

ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC NGẦM ĐẾN TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA CÔNG TRÌNH NGẦM

TRẦN TUẤN MINH, NGUYỄN THÀNH ĐÔ,
NGUYỄN PHƯƠNG NAM - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*
Email: trantuanminh@khoaxaydung.edu.vn

1. Đặt vấn đề

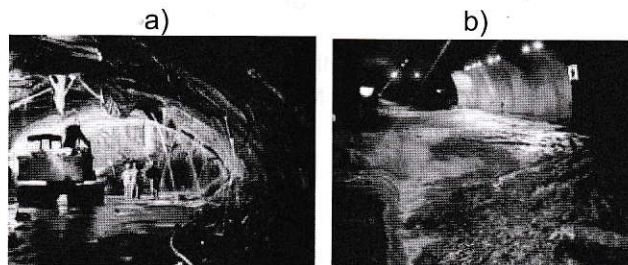
Nước ngầm là yếu tố thường xuyên tồn tại khi xây dựng các công trình ngầm ở những khu vực đất đá có tính chứa nước và mực nước ngầm cao gần bề mặt đất. Theo quan sát và tìm hiểu thực tế thì nước ngầm có ảnh hưởng lớn đến quá trình thi công cũng như phân tích tính toán ổn định công trình ngầm. Nói chung, việc nghiên cứu ảnh hưởng của nước ngầm đến độ ổn định các đường hầm đã được nghiên cứu ở nhiều quốc gia trên thế giới đặc biệt là các quốc gia và các khu vực thành phố nằm gần các con sông, biển với mực nước ngầm cao gần bề mặt đất. Evert Hoek (2000); Tingsheng Zhao và các cộng sự (2017) đã nghiên cứu ảnh hưởng của nước ngầm đến độ ổn định của gương hầm khi thi công các đường hầm tàu điện ngầm bằng khiên đào. Năm 2016, Qiujing Panand, Daniel Dias (2016) đã xem xét ảnh hưởng của áp lực lỗ rỗng đến độ ổn định của gương hầm khi thi công các đường hầm trong môi trường đất yếu. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên thường chưa chú ý đến sự thay đổi chiều cao mực nước ngầm cũng như áp lực lỗ rỗng của nước trong đất đến giá trị chuyển vị của đất đá trên biên đường hầm và sự thay đổi của nội lực trong vỏ chống do sự thay đổi của các yếu tố trên. Điều này đòi hỏi phải có các nghiên cứu và lý thuyết và thực quan cụ thể hơn trong tương lai gần.

Ở Việt Nam việc nghiên cứu ảnh hưởng của nước ngầm cũng đã được nhiều nhà khoa học quan tâm, có thể kể đến như các nhà khoa học ở trường Đại học Xây dựng, trường Đại học Kiến trúc, trường Đại học Mỏ-Địa chất và các trường đại học khác có các khoa và chuyên ngành về khoa học trái đất. Nguyễn Quang Phích (2007), Nguyễn Sỹ Ngọc (2005) cũng đã định hướng về ảnh hưởng của nước ngầm đến tính ổn định của các mẫu đá. Võ Trọng Hùng (2006) nêu lên mối tương quan giữa độ bền của mẫu đá khi thay đổi giá trị độ ẩm

trong mẫu trong các điều kiện thí nghiệm khác nhau. Năm 2014, Vũ Hoàng Ngọc đã giới thiệu tổng thể ảnh hưởng của nước ngầm và điều kiện địa chất tới công tác thiết kế và thi công công trình giao thông ngầm tại Hà Nội trên Tạp chí Xây dựng Đô thị. Trần Tuấn Minh (2016) cũng đã quan tâm đến bài toán với đường hầm tròn khai đào trong môi trường đất đá đồng nhất mà đất đá trong vùng biến dạng dẻo bị dẫn nở thể tích. Tuy nhiên, việc tìm hiểu ảnh hưởng của sự thay đổi mực nước ngầm cũng như áp lực lỗ rỗng trong đất đá chứa nước đến độ ổn định của đường hầm vẫn chưa được các tác giả trên quan tâm. Hơn nữa yếu tố nước ngầm cũng có sự thay đổi độ cao theo mùa, theo con nước của các dòng sông, nên nó có những đặc tính phức tạp riêng. Ở trong bài này nhóm tác giả đề cập đến vấn đề sự thay đổi chiều cao mực nước ngầm với bài toán cho các đường hầm nằm nông gần bề mặt đất.

2. Ảnh hưởng của nước ngầm đến mức ổn định của công trình ngầm

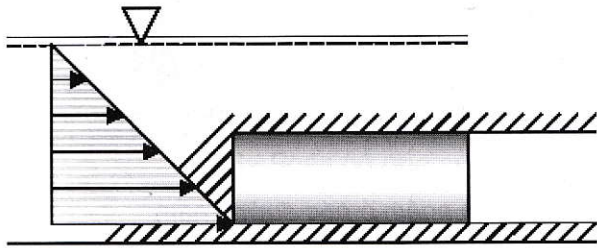
Nước ngầm có thể ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến các hoạt động thi công xây dựng cũng như trong quá trình vận hành các đường hầm (hình H.1). Trong quá trình thi công khi nước vào sẽ làm đường hầm bị ngập nước, công tác khai đào xúc bốc và vận tải gặp nhiều khó khăn (hình H.1.a).



H.1. Nước ngầm ảnh hưởng đến công trình ngầm: a - Khi thi công (Evert Hoek, 2000); b - Khi sử dụng ở đường hầm (Yong Fan et al 2016)

Thực tế quá trình thiết kế xây dựng các đường hầm việc thiết kế vỏ hầm chưa đảm bảo, khi mực nước ngầm dâng lên làm vỏ hầm bị yếu, theo thời gian vỏ hầm có thể bị sập đổ làm nước chảy vào trong đường hầm (hình H.1.b), điều này đòi hỏi người thiết kế phải có đầy đủ cũng như chi tiết các thông số về điều kiện địa chất thủy văn khu vực khai đào và tư duy thiết kế cần được quan tâm chú ý khi mực nước ngầm thay đổi.

Khi thi công đường hầm thì sự thay đổi mực nước ngầm cũng như áp lực nước ngầm ảnh hưởng và tác dụng đến gương hầm cũng gây ra ảnh hưởng xấu đến hiệu quả của công tác khai đào các đường hầm (hình H.2), đặc biệt là khi đào hầm bằng các máy khoan hầm. Khi áp lực chống giữ gương không đủ để chống lại áp lực nước ngầm xung quanh thì làm cho bùn đất có thể chàn vào bên trong đường hầm, nước ngầm có tính ăn mòn làm mòn rãnh cắt đầu cắt cũng như các thiết bị của máy khoan hầm.



H.2. Đường hầm được khai đào bên dưới bề mặt ngang của mực nước ngầm

3. Mô hình phân tích số ảnh hưởng của chiều cao mực nước ngầm đến ổn định công trình ngầm

Để phân tích ảnh hưởng của chiều cao mực nước ngầm đến sự ổn định của đường hầm trong phân tích nhóm tác giả sử dụng phần mềm số Phase 2. Giả sử đường hầm có mặt cắt ngang đơn giản dạng tường thẳng vòm bán nguyệt có chiều rộng $B=10$ m và chiều cao $h=10$ m. Đường hầm được khai đào ở gần bề mặt đất trong môi trường đất cát và sét pha có chứa nước, trong nghiên cứu

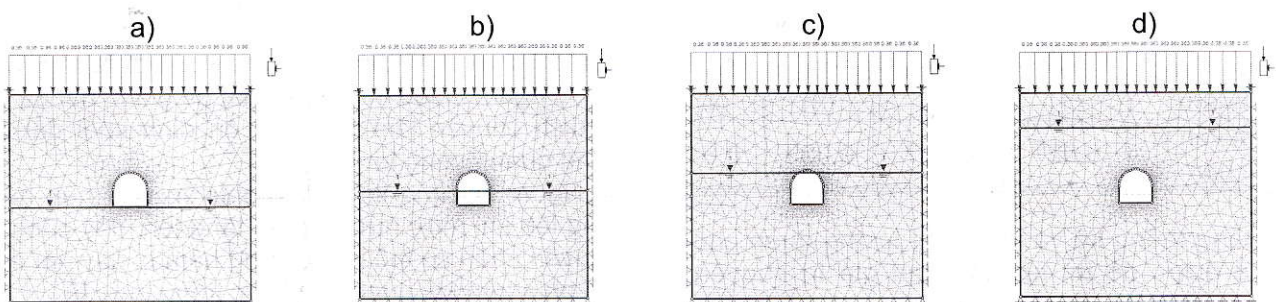
này sẽ thay đổi bề mặt ngang mực nước ngầm từ vị trí bên dưới đáy hầm đến vị trí ngang thân hầm, trên đỉnh nóc hầm và trong trường hợp đường hầm hoàn toàn nằm trong nước tức là đất đá bão hòa nước. Các thông số phân tích cho mô hình giả định được mô tả như trong Bảng 1.

Sử dụng phần mềm Phase 2 với các thông số đầu vào như trên, chúng ta có thể thiết lập được các mô hình cho bài toán nghiên cứu như trong hình H.3. Ở đây điều kiện biên được lựa chọn tương ứng là bề mặt đất được coi là bằng phẳng nên phía trên mô hình được lựa chọn dạng biên dạng tự do còn 2 bên cạnh và bên dưới mô hình cách xa tâm đường hầm khoảng 6 lần nửa chiều rộng đường hầm có thể coi là không chịu ảnh hưởng của đường hầm nên chọn là cố định.

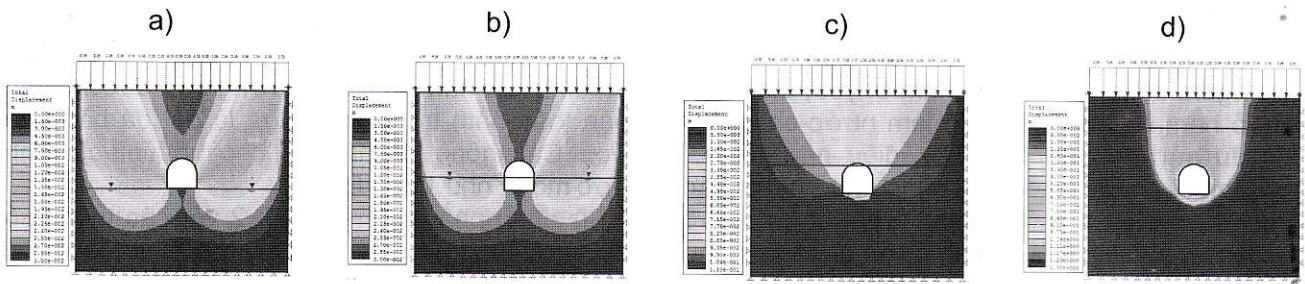
Bảng 1. Các thông số đầu vào cho phân tích

No	Tên tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Trọng lượng thể tích	γ	0,018	MN/m ³
2	Độ bền kéo	σ_k	0,15	MPa
3	Lực dính kết	c	0,2	MPa
4	Góc ma sát trong	φ	25	°
5	Mô đun đàn hồi	E	1200	MPa
6	Hệ số Poisson	μ	0,35	-
7	Góc dẫn nở thể tích	ψ	0	°
8	Góc ma sát trong dư	φ_{re}	20	°
9	Lực dính kết dư	c_{re}	0,12	MPa
10	Mô hình vật liệu	Đàn-dẻo	-	-

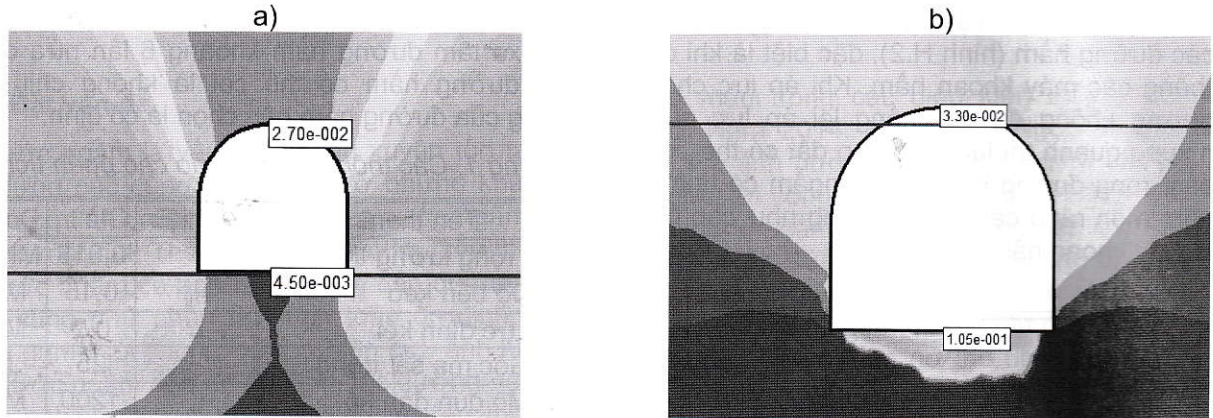
Độ sâu đặt đường hầm ở dưới sâu 40m tính từ đỉnh nóc hầm nên ở phía trên đỉnh mô hình sẽ được gán bằng lực phân bố tương đương $P=0,018 \times 20=0,36$ MPa; đất đá được coi là đồng nhất; tỷ số ứng suất nguyên sinh nằm ngang và thẳng đứng do công trình ngầm đặt sâu 40 m có thể coi là công trình nằm nông, chọn bằng 0,5. Do đường hầm nằm nông, thường ứng suất thẳng đứng lớn hơn ứng suất nằm ngang nên tỷ số giữa ứng suất thẳng đứng và nằm ngang $K < 1$.



H.3. Các trường hợp phân tích cho bài toán: a - Mực nước ngầm nằm ở đáy hầm; b - Ở trung tâm; c - Ở đỉnh hầm; d - Nằm bên dưới mực nước ngầm



H.4. Kết quả phân bố chuyển vị đất đá xung quanh đường hầm: a - Mức nước ngầm nằm ở đáy hầm; b - Ở trung tâm; c - Ở đỉnh hầm; d - Nằm bên dưới mức nước ngầm



H.5. Chuyển vị đất đá ở vị trí mức nước ngầm khác nhau: a - Khi mức nước ngầm ở dưới nền; b - Khi mức nước ngầm ở nóc đường hầm

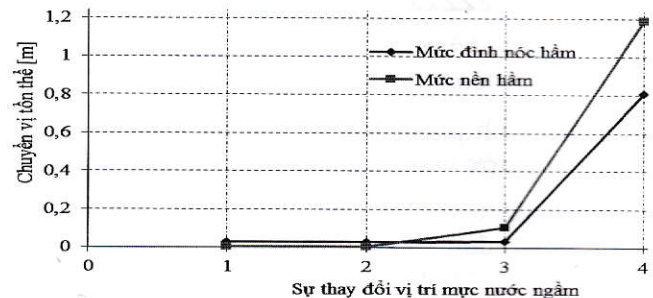
Tuy nhiên, trong thực tế cũng có những trường hợp mặc dù đường hầm nằm nông nhưng tỷ số ứng suất này lại có giá trị lớn hơn 1 ($K > 1$), trường hợp này không được đề cập trong nghiên cứu này (hình H.3).

Sau phân tích chúng ta có thể thu được sự phân bố của chuyển vị đất đá xung quanh đường hầm với các trường hợp mức nước ngầm so với đường hầm khác nhau. Kết quả được mô tả trong hình H.4. Chúng ta xem xét giá trị chuyển vị lớn nhất ở đỉnh nóc hầm và bên dưới nền hầm sau phân tích (hình H.5) và tập hợp các giá trị chuyển vị tại 2 điểm này tương ứng cho 4 trường hợp khác nhau của bài toán được tập hợp như trong Bảng 2.

Bảng 2. Các giá trị chuyển vị ở nóc hầm và nền hầm

Vị trí mức nước ngầm	Ở dưới nền (1)	Ngang thân hầm (2)	Đỉnh nóc hầm (3)	Bão hòa (4)
Chuyển vị nóc hầm, m	0,027	0,027	0,033	0,81

Bảng thống kê và vẽ đồ thị tương quan chúng ta vẽ được đồ thị tương quan giá trị chuyển vị đất đá ở nóc và nền hầm trong 4 trường hợp tương ứng của mức nước ngầm khác nhau như trong hình H.6.



H.6. Mối quan hệ giữa chuyển vị ở nóc và nền hầm khi thay đổi vị trí mức nước ngầm trong mô hình

Quan sát kết quả từ đồ thị có thể thấy rằng, giá trị chuyển vị đất đá ở nóc hầm và nền hầm khi chiều cao mức nước ngầm thay đổi thì giá trị của chúng cũng bị thay đổi, khi mức nước ngầm cao dần thì chuyển vị tăng. Điều này có nghĩa rằng với nước ngầm nhiều thì độ bền đất đá giảm, đất đá dễ bị dịch chuyển làm giảm độ ổn định khối đất đá xung quanh công trình ngầm.

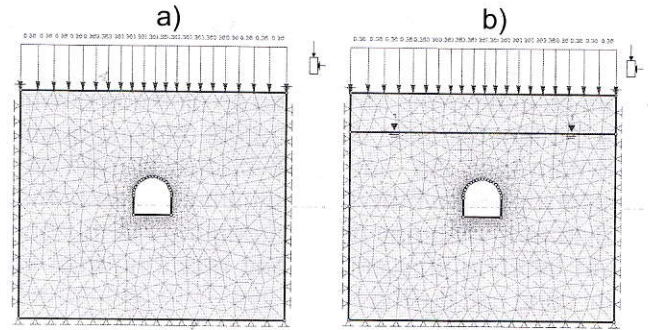
Ngoài ra cũng thấy rằng chuyển vị ở nền hầm tăng lên khi mức nước ngầm tăng lên, đây cũng là nguyên nhân có thể làm đường hầm bị đẩy nổi dần lên phía trên khi quan sát được trong thực tế.

4. Ảnh hưởng của áp lực lỗ rỗng đến ổn định đường hầm

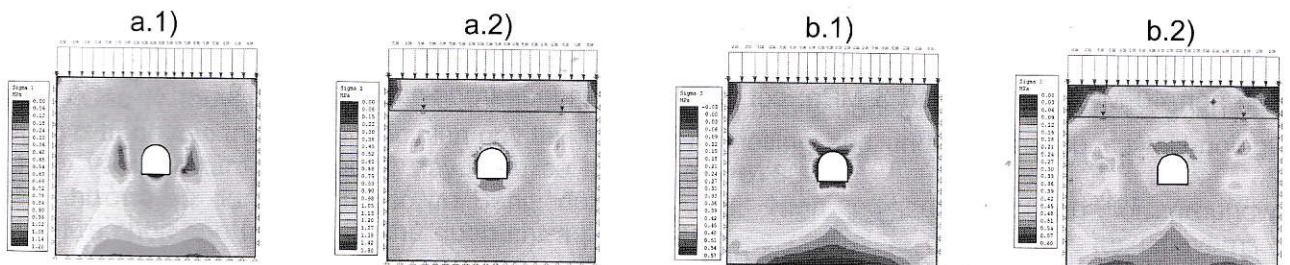
Một trong những tham số của nước ngầm ảnh hưởng lớn đến mức độ ổn định của công trình ngầm là thông số áp lực lỗ rỗng của đất đá. Lỗ rỗng là thông số tồn tại thường xuyên trong đất đá nó làm thay đổi thể tích khối đất đá cũng làm cho áp lực đất đá tác dụng lên đường hầm tăng lên. Thông thường trong trường hợp coi môi trường là đất khô thì giá trị lý thuyết $H_u=0$ còn trong môi trường đất đá có điều kiện thủy tĩnh chứa nước thì $H_u=1$.

Thực tế giá trị P_u được tính toán phụ thuộc vào chiều cao mực nước ngầm, tuy nhiên thông số này tính toán rất phức tạp do hạn chế của nghiên cứu nhóm nghiên cứu chọn ngẫu nhiên để xem xét sự biến đổi của các giá trị chuyển vị đất đá khi thay đổi giá trị H_u . Mô hình phân tích số cho bài toán này

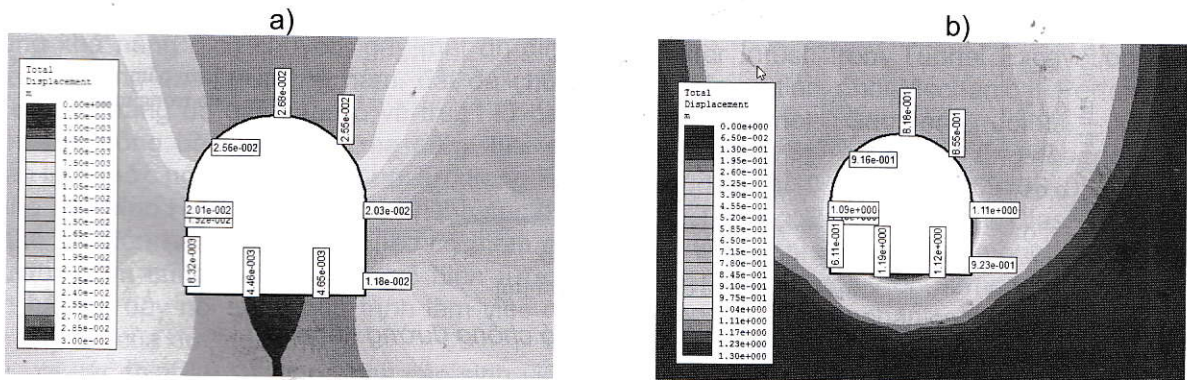
được mô tả như trong hình H.7.



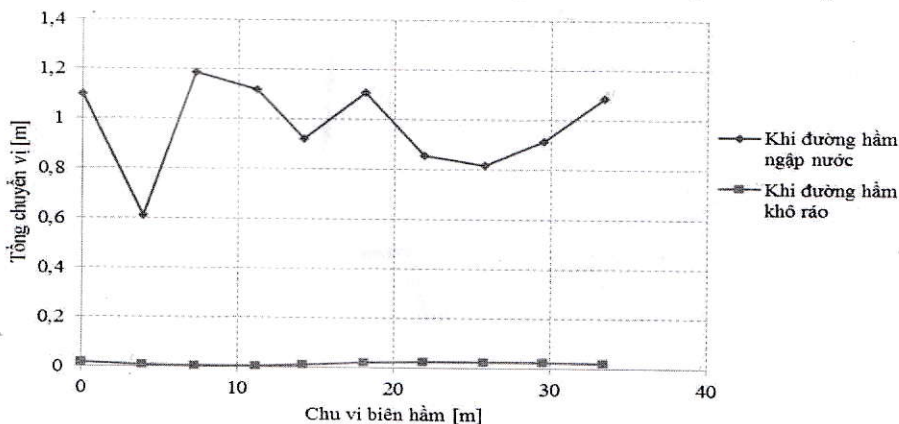
H.7. Mô hình sự thay đổi điều kiện nước ngầm khi phân tích: a - Đất khô $H_u=0$; b - Đất đá bão hòa nước $H_u=1$



H.8. Phân bố ứng suất xung quanh đường hầm cho 2 trường hợp: a - Phân bố ứng suất thẳng đứng; B - Phân bố ứng suất nằm ngang; 1 - Đất khô; 2 - Đất bão hòa nước



H.9. Giá trị chuyển vị đất đá trên biên hầm ở hai trường hợp đường hầm khô ráo và đường hầm nằm hoàn toàn trong nước: a - Đường hầm khô ráo; b - Đường hầm ngập nước



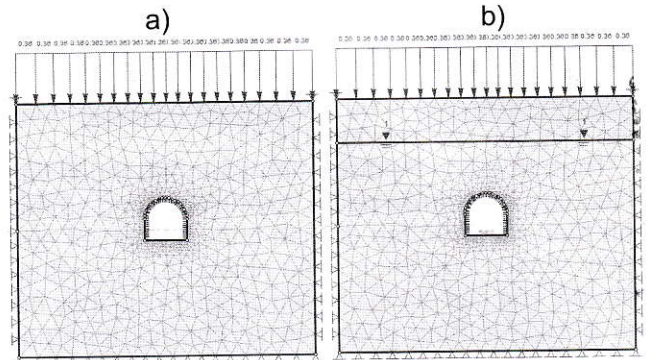
H.10. Chuyển vị trên biên hầm khi đường hầm khô ráo và đường hầm ngập nước

Nhận xét kết quả thấy rằng, khi đường hầm còn khô ráo thì chuyển vị đất đá trên biên đường hầm nhỏ hơn trường hợp đường hầm ngập nước rất nhiều (hình H.10). Điều này cho thấy rằng nước ngầm có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định của đường hầm, nó làm cho biến dạng của đất đá xung quanh biên hầm tăng lên, đất đá dễ bị dịch chuyển vào trong đường hầm hơn. Đường hầm cũng dễ bị mất ổn định hơn, điều này đòi hỏi trong thực tế thi công người thi công phải chú ý trong quá trình thiết kế và thi công các đường hầm.

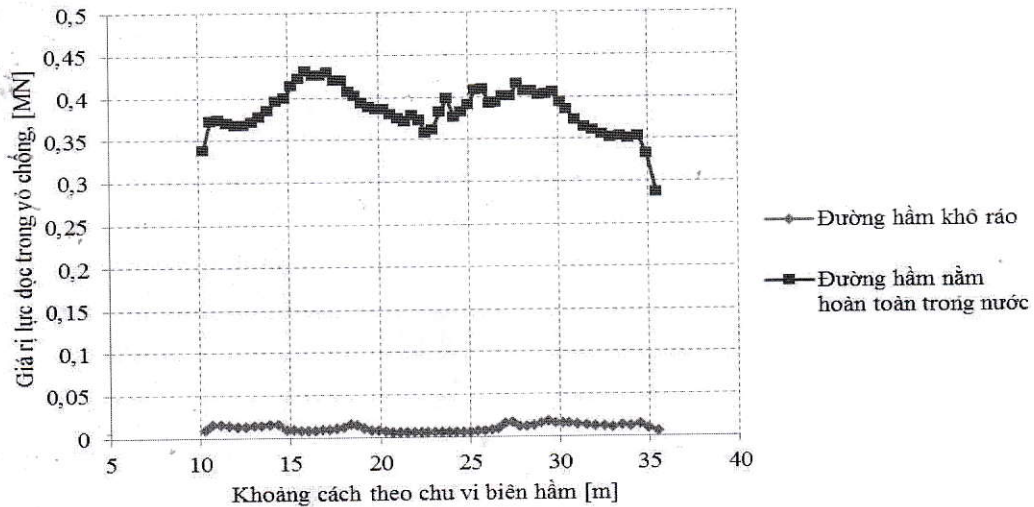
5. Khi đường hầm được chống bằng vỏ chống

Trường hợp khi đường hầm hoàn toàn khô ráo và ngập nước được chống bằng vỏ chống bê tông cốt thép chiều dày 35 cm. Các thông số của vỏ chống được liệt kê như sau: $d=0,35$ m, mô đun đàn hồi của bê tông $E=30000$ MPa; hệ số Poisson 0,15; độ bền nén 40 MPa, độ bền kéo 3 MPa; cốt thép

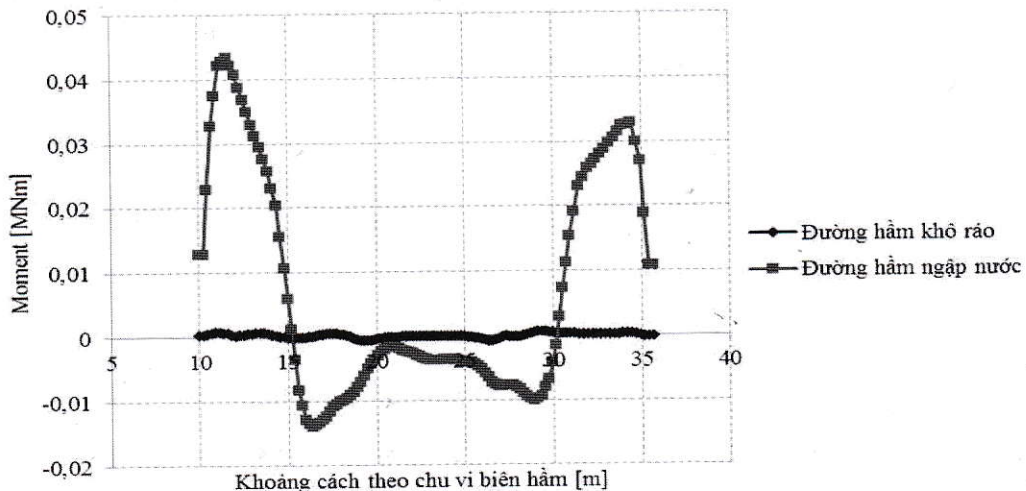
sử dụng với khoảng cách $d=25$ cm; thép đường kính 22 mm. Mô hình phân tích cho bài toán hầm khô và hầm hoàn toàn chìm trong nước được mô tả như trong hình H.11.



H.11. Mô hình phân tích đường hầm có vỏ chống: a - Đường hầm khô ráo; b - Đường hầm hoàn toàn trong nước



H.12. Lực dọc bên trong vỏ chống đường hầm



H.13. Mô men bên trong vỏ chống sau phân tích

Bằng phân tích chúng ta cũng có thể thu được quy luật phân bố của nội lực (lực dọc và mô men uốn) bên trong vỏ chống bê tông cốt thép của đường hầm sau phân tích tương ứng cho 2 trường hợp với đường hầm khô ráo và đường hầm ngập trong nước. Kết quả được mô tả như trong hình H.12 và H.13. Quan sát kết quả trên hình H.12 và H.13 thấy rằng, do ảnh hưởng của nước ngầm tác dụng lên kết cấu vỏ hầm nên áp lực đất đá cũng tăng lên, đường hầm bị ảnh hưởng nhiều hơn do tác động của nước ngầm (mô men và lực dọc đều tăng). Điều này đòi hỏi khi thiết kế kết cấu chống các kỹ sư thiết kế phải quan tâm đến giá trị áp lực nước ngầm tác dụng lên vỏ hầm nhiều hơn.

6. Kết luận và kiến nghị

Nước ngầm có ảnh hưởng lớn đến quá trình thi công cũng như thiết kế và sử dụng các đường hầm. Các lý thuyết phân tích tính toán đang sử dụng ở trong các trường đại học hiện nay thường ít chú ý và quan tâm đến yếu tố này. Nếu có quan tâm thường sử dụng các hệ số tra Bảng, đôi khi việc lựa chọn còn mang tính chủ quan chưa phản ánh hết được ảnh hưởng của nước ngầm. Điều này cần phải được xem xét một cách tỉ mỉ trong quá trình thiết kế ổn định các đường hầm.

Đường hầm đào trong vùng có nước ngầm thì làm tăng khả năng dịch chuyển, gây mất ổn định của đất đá xung quanh đường hầm, đất đá chứa nước có khả năng dễ gây sập đổ và trượt lở cao vào khoảng trống bên trong đường hầm. Khi có thêm áp lực nước ngầm các giá trị nội lực trong kết cấu tăng lên (hình H.12 và H.13), độ chênh các giá trị có thể lên đến hàng chục lần. Việc có thêm áp lực nước ngầm cũng giải thích được hiện tượng đường hầm bị đẩy nổi trong quá trình làm việc do áp lực đẩy nổi của đường hầm.

Đối với các thiết kế và giảng dạy các sinh viên trong các trường đại học cần thiết phải chỉ ra sự khác biệt và định hướng chống giữ, cần thiết phải đưa vào trong các đồ án thiết kế việc tính toán thêm áp lực nước ngầm đối với các đường hầm. Nâng cao trình độ, tư duy thiết kế của các kỹ sư địa kỹ thuật, đảm bảo tốt hiệu quả làm việc của đường hầm, tránh được các rủi ro trong quá trình thi công cũng như vận hành các đường hầm. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quang Phích (2007). Cơ học đá. NXB Xây dựng, Hà Nội.
2. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc (2006). Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. NXB KHK, Hà Nội.
3. Nguyễn Sỹ Ngọc (2005). Cơ học đá. NXB

Giao thông Vận tải, Hà Nội.

4. Trần Tuấn Minh (2016). Giáo trình cơ học đá và khối đá. NXB Xây dựng

5. Vũ Hoàng Ngọc (2014). Ảnh hưởng của nước ngầm và điều kiện địa chất tới công tác thiết kế và thi công công trình giao thông ngầm tại Hà Nội. Tạp chí Xây dựng đô thị.

6. Big tunnels in bad rock 2000 terzaghi lecture, Evert hoek. Asce journal of geotechnical and geoenvironmental engineering. Vol. 127, no. 9. September 2001, pages 726-740.

7. The effect of external water pressure on the liner behavior of large Cross-section tunnels. Yong Fang, Jianning Guo, Jacob Grasmick, Mike Mooney. A key laboratory of transportation tunnel engineering, ministry of education, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China. B center for underground construction & tunneling, Colorado school of mines, golden, co 80401, USA. Tunnelling and underground space technology 60 (2016) 80-95

8. High pressure grouting for groundwater ingress control in rock tunnels and caverns. K.f. Garshol & j.k.w. Tam. Aecom asia co. Ltd., Hong Kong H.k.m. Chau & k.c.k. Lau. Drainage services department, Hong Kong.

9. Tingsheng Zhao, Wen Liu and Zhi Ye. Effects of Water Inrush from Tunnel Excavation Face on the Deformation and Mechanical Performance of Shield Tunnel Segment Joints. Journal of Advances in Civil Engineering. 2017, <https://doi.org/10.1155/2017/5913640>.

10. Qiujiang Panand Daniel Dias. The effect of pore water pressure on tunnel face stability. International journal for numerical and analytical methods in geomechanics slnt. J. Numer. Anal. Meth. Geomech. (2016) Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/nag.2528.

Ngày nhận bài: 12/07/2020

Ngày gửi phản biện: 18/08/2020

Ngày nhận phản biện: 29/09/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/10/2020

Từ khóa: công trình ngầm; môi trường đất yếu chứa nước; trạng thái cân bằng ban đầu; dịch chuyển, phá hủy và sập đổ đất đá; biến dạng; chuyển vị; mất ổn định; đất đá khô và bão hòa nước

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

(Xem tiếp trang 33)

thời gian từ khi hình thành công trình ngầm $t=0$ đến thời điểm $t=t_{od,min}$. Nghĩa là, nên áp dụng các biện pháp gia cường, chống giữ tăng bền cho công trình ngầm tại thời điểm $t=(0,8 \times t_{od,min})$.

6. Kết luận

Thời điểm mất ổn định cho công trình ngầm rất nguy hiểm. Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết, tác giả bài báo đã đề xuất các công thức xác định khoảng thời gian ổn định cho công trình ngầm. Từ đây, tác giả đã đề xuất phương pháp xác định thời gian ổn định cho công trình ngầm trong mối quan hệ giữa giá trị biến dạng, chuyển dịch biên công trình ngầm trên thực tế để có thể kịp thời áp dụng các biện pháp gia cường, chống giữ công trình ngầm. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Hà Nội. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Năm 2005. 460 trang.

2. Глушко В.Т., Чередниченко В.П., Усатенко Б.С. Реология горного массива. Киев. Издательство "Наукова Думка", 1981. 172 с.

3. Черняк И.Л., Ярунин С.А. Управление состоянием массива горных пород. М., Изд. "Недра", 1995, 395 стр.

4. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xây dựng mô hình xác định quy luật chuyển dịch khối đá biên tại nóc công trình ngầm theo thời gian. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 1. 2020. Tr. 23-35.

5. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định quy luật chuyển dịch hông, nền công trình ngầm theo thời gian. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. 2020. Tr. 14-21.

6. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. М., Изд. "Недра". 2012. 544 стр.

Ngày nhận bài: 28/06/2020

Ngày gửi phản biện: 18/07/2020

Ngày nhận phản biện: 28/09/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/10/2020

Từ khóa: chuyển dịch khối đá; nóc công trình ngầm; phương thẳng đứng; phương vuông góc với mặt phân lớp; thời gian đo; vị trí đo; đặc tính khối đất đá; mặt cắt ngang; kết cấu chống giữ

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:

Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu xác định thời gian ổn định cho công trình ngầm từ thời điểm hình thành công trình đến thời điểm mất ổn định. Từ đây, tác giả đã đề xuất phương pháp xác định thời điểm phải nâng cao khả năng chịu tải cho công trình ngầm.

Research to determine the stable time and the time to increase the load-bearing capacity for underground works

SUMMARY

The article introduces research results to determine the stable time for underground works from the time of construction to the time of instability. From here, the author has proposed a method of determining the time to improve the load-bearing capacity for underground works.

ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC...

(Tiếp theo trang 27)

Tóm tắt: Khi xây dựng công trình ngầm trong môi trường đất yếu chứa nước, nước làm giảm độ bền của đất đá và sẽ là nguyên nhân gây ra các biến dạng lớn, tốc độ chuyển vị nhanh hơn, gây ra các hiện tượng mất ổn định các đường hầm. Bài báo giới thiệu việc nghiên cứu, đánh giá ảnh hưởng của các tham số nước ngầm đến độ ổn định của các công trình ngầm trong môi trường đất đá khô và bão hòa nước

Effects of underground water on the stability of underground constructions

SUMMARY

Underground constructions excavated in the soft soils and underground water conditions, the water reduces the durability of soils and will cause the large deformation, faster displacements, causing the instability of tunnels. This paper introduces the research, assessment the effects of some parameters of underground waters on the stability of underground constructions in the dry soils and saturated soils.