

ĐÁNH GIÁ ĐỘ ỔN ĐỊNH SƯỜN DỐC CỦA ĐẤT ĐÁ TÀN SƯỜN TÍCH TẠI VÙNG ĐỒI NÚI TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Nguyễn Thị Thanh Nhân, Hà Văn Hành*, Đỗ Quang Thiên,
Hoàng Ngô Tự Do, Nguyễn Quang Tuấn

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: hanhdiahue@yahoo.com

Ngày nhận bài: 6/7/2019; ngày hoàn thành phản biện: 10/7/2019; ngày duyệt đăng: 04/9/2019

TÓM TẮT

Địa hình vùng đồi chiếm khoảng 76% tổng diện tích tỉnh Thừa Thiên Huế, dưới điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa làm cho quá trình phong hóa đất đá vùng đồi núi diễn ra mãnh liệt, lớp vỏ phong hóa nhiều nơi dày hơn 10 m, thành phần chủ yếu là đất sét pha lẫn dăm, vụn, tảng. Do quá trình phong hóa làm cho sức kháng cắt của đất loại sét tàn sườn tích giảm đi rõ rệt, góc nội ma sát của đất đá giảm 2 - 5°, lực dính kết của đất đá giảm 0,02 - 0,07 kG/cm², khối lượng thể tích của đất tăng 0,02 - 0,12 g/cm³, cao nhất là vào mùa mưa lũ. Sự thay đổi tính chất cơ lý theo hướng bất lợi đó là nguyên nhân dẫn đến mất ổn định của sườn dốc, gây ra rất nhiều điểm trượt lở dọc các tuyến đường giao thông miền núi của tỉnh Thừa Thiên Huế. Đặc biệt tại các sườn dốc, mái dốc có góc dốc lớn hơn 25 - 28°.

Từ khóa:Độ ổn định sườn dốc, đất tàn sườn tích, đất phong hóa, vùng đồi núi Thừa Thiên Huế

1. GIỚI THIỆU

Quá trình phong hóa là quá trình phá hủy đá theo thời gian tạo ra các phụ đới tàn sườn tích - hoàn toàn (edQ + IA₁) và phụ đới phong hóa mạnh (IA₂). Kết quả của quá trình phong hóa làm độ bền của đất đá giảm đáng kể. Vùng đồi núi tỉnh Thừa Thiên Huế có bề dày vỏ phong hoá phổ biến từ 1- 3m đến 5 - 25 m và >25 m [1]. Để định hướng cho thiết kế, thi công mái dốc khi xây dựng các tuyến đường giao thông hay khai thác mỏ, ngoài việc xác định tính chất cơ lý đất đá ở cả trạng thái tự nhiên (hoặc khô gió) lẫn trong trạng thái bão hòa nước cần phải quan tâm hơn trong 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 + IA₁) và phụ đới phong hóa mạnh (IA₂). Đây là nguồn tài liệu góp phần dự báo, đánh giá định lượng khả năng phát sinh tai biến địa chất, nhất là trượt lở đất đá trên các sườn dốc, mái dốc vùng đồi núi tỉnh Thừa Thiên Huế.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết kiểm toán ổn định trượt sườn dốc

Có nhiều phương pháp để kiểm toán ổn định sườn 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, động lực phát triển của hiện tượng trượt.

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 nghiên cứu, 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 [7].

$$\eta = \frac{\sum A}{\sum B} \quad (1.1)$$

Trong đó:

ΣA : 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.

ΣB : 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 và thường có góc nghiêng xấp xỉ độ dốc của sườn đồi núi.

- 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 tỉnh Thừa Thiên Huế đa phần là các khối trượt có mặt trượt phẳng gãy khúc và nằm nghiêng. Do

đó, chúng tôi 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 một lăng thể trượt 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 như sau [7]:

$$\eta_i = \frac{N_{Gi} \times \operatorname{tg} \phi_1 + C_1 \times l_i \times a_1}{T_{Gi}} \quad (1.2)$$

$$\eta_i = \frac{\gamma_{wi} \times a_i \times b_i \times h_i \times \cos \alpha \times \operatorname{tg} \phi_i + C_1 \times a_i \times l_i}{\gamma_{wi} \times a_i \times b_i \times h_i \times \sin \alpha_i} \quad (1.3)$$

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_i : Góc nội ma sát của đất đá phụ đới phong hóa thuộc lăng thể trượt i

C_i : Lực dính kết của đất đá phụ đới phong hóa thuộc lăng thể trượt i

a_i : Bề dày lát cắt của lăng thể trượt i

T_i : Lực cắt trượt đất đá tác dụng vào lăng thể i hướng về phía chân sườn dốc

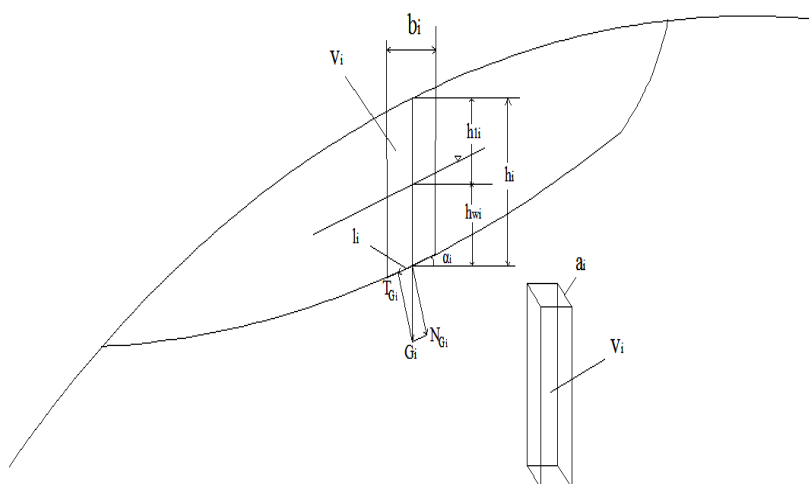
$$T_{Gi} = G_i \times \sin \alpha_i = \gamma_{wi} \times V_i \times \sin \alpha_i = \gamma_{wi} \times a_i \times b_i \times h_i \times \sin \alpha_i$$

Vào mùa lũ, nếu lăng thể trượt của đất đá còn chịu tác động của áp lực đẩy nổi và áp lực thủy động của nước thì công thức kiểm toán ổn định trượt sẽ là:

$$\eta_i = \frac{[\gamma_{w2} \times h_{1i} + (\gamma_{w2} - \Delta w) \times h_{1w}] \times \cos \alpha_i \times \operatorname{tg} \phi_2 + C_i \times a_i \times l_i}{\gamma_{w2} \times h_i \times a_i \times l_i \times \sin \alpha_i + \Delta w \times h_{wi} \times a_i \times l_i \times J} \quad (1.4)$$

$$h_i = h_{1i} + h_{wi}; \quad D_{wi} = n \times \Delta w \times h_{wi} \times a_i \times b_i \times \operatorname{tg} \alpha_i.$$

Trong đó: Δ_w là tỷ trọng của nước, $\Delta_w = 1 \text{ tấn/m}^3$; h_{1i} - chiều dày phần đất đá không chứa nước; h_{wi} - chiều dày tầng chứa nước; a_i - chiều dày lát cắt của lăng thể trượt i , J - độ dốc thủy lực của dòng ngầm, n - độ rỗng của đất đá, lấy chung bằng 0,45.



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo lăng thể trượt.

Để đánh giá định lượng quá trình trượt đất đá theo mặt trượt phẳng 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 đối với lăng thể trượt với 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 sườn dốc. Bên cạnh đó, nhóm tác giả chọn ra 4 hệ tầng ngẫu nhiên (Núi Vú, A Vương, Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn) (Phụ lục) để tiến hành kiểm toán ổn định trượt cho các đới, phụ đới phong hóa.

Như đã biết ở vùng đồi núi Thừa Thiên Huế cũng như nhiều tỉnh khác trượt đất đá xảy ra phổ biến trong tầng phủ với góc dốc sườn (mái dốc) phổ biến trong khoảng $20 - 45^\circ$ nên trong phần này chúng tôi tiến hành kiểm toán cho các sườn dốc có α lấy từ $20 - 45^\circ$ (lấy theo độ dốc trung bình của sườn dốc) cho các tính toán sau này với các phụ đới phong hóa edQ + IA₁, IA₂. 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 [2,3,8,9].

- Do tầng chứa nước nằm sâu cách bề mặt địa hình khoảng từ 25 đến 50m, thậm chí có nơi lên đến 70-100m, nên chỉ xét đến ảnh hưởng của áp lực thủy tĩnh, áp lực thủy động của nước dưới đất khi nhận thấy tại những vị trí đó có khả năng tồn tại tầng chứa nước.

2.2. Quy trình kiểm toán hệ số ổn định trượt của sườn dốc (mái dốc)

Trước hết, công tác kiểm toán hợp lý nhất nên tiến hành theo các hệ tầng, phức hệ bị phong hóa đến mức độ cao và dễ mất ổn định trượt ở các sườn dốc, mái dốc. Sau đó, hệ số ổn định trượt ở các sườn dốc (mái dốc) cấu tạo từ đất đá phong hóa mạnh của

tầng hệ tầng, phức hệ lần lượt được kiểm toán theo 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

$$\sum h_i = h_{1i} + h_{2i} + \dots h_i \quad (1.5)$$

Trong đó: h_{1i}: bề dày phụ đới phủ tàn - sườn tích + IA₁

h_{2i}: 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:

$$\gamma_w = \frac{\sum \gamma_{wi} \times h_i}{\sum h_i} \quad (1.6)$$

3. KẾT QUẢ 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 BẢO HÒA

3.1. 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.

Trên cơ sở phân tích các chỉ tiêu cơ lý của các mẫu đất đá các phụ đới tàn sườn tích, phong hóa hoàn toàn và phong hóa mạnh theo TCVN 4199:1995 và TCVN 4202:2012, nhận thấy các chỉ tiêu cơ lý của các phụ đới phong hóa này 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 - 5°, 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. 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 (hoặc khô gió) 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) [2,4,5,6].

Bảng 1. Bảng tổng hợp giá trị các tính chất cơ lý đất đá các phụ đới tàn - sườn tích + phong hóa

Đánh giá độ ổn định sườn dốc của đất đá tàn sườn tích tại vùng đồi núi tỉnh Thừa Thiên Huế

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 [5,6]

Địa tầng	Phụ đới phong hóa	Chiều dày trung bình, h (m)	Số lượng mẫu	Khối lượng thể tích, (T/m ³)		Tham số độ bền kháng cắt			
				Tự nhiên γ_w	Bảo hòa γ_{bh}	Tự nhiên		Bảo hòa	
						ϕ , độ	C, (T/m ²)	ϕ , độ	C, (T/m ²)
NP - ϵ_{11102}	edQ + IA ₁	5	8	1,75	1,86	26	2,3	22	1,8
	IA ₂	4	15	1,98	2,05	28	2,8	26	2,4
E ₂ - O ₁ av	edQ + IA ₁	6	13	1,79	1,89	27	2,5	23	1,9
	IA ₂	5	17	2,05	2,11	30	2,6	27	2,2
GaD _{1dl}	edQ + IA ₁	6	9	1,73	1,82	25	2,5	23	2,1
	IA ₂	4	16	1,96	-	29	2,4	-	-
GD _{1PZ_{3bg}- qs}	edQ + IA ₁	7	11	1,81	1,89	26	2,2	24	1,9
	IA ₂	5	14	1,99	2,05	30	2,3	25	1,9

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 vùng đồi núi tỉnh Thừa Thiên Huế.

Từ phương pháp, trình tự và dữ liệu đã chọn, công tác kiểm toán ổn định trượt đã tiến hành và kết quả được trình bày ở các Bảng 2, 3, 4, 5.

Bảng 2. Hệ số ổn định trượt sườn dốc cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ+IA₁ và phụ đới IA₂ hệ tầng Núi Vú [5,6]

PHỤ ĐỚI PHONG HÓA TRẠNG THÁI ÁM	h _i (m)	α _i độ	cos α _i	sin α _i	γ _{wi} T/m ³	φ _i (độ)	tg φ _i	C T/m ²	$\eta_i = \frac{\gamma_w h_i 1.1 \cos \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i + C_i 1.1}{\gamma_w h_i 1.1 \sin \alpha_i}$				
									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	0,939	0,342	1,75	26°	0,4877	2,3	3,26	2,62	2,30	2,10	-
	3	25	0,906	0,422	1,75	26°	0,4877	2,3	2,60	2,09	1,82	1,67	-
	4	30	0,866	0,500	1,75	26°	0,4877	2,3	2,16	1,72	1,56	1,37	-
	5	35	0,819	0,573	1,75	26°	0,4877	2,3	1,85	1,46	1,27	1,16	-
	40	0,766	0,642	1,75	26°	0,4877	2,3	1,61	1,26	1,09	0,99	-	
45	0,707	0,707	1,75	26°	0,4877	2,3	1,42	1,11	0,96	0,86	-		
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	2	20	0,939	0,342	1,86	22°	0,4040	1,8	2,52	2,05	1,82	1,68	-
	3	25	0,906	0,422	1,86	22°	0,4040	1,8	2,01	1,63	1,44	1,33	-
	4	30	0,866	0,500	1,86	22°	0,4040	1,8	1,67	1,34	1,18	1,09	-
	5	35	0,819	0,573	1,86	22°	0,4040	1,8	1,42	1,14	1,00	0,92	-
	40	0,766	0,642	1,86	22°	0,4040	1,8	1,23	0,98	0,86	0,78	-	
45	0,707	0,707	1,86	22°	0,4040	1,8	1,09	0,86	0,75	0,71	-		
edQ - IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái 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)	1,5+1=2,5	20	0,939	0,342	1,75;1,98	28°(IA ₂)	0,5317	2,8(IA ₂)	3,24	2,72	2,35	2,09	1,95
	2+1,5=3,5	25	0,906	0,422	1,75;1,98	28°(IA ₂)	0,5317	2,8(IA ₂)	2,57	2,17	1,86	1,65	1,54
	3+2=5	30	0,866	0,500	1,75;1,98	28°(IA ₂)	0,5317	2,8(IA ₂)	2,14	1,78	1,53	1,35	1,26
	4+3=7	35	0,819	0,573	1,75;1,98	28°(IA ₂)	0,5317	2,8(IA ₂)	1,82	1,51	1,29	1,14	1,05
	5+4=9	40	0,766	0,642	1,75;1,98	28°(IA ₂)	0,5317	2,8(IA ₂)	1,58	1,31	1,11	0,97	0,90
45	0,707	0,707	1,75;1,98	28°(IA ₂)	0,5317	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	0,939	0,342	1,86;2,05	26°(IA ₂)	0,4877	2,4(IA ₂)	2,79	2,38	2,06	1,85	1,74
	2+1,5=3,5	25	0,906	0,422	1,86;2,05	26°(IA ₂)	0,4877	2,4(IA ₂)	2,22	1,88	1,63	1,46	1,37
	3+2=5	30	0,866	0,500	1,86;2,05	26°(IA ₂)	0,4877	2,4(IA ₂)	1,84	1,55	1,34	1,20	1,12
	4+3=7	35	0,819	0,573	1,86;2,05	26°(IA ₂)	0,4877	2,4(IA ₂)	1,56	1,31	1,13	1,01	0,94
	5+4=9	40	0,766	0,642	1,86;2,05	26°(IA ₂)	0,4877	2,4(IA ₂)	1,35	1,13	0,97	0,86	0,80
45	0,707	0,707	1,86;2,05	26°(IA ₂)	0,4877	2,4(IA ₂)	1,19	0,99	0,85	0,74	0,68		

Bảng 3. Hệ số ổn định trượt sườn dốc cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ+IA₁ và phụ đới IA₂ hệ tầng A Vương [5,6]

PHỤ ĐỚI PHONG HÓA TRẠNG THÁI ÁM	h _i (m)	α _i độ	cos α _i	sin α _i	γ _{wi} T/m ³	φ _i (độ)	tg φ _i	C T/m ²	$\eta_i = \frac{\gamma_w h_i 1.1 \cos \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i + C_i 1.1}{\gamma_w h_i 1.1 \sin \alpha_i}$					
									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	0,939	0,342	1,79	27°	0,5095	2,5	3,44	2,76	2,42	2,21	2,08	-
	3	25	0,906	0,422	1,79	27°	0,5095	2,5	2,75	2,20	1,92	1,76	1,65	-
	4	30	0,866	0,500	1,79	27°	0,5095	2,5	2,28	1,81	1,58	1,44	1,35	-
	5	35	0,819	0,573	1,79	27°	0,5095	2,5	1,95	1,54	1,34	1,21	1,13	-
	6	40	0,766	0,642	1,79	27°	0,5095	2,5	1,70	1,33	1,15	1,04	0,97	-
45	0,707	0,707	1,79	27°	0,5095	2,5	1,50	1,17	1,00	0,90	0,84	-		
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	2	20	0,939	0,342	1,89	23°	0,4245	1,9	2,64	2,14	1,90	1,75	1,65	-
	3	25	0,906	0,422	1,89	23°	0,4245	1,9	2,10	1,71	1,51	1,41	1,31	-
	4	30	0,866	0,500	1,89	23°	0,4245	1,9	1,74	1,40	1,24	1,14	1,08	-
	5	35	0,819	0,573	1,89	23°	0,4245	1,9	1,49	1,19	1,05	1,01	0,90	-
	6	40	0,766	0,642	1,89	23°	0,4245	1,9	1,29	1,03	0,90	0,82	0,77	-
45	0,707	0,707	1,89	23°	0,4245	1,9	1,13	0,90	0,78	0,71	0,66	-		
edQ - IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ẩm 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)	1,5+1=2,5	20	0,939	0,342	1,79;2,05	30°(IA ₂)	0,5773	2,6(IA ₂)	3,19	2,73	2,31	2,12	2,03	1,95
	2+1,5=3,5	25	0,906	0,422	1,79;2,05	30°(IA ₂)	0,5773	2,6(IA ₂)	2,54	2,16	1,82	1,67	1,60	1,53
	3+2=5	30	0,866	0,500	1,79;2,05	30°(IA ₂)	0,5773	2,6(IA ₂)	2,09	1,78	1,50	1,37	1,30	1,25
	4+3=7	35	0,819	0,573	1,79;2,05	30°(IA ₂)	0,5773	2,6(IA ₂)	1,79	1,51	1,26	1,14	1,09	1,04
	5+4=9	40	0,766	0,642	1,79;2,05	30°(IA ₂)	0,5773	2,6(IA ₂)	1,54	1,30	1,08	0,97	0,92	0,88
45	0,707	0,707	1,79;2,05	30°(IA ₂)	0,5773	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	0,939	0,342	1,89;2,11	27°(IA ₂)	0,5095	2,2(IA ₂)	2,70	2,32	1,99	1,83	1,76	1,69
	2+1,5=3,5	25	0,906	0,422	1,89;2,11	27°(IA ₂)	0,5095	2,2(IA ₂)	2,15	1,84	1,58	1,44	1,38	1,33
	3+2=5	30	0,866	0,500	1,89;2,11	27°(IA ₂)	0,5095	2,2(IA ₂)	1,77	1,51	1,29	1,18	1,13	1,08
	4+3=7	35	0,819	0,573	1,89;2,11	27°(IA ₂)	0,5095	2,2(IA ₂)	1,50	1,28	1,08	0,99	0,94	0,90
	5+4=9	40	0,766	0,642	1,89;2,11	27°(IA ₂)	0,5095	2,2(IA ₂)	1,30	1,10	0,92	0,84	0,80	0,76
45	0,707	0,707	1,89;2,11	27°(IA ₂)	0,5095	2,2(IA ₂)	1,14	0,92	0,80	0,72	0,68	0,65		

Bảng 4. Hệ số ổn định trượt sườn dốc cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ + IA₁ và phụ đới IA₂ phức hệ Đại Lộc [5,6]

PHỤ ĐỚI PHONG HÓA TRẠNG THÁI ẨM	h _i (m)	α _i độ	cos α _i	sin α _i	γ _{wi} T/m ³	φ _i (độ)	tgφ _i	C T/m ²	$\eta_i = \frac{\gamma_w h_i 1.1 \cos \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i + C_i 1.1}{\gamma_w h_i 1.1 \sin \alpha_i}$				
									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	0,939	0,342
	3	25	0,906	0,422	1,73	25°	0,4663	2,5	2,71	2,14	1,86	1,68	1,57
	4	30	0,866	0,500	1,73	25°	0,4663	2,5	2,25	1,77	1,53	1,38	1,29
	5	35	0,819	0,573	1,73	25°	0,4663	2,5	1,92	1,50	1,30	1,17	1,08
	6	40	0,766	0,642	1,73	25°	0,4663	2,5	1,68	1,31	1,12	1,00	0,93
	45	0,707	0,707	1,73	25°	0,4663	2,5	1,49	1,15	0,98	0,87	0,81	
edQ - IA ₁ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	2	20	0,939	0,342	1,82	23°	0,4245	2,1	2,85	2,29	2,00	1,84	1,73
	3	25	0,906	0,422	1,82	23°	0,4245	2,1	2,28	1,33	1,60	1,46	1,37
	4	30	0,866	0,500	1,82	23°	0,4245	2,1	1,89	1,50	1,31	1,20	1,12
	5	35	0,819	0,573	1,82	23°	0,4245	2,1	1,61	1,28	1,11	1,01	0,94
	6	40	0,766	0,642	1,82	23°	0,4245	2,1	1,41	1,10	0,96	0,87	0,81
	45	0,707	0,707	1,82	23°	0,4245	2,1	1,24	0,97	0,83	0,73	0,70	
edQ - IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ẩm tự nhiên: 1;2;5 và 6 (cấp bề dày edQ - IA ₁); 1;2;5;4 (cấp bề dày IA ₂)	1+1=2	20	0,939	0,342	1,73;1,96	29°(IA ₂)	0,5543	2,4(IA ₂)	3,53	2,28	1,91	-	-
	2,5+2,5=5	25	0,906	0,422	1,73;1,96	29°(IA ₂)	0,5543	2,4(IA ₂)	2,73	1,80	1,50	-	-
	6+4=10	30	0,866	0,500	1,73;1,96	29°(IA ₂)	0,5543	2,4(IA ₂)	2,26	1,48	1,22	-	-
		35	0,819	0,573	1,73;1,96	29°(IA ₂)	-	-	1,92	1,24	1,02	-	-
		40	0,766	0,642	1,73;1,96	29°(IA ₂)	-	-	1,67	1,07	0,87	-	-
		45	0,707	0,707	1,73;1,96	29°(IA ₂)	-	-	1,47	0,92	0,74	-	-

Bảng 5. Hệ số ổn định trượt sườn dốc cấu tạo từ đất đá phụ đới edQ + IA₁ và phụ đới IA₂ phức hệ Bến Giàng - Quế Sơn [5,6]

PHỤ ĐỚI PHONG HÓA TRẠNG THÁI ẨM	h _i (m)	α _i độ	cos α _i	sin α _i	γ _{wi} T/m ³	φ _i (độ)	tgφ _i	C T/m ²	$\eta_i = \frac{\gamma_w h_i 1.1 \cos \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i + C_i 1.1}{\gamma_w h_i 1.1 \sin \alpha_i}$					
									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	0,939	0,342	1,81
	3	25	0,906	0,422	1,81	26°	0,4877	2,2	2,49	2,01	1,77	1,62	1,53	1,46
	4	30	0,866	0,500	1,81	26°	0,4877	2,2	2,06	1,65	1,45	1,33	1,25	1,19
	5	35	0,819	0,573	1,81	26°	0,4877	2,2	1,76	1,40	1,23	1,12	1,05	1,00
	6	40	0,766	0,642	1,81	26°	0,4877	2,2	1,53	1,21	1,06	0,96	0,90	0,85
	45	0,707	0,707	1,81	26°	0,4877	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	0,939	0,342	1,89	24°	0,4452	1,9	2,70	2,20	1,96	1,81	1,71	1,64
	3	25	0,906	0,422	1,89	24°	0,4452	1,9	2,14	1,75	1,55	1,46	1,35	1,29
	4	30	0,866	0,500	1,89	24°	0,4452	1,9	1,78	1,44	1,27	1,17	1,10	1,06
	5	35	0,819	0,573	1,89	24°	0,4452	1,9	1,51	1,22	1,07	0,98	0,93	0,89
	6	40	0,766	0,642	1,89	24°	0,4452	1,9	1,31	1,05	0,92	0,84	0,79	0,76
	45	0,707	0,707	1,89	24°	0,4452	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	0,939	0,342	1,81;1,99	30°(IA ₂)	0,5773	2,3(IA ₂)	3,39	2,48	2,09	1,96	1,88	-
	2,5+1,5=4	25	0,906	0,422	1,81;1,99	30°(IA ₂)	0,5773	2,3(IA ₂)	2,71	1,96	1,65	1,54	1,48	-
	4+3=7	30	0,866	0,500	1,81;1,99	30°(IA ₂)	0,5773	2,3(IA ₂)	2,24	1,61	1,35	1,26	1,20	-
	5,5+4=9,5	35	0,819	0,573	1,81;1,99	30°(IA ₂)	0,5773	2,3(IA ₂)	1,90	1,36	1,13	1,05	1,00	-
	7+5=12	40	0,766	0,642	1,81;1,99	30°(IA ₂)	0,5773	2,3(IA ₂)	1,65	1,16	0,96	0,87	0,85	-
	45	0,707	0,707	1,81;1,99	30°(IA ₂)	0,5773	2,3(IA ₂)	1,44	1,01	0,82	0,76	0,72	-	
edQ-IA ₁ +IA ₂ ở trạng thái độ ẩm bão hòa	1,5+0,5=2	20	0,939	0,342	1,89;2,05	25°(IA ₂)	0,4663	1,9(IA ₂)	2,72	1,99	1,68	1,58	1,52	-
	2,5+1,5=4	25	0,906	0,422	1,89;2,05	25°(IA ₂)	0,4663	1,9(IA ₂)	2,17	1,58	1,33	1,24	1,19	-
	4+3=7	30	0,866	0,500	1,89;2,05	25°(IA ₂)	0,4663	1,9(IA ₂)	1,79	1,29	1,08	1,01	0,97	-
	5,5+4=9,5	35	0,819	0,573	1,89;2,05	25°(IA ₂)	0,4663	1,9(IA ₂)	1,53	1,09	0,91	0,84	0,81	-
	7+5=12	40	0,766	0,642	1,89;2,05	25°(IA ₂)	0,4663	1,9(IA ₂)	1,32	0,94	0,77	0,72	0,68	-
	1,5+0,5=2	45	0,707	0,707	1,89;2,05	25°(IA ₂)	0,4663	1,9(IA ₂)	1,16	0,81	0,66	0,61	0,58	-

4. BÀN LUẬN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Đánh giá về nguy cơ trượt đất đá theo độ dốc và bề dày các phụ đới tàn - sườn tích + phong hóa hoàn toàn và phụ đới phong hóa mạnh

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 trong phụ đới đất tàn sườn tích + phong hóa hoàn toàn và đất phụ đới phong hóa mạnh cho thấy rằng với cùng chiều dài mặt trượt khi góc dốc mặt trượt càng lớn thì khả năng mất ổn định sườn dốc (mái dốc) càng có khả năng xảy ra mãnh liệt hơn.

- Kiểm toán ổn định trượt cho thấy trượt không xảy ra trong các phụ đới phong hóa hoàn toàn + tàn - sườn tích đến phụ đới phong hóa mạnh khi địa hình sườn đồi (mái dốc) có góc dốc dưới 25° kể cả trong mùa mưa lũ và tầng phủ có bề dày lớn đến 10 - 11m.

- Vào mùa khô, đối với phụ đới đất tàn - sườn tích ($edQ + IA_1$) và phụ đới (IA_2) trên các hệ tầng, phức hệ nghiên cứu khả năng mất ổn định sườn dốc chỉ xảy ra khi độ dốc sườn đồi núi $\alpha_i > 35^\circ$.

- Vào mùa mưa lũ, khi đất đá ở trạng thái bão hòa nước, hệ số ổn định giảm xuống nên ở các sườn dốc (mái dốc) cấu tạo từ đất loại sét phụ đới tàn sườn tích + phong hóa hoàn toàn ($edQ + IA_1$) và phụ đới (IA_2) thường bị xảy ra trượt lở khi độ dốc sườn đồi núi $> 25^\circ$.

- Sườn dốc cấu tạo từ đất phụ đới tàn sườn tích + phong hóa hoàn toàn ($edQ + IA_1$) và phụ đới phong hóa mạnh (IA_2) vẫn rất ổn định khi bề dày tầng phủ này $< 3 - 3,5m$ và độ dốc sườn núi đạt tới 45° , trong đó bề dày tầng phủ càng mỏng hệ số ổn định càng tăng lên và ngược lại [3,6].

4.2. Kết luận

- Quá trình trượt xảy ra trong phụ đới ($edQ+IA_1$) và (IA_2) theo mặt trượt nằm nghiêng với các hệ tầng, phức hệ có chiều dài, bề rộng như nhau (lấy bằng 1m), chiều cao (bề dày) lăng thể bằng với chiều dày trung bình của phụ đới phong hóa đang xét, mặt trượt nằm nghiêng so với mặt phẳng nằm ngang 1 góc bằng độ dốc trung bình của sườn dốc (lấy từ $20 - 45^\circ$), được đánh giá ngẫu nhiên trong 4 hệ tầng (Núi Vú, A Vương, Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn).

- Kết quả phân tích cơ lý của các mẫu đất đá các phụ đới tàn sườn tích, phong hóa hoàn toàn và phong hóa mạnh, cho thấy các chỉ tiêu cơ lý của các phụ đới phong hóa này 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 - 5° , 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.

- Hệ số ổn định sườn dốc cấu tạo từ đất đá các phụ đới ($edQ+IA_1$) và (IA_2) càng

giảm nhanh khi độ bão hòa, bề dày và độ dốc sườn đồi núi tăng. Kết quả kiểm toán cho thấy đất đá bão hòa có bề dày $\leq 2 - 2,5$ 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 $\leq 25^\circ$.

- Cuối cùng, như đã biết, độ dốc sườn đồi núi 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 sườn dốc, mái dốc có góc dốc lớn hơn 25 - 28°. Điều đó khá phù hợp với kết quả nghiên cứu, kiểm toán ổn định trượt sườn dốc như đã trình bày ở trên.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được hoàn thành nhờ sự hỗ trợ từ đề tài “Đánh giá mức độ an toàn của các điểm dân cư dưới tác động của trượt lở đất và lũ quét ở khu vực miền núi tỉnh Thừa Thiên Huế và đề xuất giải pháp ứng phó” (Mã số: B2017-ĐHH-39).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đặng Văn Bào (1996), *Đặc điểm địa mạo dải đồng bằng ven biển Huế - Quảng Ngãi*, Luận án PTSKH Địa lý - Địa chất, Lưu trữ thư viện Quốc Gia, Hà Nội.
- [2]. Công ty tư vấn xây dựng thủy điện miền Trung (2007), *Báo cáo khảo sát địa chất dự án thủy điện A Lưới, Thừa Thiên Huế phục vụ thiết kế kỹ thuật và bản vẽ thi công*, Đà Nẵng.
- [3]. Hà Văn Hành (2018), *Đánh giá mức độ an toàn của các điểm dân cư dưới tác động của trượt lở đất và lũ quét ở khu vực miền núi tỉnh Thừa Thiên Huế và đề xuất giải pháp ứng phó*, Đề tài KHCN cấp Bộ, Mã số: B2017-ĐHH-39.
- [4]. Nguyễn Thị Thanh Nhân (2010), *Nghiên cứu, đánh giá đa chỉ tiêu cường độ hoạt động trượt đất đá trên sườn dốc vùng đồi núi Tây Thừa Thiên Huế*, Đề tài cấp cơ sở (Hỗ trợ NCS), MS N2010 - 14, Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội 11/2010.
- [5]. Nguyễn Thị Thanh Nhân (2014), *Nghiên cứu hiện tượng dịch chuyển đất đá trên sườn dốc vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế, đề xuất phương pháp dự báo và phòng chống phù hợp*, Luận án tiến sĩ Địa chất, Hà Nội.
- [6]. 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.
- [7]. V.D Lomtatze (1982), *Địa chất công trình - Địa chất động lực công trình*, NXB ĐH & THCN, Hà Nội.
- [8]. V.M FRIĐLAN, *Đất và vỏ phong hoá nhiệt đới ẩm*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội - 1973.
- [9]. Website: http://www.cdco.com.vn/news_detail_vn_11.html, tra cứu ngày 10/8/2019

STABILITY ANALYSIS OF RESIDUAL SOIL SLOPE IN MOUNTAIN AREA OF THUA THIEN HUE PROVINCE

Nguyen Thi Thanh Nhan, Ha Van Hanh*, Do Quang Thien,
Hoang Ngo Tu Do, Nguyen Quang Tuan

University of Sciences, Hue University

*Email: hanhdiahue@yahoo.com

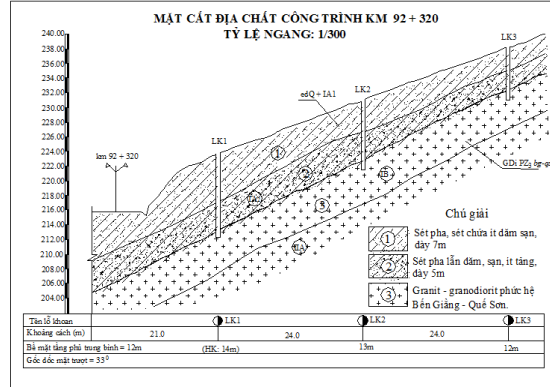
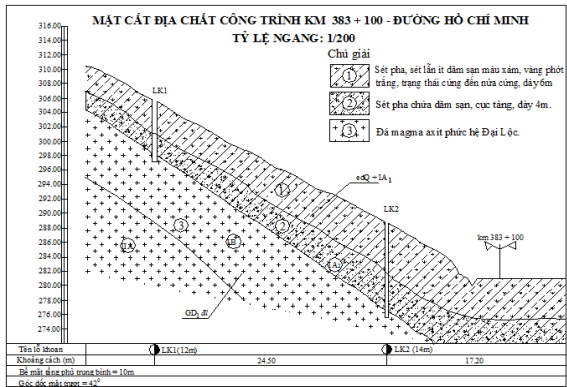
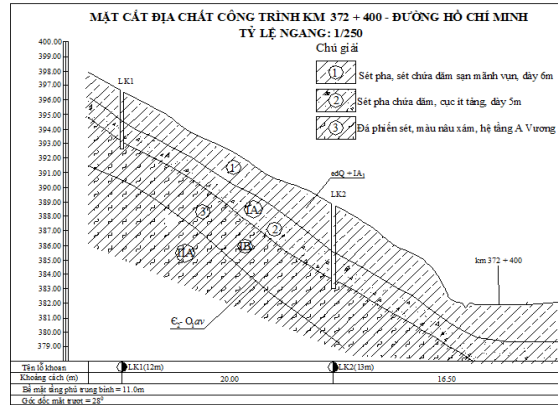
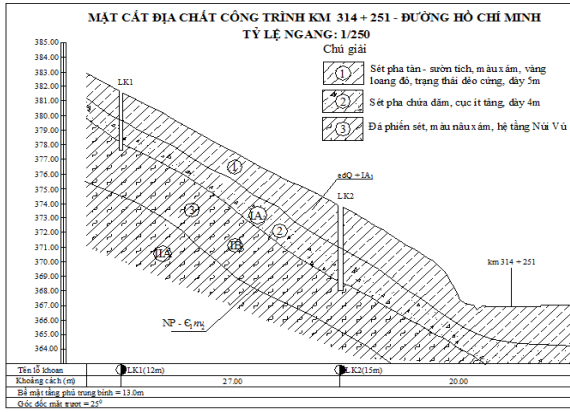
ABSTRACT

The mountain region of Thua Thien Hue province accounts for about 76% of the total area; this region is situated in the tropical monsoon zone caused strongly influence of the weathering crust feature; the crust in some places can be more than 10m depth, with main components including clayey sand with stuff, gravels, and boulders. Due to the weathering process, the shear strength characteristic of soil is reduced significantly, the internal friction angle has been reduced from 5° to 2° and cohesion value also reduced from 0.07 to 0.02 kg/cm², the soil bulk density has been increased from 0.02 to 0.12 g/cm³, the highest transformation is during the rainy season. The change of physical soil properties caused slope instability which has contributed to the relative abundance of landslide occurrence along mountain roads of Thua Thien Hue province. Especially, landslides in the study area are strongly occurring in areas with slope angles larger than 25° .

Keywords: Slope stabilization, wasteland, weathered soil, mountainous areas in Thua Thien Hue

Đánh giá độ ổn định sườn dốc của đất đá tàn sườn tích tại vùng đồi núi tỉnh Thừa Thiên Huế

PHỤ LỤC



Mặt cắt ĐCCT đất đá các phụ đới tàn sườn tích - phụ đới hoàn toàn edQ + IA₁, phụ đới phong hóa mạnh IA₂ của các hệ tầng Núi Vù, A Vương và các phức hệ Đại Lộc, Bến Giằng - Quế Sơn.



Nguyễn Thị Thanh Nhân sinh ngày 28/06/1978 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2000, bà tốt nghiệp Cử nhân ngành ĐCCT - ĐCTV; năm 2004 tốt nghiệp Thạc sĩ chuyên ngành Địa chất; năm 2014 bảo vệ Tiến sĩ chuyên ngành Kỹ thuật Địa chất tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội. Từ năm 2000 đến nay, bà công tác tại Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Kỹ thuật địa chất, Địa động lực và tai biến địa chất, Địa kỹ thuật môi trường.



Hà Văn Hành sinh ngày 02/08/1961 tại Quảng Bình. Ông tốt nghiệp cử nhân ngành Địa lý – Địa chất năm 1988. Năm 2002, ông nhận học vị tiến sĩ tại Đại học Quốc gia Hà Nội, chuyên ngành Quản lý Tài nguyên và Môi trường. Năm 2012, ông nhận học hàm phó giáo sư tại Việt Nam. Từ năm 1989 đến nay, ông công tác tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Sinh thái cảnh quan, quy hoạch sử dụng đất, tai biến thiên nhiên, quản lý tài nguyên và môi trường.



Đỗ Quang Thiên sinh ngày 13/01/1969 tại Quảng Nam. Từ năm 1993 đến năm 1997, ông công tác tại Liên Đoàn ĐCCT-ĐCTV Miền Trung. Từ năm 1997 đến nay, ông công tác tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa chất công trình - Địa kỹ thuật và môi trường



Hoàng Ngô Tự Do sinh ngày 21/07/1976 tại Thừa Thiên Huế. Năm 1999 ông tốt nghiệp Kỹ sư Địa chất học tại Trường ĐH Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh; năm 2004 tốt nghiệp Thạc sĩ Địa chất học tại Trường ĐH Khoa học, ĐH Huế; năm 2016 bảo vệ thành công Tiến sĩ tại Trường ĐH Mỏ - Địa chất. Năm 2000-2004, ông công tác tại Trung tâm TNMT & CNSH – ĐHH (nay là Viện TNMT, ĐH Huế); từ 2004 đến nay là giảng viên tại Khoa Địa lý – Địa chất, Trường ĐH Khoa học, ĐH Huế.



Nguyễn Quang Tuấn sinh ngày 25/06/1977 tại Hà Tĩnh. Năm 2001, ông tốt nghiệp cử nhân Địa lý; Năm 2005 tốt nghiệp thạc sĩ Địa lý tự nhiên; Năm 2014 Tốt nghiệp tiến sĩ Địa lý tự nhiên; Năm 2018 ông được phong học hàm Phó giáo sư. Từ năm 2001 đến nay, ông công tác tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa lý tự nhiên, Sinh thái cảnh quan, quy hoạch sử dụng đất, tai biến thiên nhiên Bản đồ, Viễn thám, GIS và hạ tầng dữ liệu không gian (SDI)

