

NGHIÊN CỨU GIẢI BÀI TOÁN NGƯỢC GIÚP PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN GÂY MẤT ỔN ĐỊNH MÁI DỐC

Phạm Hữu Sy¹⁾, Phạm Phú Vinh²⁾, Vũ Lê Minh³⁾

¹⁾Khoa Công trình, email phamhuusy54@gmail.com

²⁾Khoa Công trình, email p2v961@gmail.com

³⁾Khoa Công trình, email minhvl@wru.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực tế xây dựng cần thiết phải đánh giá ổn định mái dốc, sườn dốc và hiện tại vẫn thường dùng phương pháp cung trụ tròn theo bài toán phẳng. Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản và cho kết quả thiên về an toàn nhưng không cho phép tính đến ảnh hưởng của các yếu tố địa hình, tính chất đất đá và nước dưới đất, cung trượt đã được lý tưởng hóa thành cung trụ tròn không phù hợp thực tế bởi vậy, cho kết quả không chính xác, khi cần giải ngược để phân tích nguyên nhân của một khối trượt đã xảy ra thì không áp dụng được. Phương pháp không gian (3D) có thể khắc phục nhược điểm của bài toán phẳng nhưng quá phức tạp, hiện chỉ mới dừng ở mức nghiên cứu đối sánh hệ số ổn định với phương pháp 2D cho các khối trượt cụ thể. Theo xu hướng đó các nhà khoa học nghiên cứu và đưa ra kết quả chênh lệch hệ số an toàn theo phương pháp 3D so với 2D là từ 27% đến 50%. Nghiên cứu của nhóm tác giả bài báo này [8] cho kết quả sự sai lệch đó là 45 %. Trong bài báo này nhóm tác giả giới thiệu một thủ thuật giải ngược để vẫn sử dụng phương pháp cung trụ tròn của bài toán phẳng mà áp dụng được để tính toán ổn định trượt trong không gian ba chiều để giúp phân tích nguyên nhân gây trượt theo mô hình thực tế.

2. GIẢI NGƯỢC BÀI TOÁN ĐỀ PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH MÁI DỐC

Đề kiểm toán một khối trượt đã xảy ra nhóm tác giả vẫn sử dụng bài toán phẳng (phương pháp cung trụ tròn). Giả sử có một khối trượt hình bán ellipsoid bất kỳ được giới hạn bởi các phương

trình: $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$; $z = d$; $z = px + qy + k$, trong

đó a, b, c, d, p, q, k là các hằng số. Đặt $bcx = X$; $acy = Y$; $abz = Z$; $R = abc$, khối trượt bán ellipsoid đã được chuyển về hình bán cầu trong hệ trục tọa

độ mới OXYZ với các phương trình tương ứng: $X^2 + Y^2 + Z^2 = R^2$; $Z = abd$; $Z = \frac{ap}{c}X - abk$.

Xét một nửa khối trượt, chia nó thành các lát mỏng có chiều rộng 1 đơn vị và đánh số thứ tự từ 1 đến m . Trong mỗi lát cắt chia thành các thoi có chiều rộng Theo phương trình $X = nt$, với n là số tự nhiên. Diện tích của mỗi thoi S_n , góc nghiêng của đáy mỗi thoi so với mặt phẳng ngang α_n , chiều dài của cung trượt L_n được tính lần lượt theo các công thức:

$S_n = \int_{(n-1)t}^{nt} (abd + \sqrt{R^2 - X^2 - Y^2}) dX$ (cho các thoi mặt trên

giới hạn bởi mặt phẳng ngang);

$S_n = \int_{(n-1)t}^{nt} \left(\frac{ap}{c}X - abk + \sqrt{R^2 - X^2 - Y^2} \right) dX$ (cho các thoi

có mặt trên giới hạn bởi mặt nghiêng);

$\tan \alpha_n = -\frac{X_{(n-1/2)}}{Z_{(n-1/2)}} = -\frac{X_{(n-1/2)}}{\sqrt{R^2 - m^2 - X_{(n-1/2)}^2}}$;

$L_n = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{(-R \sin t)^2 + (R \cos t)^2} dt = R(t_2 - t_1)$. Vì đáy

của lát cắt là mặt cong, chiều rộng của nó lớn hơn chiều rộng của lát cắt, bởi vậy, diện tích đáy của lát cắt không phải bằng L mà phải được tính theo công thức: $\Delta_n = R \iint_D \frac{dXdY}{\sqrt{R^2 - X^2 - Y^2}}$, trong đó Δ là diện

tích đáy lát, miền D tích phân là tọa độ đáy lát cắt. Cũng vì đáy của lát cắt là mặt cong nên các thành phần chống trượt và gây trượt của mỗi thoi có phương xuyên tâm (lực gây trượt hướng về tâm trượt - điểm thấp nhất của mặt trượt và lực chống trượt theo hướng ngược lại). Để các lực phát triển theo đúng phương của lát cắt, tức là đều hướng theo phương vuông góc mái trượt chúng phải được hiệu chỉnh theo công thức: $T_n = W_n \times \sin \alpha_n \cos \beta_n$;

$N_n = W_n \times \cos \alpha_n \cos \beta_n$, trong đó β_n là góc hợp bởi OX và tia nối tâm thoi và góc tọa độ. Hệ số ổn định

của từng lát cắt được xác định theo công thức :

$$F_{sm} = \frac{f \sum W_n \cos \alpha_n \cos \beta_n + c\Delta}{\sum W_n \sin \alpha_n \cos \beta_n}, \text{ với } W_n \text{ là trọng}$$

lượng của từng thoi.

Để đánh giá định lượng xét một khối trượt giả định cụ thể. Giả sử đã xảy ra một khối trượt trong nền đất dính hình ellipsoid với các thông số như sau: $a = 9m$, $b = 15m$, $c = 12m$, $\varphi = 18^{\circ}00'$, $c = 0,25Mpa$, $\gamma = 1,90t/m^3$. Góc dốc của mái trước khi trượt $45^{\circ}00'$, chiều rộng lớn nhất của mặt ngang khối trượt $l = 4m$, mặt đất trước khi trượt trùng với mặt so sánh xoy .

Chuyển sang hình bán cầu, trong hệ tọa độ mới các phương trình biên của khối trượt như sau:

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = R^2 = 1620^2 m$$

$$Z = d = 0$$

$$Z = 0,75X - 675$$

Sử dụng bảng tính EXCEL, hệ số ổn định của từng lát cắt tính được biến đổi trong khoảng $1,12 \div 5,35$. Để đánh giá hiệu ứng của điều kiện biên, cùng với việc xác định hệ số ổn định của từng lát cắt có tính đến diện tích chính xác đáy lát đã xác định hệ số ổn định của lát với diện tích đáy lát bằng L_n tương ứng và lấy tỷ số giữa chúng. Kết quả tính cho thấy càng về phía biên tỷ số này càng tăng, chứng tỏ vai trò hiệu ứng điều kiện biên của khối trượt. Mặc dầu hệ số ổn định của các lát cắt là khác nhau nhưng trượt sẽ chỉ xảy ra ở cùng một thời điểm. Đó là vì xảy ra hiện tượng *phân phối lại ứng suất*, các lát cắt tương tác lẫn nhau để đưa về cùng một mức ổn định chung (hệ số ổn định chung) của toàn khối mà nếu nhỏ hơn 1 sẽ xảy ra trượt. Với lập luận như vậy cho phép tính hệ số ổn định của toàn khối bằng cách lấy giá trị trung bình hệ số ổn định của các lát cắt. Lưu ý rằng, hệ số ổn định của các lát cắt ảnh hưởng đến độ ổn định chung của toàn khối không bình đẳng mà phụ thuộc vào trọng lượng của chúng, bởi vậy, để tính đến điều này hệ số ổn định tính theo bình quân gia quyền, có nghĩa rằng :

$$F_s = \frac{\sum (F_{s_m} \times W_m)}{\sum W_m}$$

trong đó $W_m = \sum_1^n W_n$

Với khối trượt đã giả định, hệ số ổn định theo bài toán phẳng xét tại mặt cắt lớn nhất có F_s bằng 1,25 nhưng xét cho toàn khối là 1,35, cao hơn 8,4%. Như vậy, khi thiết kế theo bài toán phẳng bảo đảm ổn định thì trên thực tế ổn định hơn thế, nói cách khác, tính theo bài toán phẳng là thiên về an toàn như đã phân tích ở trên. Bằng thủ thuật này đã có thể tiệm cận gần hơn với độ ổn định thực của

khối trượt, giúp phân tích thông tin có cơ sở để rút ra nguyên nhân trượt mái dốc. Giải ngược bài toán trượt phẳng nhưng thực chất đã áp dụng để đánh giá ổn định của khối trượt trong không gian ba chiều, vì vậy, ngoài việc cho phép đánh giá ảnh hưởng của điều kiện biên của khối trượt nó còn cho phép đánh giá ảnh hưởng của sự biến đổi tính chất cơ lý, áp lực nước lỗ rỗng, điều kiện nước ngầm trong toàn khối đất.

3. KẾT LUẬN

- Độ ổn định mái dốc phụ thuộc đồng thời vào nhiều yếu tố như địa hình, khí hậu, thực vật, thành phần và tính chất đất đá, điều kiện địa chất thủy văn khu vực. Các yếu tố này biến đổi theo không gian, giải bài toán phẳng không thể tính đến được. Ngoài ra bài toán phẳng không xét đến điều kiện biên, vì vậy, không thể áp dụng một cách thuần túy bài toán phẳng để giải bài toán ngược truy tìm nguyên nhân gây trượt.
- Phương pháp cung trụ tròn coi mặt trượt xảy ra trong nền đất có dạng hình trụ là lý tưởng hóa khối trượt. Thực tế mặt trượt rất đa dạng phụ thuộc vào thành phần của đất. Phần lớn các khối trượt có dạng bán cầu hoặc ellipsoid.
- Sử dụng phương pháp cung trụ tròn cùng với phép chuyển đổi toán học đưa khối trượt hình ellipsoid bất kỳ về dạng hình bán cầu, tính hệ số ổn định cho nhiều lát cắt trong toàn khối trượt và lấy trung bình gia quyền là phép biến đổi linh hoạt cho phép tính hệ số ổn định của mái dốc trong điều kiện bài toán không gian, mô phỏng được khối trượt và cho kết quả phù hợp với thực tế hơn, và vì thế, có thể giải ngược để giúp phân tích ổn định mái dốc xác định nguyên nhân gây trượt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Anagnosti P. (1969) "Three dimensional stability of fill dams". Proceeding of the 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Mexico. Vol. 2, pp. 275-280.
- [2]. Cao Văn Chí, Trịnh Văn Cường. Cơ học Đất. NXB Xây dựng, 2003.
- [3]. Ching-Chuan Huang, Cheng Chen Tsai. New Method for 3D and Asymmetrical Slope Stability Analysis. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering/October 2000, p. 917-927.
- [4]. Gens A, Hutchison J N, Cavounidis S. Three-dimensional analysis of slices in cohesive soils. Geotechnique, 1988, 38 (1): p. 1-23.
- [5]. Nermeen Albataineh. Slope Stability Analysis using 2D and 3D Methods. University of Akron. 2006

- [6]. Mowen Xie, Zengfu Wang, Xiangyu Liu, Bo Xu. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2011, 3 (1): 82—89.
- [7]. Phạm Hữu Sy. Đánh giá ổn định mái dốc bằng phương pháp 3D. Tạp chí Địa kỹ thuật số 4 năm 2011, tr.40-46.
- [8]. Phạm Hữu Sy. Slope stability evaluation by 3D analysis method with rational bars – the case of standard arc sliding mass. Proceeding of the International Workshop on Geo-Engineering for responding to climate change and sustainable development of infrastructure. Hue Geo-Engineering 2012. pp. 139-144.
- [9]. Radoslav L. Michalowski. Limit Analysis and Stability Charts for 3D Slope Failures. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. April 2010, p. 583-593.