

MỘT SỐ YÊU CẦU VỀ KHẢO SÁT ĐỊA KỸ THUẬT PHỤC VỤ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM ĐÔ THỊ

ThS. NGUYỄN TRƯỜNG HUY
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

1. Đặt vấn đề

Đối với công trình ngầm (CTN), các nhân tố địa chất thường đóng vai trò quyết định trong nhiều vấn đề lớn từ việc xác định tính khả thi đến giá thành công trình. Khác với các loại công trình khác, trong CTN, đất không chỉ chịu tải mà còn là môi trường bảo vệ công trình. Đất đá xung quanh CTN, về một khía cạnh nào đó, có thể xem là vật liệu xây dựng tương tự như sắt thép, bê tông trong các dạng công trình khác.

Công trình ngầm, ngoài các công trình đầu mối (nhà ga, tầng hầm,...), thường là các công trình dạng tuyến, kéo dài, phân bố ở độ sâu lớn, thời gian khai thác sử dụng vô hạn và công tác khảo sát địa kỹ thuật (ĐKT) đối mặt với nhiều vấn đề khác biệt:

- Các vấn đề địa chất khu vực cần thiết phải được hiểu toàn diện và đầy đủ theo cả ba chiều, dọc theo các tuyến công trình. Các kiến thức này là cần thiết để nội suy đúng đắn cấu tạo địa chất tại các khu vực không hoặc chưa khảo sát, chế độ địa chất thủy văn,... phán đoán khả năng phân bố theo diện và theo chiều sâu các yếu tố địa chất, địa chất thủy văn bất lợi,...

- Sự thay đổi các tính chất xây dựng của môi trường địa chất phải được dự báo trong một khoảng rộng, đa dạng theo nhiều điều kiện như theo mùa, theo thời gian, theo tốc độ và hướng đặt tải trọng cũng như một số điều kiện khác: nhiệt độ, độ ẩm,...

- Động thái nước dưới đất phải được dự báo cẩn trọng vì đây là yếu tố gây nhiều khó khăn nhất trong quá trình thi công.

- Các yêu cầu kỹ thuật của khảo sát ĐKT phục vụ CTN đòi hỏi cao hơn và nhiều hơn so với các dự án móng truyền thống khác.

- Tính phức tạp, bất định trong suy đoán các số liệu địa kỹ thuật trong khảo sát cho CTN là cao hơn và thường xuyên hơn, nhiều khi chỉ dựa trên kinh nghiệm của người khảo sát.

Do vậy, khảo sát địa kỹ thuật phục vụ CTN mang nhiều đặc điểm khác biệt so với các công trình xây dựng trên bề mặt vì CTN mang nhiều vấn đề ĐKT hơn, đất đá phải được xem xét theo cả chiều thẳng đứng và chiều ngang. Việc xác định địa tầng và cao độ mực nước ngầm như thường lệ là không đầy đủ đối với các dự án CTN. Bài viết này trình bày một số yêu cầu kỹ thuật cơ bản về khảo sát địa kỹ thuật đối với CTN xuất phát từ những điểm khác biệt nêu trên.

2. Những yêu cầu cơ bản của thiết kế đối với khảo sát địa kỹ thuật cho CTN

Khảo sát ĐKT phải cung cấp các dữ liệu để giải quyết một số vấn đề cơ bản phục vụ thiết kế sau:

- Đánh giá đầy đủ các điều kiện địa chất và địa chất thủy văn khu vực cho mục đích thiết kế và thi công;

- Xác định các tính chất vật lý của vật liệu quyết định sự làm việc của công trình;

- Đánh giá tính khả thi của dự án và cảnh báo các quá trình, các hiện tượng địa chất công trình bất lợi có thể xảy ra khi thi công, khai thác cùng phương hướng phòng chống;

- Lựa chọn các phương pháp khai đào và chống đỡ khi thi công;

- Lựa chọn tuyến và độ sâu đặt công trình hợp lý về kinh tế kỹ thuật;

- Định lượng các thông số địa chất thủy văn, cơ lý đất đá phục vụ thiết kế;

- Dự báo ứng xử của đất và nước trong đất khi khai đào và chống đỡ bằng các biện pháp khác nhau;

- Phát hiện và đánh giá ứng xử của các loại đất đặc biệt thông qua kinh nghiệm thực hiện các thí nghiệm hiện trường với quy mô như thật hoặc gần như thật nhằm nâng cao chất lượng thiết kế và các quyết định kỹ thuật trong khi thi công;

- Tìm ra các dữ liệu để đánh giá giá thành, năng suất, thời gian biểu công tác, vấn đề an toàn thi công,.

3. Những yêu cầu cơ bản của công tác khảo sát ĐKT phục vụ xây dựng CTN

3.1. Nguyên tắc chung

Tư duy chủ yếu của khảo sát ĐKT cho CTN là để xác định tuyến, độ sâu của công trình, lựa chọn phương pháp thi công và đánh giá giá thành.

Đối với điều kiện địa chất phức tạp, trên cơ sở các kiến thức địa chất khu vực đã có, công tác khảo sát ban đầu tập trung vào khu vực khó dự đoán nhất và các vấn đề cần thiết phải theo dõi trong tất cả

các giai đoạn sau. Mức độ nghiên cứu địa kỹ thuật yêu cầu để có cơ sở xác lập một thiết kế kinh tế nhất cũng như tiến độ xây dựng luôn phụ thuộc vào ngân sách dành cho công trình.

- Khi tiến hành khảo sát cần lưu ý phát hiện:

+ Vùng yếu trong khối đất (các thấu kính sét dẻo và các lớp cát - sét no nước, các loại đất đặc biệt, các loại đá phong hoá mạnh);

+ Các vùng có tính thấm cao và áp lực thủy tĩnh lớn;

+ Mức độ xâm thực của đất và nước ngầm đối với vật liệu kết cấu xây dựng;

+ Nhiệt độ của nước ngầm và đất;

+ Môi trường tiềm ẩn cháy nổ và khả năng ảnh hưởng có hại tới sức khỏe con người (độ nguy hiểm của khí, tính phóng xạ, đất bị thấm thấu bởi vật liệu độc hại).

Khi phát hiện các vùng không thuận lợi, cần xác định giới hạn phân bố, cường độ phát triển, mức độ ảnh hưởng của chúng lên điều kiện xây dựng và sự làm việc của công trình.

CTN thường trải trên diện rộng, đặc biệt đối với những công trình tuyến, do đó mức độ thay đổi tính chất của nền đất rất rộng. Sự thay đổi tính chất của đất đặc trưng bằng hệ số áp lực bên và độ bền giới hạn của đất dưới tường, móng công trình. Mức độ thay đổi đó thể hiện bằng tỷ số giữa mô đun biến dạng lớn nhất và bé nhất ở các tiết diện khác nhau.

Tính phân lớp, mức độ nứt nẻ, mức độ uốn nếp của đá là những đặc tính cần được nghiên cứu kỹ lưỡng trong quá trình khảo sát.

+ Khi có nhiều lớp nằm ngang với tính chứa nước khác nhau: áp lực địa tầng phức tạp cần xác định chính xác độ dày các lớp, tạo điều kiện đặt đỉnh công trình vào lớp không thấm nước, nghiên cứu biện pháp chống nước ngầm và sụt lở;

+ Khi có nhiều lớp đá nghiêng: áp lực địa tầng khác nhau, không đối xứng, cần xác định mặt phân lớp, độ nghiêng, lượng nước ngầm chảy vào đường hầm, nên mở rộng diện tích thăm dò tạo điều kiện thiết kế tránh những vị trí này hoặc tính toán hệ số an toàn cần thiết, để phòng trượt lớp nọ lên lớp kia;

+ Khi có những lớp đá thẳng đứng: cần đánh giá kỹ nguy cơ sụt các lớp khi mở hầm, tạo điều kiện lựa chọn vị trí đặt công trình và gia cường vỏ hầm hợp lý;

+ Trường hợp có vùng uốn nếp: nếu CTN có khả năng nằm song song với đường phương của nếp uốn (trong phạm vi nếp lồi: cần xác định khả năng nứt nẻ, khả năng nước ngầm chảy vào công trình; trong phạm vi nếp lõm: cần đánh giá khả năng sụt lở, khả năng tích tụ nước ngầm, áp lực địa tầng; công trình nằm trong phạm vi nếp uốn: đánh giá cường độ áp lực và tính không đối xứng của chúng); nếu CTN nằm thẳng góc với đường phương của nếp uốn: công trình cắt qua nhiều lớp, áp lực lớn và tác dụng lên vì chống khác nhau, cần nghiên cứu kỹ lượng nước ngầm và đặc biệt là hiện tượng đá rơi;

+ Trường hợp có vùng đứt gãy: đất ở đây thường nát vụn, rời rạc, có nước ngầm tích tụ, cần lưu ý tới phương nứt gãy để tránh bố trí công trình ngầm dọc theo đường đứt gãy;

+ Trường hợp lớp phủ dày: có thể xảy ra trượt lở khi đào hầm, áp lực địa tầng tăng, cấu tạo vỏ hầm phức tạp, khi khảo sát cần thăm dò sâu vào phía trong tạo điều kiện thiết kế tránh những vị trí phức tạp và tìm cách đưa sâu vào trong lớp đá cơ bản;

Nước dưới đất gây rất nhiều khó khăn khi thi công giếng đứng, giếng xiên, dễ gây tai nạn bất ngờ, làm tăng áp lực địa tầng, tăng nhiệt độ khi có nguồn nước nóng. Cần xác định nguồn gốc, trữ lượng, thành phần hoá học, tốc độ dòng chảy, lượng nước có thể chảy vào công trình.

Cần phát hiện các chất tiềm ẩn cháy nổ và có hại tới sức khỏe con người như mê tan CH_4 , CO_2 , H_2S để đảm bảo an toàn trong quá trình thi công và cả trong khai thác sử dụng công trình. Các vật chất này thường xuất hiện trong đá phún xuất, đá biến chất, đá trầm tích có độ dính kết kém hoặc có khe nứt,...

3.2. Về phương pháp khảo sát

- Khảo sát địa kỹ thuật xây dựng ngầm thường sử dụng nhiều nhất phương pháp khoan, đào thăm dò. Đối với công trình ngầm dạng tuyến, có thể khoan ngang kết hợp khoan đứng (hình 1) nhằm giảm khối lượng khoan và tăng độ chính xác cho dự đoán các điều kiện địa chất công trình (lỗ khoan ngang có đường kính 45÷ 120mm, có thể khoan tới chiều sâu 500m và lớn hơn, với tốc độ trên 100m/ngày đêm). Khi nghiên cứu thể nằm có thể đào hang ngầm. Ưu điểm của đào hang là nhận được những thông tin tin cậy hơn về thành phần và thể nằm của đất đá, có thể trực tiếp thử và ép tĩnh trên diện tích lớn.

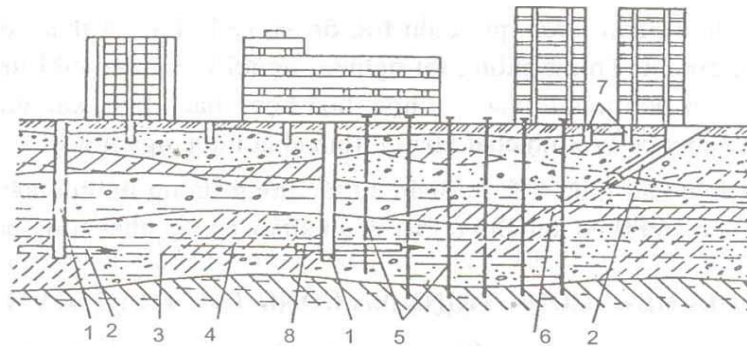
- Các phương pháp thăm dò địa vật lý (phương pháp: địa chấn, đo điện trở suất, ra đa xuyên đất, đo trọng lực và từ lực, đo địa vật lý lỗ khoan...) cũng được áp dụng rộng rãi. Ưu thế cơ bản của phương pháp thăm dò địa vật lý là nó có khả năng nghiên cứu vùng rộng lớn của nền đất, trong khi đó khoan thăm dò chỉ cho phép nhận được số liệu từng điểm. Nhược điểm của các phương pháp thăm dò

địa vật lý là khó diễn giải kết quả nhận được. Do đó các phương pháp địa vật lý nên sử dụng kết hợp với các phương pháp thăm dò truyền thống.

3.3. Về chiều sâu lỗ khoan

Chiều sâu hồ khoan phụ thuộc vào độ sâu đặt móng công trình và chiều dày vùng chịu nén của nền đất dưới móng công trình. Chiều sâu móng CTN thường là 4-15m khi đào lộ thiên, 20-30m khi hạ giếng, có công trình tới 50-100m. Chiều sâu đặt móng CTN càng lớn thì chiều sâu vùng chịu nén của nền đất dưới móng công trình càng nhỏ. Trong tài liệu tiêu chuẩn không có những chỉ dẫn rõ ràng về vùng chịu nén này.

Trong thực tế vùng chịu nén dưới móng CTN thường được quy ước lấy bằng 1/2 chiều rộng công trình khi chiều sâu công trình đến 50m, bằng 1/4 chiều rộng, khi chiều sâu từ 50 - 100m. Các công trình giếng hạ chìm thường có chiều sâu 20 - 30m, có khi tới 100m nên chiều sâu lỗ khoan có thể thay đổi từ 30 - 120m. Chiều sâu lỗ khoan thường sâu hơn đáy CTN $5 \div 10m$ hoặc khoan sâu vào lớp bên nước $2 \div 3m$.



Hình 1. Khu vực thăm dò phục vụ thiết kế xây dựng công trình ngầm dạng tuyến

1. Giếng đứng; 2. Giếng nằm ngang; 3. Chu tuyến hầm; 4. Lỗ khoan thăm dò nằm ngang; 5. Lỗ khoan thăm dò đứng; 6. Chu tuyến đường hầm nghiêng; 7. Hồ đào; 8. Nhánh hầm.

Các công trình thăm dò cũng sẽ phải đạt tới độ sâu cỡ vài lần đường kính đường hầm dưới đáy công trình. Trong giai đoạn chọn tuyến, các công trình thăm dò cần thiết phải đạt tới độ sâu nhất mà công trình có thể có khả năng định vị và các công trình thăm dò ngoài tuyến ưu tiên là đánh giá.

3.4. Vị trí và khoảng cách giữa các lỗ khoan, hồ đào

Vị trí và khoảng cách giữa các lỗ khoan, hồ đào xác định tùy thuộc vào khuôn khổ công trình, kết cấu công trình, mức độ nghiên cứu của chúng, phương pháp thi công, tính phức tạp của điều kiện địa chất. Những điểm khảo sát nên bố trí trong vùng có đặt các tải trọng tập trung, bố trí theo chu vi tường công trình, lân cận những chỗ giao nhau của các trục nơi tập trung tải trọng từ cột, thiết bị lớn.

Đối với các CTN kéo dài (các đường hầm giao thông và bộ hành, các gara dạng tuyến), các lỗ khoan được bố trí dọc trục và theo phương vuông góc với trục của chúng, cách nhau $150 \div 200m$ (cho giai đoạn thiết kế kỹ thuật). Khoảng cách tương đối giữa các lỗ khoan dọc tuyến sau khi thực hiện khảo sát cho tất cả các giai đoạn thiết kế có thể tham khảo ở bảng 1.

Khi khảo sát cho CTN có kích thước giới hạn trong mặt bằng như đường bộ vượt ngầm, gara dạng phòng ngăn, các tổ hợp giao thông..., các lỗ khoan được bố trí theo chu vi tường và theo trục cột của kết cấu, trong đó khoảng cách giữa các lỗ khoan có thể thay đổi từ 200 đến 20m.

Tùy thuộc vào công trình và phương pháp thi công, độ sâu và số lượng lỗ khoan có thể khác nhau. Ví dụ: khi hạ giếng đường kính $< 15m$ thì số lượng lỗ khoan không nhỏ hơn 3, khoan sâu hơn độ sâu đặt giếng là 5m. Để thi công “tường trong đất” các lỗ khoan đề nghị bố trí theo lưới $20 \times 20m$ hoặc theo tuyến công trình không thưa hơn 20m, chiều sâu lỗ khoan là $1,5H + 5m$ (H - chiều sâu tường).

Bảng 1. Khoảng cách tương đối giữa các lỗ khoan dọc tuyến (theo SP32-105-2004 của Nga)

Các điều kiện địa chất - công trình (theo SP 11-105)	Khoảng cách tương đối giữa các lỗ khoan, m dọc tuyến		
	Đặt sâu	Độ sâu đặt tuyến	
		Đặt nông, phương pháp xây dựng	
		Lộ thiên	Ngâm
Đơn giản	120 - 150	100 - 120	70 - 90
Độ phức tạp trung bình	80 - 120	70 - 100	40 - 70
Phức tạp	40 - 80	40 - 70	Nhỏ hơn 40

Ghi chú: Trong bảng không tính đến khối lượng khoan đối với lỗ khoan thí nghiệm, đo đạc theo dõi địa chất thủy văn, đối với khảo sát địa chất - công trình trên các khu vực xây dựng giếng đứng, ga, các hiện tượng địa chất - công trình dị thường trong dạng đứt gãy kiến tạo, gập nếp thung lũng sông ngòi và các khu vực phân bố đất đặc biệt. Khối lượng công tác đó được xác định theo các chương trình riêng.

3.5. Về khối lượng công tác khảo sát ĐKT

Một trong những vấn đề khó khăn nhất của công tác khảo sát địa kỹ thuật là xác định khối lượng của công tác này như thế nào là đủ cho thiết kế và khi nào công tác khảo sát có thể kết thúc. Công tác khảo sát, tất nhiên theo từng giai đoạn phụ thuộc vào thiết kế và cả vào kinh phí dự kiến. Mỗi giai đoạn khảo sát có mục tiêu riêng và kết quả của nó là tiền đề, căn cứ để quyết định khối lượng cho giai đoạn sau.

Cho tới nay, chưa có một tiêu chuẩn nào về khối lượng của công tác khảo sát địa kỹ thuật được chấp nhận do mỗi dự án công trình ngầm đều có các đặc điểm riêng biệt liên quan đến điều kiện địa kỹ thuật, đặc điểm riêng của bản thân công trình (quy mô, tính năng sử dụng, công nghệ thi công,...).

Tổng quát, khối lượng khảo sát thường được đánh giá gián tiếp qua giá thành. Theo các tài liệu, giá thành công tác khảo sát địa kỹ thuật trong khoảng 0.5% - 3% tổng giá thành công trình. Theo tổng kết kinh nghiệm xây dựng 84 dự án lớn, Ủy ban quốc gia Mỹ về công nghệ đào hầm (USNC/TT) đã đi đến các kết luận sau:

- Các điều kiện địa chất tự nhiên bất lợi không phát hiện được trong quá trình khảo sát làm tăng đáng kể tổng giá thành công trình. Trong số 84 dự án được khảo sát, 49 dự án xuất hiện điều kiện địa chất bất lợi không được phát hiện trước và trong số đó, 95% cần kinh phí phụ thêm khá lớn (tới 12% tổng dự toán ban đầu) để khắc phục. Tổng quyết toán công trình (kể cả kinh phí phụ thêm) sai khác với dự toán ban đầu tới 50% khi khối lượng và kinh phí dành cho khảo sát là thấp;

- Khoảng cách trung bình giữa các công trình thăm dò tại các dự án trong vùng đồng bằng cỡ khoảng 80m (260 ft) và trong các vùng núi cỡ 40m (100 ft);

- Để đánh giá ảnh hưởng của cả độ sâu và số lượng các công trình thăm dò, chỉ số mét sâu các công trình thăm dò trên tổng số mét dài của toàn tuyến công trình đã được đưa ra. Chỉ số này cho các dự án công trình ngầm trong vùng đồng bằng là 1.5, có nghĩa là tổng số mét sâu của các công trình thăm dò phải cỡ 1.5 lần tổng chiều dài tuyến công trình;

- Kinh phí dành cho công tác khảo sát địa kỹ thuật trung bình phải cỡ 3% tổng dự toán công trình. Thêm nữa, kinh phí tiết kiệm được do khối lượng khảo sát hợp lý đối với giá thành công trình là khá lớn, cỡ 5 - 15 lần bản thân kinh phí khảo sát. Điều này có nghĩa là, ví dụ, cứ 1 triệu đồng tiêu tốn cho công tác khảo sát hợp lý có thể đem lại 5 - 15 triệu đồng tiết kiệm trong giá thành công trình.

4. Kết luận

- CTN đô thị có niên hạn sử dụng hàng trăm năm, do đó công tác khảo sát, thu thập số liệu, đánh giá điều kiện địa chất công trình có ý nghĩa đặc biệt quan trọng.

- Cần được ưu tiên nguồn vốn (trong khoảng 3% giá thành công trình) cho khảo sát địa chất công trình theo cấp độ chi tiết tối đa phục vụ công tác thiết kế nhằm giảm thiểu rủi ro trong quá trình xây dựng và khai thác CTN;

- Không nên sử dụng các số liệu khảo sát địa chất công trình, địa chất thủy văn một cách máy móc, quá trình thi công cần theo dõi sự phù hợp điều kiện địa chất thực tế với số liệu sử dụng trong thiết kế, trên cơ sở kết hợp chặt chẽ giữa kỹ sư khảo sát với các nhà thiết kế trong quá trình khảo sát, thiết kế cũng như quá trình thi công;

- Để giảm thiểu chi phí đầu tư, trong quá trình khảo sát cần kết hợp các biện pháp khoan thăm dò truyền thống, hồ đào với các phương pháp địa vật lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. LÊ VĂN THƯỜNG, ĐÌNH XUÂN BẢNG. Cơ sở thiết kế công trình ngầm. NXB Khoa học Kỹ thuật, 1981.
2. Hướng dẫn thực hành về khảo sát xây dựng - tiêu chuẩn BS 5930 : 1981.
3. ĐOÀN THẾ TƯỜNG (chủ trì). Các vấn đề kỹ thuật xây dựng công trình ngầm đô thị. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 2000.
4. Н. Н. МАСЛОВА - Основы инженерной геологии и механики грунтов, М. 1982.