và chiều dài mặt trượt của lăng thể trượt i (lấy $l_i = 1$); h_i : bề dày đất đá hay chiều cao lăng thể trượt i ; ϕ_1 : góc nội ma sát của đất đá phụ đới phong hóa thuộc lăng thể trượt

i ; C : lực dính kết của đất đá phụ đới phong hóa thuộc lạng thể trượt i ; a : bề dày lát cắt của lạng thể trượt i ; T : lực cắt trượt đất đá tác dụng vào lạng thể i hướng về phía chân sườn dốc

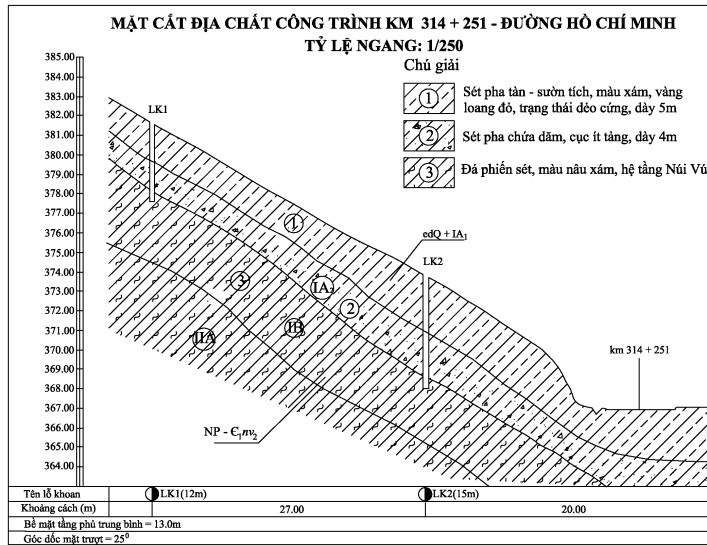
$$T_{Gi} = G_i \times \sin \alpha_i = \gamma_{wi} \times V_i \times \sin \alpha_i = \gamma_{wi} \times a_i \times b_i \times h_i \times \sin \alpha_i$$



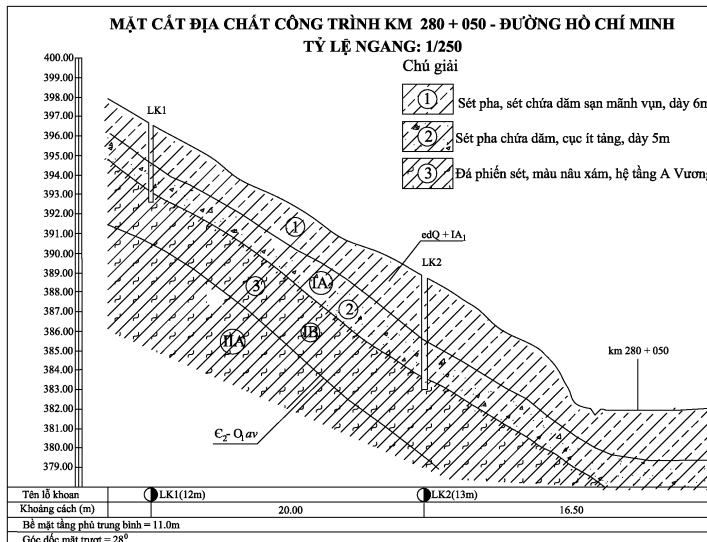
Hình 2. Mặt cắt ĐCCT đất đá thuộc hệ tầng Bến Giàng - Quế Sơn trên các tuyến đường vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế.



Hình 3. Mặt cắt ĐCCT đất đá thuộc phức hệ Đại Lộc trên các tuyến đường vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế.



Hình 4. Mặt cắt ĐCCT đất đá thuộc hệ tầng Núi Vú trên các tuyến đường vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế.



Hình 5. Mặt cắt ĐCCT đất đá thuộc hệ tầng A Vương trên các tuyến đường vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế.

Như đã biết ở vùng đồi núi Thừa Thiên Huế cũng như nhiều tỉnh khác [2,5] trượt đất đá xảy ra phổ biến trong tầng phủ với góc dốc sườn (mái dốc) phổ biến trong khoảng 20 - 45° nên trong phần này chúng tôi tiến hành kiểm toán cho các sườn dốc có α lấy từ 20 - 45° (lấy theo độ dốc trung bình của sườn dốc) cho các tính toán sau này với các phụ đới phong hóa $edQ + IA_1, IA_2$.

Mặt khác, công tác kiểm toán cũng được tiến hành theo từng cấp bề dày của các phụ đới edQ + IA₁ và phụ đới edQ + IA₁ cùng phụ đới IA₂ [1,2].

2.2 Các chỉ tiêu cơ lý đất đá và chiều dày tính toán dùng để kiểm toán đánh giá mức độ phát sinh, phát triển của quá trình trượt đất đá.

Cho đến nay số liệu thí nghiệm tính chất cơ lý(TCCL) đất vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế vẫn còn quá ít so với kết quả thí nghiệm TCCL đất ở đồng bằng duyên hải. Trên cơ sở phân tích các chỉ tiêu cơ lý của các mẫu đất đá theo TCVN 4199:1995 và TCVN 4202:2012 trong các đợt khảo sát thực địa từ năm 2010 đến nay, kết hợp với sử dụng, kế thừa tối đa số liệu thí nghiệm TCCL đất đá lưu trữ ở các cơ quan khảo sát - thiết kế trên địa bàn nghiên cứu. Số liệu thí nghiệm tính chất cơ lý đất đá được trình bày, hệ thống hóa dưới dạng bảng giá trị trung bình cả ở trạng thái tự nhiên lẫn trạng thái bão hòa nước để phục vụ cho phần đánh giá ảnh hưởng của chúng đến sự ổn định trượt đất đá ở các sườn dốc, mái dốc về sau (bảng 1) [2,3,4].

Từ bảng số liệu thí nghiệm trên, nhận thấy các chỉ tiêu cơ lý của các phụ đới phong hóa nêu trên thay đổi một cách mãnh liệt so với đá gốc, đặc biệt là các chỉ tiêu về độ bền giảm đi rõ rệt (φ giảm 2 - 5⁰, C giảm 0,02 - 0,07 kG/cm²), khối lượng thể tích của đất tăng 0,02 - 0,12 g/cm³ nhất là vào mùa mưa lũ, do độ ẩm của đất tăng.

Bảng 1. Bảng tổng hợp giá trị các tính chất cơ lý đất đá các phụ đới tàn - sườn tích + phong hóa hoàn toàn (edQ + IA₁) và phụ đới phong hóa mạnh IA₂ của các hệ tầng Núi Vú, A Vương và các phức hệ Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn

Đoạn tuyến Quảng Trị - T.T Huế	Địa tầng	Phụ đới phong hóa	Chiều dày trung bình h (m)	Khối lượng thể tích (T/m ³)		Tham số độ bền kháng cắt			
				Tự nhiên γ_w	Bão hòa γ_{bh}	Tự nhiên		Bão hòa	
						φ (độ)	C (T/m ²)	φ (độ)	C (T/m ²)
Km 314+251	NP - ϵ_{1nv2}	edQ + IA ₁	5	1,75	1,86	26	2,3	22	1,8
		IA ₂	4	1,98	2,05	28	2,8	26	2,4
Km 280+050	$\epsilon_2 - O_1 av$	edQ + IA ₁	6	1,79	1,89	27	2,5	23	1,9
		IA ₂	5	2,05	2,11	30	2,6	27	2,2
Km 383+100	GaD _{1dl}	edQ + IA ₁	6	1,73	1,82	25	2,5	23	2,1
		IA ₂	4	1,96	-	29	2,4	-	-
Km 192+320	G DiPZ _{3bg-qs}	edQ + IA ₁	7	1,81	1,89	26	2,2	24	1,9
		IA ₂	5	1,99	2,05	30	2,3	25	1,9

3 Kiểm toán ổn định trượt đất đá cấu thành phụ đới edQ +IA₁, phụ đới IA₂ thuộc các hệ tầng (phức hệ) ở trạng thái tự nhiên và bão hòa.

3.1 Trình tự kiểm toán hệ số ổn định trượt của mái dốc

Công tác kiểm toán hợp lý nhất nên tiến hành theo các hệ tầng, phức hệ bị phong hóa mức độ cao và dễ mất ổn định trượt ở các mái dốc theo trình tự phụ đới edQ + phong hóa hoàn toàn (edQ+IA₁) đến phụ đới phong hóa mạnh (IA₂) kết hợp (edQ+IA₁). Ngoài ra, việc kiểm toán ổn định trượt sườn dốc (mái dốc) cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ+IA₁ hay phụ đới IA₂ không chỉ thực hiện theo độ dốc khác nhau, mà cần tiến hành theo từng cấp bề dày đất đá cấu thành các phụ đới phong hóa đó.

Việc kiểm toán đối với đới phong hóa mạnh nằm ngay phía dưới phụ đới edQ + phong hóa hoàn toàn (edQ+IA₁) được tính toán với sự thay đổi bề dày h_i lắng thể trượt (theo từng cấp), khối lượng thể tích γ_{wi} .

Bề dày lắng thể trượt h_i được tính

$$\sum h_i = h_{i_1} + h_{i_2} + \dots + h_{i_n} \quad (4)$$

trong đó, h_{i1}: bề dày phụ đới phủ tàn - sườn tích + IA₁; h_{i2}: bề dày phụ đới phong hóa mạnh IA₂; h_i: bề dày tầng đất đá phong hóa đang xét.

Khối lượng thể tích đưa vào tính toán ở đây được xác định bằng công thức sau:

$$\gamma_w = \frac{\sum \gamma_{wi} \times h_i}{\sum h_i} \quad (5)$$

3.2 Kết quả kiểm toán ổn định trượt sườn dốc cấu tạo từ đất đá phong hóa rất mạnh của các phức hệ, hệ tầng trên các tuyến đường giao thông vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế.

Từ phương pháp, trình tự và dữ liệu đã chọn, công tác kiểm toán ổn định trượt đất đá trên các mái dốc ở các hệ tầng, phức hệ đã được tính toán và kết quả được trình bày ở các bảng 2,3,4,5.

4 Bàn luận kết quả nghiên cứu

Từ kết quả kiểm toán ổn định mái dốc bằng phương pháp kiểm toán ổn định của các khối trượt có mặt trượt nằm nghiêng trên các tuyến đường giao thông vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế, nhóm tác giả rút ra những nhận định sau:

- Vào mùa mưa lũ, khi đất đá bị thấm ướt, bão hòa, độ bền của đất đá giảm đi rõ rệt (φ giảm 2 - 5°, C giảm 0,02 - 0,07 kG/cm²), lúc này khối lượng thể tích của đất tăng 0,02 - 0,12 g/cm³. Chính sự thay đổi tính chất cơ lý theo hướng bất lợi đó dẫn đến hệ số ổn định $\eta < 1$, mái dốc mất ổn định, trượt đất đá xảy ra.

- Trượt không xảy ra trong các phụ đới phong hóa hoàn toàn + tàn - sườn tích đến phụ đới phong hóa mạnh khi mái dốc có góc dốc dưới 25° kể cả trong mùa mưa lũ. Việc tính toán đánh giá chỉ xét đến ảnh hưởng của độ ẩm, bỏ qua ảnh hưởng của dòng chảy mặt vào mùa mưa lũ. Thực tế, những nơi có độ dốc nhỏ nhưng có dòng chảy tạm thời chảy qua cũng gây ra hiện tượng trượt đất (Hòa Bình, Trà My,...)

- Vào mùa khô, trong điều kiện tự nhiên, đối với phụ đới đất tàn - sườn tích (edQ + IA₁) và phụ đới (IA₂) trên các hệ tầng, phức hệ nghiên cứu khả năng mất ổn định sườn dốc chỉ xảy ra khi độ dốc sườn đồi núi α_i > 40°, với bề dày vỏ phong hóa h_i > 15 m.

- Vào mùa mưa lũ, khi đất đá ở trạng thái bão hòa nước, độ ẩm tăng cao, hệ số ổn định giảm, nên ở các sườn dốc (mái dốc) cấu tạo từ đất loại sét phụ đới tàn sườn tích + phong hóa hoàn toàn (edQ + IA₁) và phụ đới (IA₂) thường xảy ra trượt lở khi độ dốc mái dốc sườn đồi núi > 25°.

- Kết quả kiểm toán cho thấy đất đá bão hòa có bề dày ≤ 2 - 2,5 m, vẫn ổn định khi sườn dốc đạt 45°, nhưng khi bề dày tầng phủ bão hòa tăng tới 9 - 11m, thì sườn đồi núi chỉ ổn định dưới góc dốc ≤ 25°.

- Độ dốc sườn đồi núi của Quảng Trị - Thừa Thiên Huế phổ biến dao động trong khoảng 20 - 25 đến 30 - 35°, nên vào mùa mưa lũ nhất là ở taluy đường giao thông trượt lở xảy ra rất mạnh trên các mái dốc có góc dốc lớn hơn 25 - 28°.

Bảng 2. Hệ số ổn định trượt sườn dốc η cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ+IA₁ và phụ đới IA₂ hệ tầng Núi Vú

Phụ đới phong hóa trạng thái ẩm	h _i (m)	α _i (độ)	γ _{wi} (T/m ³)	φ _i (độ)	C (T/m ²)	$\eta_i = \frac{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cdot \cos \alpha_i \cdot \tan \varphi_i + C_i \cdot 1.1}{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cdot \sin \alpha_i}$				
						η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm tự nhiên	2	20	1,75	26 ⁰	2,3	3,26	2,62	2,30	2,10	-
	3	25	1,75	26 ⁰	2,3	2,60	2,09	1,82	1,67	-
	4	30	1,75	26 ⁰	2,3	2,16	1,72	1,56	1,37	-
	5	35	1,75	26 ⁰	2,3	1,85	1,46	1,27	1,16	-
		40	1,75	26 ⁰	2,3	1,61	1,26	1,09	0,99	-
		45	1,75	26 ⁰	2,3	1,42	1,11	0,96	0,86	-
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	2	20	1,86	22 ⁰	1,8	2,52	2,05	1,82	1,68	-
	3	25	1,86	22 ⁰	1,8	2,01	1,63	1,44	1,33	-
	4	30	1,86	22 ⁰	1,8	1,67	1,34	1,18	1,09	-
	5	35	1,86	22 ⁰	1,8	1,42	1,14	1,00	0,92	-
		40	1,86	22 ⁰	1,8	1,23	0,98	0,86	0,78	-
		45	1,86	22 ⁰	1,8	1,09	0,86	0,75	0,71	-
edQ - IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái	1,5+1=2,5	20	1,75;1,98	28 ⁰ (IA ₂)	2,8(IA ₂)	3,24	2,72	2,35	2,09	1,95
	2+1,5=3,5	25	1,75;1,98	28 ⁰ (IA ₂)	2,8(IA ₂)	2,57	2,17	1,86	1,65	1,54

Phụ đới phong hóa trạng thái ẩm	h _i (m)	α _i (độ)	γ _{wi} (T/m ³)	φ _i (độ)	C (T/m ²)	$\eta_i = \frac{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + C_i \cdot 1.1}{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cdot \sin \alpha_i}$				
						η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}
độ ẩm tự nhiên: 1,5;2;3;4 và 5 (các cấp bề dày edQ-IA ₁); 1;1,5;2;3;4 (các cấp bề dày IA ₂)	3+2=5	30	1,75;1,98	28°(IA ₂)	2,8(IA ₂)	2,14	1,78	1,53	1,35	1,26
	4+3=7	35	1,75;1,98	28°(IA ₂)	2,8(IA ₂)	1,82	1,51	1,29	1,14	1,05
	5+4=9	40	1,75;1,98	28°(IA ₂)	2,8(IA ₂)	1,58	1,31	1,11	0,97	0,90
		45	1,75;1,98	28°(IA ₂)	2,8(IA ₂)	1,39	1,23	0,96	0,83	0,78
edQ - IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	1,5+1=2,5	20	1,86;2,05	26°(IA ₂)	2,4(IA ₂)	2,79	2,38	2,06	1,85	1,74
	2+1,5=3,5	25	1,86;2,05	26°(IA ₂)	2,4(IA ₂)	2,22	1,88	1,63	1,46	1,37
	3+2=5	30	1,86;2,05	26°(IA ₂)	2,4(IA ₂)	1,84	1,55	1,34	1,20	1,12
	4+3=7	35	1,86;2,05	26°(IA ₂)	2,4(IA ₂)	1,56	1,31	1,13	1,01	0,94
	5+4=9	40	1,86;2,05	26°(IA ₂)	2,4(IA ₂)	1,35	1,13	0,97	0,86	0,80
	45	1,86;2,05	26°(IA ₂)	2,4(IA ₂)	1,19	0,99	0,85	0,74	0,68	

Ghi chú: Giá trị η_i thay đổi do α_i và h_i thay đổi.

Bảng 3. Hệ số ổn định trượt sườn dốc η cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ+IA₁ và phụ đới IA₂ hệ tầng A Vương

Phụ đới phong hóa trạng thái ẩm	h _i (m)	α _i (độ)	γ _{wi} (T/m ³)	φ _i (độ)	C (T/m ²)	$\eta_i = \frac{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + C_i \cdot 1.1}{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cdot \sin \alpha_i}$					
						η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm tự nhiên	2	20	1,79	27°	2,5	3,44	2,76	2,42	2,21	2,08	-
	3	25	1,79	27°	2,5	2,75	2,20	1,92	1,76	1,65	-
	4	30	1,79	27°	2,5	2,28	1,81	1,58	1,44	1,35	-
	5	35	1,79	27°	2,5	1,95	1,54	1,34	1,21	1,13	-
	6	40	1,79	27°	2,5	1,70	1,33	1,15	1,04	0,97	-
	45	1,79	27°	2,5	1,50	1,17	1,00	0,90	0,84	-	
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	2	20	1,89	23°	1,9	2,64	2,14	1,90	1,75	1,65	-
	3	25	1,89	23°	1,9	2,10	1,71	1,51	1,41	1,31	-
	4	30	1,89	23°	1,9	1,74	1,40	1,24	1,14	1,08	-
	5	35	1,89	23°	1,9	1,49	1,19	1,05	1,01	0,90	-
	6	40	1,89	23°	1,9	1,29	1,03	0,90	0,82	0,77	-
	45	1,89	23°	1,9	1,13	0,90	0,78	0,71	0,66	-	
edQ -	1,5+1=2,5	20	1,79;2,05	30°(IA ₂)	2,6(IA ₂)	3,19	2,73	2,31	2,12	2,03	1,95

Phụ đới phong hóa trạng thái ấm	h _i (m)	α _i (độ)	γ _{wi} (T/m ³)	φ _i (độ)	C (T/m ²)	$\eta_i = \frac{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cos \alpha_i \cdot \tan \varphi_i + C_i \cdot 1.1}{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cdot \sin \alpha_i}$					
						η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}
IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ấm tự nhiên: 1,5;2;3;4;5 và 6 (các cấp bề dày edQ-IA ₁) ;1;1,5;2;3;4;5 (các cấp bề dày IA ₂)	2+1,5=3,5	25	1,79;2,05	30 ⁰ (IA ₂)	2,6(IA ₂)	2,54	2,16	1,82	1,67	1,60	1,53
	3+2=5	30	1,79;2,05	30 ⁰ (IA ₂)	2,6(IA ₂)	2,09	1,78	1,50	1,37	1,30	1,25
	4+3=7	35	1,79;2,05	30 ⁰ (IA ₂)	2,6(IA ₂)	1,79	1,51	1,26	1,14	1,09	1,04
	5+4=9	40	1,79;2,05	30 ⁰ (IA ₂)	2,6(IA ₂)	1,54	1,30	1,08	0,97	0,92	0,88
	6+5=11	45	1,79;2,05	30 ⁰ (IA ₂)	2,6(IA ₂)	1,35	1,13	0,93	0,84	0,79	0,75
edQ - IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	1,5+1=2,5	20	1,89;2,11	27 ⁰ (IA ₂)	2,2(IA ₂)	2,70	2,32	1,99	1,83	1,76	1,69
	2+1,5=3,5	25	1,89;2,11	27 ⁰ (IA ₂)	2,2(IA ₂)	2,15	1,84	1,58	1,44	1,38	1,33
	3+2=5	30	1,89;2,11	27 ⁰ (IA ₂)	2,2(IA ₂)	1,77	1,51	1,29	1,18	1,13	1,08
	4+3=7	35	1,89;2,11	27 ⁰ (IA ₂)	2,2(IA ₂)	1,50	1,28	1,08	0,99	0,94	0,90
	5+4=9	40	1,89;2,11	27 ⁰ (IA ₂)	2,2(IA ₂)	1,30	1,10	0,92	0,84	0,80	0,76
	6+5=11	45	1,89;2,11	27 ⁰ (IA ₂)	2,2(IA ₂)	1,14	0,92	0,80	0,72	0,68	0,65

Ghi chú: Giá trị η_i thay đổi do α_i và h_i thay đổi.

Bảng 4. Hệ số ổn định trượt sườn dốc η cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ + IA₁ và phụ đới IA₂ phức hệ Đại Lộc

Phụ đới phong hóa trạng thái ấm	h _i (m)	α _i (độ)	γ _{wi} (T/m ³)	φ _i (độ)	C (T/m ²)	$\eta_i = \frac{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cos \alpha_i \cdot \tan \varphi_i + C_i \cdot 1.1}{\gamma_w \cdot h_i \cdot 1.1 \cdot \sin \alpha_i}$				
						η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm tự nhiên	2	20	1,73	25 ⁰	2,5	3,40	2,69	2,33	2,12	1,98
	3	25	1,73	25 ⁰	2,5	2,71	2,14	1,86	1,68	1,57
	4	30	1,73	25 ⁰	2,5	2,25	1,77	1,53	1,38	1,29
	5	35	1,73	25 ⁰	2,5	1,92	1,50	1,30	1,17	1,08
	6	40	1,73	25 ⁰	2,5	1,68	1,31	1,12	1,00	0,93
	45	1,73	25 ⁰	2,5	1,49	1,15	0,98	0,87	0,81	
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	2	20	1,82	23 ⁰	2,1	2,85	2,29	2,00	1,84	1,73
	3	25	1,82	23 ⁰	2,1	2,28	1,33	1,60	1,46	1,37
	4	30	1,82	23 ⁰	2,1	1,89	1,50	1,31	1,20	1,12
	5	35	1,82	23 ⁰	2,1	1,61	1,28	1,11	1,01	0,94
	6	40	1,82	23 ⁰	2,1	1,41	1,10	0,96	0,87	0,81
	45	1,82	23 ⁰	2,1	1,24	0,97	0,83	0,73	0,70	
edQ - IA ₁ +IA ₂	1+1=2	20	1,73;1,96	29 ⁰ (IA ₂)	2,4(IA ₂)	3,53	2,28	1,91	-	-

ở trạng thái độ ẩm tự nhiên: 1;2,5 và 6 (các cấp bề dày edQ - IA ₁); 1;2,5;4 (các cấp bề dày IA ₂)	2,5+2,5=5	25	1,73;1,96	29 ⁰ (IA ₂)	24(IA ₂)	2,73	1,80	1,50	-	-
	6+4=10	30	1,73;1,96	29 ⁰ (IA ₂)	24(IA ₂)	2,26	1,48	1,22	-	-
		35	1,73;1,96	29 ⁰ (IA ₂)	-	1,92	1,24	1,02	-	-
		40	1,73;1,96	29 ⁰ (IA ₂)	-	1,67	1,07	0,87	-	-
		45	1,73;1,96	29 ⁰ (IA ₂)	-	1,47	0,92	0,74	-	-

Ghi chú: Giá trị η_i thay đổi do α_i và h_i thay đổi

Bảng 5. Hệ số ổn định trượt sườn dốc η cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ + IA₁ và phụ đới IA₂ phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn.

Phụ đới phong hóa trạng thái ẩm	h _i (m)	α _i (độ)	γ _{wi} (T/m ³)	φ _i (độ)	C (T/m ²)	$\eta_i = \frac{\gamma_w h_i \cdot 1.1 \cos \alpha_i \cdot \tan \phi_i + C_i \cdot 1.1}{\gamma_w h_i \cdot 1.1 \cdot \sin \alpha_i}$					
						η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}	η _{α_i-h_i}
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm tự nhiên	2	20	1,81	26 ⁰	2,2	3,12	2,56	2,23	2,05	1,93	1,84
	3	25	1,81	26 ⁰	2,2	2,49	2,01	1,77	1,62	1,53	1,46
	4	30	1,81	26 ⁰	2,2	2,06	1,65	1,45	1,33	1,25	1,19
	5	35	1,81	26 ⁰	2,2	1,76	1,40	1,23	1,12	1,05	1,00
	6	40	1,81	26 ⁰	2,2	1,53	1,21	1,06	0,96	0,90	0,85
		45	1,81	26 ⁰	2,2	1,35	1,06	0,92	0,83	0,77	0,73
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	2	20	1,89	24 ⁰	1,9	2,70	2,20	1,96	1,81	1,71	1,64
	3	25	1,89	24 ⁰	1,9	2,14	1,75	1,55	1,46	1,35	1,29
	4	30	1,89	24 ⁰	1,9	1,78	1,44	1,27	1,17	1,10	1,06
	5	35	1,89	24 ⁰	1,9	1,51	1,22	1,07	0,98	0,93	0,89
	6	40	1,89	24 ⁰	1,9	1,31	1,05	0,92	0,84	0,79	0,76
		45	1,89	24 ⁰	1,9	1,16	0,92	0,80	0,73	0,68	0,65
edQ - IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ẩm tự nhiên: 1,5; 2,5;4;5,5 và 7 (các cấp bề dày edQ - IA ₁); 0,5; 1,5 3;4;5 (các cấp bề dày IA ₂)	1,5+0,5=2	20	1,81;1,99	30 ⁰ (IA ₂)	2,3(IA ₂)	3,39	2,48	2,09	1,96	1,88	-
	2,5+1,5=4	25	1,81;1,99	30 ⁰ (IA ₂)	2,3(IA ₂)	2,71	1,96	1,65	1,54	1,48	-
	4+3=7	30	1,81;1,99	30 ⁰ (IA ₂)	2,3(IA ₂)	2,24	1,61	1,35	1,26	1,20	-
	5,5+4=9,5	35	1,81;1,99	30 ⁰ (IA ₂)	2,3(IA ₂)	1,90	1,36	1,13	1,05	1,00	-
	7+5=12	40	1,81;1,99	30 ⁰ (IA ₂)	2,3(IA ₂)	1,65	1,16	0,96	0,87	0,85	-
		45	1,81;1,99	30 ⁰ (IA ₂)	2,3(IA ₂)	1,44	1,01	0,82	0,76	0,72	-
edQ-IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ẩm	1,5+0,5=2	20	1,89;2,05	25 ⁰ (IA ₂)	1,9(IA ₂)	2,72	1,99	1,68	1,58	1,52	-
	2,5+1,5=4	25	1,89;2,05	25 ⁰ (IA ₂)	1,9(IA ₂)	2,17	1,58	1,33	1,24	1,19	-
	4+3=7	30	1,89;2,05	25 ⁰ (IA ₂)	1,9(IA ₂)	1,79	1,29	1,08	1,01	0,97	-

bão hòa	5,5+4=9,5	35	1,89;2,05	25 ^o (IA ₂)	1,9(IA ₂)	1,53	1,09	0,91	0,84	0,81	-
	7+5=12	40	1,89;2,05	25 ^o (IA ₂)	1,9(IA ₂)	1,32	0,94	0,77	0,72	0,68	-
	1,5+0,5=2	45	1,89;2,05	25 ^o (IA ₂)	1,9(IA ₂)	1,16	0,81	0,66	0,61	0,58	-

Ghi chú: Giá trị η thay đổi do α và h thay đổi.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Huy Hoàng (2007), “Đánh giá sự ổn định bờ dốc công trường khai thác quặng apatit khu mỏ Cóc, Lào Cai”, *Tạp chí Địa kỹ thuật*, N^o 4, Hà Nội.
2. Nguyễn Thị Thanh Nhân (2013), *Nghiên cứu dự báo lũ bùn đá và dịch chuyển trọng lực đất đá trên đường Hồ Chí Minh đoạn từ Cổng Trời đến đèo Lò Xo*. Đề tài cấp Bộ, Mã số B2013-DHH-109.
3. Phương pháp thí nghiệm đất xây dựng TCVN 74-1987 (2002), *Đất xây dựng - Phương pháp chỉnh lý thống kê các kết quả xác định các đặc trưng của chúng*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
4. Tiêu chuẩn Việt Nam - TCVN 4199:1995 và TCVN 4202:2012 (2012), *Phương pháp xác định các tính chất cơ bản của đất*, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, Hà Nội.
5. Trần Tân Văn và nnk (11/2005), “Tai biến địa chất sạt lở taluy dương, âm, bờ sông, lũ quét ở Việt Nam - hiện trạng, nguyên nhân, dự báo và một số giải pháp phòng tránh, giảm thiểu hậu quả”, *Báo cáo tham dự hội thảo khoa học về phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai - Bộ giao thông vận tải*, Hà Nội.
6. V.D Lomtadze (1982), *Địa chất công trình - Địa chất động lực công trình*, NXB ĐH & THCN, Hà Nội.

ASSESSMENT OF THE SLOPE STABILIZATION AT MOUNTAINOUS AREA OF QUANG TRI - THUA THIEN HUE PROVINCE CONSIDERED THE HUMIDIFY EFFECTS

Nguyen Thi Thanh Nhan^{1*}, Ha Van Hanh², Tran Thi Ngoc Quynh¹, Duong Vinh Nhiem²

¹HU - University of Science

²Tuy Hoa Industrial College

Abstract. In rainy season, mountain rain with strong intensity, rain-water were absorbed into weathered zone, so resulting in balance of limit stress state and physico-mechanical properties of soils has been changed strongly. Shear resistance of the soil decreased significantly (φ decreased by 2 - 5^o, C decreased by 0,02 - 0,07 kG/cm²), soil density increased by 0,02 - 0,12 g/cm³. The change of physico-mechanical properties in the direction that was disadvantageous cause the stability factor η of the slope is destroyed (coefficient of stability η < 1) and consequent landslides occur. Slope stability results show that saturated soil with a thickness of ≤ 2 - 2,5m is stable when the slope reaches 45^o, but when the saturated layer thickness increases to 9 – 11 m, the slope only stable under steepness of slope ≤ 25^o.

Keywords: Slope stabilization, road slope, influence of humidity, mountainous Quang Tri - Thua Thien Hue