VỀ MỘT PHƯƠNG PHÁP TRONG TÍNH TOÁN, DỰ TOÁN XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG HẦM

METHOD IN CALCULATING AND ESTIMATING OF TUNNELS CONSTRUCTION

Chu Việt Thức
Trường Đại học Điện lực

TÓM TẮT

Quá trình đầu tư xây dựng công trình hầm hiện nay thường được thực hiện dựa trên việc khảo sát điều kiện địa chất, địa chất thuỷ văn để làm căn cứ thiết kế và lập tổng dự toán; sau đó thi công và nghiệm thu công việc hoàn thành, quyết toán công trình. Hiệu quả của việc đầu tư xây dựng công trình nói chung chủ yếu dựa trên các số liệu có được từ kết quả khảo sát, tuy vậy đối với các công trình có quy mô lớn, phức tạp kết quả khảo sát nhiều khi chưa đầy đủ và sát với điều kiện thực tế dẫn đến việc không kiểm soát được tổng mức đầu tư xây dựng khi xây dựng công trình.

Bài báo này, tác giả đề xuất phương pháp mô phỏng số đối với điều kiện đất đá bao quanh. Kết quả mô phỏng số được so sánh với số liệu quan trắc thực tế cho thấy có sự sai khác xấp xỉ 1,7 lần. Nguyên nhân sai khác là do các tham số đưa vào mô hình chưa nhiều, tuy vậy quy luật biến thiên của hai phương pháp là tuyến tính. Điều đó cho thấy phương pháp mô phỏng số theo phương pháp đào hầm mới của Áo có thể áp dụng trong tính toán thiết kế, lập dự toán cho các dự án xây dựng hầm theo hướng nhanh chóng, dễ điều chỉnh nhằm xác định tổng mức đầu tư sát với điều kiện thực tế từ đó tính toán hiệu quả đầu tư của dự án.

Từ khoá: *Xây dựng hầm; Đường hầm; Công trình ngầm; Đào hầm.*

ABSTRACT

Presently, the investment in tunnel construction is usually carried out based on the survey of geological and hydrogeological conditions as a basis for designing and general budget; and then implementing the construction and acceptance of these completed works. In general, the effectiveness of the construction investment is mainly based on the data obtained from the survey results. However, for large-scale and complex works, the survey results were may not sufficient and close to actual conditions, leading to the failure to control the total investment when constructing works.

In this paper, the author would like to propose a numerical simulation method for the condition of surrounding soil and rock. The numerical simulation results show a significant difference in terms of approximately 1.7 times compared to the actual observation. The reason for the difference was that the parameters included in the model were not sufficient, but the variation law of the two methods was linear. This indicates that the numerical simulation method according to NATM technology can be initially applied in the design and estimation of tunnel works faster and easy to adjust to close to the actual conditions, exactly in total investment, then improvement of the efficiency of the investment in the project.

Keywords: *Tunnel construction; Tunnel; Estimating; Calculating; Roadway excavation.*

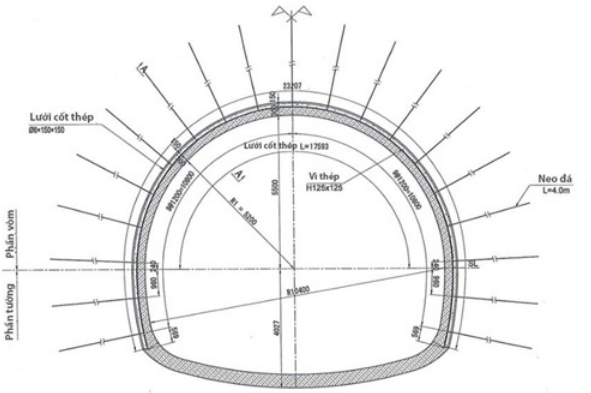
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phương pháp đào hầm mới của Áo (the New australian Tunnelling Method - NATM) được GS. L.V.Rabcewicz đề xuất vào năm 1948 [1, 2]. Cơ sở khoa học của phương pháp này là coi khối đá bao quanh công trình ngầm (CTN) như một bộ phận mang tải của công trình và cần được "bảo vệ", hạn chế tối đa sự nứt nẻ, long rời. Đây là phương pháp đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới và một số dự án ở Việt Nam như đường Hầm Hải Vân, đường Hầm Đèo Cả,… Chu trình xây dựng CTN theo NATM được thể hiện theo trình tự sau:

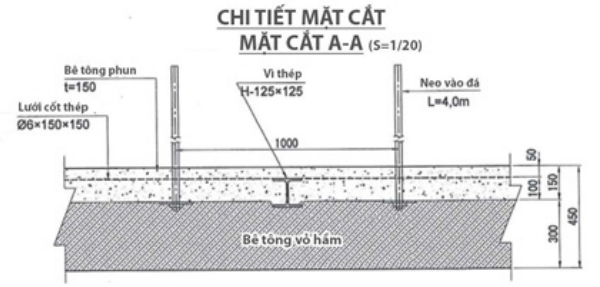
Hình 1. Chu trình xây dựng CTN theo NATM

Khác với các phương pháp thiết kế truyền thống đòi hỏi tính chính xác cao ngay từ giai đoạn thiết kế công trình, phương pháp NATM không yêu cầu tính chính xác và hiệu quả của các giải pháp thiết kế trong giai đoạn trước khi thi công; không đòi hỏi ở mức độ cao nhất và thường xuyên được điều chỉnh, bổ sung trong suốt quá trình thi công dựa trên kết quả quan trắc thu được. Nếu xem xét ở khía cạnh thực hiện dự án thì đây là phương pháp có nhiều ưu điểm giúp nâng cao chất lượng và tiến độ xây dựng công trình.

Hiện nay, các dự án đầu tư thường được triển khai theo ba giai đoạn: chuẩn bị, thực hiện và kết thúc dự án. Trong đó, tổng mức đầu tư xây dựng được xác định ở giai đoạn chuẩn bị dự án. Ở giai đoạn này, nếu khối lượng ước tính được xác định lớn, thì tổng mức đầu tư sẽ lớn và nếu không dùng hết sẽ gây lãng phí vốn, ngược lại nếu khối lượng ước tính thấp, quá trình thực hiện có thể phải phê duyệt lại tổng mức đầu tư, gây khó khăn cho việc bố trí vốn, ảnh hưởng đến tiến độ công trình. Theo công nghệ NATM thì việc xác định biện pháp thi công đào, chống tiếp theo phải dựa vào việc quan trắc biến dạng – dịch chuyển của vách hầm, nghĩa là khối lượng, chủng loại Vì neo, Bê tông phun, Vòm thép, Lưới thép,… (Hình 2) chỉ được xác định chính xác khi công trình đã hoàn thành. Chính vì lẽ đó, ở những dự án có điều kiện địa chất phức tạp rất dễ bị vượt tổng mức đầu tư.



(a) Mặt cắt ngang thiết kế trong đá DI



(b) Chi tiết mặt cắt A-A

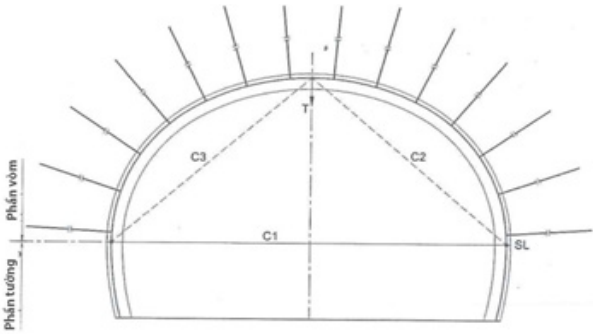
Hình 2. Mặt cắt ngang đường hầm điển hình

Trong bài báo này, tác giả đề xuất phương pháp mô phỏng biến dạng, dịch chuyển của đá vách dựa vào số liệu khảo sát thu được nhằm mục đích dự đoán trước sự dịch chuyển tối thiểu của biên hầm để có cơ sở đề xuất giải pháp thiết kế, đồng thời ước tính sơ bộ khối lượng thi công, vật tư, vật liệu nhằm xây dựng tổng mức đầu tư sát thực tế nhất có thể, nâng cao hiệu quả đầu tư xây dựng các dự án đường hầm theo phương pháp NATM. ☞

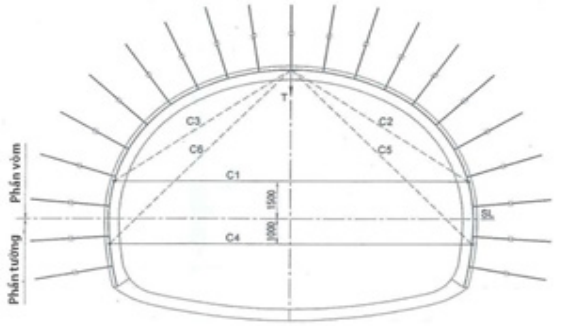
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Giám sát sự dịch chuyển của đá vách

Dự liệu được lựa chọn nghiên cứu, quan trắc là đường hầm Từ Hậu thuộc dự án đường cao tốc Chương Long, Phúc Kiến, Trung Quốc [3]. Dự án này có ba đường hầm có chiều dài 998m, rộng 17,75m và cao 5,0m. Công tác quan trắc được thực hiện tại Hầm số 3 (hầm mở mới) từ lý trình ZK98+611 đến ZK98+661. Quá trình xác định sự dịch chuyển thực tế của vách hầm bằng cách quan trắc sự dịch chuyển của các gương chuyên dụng được gắn tại đỉnh và hai bên vách hầm trên cùng một mặt cắt. Các mặt cắt cách nhau khoảng 10m (Hình 3). Bằng máy toàn đạc điện tử; đồ hình lưới dạng đường chuyền; góc cạnh được đo bằng phương pháp lặp nhiều lần và lấy kết quả trung bình [4, 5].



(a) Mặt cắt loại CII



(b) Mặt cắt loại CI

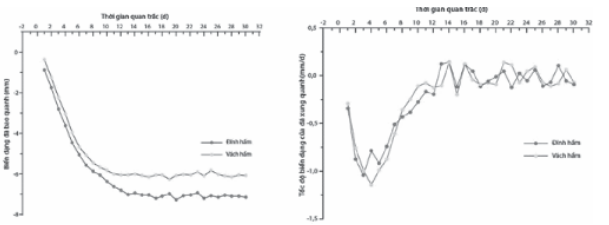
Hình 3. Sơ đồ bố trí gương quan trắc trên các mặt cắt điển hình

Các số liệu được thu thập trong một khoảng thời gian được phân tích, đánh giá kỹ lưỡng thông qua phần mềm chuyên dụng. Quá trình quan trắc được thực hiện liên tục trong thời gian 30 ngày kể từ ngày 31/5/2015. Kết quả quan trắc sau khi thu thập, xử lý được thể hiện trong Bảng sau:

Bảng 1. Số liệu quan trắc chuyển vị hầm tại các lý trình khác nhau

TT	Mặt cắt quan trắc (lý trình)	Mức độ biến dạng của đá bao quanh (mm)	
		Đỉnh hầm	Vách hầm
1	ZK98+611	-7.11	-6.05
2	ZK98+621	-6.57	-4.57
3	ZK98+631	-7.21	-5.50
4	ZK98+641	-7.04	-5.22
5	ZK98+651	-6.07	-4.50
6	ZK98+661	-7.58	-5.58

Dưới đây là biểu đồ đường cong biểu thị quy luật biến dạng đá bao quanh hầm theo thời gian tại mặt cắt ZK98+611 (Hình 3).



Hình 4. Đường cong chuyển vị của đá bao quanh theo thời gian thực tế

Theo kết quả quan trắc (Bảng 1) có thể thấy: Giai đoạn đầu sau khi đào hầm, biến dạng và chuyển vị của đá bao quanh tại đỉnh hầm diễn ra tương đối nhanh (>1mm/d). Sau khi thi công hệ chống tạm Neo + Bê tông phun biến dạng và chuyển vị tắt dần (<0,2mm/d). Biên độ biến dạng bắt đầu giảm dần, đá bao quanh có xu hướng ổn định, chuyển vị ổn định ở mức

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 304 tháng 6 năm 2023
cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

7,11mm đối với đỉnh hầm và 6,05mm đối với vách hầm. Mức độ dịch chuyển, hội tụ của đá bao quanh hầm nằm trong phạm vi cho phép, có thể tiếp tục thi công bình thường [6]. Điều này chứng tỏ hệ Kết cấu chống tạm đã phát huy tác dụng.

2.2. Nghiên cứu mô phỏng số kết cấu chống đỡ đường hầm

2.2.1. Tham số tính toán

Số liệu thực tế địa chất đá bao quanh đường hầm 30m dài (ZK98+609 đến ZK98+639) chủ yếu là đá cấp IV. Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng phạm vi ảnh hưởng của sự phân bố lại ứng suất khoảng 3-5 lần chiều cao hoặc chiều rộng tính từ biên hầm [7]. Từ giả thiết trên, tác giả xây dựng mô hình với giả thiết về phạm vi ảnh hưởng tính từ nền hầm là 40m; bên trái là 70m; bên phải là 86m; không xét đến chiều sâu ảnh hưởng của vị trí đặt hầm (khoảng cách từ đỉnh hầm đến mặt đất tự nhiên). Sử dụng phần mềm ABAQUS thực hiện phân tích mô phỏng số, với các số liệu như Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất cơ lý khối đá bao quanh tại lý trình ZK98+609 đến ZK98+639

Loại đá	γ (kN/m^3)	E (GPa)	μ	φ (^{0})	c (MPa)	/(^{0})
Đá cấp IV	23	3,3	0,32	33	0,45	0
Bê tông phun	25	30	0,22	40	2,2	0
Neo (L= 4,0m; d=35mm)	25	31,5	0,20			

Và với các giả thiết sau:

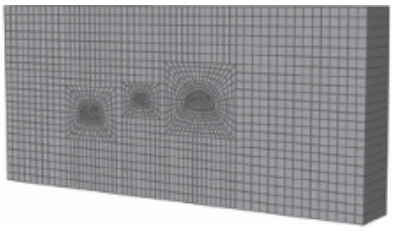
- Coi khối đá bao quanh là vật liệu dẻo lý tưởng, đồng nhất, đẳng hướng và liên tục;

- Không xét tới ảnh hưởng của cấu trúc khối đá và nước ngầm;

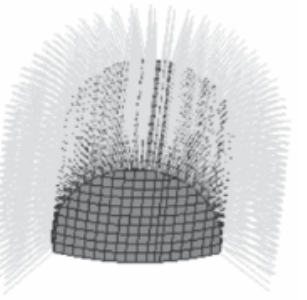
- Chỉ xét ứng suất do trọng lượng khối đá gây ra;

- Sử dụng mô hình Mohr-Coulomb đối với đá bao quanh và đất đắp.

Mô hình với các tham số trên được xây dựng như trên Hình 5.



(a) Chia lưới mô hình khối đá



(b) Chia lưới mô hình hệ kết cấu chống tạm

Hình 5. Mô phỏng kết cấu chống tạm trên phần mềm ABAQUS

2.2.2. Phân tích, so sánh kết quả giữa mô phỏng số và dữ liệu quan trắc

Việc quan trắc tại hiện trường được thực hiện sau khi đã hoàn thành công tác khoan cắm Neo và bê tông phun. Dữ liệu quan trắc (Bảng 1) tại lý trình ZK98+661 cho thấy, giá trị dịch chuyển đá vách là 7,58mm đối với đỉnh và 6,05mm đối với vách hầm. Trong khi đó, cũng tại lý trình trên bằng phương pháp mô phỏng số cho kết quả 4,356mm đối với đỉnh và 3,461mm đối với vách hầm. Số liệu từ hai phương pháp cho thấy có sự khác biệt tương đối lớn. Điều này là đương nhiên khi các yếu tố như ứng suất nguyên sinh, đặc tính nứt nẻ của khối đá, chất lấp nhét trong khe nứt,… chưa được xem xét tới trong quá trình xây dựng mô hình. Tuy vậy, quy luật biến thiên của cả hai phương pháp là tuyến tính, cùng chung quy luật biến thiên.

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả mô phỏng số và quan trắc thực tế cho thấy dịch chuyển đá vách thu được từ hai phương pháp có sự khác nhau, nhưng quy luật biến thiên tuyến tính và kết quả quan trắc thực tế gấp khoảng 1,7 lần kết quả mô phỏng. Kết quả dịch chuyển từ mô phỏng số thấp hơn là do quá trình mô phỏng chưa xem xét đến mật độ khe nứt, chất lấp nhét khe nứt,… Mặc dù kết quả nghiên cứu chỉ là bước đầu và ở một dự án cụ thể, nhưng đó là cơ sở khoa học giúp các nhà khoa học, nhà quản lý, các đơn vị thiết kế, quản lý dự án tham khảo trong quá trình đầu tư dự án. Để đảm bảo tính sát thực, tin cậy hơn cần tiếp tục thực hiện ở các điều kiện với cấp đá, kích thước đường hầm khác nhau nhằm kiểm chứng quy luật nói trên để có thể áp dụng mô phỏng số khi lập dự án công trình hầm và thiết kế theo phương pháp NATM. ❖

Ngày nhận bài: **25/3/2023**
Ngày phản biện: **26/4/2023**

Tài liệu tham khảo:

[1]. 张红松. 新奥法施工技术在公路隧道工程中的应用. 交通世界, 2021(09): 24-26.
[2]. Nguyễn Quang Phích; *Cơ học đá*. NXB. Xây dựng, 2007.
[3]. *Detailed design report for Houci tunnel of Zhanglong Highway,* 2015.
[4]. Võ Chí Mỹ; *Trắc địa mỏ*. NXB. Xây dựng, 2002.
[5]. Nguyễn Đình Bé, Vương Trọng Kha; *Dịch chuyển và biến dạng đất đá trong khai thác mỏ.* NXB. Giao thông Vận tải, 2004.
[6]. Trần Thanh Giám, Tạ Tiến Đạt; *Tính toán thiết kế công trình ngầm*. NXB. Xây dựng, 2002.
[7]. 李晓红, 李登新, 靳晓光, 顾义磊. 初期支护对软岩隧道围岩稳定性和位移影响分析. 岩土力学, 2005,08: 1207-1210.