

Các giải pháp gia cố nền đất, đá khi thi công hầm xuyên núi

■ KS. TRỊNH NHƯ GIANG - Công ty Cổ phần Đầu tư Tư vấn và Xây dựng công trình 468

TÓM TẮT: Hiện nay, đối với công tác thiết kế và thi công hầm giao thông, khi thiết kế cần lựa chọn vị trí hầm qua vùng địa chất tốt, đất đá ổn định. Tuy nhiên, không thể tránh được vị trí cụ thể có địa chất xấu, đất đá kém ổn định hay vùng đứt gãy, đới kiến tạo. Vì vậy, cần phải có các biện pháp chống đỡ, xử lý nền đất đá yếu xung quanh hầm khi xây dựng nhằm mục đích làm tăng độ ổn định và an toàn khi thi công. Trong bài báo, các tác giả sẽ đi sâu phân tích, đánh giá các phương pháp xử lý và gia cố nền đất đá yếu khi thi công hầm xuyên núi tại Việt Nam.

TỪ KHÓA: Gia cố nền đất đá, thi công hầm xuyên núi, an toàn trong xây dựng hầm

ABSTRACT: Nowadays, when designing and constructing the tunnel, we try to choose the location of the tunnel through good geological area and stable rock. However, it is impossible to avoid the local location with bad geology, unstable rocky soil or broken areas, tectonic zones. Therefore, measures must be taken to support and treat weak rock around the tunnel during construction in order to increase the stability and safety of construction. In this paper, the authors will analyze, evaluate methods of handling and reinforcing weak rocky soil when constructing the mountain pass tunnel in Viet Nam.

KEYWORDS: Reinforcing rocky ground, constructing mountain pass tunnel, safety in tunnel construction

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những năm gần đây, cùng với sự tăng trưởng của nền kinh tế, hệ thống giao thông nước ta cũng phát triển vượt bậc với nhiều công trình lớn, giúp lưu thông giữa các vùng miền ngày càng thuận lợi. Việc mở rộng các tuyến đường phát triển các vùng núi ngày càng được chú trọng phát triển hơn nhằm đảm bảo sự tăng trưởng kinh tế đồng đều giữa các vùng miền, cải thiện đời sống nhân dân. Do các hạn chế về công nghệ, trong thời gian trước đây, các tuyến đường xây dựng trên miền núi thường có xu hướng thiết kế bám theo địa hình, khi gặp các vật cản như núi, đồi cao thường được thiết kế đi vòng theo sườn đồi, núi. Việc này làm gia tăng quãng đường di chuyển của phương tiện giao thông. Không những thế, trong điều kiện miền theo sườn đồi núi, việc di chuyển sẽ gặp khá nhiều khó khăn, nguy hiểm, các

yếu tố hình học của tuyến không được đảm bảo khai thác tốt nhất. Tuy nhiên, ngày nay, sự phát triển vượt bậc của khoa học công nghệ cùng với trang thiết bị tối tân, việc lựa chọn phương án đào hầm xuyên các vật cản như đồi núi được ưu tiên thực hiện.

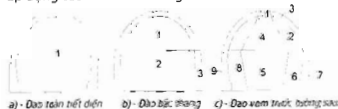
Đối với các đường hầm xuyên núi, khi thiết kế người ta thường cố gắng đặt hầm nằm trong vùng đất đá ổn định, tuy nhiên không thể tránh khỏi việc hầm cục bộ chạy qua những vùng đất đá yếu, độ ổn định kém, (như các đoạn ở hai đầu cửa hầm, những vùng đứt gãy, đới phá huỷ kiến tạo...). Đặc điểm của những vùng này là thường có chiều dài ngắn với tình hình địa chất phức tạp, đất đá rời rạc, nước ngầm tích tụ dễ gây sạt lở trong quá trình thi công [1]. Nếu không có biện pháp chống đỡ, gia cố phù hợp, việc đảm bảo an toàn khi thi công công trình là không thể.

2. TỔNG QUAN VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG HẦM XUYÊN NÚI

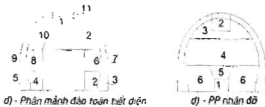
Để thi công hầm xuyên núi, tại Việt Nam và trên thế giới đã ứng dụng nhiều phương pháp trong đó có các phương pháp truyền thống, các phương pháp hiện đại. Mỗi phương pháp đều có những ưu điểm, nhược điểm và phạm vi áp dụng riêng. Dưới đây trình bày về các phương pháp thi công hầm xuyên núi đã được áp dụng tại Việt Nam [2].

2.1. Phương pháp thi công truyền thống

Phương pháp mở là phương pháp truyền thống được áp dụng sớm nhất để xây dựng hầm. Tùy theo tình hình địa chất cụ thể, người ta có thể thực hiện đào hầm theo các cách khác nhau. Trong đất đá cứng chắc có thể tiến hành đào toàn tiết diện mà không cần chống đỡ. Trong đất đá mềm yếu, phương pháp mở vẫn có thể để áp dụng, tuy nhiên trong trường hợp này ưu thế (như về giá thành, tiến độ, khả năng cơ giới hóa thi công...) thường nghiêng về các phương pháp khác. Vì vậy, ngày nay trong đất yếu thông thường chỉ sử dụng phương pháp mở để xây dựng các đoạn hầm ngắn (không quá 300m) khi mà các phương pháp khác trở nên không kinh tế. Có nhiều biện pháp thi công hầm theo phương pháp truyền thống, tùy theo điều kiện địa chất người ta có thể áp dụng các trình tự thi công khác nhau.



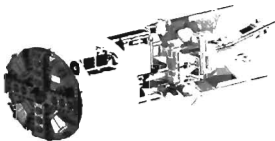
a) - Đào toàn tiết diện b) - Đào bậc thang c) - Đào vòm trước, tường sau



Hình 2.1: Các trình tự đào hầm theo phương pháp truyền thống

2.2. Phương pháp sử dụng khiên đào [2,4]

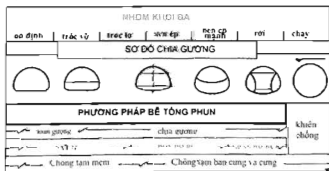
Phương pháp thi công hầm bằng khiên đào kin được xem là biện pháp thi công hầm phù hợp nhất trong môi trường đất yếu. Biện pháp thi công TBM (Tunnel Boring Machine) dựa trên nguyên lý tạo ra áp lực cân bằng với áp lực đất tại gương đào nhằm hạn chế sự thay đổi trạng thái ứng suất có thể gây ra mất ổn định dẫn tới các biến dạng/chuyển vị trước gương hầm. So với phương pháp truyền thống, phương pháp khiên đào đã thể hiện những ưu điểm vượt trội về độ an toàn và tiến độ khi thi công hầm trong đất yếu. Tuy nhiên, phương pháp cũng có những hạn chế của nó như: tiết diện của hầm thường được quyết định dựa trên tiết diện của khiên; khiên đào chỉ thực sự mang lại hiệu quả kinh tế khi thi công các tuyến hầm có chiều dài lớn như các tuyến metro trong thành phố. Đối với hầm qua núi, vùng địa chất thường có chiều dài ngắn, áp dụng phương pháp khiên đào là không hợp lý.



Hình 2.2: Cơ cấu khiên đào

2.3. Phương pháp thi công hầm NATM

Phương pháp xây dựng hầm với của Áo (NATM) là phương pháp xây dựng hầm được hình thành trên cơ sở lý thuyết đúc kết từ thực tế xây dựng hầm trong thời gian dài, bao gồm các trình tự, biện pháp thi công và xử lý khối đất đá trên vòm hầm sao cho đất đá xung quanh hầm được liên kết thành kết cấu vòm chống đỡ. Do đó, tự bản thân khối đất đá xung quanh sẽ trở thành một phần kết cấu chống đỡ hầm [5]. Ý tưởng chính của công nghệ này là tận dụng tối đa khả năng chịu lực của môi trường đất đá xung quanh vào mục đích chống đỡ hầm. Để đạt được điều này thì phải tìm cách khống chế biến dạng của vách hầm.



Hình 2.3: Phương pháp NATM

Thực tế hiện nay, việc thi công hầm xuyên núi chủ yếu sử dụng công nghệ thi công hầm NATM. Trong các phần tiếp theo của bài báo, tác giả sẽ đi sâu nghiên cứu về giải pháp gia cố đất đá cho công nghệ thi công hầm NATM.

3. CÁC GIẢI PHÁP GIA CỐ ĐẤT, ĐÁ

Đào hầm xuyên núi, cần sử dụng các phương pháp chống đỡ khác nhau. Muốn lựa chọn được biện pháp chống đỡ hợp lý, muốn thiết kế được tối ưu kích thước của khung, vỏ chống đã chọn, nhất thiết phải xác định được tải trọng cần tìm hiểu kỹ về các giải pháp gia cố đất đá.

3.1. Giải pháp chia nhỏ diện tích gương đào

Đào hầm toàn tiết diện không thực hiện gia cố hoặc chống đỡ trước chỉ phù hợp với địa tầng là đá cứng có tình ổn định tương đối tốt, còn đối với địa tầng nát vụn mềm yếu thì sẽ không phù hợp. Khi đào hầm trong đất đá yếu thường hay gặp hiện tượng sụt lở đất đá tại gương hầm, tại nóc hầm và cả chân vòm. Cho dù đào hầm với bước đào ngắn, mặt đào cũng sẽ bị sụt lở, khi gặp nước ngầm, tình trạng sụt lở càng trở nên nghiêm trọng. Trong các trường hợp như vậy, khi đào hầm bằng phương pháp truyền thống, người ta tiến hành chia nhỏ tiết diện gương đào, đào tới đâu chống đỡ ngay tới đó. Đào và chia nhỏ tiết diện có thể thực hiện bằng nhiều cách, ngày nay phương pháp được dùng phổ biến là phương pháp hang dẫn bên và phương pháp vách chống đỡ giữa.



Hình 3.1: Chia gương đào bằng phương pháp vách chống đỡ giữa và hang dẫn bên

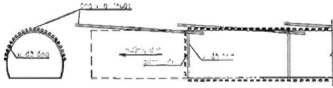
3.2. Giải pháp chống đỡ, đào sau [3,5]

Đây là giải pháp chống đỡ hệ chống đỡ trước khi tiến hành đào hầm. Trong biện pháp này, có thể sử dụng các neo vượt trước, hệ giằng ống thép vượt trước hoặc giàn ống xi măng vượt trước để gia cố nền đất đá khi đào hầm.

Neo vượt trước là loại neo được lắp đặt trước mặt đào dọc theo chu vi của gương hầm, từ đó hình thành ra một vành neo gia cố địa tầng phía trước gương đào. Dưới sự bảo vệ của vành neo này, công tác đào đất đã được tiến hành. Ưu điểm của phương pháp này là ít xâm phạm tới khoảng không gian làm việc của khoang đào, làm tăng tính toàn khối của địa tầng xung quanh hầm, phù hợp với những vùng địa tầng nứt vụn mềm yếu, những vùng đứt gãy có ứng suất không quá lớn. Tuy nhiên, khi thi công hầm trong điều kiện đất đá mềm yếu ngâm nước dễ xảy ra lún, sụt lở.

Giàn ống thép vượt trước là phương pháp sử dụng các ống thép hoặc các thanh thép có chiều dài 10 - 45m đóng sâu vào trong địa tầng xung quanh chu vi bên đào với các góc tương đối nhỏ. Phần ống phía bên ngoài gương đào liên kết với nhau và được đỡ bằng các vì thép. Phương pháp này có sự làm việc, chống đỡ đồng

thời của các ống thép theo phương dọc hầm gối lên các vì thép theo phương ngang hầm làm cho độ cứng toàn khối của hệ thống chống đỡ tăng năng lên, khả năng chống lại biến dạng của đĩa tầng khá tốt và có thể chịu được áp lực địa tầng sớm hơn. Ví thể, phương pháp giàn ống chủ yếu được áp dụng trong các loại địa tầng mà khi hầm đào qua áp lực địa tầng xuất hiện sớm và có cường độ lớn, trong các loại đất đá nất vụn mềm yếu có yếu cấu chặt chẽ về biến dạng địa tầng, trong các địa tầng là đất cát, địa tầng có tính trương nở mạnh, nhiều khe nứt, các chất đất không có tính keo kết.



Hình 3.2: Sơ đồ giàn ống

Phương pháp giàn ống xi măng trước sử dụng khoan phun tạo màn ống có thể nói là sự kết hợp giữa hai phương pháp chống đỡ trước và phương pháp gia cố làm thay đổi tính chất lý hóa của đất đá. Đặc điểm của phương pháp là không dựa ra một lý thuyết tính toán cụ thể, tuy nhiên tất cả các thông số thiết kế đều được kiểm tra chặt chẽ và thực hiện dựa trên các mô hình thực tế. Theo phương pháp này, trước khi đào đất đá, người ta tiến hành khoan và đặt các ống có đục lỗ vượt lên trước xung quanh chu tuyến của hầm. Tiếp theo là quá trình phun vữa xi măng qua các ống vào trong đĩa tầng phía trước gương đào, khi liên kết hình thành ra màn ống xi măng có tác dụng chống đỡ và bảo vệ hang đào. Dựa trên các mô hình, hiệu ứng của phương pháp đã được phân tích một cách cẩn thận về chức năng của các ống thép và vật liệu gia cố đất đá. Theo kết quả phân tích, vai trò của các ống và vật liệu xi măng như thể hiện ở Hình 3.3



Hình 3.3: Vai trò ống thép và vữa xi măng

Các ống thép đóng vai trò như các dầm liên tục kê trên các gối tựa là các vì thép, có chức năng chống đỡ tải trọng đất đá theo phương dọc hầm. Vữa xi măng được ép vào trong đĩa tầng, luồn sâu vào bên trong các khe hở của đất đá sẽ làm cho đĩa tầng trở nên cứng chắc, không chỉ làm cho các tầng đất hoặc các hạt đất đã gắn kết tạo thành khối mà nó còn có tác dụng bít kín các khe hở, ngăn chặn nước ngầm thấm và chảy vào trong hầm. Ví thể, hình thức tạo màn ống xi măng không chỉ hiệu quả cho đĩa tầng vụn nất, mềm yếu mà còn thích hợp cho cả những vùng địa chất rời rạc có nhiều nước ngầm.

3.3. Giải pháp thay đổi tính chất cơ lý của đất đá [1]

Khi xây dựng công trình ngầm trong điều kiện địa chất phức tạp: Trong đất yếu thấm nước, không ổn định và mực nước ngầm cao hơn đáy hầm đào, để thi công

cần phải làm khô và gia cường khối đất.

Phương tiện làm khô đất và ngăn ngừa dòng nước chảy vào hầm đạt hiệu quả nhất là phương pháp hạ mực nước ngầm nhân tạo. Biện pháp này được sử dụng trong xây dựng công trình ngầm cả theo phương pháp lộ thiên và đào kín.

Bên cạnh đó còn có khá nhiều các biện pháp thay đổi tính chất cơ lý của đất đá như: đóng băng nước xung quanh hầm, dùng khí nén đẩy khí ra khỏi hầm, xi măng hóa đất đá để đào hầm, sét hóa gia cố đất đá, silicat hóa...

Các phương pháp thay đổi tính chất của đất đá để thực hiện được thường khá tốn kém, biện pháp thi công phức tạp. Trong các điều kiện không bắt buộc, các phương pháp này thường được bỏ qua và không áp dụng.

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Phương pháp khoan phun tạo màn ống xi măng được coi là phương pháp có phạm vi áp dụng rộng rãi, có thể dùng để thi công các hầm trong hầu hết các loại đất đá yếu với các tính chất và điều kiện địa chất khác nhau. Phương pháp với đặc tính là sự kết hợp giữa chống đỡ và gia cố trước đất đá đã tạo nên vòm bảo vệ chắc chắn, đảm bảo an toàn cho quá trình đào đất đá cũng như có tác dụng là một bộ phận kết cấu cùng tham gia chịu lực với bê tông vòm hầm trong quá trình khai thác. Bên cạnh đó, thi công bằng phương pháp khoan phun tạo màn ống xi măng luôn thực hiện chế độ quan trắc nghiêm ngặt, cho phép đánh giá đúng trạng thái ứng suất và điều kiện làm việc của địa tầng xung quanh của hệ thống chống đỡ, kịp thời đưa ra những biện pháp “ứng xử” hợp lý trong suốt quá trình thi công hầm, nhờ đó đảm bảo điều kiện an toàn và hiệu quả kinh tế. Áp dụng phương pháp khoan phun tạo màn ống xi măng cho phép không cần phải chia nhỏ tiết diện khi đào hầm trong đất đá yếu, nhờ đó có thể cơ giới hóa quá trình thi công, đảm bảo tiến độ và hiệu quả thi công công trình.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Hữu Hạnh, *Cơ học đá*, NXB. Giáo dục.
- [2]. Nguyễn Xuân Trọng (2004), *Thi công hầm và công trình ngầm*, NXB. Xây dựng.
- [3]. GS. Bùi Danh Lưu (1999), *Neo trong đất đá*, NXB. GTVT.
- [4]. L.V.Makòpski (2004), *Công trình ngầm giao thông đô thị*, NXB. Xây dựng.
- [5]. Koji Nakagawa (1998), *Present state of auxiliary methods of mountain tunnel construction in poor ground*, Dept. Of Civil Eng; Ymaguchi University

Ngày nhận bài: 19/01/2020

Ngày chấp nhận đăng: 15/02/2020

Người phản biện: PGS. TS. Ngô Văn Minh

TS. Nguyễn Thị Cẩm Nhung