

ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ BIẾN ĐỔI TÍNH CHẤT CƠ LÝ THEO ĐỘ ẨM ĐẾN ĐỘ ỔN ĐỊNH MÁI DỐC TRÊN CÁC LOẠI ĐẤT SƯỜN TÀN TÍCH KHU VỰC ĐÀ LẠT

HÀ NGỌC ANH, THÁI HỒNG ANH*,
HOÀNG HẢI YẾN, NGUYỄN VIỆT TIẾN

Changes in geotechnical parameters of residual soils with water content and factor of safety of assumed slope in Dalat

Abstract: Landslide has occurred more and more seriously in Da Lat city in recent years. Public articles based on landslide assessment, landslide zonation mapping to prevent and mitigate negative consequence. Changes in geotechnical parameters of residual soils with water content were investigated in this study. Shear strength of the soil are altered resulting on an increase in water content were calculated on nature moisture content, optimum water content, and saturated water content. The results were used to calculate factor of safety of assumed slope. The results show that cohesion and angle of internal friction were decreased with increasing saturated degrees and the decrease of cohesion was more significant than that of angle of internal friction. Values of factor of safety decreased from 34 - 60 in percentage.

Keywords: residual soil, water content, shear strength, internal friction angle, cohesive, factor of safety

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại biến trượt lở đất khu vực thành phố Đà Lạt những năm gần đây có chiều hướng gia tăng. Trên địa bàn thành phố đã ghi nhận 214 điểm nứt, sụt đất, trượt lở đất [1]. Trượt lở đất xảy ra tập trung chủ yếu vào mùa mưa và các vị trí trượt lở chủ yếu xảy ra dọc các tuyến đường giao thông, các khu vực san gạt mặt bằng để quy hoạch làm khu đô thị, khu tái định cư, chân sườn dốc bị cắt xẻ để xây dựng công trình, các khu đất đồi được cải tạo bóc bỏ lớp phủ thực vật để chuyển đổi mục đích sử dụng.

Quy mô trượt lở cũng rất đa dạng từ nhỏ đến vừa, vật liệu trượt là các loại đất sườn tàn tích có mặt trong khu vực là sản phẩm của quá trình

phong hóa các đá trên các loại đá granit (hệ tầng Định Quán, hệ tầng Ankoret - Cà Ná), rhyolit dacit (hệ tầng Đơn Dương) bazan (hệ tầng Xuân Lộc), sét kết, bột kết (hệ tầng La Ngà). Trượt lở phát triển trên mái dốc có thành phần là đất sườn tàn tích phong hóa từ đá thuộc hệ tầng Định Quán và Ankoret - Cà Ná [2].

Đặc điểm trượt lở phụ thuộc nhiều vào tính chất của vật liệu trượt. Đánh giá tai biến trượt lở cần quan tâm đến các yếu tố ảnh hưởng, trong đó tính chất cơ lý của vật liệu trượt, xác định định lượng sự ảnh hưởng của độ ẩm đến sự suy giảm sức kháng cắt cũng như hệ số ổn định của mái dốc [3].

Tính chất vật lý của đất chủ yếu ảnh hưởng đến sức kháng cắt của đất bao gồm cấp phối thành phần hạt, độ lỗ rỗng, độ ẩm và tính thấm [4]. Quá trình xâm nhập của nước mưa dẫn đến

* Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
ĐD: 0363801689;
Email: honganh224@gmail.com

thay đổi độ ẩm của đất cùng với sự suy giảm cường độ kháng cắt của đất và hệ số ổn định mái dốc [5].

Bài báo sử dụng phương pháp điều tra thực địa, thu thập mẫu nguyên trạng; Thí nghiệm trong phòng xác định các chỉ tiêu cơ lý. Phân tích đánh giá ảnh hưởng của độ ẩm đến tính chất cơ học của các loại đất sườn tàn tích khu vực thành phố Đà Lạt, phân tích mô hình về sự suy giảm hệ số ổn định mái dốc ở những điều kiện khác nhau.

2. ĐẶC ĐIỂM CÁC LOẠI ĐẤT SƯỜN TÀN TÍCH KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Thành phố Đà Lạt có cấu trúc nền gồm 90% diện tích đất là sản phẩm sườn tàn tích phát triển trên các loại đá granit (hệ tầng Định Quán, hệ tầng Ankoret - Cà Ná), ryolit dacit (hệ tầng Đơn Dương) bazan (hệ tầng Xuân Lộc), sét kết, bột kết (hệ tầng La Ngà). Khoảng 10 % diện tích là các sản phẩm trầm tích hiện đại. Đối tượng nghiên cứu của đề tài nhằm đến các loại đất sườn tàn tích trong khu vực nghiên cứu thường phân bố ở các sườn dốc trong khu vực.

Đất sườn tàn tích hệ tầng Định Quán

Đất sườn tàn tích phát triển trên magma xâm nhập granite hạt nhỏ - trung sáng màu, granite biotit hạt trung - lớn dạng porphyr, có bề dày biến đổi từ 8-15m với thành phần chủ yếu là sét pha lẫn dăm sạn màu nâu đỏ, nâu vàng; xuất hiện nhiều tầng lẫn trên các sườn dốc. Lớp phủ phong hóa trên đá magma xâm nhập granodiorit - biotite hạt vừa - nhỏ, có bề dày biến đổi từ 10 - 15 m với thành phần chủ yếu là sét, sét pha màu nâu đỏ lẫn dăm sạn chứa nhiều thạch anh.

Đất sườn tàn tích hệ tầng Ankoret - Cà Ná

Phân bố chủ yếu ở phần phía tây - tây nam thành phố Đà Lạt và phần phía nam Hồ Xuân Hương. Thành phần chủ yếu là sét lẫn dăm, sạn, cát, trạng thái nửa cứng. Chiều dày của vỏ phong hóa phát triển trên các đá thuộc hệ tầng Ankoret - Cà Ná khoảng khá mỏng từ 1 m đến khoảng 8-10 m.

Đất sườn tàn tích hệ tầng Đơn Dương

Lớp phủ trên các đá trầm tích núi lửa có bề dày biến đổi từ 5-10m với thành phần chính là sét, sét pha lẫn dăm sạn, màu xám xanh, loang lổ; trạng thái từ dẻo mềm – dẻo cứng. Phân bố chủ yếu ở phía đông, đông nam thành phố Đà Lạt.

Đất sườn tàn tích hệ tầng La Ngà

Lớp phủ phong hóa trên các đá trầm tích có bề dày biến đổi thay đổi từ 2 – 5m. Thành phần chủ yếu là sét, sét pha màu nâu đỏ, nâu tím, trạng thái dẻo mềm - dẻo cứng, vẫn giữ được cấu trúc. Phân bố chủ yếu ở phần trung tâm, phía bắc và phía đông bắc thành phố Đà Lạt.

Đất sườn tàn tích hệ tầng Xuân Lộc

Sản phẩm phong hóa thường sẫm màu, đen. Diện phân bố của loại vỏ phong hóa này không lớn tập trung ở khu vực sân bay Cam Ly và xã Xuân Thọ, tuy nhiên bề dày của loại vỏ phong hóa này có thể đến 20m, địa hình khu vực phân bố loại này có độ dốc lớn, có nguy cơ cao xảy ra trượt lở, cần có những nghiên cứu đánh giá cụ thể.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các mẫu đất trong khu vực được lấy đại diện cho đất sườn tàn tích trong khu vực. Với mỗi loại đất, tiến hành đóng 3 mẫu đất nguyên dạng ở các độ sâu từ 0,5m đến 1m. Các mẫu đất sau khi thu thập được bảo quản và chuyển về phòng thí nghiệm để xác định các chỉ tiêu cơ lý của đất. Với mỗi loại đất sườn tàn tích cũng tiến hành thu thập các mẫu đất không nguyên dạng để thí nghiệm đầm nện Proctor cải tiến. Thành phần hạt trung bình của các mẫu đất thể hiện trong bảng 1. Các chỉ tiêu vật lý được thể hiện trong bảng 2.

Kết quả thí nghiệm xác định thành phần hạt các mẫu đất cho thấy nhóm hạt sét và hạt bụi chiếm ưu thế với tỷ lệ là từ 26-29 % và 32-37%, theo thứ tự. Từ kết quả phân tích thành phần hạt và chỉ số dẻo, đất được xếp vào loại đất sét trạng thái dẻo cứng đến cứng. Ở trạng thái tự nhiên, các mẫu đất có độ ẩm trung bình từ 40 đến 60%.

Bảng 1. Thành phần hạt trung bình các mẫu đất khu vực thành phố Đà Lạt

Loại đất	Hàm lượng % các nhóm hạt										
	Hạt sạn sỏi			Hạt cát					Hạt bụi		Hạt sét
	>10 mm	10-5	2-5	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005mm
edQ(K _{2ac})	-	-	-	2,0	1,8	1,79	1,41	29,3	19,3	10,6	32,2
edQ(K _{2đq})	-	-	-	-	1,1	1,34	1,96	33,3	16,6	10,6	35,1
edQ(K _{2đđ})	-	-	0,6	0,8	1,1	1,5	1,7	32,9	17,3	11,2	32,8
edQ(J _{2ln})	-	1,8	6,7	2,1	2,0	1,5	1,6	25,2	15,7	10,5	32,9
edQ(Q _{2xl})	-	0,3	0,8	0,2	1,2	1,2	1,8	28,7	18,1	10,2	37,4

Bảng 2. Giá trị chỉ tiêu cơ lý trung bình các mẫu đất khu vực thành phố Đà Lạt

Số hiệu mẫu	Độ ẩm tự nhiên	Khối lượng thể tích		Khối lượng riêng	Độ lỗ rỗng	Hệ số rỗng	Giới hạn chảy	Giới hạn dẻo	Chỉ số dẻo
		tự nhiên	khô						
	W	γ	γ_c	Δ	n	e	W _L	W _p	PI
	%	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	%		%	%	
edQ(K _{2đq})	19,6	1,68	1,41	2,75	48,7	0,97	39,7	21,3	18,4
edQ(K _{2ac})	21,0	1,83	1,51	2,75	47,5	0,91	43,1	23,6	19,5
edQ(K _{2đđ})	28,7	1,82	1,41	2,75	48,6	0,95	47,7	26,4	21,3
edQ(J _{2ln})	30,3	1,79	1,33	2,75	51,7	1,08	55,2	32,8	22,4
edQ(Q _{2xl})	38,5	1,76	1,27	2,75	54,1	1,21	60,2	34,6	25,6

Thí nghiệm đầm nện Proctor cải tiến

Thí nghiệm đầm nện Proctor cải tiến được tiến hành trên 5 mẫu đất không nguyên dạng theo tiêu chuẩn ASTM D-1557. Các mẫu đất sau khi được phơi khô gió được sàng qua rây No.4 US và lấy theo phương pháp chia 4. Tiến hành đầm nện theo 3 lớp, mỗi lớp đầm 25 chày. Mẫu sau khi được xác định độ ẩm, khối lượng

được giã nhỏ vỡ bằng chày cao su, bổ sung thêm khoảng 5% nước và tiến hành đầm nện lần tiếp theo.

Thí nghiệm cắt phẳng trực tiếp

Thí nghiệm cắt phẳng trực tiếp được tiến hành trên máy cắt phẳng tự động thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM D 3080 để xác định các thông số độ bền kháng cắt của mẫu đất

nguyên dạng, mẫu đất ở trạng thái bão hòa và ở trạng thái khối lượng thể tích khô lớn nhất (mẫu đầm nện).

Tính toán hệ số ổn định mái dốc

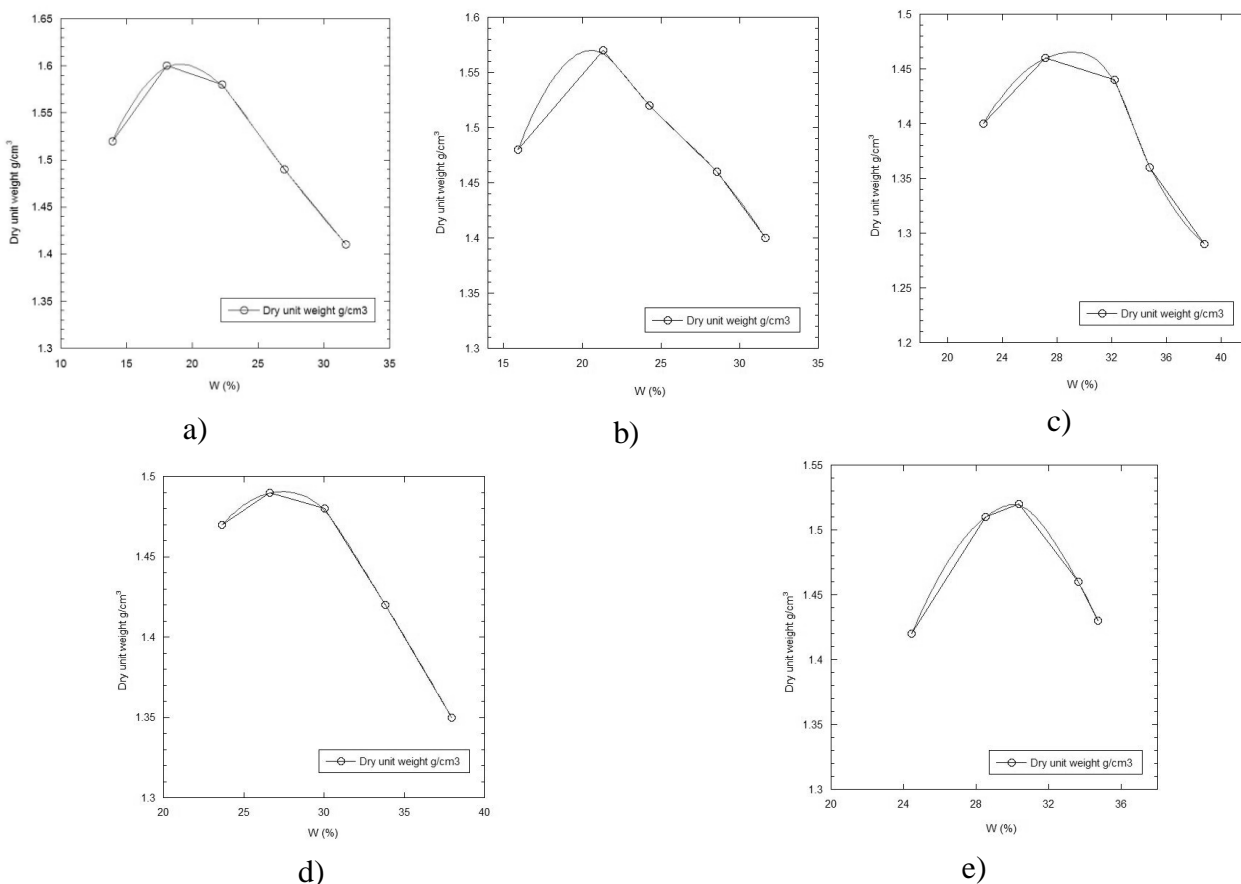
Hệ số ổn định mái dốc được tính toán qua phần mềm Geo-Slope, modul Slope/W, áp dụng phương pháp Bishop đơn giản hoá tính theo điều kiện cân bằng mômen ít gây xoắn vặn các mảnh đất, ít ảnh hưởng tới lực cắt giữa các mảnh. Các trường hợp tính toán hệ số ổn định mái dốc được xây dựng ở trạng thái tự nhiên, trạng thái bão hòa và trạng thái đất có khối lượng thể tích khô lớn nhất. Kích thước hình học của mái dốc được giả định cho trường hợp chiều cao mái dốc là 5m, góc dốc 45° để đánh giá mức độ giảm hệ số ổn định trượt khi tăng độ ẩm và giảm giá trị kháng cắt của đất.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả thí nghiệm đầm nện Proctor cải tiến

Thí nghiệm đầm nện Proctor cải tiến được tiến hành trên 5 loại đất sườn tàn tích trong khu vực nghiên cứu. Kết quả của thí nghiệm được thể hiện trên biểu đồ biểu diễn sự thay đổi của khối lượng thể tích khô theo độ ẩm (hình 1). Khối lượng thể tích khô ứng với độ ẩm tốt nhất của các mẫu $edQ(K_2đq)$, $edQ(K_2ac)$, $edQ(K_2đđ)$, $edQ(J_2ln)$ và $edQ(Q_2xl)$ lần lượt theo thứ tự là $1,52g/cm^3 - 18,1\%$, $1,57g/cm^3 - 21,3\%$, $1,46g/cm^3 - 27,2\%$, $1,49g/cm^3 - 26,7\%$ và $1,52g/cm^3 - 30,4\%$.

Từ thí nghiệm đầm nện Proctor cải tiến, các giá trị độ ẩm tốt nhất đối với từng loại mẫu được sử dụng để tính toán lượng nước thêm vào để đầm nện chế bị mẫu có độ chặt lớn nhất. Mẫu chế bị có độ chặt lớn nhất sau đó được thí nghiệm cắt phẳng trực tiếp bằng máy cắt tự động Cooper TS-2060 để xác định sức kháng cắt của mẫu.



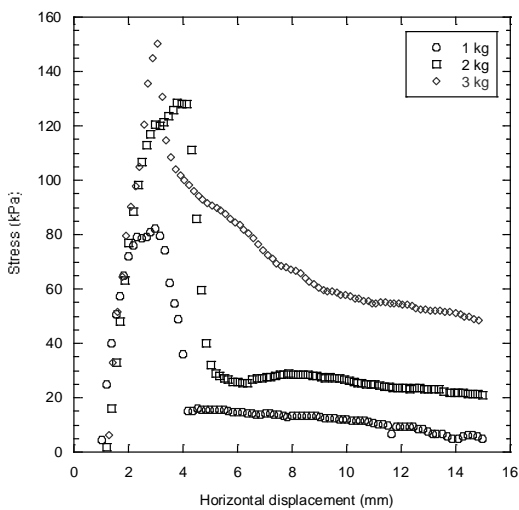
Hình 1. Biểu đồ kết quả thí nghiệm đầm nện Proctor cải tiến
a: $edQ(K_2đq)$, b: $edQ(K_2ac)$, c: $edQ(K_2đđ)$, d: $edQ(J_2ln)$, e: $edQ(Q_2xl)$

Kết quả thí nghiệm cắt phẳng trực tiếp

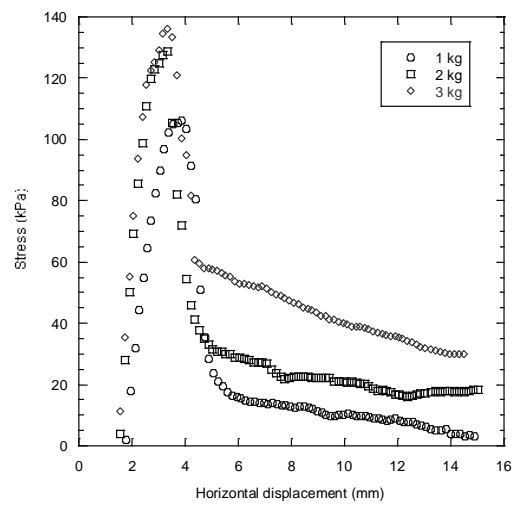
Các đặc trưng của sức kháng cắt 5 mẫu đất $edQ(K_2đq)$, $edQ(K_2ac)$, $edQ(K_2đđ)$, $edQ(J_2ln)$ và $edQ(Q_2xl)$ ở trạng thái nguyên dạng, sau bão hòa 5h, bão hòa 24h và mẫu đầm nện Proctor cải tiến thể hiện trong bảng 3 và hình 3. Sức kháng cắt của mẫu đầm nện thể hiện trong hình 2.

Trong 2 đặc trưng về sức kháng cắt của các mẫu đất, sự suy giảm của lực dính kết thấy rõ hơn so với góc ma sát trong. Các mẫu đất sét tàn

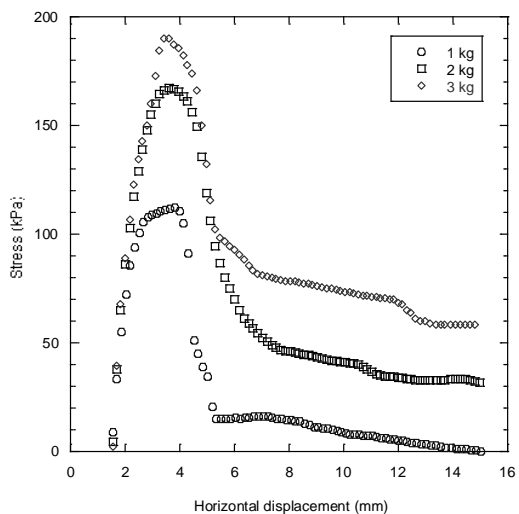
tích khi ở trạng thái bão hòa độ dày lớp nước màng mỏng bao bọc các hạt sét tăng lên làm độ chặt cũng như lực dính kết giữa các hạt suy giảm đáng kể. Kết quả này phù hợp với kết quả của Nguyễn Thị Ngọc Hương, Trịnh Minh Thụ (2013), Kai Cui và Ye Yang (2014). Sự suy giảm nhanh của lực dính kết là do trong thành phần khoáng của đất có các khoáng chất có tính kháng nước kém, dễ bị tan rã và do đó làm lực dính kết giữa các hạt giảm đi đáng kể khi bị ngâm trong nước.



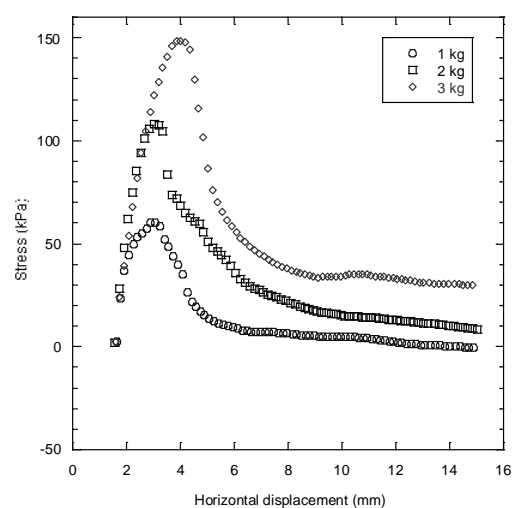
$edQ(K_2đq)$



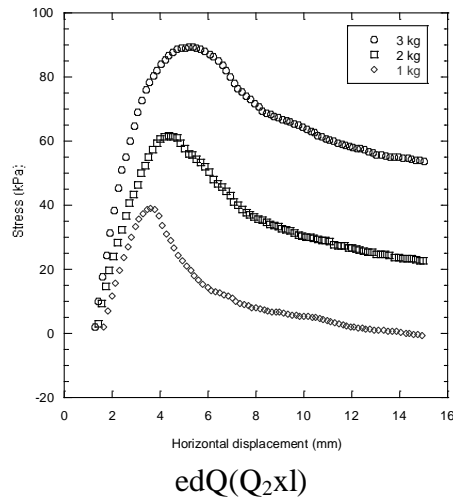
$edQ(K_2ac)$



$edQ(K_2đđ)$



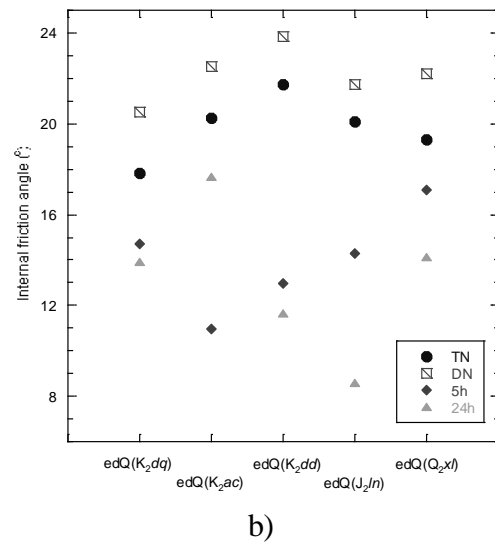
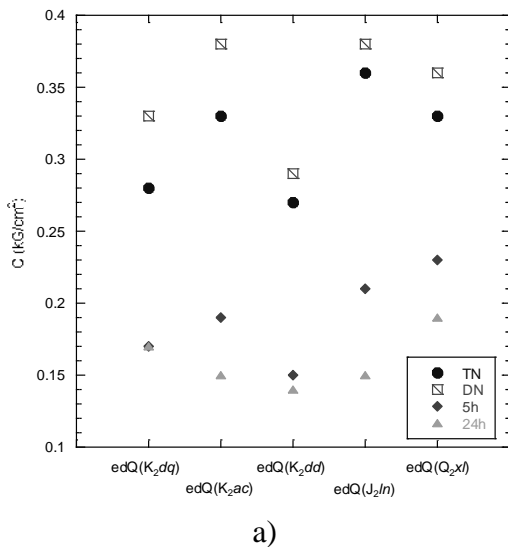
$edQ(J_2ln)$



Hình 2. Kết quả thí nghiệm cắt phẳng trực tiếp các mẫu đầm nện Proctor cải tiến

Bảng 3. Giá trị lực dính kết và góc ma sát trong của các mẫu đất

Số hiệu mẫu	Nguyên dạng		Mẫu đầm nện		Bảo hòa 5h		Bảo hòa 24h	
	φ	C kG/cm ²	φ	C kG/cm ²	φ	C kG/cm ²	φ	C kG/cm ²
edQ(K ₂ đq)	17°49'	0,28	20°32'	0,33	14°44'	0,17	13°54'	0,17
edQ(K ₂ ac)	20°15'	0,33	22°30'	0,38	10°57'	0,19	17°40'	0,15
edQ(K ₂ đđ)	21°43'	0,27	23°49'	0,29	12°57'	0,15	11°39'	0,14
edQ(J ₂ ln)	20°05'	0,36	21°43'	0,38	14°18'	0,21	8°35'	0,15
edQ(Q ₂ xl)	19°18'	0,33	22°12'	0,36	17°04'	0,23	14°09'	0,19



Hình 3. Sự biến đổi của lực dính kết C (a) và góc ma sát trong φ (b) của các mẫu đất sườn tàn tích thuộc thành phố Đà Lạt

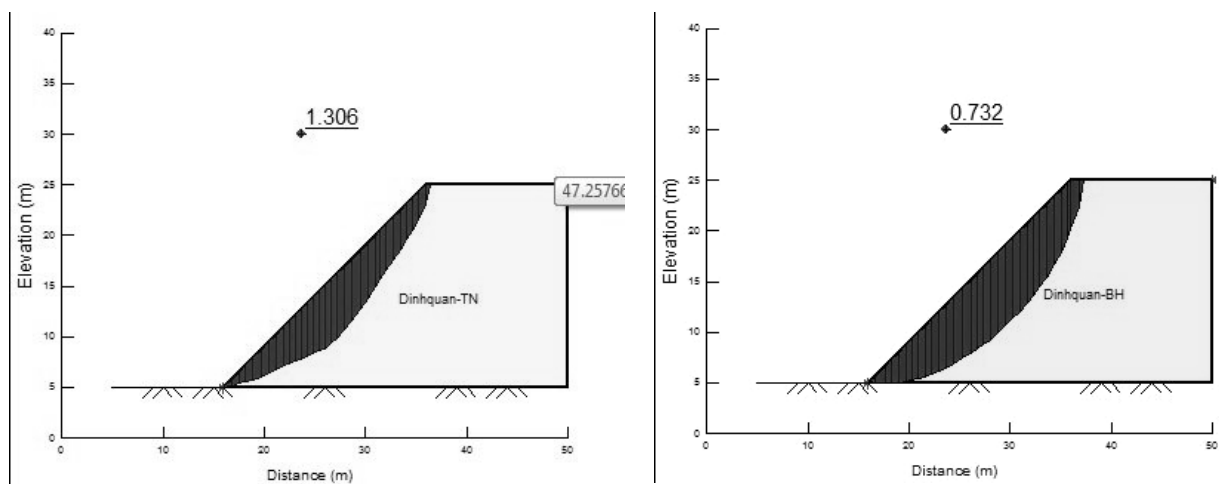
Ảnh hưởng độ ẩm đến sức kháng cắt và hệ số ổn định

Để đánh giá ảnh hưởng của độ ẩm đến sức kháng cắt và hệ số ổn định mái dốc, mô hình giả định mái dốc được thiết lập với góc dốc bằng 45°, chiều cao mái dốc là 20m, thành phần là các loại đất sừn tàn tích trong khu vực nghiên cứu

(hình 4). Trong nghiên cứu này ảnh hưởng của áp lực thủy tĩnh và thủy động chưa đưa vào nhằm thấy rõ sự ảnh hưởng của độ ẩm đến hệ số ổn định của mái dốc. Các thông số đầu vào đưa vào trong mô hình tính toán hệ số ổn định thể hiện trong bảng 3. Kết quả tính toán theo phương pháp Bishop đơn giản trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Hệ số ổn định mái dốc giả định trên các loại đất sừn tàn tích thành phố Đà Lạt

Trạng thái	Hệ số ổn định				
	edQ(K _{2đq})	edQ(K _{2đd})	edQ(J _{2ln})	edQ(J _{2ln})	edQ(Q _{2xl})
Tự nhiên	1,31	1,38	1,43	1,29	1,15
Bão hòa	0,73	0,91	0,78	0,52	0,65
Mức độ suy giảm (%)	43,95	34,04	45,17	59,81	43,61



Hình 4. Mô hình tính toán hệ số ổn định

Hệ số ổn định của mái dốc giả định đối với các loại đất sừn tàn tích đều có giá trị lớn hơn 1 khi ở trạng thái tự nhiên, độ ẩm của đất nhỏ hơn độ ẩm ở trạng thái bão hòa nước. Khi các loại đất này khi ở trạng thái bão hòa nước, hệ số ổn định giảm từ 34 % đến 60 % (bảng 6) tức là mái dốc sẽ mất ổn định. Kết quả này chỉ là tính toán cho mái dốc giả định. Thực tế, ổn định của mái dốc còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác. Trong sự biến đổi của độ ẩm trong mái dốc tự nhiên còn phụ thuộc vào hệ số thấm, độ che phủ của mái

dốc, lượng mưa... Mô hình đối với mái dốc cụ thể cần có những khảo sát chi tiết đối với từng lớp đất trong mái dốc.

4. KẾT LUẬN

Tính chất cơ lý của các loại đất sừn tàn tích (edQ(K_{2đq}), edQ(K_{2ac}), edQ(K_{2đd}), edQ(J_{2ln}) và edQ(Q_{2xl})) trong khu vực thành phố Đà Lạt đóng vai trò quan trọng quyết định độ ổn định của mái dốc. Phân bố của các loại đất này chiếm 90% diện tích toàn vùng. Nghiên cứu này đã xác định một số chỉ tiêu cơ lý đặc

trung cho từng loại đất và đánh giá mức độ suy giảm các đặc trưng kháng cắt khi đất ở các trạng thái khác nhau.

Các thông số đặc trưng kháng cắt của các mẫu đất được khảo sát ở các trạng thái tự nhiên, trạng thái đầm nện có độ ẩm tốt nhất, bão hòa 5h, bão hòa 24h cho thấy sự biến đổi ở cả 2 thông số lực dính kết và góc ma sát trong, tuy nhiên sự suy giảm sức kháng cắt của các mẫu đất chủ yếu phụ thuộc vào sự suy giảm lực dính kết khi độ ẩm tăng dần đến độ ẩm bão hòa.

Hệ số ổn định được tính toán cho mái dốc giả định đối với các loại đất sườn tàn tích $edQ(K_2dq)$, $edQ(K_2ac)$, $edQ(K_2dd)$, $edQ(J_2ln)$ và $edQ(Q_2xl)$ trong khu vực cho thấy mức độ suy giảm từ 34 đến 60 % trong điều kiện mái dốc bão hòa hoàn toàn. Để tính toán cụ thể cho mái dốc thực tế cần khảo sát chi tiết và đánh giá thêm mức độ lan truyền ẩm trong mô hình.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được hoàn thành với sự giúp đỡ của Đề tài DDL.01/20-21. Các tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ nhiệt tình của các cơ quan, Sở, Ban, Ngành, nhân dân ở khu vực nghiên cứu và Viện Địa chất - Viện HLKHCN VN trong quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Ngọc Thanh, 2020. *Nghiên cứu các tai biến địa chất: nứt, sụt đất, trượt lở đất và đề xuất các giải pháp cảnh báo, ngăn ngừa và khắc phục trên địa bàn thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng*. Báo cáo tổng kết đề tài.
2. Hoàng Vương và nnk, 1997. *Báo cáo điều tra địa chất đô thị thành phố Đà Lạt*. Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất.
3. Nguyễn Thị Thanh Nhàn, Nguyễn Thanh, 2012. *Tính chất cơ lý đất đá và ảnh hưởng của chúng đến các quá trình dịch chuyển đất đá trên sườn dốc, mái dốc và vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế*, Tạp chí Khoa học, Đại học Huế, tập 74B, số 5, -123-132.
4. Nguyễn Văn Thìn, 2007. Ảnh hưởng của mưa đến ổn định mái dốc, Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 16 p95-99.
5. Nguyễn Thị Ngọc Hương, Trịnh Minh Thụ, 2013, *Xác định cường độ chống cắt của đất không bão hòa bằng thí nghiệm cắt trực tiếp*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 42, p94-99.
6. Kai Cui1, Ye Yang, 2014. *Experimental Study on Engineering Characteristics of Basalt Residual*. Vols 580-583 (2014) pp 460-463.

Người phản biện: PGS, TS. VŨ CAO MINH