

NGHIÊN CỨU ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA KHỐI ĐÁ XUNG QUANH CÔNG TRÌNH NGẦM TIẾT DIỆN HÌNH TRÒN

ĐÀO VIỆT ĐOÀN, ĐẶNG TRUNG THÀNH
 Trường Đại học Mô-Địa chất
 Email: daovietdoan@gmail.com

Độ ổn định của khối đá xung quanh đường hầm thường được đánh giá qua các biểu hiện biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo của khối đá xung quanh công trình ngầm (CTN) sau khi đào. Hiện nay các phương pháp xác định biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo xung quanh CTN sau khi khai đào bao gồm: phương pháp lý thuyết, trong phòng thí nghiệm, đo đạc hiện trường và mô hình số [1], [2]. Trong đó phương pháp lý thuyết chỉ giải được những bài toán biên đơn giản, phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm có nhiều ưu việt nhưng chi phí làm thực nghiệm lớn, phương pháp đo đạc hiện trường cho kết quả thực tế nhưng sau khi khai đào mới có được các kết quả đo đạc nên không thể dự báo trước độ ổn định của khối đá xung quanh CTN, còn phương pháp số là một trong những phương pháp nghiên cứu chi phí thấp, mô phỏng được các điều kiện biên phức tạp, các điều kiện đầu vào khác nhau, xét được nhiều yếu tố ảnh hưởng, có thể mô phỏng dự báo trước được biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo xung quanh CTN chính vì vậy đã được sử dụng nhiều trong các nghiên cứu thiết kế trong lĩnh vực công trình ngầm và mỏ. Trong bài viết này nhóm tác giả sử dụng phần mềm FLAC^{3D} mô phỏng, phân tích quy luật biến đổi địa cơ học của khối đá xung quanh CTN hình tròn có bán kính 2,5 m ứng với sự thay đổi điều kiện áp lực địa tầng, góc ma sát trong và lực dính kết của khối đá. Kết quả mô phỏng rút ra được các nhận định về quy luật biến dạng, vùng phá hủy dẻo của khối đá xung quanh CTN trong các điều kiện khác nhau. Các quy luật thể hiện rất rõ sự phụ thuộc của các đại lượng được khảo sát đến độ ổn định của khối đá xung quanh đường hầm.

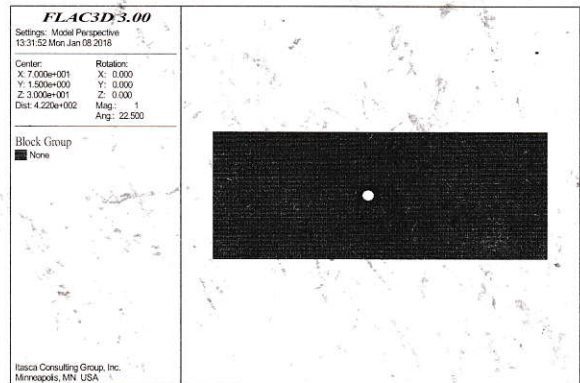
1. Lập mô hình khảo sát

Để nghiên cứu quy luật biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo của khối đá xung quanh CTN hình tròn có xét đến ảnh hưởng của áp lực địa tầng, góc ma sát trong và lực dính kết bài viết sử dụng phần mềm FLAC^{3D} để tiến hành khảo sát [4], [5], [6]. Mô

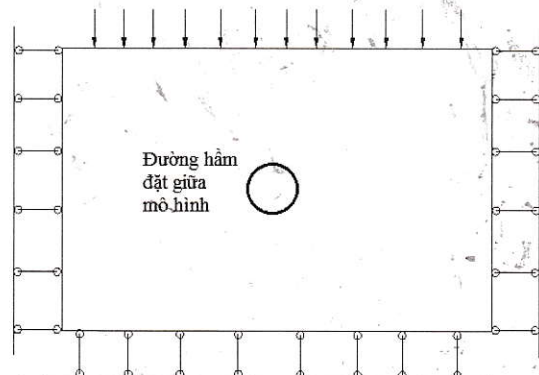
hình khảo sát có kích thước: chiều dài, rộng và cao của mô hình là 140×60×3 m, tương ứng với trục X, Y và Z, tại giữa mô hình đào đường hầm hình tròn lưu không mặt lộ có bán kính 2,5 m thể hiện trên H.1. Các điều kiện biên trong mô hình như sau: mặt dưới và bốn bên được cố định, mặt trên của mô hình được đặt tự do thể hiện trên H.2. Trong mô hình mô phỏng sử dụng tiêu chuẩn phá hủy Mohr-Coulomb [3]:

$$f_s = \sigma_1 - \sigma_3 \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} + 2c \sqrt{\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi}} \quad (1)$$

Trong đó: σ_1 - Ứng suất chính lớn nhất, σ_3 - Ứng suất chính nhỏ nhất, c - Lực dính kết, ϕ - Góc ma sát trong.



H.1. Mô hình khảo sát



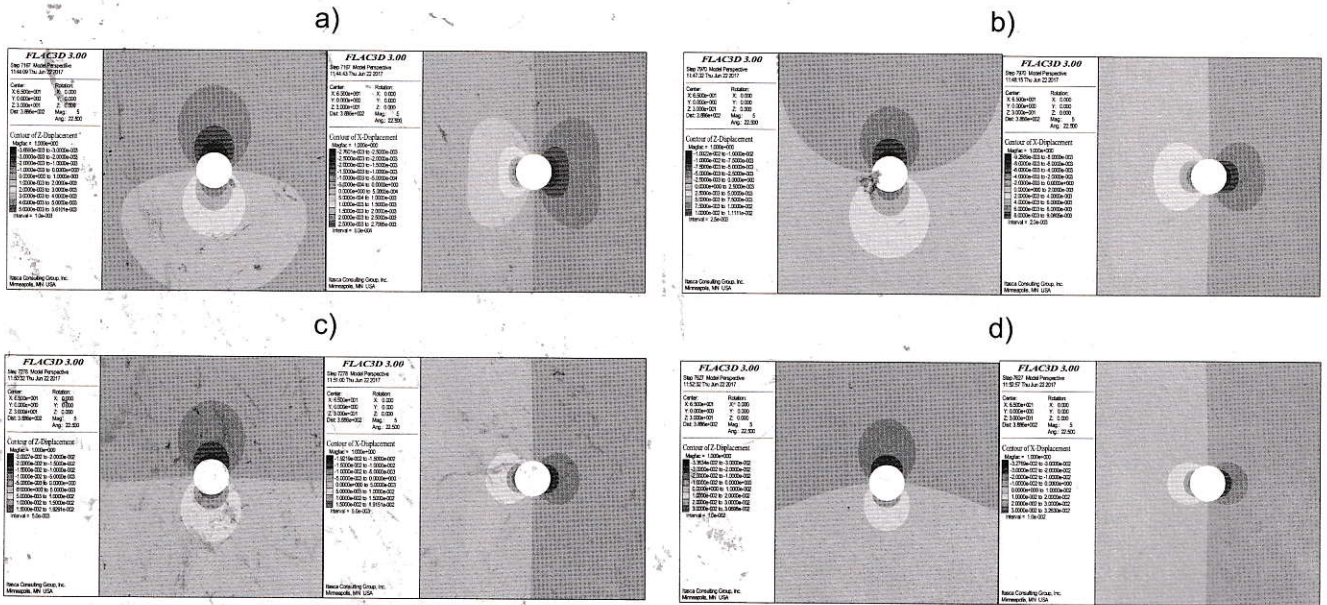
H.2. Điều kiện biên của mô hình

2. Phân tích kết quả mô hình

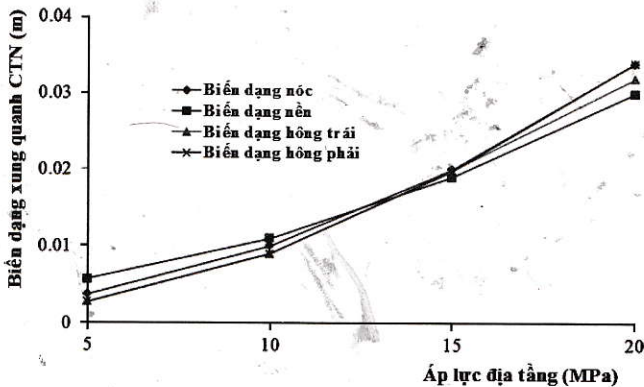
2.1. Phân tích ảnh hưởng của áp lực địa tầng đến biến dạng và vùng phá hủy dẻo xung quanh CTN

Để khảo sát ảnh hưởng của áp lực địa tầng đến quy luật biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo

của khối đá xung quanh CTN hình tròn, nhóm tác giả khảo sát với hệ số áp lực ngang $\lambda=1$, 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 H.2, H.3, H.4.



H.2. Biến dạng quanh CTN ứng với các giá trị áp lực địa tầng: a - Khi $P=5$ MPa; b - Khi $P=10$ MPa; c - Khi $P=15$ MPa; d - Khi $P=20$ MPa



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

Từ H.2 và H.3 thấy rằng khi áp lực địa tầng tăng thì biến dạng xung quanh hầm tăng đều, các giá trị biến dạng nóc, nền và hai bên hông hầm chênh lệch nhau không lớn. Biến dạng hai bên hông hầm cơ bản là 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 0,0037 m; 0,0074 m; 0,0111 m; 0,0148 m và biến dạng nền bằng 0,0057 m; 0,0114 m; 0,0171 m; 0,0228 m. Mối quan hệ của giá trị áp lực địa tầng đến biến dạng xung quanh đường hầm thể hiện

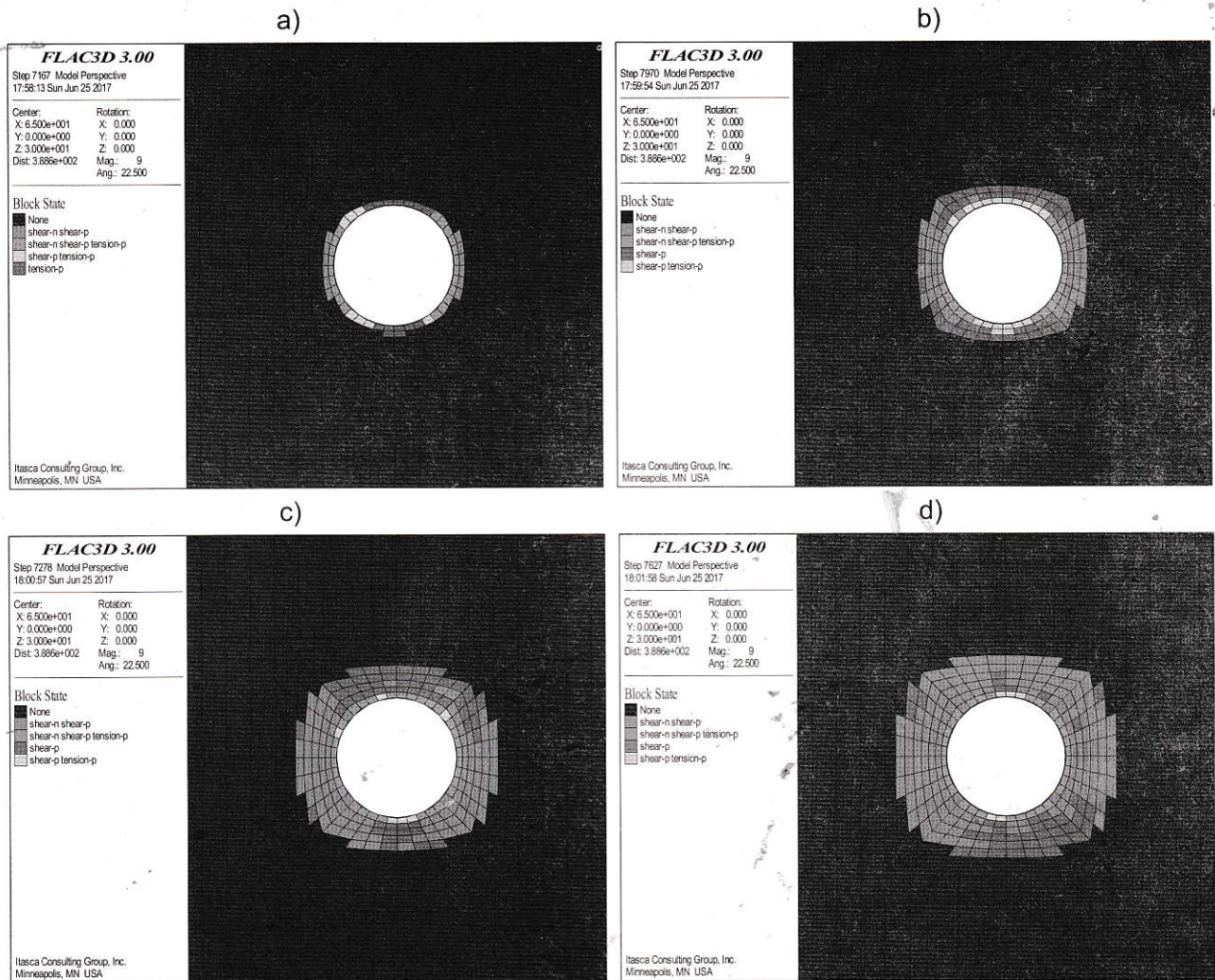
trên hình H.3.

Từ H.4 có thể thấy rằng kích thước vùng dẻo tăng tỷ lệ thuận với áp lực địa tầng, khi áp lực địa tầng $P=(5; 10; 15; 20)$ MPa tương ứng với kích thước vùng phá hủy dẻo bằng 0,6 m; 1,2 m; 1,8 m và 2,2 m.

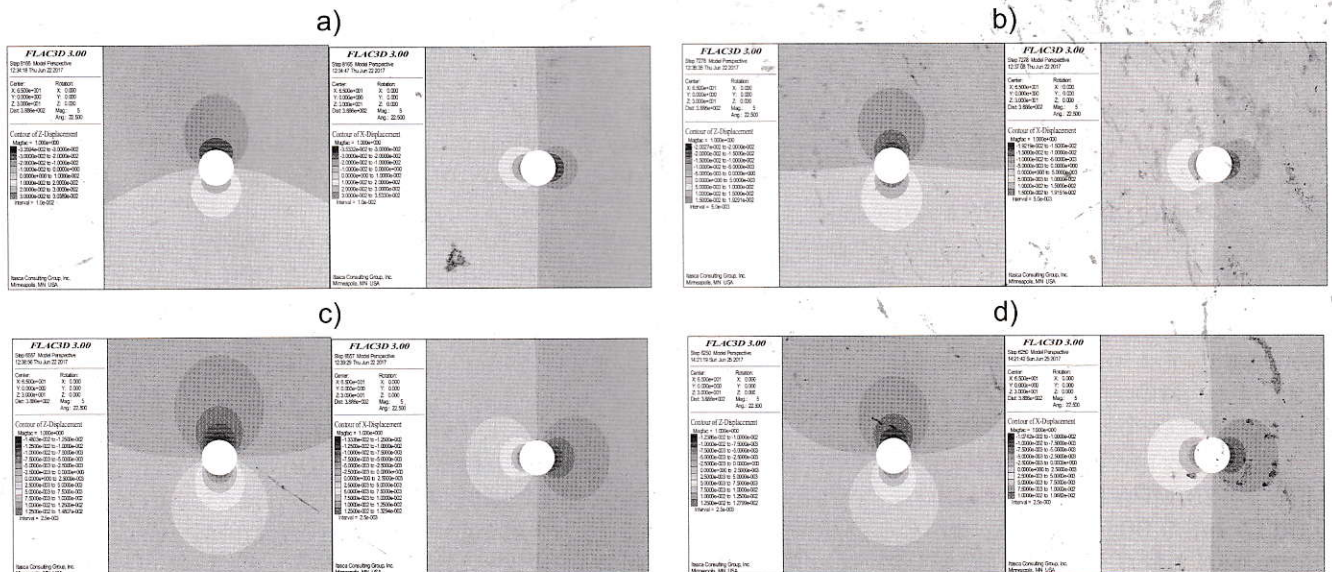
2.2. Phân tích ảnh hưởng của góc ma sát trong đến biến dạng và vùng phá hủy dẻo xung quanh CTN

Để khảo sát ảnh hưởng của góc ma sát trong đến quy luật biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo của khối đá xung quanh hầm nhóm tác giả khảo sát giá trị $P=15$ MPa, lực dính kết $c=2$ MPa, hệ số áp lực ngang $\lambda=1$, 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 H.5, H.6 và H.7.

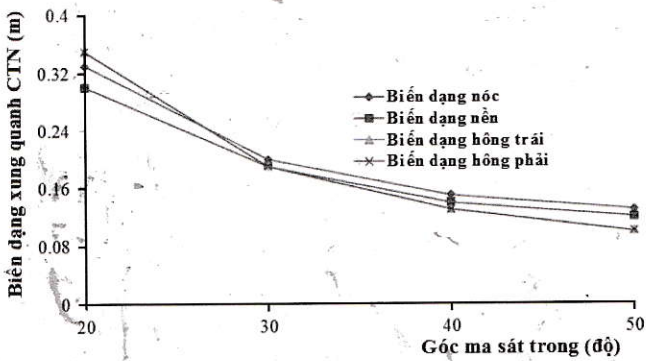
Từ H.5 và H.6 ta có thể thấy rằng: khi góc ma sát tăng biến dạng xung quanh đường hầm giảm, các giá trị biến dạng nóc, nền và hai bên hông hầm chênh lệch nhau không lớn. Giá góc ma sát tăng từ $20^\circ+30^\circ$ thì giá trị biến dạng nóc nền và hai bên hông đường hầm có sự chênh lệch lớn, còn giá trị lực dính kết tăng từ $30^\circ+50^\circ$ thì biến dạng có thay đổi giảm dần nhưng không đáng kể.



H.4. Vùng phá hủy xung quanh hầm ứng với các giá trị áp lực địa tầng:
a - Khi $P=5$ MPa; b - Khi $P=10$ MPa; c - Khi $P=15$ MPa; d - Khi $P=20$ MPa



H.5. Biến dạng xung quanh hầm ứng các giá trị góc ma sát trong:
a - Khi $\phi=20^\circ$; b - Khi $\phi=30^\circ$; c - Khi $\phi=40^\circ$; d - Khi $\phi=50^\circ$



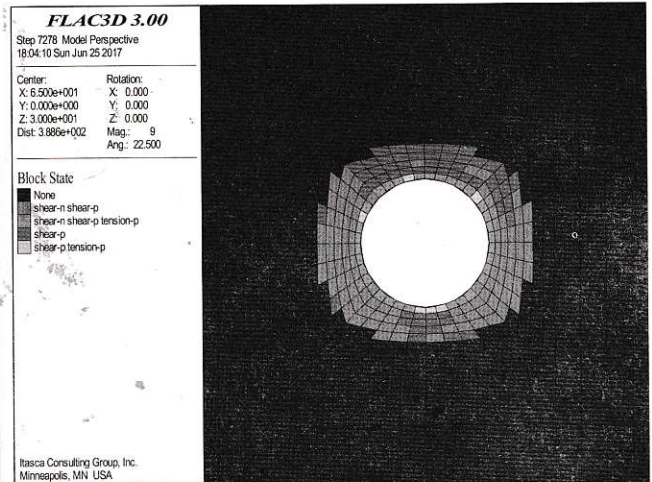
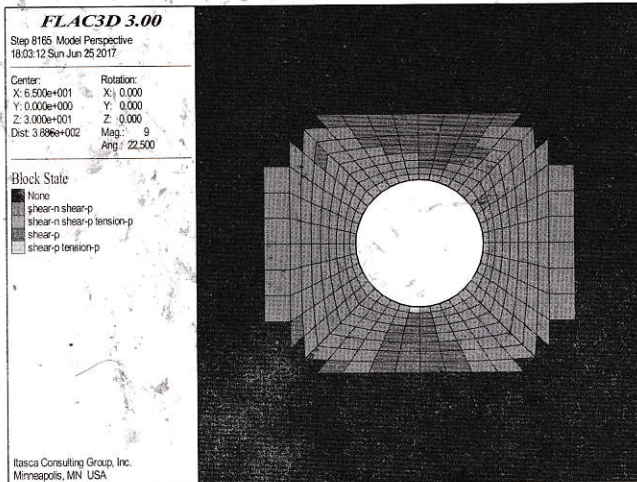
H.6. Mối quan hệ giữa góc ma sát trong với biến dạng xung quanh hầm

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; 0,2 m; 0,15 m; 0,13 m và biến dạng nền bằng 0,3 m; 0,19 m; 0,14 m; 0,12 m.

Mối quan hệ của giá trị góc ma sát trong đến biến dạng xung quanh đường hầm thể hiện trên hình H. 6. Từ H.7 có thể thấy rằng kích thước vùng dẻo tăng tỷ lệ thuận với góc ma sát trong, khi giá trị góc ma sát trong $\varphi=20^\circ; 30^\circ; 40^\circ; 50^\circ$ tương ứng với kích thước vùng phá hủy dẻo bằng 3,0 m; 1,8 m; 1,0 m và 0,6 m.

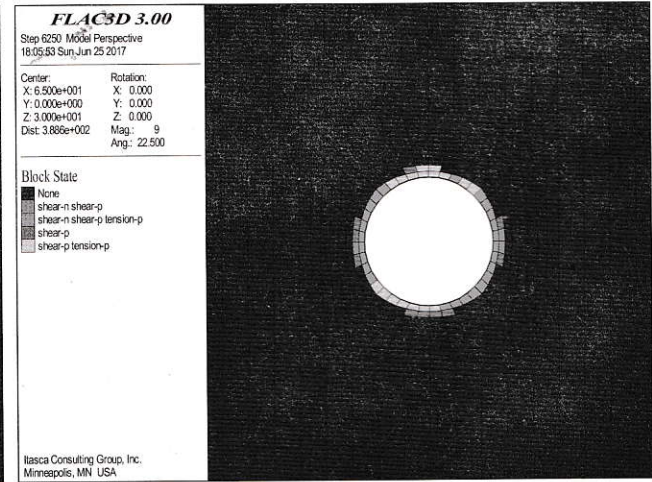
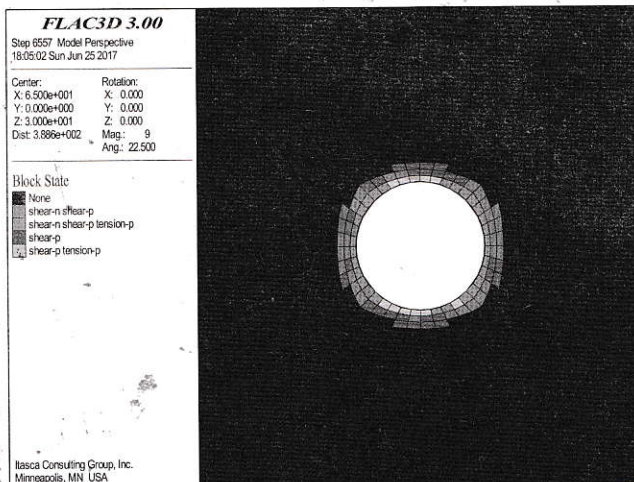
a)

b)



c)

d)

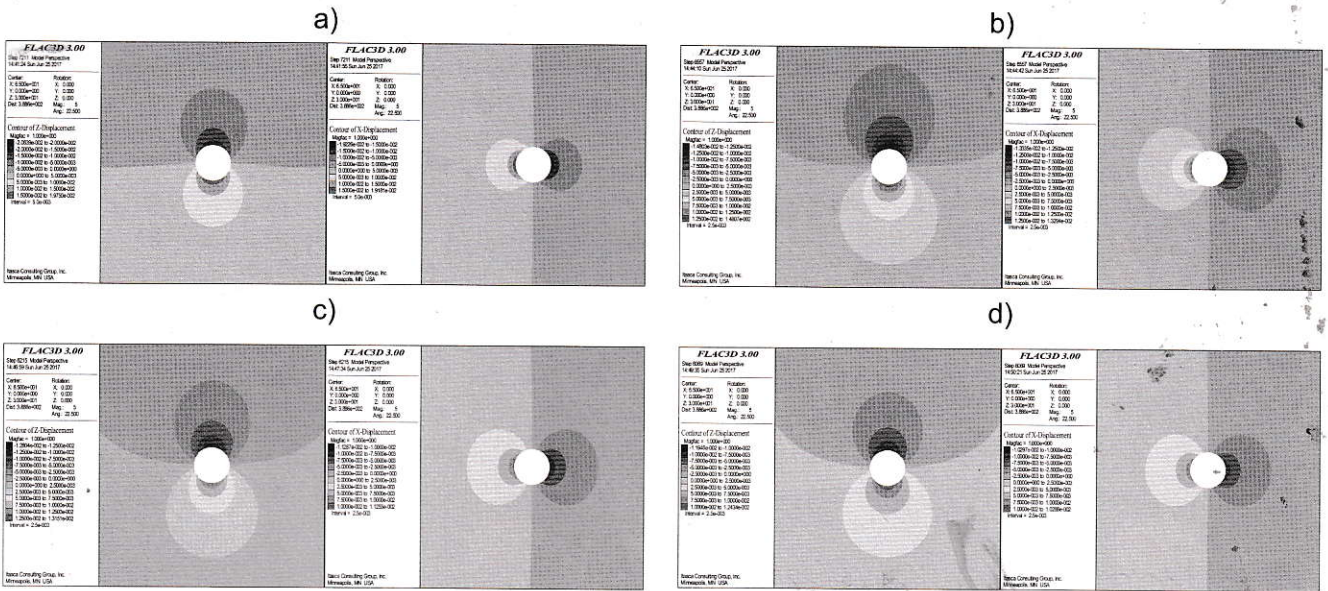


H.7. Vùng phá hủy xung quanh hầm ứng với các giá trị góc ma sát trong: a - Khi $\varphi=20^\circ$; b - Khi $\varphi=30^\circ$; c - Khi $\varphi=40^\circ$; d - Khi $\varphi=50^\circ$

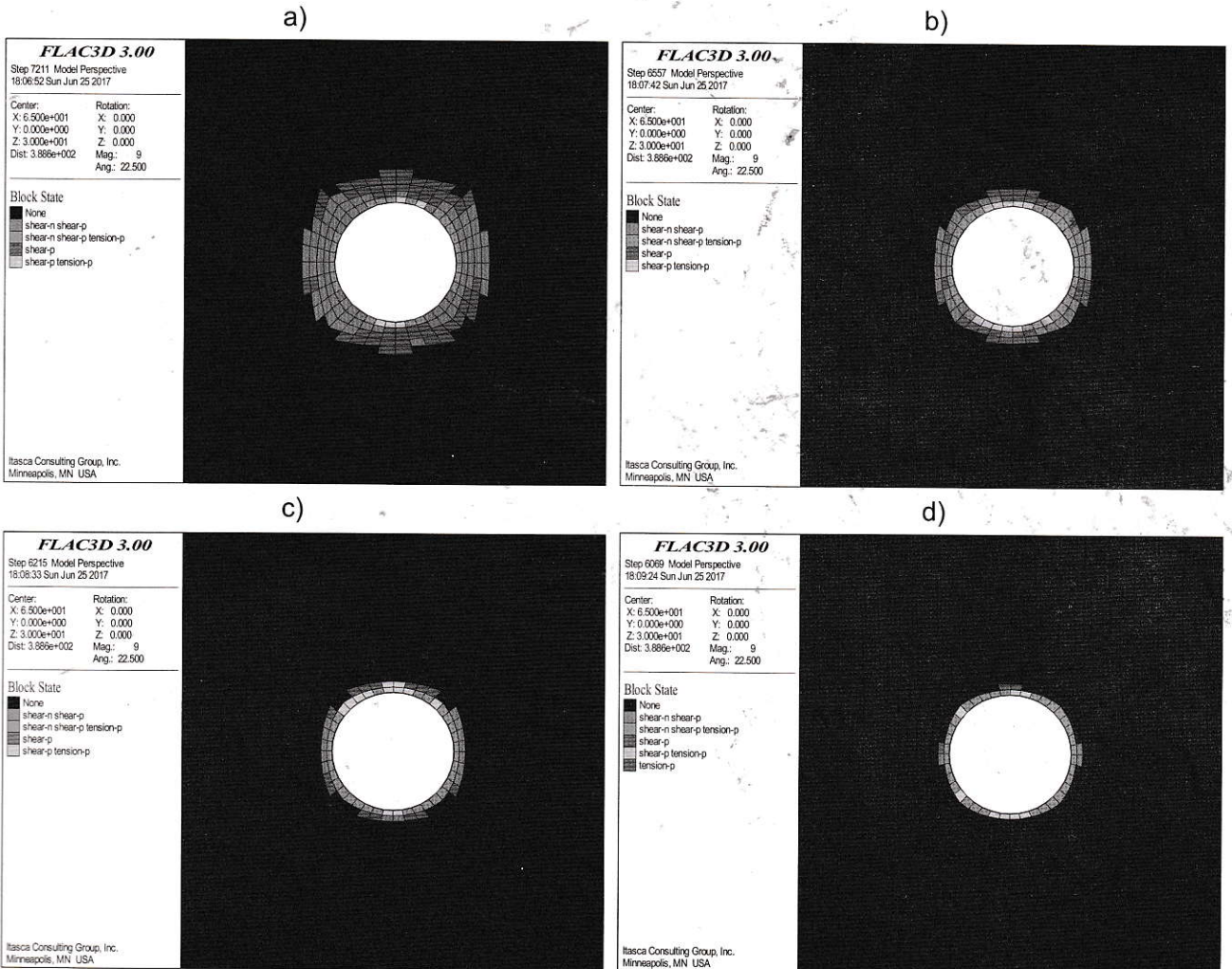
2.4. Phân tích ảnh hưởng của lực dính kết đến biến dạng và vùng phá hủy dẻo xung quanh hầm

Để khảo sát ảnh hưởng của lực dính kết đến quy luật biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo

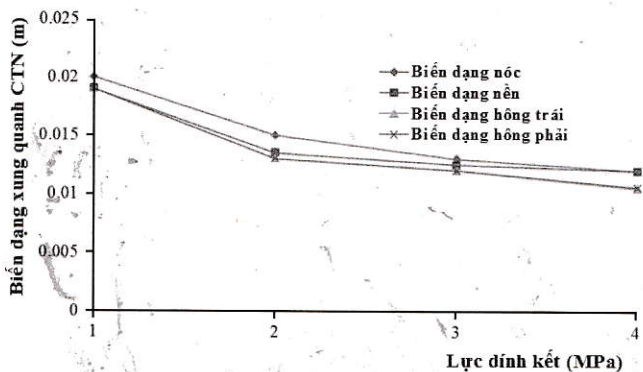
của khối đá xung quanh đường hầm ta khảo sát với giá trị $p=15$ MPa, góc ma sát trong $\varphi=40^\circ$, hệ số áp lực ngang $\lambda=1$, thay đổi lực dính kết tương ứng với $c=(1; 2; 3; 4)$ MPa. Kết quả mô phỏng được thể hiện trên H.8, H.9 và H.10.



H.8. Biến dạng xung quanh hầm ứng với các giá trị lực dính kết:
a - Khi $c=1$; b - Khi $c=2$; c - Khi $c=3$; d - Khi $c=4$



H.10. Vùng phá hủy xung quanh hầm ứng với các giá trị lực dính kết:
a - Khi $c=1$; b - Khi $c=2$; c - Khi $c=3$; d - Khi $c=4$



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

Từ H.8 và H.9 có thể thấy rằng: lực dính kết tăng biến dạng xung quanh CTN giảm. Nhưng giá lực dính kết tăng từ 1,0÷2,0 MPa thì giá trị biến dạng nóc nền và hai bên hông đường hầm có chênh lệch lớn. Khi lực dính kết tăng từ 2,0÷4,0 MPa thì biến dạng có sự thay đổi giảm dần nhưng không đáng kể. Biến dạng hai bên hông hầm cơ bản có giá trị như nhau. Giá trị lực dính kết c=1 MPa; 2 MPa; 3 MPa; 4 MPa tương ứng biến dạng nóc bằng 0,02 m; 0,016 m; 0,013 m; 0,012 m và biến dạng nền bằng 0,02 m; 0,014 m; 0,013 m; 0,012 m. Mối quan hệ của lực dính kết đến biến dạng xung quanh đường hầm được thể hiện trên hình H.9. H.10 cho thấy rằng kích thước vùng dẻo tăng tỷ lệ thuận với lực dính kết, khi giá trị lực dính kết c=1; 2; 3; 4 MPa tương ứng với kích thước vùng phá hủy dẻo bằng 1,5 m; 1,0 m; 0,6 m và 0,4 m.

3. Kết luận kiến nghị

Thông qua 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. Kết quả mô phỏng số cho thấy: giá trị biến dạng và kích thước vùng phá hủy dẻo xung quanh công trình ngầm hình tròn phụ thuộc rất rõ vào áp lực địa tầng, góc ma sát trong 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 dự báo chính xác biến dạng, kích thước vùng phá hủy dẻo xung quanh công trình ngầm. Từ đó đề xuất lựa chọn các giải pháp công nghệ đào, chống thích hợp. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. 刘庆林. 硕士论文学位. 高地应力巷道围岩变形机理及加固技术研究. 安徽理工大学. 6-2008.
2. 蔡美峰. 地应力测量原理与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

3. 魏红磊. 南凹寺矿下分层动压巷道围岩失稳机理及加固技术研究. 应用型硕士学位论文. 中国矿业大学. 2013.

4. Chen Yu Min. Cơ sở và các thí dụ công trình thực tế FLAC/FLAC^{3D}. Nhà xuất bản Thủy điện Thủy lợi Trung Quốc (sách tiếng Trung).

5. Peng Wen Bin. Giáo trình thực hành FLAC^{3D}. Nhà xuất bản Công nghiệp Cơ khí (sách tiếng Trung).

6. Itasca (2005). FLAC Fast Lagrangian Analysis of Continua. User's Guide. Third Edition (FLAC Version 3.0) April 2005.

Ngày nhận bài: 05/09/2017

Ngày gửi phản biện: 26/12/2017

Ngày nhận phản biện: 25/02/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2018

Từ khóa: biến dạng; đất đá; đường hầm; mô phỏng số; vùng phá hủy dẻo; áp lực địa tầng; góc ma sát; lực dính kết

SUMMARY

The geomechanics factors of rock mass around tunnels will be changed after the opening of circular cross-section tunnels and the rocks mass can stabilize or destabilize. The degree of stability of rock mass depends on factors such as: shape, rocks and lateral pressure, friction angle, cohesive force etc. Within the article, in order to simulate and analyze the mechanical change rules of rock mass around a circle cross-section with radius 2,5 meters the FLAC^{3D} software is used.

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ

1. Sức mạnh lớn nhất thường đơn giản chỉ là sự kiên nhẫn. G. Cotman.
2. Sự cao cả của con người nằm ở trong sức mạnh tư tưởng. Tục ngữ Anh.
3. Khoảng cách giữa đạo đức và thói xấu hẹp đến nỗi chỉ vừa đủ cho hoàn cảnh chen vào. J.M. Brando.

VTH sưu tầm