

PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC NGẦM TRONG QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ THÍ ĐIỂM THÀNH PHỐ HÀ NỘI

KS. NGUYỄN TRUNG KIÊN
Công ty TNHH Giao thông Vận tải
NCS. TRẦN QUANG MINH
Trường Đại học Minhho (Bồ Đào Nha)

KS. NGUYỄN HỮU QUYẾT
Công ty TNHH Giao thông vận tải
TS. NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG
Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT:

Hiện nay, công trình ngầm đang được nghiên cứu và xây dựng tại các thành phố nhằm giảm thiểu và khắc phục được sự gia tăng không ngừng của các phương tiện giao thông cá nhân. Mặc dù là giải pháp giao thông công cộng tối ưu nhất trong các đô thị lớn nhưng việc xây dựng các công trình giao thông ngầm cũng gặp rất nhiều khó khăn. Với các nhà ga tuyến đường sắt đô thị Hà Nội thi công theo phương pháp đào mở “top-down” là lựa chọn tối ưu. Khi đó, ảnh hưởng của mực nước ngầm, dòng chảy của nước trong đất sẽ gây ra các rủi ro mất ổn định của hố đào cũng như tạo thành nguy cơ phá hoại kết cấu tường vây, sàn nhà ga. Bài báo này trình bày những phân tích và đánh giá ảnh hưởng của nước ngầm khi triển khai các giải pháp ổn định tường vây công trình nhà ga ngầm thuộc tuyến Metro line 3 thành phố Hà Nội, từ đó đưa ra một số kiến nghị đảm bảo an toàn trong quá trình thi công công trình ngầm tại Hà Nội.

Từ khoá: Phương pháp Top-down, Công trình ngầm, Ổn định tường vây.

ABSTRACT:

Currently, underground works are being researched and built in cities to reduce and overcome the constant increase of private vehicles. Although it is the most optimal public transport solution in large cities, the construction of underground traffic works also faces many difficulties. For Hanoi urban railway stations, construction by the “top-down” method of open excavation is the optimal choice. At that time, the influence of the groundwater level, the flow of water in the soil will cause the risks of instability of the excavation as well as the risk of damage to the diaphragm wall and the station floor. This article presents the analysis and assessment of the influence of groundwater when deploying solutions to stabilize the diaphragm wall of the underground station of Metro line 3 in Hanoi, thereby making some recommendations to ensure safety during underground construction in Hanoi.

Keywords: Top-down method, Underground construction, diaphragm wall stabilization.

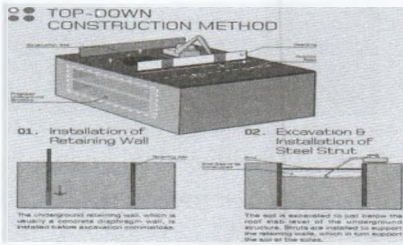
1. GIỚI THIỆU

Trong các phương pháp đào hầm, cụ thể là phương pháp đào mở, đất được đào lên theo cách lộ thiên từ mặt đất, tạo không gian cho công trình ngầm, sau đó đất được đắp lại. Phương pháp này thường được dùng để thi công những loại công trình ngầm đặt nông (5 - 15m, có khi đến 20 m). Thông thường, các đường vượt ngầm ngắn, hệ thống tập trung để đặt mạng lưới kỹ thuật đô thị (cáp điện, ống cấp khí đốt, ống cấp và thoát nước ...) gara ô tô 1 - 2 tầng ngầm, đường và ga tàu điện nông, các công trình văn hoá giải trí, kho thực phẩm hoặc các mương - ống công nghệ trong công nghiệp...

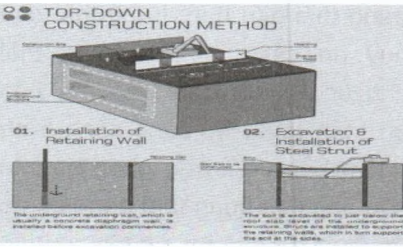
thường thi công trong các hố/hào lộ thiên - đào mở.

Công nghệ thi công Top-down (từ trên xuống) là công nghệ thi công phần ngầm của công trình, theo phương pháp đào mở. Thi công theo phương pháp này, các phần của công trình ngầm được thi công lần lượt từ trên xuống dưới. Phương pháp này thi công phần ngầm từ các kết cấu từ cốt mặt đất trở xuống và lợi dụng hệ dầm - sàn của các tầng hầm làm hệ thống chống tường tầng hầm.

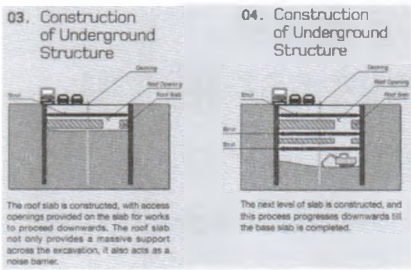
Quá trình thi công theo phương pháp top-down thường đi theo trình tự từng bước như sau:



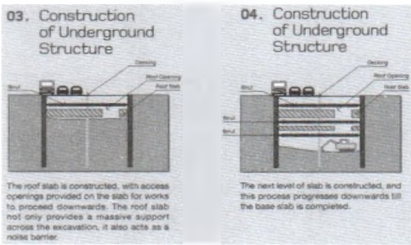
Thi công tường chắn



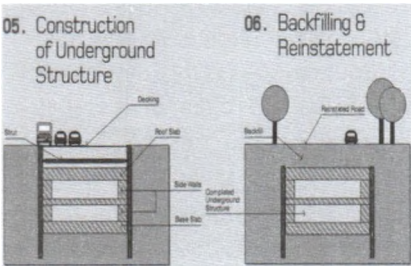
Đào đất và lắp đặt thanh chống thép (strut)



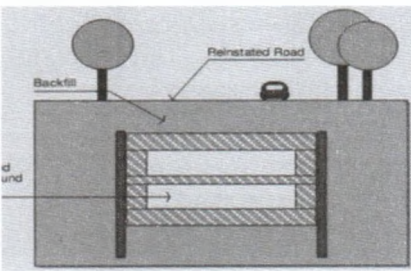
Thi công tầng hầm 1



Lắp thêm thanh chống thép, thi công các tầng hầm khác



Thi công các lõi, hoàn thiện các bộ phận của hầm

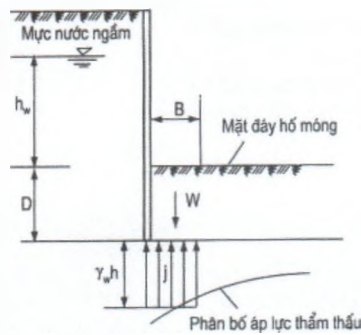


Tháo các thanh chống, hoàn trả đất bên trên hầm

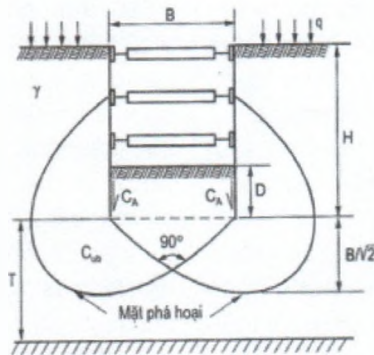
Khi thi công bằng phương pháp này, người ta quan tâm đến hai trạng thái giới hạn: trạng thái phá huỷ do cắt của đất, trạng thái chuyển vị của đất. Để đảm bảo an toàn trong thi công công trình ngầm bằng phương pháp này, ta cần đặc biệt quan tâm đến vấn đề ổn định khi các tường vây và tính toán ảnh hưởng của mực nước ngầm trong các giai đoạn.

2. CƠ SỞ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC NGẦM

2.1. Tính toán tường vây làm việc đồng thời với đất



Hình 1: Kiểm tra đùn cát do dòng thấm

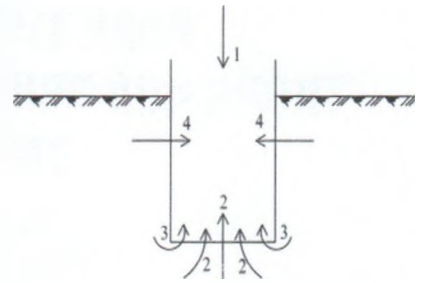


Hình 2: Kiểm tra trôi đáy hố đào theo Eide

Khi đào hố với lượng đất lấy đi khá lớn nên đã làm biến đổi trường ứng suất và trường biến dạng của đất quanh hố đào, có thể dẫn đến mất ổn định nền đất và kết cấu chắn giữ hố đào. Khi đáy hố có tầng đất mềm yếu, thường dùng phương pháp trượt cung tròn để kiểm tra tính ổn định tổng thể của tường vây. Bên cạnh đó, ta cũng cần kiểm tra ổn định trôi đáy hố đào dựa trên các mô hình và giả thiết theo phương pháp Eide.

2.2. Ảnh hưởng của nước ngầm đến công trình

Chúng ta đều biết rằng khi thi công hố đào sâu hoặc hố móng công trình, thường phải đào đất ở phía dưới mực nước ngầm, nhất là đối với nhà cao tầng, móng đặt rất sâu, số tầng nhà ngầm dưới đất khá nhiều. Khi thi công, nước có thể vào hố móng theo các cách sau đây:



Hình 3: Nước ngầm vào móng công trình

Nếu nước ngầm ngấm vào hố móng làm cho hố móng bị ngập nước làm bức lở hố móng nên sẽ hạ thấp cường độ của đất nền, công trình sẽ bị lún quá lớn hoặc bản thân của đất tạo ra lún phụ thêm của móng, những điều đó sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn của công trình xây dựng. Áp lực lỗ rỗng trong nền ở xung quanh hố móng sẽ thay đổi khi hạ mực nước ngầm. Sự thay đổi áp lực lỗ rỗng có thể dẫn đến biến dạng cho công trình lân cận do quá trình cố kết.

Hiện tượng cát chảy, phình trồi ở đáy móng là nguyên nhân quá trình thấm không kiểm soát được. Khi thi công hố móng nhất thiết phải có các biện pháp hạ mực nước và thoát nước tích cực để cho móng được thi công trong trạng thái khô ráo. Để công tác thi công móng cho các tầng hầm được thuận lợi trong điều kiện mực nước ngầm cao, cần phải có biện pháp hạn chế nước thấm thấu nước vào khu vực thi công hố đào. Tùy theo tính chất của đất nền, tốc độ thấm, diện tích và chiều sâu hố móng cũng như chiều sâu hạ mực nước ngầm cần thiết mà lựa chọn phương pháp thi công thích hợp.

3. PHƯƠNG PHÁP HẠ MỰC NƯỚC NGẦM KHI THI CÔNG GA NGẦM TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ THỊ ĐIỂM THÀNH PHỐ HÀ NỘI

3.1. Giới thiệu khu vực xây dựng

a. Phân tích đặc điểm địa chất

Dưới các tầng địa chất gồm đất đắp, sét, bùn có chiều dày từ 25-30m là tầng cát, cuội, sỏi chứa

nước. Tầng chứa nước thường được chia thành phụ tầng trên và phụ tầng dưới, giữa chúng là một lớp sét có bề dày khoảng 3-4 m ở độ sâu 33-37 m. Căn cứ trên địa tầng các lỗ khoan đã thực hiện trong khu vực có thể nhận định sơ bộ phạm vi tuyến đường sắt đô thị thí điểm thành phố Hà Nội đều nằm trong lớp địa chất không tốt.

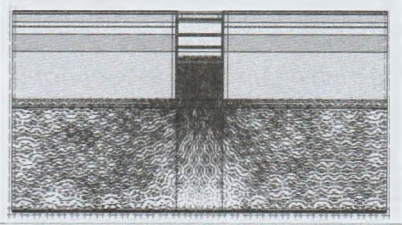
b. Các rủi ro có thể gặp trong quá trình thi công

Trong quá trình thi công công trình ngầm với nền địa chất yếu có thể gặp phải nhiều rủi ro khó có thể lường trước dưới tác dụng của tải trọng đất, áp lực thủy động, có nguy cơ xảy ra các vấn đề như sau:

- Mất ổn định hệ chống tạm trong quá trình thi công
- Lún sụt xung quanh khu vực đào do chênh lệch áp lực trước và sau khi đào
- Dưới áp lực thủy động của nước ngầm, có thể gây bùng nền trong quá trình thi công.

3.2. Ổn định kết cấu tường vây công trình ga ngầm do yếu tố nước ngầm

Mô hình tính toán nhà ga ngầm được thực hiện theo đúng các bước thi công thực tế và biện pháp thi công chủ đạo. Mục đích chính của mô hình là xét đến ảnh hưởng của dòng ngầm trong các lớp địa chất nằm ảnh hưởng đến ổn định của nhà ga ngầm trong quá trình thi công đào từ trên xuống. Quá trình phân tích dòng thấm được tính toán trong chương trình Plaxis:



Hình 4: Kết quả phân tích dòng thấm

Trước khi hạ mực nước ngầm:

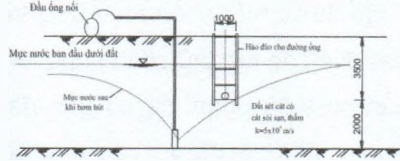
- Lưu lượng nước vào hố móng:
 $Q=3.46\times10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s/m)}$
- Vận tốc dòng chảy qua hố móng:
 $V=4.87\times10^{-6} \text{ (m/s)}$

Quá trình phân tích ảnh hưởng dòng thấm nước: Khi đào đất hố móng đi thì do áp lực nước trong đất lớn hơn sẽ chảy về hố móng, do tường chắn không cho thấm nước và lớp dưới cùng là lớp cát có thoát nước do đó nước từ dưới sẽ chảy lên và vào hố móng đã đào, quá trình phân tích bằng phần mềm cho quá trình này có kết quả là không đạt.

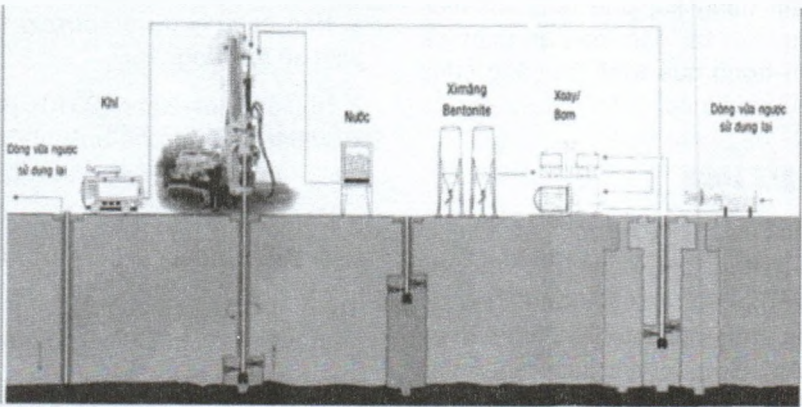
3.3. Giải pháp giữ ổn định cho kết cấu tường vây

a. Giải pháp hạ mực nước ngầm

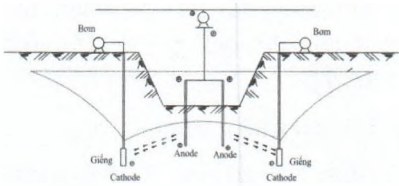
Hiện nay có rất nhiều biện pháp hạ mực nước ngầm nhưng có thể phân ra hai loại hạ mực nước ngầm: một là hạ nước trên mặt, hai là hạ nước bằng giếng điểm (wellpoint), kim lọc... Ngoài ra còn một số cách đặc biệt khác như tạo tường chắn bằng cách phun vữa, đóng băng nhân tạo...nhưng chỉ sử dụng trong trường hợp đặc biệt.



Hình 5: Sử dụng giếng hạ mực nước ngầm



Hình 7. Công nghệ khoan phun vữa cao áp gia cố nền đất.



Hình 6: Sử dụng điện thấm

Tại khu vực thi công ga ngầm sử dụng phương pháp lắp phễu thu nước vách nội bộ phía trước tường vây và hoàn thiện bằng tường gạch sau phễu thu nước để đảm bảo ổn định. Để đảm bảo cao độ đào bên trong lòng ga ngầm an toàn và hiệu quả, mực nước ngầm được hạ từ cao độ -14,77m xuống -15,77m để thi công tầng hầm 1. Khi thi công tầng hầm thứ 2, tiếp tục hạ mực nước ngầm xuống cao độ -25,27m.

b. Giải pháp gia cố nền đất đào

Ngoài các biện pháp điều chỉnh mực nước ngầm thì để ổn định kết cấu, ta cần chú ý tới điều kiện đất đá, địa chất khác. Các yếu tố rủi ro này sẽ làm cho công việc thi công gặp nhiều vấn đề, đó chính là lý do phải bơm vữa nhằm gia cố khối đá đảm bảo ổn định trước và sau khi thi công. Trên thế giới đã có nhiều công nghệ được biết đến: xi măng trộn sâu, tường đất sâu, Geo-jet, đất trộn sâu, cọc cát, công nghệ bơm vữa thấm, công nghệ jet-grouting...Tất cả các phương pháp này đều có chung mục đích, đó là tìm ra phương thức trộn xi măng với đất hiệu quả và kinh tế nhất,

nhằm thay đổi và cải thiện tính chất của đất giống như đá mềm. (hình 7).

3.4. Hiệu quả các giải pháp

Để đảm bảo an toàn trong quá trình thi công các nhà ga ngầm thuộc tuyến đường sắt đô thị thí điểm thành phố Hà Nội, việc giảm thiểu ảnh hưởng của áp lực thủy động lên kết cấu là vô cùng cần thiết. Biện pháp được đề xuất và áp dụng thực tế trong thi công là: tiến hành jet-grouting gia cố nền đất ở cao độ -31,27m đến -34,27m, sau đó khi thi công các tầng hầm thực hiện hạ mực nước ngầm trước khi tiến hành đào. Ngoài việc bổ sung lớp Jet-grouting, một bước thi công mới được thêm vào mô hình: Hạ mực nước ngầm sau khi thi công đào và đổ bản đỉnh của nhà ga. Khi đất được gia cố, thi công đến bản đáy của nhà ga ngầm, vẫn xuất hiện hiện tượng áp lực nước tập trung tại đáy móng.

Tuy nhiên, khi đất được gia cố đã giảm được lưu lượng nước vào hố móng cũng như vận tốc vòng chảy qua hố móng giảm rõ rệt (giảm xuống rất bé). Điều này cho thấy hiệu quả của phương án xử lý, các thông số đều nằm trong phạm vi cho phép theo tiêu chuẩn đánh giá của dự án.

Sau khi hạ mực nước ngầm

- Lưu lượng nước vào hố móng:

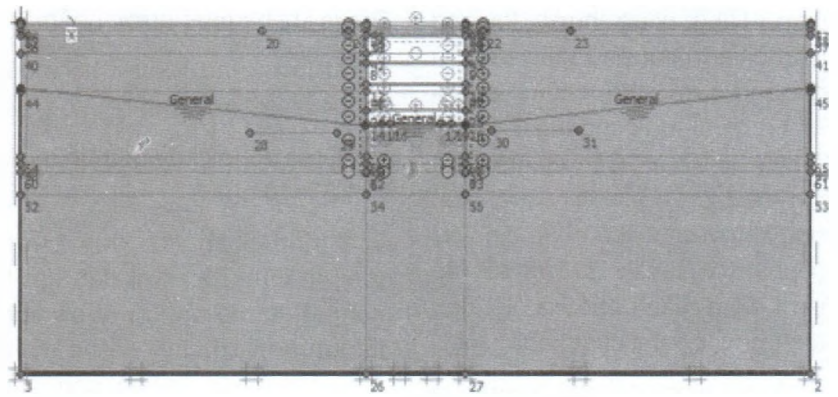
$$Q=2.57 \times 10^{-9} \text{ (m}^3\text{/s/m)}$$

- Vận tốc dòng chảy qua hố móng:
 $V=615.20 \times 10^{-12} \text{ (m/s)}$

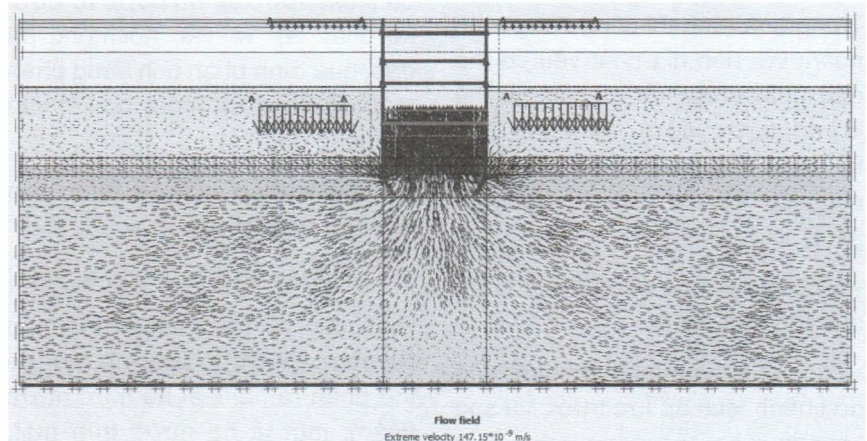
Nội lực và biến dạng của kết cấu giảm đáng kể, phù hợp với mục tiêu thiết kế, đảm bảo an toàn kết cấu trong quá trình thi công cũng như khai thác.

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng của nước ngầm lên kết cấu công trình ngầm rất lớn, ảnh hưởng đến toàn bộ kết cấu trong quá trình thi công. Để đảm bảo an toàn, cần phải tính toán phân tích trong quá trình thiết kế và có biện pháp xử lý phù hợp.



Hình 8. Hạ mực nước ngầm khi thi công nhà ga



Hình 9: Kết quả phân tích dòng thấm

Áp lực nước ngầm gây ra nội lực khá lớn trong kết cấu tường vây, việc hạ mực nước ngầm có thể cải thiện được một phần hiệu ứng tải này. Nếu áp lực thủy động quá lớn cần có biện pháp gia cố nền đất hợp lý, đặc biệt đối với các vùng có địa chất yếu như Hà Nội

Chuyển vị lớn nhất của tường vây nằm ở đỉnh tường vây, cần quan trắc và theo dõi trong suốt quá trình thi công để đảm bảo an toàn của công trình. Nội lực của kết cấu tường vây lớn nhất tại vị trí ngầm. Cần có biện pháp kiểm soát tốt chất lượng tại vị trí này trong quá trình thi công cũng như khai thác công trình.■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ban quản lý dự án đường sắt đô thị Hà Nội - MRB (2019), *Hồ sơ thiết kế thi công*.
2. Nghiêm Hữu Hạnh (2010), Báo cáo đề tài: *Nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật để hạn chế ảnh hưởng tới công trình lân cận khi xây dựng công trình ngầm bằng phương pháp đào hở tại Hà Nội*.
3. Nguyễn Bá Kế (2006), *Xây dựng công trình ngầm đô thị theo phương pháp đào mở*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
4. Nguyễn Thế Phùng, Nguyễn Quốc Hùng (2004), *Thiết kế công trình hầm giao thông*, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội.
5. Nguyễn Việt Trung, Trần Thu Hằng (2010), *Thiết kế - Thi công giám sát công trình hầm giao thông*, Hà Nội.