

Đánh giá ổn định sườn dốc khu vực trượt lở phường B'Lao, thành phố Bảo Lộc, tỉnh Lâm Đồng và đề xuất các giải pháp phòng chống

- **Bùi Trọng Vinh**
- **Nguyễn Sanh Hà**
- **Nguyễn Huỳnh Thông**

Bộ môn Tài nguyên Trái Đất và Môi trường- Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 10 tháng 8 năm 2015; hoàn chỉnh sửa chữa ngày 15 tháng 10 năm 2015)

TÓM TẮT

Bảo Lộc là một trong hai thành phố của tỉnh Lâm Đồng, nằm trên cao nguyên Di Linh – Bảo Lộc, ở độ cao 800 – 1000m, có địa hình khá hiểm trở với nhiều đồi núi cao và dốc.

Hiện tại, qua khảo sát và thu thập trong khu vực trượt lở với diện tích khoảng 1.2 ha, thấy xuất hiện nhiều vết nứt sụp làm hư hỏng các công trình nhà của người dân trong khu vực. Tác giả đã xác định có nhiều nguyên nhân gây trượt lở như địa mạo, địa tầng sườn dốc, vật liệu cấu tạo sườn dốc, địa chất thủy văn, khí hậu... Tuy nhiên, nguyên nhân chính là do hoạt động bóc đất làm mất bề phân áp ở chân sườn dốc kết hợp với sự gia tăng độ ẩm trong đất do lượng mưa lớn làm giảm sức chống cắt của đất đá.

Dựa vào số liệu địa chất phân tích được từ vị trí trượt lở đã khảo sát, tác giả ứng dụng

phần mềm GeoStudio với module SLOPE/W để kiểm toán độ ổn định của sườn dốc theo các mặt cắt. Kết quả cho thấy sườn dốc ổn định vào mùa khô với hệ số an toàn (FS) tối thiểu là 1.474, vào mùa mưa sườn dốc mất ổn định với hệ số an toàn (FS) tối thiểu là 0.896 ứng với mô hình có sự hiện diện mực nước ngầm. Các hệ số an toàn tối thiểu của mô hình có sự hiện diện mực nước ngầm được biểu diễn theo khoảng cách giữa các mặt cắt sườn dốc, cho thấy chúng có mối tương quan với nhau theo một hàm quan hệ với hệ số tương quan (R^2) là 0.9915. Kết quả nội suy từ hàm quan hệ này cho thấy bề rộng vùng không ổn định trượt hay bề rộng khối trượt là 35.1m.

Với các kết quả nghiên cứu đạt được, tác giả đã đề xuất nhiều giải pháp có tính khả thi để ổn định sườn dốc nhằm giảm thiểu tác động của trượt lở cho khu vực nghiên cứu.

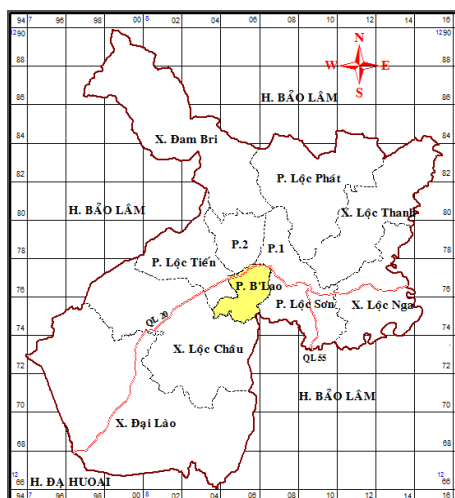
Từ khóa: trượt lở, ổn định sườn dốc, sức chống cắt, Bảo Lộc, Lâm Đồng, hệ số an toàn, SLOPE/W

1. TỔNG QUAN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

1.1 Vị trí địa lý

Vùng nghiên cứu (Hình 1) là phường B' Lao,

thành phố Bảo Lộc, tỉnh Lâm Đồng. Khu vực xảy ra trượt lở đất được khoanh vùng như trên Hình 2.



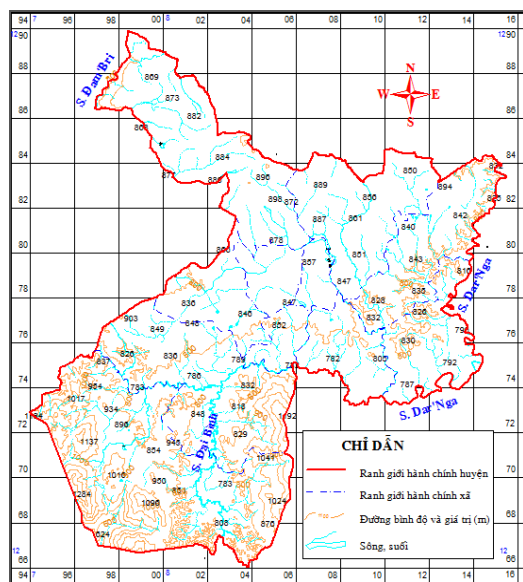
Hình 1. Khu vực nghiên cứu



Hình 2. Khu vực xảy ra trượt lở đất

1.2 Đặc điểm địa hình

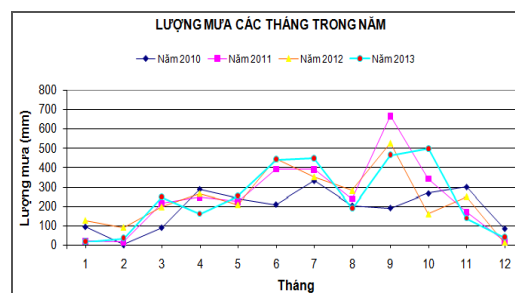
Khu vực nghiên cứu nằm trên vùng cao nguyên Di Linh - Bảo Lộc, có dạng địa hình đồi dốc với độ cao từ 800m đến 1000m, bị phân cắt bởi các hệ thống sông suối khá dày, bình quân $0.9 - 1.1 \text{ km/km}^2$.



Hình 3. Sơ đồ địa hình vùng nghiên cứu

1.3 Đặc điểm khí hậu – lượng mưa

Lượng mưa trung bình năm được ghi nhận theo kết quả của trạm quan trắc Bảo Lộc từ năm 2010 đến 2013 là 2763mm.



Hình 4. Lượng mưa thành phố Bảo Lộc

1.4 Đặc tính cơ lý đất đá

Trong phạm vi độ sâu 20m từ trên xuống dưới gặp các thành tạo đất đá gồm: vỏ phong hóa bazan và lớp đất sét màu xám trắng, xám vàng, nâu đỏ. Do hoạt động bóc đất san lấp nên 2 lớp đất này đều lộ ra ngoài bề mặt, tác giả tiến hành lấy 4 mẫu đất nguyên dạng, mỗi lớp lấy 2 mẫu đất tại 4 vị trí ở độ sâu khoảng 1m sau khi

đào sâu xuống. Tính chất cơ lý chủ yếu của 2 lớp đất đá như sau:

+ Lớp 1: vỏ phong hóa bazan: Sét lẫn laterit và tầng lẫn, màu nâu đỏ, bề dày thay đổi theo địa hình, phân bố đến độ sâu khoảng 15m. Giá trị trung bình các chỉ tiêu cơ lý như ở Bảng 1.

+ Lớp 2: Sét màu xám trắng, xám vàng, nâu đỏ, trạng thái nửa cứng, phân bố ngay dưới lớp phong hóa bazan. Giá trị trung bình các chỉ tiêu cơ lý như ở Bảng 1.

2. HIỆN TRẠNG VÀ NGUYÊN NHÂN TRƯỢT LỞ

2.1 Hiện trạng

Khu vực trượt lở có diện tích khoảng 1.2ha, trong khu vực xuất hiện các vết nứt sụp kéo dài từ 30m đến 60m, theo phương Bắc – Nam, chiều rộng vết nứt từ 5cm đến 30cm, sụp sâu khoảng 0.5m đến 1m. Các vết nứt sụp này cắt ngang qua nhà ở của người dân, làm nhà cửa bị biến dạng.

Khối trượt có bề rộng khoảng 150m, chiều cao khoảng 20m, được phân thành 6 bậc mái dốc với chiều cao mỗi bậc thay đổi khoảng từ 2m đến 6m, góc dốc dao động từ 60 – 70°. Hướng trượt là hướng từ Tây sang Đông, từ đỉnh sườn xuống chân sườn dốc.

2.2 Nguyên nhân

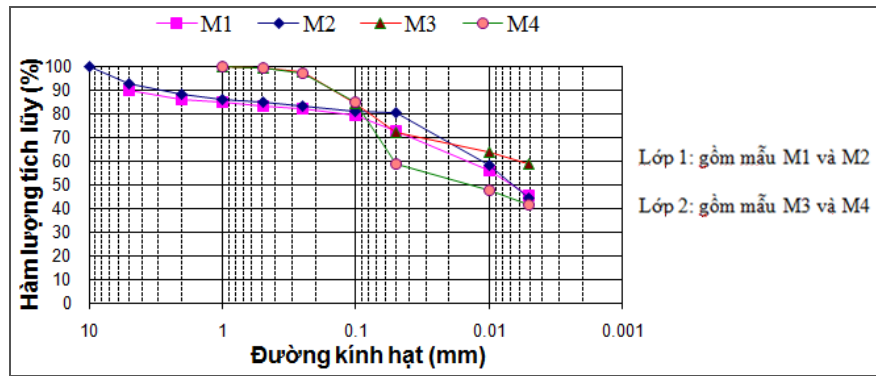
Do sự thay đổi địa hình làm giải thoát ứng suất trong đất, nói cách khác là do hoạt động khai thác đất để san lấp mặt bằng ở chỗ khác đã làm cho khu vực mất đi bộ phận áp ở chân sườn dốc.

Do khu vực có lượng mưa lớn nhưng không đều tập trung vào các tháng 6, 7, 9 và 10.

Do các bậc mái dốc có độ dốc quá lớn, bên cạnh đó điều kiện thành phần vật liệu bờ rời là một điều kiện thuận lợi để hiện tượng trượt xảy ra.

Bảng 1. Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý các lớp đất

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	
		Lớp 1	Lớp 2
Thành phần hạt:			
Sạn sỏi		12.6	0
Cát	%	10.5	34.1
Bụi		31.7	15.6
Sét		45.2	50.3
Độ ẩm tự nhiên (W)	%	44.67	25.7
Dung trọng tự nhiên (γ_m)	g/cm ³	1.69	1.93
Dung trọng khô (γ_k)	g/cm ³	1.17	1.54
Tỷ trọng (Δ_s)		2.80	2.71
Độ bão hòa (G)	%	89.9	92.0
Độ rỗng (n)	%	58.1	43.1
Hệ số rỗng (e)		1.389	0.756
Giới hạn chảy (W_{ch})	%	65.5	47.3
Giới hạn dẻo (W_d)	%	28.4	20.0
Chỉ số dẻo (I_d)	%	37.1	27.3
Độ sệt (B)		0.44	0.21
Lực dính kết (C)	kG/cm ²	0.243	0.356
Góc ma sát trong (φ)	độ	13°32'	15°37'
Hệ số nén lún (a_{1-2})	cm ² /kG	0.061	0.029



Hình 5. Đường cong cấp phối hạt



Hình 6. Vết nứt sụp trước căn nhà số 135/33/15, rộng 30cm, sụp sâu 50cm



Hình 7. Vết nứt sụp trong căn nhà số 135/33/7A, rộng 30cm, sụp sâu 60cm



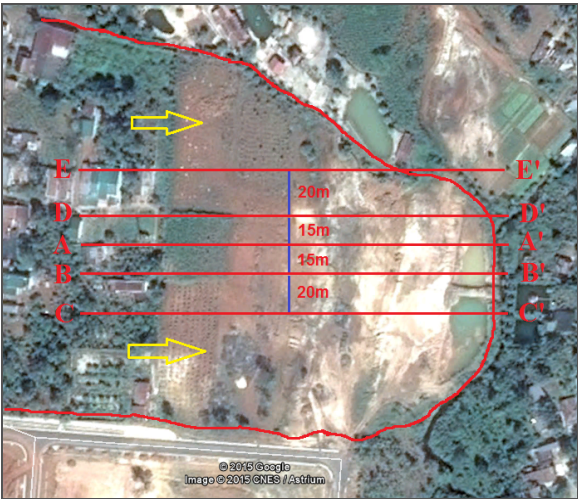
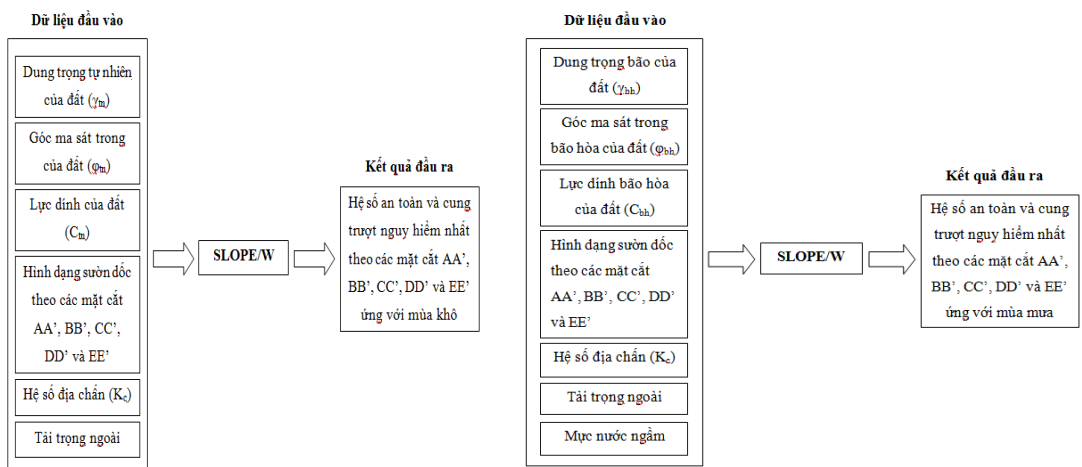
Hình 8. Các vết nứt sụp làm biến dạng tường nhà



Hình 9. Hình dạng sườn dốc



Hình 10. Khu vực trượt lở bị bóc đất



Hình 11. Sơ đồ bố trí các mặt cắt trong khu vực trượt lở

Bảng 2. Các giá trị tính toán của các lớp đất

Lớp đất	Tên đất đá	γ_{tn}/γ_{bh} (kN/m ³)	$\varphi_{tn}/\varphi_{bh}$ (độ)	C_{tn}/C_{bh} (kPa)
1	Sét lẫn sạn sỏi laterit, nâu đỏ, dẻo cứng	16.9/17.5	13.5/11	24.3/14
2	Sét, xám trắng, xám vàng, nâu đỏ, nửa cứng	19.3/19.7	15.6/14	35.6/23.2

3. ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH SƯỜN DỐC KHU VỰC NGHIÊN CỨU

3.1 Xây dựng mô hình sườn dốc theo các mặt cắt

3.2 Dữ liệu đầu vào

Sơ đồ bố trí các mặt cắt trong khu vực trượt lở (Hình 11)

Tải trọng bên ngoài là 11kN/m²

Hệ số địa chấn K_c là 0.025

Mức nước ngầm: ở độ sâu 7m và xuất lộ tại chân mái dốc thứ 3 tính từ trên xuống của các mặt cắt sườn dốc.

Các thông số đầu vào từ kết quả thí nghiệm (Bảng 2)

3.3 Phân tích kết quả

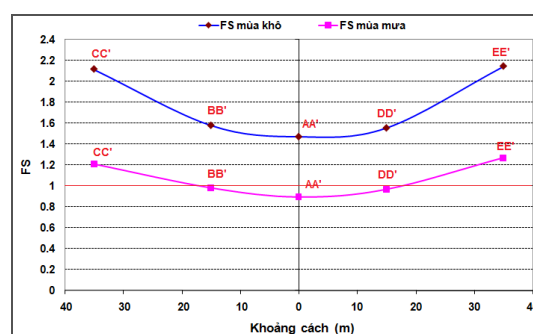
Mô hình sườn dốc ứng với mùa khô cho kết quả là các hệ số an toàn nhỏ nhất của các mặt cắt dao động trong khoảng từ 1.474 đến 2.146, chứng tỏ sườn dốc đang ở trạng thái ổn định ứng với thời điểm vào mùa khô.

Mô hình sườn dốc ứng với mùa mưa cho kết quả là các hệ số an toàn nhỏ nhất của các mặt cắt dao động trong khoảng từ 0.896 đến 1.269. Ứng với thời vào mùa mưa các mặt cắt AA', BB', DD' mất ổn định, có nguy cơ trượt lở; ngược lại, các mặt cắt CC', EE' ổn định trượt. Như vậy, bề rộng sườn dốc không ổn định là khoảng cách từ mặt cắt BB' đến mặt cắt DD'.

Cung trượt nguy hiểm nhất chủ yếu phân bố trong lớp đất đỏ bazan (lớp 1), chứng tỏ lớp

đất này không ổn định.

Hình 12 cho thấy hệ số an toàn (FS) của các mặt cắt tăng lên khi càng cách xa mặt cắt trung tâm AA' về hai phía rìa của khối trượt.

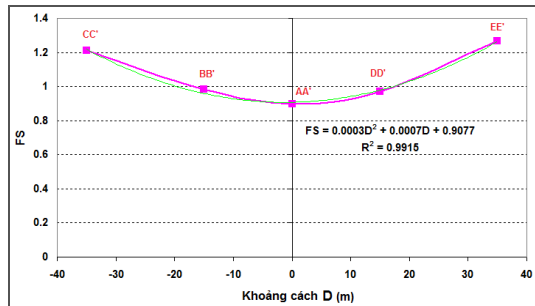
**Hình 12.** Đồ thị biểu diễn FS theo khoảng cách

3.4 Dự báo bề rộng xảy ra trượt lở vào mùa mưa

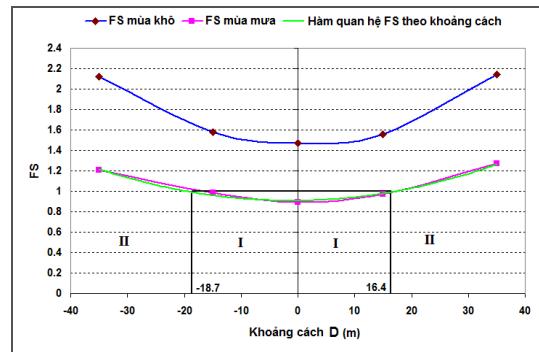
Để dự báo bề rộng xảy ra trượt lở của sườn dốc vào mùa mưa, tác giả xây dựng hệ trục tọa độ biểu diễn sự thay đổi của các hệ số an toàn nhỏ nhất của các mặt cắt ứng với mùa mưa được tính theo phương pháp Morgenstern – Price theo khoảng cách giữa các mặt cắt với nhau dưới dạng một hàm số toán học (hình 13). Kết quả cho thấy hàm quan hệ giữa hệ số an toàn nhỏ nhất (FS) theo khoảng cách (D) xác định được là $FS = 0.0003D^2 + 0.0007D + 0.9077$, với hệ số tương quan là $R^2 = 0.9915$.

Giải phương trình $FS = 0.0003D^2 + 0.0007D + 0.9077$ khi $FS = 1$ để tìm giá trị D. Kết quả tìm được là D có hai giá trị tương ứng là -18.7m và 16.4m. Vì vậy, bề rộng phạm vi

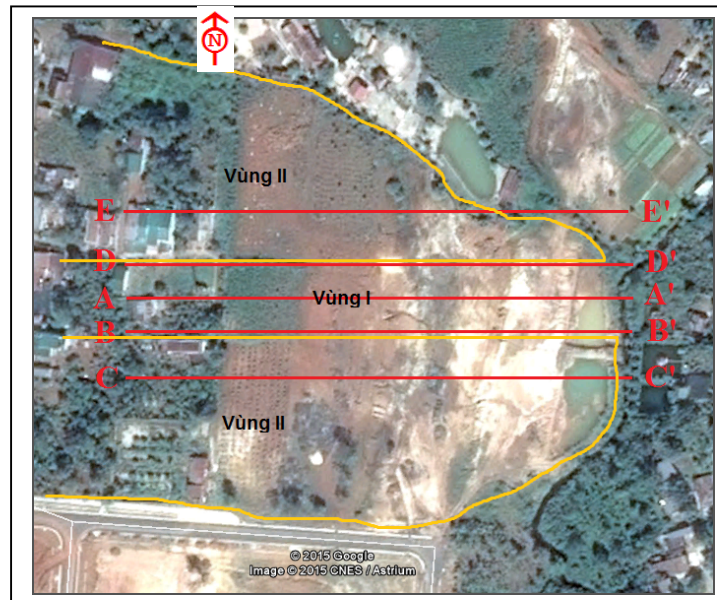
xảy ra trượt là $18.7 + 16.4 = 35.1\text{m}$. Kết quả được biểu diễn như hình 29 cho thấy vào mùa mưa thì vùng I là vùng xảy ra trượt lở và vùng II là vùng bị ảnh hưởng trượt lở. Hình 30 cho thấy phạm vi thực tế vùng xảy ra trượt lở (vùng I) và vùng bị ảnh hưởng trượt lở (vùng II).



Hình 13. Đồ thị xác định hàm quan hệ giữa FS theo khoảng cách



Hình 14. Đồ thị dự báo bề rộng xảy ra trượt lở vào mùa mưa



Hình 15. Sơ đồ khoanh vùng xảy ra trượt lở (I) và vùng bị ảnh hưởng trượt (II)



Hình 16. Lắp đặt biển cảnh báo trong khu vực trượt lở

4. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP PHÒNG CHỐNG

4.1 Giải pháp phi công trình

Tuyên truyền rộng rãi cho người dân nhận thức tầm quan trọng, các hiểm họa do tai biến trượt lở gây ra để có biện pháp phòng tránh

Lắp đặt các biển cảnh báo trượt lở trong khu vực để cảnh báo với người dân

Sơ tán và tái định cư chỗ khác cho những người dân có nhà cửa bị thiệt hại do trượt lở gây ra

Không khai thác vật liệu ở chân sườn dốc, xây dựng các công trình nhà ở nằm trong phạm vi khối trượt.

Tạo thảm thực vật (cỏ, cây trồng) trên bề mặt toàn bộ khối trượt

Tiến hành lấp các vết nứt trên bề mặt bằng các vật liệu không thấm để không cho nước mưa ngấm xuống

4.2 Giải pháp công trình

Xây dựng hệ thống các rãnh thoát nước ở các độ cao khác nhau, được bố trí có hệ thống theo phương dọc và phương ngang của khối trượt, với mục đích là để thoát nước mưa, không cho nước mưa ngấm xuống hoặc chảy vào các vết nứt.

Hạ thấp mực nước ngầm bằng cách lắp đặt hệ thống các ống thoát nước ngang hoặc hơi nghiêng về phía chân sườn dốc của khối trượt, hoặc xây dựng các giếng thu nước kết hợp với việc bơm hút nước.

Xây dựng các công trình chống đỡ như tường chắn, bệ phản áp, trụ cọc, gia cố bằng neo giữ, hoặc kết hợp hai hay nhiều công trình chống đỡ với nhau.

Lắp đặt hệ thống cảnh báo sớm thảm họa trượt lở trong khu vực.

5. KẾT LUẬN

Dựa trên các dữ liệu từ kết quả thí nghiệm và khảo sát trong khu vực nghiên cứu, ứng dụng phần mềm SLOPE/W để đánh giá ổn định sườn dốc trong khu vực nghiên cứu theo 2 mùa (mùa khô và mùa mưa) với kết quả đáng tin cậy, đồng thời dự báo được bề rộng xảy ra trượt lở của khối trượt vào mùa mưa. Từ đó, tác giả đề xuất các giải pháp phòng chống trượt lở hợp lý cho khu vực nghiên cứu.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường đại học Bách Khoa – ĐHQG Tp. HCM đã hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài “Cơ chế sạt lở đất một số khu vực thuộc tỉnh Lâm Đồng và đề xuất giải pháp giảm thiểu” mã số đề tài: T-ĐCDK_2015-38.

Assessment of slope stability at landslide area in B'LaoWard, Bao Loc city, Lam Dong province and solutions to prevent landslide

- **Bui Trong Vinh**
- **Nguyen Sanh Ha**
- **Nguyen Huynh Thong**

Dept. of Earth Resources and Environment, Faculty of Geology and Petroleum Engineering, University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT

Bao Loc is one of two cities of Lam Dong province. Located on Di Linh – Bao Loc plateau about 800 – 1000m elevation, Bao Loc has the complex mountainous terrain.

The authors have surveyed and collected information and samples in the landslide area. This area occurred the cracks, damaged several buildings within 1.2 ha. The authors have also identified causes of landslide such as geomorphology, stratigraphic slope, slope materials, hydrogeology, climate, etc. However, the main cause was soil extraction activities at toe of slope which lost the counterweight berm, associated with the moisture increase of soil due to heavy rainfall in rainy season. It reduced the shear strength of slope materials.

Based on data analysis of surveyed location, the authors applied GeoStudio software by SLOPE/W module so as to calculate

the slope stability under the sections. Analyzed results showed that the slope was stable in dry season with the minimum factor of safety (FS) around 1.474, in rainy season the slope was unstable with minimum the factor of safety around 0.896 commensurate with groundwater present model. The minimum factors of safety in the model with the appearance of groundwater table are represented by the distance among the slope sections following the relationship function with correlation coefficient (R^2) is 0.9915. According to the interpolated result from the relationship function showed that the width of unstable area or the width of sliding mass is 35.1m.

As the obtained results, the authors proposed realizable solutions to stabilize the slope in order to minimize the effect of landslide at the study area.

Keywords: landslide, slope stability, safety factor, shear strength, Bao Loc, Lam Dong, SLOPE/W

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đỗ Văn Đệ, 2008*Cơ sở lý thuyết của các phương pháp tính ổn định mái dốc trong phần mềm SLOPE/W*. Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội.
- [2]. Kanno T., 2014. Báo cáo: *Khảo sát trượt lở tỉnh Lâm Đồng*. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lâm Đồng.
- [3]. Nguyễn Công Mẫn, 2002. *Hướng dẫn sử dụng phần mềm GeoSlope/W – V.5*. Trường Đại học Thủy Lợi Hà Nội.
- [4]. Lomtadze V.D., 1982. *Địa chất động lực công trình*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội.
- [5]. Lê Ngọc Thanh, 2012. *Nghiên cứu tai biến địa chất những vùng có nguy cơ nứt đất, trượt lở đất, lũ quét và các biện pháp ngăn ngừa, khắc phục trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng*. Viện Địa lý Tài nguyên Tp. Hồ Chí Minh.
- [6]. Benni Thiebes, 2012. *Landslide Analysis and Early Warning Systems*. Springer Berlin Heidelberg.
- [7]. Tsunaki R. et al., 2002. *Landslides in Japan*. Japan Landslide Society.