

XÂY DỰNG

TẠP CHÍ XÂY DỰNG VIỆT NAM - BẢN QUYỀN THUỘC BỘ XÂY DỰNG

Vietnam Journal of Construction – Copyright Vietnam Ministry of Construction 56th Year

7-2017



ISSN 0866-0762
NĂM THỨ 56

50 NĂM VIỆN KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH ĐẶC BIỆT



Phạm Đức Phong, Nguyễn Hải Hưng, Nguyễn Thanh Sang	159	Phân tích tương tác của móng–cọc–nền theo mô hình nền Gibson tổng quát
Vũ Anh Tuấn	163	Nghiên cứu thực nghiệm và mô phỏng số ứng xử cơ học của cát san hô ở Trường Sa
Lê Minh Sơn, Trần Bá Việt	167	Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ siêu cao với hệ cốt liệu mịn
Vũ Văn Tuấn	170	Mô phỏng số ảnh hưởng của giếng hút nước chân không chiều sâu lớn đến thi công đường hầm trong đất yếu
Đào viết Đoàn, Nguyễn Tài Tiến	174	Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm tiết diện ngang hình tròn
Đào viết Đoàn, Nguyễn Xuân Lập	179	Nghiên cứu xác định khoảng cách ổn định từ gương hầm đến phay phá đứt gãy
Nguyễn Phan Duy	183	Nghiên cứu độ võng dầm bê tông cốt thép tinh grip dưới tác dụng của tải trọng ngắn hạn và dài hạn trong các giai đoạn làm việc
Nguyễn Phan Duy	186	Một số tính chất cơ lý của bê tông cốt sợi phân tán với cốt sợi tận dụng từ nguồn cấp thép
Trịnh Lê Hùng, Nguyễn Thị Thu Nga	189	Ứng dụng phương trình mất đất phổ dụng (usle) đánh giá nguy cơ xói mòn đất khu vực huyện hướng hóa, tỉnh Quảng Trị
Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong,	193	Ảnh hưởng của nổ mìn đến trạng thái ứng suất trong khối đá quanh đường hầm
Nguyễn Ngọc Huệ, Phạm Đức Hình	196	Phát tạo bảng giá trị nền nhân tạo theo điều kiện khớp phổ phản ứng sử dụng phương pháp hiệu chỉnh bằng wavelet
Vũ Ngọc Anh, Cao Chu Quang, Nguyễn Quốc Bảo	199	Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo lún phù hợp trong phân tích và dự báo lún nền đất yếu từ kết quả quan trắc
Trần Quang Học, Nguyễn Thành Lê, Tống Thị Hạnh	203	Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu vô chống của đường hầm lán cận cận khi tiến hành thi công hầm bằng phương pháp khoan nổ mìn
Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh	208	Nghiên cứu xác định chỉ tiêu thuốc nổ theo hàng số đập vỡ đất đá và kích thước trung bình của cục đá sau nổ
Vũ Trọng Hiếu, Đàm Trọng Thắng	211	Nghiên cứu phương pháp xác định hàng số đập vỡ đất đá khi nổ mìn
Đàm Trọng Thắng, Vũ Trọng Hiếu, Lê Hồng Hải	214	Tính toán động lực học khung phẳng dầm–dẻo theo mô hình Clough tổng quát có kể đến tính phi tuyến hình học của kết cấu và ảnh hưởng của lực dọc đến trạng thái giới hạn dẻo của tiết diện
Alekseev V.A, Bazhenova S.I, Tăng Văn Lâm, Nguyễn Tiến Nam	218	Phân tích hiệu quả các biện pháp tổ hợp các phương pháp ứng dụng công nghệ xi măng đất trong xử lý nền đất yếu
Ngô Ngọc Thủy, Nguyễn Vũ Hùng, Hoàng Văn Tuấn	222	Nghiên cứu ảnh hưởng của góc tới đến kết quả của giá trị áp lực của sóng nổ tác dụng lên công trình bằng phần mềm ansys autodyn 3d
Nguyễn Duyên Phong, Nguyễn Xuân Mãn,	225	Tính toán vô chống đoạn hầm nối giữa hai ga metro trong điều kiện địa chất phức tạp trên cơ sở nghiên cứu trạng thái cân bằng của hệ "vô chống-khoi đất đá"
Pankratenko A.N, Phạm Thị Yến	229	Nghiên cứu đánh giá độ bền công sự nhẹ bằng composite và đề xuất các chỉ tiêu sử dụng
Nguyễn Chí Thọ, Nguyễn Xuân Bằng	232	Nghiên cứu tính toán thiết kế công sự nhẹ bằng khung thép phủ vải bạt kết hợp bao cát
Lê Hải Dương, Nguyễn Trí Tá	235	Nghiên cứu khả năng giảm áp lực nổ của vật liệu đàn hồi bằng thực nghiệm
Nguyễn Công Nghị, Lê Anh Tuấn, Vũ Đình Lợi	238	Các phương pháp hiện đại ước lượng mật độ phổ cao độ mặt đường sân bay
Nguyễn Văn Hiếu	241	Đánh giá hiệu quả tính bền vững trong môi trường nước biển của loại xi-măng siêu sun-phát
Nguyễn Ngọc Trí Huỳnh, Hồ Thanh Trí,	246	Phương pháp SDOF nhận dạng tần số, dạng dao động riêng và tỷ số cản của kết cấu công trình thực từ số liệu đo
Nguyễn Phùng Anh Toàn, Nguyễn Khánh Sơn	250	Ứng dụng công nghệ GIS, xây dựng phần mềm tự động tính toán và mô phỏng sức sống công trình
Vũ Văn Trường, Nguyễn Trí Tá, Nguyễn Như Hùng, Nguyễn Lâm Tới	254	Nghiên cứu ảnh hưởng của phân tử tiếp xúc trong tính kết cấu công sự bằng tôn sóng tương tác với môi trường chịu tải trọng nổ trong đất
Nguyễn Trí Tá, Lê Hải Dương	258	Sử dụng phụ gia nano sio2 hoạt tính điều chế từ tro trấu để sản xuất vữa cường độ cao
Kiều Đỗ Trung Kiên, Lê Minh Sơn,	261	Nghiên cứu phương pháp tính nhanh ảnh hưởng thi công hố đào sâu tới móng băng công trình lán cận
Nguyễn Vũ Uyên Nhi, Đỗ Quang Minh	264	Một số nghiên cứu về áp lực ngang của vữa bê tông tự lèn lên ván khuôn
Nguyễn Huy Hiệp, Mai Đăng Nhân	267	Ứng dụng công nghệ viễn thám đa thời gian trong đánh giá biến động đất đô thị khu vực Hà Nội
Trần Hồng Hải, Lê Quang Trung, Hồ Ngọc Khoa	271	Kiểm định, đánh giá nguyên nhân gây nứt sàn bê tông cốt thép của công trình nhà cao tầng
Lê Minh Hằng, Tống Thị Hạnh	274	Nghiên cứu đề xuất hệ số gió giật tính tải trọng gió nhà cao tầng có sơ đồ khung giằng theo tcvn 2737:1995
Nguyễn Võ Thông, Đỗ Văn Mạnh	278	Nghiên cứu ứng xử dầm liên hợp thép-bê tông bằng thí nghiệm và phương pháp mô phỏng số
Phan Quang Minh, Bùi Thiên Lam	281	Trích Xuất Lại Lợi Nhuận Tăng Thêm Từ Quyền Xây Cao Ốc Tại Việt Nam: Cuộc Chơi Giữa Các Nhà Đầu Tư Bất Động Sản và Nhà Quy Hoạch Tp. Hồ Chí Minh
Nguyễn Trần Hiếu, Vũ Anh Tuấn		
Nguyễn Bảo Thành		

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm tiết diện ngang hình tròn

Factors affect the deformation in rock mass surrounding circular tunnels

Ngày nhận bài: 11/5/2017

Ngày sửa bài: 13/6/2017

Ngày chấp nhận đăng: 06/7/2017

Đào viết Đoàn, Nguyễn Tài Tiến

TÓM TẮT:

Sau khi khai đào khoảng trống công trình ngầm hình tròn, khối đá xung quanh đường hầm sẽ hình thành các vùng gồm: vùng phá hủy vỡ vụn; vùng dẻo; vùng đàn hồi; vùng ứng suất nguyên sinh. Biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm phụ thuộc vào kích thước của các vùng này, mặt khác kích thước các vùng này lại phụ thuộc vào điều kiện khối đá xung quanh đường hầm như: áp lực địa tầng theo phương thẳng đứng; áp lực cấu tạo theo phương ngang; góc ma sát trong, lực dính kết, mức độ mặt phân cách của khối đá... Bài viết phân tích cơ chế biến dạng và phá hủy của khối đá xung quanh đường hầm, đồng thời sử dụng phần mềm FLAC^{3D} mô phỏng và phân tích quy luật biến đổi địa cơ học của khối đá xung quanh đường hầm hình tròn bán kính 2m khi thay đổi điều kiện áp lực địa tầng, hệ số áp lực ngang, góc ma sát trong và lực dính kết của khối đá. Kết quả mô phỏng nhận được cho phép rút ra các nhận định về quy luật biến dạng của khối đá xung quanh công trình ngầm hình tròn khi thay đổi điều kiện khối đá xung quanh đường hầm. Các quy luật thể hiện rất rõ sự ảnh hưởng của các đại lượng được khảo sát đến biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm.

Từ khóa: Đường hầm hình tròn, biến dạng, mô phỏng số

ABSTRACT:

The excavation of circular tunnels causes a disturbance to rock mass surrounding tunnel in terms of stresses and deformations. The deformation of the rock around the tunnel depends on damages developed in rock mass. Generally, damaged zone depends on some factors such as, gravity stresses, lateral earth pressure coefficient, internal friction angle, cohesion and discontinuity in rock mass. This paper analyzes the deformation and crushing zone developed in rock mass surrounding the tunnel. The finite difference program FLAC^{3D} has been adopted. The numerical results clearly indicate the strong dependence of deformations in rock mass when changing rock mass conditions.

Keywords: Circular tunnel; deformation; numerical solution.

Đào viết Đoàn, Nguyễn Tài Tiến-Trường Đại học Mỏ-Địa chất

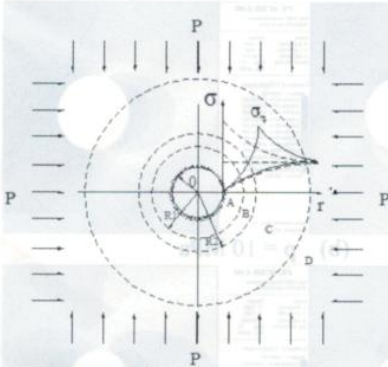
1. Đặt vấn đề

Biến dạng xung quanh đường hầm đã được nhiều tác giả trong và ngoài nước nghiên cứu bằng các phương pháp phương pháp lý thuyết, trong phòng thí nghiệm, đo đạc hiện trường, và mô hình số [4], [5]. Trong đó phương pháp lý thuyết chỉ giải được với những bài toán biến đơn giản, phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm có nhiều ưu việt nhưng chi phí nghiên cứu lớn, phương pháp đo đạc hiện trường cho kết quả thực tế nhưng sau khi khai đào mới thực hiện được nên không thể dự báo trước quá trình cơ học xảy ra trong khối đá, phương pháp số là một trong những phương pháp nghiên cứu đơn giản, có thể mô phỏng các điều kiện biến phức tạp, có thể xét đến nhiều yếu tố ảnh hưởng, từ kết quả có thể dự báo trước biến dạng phá hủy xung quanh đường hầm do vậy hiện nay phương pháp này được sử dụng khá phổ biến trong nghiên cứu. Dựa trên các ưu điểm của phương pháp số bài viết sử dụng phần mềm Flac mô phỏng các yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm hình tròn, để thấy được hướng của các yếu tố đến quy luật biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm.

2. Phân tích cơ chế phá hủy và mất ổn định của khối đá xung quanh đường hầm hình tròn

2.1. Sự thay đổi ứng suất trong khối đá sau khi khai đào đường hầm

Khi chưa khai đào đường hầm, khối đất đá thông thường ở trạng thái biến dạng đàn hồi, ứng suất nguyên sinh theo phương thẳng đứng tại điểm khảo sát trong khối đá bằng trọng lượng khối đất đá bên trên γH (γ - dung trọng thể tích, H - chiều sâu điểm khảo sát). Sau khi khai đào công trình ngầm vào trong khối đất đá sẽ phá vỡ trạng thái cân bằng nguyên sinh, khối đá xung quanh đường hầm sẽ xuất hiện sự tập trung ứng suất, nếu ứng suất trong khối đá nhỏ hơn cường độ khối đá, lúc này trạng thái của khối đá ở trạng thái đàn hồi, nếu ứng suất tập trung trong khối đá vượt quá cường độ của khối đá, thì trạng thái của khối đá lúc này sẽ thay đổi cùng theo đó là quá trình biến đổi cơ học bắt đầu xảy ra trong khối đá xung quanh công trình ngầm, dẫn đến biến dạng phá hủy khối đá xung quanh đường hầm hình thành trạng thái cân bằng mới trong khối đá xung quanh đường hầm. Sự hình thành và phát triển các vùng phá hủy vỡ vụn; vùng dẻo; vùng đàn hồi; vùng ứng suất nguyên sinh xung quanh công trình ngầm



A - Vùng phá hủy, B - Vùng dẻo, C - Vùng đàn hồi, D - Vùng ứng suất nguyên sinh, P - Ứng suất nguyên sinh;

σ_t - Ứng suất tiếp tuyến, σ_r - Ứng suất pháp tuyến, a - Bán kính của đường hầm, R_1 - Bán kính vùng phá hủy, R_2 - Bán kính vùng dẻo.

Hình 1. Phân bố ứng suất và các vùng xung quanh đường hầm sau khi khai đào được thể hiện như trên hình 1[4], sự hình thành các vùng này rất phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: Hình dạng, kích thước công trình ngầm, tính chất cơ lý khối đá xung quanh, chiều sâu đặt công trình ngầm, điều kiện nước ngầm, phương pháp phá vỡ đất đá, kết cấu chống giữ và thời gian lắp đặt kết cấu chống giữ.

Theo hình 1 khối đá trong vùng A do ảnh hưởng của công tác đào nên bị phá hủy vỡ vụn và là vùng giảm ứng suất. Khối đá trong vùng dẻo B do ảnh hưởng công tác phá vỡ đất đá làm mở rộng các khe nứt nguyên sinh và hình thành các khe nứt thứ sinh do vậy khối đá trong vùng này có cường độ giảm khả năng chịu lực kém và có ứng suất nhỏ hơn ứng suất nguyên sinh. Khối đá trong vùng đàn hồi C ít chịu ảnh hưởng của công tác khai đào, đây là vùng tập trung ứng suất lớn và thường lớn hơn ứng suất nguyên sinh. Khối đá trong vùng D không bị ảnh hưởng của công tác đào gọi là vùng trạng thái ứng suất nguyên sinh.

Khi ứng suất trong khối đá đạt đến cường độ giới hạn của khối đá thì cường độ của khối đá sẽ giảm dần và biến dạng tăng lên, sau một khoảng thời gian thì cường độ của khối đá sẽ giảm đến cường độ tàn dư, sự giảm cường độ của khối đá dẫn đến khối đá bị phá hủy, quá trình phá hủy này gọi là sự mềm hóa cường độ, vì vậy trong tính toán ứng suất và biến dạng cần

xem xét đến sự biến đổi của tham số vùng dẻo, nhưng để đơn giản trong tính toán, thường lấy một giá trị trung bình hợp lý làm tham số tính toán. Theo lý thuyết cân bằng giới hạn, trong trường hợp áp lực tác dụng theo các phương là như nhau. Ứng suất, bán kính vùng dẻo và chuyển vị của khối đá xung quanh đường hầm hình tròn được tính theo các công thức sau [4]:

- Ứng suất trong vùng đàn hồi:

Ứng suất theo phương hướng kính tính theo công thức sau:

$$\sigma_{re} = P \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right) + \left[(P_1 + C \cot \varphi) \left(\frac{R}{a} \right)^{\frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}} - C \cot \varphi \right] \frac{R^2}{r^2} \quad (1)$$

Ứng suất theo phương tiếp tuyến tính theo công thức sau:

$$\sigma_{te} = P \left(1 + \frac{R^2}{r^2} \right) - \left[(P_1 + C \cot \varphi) \left(\frac{R}{a} \right)^{\frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}} - C \cot \varphi \right] \frac{R^2}{r^2} \quad (2)$$

- Ứng suất trong vùng dẻo

Ứng suất theo phương hướng kính tính theo công thức sau:

$$\sigma_{rp} = (P_1 + C \cot \varphi) \left(\frac{r}{a} \right)^{\frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}} - C \cot \varphi \quad (3)$$

Ứng suất theo phương tiếp tuyến tính theo công thức sau:

$$\sigma_{tp} = (P_1 + C \cot \varphi) \left(\frac{r}{a} \right)^{\frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}} + C \cot \varphi \quad (4)$$

Bán kính vùng dẻo tính theo công thức sau:

$$R = a \left[\frac{(P_1 + C \cot \varphi)(1 - \sin \varphi)}{(P_1 + C \cot \varphi)} \right]^{\frac{1 - \sin \varphi}{2 \sin \varphi}} \quad (5)$$

Chuyển vị của khối đá xung quanh đường hầm tính theo công thức sau:

$$U = \frac{a \sin \varphi}{2G} \cdot \frac{(P_1 + C \cot \varphi) \sin \varphi (1 - \sin \varphi)^{\frac{1 - \sin \varphi}{2 \sin \varphi}}}{(P_1 + C \cot \varphi)^{\frac{1 - \sin \varphi}{2 \sin \varphi}}} \quad (6)$$

Trong đó: σ_{re} - Ứng suất theo phương hướng kính vùng đàn hồi; σ_{te} - Ứng suất theo phương tiếp tuyến vùng đàn hồi; σ_{rp} - Ứng suất theo phương hướng kính vùng dẻo; σ_{tp} - Ứng suất theo phương tiếp tuyến vùng dẻo; P - Áp lực địa tầng; P_1 - Lực chống giữ từ bên trong đường hầm; a - Bán kính đường hầm; r - Bán kính vị trí điểm khảo sát; R - Bán kính vùng dẻo; φ - Góc ma sát trong của khối đá; C - Lực dính kết của khối đá; G - Mô đun đàn hồi trượt của khối đá; U - Chuyển vị của khối đá xung quanh hầm.

Từ công thức (5), (6) có thể thấy rằng, độ ổn định

và chuyển vị của khối đất đá xung quanh đường hầm chủ yếu phụ thuộc vào ứng suất nguyên sinh của khối đá P, góc ma sát trong của đất đá φ , lực dính kết C, lực chống giữ bên trong đường hầm P_1 , và bán kính đường hầm, quan hệ giữa các đại lượng này như sau:

- Chuyển vị của khối đá xung quanh đường hầm tăng tỷ lệ thuận với ứng suất nguyên sinh. Như vậy đường hầm càng đặt sâu thì chuyển vị của khối đất đá xung quanh đường hầm càng lớn;

- Chuyển vị của khối đá xung quanh đường hầm phụ thuộc vào lực chống giữ từ bên trong đường hầm, sự biến đổi của góc ma sát φ , lực dính kết C và cường độ của khối đá. Các giá trị φ , C càng nhỏ thì chuyển vị của khối đá xung quanh đường hầm càng lớn;

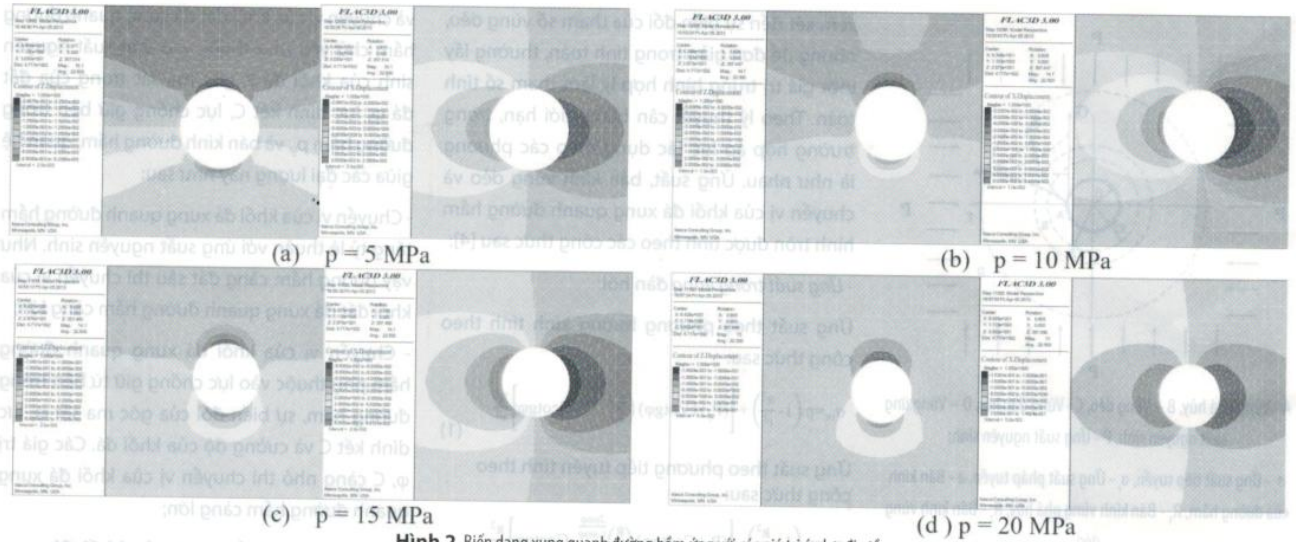
2.2. Phân tích biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm

Biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm chủ yếu do tổ hợp của 5 loại biến dạng sau cùng gây ra:

- Biến dạng đàn hồi: Sau khi khai đào đường hầm một khoảng thời gian nhất định sẽ sinh ra hiệu ứng "giảm tải", hiệu ứng này trực tiếp dẫn đến giải phóng năng lượng ứng suất địa tầng một cách nhanh chóng, khối đá xảy ra biến dạng đàn hồi trong thời gian ngắn, bao gồm hồi phục tính đàn hồi trong thời gian ngắn và hồi phục tính đàn hồi dẻo. Đồng thời trong thời gian này, một phần ứng suất dịch chuyển sâu vào bên trong khối đá dẫn đến sự phân bố lại ứng suất và không ngừng điều chỉnh đến trạng thái ứng suất cân bằng mới.

- Biến dạng do phát triển khe nứt: Sau khi khai đào đường hầm dẫn đến sự giải phóng ứng suất theo phương hướng kính trong khối đá, dưới tác dụng chênh lệch ứng suất khối đá xung quanh đường hầm sẽ bị nứt nẻ mở rộng sâu vào bên trong khối đá, các nứt nẻ mở rộng này bao gồm: nứt nẻ mở rộng trong thời gian ngắn và nứt nẻ phát triển trong thời gian dài. Sự phát triển của các khe nứt sinh ra biến dạng, nhưng biến dạng này giới hạn trong lượng biến dạng giới hạn giảm cường độ do hình thành khe nứt trong khối đá.

- Biến dạng của khối đá trong vùng vỡ vụn: Sau khi khai đào vùng khối đá sát biên xung quanh



Hình 2. Biến dạng xung quanh đường hầm ứng với các giá trị áp lực địa tầng

đường hầm sẽ bị vỡ vụn, đất đá vùng vỡ vụn này sẽ gây ra biến dạng trượt vào bên trong khoảng trống khai đào.

- Biến dạng dẻo và biến dạng từ biến của khối đá xung quanh đường hầm. Sau khi khai đào đường hầm dẫn đến tập trung ứng suất xung quanh đường hầm, nếu vượt quá giới hạn cường độ đàn hồi, khối đá sẽ chuyển sang trạng thái dẻo và chảy, dưới tác dụng của ứng suất theo thời gian vùng khối đá xung quanh sẽ xuất hiện biến dạng dẻo và biến dạng từ biến.

- Biến dạng trương nở thể tích thành phần sét trong khối đá. Sau khi khai đào đường hầm vào trong khối đá có hàm lượng các hạt sét lớn, dưới tác dụng của độ ẩm không khí, nước sẽ làm trương nở các hạt sét gây ra biến dạng, biến dạng loại này chủ yếu do bản thân tính chất của khối đá và điều kiện môi trường xung quanh khối đá quyết định.

2.3. Cơ chế biến dạng phá hủy của khối đá xung quanh đường hầm

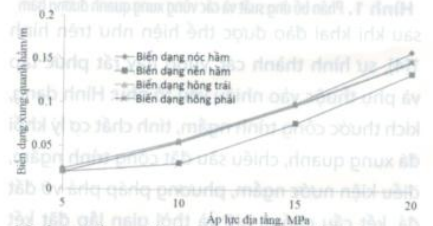
Dựa vào các điều kiện địa kỹ thuật của đường hầm, sau khi khai đào khối đá xung quanh đường hầm sẽ hình thành các vùng thể hiện trên hình 1 với các mức độ và hình dạng khác nhau. Trong đó, khối đá trong vùng dẻo có tính lưu biến nhất định, khối đá vùng vỡ vụn dễ bị phá hủy cắt dọc theo các bề mặt yếu dẫn đến hiện tượng biến dạng và giảm khả năng mang tải. Khi đường hầm dưới tác dụng của hệ thống chống giữ ở trạng thái ổn định thì ứng suất

xung quanh đường hầm ở trạng thái cân bằng giới hạn. Nhưng khi chịu ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài dễ dẫn đến mất cân bằng ứng suất và gây ra tập trung ứng suất xung quanh đường hầm, sự chênh lệch lớn giá trị ứng suất xung quanh đường hầm sẽ làm phát triển các khe nứt nguyên sinh và hình thành khe nứt thứ sinh, sự phá hủy các bề mặt yếu trong khối đá làm cho một bộ phận khối đá vùng đàn hồi chuyển sang trạng thái dẻo, làm mở rộng phạm vi vùng dẻo, và một bộ phận khối đá vùng dẻo chuyển thành vùng vỡ vụn. Sự chuyển hóa giữa các vùng vỡ vụn, vùng dẻo, vùng đàn hồi này có tính tuần hoàn, chỉ cần tiếp tục ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài thì sự chuyển hóa giữa các vùng lại lặp lại, cứ mỗi chu kỳ tiếp theo thì biến dạng và vùng dẻo, vùng vỡ vụn của khối đá xung quanh đường hầm lại tăng thêm. Khối đá trong vùng vỡ vụn và vùng dẻo có tính tự ổn định kém, có thể ổn định lâu dài hay không phụ thuộc vào tác dụng của hệ thống chống giữ và mức độ ảnh hưởng của các yếu tố khác bên ngoài, đây chính là cơ chế biến dạng phá hủy của khối đá xung quanh đường hầm.

3. Lập mô hình khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng xung quanh đường hầm

3.1 Lập mô hình khảo sát

Để nghiên cứu quy luật biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm hình tròn khi kể đến ảnh hưởng của các yếu tố: áp lực địa tầng, hệ



Hình 3. Mối quan hệ giữa áp lực địa tầng với biến dạng xung quanh đường hầm

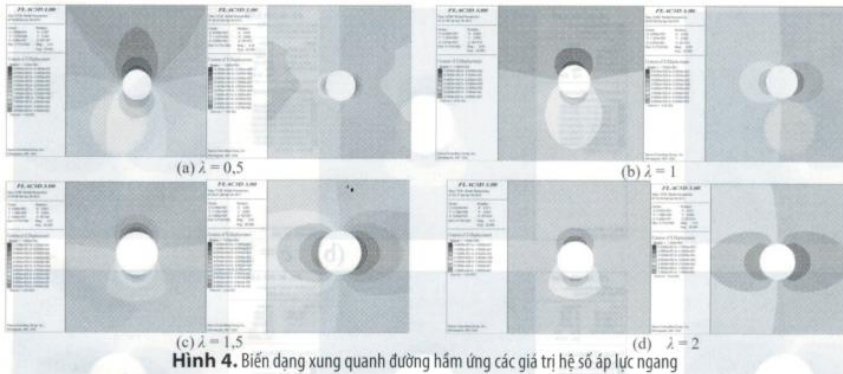
số áp lực ngang, góc ma sát trong, lực dính kết của khối đá ta sử dụng phần mềm FLAC^{3D} để tiến hành khảo sát với sự biến đổi của các tham số này. Mô hình xây dựng nghiên cứu có kích thước các chiều X x Y x Z là 170 m x 70 m x 30 m đường hầm hình tròn có bán kính a = 2 m được để lưu không đào tại giữa mô hình, mô hình vật liệu lựa chọn là Mohr - coulomb, các tham số cơ học của khối đá lấy theo các phương án khảo sát cụ thể trong từng trường hợp.

3.2 Phân tích kết quả mô hình

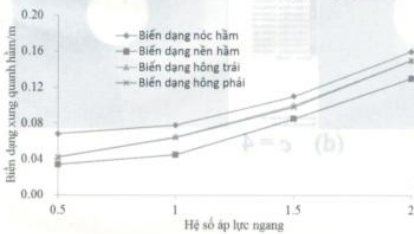
3.2.1 Ảnh hưởng của áp lực địa tầng đến biến dạng xung quanh đường hầm

Để khảo sát ảnh hưởng của áp lực địa tầng đến quy luật biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm hình tròn ta khảo sát với hệ số áp lực ngang $\lambda = 2$, lực dính kết $C = 2$ MPa, góc ma sát trong $\varphi = 30^\circ$, thay đổi áp lực địa tầng tương ứng với $P = 5$ MPa, 10 MPa, 15 MPa và 20 MPa. Kết quả mô phỏng thể hiện trên hình 2.

Từ hình 2 và 3 ta có thể thấy rằng: Khi áp lực địa tầng tăng biến dạng xung quanh đường



Hình 4. Biến dạng xung quanh đường hầm ứng các giá trị hệ số áp lực ngang



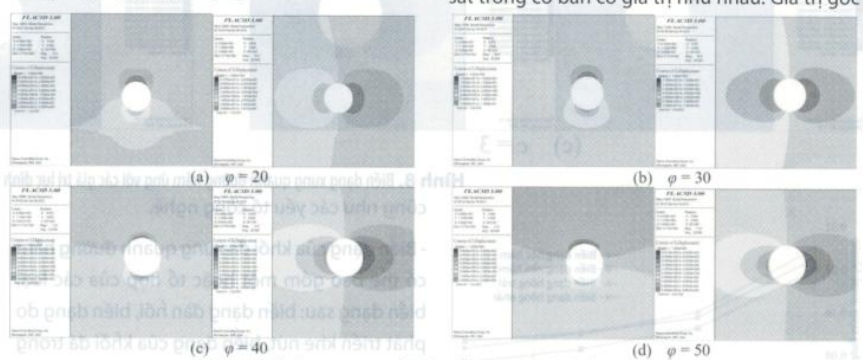
Hình 5. Mối quan hệ giữa hệ số áp lực ngang với biến dạng xung quanh đường hầm

hầm cũng tăng. Nhưng áp lực tăng từ 5 MPa ÷ 10 MPa thì biến dạng nóc nền và hai bên hông đường hầm biến đổi không lớn, còn áp lực địa tầng tăng từ 10 MPa ÷ 20 MPa thì biến dạng tăng nhanh. Biến dạng hai bên hông đường hầm cơ bản có giá trị như nhau. Giá trị áp lực địa tầng p = 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa và 20 MPa tương ứng biến dạng nóc bằng 0,024 m; 0,056 m; 0,1 m; 0,16 m và biến dạng nền bằng 0,02 m; 0,03 m; 0,08 m; 0,13 m. Mối quan hệ của giá trị áp lực địa tầng đến biến dạng xung quanh đường hầm thể hiện trên hình 3.

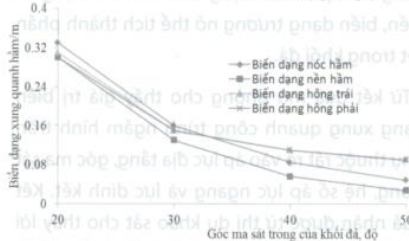
3.2.2 Ảnh hưởng của hệ số áp lực ngang đến biến dạng xung quanh đường hầm

Để khảo sát ảnh hưởng của hệ số áp lực ngang đến quy luật biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm ta khảo sát với giá trị áp lực địa tầng p = 20 MPa, lực dính kết C = 2 MPa, góc ma sát trong $\varphi = 30^\circ$, thay đổi hệ số áp lực ngang tương ứng với $\lambda = 0,5; 1; 1,5; 2$. Kết quả mô phỏng thể hiện trên hình 4.

Từ hình 4 và 5 ta có thể thấy rằng: Khi hệ số áp lực ngang tăng thì biến dạng xung quanh đường hầm cũng tăng. Nhưng hệ số áp lực ngang tăng từ 0,5 ÷ 1 thì giá trị biến dạng nóc nền và hai bên hông đường hầm biến đổi không lớn, còn hệ số áp lực ngang tăng từ 1 ÷



Hình 6. Biến dạng xung quanh đường hầm ứng các giá trị góc ma sát trong



Hình 7. Mối quan hệ giữa góc ma sát trong với biến dạng xung quanh đường hầm

2 thì biến dạng tăng nhanh. Giá trị biến dạng hai bên hông đường hầm ứng với các giá trị hệ số áp lực ngang khảo sát cơ bản giống nhau. Giá trị hệ số áp lực ngang $\lambda = 0,5; 1; 1,5$; và 2 tương ứng biến dạng nóc bằng 0,068 m; 0,078 m; 0,11 m; 0,16 m và biến dạng nền bằng 0,034 m; 0,045 m; 0,065 m; 0,12 m. Mối quan hệ của giá trị hệ số áp lực ngang đến biến dạng xung quanh đường hầm thể hiện trên hình 5.

3.2.3 Ảnh hưởng của góc ma sát trong đến biến dạng xung quanh đường hầm

Để khảo sát ảnh hưởng của góc ma sát trong đến quy luật biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm ta khảo sát giá trị p = 20 MPa, lực dính kết C = 2 MPa, hệ số áp lực ngang $\lambda = 2$,

thay đổi góc ma sát trong tương ứng với $\varphi = 20^\circ; 30^\circ; 40^\circ; 50^\circ$. Kết quả mô phỏng thể hiện trên hình 6.

Từ hình 6 và 7 ta có thể thấy rằng: Khi góc ma sát tăng biến dạng xung quanh đường hầm giảm. Nhưng góc ma sát tăng từ $20^\circ \div 30^\circ$ thì giá trị biến dạng nóc nền và hai bên hông đường hầm chênh lệch nhau lớn, còn góc ma sát trong tăng từ $30^\circ \div 50^\circ$ thì giá trị biến dạng giảm chậm và chênh lệch nhau không nhiều. Giá trị biến dạng hai bên hông đường hầm ứng với các giá trị ma sát trong cơ bản có giá trị như nhau. Giá trị góc

ma sát trong $\varphi = 20^\circ; 30^\circ; 40^\circ; 50^\circ$ tương ứng biến dạng nóc bằng 0,33 m; 0,16 m; 0,085 m; 0,049 m và biến dạng nền bằng 0,3 m; 0,13 m; 0,056 m; 0,028 m. Mối quan hệ của giá trị góc ma sát trong đến biến dạng xung quanh đường hầm thể hiện trên hình 7.

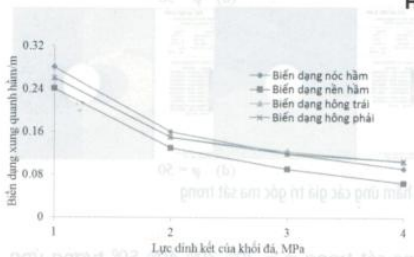
3.2.4 Ảnh hưởng của lực dính kết đến biến dạng xung quanh đường hầm

Để khảo sát ảnh hưởng của lực dính kết đến quy luật biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm ta khảo sát với giá trị p = 20 MPa, góc ma sát trong $\varphi = 30^\circ$, hệ số áp lực ngang $\lambda = 2$, thay đổi lực dính kết tương ứng với C = 1 MPa; 2 MPa; 3 MPa; 4 MPa. Kết quả mô phỏng thể hiện trên hình 8.

Từ hình 8 và 9 ta có thể thấy rằng: Khi lực dính kết tăng biến dạng xung quanh đường hầm giảm. Nhưng giá lực dính kết tăng từ 1 MPa ÷ 2 MPa thì giá trị biến dạng nóc nền và hai bên hông đường hầm có sự chênh lệch lớn, còn giá trị lực dính kết tăng từ 2 MPa ÷ 4 MPa thì biến dạng có thay đổi giảm dần nhưng không đáng kể. Biến dạng hai bên hông đường hầm cơ bản



Hình 8. Biến dạng xung quanh đường hầm ứng với các giá trị lực dính kết cũng như các yếu tố công nghệ.



Hình 9. Mối quan hệ giữa lực dính kết với biến dạng xung quanh đường hầm

có giá trị như nhau. Giá trị lực dính kết $c = 1$ MPa; 2 MPa; 3 MPa; 4 MPa tương ứng biến dạng nóc hầm 0,28 m; 0,16 m; 0,12 m; 0,092 m và biến dạng nền hầm 0,24 m; 0,13 m; 0,091 m; 0,065 m. Mối quan hệ của lực dính kết đến biến dạng xung quanh đường hầm thể hiện trên hình 9.

4. Kết luận kiến nghị

Thông qua phân tích cơ chế biến dạng và phá hủy khối đất đá xung quanh công đường hầm hình tròn cùng với sử dụng phần mềm Flac^{3D} tiến hành mô phỏng ảnh hưởng của các yếu tố đến biến dạng khối đất đá xung quanh đường hầm ta rút ra các nhận xét sau:

- Sau khi khai đào đường hầm vào trong khối đá, sẽ dẫn đến các quá trình biến đổi địa cơ học trong khối đá và hình thành các vùng vỡ vụn, vùng phá hủy dẻo, vùng đàn hồi, kích thước của các vùng này phụ thuộc vào đặc điểm địa hình, đặc điểm địa chất, địa chất thủy văn, đặc điểm cấu trúc, các tính chất cơ học của đá, khối đá,

- Biến dạng của khối đá xung quanh đường hầm có thể bao gồm một hoặc tổ hợp của các loại biến dạng sau: biến dạng đàn hồi, biến dạng do phát triển khe nứt, biến dạng của khối đá trong vùng vỡ vụn, biến dạng dẻo và biến dạng từ biến, biến dạng trương nở thể tích thành phần sét trong khối đá.

- Từ kết quả mô phỏng cho thấy giá trị biến dạng xung quanh công trình ngầm hình tròn phụ thuộc rất rõ vào áp lực địa tầng, góc ma sát trong, hệ số áp lực ngang và lực dính kết. Kết quả nhận được từ thí dụ khảo sát cho thấy lời giải bằng phương pháp số có thể kể đến nhiều yếu tố ảnh hưởng và các điều kiện biên phức tạp. Các kết quả mô phỏng cho phép ta dự báo chính xác biến dạng của khối đá để phục vụ cho việc lựa chọn và thiết kế các giải pháp công nghệ đào, chống thích hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chen Yu Min. Cơ sở và các thí dụ công trình thực tế FLAC/FLAC3D. Nhà xuất bản thủy điện thủy lợi Trung Quốc (sách tiếng Trung)
- [2]. Peng Wen Bin. Giáo trình thực hành FLAC3D. Nhà xuất bản công nghiệp cơ khí (sách tiếng Trung)
- [3]. Itasca (2005). FLAC Fast Lagrangian Analysis of Continua, User's Guide, Third Edition (FLAC Version 3.0) April 2005.
- [4]. [Redacted]
- [5]. [Redacted]