

Phân tích sự cố công trình ngầm trong xây dựng, sửa chữa dựa trên kinh nghiệm của các nước trên thế giới



NGUYỄN VĂN ĐỨC*

Trong quá trình thi công, sửa chữa công trình ngầm có nhiều sự cố gây thiệt hại cả về kinh tế lẫn con người. Dựa trên kinh nghiệm các nước trên thế giới, tác giả tổng hợp và phân tích kinh nghiệm cũng như đưa ra các lý thuyết dự báo ổn định trong quá trình thi công và sửa chữa, khôi phục công trình ngầm. Những phân tích này có thể phát triển thành các quy trình, quy phạm trong thiết kế xây dựng, sửa chữa công trình ngầm, giảm thiểu rủi ro tai biến địa chất.

1. CÁC VẤN ĐỀ KHI SỬA CHỮA, XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM TẠI VIỆT NAM

Sự cố sửa chữa hầm Bãi Gió [1]:

Hầm Bãi Gió dài khoảng 900 m, được Pháp xây dựng năm 1930, hoàn thành đưa vào sử dụng từ năm 1936. Công trình đã trải qua nhiều lần trùng tu, sửa chữa. Vòm hầm làm bằng bê tông, dài hơn 400 m, cao 5 m, rộng 4 m.

Trong quá trình thi công, hầm Bãi Gió hứng chịu 3 đợt sụt lở trong 2 ngày. Đợt đầu tiên chiều 12/4/2024, khoảng 150 m³ đất đá rơi xuống vị trí cách cửa hầm phía bắc khoảng 85 m và kéo dài chừng 20 m. Đến khoảng 04h15 ngày 13/4/2024, hầm tiếp tục sụt lở với khối lượng đất đá khoảng 50 m³, được công nhân thu dọn cơ bản. Tuy nhiên, đến 17h45 ngày 13/4/2024 đất, đá sụt kín vị trí vừa thu dọn trước đó.

Theo đánh giá ban đầu, nguyên nhân sập hầm Bãi Gió là do công trình hoạt động nhiều năm, địa chất phức tạp, đá phong hóa lâu năm nên đất đá không còn kết dính. Khi đơn vị thi công bóc từng phần kết cấu vòm hầm thì xảy ra sụt lở.

Thực tế, 8 hầm yếu được cải tạo trên tuyến cũng đều có hiện tượng đất, đá sụt lở mức độ nhẹ, có thể dọn ngay trong ngày, riêng hầm Bãi Gió có khối lượng đất đá sụt lở lớn nhất. Các bước khảo sát, khoan thăm dò, thiết kế kỹ thuật đều có dự báo tình hình địa chất, phong hóa của đá...". (Theo Cục Đường sắt Việt Nam, Bộ GTVT).

Xử lý địa chất yếu trong hầm dài nhất cao tốc Bắc Nam hầm Núi Vung:

Hầm đường bộ Núi Vung (tỉnh Ninh Thuận) thuộc dự án đầu tư xây dựng cao tốc Cam Lâm - Vĩnh Hào, đang được nhà đầu tư là Tập đoàn Đèo Cả thực hiện theo hình thức đối tác

* Đại học Công đoàn.

công tư (PPP). Hầm dài 2,2 km, dài nhất trong các hầm xuyên núi trên cao tốc Bắc - Nam. Khởi công tháng 11/2021, hầm đã được đào thông vào tháng 8/2023. Khi đào được 200 m đường Núi Vung, nhà thầu gặp mạch nước ngầm chảy mạnh và đá phong hóa, là điểm khác so với hồ sơ thiết kế ban đầu. Địa chất trong hầm là đá phong hóa mạnh đến hoàn toàn (đá bị biến đổi do nhiệt độ, nguồn nước, không khí và các loại axit trong tự nhiên). Nếu gặp nước, về lâu dài đá phong hóa có thể sạt lở. Ngoài ra, hầm có dấu hiệu chuyển vị (xê dịch), một số vị trí cần có biện pháp xử lý kịp thời để đảm bảo an toàn.

Có nhiều phương án được đưa ra, sau đó các bên thống nhất dùng đào, khoan thoát nước, phun bổ sung chiều dày bê tông gia cố diện tích đã đào. Để gia cố vòm hầm, nhà thầu đã khoan, lắp các ống thép để bơm phụt vữa xi măng xung quanh vòm hầm; đặt các vĩ thép chỉ cách nhau 50 cm thay vì 100 cm như trước và lắp đặt các neo cố định chân vĩ thép, bổ sung hệ thống vòm tạm...

Sau 5 lần họp bàn, các chuyên gia đề xuất thêm giải pháp như tăng chiều dài neo đá từ 4 m lên 6 m, bổ sung vĩ thép, phun bê tông dày tới 15 cm, bố trí thêm các cây thép ổn định kết cấu hầm... Sau khi các đơn vị khảo sát lại đồng bộ, đoạn hầm dài khoảng 200m được các bên thống nhất chỉnh sửa thiết kế kỹ thuật với khối lượng vật liệu thi công tăng lên nhiều lần so với thiết kế ban đầu.

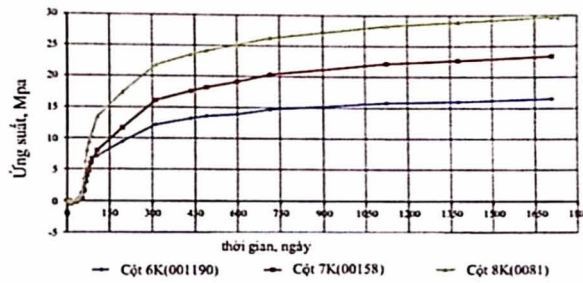
2. CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SỤT LỖ, SỰ CỐ TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG, SỬA CHỮA, KHAI THÁC CÔNG TRÌNH NGẦM

Để nghiên cứu quá trình hư hỏng công trình ngầm trong quá trình xây dựng, sửa chữa, sử dụng cần tiến hành quan trắc sức khỏe kết cấu công trình: tải trọng, biến dạng theo thời gian. Sau đây, tác giả trình bày một phần quan trắc công trình trong nhiều năm thực hiện tại LB Nga [4].

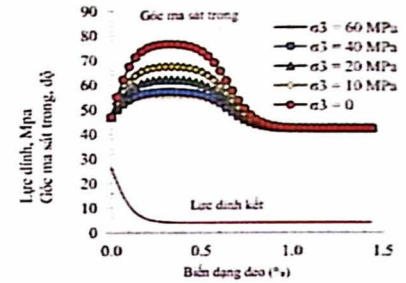
Công trình ngầm Metro được gắn các tem điện trở, thu thập ứng suất tác dụng lên các cột chống theo thời gian. Giá trị tải trọng tác dụng lên kết cấu chống theo thời gian đặc trưng bởi giá trị góc ma sát trong (c) và lực dính kết (φ) của đất đá. Hiện tượng cần quan tâm ở đây là, theo thời gian đất/đá và kết cấu chống đều bị "già hóa", nghĩa là các tham số của nền đất biến đổi theo thời gian làm giảm khả năng mang tải khối đất/đá và tăng tải trọng lên kết cấu chống, kết cấu chống cũng giảm bền



Hình 1. Vị trí đặt các tem điện trở quan trắc kết cấu cột chống ga hầm Metro [4].



Hình 2. Đồ thị quan trắc ứng suất- tải trọng tác dụng lên kết cấu chống theo thời gian.



Hình 3. Góc ma sát trong và lực dính kết thay đổi theo biến dạng dẻo (dịch chuyển của đất/đá) [3].

- giảm khả năng mang tải. Theo thời gian, tải trọng lên kết cấu chống tăng còn khả năng mang tải của kết cấu chống giảm. Nếu đến thời điểm nào đó mà kết cấu chống không đủ khả năng mang tải thì sẽ dẫn đến sụp đổ kết cấu chống.

Theo đồ thị hình 2, tải trọng tác dụng lên kết cấu chống tăng dần theo thời gian từ lúc lắp dựng đến lúc sử dụng. Ngoài ra, kèm theo quá trình giảm bền của tất cả các loại kết cấu chống: chống tạm khi thi công, chống cố định bằng bê tông cốt thép. Quá trình gây nứt, sự cố công trình có thể là tức thời, 1 năm, 3 năm, 100 năm. Thậm chí, đối với các công trình nhà máy điện nguyên tử, bể chứa chất thải phóng xạ, quá trình này lên cả vạn năm hoặc triệu năm. Cần có kiến thức và kỹ thuật kiểm soát quá trình phá hủy của các loại công trình này để giảm thiểu rủi ro, nhất là các công trình quan trọng và nằm ở các khu vực đông dân cư.

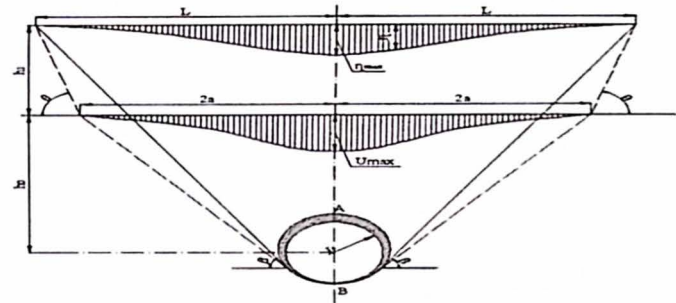
Theo đồ thị hình 3, giá trị góc ma sát trong và lực dính kết thay đổi theo theo biến dạng dẻo của nền đất. Biến dạng dẻo của đất/đá thay đổi theo biến dạng - dịch chuyển kết cấu và đất/đá bên trong hầm.

Trên hình 4: góc β là vùng ảnh hưởng khi khai đào công trình ngầm, giá trị góc β phụ thuộc góc ma sát trong (c) và lực dính kết (φ), giá trị góc β sẽ thay đổi theo giá trị các lớp đất khác nhau: lớp đất càng yếu thì vùng mở rộng càng tăng. Theo hình 3, biến dạng dẻo tăng tức là khi đào hầm có chuyển vị thì vùng ảnh hưởng sẽ được mở rộng, tăng tải trọng lên kết cấu chống, khi kết cấu chống không đủ khả năng mang tải sẽ xảy ra sự cố.

Như vậy, khi có dịch chuyển đất/đá hoặc hiện tượng sụt lún đất đá thì vùng ảnh hưởng đã bị mở rộng, cần tiến hành phân tích và khoanh vùng ảnh hưởng. Nếu cần thiết, phải tiến hành gia cố khoan phun từ các vị trí bên ngoài, hoặc trên đỉnh núi xuống. Nghĩa là, việc gia cố được tiến hành giống với các biện pháp sau khi sự cố xảy ra, nhưng khối lượng và chi phí sẽ nhỏ hơn khi khắc phục hậu quả.

3. KẾT LUẬN

Trong quá trình thi công mới, sửa chữa, vận hành đều có tác động đến khối đất/đá. Khi có dịch chuyển, biến dạng dẻo tăng thì vùng ảnh hưởng sẽ mở rộng, tải trọng lên kết cấu chống tăng. Mối quan hệ giữa chuyển dịch đất/đá và sự phát triển vùng phá hoại trong quá trình sửa chữa, thi công, vận hành công trình ngầm cần



Hình 4. Sơ đồ mô phỏng quá trình ảnh hưởng khi đào hầm hoặc sửa chữa công trình ngầm.

được đầu tư nghiên cứu, đảm bảo ổn định các công trình ngầm.

Các nguyên nhân tác động tăng tải trọng lên kết cấu chống: (1) Mưa làm tăng mực nước ngầm; bão hòa đất/đá làm suy giảm khả năng mang tải, dẫn tới hiện tượng cát chảy/đất chảy gây thấm, chảy vào bên trong hầm; (2) Quá trình tải trọng tác động kết cấu chống là quá trình tăng dần trong quá trình xây mới lần sửa chữa, vận hành; (3) Các tác động đào, cạy bỏ lớp bê tông cũ gây ra xáo động đất đá xung quanh biên công trình, làm giảm mô đun biến dạng và khả năng mang tải của đất/đá cũng như kết cấu chống tạm trước đó; (4) Khi tháo bỏ lớp kết cấu cũ, gây tác động chuyển vị lên kết cấu chống, nhiều khi tăng tải trọng tức thời mà khó nhận biết nếu không có hệ thống quan trắc.

Hiện nay, chưa có tài liệu, tiêu chuẩn Việt Nam nghiên cứu về vùng ảnh hưởng phá hủy mở rộng theo chuyển dịch đất đá, dẫn đến sụp đổ lũy tiến khi đào mới, sửa chữa hầm. Vấn đề trên cần được đầu tư nghiên cứu để giảm thiểu rủi ro, sự cố khi xây mới, vận hành, sửa chữa các công trình ngầm.✧

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- <https://plo.vn/nguyen-nhan-sap-ham-duong-sat-bai-gio-post785689.html>
- <https://vnexpress.net/xu-ly-dia-chat-yeu-trong-ham-dai-nhat-cao-toc-bac-nam-4646029.html>
- Hossein Rafiei Renani, C. Derek Martin. Cohesion degradation and friction mobilization in brittle failure of rocks. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 106 (2018) 1–13.
- Деменков Петр Алексеевич. Методология прогнозирования напряженно-деформированного состояния конструкций станций метрополитена глубокого заложения с учетом этапов строительства. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук, 2015.