

SỰ CỐ KỸ THUẬT TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM DỰ BÁO, PHÒNG NGỪA VÀ KHẮC PHỤC

THE TECHNICAL PROBLEMS IN UNDERGROUND CONSTRUCTION
FORECAST, PREVENT AND SOLUTION

TS. Nguyễn Văn Quyển
Trường Đại học Mở - Địa chất

Đặt vấn đề

Thi công công trình ngầm (CTN) luôn gắn liền với nguy cơ xảy ra sự cố kỹ thuật rất cao do sự biến đổi bất thường, không lường trước của điều kiện thi công như điều kiện địa chất, địa chất thủy văn...v.v. và thường dẫn tới làm tăng giá thành thi công, chậm tiến độ hoàn thành công việc. Khái niệm CTN ở đây được hiểu theo nghĩa rộng bao gồm các CTN giao thông, thủy lợi, thủy điện, quốc phòng, các CTN trong thành phố, tầng hầm của các nhà cao tầng cũng như các đường lò trong khai thác khoáng sản.

Trong những năm gần đây, kỹ thuật công nghệ trong xây dựng CTN trên thế giới đã có những tiến bộ vượt bậc, đặc biệt khi thi công CTN qua vùng đất mềm yếu trong khu vực thành phố có nguy cơ sự cố cao. Rất nhiều CTN trên thế giới đã được xây dựng thành công, an toàn và hiệu quả qua vùng đất yếu. Tuy nhiên, cũng đã có không ít các sự cố kỹ thuật xảy ra trong quá trình thi công và hậu quả để lại cũng rất lớn. Để thấy nhất là chi phí để khắc phục sự cố kỹ thuật là rất lớn. Tại Anh, chi phí để khắc phục sự cố kỹ thuật xảy ra trong một đường hầm vượt qua eo biển Măngso thi công bằng TBM, chống giữ bằng vỏ tubing bê tông cốt thép lắp ghép, vượt tới 4200% so với đơn giá ban đầu cho 1 mét đường hầm. Thông thường, chi phí để khắc phục sự cố kỹ thuật (thay thế kết cấu bị phá hủy) không nhỏ hơn 2 lần so với đơn giá thi công ban đầu.

Chính vì hậu quả đặc biệt nghiêm trọng do các sự cố kỹ thuật trong xây dựng CTN gây ra nên phòng ngừa sự cố kỹ thuật xảy ra trong quá trình thi công CTN là rất cần thiết. Sự cố kỹ thuật luôn gắn liền với công tác thi công và là điều khó tránh khỏi. Kết quả nghiên cứu khoa học, cải tiến kỹ thuật có thể làm tăng hiểu biết chung, giúp lý giải được nguyên nhân dẫn đến sự cố kỹ thuật và cho phép tìm được các giải pháp phòng ngừa nhất định. Tuy nhiên, vì khối đá là vật thể địa chất phức tạp, do vậy đến nay kinh nghiệm thực tế cũng vẫn rất quan trọng. *Những người làm việc trong lĩnh vực xây dựng công trình ngầm vẫn phải triển khai công việc trên cơ sở các kinh nghiệm tích lũy được, các kinh nghiệm và bài học từ những sự cố kỹ thuật, những thất bại của chính mình và của đồng nghiệp.*

Trong khuôn khổ của bài viết này chúng tôi xin trình bày một số sự cố kỹ thuật đã xảy ra ở Việt Nam cũng như trên thế giới, phân tích nguyên nhân, cách dự báo phòng ngừa và khắc phục.

Giải quyết vấn đề

Sự cố kỹ thuật trong xây dựng CTN có thể hiểu là những biểu hiện, sự kiện làm thay đổi thậm chí phá vỡ hoàn toàn chức năng sử dụng của các hạng mục, kết cấu của công trình cũng như làm thay đổi trình tự thi công các hạng mục đã được dự kiến trước đó. Các sự cố kỹ thuật khi xảy ra đều theo một chuỗi những biểu hiện, hiện tượng nhất định, cụ thể là:

- Nhiều hiện tượng, điều kiện bất lợi đồng thời xuất hiện;
- Khối đất đá đòi hỏi phải được chống đỡ tăng cường hơn;
- Tốc độ thi công giảm dần và có thể đạt đến các giá trị giới hạn;
- Hệ thống thiết bị cho thấy có trục trặc trong vận hành;
- Giải pháp khắc phục được triển khai chậm và sự cố kỹ thuật xuất hiện.

Sự cố kỹ thuật trong xây dựng CTN đặc biệt nghiêm trọng và có tần suất xảy ra lớn hơn nhiều so với các loại hình công trình xây dựng khác. Trong quá trình thi công CTN trên thế giới cũng như ở Việt Nam đã gặp phải rất nhiều sự cố kỹ thuật khác nhau. Mỗi sự cố kỹ thuật xảy ra đều là những bài học hữu ích đối với những người xây dựng. Do chúng ta chưa có nhiều kinh nghiệm và nhận thức về các sự cố kỹ thuật trong thi công các công trình ngầm, nên tìm hiểu các khả năng xảy ra sự cố kỹ thuật và nguyên nhân để có thể có các giải pháp phòng ngừa và xử lý có hiệu quả là rất cần thiết.

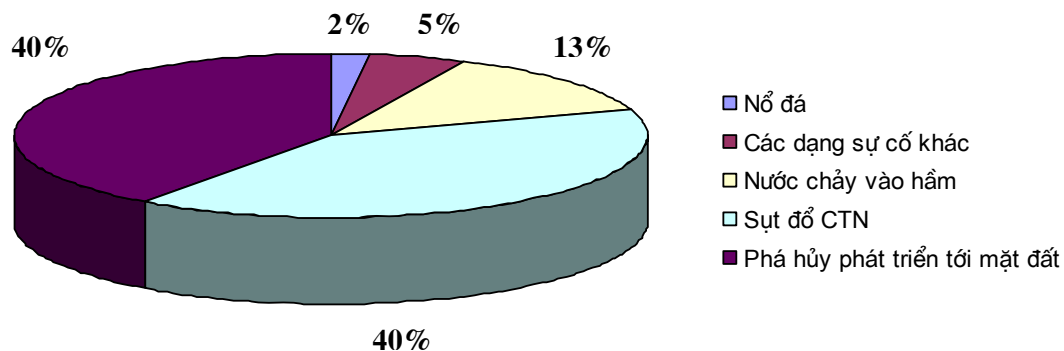
1. Phân loại sự cố kỹ thuật

Sự cố kỹ thuật trong xây dựng CTN rất đa dạng có thể xảy ra ở các vị trí khác nhau của công trình, do nhiều nguyên nhân chủ quan và khách quan khác nhau. Do đó cũng có thể phân loại các sự cố kỹ thuật theo nhiều cách.

1.1. Phân theo vị trí hay hình thức sự cố kỹ thuật

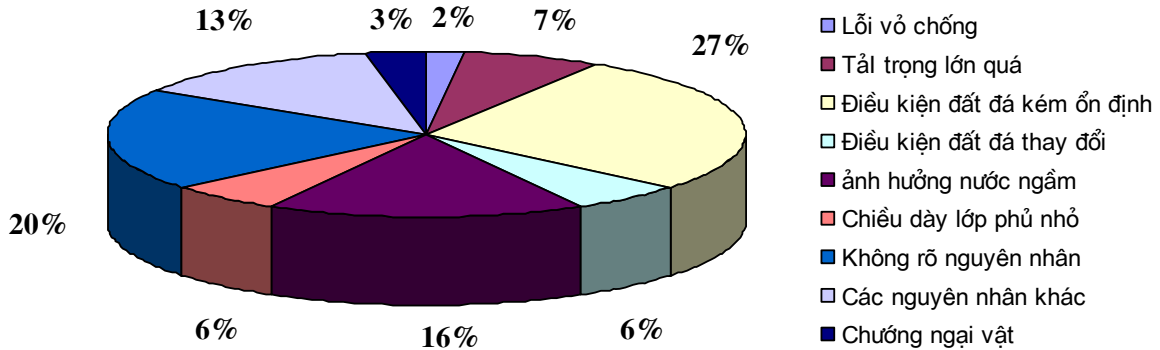
- Phá huỷ đất đá tới mặt đất;
- Sập lở đất đá ở nóc hầm;
- Sập lở đất đá ở hai bên hông;
- Sập lở đất đá ở gương thi công;
- Nổ đá;
- Bục nước;
- Sập lở cửa hầm.

Theo kết quả thống kê thì dạng sự cố kỹ thuật phá huỷ đến mặt đất là chiếm phần lớn trong các dạng sự cố kỹ thuật xảy ra trên thế giới. Tuy nhiên, sự cố kỹ thuật này thường kết hợp với hiện tượng nước chảy vào công trình. Do đó, phần nước chảy vào công trình trong thực tế lớn hơn.



Hình 1. Biểu đồ tỉ lệ các dạng phá hủy xảy ra trong CTN trên thế giới

Trên hình 2 là biểu đồ các dạng nguyên nhân gây ra sự cố kỹ thuật khác nhau. Mặc dù, có nhiều nguyên nhân khác nhau gây ra sự cố kỹ thuật, nhưng ở đây chỉ thể hiện các nguyên nhân chính. Tất nhiên, một số nguyên nhân trong số đó phụ thuộc lẫn nhau hoặc xảy ra liên tiếp.



Hình 2. Biểu đồ tỉ lệ các nguyên nhân gây phá hủy công trình ngầm trên thế giới

Để hiểu rõ nguyên nhân gây ra các dạng sự cố kỹ thuật ở trên, có thể định nghĩa các nguyên nhân đó như sau:

- + Lớp phủ mỏng: khoảng cách từ nóc hầm đến mặt đất rất nhỏ.
- + Điều kiện đất đá thay đổi: các lớp đất đá xen kẽ nhau từ tốt đến xấu và không dự báo được điều kiện đất đá.
- + Điều kiện đất đá xấu: đây là trường hợp gặp đất đá bị phá huỷ mạnh trong vùng đứt gãy, đất đá ở trước gương đào không ổn định, không dự báo trước được vùng đứt gãy, có lớp đất sét trương nở...v.v.
- + Vượt tải: sự phá huỷ làm lõm vùng nóc mặt cắt ngang công trình và phá huỷ kết cấu vỏ chống cố định.
- + Các trở ngại: có thể bao gồm các hiện tượng như: bỏ qua lỗ khoan thăm dò, không dự báo được sự xuất hiện các lỗ khoan trước...v.v.
- + Các nguyên nhân khác: hệ số phá huỷ lớn, chất lượng khoan phụt không đảm bảo...v.v.

1.2. Nguyên nhân gây sự cố kỹ thuật

Theo nguyên nhân gây ra các sự cố kỹ thuật có thể phân loại như sau:

Các số liệu ban đầu của địa tầng không chính xác (không dự báo được điều kiện địa chất bất lợi như sự biến đổi tính chất cơ lý của đất đá do phong hóa, do đứt gãy phong hóa, vò nhàu, do hệ thống các khe nứt trong đất đá, ảnh hưởng của nước ngầm, ảnh hưởng của hiện tượng cactơ, đất đá nén ép hoặc trương nở).

- Sai sót trong công tác quy hoạch, tính toán (Chọn sai mức nền hầm, phân loại đứt gãy địa chất không đúng, không tương thích với kết cấu chống, các thông số kỹ thuật không tương ứng với loại vật liệu xây dựng, phương pháp thi công sai)

- Sai sót trong tính toán: thường xuất hiện trong cả quá trình thiết kế và thi công và thường xuyên liên hệ với các dữ liệu quan trắc (chấp nhận các thông số không chính xác để thiết kế, không đánh giá đúng tác động của nước ngầm, sử dụng các chương trình tính toán không thích hợp, thu thập dữ liệu quan trắc không phù hợp và xử lý dữ liệu quan trắc không chính xác)

- Sai sót trong quá trình thi công: có liên quan đến hầu hết các công việc trong quá trình thi công (công tác khoan nổ mìn phá đá không hợp lý, thi công các loại vỏ chống không đảm bảo chất lượng hoặc không đúng thời điểm, tiến độ thi công không phù hợp)

- Sai sót trong quản lý điều hành: (không thu nhận các thông tin tối thiểu cần thiết về địa tầng trước khi thi công, không thường xuyên kiểm tra an toàn và cập nhật tình trạng gương thi công để kịp thời điều chỉnh, người thiết kế (quản lý) trình độ kém hoặc không có kinh nghiệm, giám sát thi công không tốt, xử lý các dữ liệu quan trắc không tốt hoặc sai sót)

- Sai sót trong tổ chức, thu thập và xử lý thông tin: (Không tập hợp dữ liệu, có tập hợp nhưng không đo đạc xử lý, có tập hợp nhưng diễn giải không chính xác, có tập hợp và diễn giải chính xác nhưng đo đạc không chính xác, ...)

2. Biện pháp phòng ngừa và khắc phục sự cố kỹ thuật

2.1. Các biện pháp phòng ngừa

Từ các dạng sự cố kỹ thuật, nguyên nhân dẫn tới sự cố kỹ thuật đã tổng hợp và phân tích cho thấy để phòng ngừa sự cố kỹ thuật cần tập trung vào các nhóm giải pháp:

- Thăm dò, điều tra, khảo sát điều kiện khối đất khu vực thi công CTN đầy đủ, chính xác; (Khảo sát xác định điều kiện hiện trường, địa hình bề mặt và xác định các tính chất cơ lý đất đá, xác định các đối tượng xây dựng tồn tại trong công việc thi công, khảo sát phục vụ mục đích bảo vệ môi trường xây dựng)

- Quy hoạch, thiết kế hệ thống CTN phù hợp với điều kiện thực tế; (chọn hình dạng tiết diện ngang CTN hợp lý, chọn hướng tuyến phù hợp với điều kiện địa chất, xây dựng và kinh tế; chọn độ sâu bố trí CTN hợp lý về mặt địa chất và thuận lợi về mặt thi công)

- Thiết kế kết cấu CTN có chú ý tới tất cả các yếu tố có thể tác động tới công trình trong quá trình thi công và sử dụng; (hiện tượng nước ngầm, cát chảy, cacstơ, lún sụt bề mặt ảnh hưởng đến công trình lân cận)

- Lựa chọn biện pháp thi công và cách thức thực hiện phù hợp, đảm bảo chất lượng;

- Nâng cao chất lượng công tác chuẩn bị, thăm dò chi tiết.

- Quan trắc, đánh giá ổn định CTN và các công trình bề mặt trong suốt thời gian thực hiện dự án; (sử dụng mạng lưới quan trắc với các dụng cụ thiết bị thích hợp để đo biến dạng bề mặt, biến dạng ứng suất xung quanh công trình, lưu lượng nước ngầm □ làm cơ sở để đánh giá phát hiện và xử lý sự cố.

- Sử dụng hệ thống quản lý, kiểm soát rủi ro, quản lý chất lượng như là một phần của dự án.

- Nâng cao năng lực đội ngũ cán bộ tham gia thực hiện dự án.

2.2. Các biện pháp xử lý và khắc phục sự cố kỹ thuật

Mặc dù đã có các biện pháp phòng ngừa cần thiết nhưng các sự cố kỹ thuật vẫn có thể xảy ra trong khi thi công. Do tính đa dạng phức tạp của các sự cố cho nên giải pháp xử lý, khắc phục cũng rất khác nhau bao gồm cả các biện pháp về điều chỉnh quy hoạch thiết kế, phương pháp thi công hoặc các điều chỉnh kỹ thuật — công nghệ đơn giản. Trong khuôn khổ của bài viết này chỉ đề cập đến các giải pháp kỹ thuật - công nghệ được sử dụng để khắc phục các sự cố kỹ thuật điển hình khi thi công CTN bằng các phương pháp đào thông thường.

Bảng 1. Các biện pháp đối phó các sự cố kỹ thuật khi thi công CTN bằng phương pháp đào ngầm thông thường

Loại sự cố kỹ thuật	Nguyên nhân	Hậu quả	Biện pháp đối phó
Sụt lở gương đào	Đất yếu hoặc áp lực chống giữ tại gương không đủ	- Ngừng trệ thi công - Đất tụt lở vào CTN	- Khoan thăm dò - Giảm chiều dài chu kỳ đào - Tăng cường KCC - Chia gương để đào - Gia cố đất trước khi đào
Sụt lở gương kèm theo nước chảy vào	- Công tác gia cố đất không hiệu quả - Đường hầm đào dốc - Công suất bơm thoát nước không đủ	- Đất và nước chảy vào CTN - Ngập lụt CTN - Ngừng trệ thi công - Lún bề mặt - Hư hỏng thiết bị	- Gia cố đất bằng khoan phun tia, đóng băng nhân tạo - Tăng công suất bơm thoát nước
Phá huỷ tại phân nền	- Kết cấu chống bị hư hỏng hoặc không đủ khả năng mang tải - Chạm khéo kín tiết diện đào	- Ngừng trệ thi công - Đất tụt lở vào CTN	- Đào thận trọng - Khoan phụt gia cố - Bổ sung neo bên hông
Nước chảy vào CTN	- Xuất hiện các vùng, túi nước không dự kiến trước - Khoan phụt gia cố không hiệu quả	- Ngập lụt CTN - Ngừng trệ thi công - Hư hỏng thiết bị	- Bơm thoát nước
Sụt lở phát triển tới bề mặt	- CTN nằm nông trong đất yếu - áp lực chống giữ gương không đủ - Tồn tại các vật thể ngoại lai trong đất	- Phá huỷ công trình bề mặt - Ngừng trệ thi công	- Áp dụng các biện pháp chống giữ (đóng băng, khoan phụt) - Đào thận trọng
Biến dạng trên biên CTN	- Dịch chuyển đất - Kết cấu chống không đủ khả năng mang tải	- Thu hẹp kích thước tiết diện ngang - Phá huỷ kết cấu chống	- Tạo khe biến dạng trong KCC - Tăng khả năng mang tải cho KCC
Lún bề mặt	- Biện pháp chống giữ không thích hợp	- Biến dạng vỏ chống CTN	- Gia cường đất (khoan phụt, đóng băng)

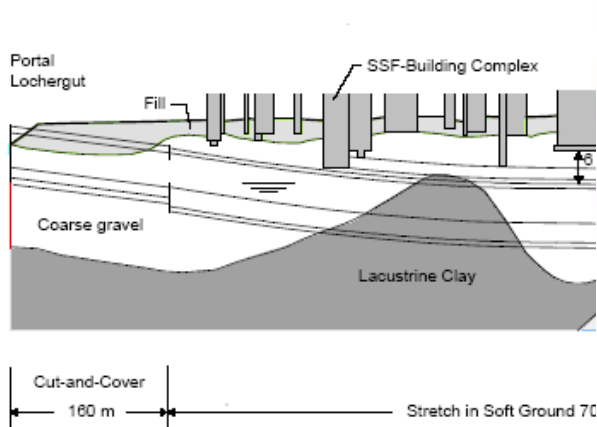
- Địa chất không đồng nhất - Tồn tại các vật thể ngoại lai trong đất	- Phá huỷ công trình bề mặt - Ngừng thi công	- Đo quan trắc bề mặt - Hạ thấp mực nước ngầm - Giảm chiều dài chu kỳ đào
---	---	---

3. Một số dạng sự cố kỹ thuật xảy ra khi xây dựng CTN ở Việt Nam và trên thế giới

3.1. Các sự cố tiêu biểu xảy ra ở trên thế giới

3.1.1. Sự cố kỹ thuật tại đường hầm Zimmerberg thi công trong đất yếu (thi công bằng máy khiên đào)

Đường hầm dài 700m đào trong đất mềm chủ yếu là băng tích, sỏi cuội nguồn gốc sông, trầm tích hồ, phía dưới là lớp đá gốc (đá bùn, đá cát kết) (hình 3). Lớp đất cuội sỏi sông có lẫn các khối cuội tảng kích thước tới vài mét khối. Quan sát trên gương hầm cho thấy khối cuội tảng lớn nằm giữa gương và đất cát của máy đào. Lớp đất này có tính thấm lớn (hệ số thấm $k \geq 10^{-3}$ m/s) trong khi lớp trầm tích hồ lại thể hiện tính thấm rất thấp. Trong lớp đất băng tích, mực nước ngầm ngang với cao độ đỉnh hầm và giảm xuống nằm phía dưới đỉnh hầm khoảng 4m tại khu vực Portal Lochergut. Dọc theo toàn bộ chiều dài, đường hầm xây dựng phía dưới các công trình bề mặt. đặc biệt, công trình toà nhà SSF nằm trực tiếp ngay trên nóc đường hầm. Tầng garage ngầm của toà nhà nằm trong phạm vi mặt cắt ngang đường hầm dự kiến, đòi hỏi phải dỡ bỏ tầng ngầm dưới cùng cũng như toàn bộ hệ thống cọc đỡ móng của toà nhà.



Hình 3. Trắc dọc tuyến đường hầm Zimmerberg

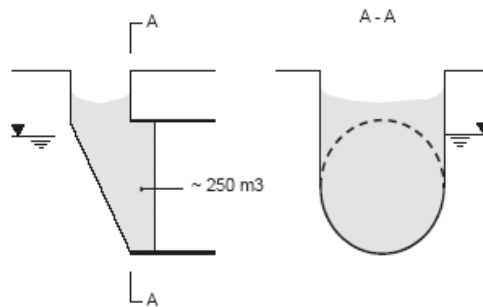
Với điều kiện thi công như vậy, ngay từ khi bắt đầu dự án đã nhận thấy có rất nhiều rủi ro có thể xảy ra trong thi công, thậm chí cả những phá huỷ phát triển tới bề mặt. Những thông số điều kiện thi công ảnh hưởng tới nguy cơ rủi ro cao bao gồm:

- Đường hầm có kích thước tiết diện ngang lớn (đường kính đào 12,3m);

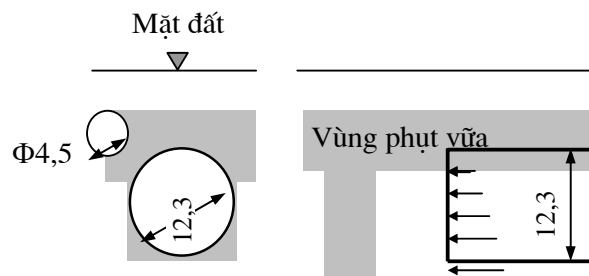
Hình 4. Sụp lở phát triển tới bề mặt
a. Trong khu vực ngoại thành
b. Trong khu vực đô thị

- Chiều dày lớp đất phủ nhỏ (6-15m) so với kích thước đường hầm;
- Khoảng cách từ nóc hầm nằm đến đáy móng các công trình bề mặt rất nhỏ (3-6m);
- Đường hầm đào trong vùng đất yếu có nước ngầm;
- Khối đất có chứa các vật ngoại lai như neo ứng suất trước của hệ thống gia cố các công trình lân cận.

a. *Biện pháp đối phó:* Trong lớp đất cuội sỏi sông, do tính thấm của đất rất lớn nên tác dụng chống giữ mặt gương của dung dịch bentonit trong buồng công tác máy khiên đào bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Vì vậy, một số biện pháp hỗ trợ đã được thực hiện để cải thiện điều này: thi công kết cấu vòm bảo vệ tiến trước gương từ vị trí cửa hầm Portal Lochergut tới toà nhà SSF dài 140m. Ngoài ra, từ giếng phụ tại Loolerwiese, tiến hành thi công một hầm phụ dài 470m chạy song song với hầm chính. Mục đích của đường hầm này là tạo không gian để thi công khoan phụt vữa gia cố khối đất phía trên nóc hầm chính (hình 6) và cũng để cho phép tiếp cận đầu máy khiên đào để sửa chữa khi cần thiết từ bất kỳ vị trí nào dọc theo đường hầm.



Hình 5. Đất đá lấp đầy buồng công tác do mất ổn định gương đào và phá hủy phát triển tới bề mặt



Hình 6. Biện pháp phòng ngừa phá hủy phát triển tới bề mặt: Dùng dung dịch bentonit đặc biệt kết hợp khoan phụt gia cố

b. *Khoan phụt vữa gia cố đất trên nóc CTN:* Mục đích chính tạo vùng khoan phụt gia cố phía trên nóc đường hầm là hạn chế vùng sụt lún tại gương phát triển tới bề mặt đất. Nhằm mục đích đó cần xác định hình dạng và kích thước vùng gia cố, loại vữa và thể tích vữa trên một đơn vị thể tích đất từ đó xác định mật độ lỗ khoan phụt cần thiết, phương pháp phân đoạn chiều sâu phụt vữa dọc theo chiều sâu lỗ khoan. Hiệu quả gia cố đất bằng khoan phụt vữa được đánh giá qua độ bền tối thiểu và độ đồng nhất của vùng đất được gia cố.

c. *Chống giữ gương bằng dung dịch bentônit*: Do sự thay đổi thất thường của khối đất sỏi cuội có tính thấm cao nên trong quá trình thi công, dung dịch bentônit sử dụng có những thành phần khác biệt so với các dự án khác. Các thành phần chủ yếu trong cho 1m^3 nước bao gồm: 40kg bentônit, 100kg cát, 0,5kg vật liệu pôlyme và 20kg Vermex. Vermex là tên gọi của vật liệu khoáng gồm nhôm-sắt-magiê-silicat thuộc học khoáng vật silicat. Do độ nhớt cao nên trọng lượng thể tích dung dịch chỉ đạt $8-9\text{ kg/m}^3$. Cùng với các thành phần vật liệu pôlyme, cát, thành phần vật liệu khoáng Vermex đảm bảo sự hình thành lớp đệm lọc trong buồng công tác sát mặt gương ngay cả khi đào trong lớp đất cuội sỏi có độ rỗng lớn. Tuy nhiên dung dịch có tính chất như vậy cũng có những nhược điểm liên quan tới quá trình vận hành (vận chuyển, phân tách dung dịch đất thải) vì vậy chúng chỉ nên sử dụng trong những trường hợp cần thiết. Thay vào đó nên tăng cường giải pháp sử dụng biện pháp khoan phụt gia cố đất.

Đường hầm được hoàn thành vào tháng 5 năm 2001.

3.1.2. Sự cố kỹ thuật tại dự án Tren Urbano-Rio Piedras, Puerto Rico (thi công bằng phương pháp NATM)

Hệ thống hầm tàu điện ngầm Tren Urbano-Rio Piedras, Puerto Rico có chiều dài 10,7 dặm, gồm 16 ga thi công trong khối đất bồi yếu. Một phần đường hầm thi công bằng máy khiên đào cân bằng áp lực đất, chống giữ bằng vỏ bê tông lắp ghép. Phần đường hầm còn lại thi công bằng phương pháp đào ngầm thông thường (NATM). Phức tạp nhất trong dự án là thi công đoạn ga Rio Piedras với chiều dày lớp đất phủ có chỗ chỉ còn khoảng 5m ngay phía dưới các công trình bề mặt. Vì lý do này, trong tài liệu thầu, chủ đầu tư đã quy định rất nghiêm ngặt yêu cầu khống chế độ lún bề mặt trong quá trình thi công. Nhà thầu đã lựa chọn phương pháp khoan phụt vừa bù để hạn chế hiện tượng lún bề mặt khi thi công theo cả 2 phương pháp máy khiên đào cân bằng áp lực đất và NATM.

Mặc dù công tác khoan phụt vừa bù được tiến hành từ trên mặt đất hoặc từ các giếng thi công, tuy nhiên tại vị trí ga Rio Piedras, công tác khoan phụt vừa được thực hiện từ buồng phụt vừa có kích thước cao 2,6m và rộng 2,9m. Các ống phụt vừa bố trí cách nhau 1,5 - 3m. Quá trình khoan phụt vừa được thực hiện theo các giai đoạn:

- Xác định khu vực cần được bảo vệ bằng vỉa phụt, theo kinh nghiệm được lấy trong vùng khối đất phía trên tạo với đường hầm góc 45^0 .
- Khoan và lắp đặt các hàng ống phụt vừa phía dưới khu vực bề mặt dự kiến chịu tác động của quá trình thi công CTN.
- Khoan phụt vừa bù vào trong khối đất.

Yêu cầu quan trọng khi áp dụng phương pháp là phải sử dụng hệ thống quan trắc tự động các công trình bề mặt để đánh giá mức độ biến dạng, dịch chuyển công trình do thi công CTN. Tần suất đo đạc là 10 phút, độ chính xác yêu cầu $\pm 1\text{mm}$. Phương pháp này đã thu được kết quả rất tốt góp phần vào sự thành công của dự án.

3.2. Một số sự cố kỹ thuật trong xây dựng CTN ở Việt Nam

Đến nay, đã có rất nhiều CTN được xây dựng ở Việt Nam (CTN tại các dự án thủy điện, thủy lợi, khai thác khoáng sản, v.v...). Tại nhiều dự án, đã xảy ra các sự cố kỹ thuật nhất định do nhiều nguyên nhân khác nhau. Mặc dù những dự án này hầu hết được thi công trong đá không giống như các CTN sẽ thi công tại thành phố Hà Nội trong nền đất yếu, song những kinh nghiệm rút ra từ nguyên nhân dẫn tới các sự cố kỹ thuật cũng sẽ là những bài học hữu ích.

3.2.1. Sự cố kỹ thuật sụt lở tại cửa hầm phía nam hầm đường bộ qua đèo Hải Vân

Mô tả sự cố kỹ thuật

Khi đào đến lý trình 0+27 hầm chính, nhà thầu đã tiến hành khoan phun tạo ô cho chu kỳ tiếp theo. Ngày 5/9/2001, sự cố kỹ thuật xảy ra, một khối lượng đất tại đỉnh hầm bị sụt lở kéo theo các ống tạo ô bị gục xuống. Nhà thầu đã tiến hành phun bê tông liên tục vào vùng bị sụt lở nhưng hiện tượng sụt lở vẫn tiếp tục gia tăng và tạo thành hốc rỗng trên đỉnh hầm. Đất khu vực này là đất phong hoá từ đá Granite có dạng cát sét, đất tối không đồng nhất bao gồm đất cát sét màu nâu vàng, xám trắng xen lẫn các dải sét cát màu nâu sẫm. Nước ngầm tại khu vực này nhiều, luôn nhỏ giọt từ trên đỉnh hầm xuống và chảy ra từ các lỗ khoan thoát nước trên gương hầm. Khi hiện tượng sụt lở vẫn tiếp tục gia tăng thì nhà thầu đã lắp lại gương hầm bằng đá, đồng thời dùng thiết bị nâng đưa lưới thép CQS6 vào và phun bê tông. Tuy nhiên biện pháp này chỉ ngăn được tạm thời trong ngày 06 và ngày 07/9/2001. Đến ngày 08/9 và 9/9 do lượng mưa lớn kéo dài (ngày 8/9 là 60mm và 9/9 là 37mm) làm cho mực nước ngầm tăng lên (quan sát qua lỗ khoan đo mực nước ngầm tại cơ số 3) và dẫn đến sụt lở tiếp tục. Vật liệu thoát ra từ gương hầm là sét pha cát bão hoà nước (dạng bùn). Tổng khối lượng khoảng 300m³.



Hình 7. Sụt lở phát triển tới bề mặt tại cửa hầm phía nam dự án hầm Hải Vân

Nguyên nhân

Theo đánh giá tổng kết, nguyên nhân dẫn tới sự cố kỹ thuật tại cửa hầm phía nam dự án hầm đường bộ Hải Vân bao gồm :

- Nguyên nhân do khâu khảo sát: số liệu khảo sát đã không lường trước được sự tồn tại của các khối cuội tảng có kích thước lớn trong khối đất làm phá vỡ tính đồng nhất của môi trường. Kết quả khảo sát không cung cấp đầy đủ số liệu về

điều kiện địa chất thủy văn, đặc biệt là mức độ giảm bên của khối đất do lưu lượng và tốc độ thấm của nước ngầm vào mùa mưa;

- Nguyên nhân do thiết kế: Chính vì các số liệu khảo sát không đầy đủ nên biện pháp thiết kế - thi công đề ra trong thiết kế không tính tới khả năng mất ổn định tại mặt gương khi đất bão hòa nước ;

- Nguyên nhân khác: do trước khi thi công dự án hầm Hải Vân, các nhà thầu Việt Nam hầu như chưa thi công bất kỳ CTN nào trong khối đất yếu tương tự như Hải Vân nên còn ít kinh nghiệm trong đánh giá rủi ro và các biện pháp phòng ngừa cần thiết.

Biện pháp xử lý

- Bịt kín toàn bộ gương hầm bằng đá.
- Bơm bê tông vào vùng bị sạt lở bằng bê tông có phụ gia đông cứng nhanh được trộn ngay tại đầu ra của ống bơm .
- Khoan một mạng lỗ khoan từ trên bề mặt tự nhiên vào khu vực bị sạt lở, có đặt ống thép có đục lỗ và tiến hành bơm vữa bê tông.
- Tiến hành đào hầm dẫn trước với mục đích thăm dò và tạo không gian để tiến hành khoan phụ vữa gia cố đất trước khi đào toàn tiết diện.

3.2.2. Sự cố kỹ thuật bực nước tại đường hầm thông gió Bắc Hải Vân

Đường hầm thông gió thuộc gói thầu IA - phần hầm phía Bắc dự án hầm Hải Vân đào theo hướng dốc xuống dưới. Trong quá trình thi công đã xảy ra hiện tượng bực nước với lưu lượng lớn gây ngập lụt trên chiều dài lớn của đường hầm làm gián đoạn quá trình thi công. Nguyên nhân là trong khối đá trước gương tồn tại túi nước đã không được khảo sát để phát hiện trước đó.

3.2.3. Sự cố kỹ thuật tại hầm chui qua cầu Văn Thánh 2 □ TP. Hồ Chí Minh

Sau khi đưa đường hầm chui qua cầu Văn Thánh 2 vào sử dụng đã xuất hiện các sự cố kỹ thuật:

- Mặt cầu bị sụt lún 70cm đến mức không sử dụng được;
- Đường hầm bị lún hơn 1m, kết cấu đường hầm bị rạn nứt, phá hủy nghiêm trọng
- Các công trình xây dựng lân cận khu vực hầm chui bị sụt lún, rạn nứt và phá hủy nghiêm trọng bắt buộc phải tiến hành tháo dỡ, giải tỏa để đảm bảo an toàn



Hình 8. Lô thùng kích thước 0,5 x 0,5m trên mặt cầu Văn Thánh 2

Nguyên nhân:

- Do thiết kế: thiết kế không chỉ rõ phải thi công hầm chui sau khi đã gia cố nền đất yếu và để nền hết lún;

- Do thi công: Thi công không đảm bảo chất lượng, đốt cháy giai đoạn thi công. Đáng lẽ phải gia tải nền đường trước khoảng 8 tháng mới tiến hành thi công hầm chui, song vì sức ép tiến độ nên khoảng thời gian này đã không được thực hiện, việc thi công hầm chui tiến hành đồng thời với gia cố nền đất yếu đường dẫn lên cầu. Chất lượng công trình không được đảm bảo, đặc biệt là phần gia cố nền móng đã bị rút bớt rất nhiều vật liệu như cọc cừ tràm, cốt thép;

- Do yếu tố con người: cán bộ giám sát không đủ năng lực giám sát công trình trong quá trình thi công, nhà thầu thi công không có đủ năng lực cũng như không có ý thức phải tuân thủ trình tự thi công theo thiết kế kỹ thuật đã được phê duyệt;

Chính vì những nguyên nhân đặc biệt nghiêm trọng nêu trên mà cho đến thời điểm hiện nay sự cố kỹ thuật vẫn chưa được khắc phục triệt để. Phá hủy liên quan đến đường hầm chui Văn Thánh 2 vẫn tiếp tục xảy ra.

3.2.4. Sự cố kỹ thuật bục phay phá FA mức -80 tại mỏ than Mạo Khê năm 1996

Sự cố kỹ thuật bục phay FA mỏ than Mạo Khê xảy ra vào năm 1996 khi đang đào đường lò cắt ngang qua phay. Một khối lượng lớn bùn nước đã đổ tràn vào đường lò trên chiều dài lớn làm chết tại chỗ 02 công nhân. Mặc dù đã biết rõ sự tồn tại của phay, song đơn vị thi công đã không áp dụng biện pháp khảo sát đầy đủ khi gương lò tiến gần tới phay và do đó đã không có biện pháp phòng ngừa thích hợp.

3.2.5. Sự cố kỹ thuật bục nước tại mỏ than Mông Dương tháng 4 năm 2006

Tai nạn xảy ra vào ngày 31-3-2006 tại đường lò dọc vỉa, khu Vũ Môn, thuộc Công ty than Mông Dương, cách cửa lò giếng chính gần 3km. Trong lúc công nhân tiến hành nổ mìn để đào phểu thông gió thì bất ngờ bị bục nước. Một khối lượng lớn nước, đất, đá đổ ập vào không gian đường lò, chảy dài theo đường lò trên 60m, vùi lấp toàn bộ lò chợ số 1 (dài 216m). Sự cố kỹ thuật xảy ra khi 37 công nhân đang làm việc, 16 người may mắn chạy thoát còn 21 người bị kẹt lại. Kết quả 4 người đã thiệt mạng.

Nguyên nhân dẫn tới sự cố kỹ thuật là do túi nước với khối lượng lớn tồn tại trên nóc lò (khoảng 1000 m³) đã không được quan tâm xử lý khi tiến hành đào lò chạy qua bên dưới mặc dù đơn vị thi công đã biết rất rõ sự tồn tại của túi nước này. Như vậy, nguyên nhân có thể là do ý thức chủ quan của con người cũng như do công tác khảo sát đã không được thực hiện đầy đủ để đánh giá đúng mức độ nguy hiểm có thể xảy ra.

Rõ ràng, so với các dạng sự cố kỹ thuật đã xảy ra trong thi công CTN trên thế giới, các sự cố kỹ thuật tại Việt Nam có nguyên nhân chủ yếu liên quan tới yếu tố con người, công tác quản lý, thực thi công việc.

3.2.6. Một số sự cố kỹ thuật xảy ra khi xây dựng các CTN tại TP. Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh

Khi xây dựng các công trình ngầm thành phố mà cụ thể là xây dựng các tầng ngầm của các nhà cao tầng tại các thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh đã gặp phải một số sự cố kỹ thuật như sau:

- Công trình Cao ốc Pacific (43-45-47 Nguyễn Thị Minh Khai, Q1, HCM) khi đào 5 tầng hầm làm sập 15 căn phòng thuộc toà nhà Viện KHXH vùng Nam Bộ.



Hình 9. Nhà Viện KHXH sập nằm dưới hầm công trình của cao ốc Pacific



Hình 10. Hồ móng 5 tầng hầm của công trình Pacific

- Thi công toà nhà 34 tầng và 2 tầng hầm của Công ty Cổ phần Đầu tư Xây dựng và phát triển Đô thị Sông Đà gây ra hiện tượng lún nứt khu tập thể B1 - Trường đại học Kiến trúc Hà Nội.



Hình 11. Hiện trạng thi công nhà 34 tầng và 2 tầng hầm



Hình 12. Các khu nhà liền kề bị lún nứt

- Thi công hầm đường bộ Ngã Tư Sở gây lún nứt đường nhựa và các hộ dân, vết nứt rộng 30 cm, kéo dài gần 100m, các tường nhà dân bị xé 2-3m.



Hình 13. Cầu vượt Ngã Tư Sở và các tường nhà dân tại Ngã Tư Sở bị lún nứt

Kết luận

Như vậy, rủi ro và sự cố kỹ thuật luôn luôn đồng hành với quá trình thi công xây dựng CTN. Có nhiều nguyên nhân gây ra rủi ro sự cố kỹ thuật, trong đó có những nguyên nhân chủ quan, những nguyên nhân khách quan. Nhiệm vụ của những người làm công tác xây dựng công trình ngầm, là phát hiện, nghiên cứu tìm hiểu các nguyên nhân và tìm các biện pháp giảm thiểu ảnh hưởng của chúng, hạn chế đến mức tối thiểu tác hại của sự cố kỹ thuật nhằm xây dựng công trình ngầm với chất lượng cao, tốc độ xây dựng lớn và giá thành hạ.

Tài liệu tham khảo

- [1]. <http://www.munichre.com>;
- [2]. <http://www.ita-aites.org>
- [3]. <http://www.munichre.com/publications>
- [4]. <http://tunnelonline.info>
- [5]. <http://www.tunnelbuilder.com>
- [6]. An Yuong Xon. Thiết kế công trình ngầm. NXB Xây dựng. Hà Nội 2000. Phạm Anh Tuấn dịch
- [7]. Các biên bản sự cố xây dựng năm 2007, 2008. Ban quản lý các dự án thành phố Hà Nội
- [8]. GS.TS. Nguyễn Quang Phích. Dự báo phòng ngừa khắc phục các sự cố kỹ thuật trong xây dựng công trình ngầm. Bài giảng Cao học. Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội năm 2007.