

PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH ĐOẠN ĐƯỜNG DẪN VÀO CẦU TRÊN NỀN ĐẤT YẾU CÓ XÉT ĐẾN SỨC KHÁNG CỦA MÓNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP MỐ CẦU

STABILITY ANALYSIS OF BRIDGE APPROACHES ON THE SOFT SOIL TAKING INTO ACCOUNT THE RESISTANCE OF CONCRETE PILE USED IN BRIDGE ABUTMENT

Phan Quốc Bảo¹, Nguyễn Quang Phương²

¹Đại học GTVT Tp. Hồ Chí Minh

²Phòng KT-HT huyện Vĩnh Cửu – Đồng Nai

Tóm tắt: Phương pháp phân tích ổn định đoạn đường dẫn vào cầu đắp trên đất yếu có xét đến sức kháng của hệ móng cọc mố cầu đã được nhiều đề tài nghiên cứu tiếp cận theo các hướng khác nhau, nhiều phương pháp phân tích đã được nghiên cứu thành công và ứng dụng vào thực tế tính toán. Nhằm góp phần làm phong phú hơn trong việc lựa chọn các phương pháp phân tích ổn định đoạn đường dẫn vào cầu của các kỹ sư cầu đường, tác giả đề xuất thêm một hướng tiếp cận khác – quy đổi hệ thống đất nền + móng cọc mố cầu thành một khối đất tương đương và phân tích ổn định nền đường dẫn vào cầu tương tự như việc phân tích ổn định mái dốc cơ bản .v.v...

Từ khoá: Phân tích ổn định, đường dẫn vào cầu, khối đất tương đương.

Chỉ số phân loại: 2.4

Abstract: Stability analysis of bridge approaches on the soft soil taking into account the resistance of concrete pile used in bridge abutment have been much studies by various researched directions. Some good analytical method have been applied successfully in practices. In order to contribute to more additional solutions in the selection of analytical method of bridge approached for road and bridge engineers, the authors has suggested additional solutions by another analytical method: conventional pile-soil system as equivalent soil model and basic analysis as soil mechanics can applied... etc

Keywords: Stability analysis, bridge approach, equivalent soil model.

Classification number: 2.4

1. Giới thiệu

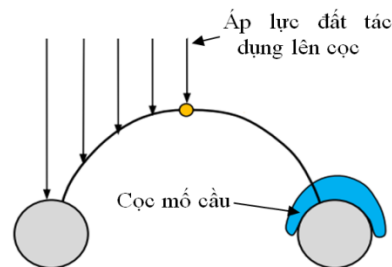
Việc phân tích ổn định đoạn đường dẫn vào cầu (trượt về phía sông) trong thực tế hiện nay còn tồn tại những quan điểm khác nhau:

(1) Thực hiện kiểm toán ổn định trượt sâu nền đường dẫn vào cầu giống như kiểm toán đoạn nền đắp thông thường, bỏ qua sức kháng của hệ thống móng cọc mố cầu;

(2) Kiểm toán ổn định trượt sâu nền đường dẫn vào cầu có xét đến sức kháng của hệ thống móng cọc trong mố cầu.

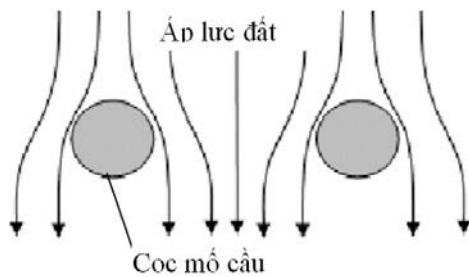
Đánh giá ổn định nền đường theo quan điểm (1) là quá thiên về an toàn, tính dư thừa trong kết cấu cao, làm tăng chi phí đầu tư xây dựng. Theo quan điểm (2), các nhà khoa học đi trước đã triển khai và công bố nhiều kết quả nghiên cứu về sự tham gia của hệ thống móng cọc trong việc giữ ổn định cho nền đất nói chung và cho đoạn đường dẫn vào cầu

nói riêng. Theo đó sức kháng của cọc tham gia vào giữ ổn định nền đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: Khoảng cách cọc, loại đất.v.v...



Hình 1. Hiệu ứng vòm áp lực [5].

Tuy nhiên, các nghiên cứu trên chỉ thực hiện trong điều kiện địa chất tốt nên việc vận dụng các kết quả trên để phân tích ổn định trượt sâu nền đường dẫn vào cầu đắp trên đất yếu cần được cân nhắc thêm. Do những đặc điểm riêng của đất yếu nên hiệu ứng vòm không thể hình thành và mức độ huy động sức kháng của cọc cũng giảm đi.



Hình 2. Áp lực lên cọc trong đất yếu.

Mặt khác, giải quyết các bài toán trên cần phải sử dụng các phần mềm tính toán mạnh như Plaxis, Geostudio, Phase, Plac.v.v... và phải sử dụng phiên bản 3D mới có thể xét đến sự trượt của khối đất xuyên qua khoảng trống giữa các cọc. Trong thực tế sản xuất, vì nhiều lý do khác nhau nên hầu hết các đơn vị tư vấn thiết kế vừa và nhỏ của Việt Nam không trang bị được các phần mềm có bản quyền để có thể tiến hành phân tích các yếu tố trên.

Việc nghiên cứu tìm kiếm giải pháp để có thể vận dụng các phương pháp phân tích ổn định mái dốc đơn giản đã được các tiêu chuẩn thiết kế Việt Nam chấp thuận như phương pháp của Fellenius, Bishop.v.v... để giải quyết bài toán trên là cần thiết. Nhằm góp phần làm phong phú hơn trong việc lựa chọn các phương pháp phân tích ổn định đoạn đường dẫn vào cầu, các tác giả đề xuất thêm một hướng tiếp cận khác: Sử dụng quy tắc nền tương đương để kiểm toán ổn định nền đường dẫn vào cầu.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Phương pháp quy đổi tương đương

Khối đất nền + hệ thống cọc bên dưới móng cầu cần được quy đổi thành khối đất tương đương có cường độ kháng cắt được tăng lên theo tỷ lệ cọc trong móng cầu trên một đơn vị diện tích.

Theo phương pháp trọng số, công thức quy đổi có thể được triển khai như sau:

$$C_{td} = a.C_p + (1-a).C_s \quad (1)$$

)

$$\varphi_{td} = a.\varphi_p + (1-a).\varphi_s \quad (2)$$

)

$$E_{td} = a.E_p + (1-a).E_s \quad (3)$$

)

Trong đó:

+ φ_s, C_s, E_s : Góc ma sát trong, lực dính và mô đun biến dạng của đất nền;

+ φ_p, C_p, E_p : Góc ma sát trong, lực dính và mô đun biến dạng vật liệu cọc móng móng cầu;

+ $\varphi_{td}, C_{td}, E_{td}$: Chỉ tiêu tương đương của hỗn hợp đất nền sau khi gia cố;

+ a : tỷ lệ cọc trong móng cầu trên một đơn vị diện tích.

$$a = \frac{A_c}{A_s}$$

Với:

+ A_c : Diện tích cọc BTCT móng cầu;

+ A_s : Diện tích đất nền.

2.2. Phương pháp xác định C, φ của bê tông

Phương pháp của Panhiucov P.N.: Xác định lực dính kết C và góc nội ma sát của mẫu đá trên cơ sở thí nghiệm nén đơn trục mẫu đá trong phòng kết hợp đo góc vỡ (góc vỡ α là góc tạo bởi mặt vỡ với trục thẳng đứng).

Trường hợp biến dạng của mẫu khi nén $\Delta H \leq 10\%$ chiều cao mẫu H_0 . Các đặc trưng về độ bền kháng cắt được xác định như sau:

$$\varphi = 2 * (45^\circ - \alpha) \quad (4)$$

$$C = \frac{\sigma_n}{2 \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \quad (5)$$

Trường hợp biến dạng của mẫu khi nén $\Delta H > 10\%$ hoặc trong trường hợp không xác định được góc vỡ thì lực dính kết được tính bởi công thức:

$$C = \frac{\sigma_n}{2} \quad (6)$$

3. Kiểm chứng phương pháp tính

Để kiểm chứng phương pháp tính, các tác giả chọn công trình cầu A tại một tỉnh thành ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long để tính toán kiểm chứng. Đây là công trình có đoạn đường dẫn vào cầu đã bị mất ổn định do trượt sâu, các tài liệu về kết cấu, địa hình, địa chất.v.v. cũng như các số liệu quan trắc khi sự cố xảy ra là đầy đủ và tin cậy.



Hình 3. Mất ổn định đường dẫn vào cầu A.



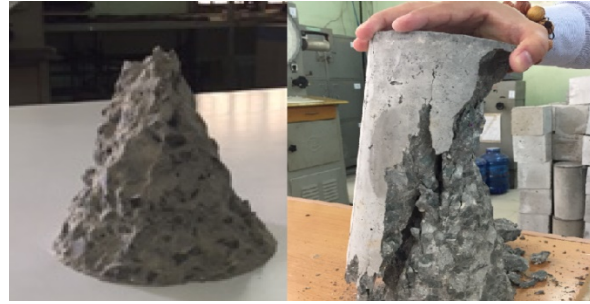
Hình 4. Một mố, 1 trụ và 2 kết cấu nhịp của cầu A bị rơi xuống sông.

3.1. Thí nghiệm xác định C , φ của bê tông cọc

Chế tạo 30 mẫu bê tông hình trụ tròn $15 \times 30 \text{ cm}$ $f'_c = 30 \text{ MPa}$, tiến hành thí nghiệm nén đơn trục trên mẫu ở trạng thái khô gió đến khi mẫu đá bị phá hủy, rồi tiến hành đo góc vỡ α của từng mẫu bị phá hủy. Công tác thí nghiệm được tiến hành theo đúng qui trình và các tiêu chuẩn hiện hành, đảm bảo tính chính xác cho mẫu đá thí nghiệm. Sau khi xử lý xác suất thống kê (đối với hai nhóm giá trị lực dính kết và góc nội ma sát), kết quả không có giá trị nào bị loại.



Hình 5. Thước đo góc vỡ của mẫu bê tông thí nghiệm.



Hình 6. Góc vỡ của mẫu bê tông thí nghiệm.

Kết quả tính toán C , φ trung bình của mẫu bê tông thí nghiệm:

$$C_p = 79.3 \text{ KG/cm}^2$$

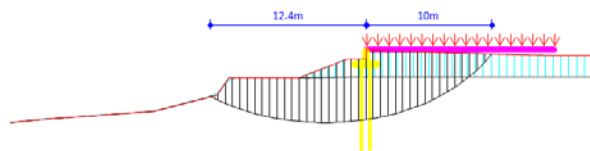
$$\varphi_p = 54.8^\circ$$

3.2. Tính ổn định nền đường dẫn vào cầu theo phương pháp phân mảnh cổ điển

Bảng 1. Kết quả quy đổi khối đất tương đương bên dưới mố.

STT	$S_s (\text{m}^2)$	$A_{st} (\text{m}^2)$	$S_c (\text{m}^2)$	$\varphi_{st} (\text{độ})$	$C_{st} (\text{KG/cm}^2)$
1	1.70	0.12	0.35	29.55	16.60
2	1.70	0.12	0.35	13.52	16.39
3	1.70	0.12	0.35	23.58	16.73

Tiến hành phân tích xác định các thông số của mặt trượt bất lợi nhất:



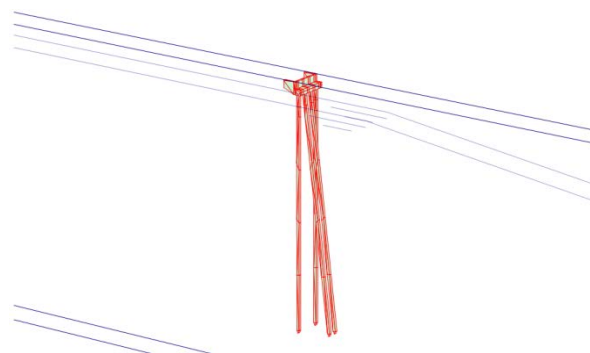
Hình 7. Cung trượt bất lợi tại đường dẫn vào cầu A

Hệ số ổn định K_{min} :

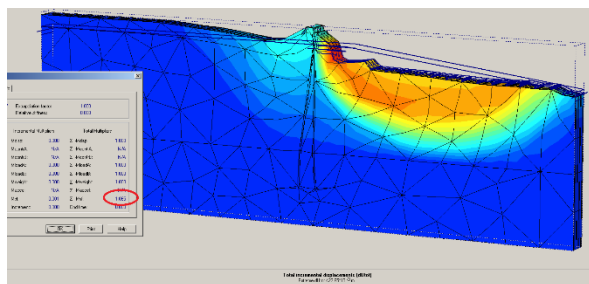
$$K_{min} = 35.24579 / 35.96869 = 0.98$$

3.3. Tính ổn định nền đường dẫn vào cầu bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation

Tiến hành phân tích ổn định của đoạn đường dẫn vào cầu A theo phương pháp phần tử hữu hạn (sử dụng phần mềm Plaxis 3D Foundation).



Hình 8: Mô hình hóa móng cọc mố cầu A trong đất nền bằng Plaxis 3D Foundation.



Hình 9: Kết quả phân tích ổn định đường dẫn vào cầu A.

Kết quả tính toán:

- + Hệ số ổn định: $K_{min} = 1.06$
- + Chuyển vị theo phương ngang: 1.38m

4. Kết luận

Kết quả đạt được:

+ Kết quả tính hệ số ổn định của đoạn đường dẫn vào cầu A theo nguyên tắc “quy đổi hệ thống cọc + đất nền về khối đất tương đương” và tính trực tiếp theo phương pháp phần tử hữu hạn chênh lệch nhau 8%. Đây là kết quả có thể chấp nhận được, bởi bản thân phương pháp phân mảnh cổ điển đã sử dụng rất nhiều giả thiết để giảm nhẹ khối lượng tính toán, do đó kết quả tính không thể nào chính xác như phương pháp phần tử hữu hạn.

+ Bằng cách quy đổi hệ thống đất nền + móng cọc móng cầu thành một khối đất tương đương, ta có thể dễ dàng phân tích ổn định nền đường dẫn vào cầu trên nền đất yếu (có xét đến sức kháng của móng cọc móng cầu) bằng các phương pháp tính toán ổn định mái dốc đơn giản đã được tiêu chuẩn thiết kế hiện hành Việt Nam chấp nhận như: của Fellenius, Bishop.v.v...

Hạn chế:

+ Do các tác giả việc vận dụng phương pháp xác định góc nội ma sát và lực dính của

đá để tính toán góc nội ma sát và lực dính cho cọc bê tông cốt thép nên các thí nghiệm này chưa đánh giá được sự tham gia làm việc của cốt thép trong cọc.

+ Các kết quả thí nghiệm chỉ được thực hiện với số lượng mẫu ít (30 mẫu) và chỉ thực hiện với mỗi cấp bê tông của móng cọc cầu A. Cần thử nghiệm thực tế hiện trường để đánh giá độ chính xác của phương pháp quy đổi hệ thống “cọc móng cầu + đất nền” về “khối đất tương đương”, số lượng mẫu thí nghiệm cần nhiều hơn, các cấp bê tông đa dạng hơn để có điều kiện bổ sung, hoàn thiện kết quả nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- [1] Phan Vy Thùy (2016), *Tính toán ổn định trượt sâu của móng cầu trên nền đất yếu có xét đến sức kháng của cọc khoan nhồi*, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, Số 9/2016.
- [2] Phan Quốc Bảo, Nguyễn Viết Trung, Doãn Minh Tâm (2014), *Nghiên cứu giải pháp kết cấu sàn giảm tải mềm cho công trình đường đầu cầu đắp trên đất yếu*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Giao thông Vận tải, Số 11-5/2014.
- [3] Nguyễn Sỹ Ngọc (2005), *Cơ học đá*, Nxb Giao thông Vận tải, 2005.
- [4] Hassiotis, S., Chameau, J.L. and Gunaratne, M. (1997). *Design method for stabilization of slopes with piles*. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, pp.314-323.
- [5] Adachi, T., Kimura, M. and Tada, S. (1989). *Analysis on the preventive mechanism of landslide stabilizing piles*. 3rd International Symposium on Numerical Models in Geomechanics, pp. 691-698.

Ngày nhận bài: 6/3/2018

Ngày chuyển phản biện: 8/3/2018

Ngày hoàn thành sửa bài: 29/3/2018

Ngày chấp nhận đăng: 9/4/2018