

Ứng dụng cọc xi măng đất (CDM) kết hợp với lưới địa kỹ thuật để gia cố mái dốc đất đắp trên nền đất yếu để giảm thiểu rủi ro trượt lở đất

Applying cement-soil piles (CDM) combined with geogrids to reinforce soil slopes on soft ground to minimize the risk of landslides

> TS MAI SỸ HÙNG

Khoa Công trình thủy, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: hungms@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, những tác động ngày càng bất lợi của biến đổi khí hậu đã dẫn đến hiện tượng phong hóa nhanh chóng ở bề mặt sườn dốc. Thực tế, rủi ro trượt lở đất ở vùng đồi núi thường xuyên xảy ra bất cứ lúc nào và có cơ chế rất phức tạp, nhiều công trình bảo vệ mái dốc có thể bị hư hỏng, thậm chí các khối đất đá bị trượt lở gây nguy hiểm đến tài sản và con người.

Hiện nay, có rất nhiều giải pháp chống trượt lở đất đã được áp dụng. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu giải pháp dùng cọc xi măng đất để gia cố sâu dưới chân nền mái dốc kết hợp với lưới địa kỹ thuật để tăng cường cố kết mái dốc đảm bảo ổn định tổng thể, bảo đảm tính thẩm mỹ mà còn thân thiện với môi trường. Nội dung của bài viết dựa trên cơ sở khoa học để lựa chọn giải pháp gia cố sâu bằng cọc xi măng đất, mái dốc được gia cố bằng cách tạo các lớp lưới địa xen kẽ trong từng lớp đất đắp mái, có ví dụ tính toán cụ thể để kiểm chứng cho sơ đồ kết cấu lựa chọn, và cuối cùng là kết luận và kiến nghị cho những phạm vi công trình có thể áp dụng.

Từ khóa: Gia cố mái dốc đất; công trình bảo vệ mái dốc; trượt lở đất; giải pháp gia cố sâu bằng cọc xi măng đất; gia cố mái dốc bằng lưới địa.

ABSTRACT

In recent years, the increasingly adverse effects of climate change have led to rapid weathering of slope surfaces. In fact, the risk of landslides in mountainous areas often occurs at any time and has a very complex mechanism. Many slope protection structures can be damaged, and even rocks and soil blocks can slide, endangering property and people.

Currently, there are many landslide prevention solutions that have been applied. However, there have not been many in-depth studies on the solution of using soil cement piles to reinforce deep at the base of the slope combined with geogrids to enhance slope consolidation to ensure overall stability and safety, aesthetic but also environmentally friendly. The content of this article is based on a scientific basis to choose a deep reinforcement solution using soil cement piles, the slope is reinforced by creating layers of geomesh sandwiched in each layer of soil for the roof, with examples. Specific calculations to verify the selected structural diagram, and finally conclusions and recommendations for applicable project scopes.

Keywords: Soil slope reinforcement; slope protection works; landslides; deep reinforcement solution with soil cement piles; slope reinforcement with geogrid.

1. TỔNG QUAN

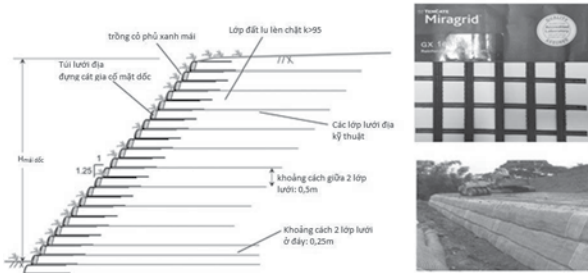
Thiên tai là điều khó lường, tuy nhiên do biến đổi khí hậu nên tần suất thiên tai ngày càng gia tăng. Dưới tác động của con người và của biến đổi khí hậu ngày càng bất lợi, trượt lở đất - một thảm họa thiên nhiên - thường xuyên xảy ra bất cứ lúc nào, ảnh hưởng trực tiếp đến hệ thống giao thông, đe dọa nghiêm trọng đến đời sống người dân và các hoạt động kinh tế - xã hội. Khi các cộng đồng đang vật lộn với tần suất và cường độ ngày càng tăng của những sự kiện này, điều quan trọng là phải phát triển các chiến lược chủ động và cơ sở hạ tầng kiên cố để bảo vệ con người và tài sản trước những

hậu quả tàn khốc của chúng.



Hình 1. Sạt lở đường bộ ở Thừa Thiên Huế, Việt Nam (Nguồn: www.thuathienhue.gov.vn)
Một trong những yếu tố gây mất ổn định mái dốc dẫn đến trượt

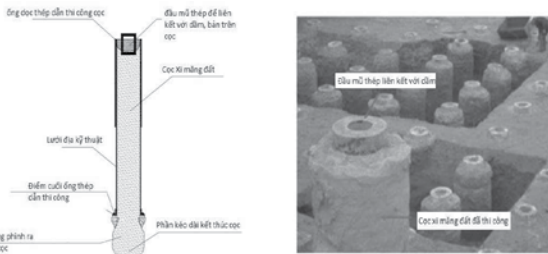
lở đất là độ bền kéo và độ bền cắt của đất giảm. Đặc biệt là các loại đất mềm thường có góc nội ma sát (ϕ) và lực dính (c) nhỏ, thoát nước rất chậm, áp lực nước tăng rất nhanh khi có sự gia tăng tải trọng bên ngoài, dễ làm mất ổn định nền đất và kết cấu. Để giải quyết những thách thức này, điều cần thiết là phải xác định giải pháp giúp tăng cường độ bền kéo (tăng ϕ và c) cải thiện khả năng thoát nước và tối ưu hóa sự phân bố tải trọng tác động lên kết cấu. Điều này có thể đạt được bằng cách triển khai công nghệ đất gia cố,



Hình 2. Gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật

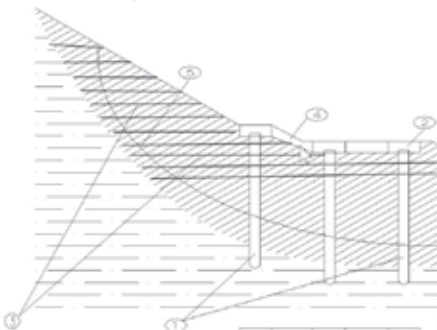
Mặt khác, ở vùng mái dốc trên nền đất yếu dễ xảy ra trượt lở mái, đất nền việc gia cố nền đất yếu được thực hiện nhằm mục đích tăng khả năng chịu lực của lớp đất yếu dưới chân mái dốc, cải thiện một số tính chất cơ lý của đất như giảm lỗ rỗng, cải thiện thông số độ nén, tăng khả năng chịu lực của nền. Giảm lượng nước và trọng lượng đơn vị khô của đất cao hơn, tăng cường khả năng chống cắt, chịu nén và mô đun biến dạng của đất, v.v. để đảm bảo đủ ổn định cho công trình.

Cọc xi măng đất (CDM) là một trong những giải pháp gia cố nền đất yếu mang lại hiệu quả tốt, tăng cường khả năng chịu tải của nền dưới mái dốc, giữ mái dốc ổn định hơn[2].



Hình 3. Kết cấu cọc đất xi măng đất

Trong bài báo này, tác giả đề cập đến việc nghiên cứu ổn định mái dốc trên nền đất yếu bằng giải pháp kết hợp: gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp CDM như sơ đồ dưới đây.



Hình 4. Sơ đồ gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp cọc xi măng đất để gia cố nền đất yếu

- Ghi chú:
1. Đất xi măng cốt thép;
 2. Khối đá gia cố chân dốc;
 3. Đất mái dốc có lưới địa kỹ thuật;
 4. Tấm đá hoặc bê tông xếp chồng lên nhau;
 5. Hướng trượt đất

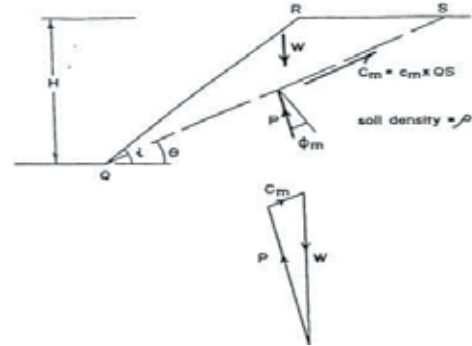
2. SƠ ĐỒ VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Sử dụng số liệu thực tế của dự án để tính toán kiểm tra độ ổn định của giải pháp đề xuất như ở mục 1, hình 4. Một số phương pháp phân tích ổn định mái dốc như sau[3]:

chẳng hạn như sử dụng lưới địa kỹ thuật cường độ cao, tạo ra ứng suất kéo sơ cấp một cách hiệu quả và dẫn đến sự phát triển của hỗn hợp bán cứng đàn hồi.

Công trình mái dốc được gia cố nhiều lớp lưới địa gia cố có khả năng thoát nước, làm giảm áp lực nước lỗ rỗng và tăng cường độ cố kết, dẫn đến tăng khả năng chịu lực. Khi có cốt lưới địa, ứng suất cục bộ sẽ bị phân tán, nghĩa là có sự phân phối lại tác động của tải trọng lên các bộ phận vật liệu của công trình (xem hình 2).

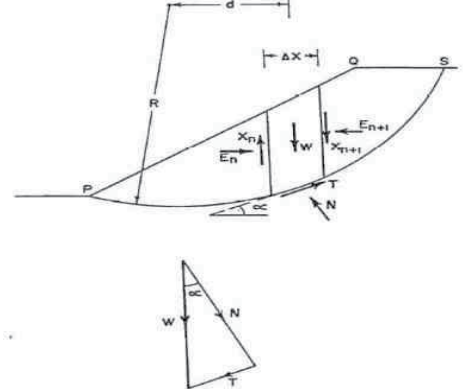
2.1 Phương pháp tính trượt của Culmann



Hình 5. Phương pháp phân tích ổn định mái dốc Culmann

Phương pháp này không được sử dụng rộng rãi vì người ta chứng minh rằng bề mặt trượt chỉ được ghi nhận ở những độ dốc rất dốc, và đối với những độ dốc tương đối bằng phẳng thì bề mặt trượt hầu như luôn có dạng hình cong.

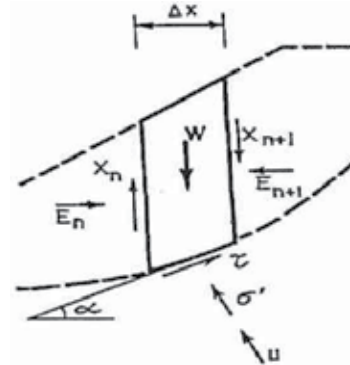
2.2 Phương pháp phân mảnh lát cắt trượt thông thường



Hình 6. Phương pháp phân tích phân mảnh lát cắt thông thường

Nó được xem xét khi góc chống cắt hiệu dụng không cố định trên bề mặt phá hoại, chẳng hạn như trong các mái dốc đất được khoan vùng nơi bề mặt phá hoại có thể đi qua một số vật liệu khác nhau.

2.3 Phương pháp Bishop



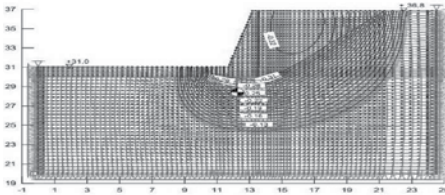
Hình 7. Ứng suất và lực tác dụng lên một lát cắt khối trong Phương pháp phân tích Bishop

Trong phương pháp Bishop, việc phân tích được thực hiện theo ứng suất thay vì lực được sử dụng trong phương pháp lát cắt thông

thường. Sự khác biệt chính giữa phương pháp này và phương pháp lát cắt thông thường là sự phân giải lực diễn ra theo hướng thẳng đứng thay vì hướng vuông góc với cung. Phương pháp lát cắt Bishop được đơn giản hóa cung cấp hệ số an toàn gần giống với hệ số được đánh giá bằng các phương pháp phân tích chặt chẽ hơn[4].

2.4 Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán kiểm tra ổn định mái dốc

Phương pháp phần tử hữu hạn, các điều kiện cân bằng ứng suất, biến dạng liên tục và mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng đều được thỏa mãn[5].



Hình 8. Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán kiểm tra ổn định mái dốc

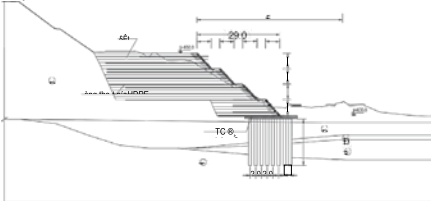
2.5 Lựa chọn phương pháp

Với việc ứng dụng công nghệ máy tính trong tính toán, phương pháp phần tử hữu hạn được sử dụng rộng rãi, có độ chính xác cao. Trong nghiên cứu này, tác giả lựa chọn phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán và kiểm tra độ ổn định của mái dốc đất.

Sử dụng phần mềm Plaxis, tiến hành nghiên cứu bài toán có mặt cắt đại diện, các số liệu như độ cao địa hình, thông số kỹ thuật nền đắp có mái dốc và nền đắp thay đổi, từ đó so sánh và rút ra một số nhận xét cần thiết về tính hợp lý và trường hợp sử dụng của các phương pháp hiện tại như cũng như chỉ ra một số hạn chế của chúng.

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN XÁC MINH

3.1 Sơ đồ mặt cắt tính toán



Hình 9. Sơ đồ mặt cắt tính toán "Gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp cọc xi măng đất để gia cố nền đất yếu"

3.2 Số liệu tính toán

Bảng 1. Đặc tính các lớp đất (Ví dụ: tính toán ổn định mái đất đắp dự án Nhân cơ-Dak nông, số liệu trích dẫn từ báo cáo kiểm định nguyên nhân sạt trượt bên trong và ngoài hàng rào dự án Nhân cơ -do Viện KH&CN Công trình thủy lập 2021).

No	Tên địa chất	Dung trọng tự nhiên, γ (kN/m ³)	Dung trọng bão hòa, γ_{bh} (kN/m ³)	Lực dính của đất, C_{ef} KN/m ²	Góc nội ma sát trong, φ_{ef} (o)	Module đàn hồi E_c KN/m ²
1	K95	19	19.5	35	22	12,500
2	Đ1	17.5	18.3	23.7	17.5	8,000
3	Đ2	16.8	17.5	21.7	16.1	7,000
4	Đ3	18.8	19.7	33.7	20.5	10,000
5	Đ4	18	18.3	22.6	17.4	8,000
6	TN2	18.9	19.6	36.4	19.5	12,000
7	XMĐ	20	20.5	300	35	210,000

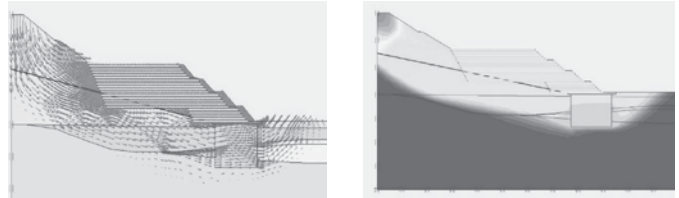
3.3 Hệ số ổn định theo quy chuẩn

Theo Mục 7.2 QC04-05:2012/BNNPTNT[6]:

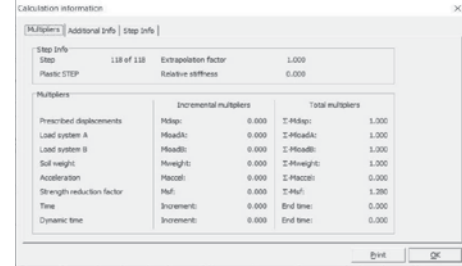
Trường hợp 1: Xét khi đất, đá ở trạng thái bình thường $[F_s] = 1,25$;

Trường hợp 2: Xét các điều kiện đặc biệt (động đất, đất bão hòa hoàn toàn) $[F_s] = 1.125$

3.4 Kết quả tính toán



Hình 10. Hình ảnh mô tả hướng trượt và khu vực dốc có thể mất an toàn



Hình 11. Kết quả tính toán ổn định mái dốc

Nhận xét:

Gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp cọc xi măng đất để gia cố nền đất yếu: Hệ số ổn định $K=1,28 > [K]=1,25$. Độ dốc kéo dài và không bị trượt. Điều đó chứng tỏ việc kết hợp tăng cường ổn định mái dốc đắp trên nền đất yếu như trên là rất hiệu quả.

4. KẾT LUẬN

Nguy cơ trượt lở mái dốc rất nguy hiểm, cần có giải pháp phù hợp để áp dụng gia cố bảo đảm ổn định mái dốc trên nền đất yếu.

Nghiên cứu đã đạt được mục tiêu lựa chọn giải pháp gia cố mái dốc đất bằng lưới địa xen kẹp giữa các lớp đất đắp kết hợp dùng cọc xi măng đất gia cố nền đất yếu, Kết quả tính toán đảm bảo ổn định mái dốc.

Giải pháp kết hợp như trên hiện nay rất dễ thi công, vật liệu dễ mua, giải pháp có tính khả thi cao. Tùy theo khu vực địa chất, việc nghiên cứu có thể được phát triển với nhiều tổ hợp giải pháp gia cố khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Stanley M. Miller(2017). Tường và mái dốc GWFV. Địa kỹ thuật tổng hợp - ATA,
 [2] X. Q. Wang, Y. L. Cui and S. M. Zhang. (2016), Vol. 5, No. 3, pp. 192-195.
 [3] Slope Stability - Causes of Instability, Analysis Methods, and Assumptions. The construction Building Ideas, <https://theconstructor.org/geotechnical/stability-slopes-analysis-assumptions/2632>.
 [4] Bishop, A.W. (1945), The use of slip circle in stability analysis of slop stability-Geotechnique.
 [5] Le Quang Huy. Một vài phương pháp tính ổn định mái dốc. DCCD, 2015,8.
 [6] QCVN 04-05:2012/BNNPTNT Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam - Công trình thủy lợi - Quy định chủ yếu về thiết kế.
 [7] Fellenius, W. (1936), Calculation of the stability of earth dams - Proc, the 2nd Congress on Large Dams,445-462.
 [8] Sokolovsky, V.V. (1960), Static of soil media - London, Butterworths Scientific Publications.
 [9] Enoki, N.Yagi, R.Ytabe, E. Ichimoto (1990), Generalized slice method for slope stability analysis, Soil and Foundations - Japanese Soc, Of Soi Mech.
 [10] Anderson, L.R., Sharp, K.D., Bowles, D.S. and Canfield, R.V.(1984). Application of Method of Probabilistic Characterization of Soil Properties. Proceeding of ASCE Symposium on Probabilistic Characterization of Soil Properties-Bridge between Theory and Practice. Atlanta, USA, May 17.
 [11] Baecher, B.T. and Chritian J.T. (2003). Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering. England, John Wiley & Sons.
 [12] Bromhead, E.N. (1994). The Stability of Slopes. 2Edition. Blackie Academic & professional, Glasgow.
 [13] Claes, A. (1996). Application of Probabilistic Approach in Slope Stability Analyses. Proceeding of 7th International Symposium on Landslide, Trondheim, Norway. June 17-21.