

BIẾN DẠNG PHÁ HỦY TRONG KHỐI ĐÁ XUNG QUANH ĐƯỜNG LÒ Ở ĐỘ SÂU LỚN

PHẠM THỊ NHÀN, NGUYỄN DUYÊN PHONG

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

NGÔ ĐỨC QUYỀN, NGUYỄN TIẾN MẠNH

Công ty TVDTM&CN-Vinacomin

Email: nhanthipham.humg@gmail.com

Hiện nay, các mỏ khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh đang chủ yếu khai thác ở trên mức - 175 m, một số đang khai thác ở mức - 250 m và đang đào lò khai thông chuẩn bị mức - 350 m, độ sâu các đường lò đào so với mặt đất từ 100-350 m [1], [2]. Các đường lò đào ở độ sâu <300 m được xếp vào diện đường lò nằm ở độ sâu nhỏ và trung bình [3].

Ở độ sâu này, trạng thái ứng suất trong khối đá không quá lớn so với độ bền của nó, dẫn tới mức độ dịch chuyển của khối đá trên biên nhỏ và theo lý thuyết thì trong nhiều trường hợp các đường lò thậm chí có thể tự ổn định mà không cần chống giữ. Vì vậy, các giải pháp chống giữ có tác dụng gia cường hệ thống nứt nẻ trong khối đá như vì thép, neo, bê tông phun có thể áp dụng hiệu quả. Tuy nhiên do nguồn tài nguyên ở độ sâu nhỏ và trung bình ngày càng suy giảm, bắt buộc trong thời gian tới chúng ta phải phát triển các dự án khai thác ở độ sâu lớn hơn.

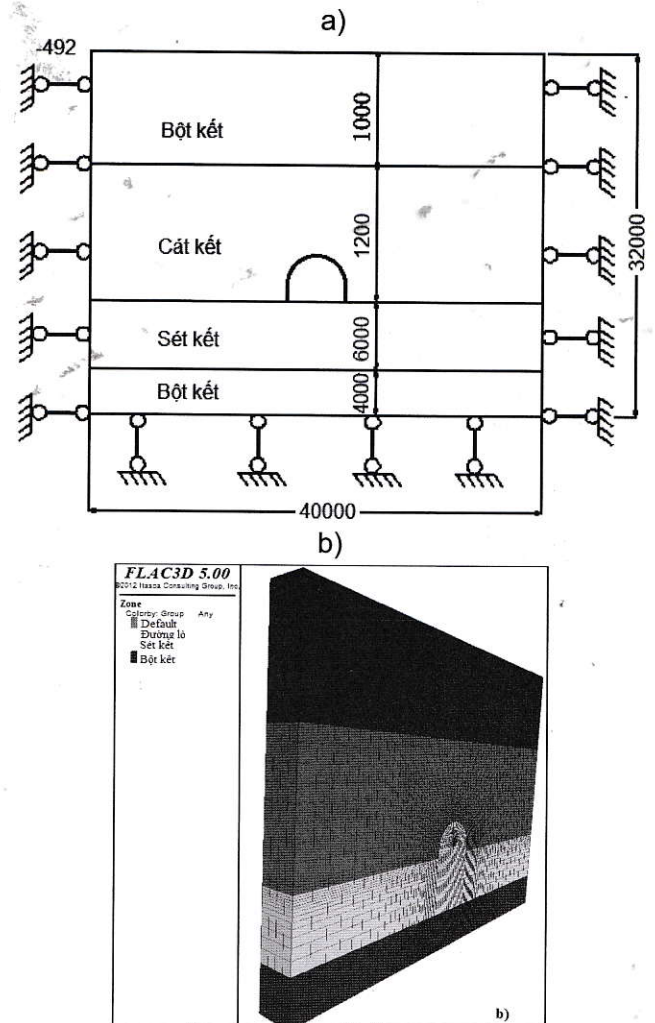
Các công trình nghiên cứu [4], [5], [6] chỉ ra rằng công trình nằm ở độ sâu lớn và nằm nông khác nhau ở đặc trưng "3 cao 1 động", đó là ứng suất đất đá cao, nhiệt độ cao, áp lực nước ngầm cao và dịch động mạnh dẫn đến các biến động của khối đá sau khi có đường lò đào qua cũng có mức độ và quy luật thay đổi theo xu hướng tăng, đòi hỏi kết cấu chống giữ cũng phải có những thay đổi phù hợp.

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu độ sâu đặt công trình tác động tới đặc tính biến dạng, ứng suất khối đá xung quanh đường lò ở độ sâu lớn trong điều kiện mỏ Khe Chàm II-IV Việt Nam thông qua mô hình số sai phân hữu hạn 3D.

1. Mô hình số

1.1. Điều kiện biên và tham số cơ học của các lớp đá

Kích thước mô hình chọn: (40×32×3,2) m, vị trí và chiều dày các lớp đá trong mô hình thể hiện trên hình vẽ H.1.



H.1. Mô hình số (a) điều kiện biên, (b) mô hình khi chạy chương trình

Mô hình được xây dựng trong điều kiện địa chất mỏ Khe Chàm II-IV, đường lò được đặt trong lớp đất đá cát kết hạt nhỏ ở độ sâu -514 m, với độ bền nén đơn trục trung bình lớp đá vào khoảng 23÷29 MPa, thuộc diện đá mềm.

Loại hình kết cấu chống được khảo sát là kết cấu chống phối hợp neo+neo cáp với các thông số như sau: neo $\phi 20 \times 2000$, $a 800 \times 800$ mm; neo cáp $\phi 17.6 \times 6000$, $a 2000 \times 2000$ mm (H.2).

Đường lò khai đào có hình dạng tường thẳng vòm bán nguyệt, chiều rộng đường lò 5,2 m, cao 3,5 m. Trong mô hình FLAC^{3D} tọa độ chọn nằm trên trung điểm của nền lò, các hệ trục tọa độ lấy như sau: trục vuông góc với trục đường lò là

Bảng 1. Thông số cơ lý các lớp đá trong mô hình

Lớp đất đá	Chiều dày, m	Dung trọng γ , g/cm ³	Độ bền nén, Kg/cm ²	Góc ma sát trong φ ; độ	Lực dính kết C, Kg/cm ²	Độ bền kéo, Kg/cm ²
Bột kết	4	2,72	233	54,78	39,5	25
Sét kết	6	2,76	302	70,06	40	32
Cát kết	12	2,73	308	69,92	41	31
Bột kết	10	2,72	233	54,78	39,5	25

Độ sâu tính từ biên trên mô hình là - 492 m, khi chạy mô hình đã xem xét đến ứng suất cấu tạo, hệ số áp lực hông lấy là 1,0.

1.2. Các bước thiết lập mô hình nghiên cứu trong FLAC^{3D} 5.01

Các bước thiết lập mô hình trong FLAC^{3D} 5.01 như sau:

- Thiết lập mô hình số, gán điều kiện biên và điều kiện trường ứng suất ban đầu, hệ thống phân lớp đá và vật liệu đá trong mô hình;
- Kiểm tra điều kiện cân bằng ban đầu của mô hình nghiên cứu;
- Tiến hành bước khai đào (loại bỏ phần đất đá biên trong biên lò);
- Gán vật liệu kết cấu chống;
- Trích xuất dữ liệu cần thiết phục vụ phân tích (ứng suất, chuyển vị, vùng biến dạng dẻo,...).

2. Kết quả phân tích số

Độ sâu khảo sát tính đến biên trên của mô hình lựa chọn là - 492 m; - 600 m; - 700 m và - 900 m tương ứng ứng suất nguyên sinh của khối đá là 12,3 MPa; 15 MPa; 17,5 MPa và 20 MPa. Hệ số áp lực ngang chọn bằng $\lambda=1$. Khi độ sâu thay đổi, quy luật phân bố chuyển vị thẳng đứng thể hiện trên hình H.2.

Có thể thấy khi chiều sâu đường lò tăng lên lượng chuyển vị nóc và nền không ngừng gia tăng, biên độ gia tăng chuyển vị nóc nhanh hơn ở nền lò,

phương ngang X, trục đường lò là trục Y, cao độ đường lò là trục Z.

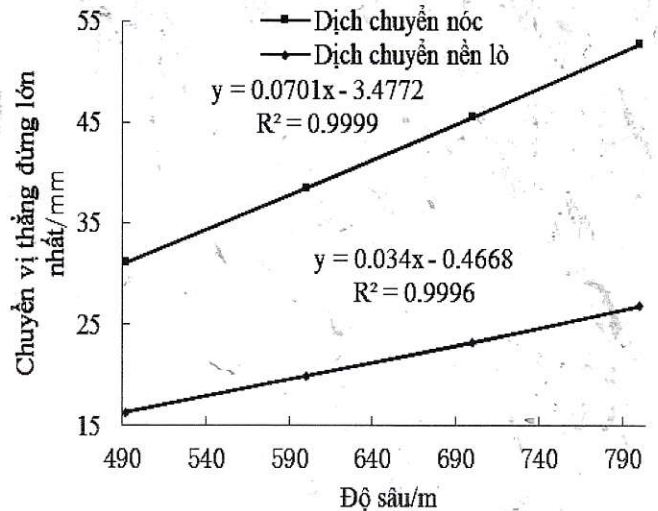
Trục X mô hình lấy từ điểm gốc tọa độ sang hai bên trái phải mô hình bằng 20 m dọc theo trục đường lò. Phương Y lấy bằng 3,2 m. Theo phương dương trục Z lấy bằng 22 m. Theo phương âm trục Z lấy bằng 10 m. Hai mặt bên và mặt dưới áp dụng gối cố định. Mặt trước và sau áp dụng gối trượt đi động.

Mô hình đá mềm ở trạng thái cân bằng gồm 14860 nút và 11592 đơn nguyên, mô hình tính toán áp dụng quy tắc phá hoại Mohr-Coulomb. Chiều dày và tính chất cơ học các lớp đất đá trong mô hình được thể hiện trong Bảng 1.

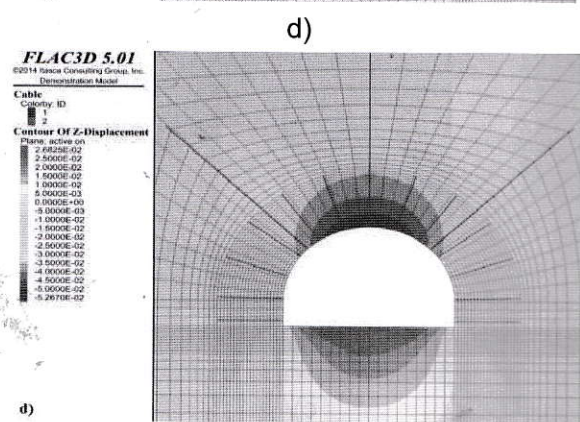
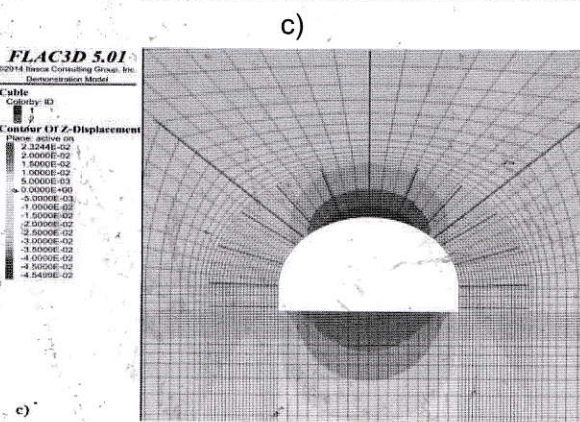
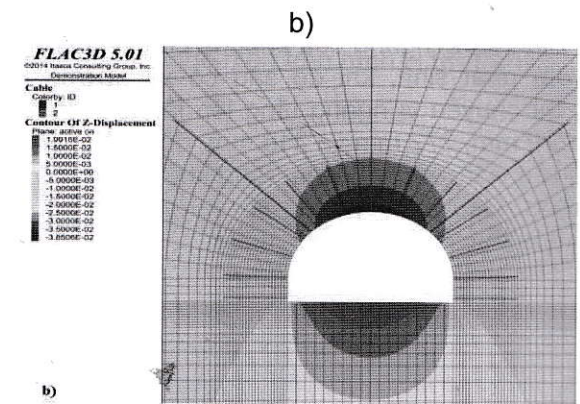
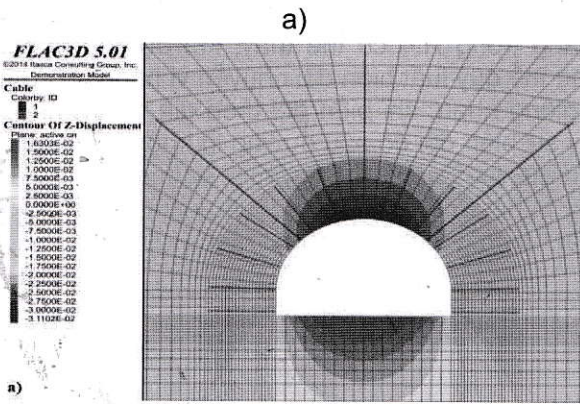
với biên độ tăng độ sâu trung bình là 100 m thì biên độ gia tăng chuyển vị nóc lò lần lượt là 23,79 %; 18,18 % và 15,82 %, trong khi đó biên độ tăng chuyển vị nền lò là 18,09 %; 16,58 % và 15,51 %.

Khi độ sâu càng lớn lượng chuyển vị sẽ gia tăng, quan hệ giữa chuyển vị nóc, nền lò theo độ sâu là phương trình bậc nhất như hình H.3 với hệ số tích hợp 0,999.

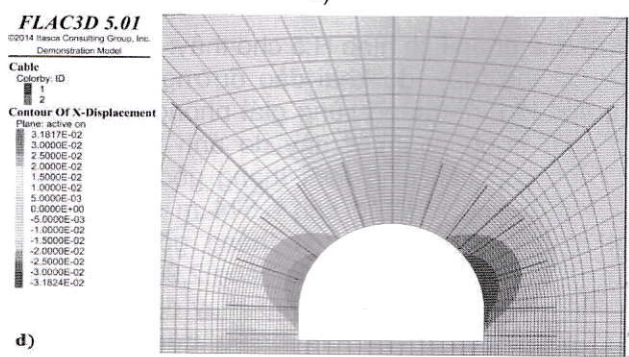
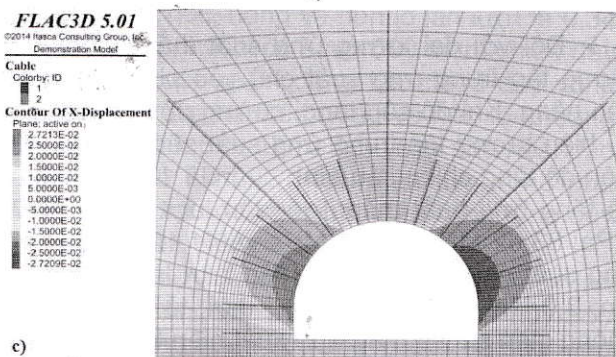
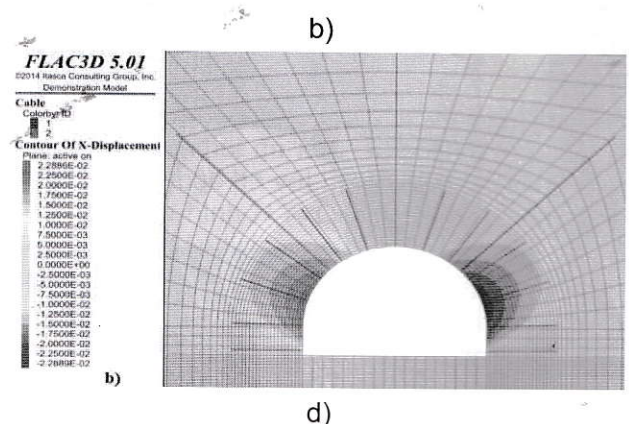
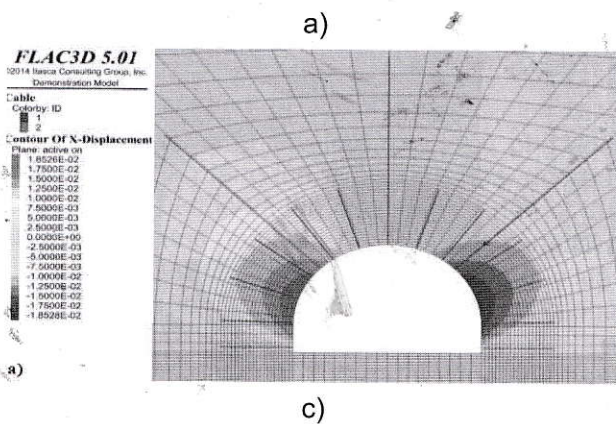
Khi chiều sâu đặt đường lò thay đổi quy luật phân bố chuyển vị ngang thể hiện trên hình H.4.



H.3. Quan hệ giữa độ sâu và giá trị chuyển vị thẳng đứng lớn nhất



H.2. Chuyển vị thẳng đứng khối đá xung quanh đường lò tại độ sâu:
a - 492 m; b - 600 m; c - 700 m; d - 800 m



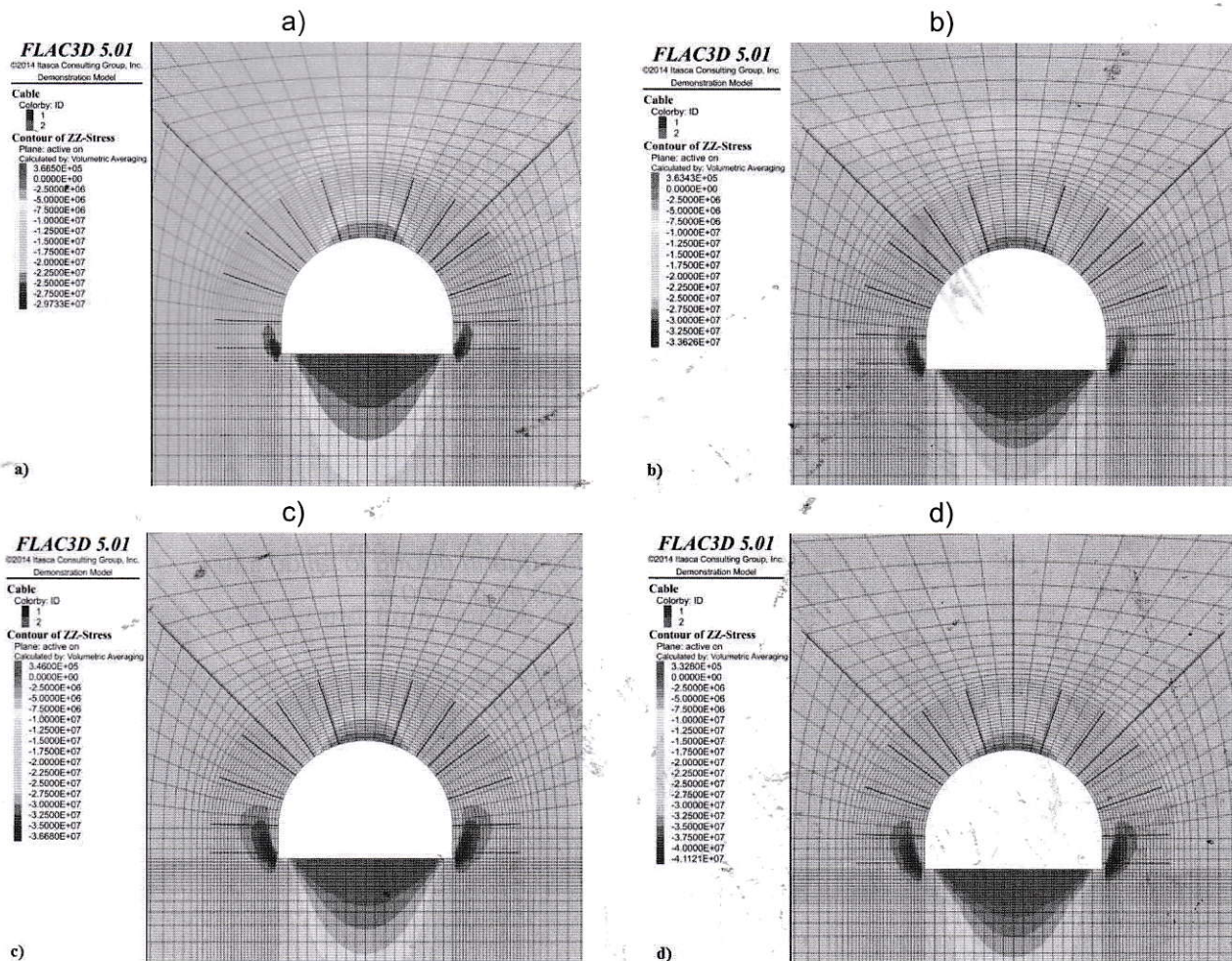
H.4. Chuyển vị ngang của khối đá xung quanh đường lò tại độ sâu:
a - 492 m; b - 600 m; c - 700 m; d - 800 m

Kết quả phân tích hình H.4 cho thấy:

➤ Biến dạng ngang của khối đá chủ yếu từ vị trí vai vòm phát sinh, khi độ sâu có xu hướng gia tăng, thì chuyển vị ngang tăng lên lần lượt là 185 mm, 229 mm, 272 mm và 318 mm, đồng thời phạm vi chuyển vị hướng vào sâu trong khối đá phát triển mở rộng. Chuyển vị ngang có dạng phân bố đối xứng qua trục đứng của đường lò;

➤ So sánh bốn hình thái phân bố chuyển vị ngang trong H.4 có thể thấy, khi độ sâu thay đổi tổng thể quy luật biến đổi chuyển vị hông về cơ bản là giống nhau, chỉ biến đổi theo giá trị lớn nhỏ, do vậy sự biến đổi độ sâu đường lò không ảnh hưởng đến quy luật phân bố chuyển vị ngang.

Khi hệ số độ sâu thay đổi quy luật phân bố ứng suất thẳng góc thể hiện trên hình H.5.



H.5. Phân bố ứng suất thẳng đứng của khối đá xung quanh đường lò tại độ sâu: a - 492 m; b - 600 m; c - 700 m; d - 800 m

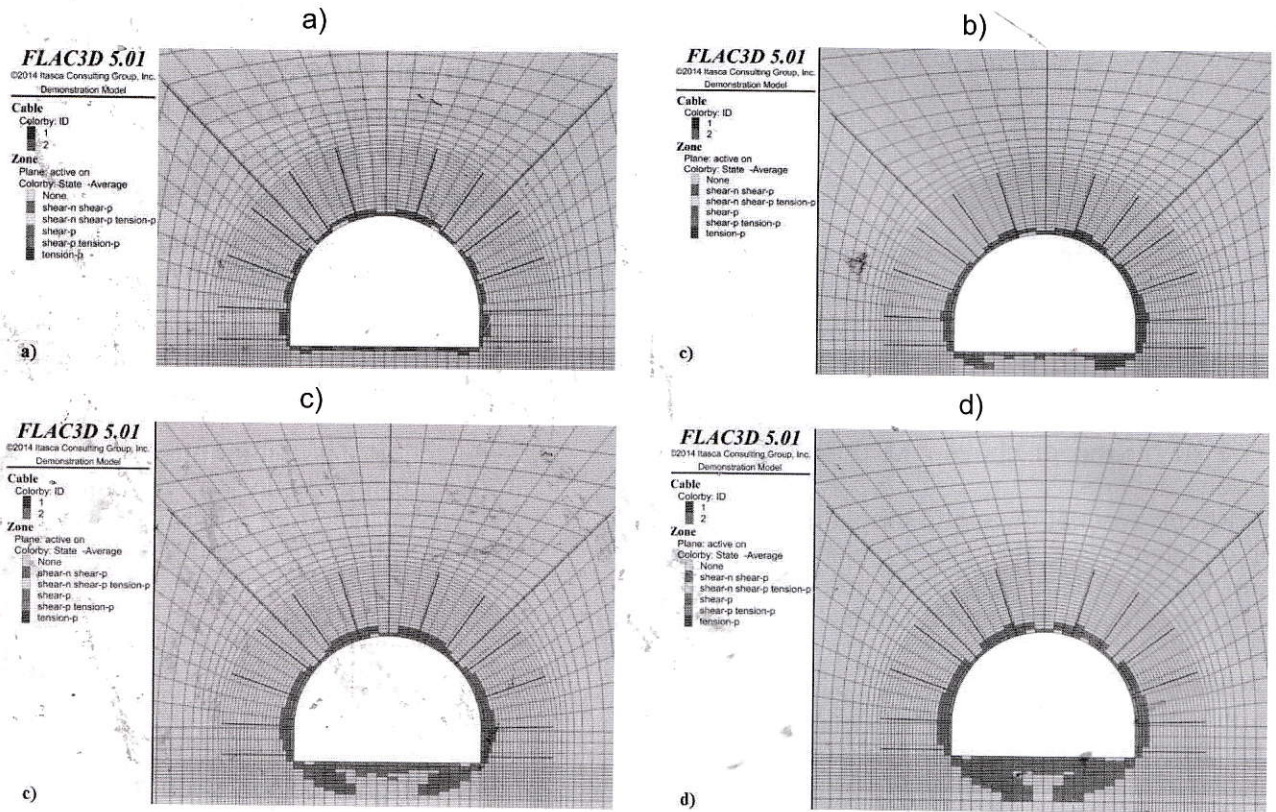
Kết quả phân tích hình H.5 cho thấy:

➤ Có thể thấy, do khai đào đường lò ở phần giữa nóc lò hình thành vùng giải phóng ứng suất, ứng suất trong phạm vi này do ảnh hưởng của neo, neo cáp nên ứng suất thẳng góc tương đối nhỏ, khi đường lò ở độ sâu - 514 m so với ứng suất nguyên sinh ứng suất thẳng góc tại điểm chính giữa nóc lò chỉ chiếm khoảng 2,96 %. Khi độ sâu tăng dần đều 100 m thì sự thay đổi ứng suất thẳng góc ở nóc lò là không nhiều, trạng thái ứng suất cũng có sự biến đổi từ ứng suất nén trước khi khai đào chuyển thành ứng suất kéo;

➤ Đối với đại lượng ứng suất thẳng góc, hiện tượng tập trung ứng suất chủ yếu phân bố ở hai bên hông. Khi độ sâu tăng, cường độ khối đá tăng thì hiện tượng tập trung ứng suất sẽ tăng lên. Khi biên độ tăng chiều sâu bình quân là 100 m thì biên độ tăng ứng suất thẳng góc lần lượt sẽ là: 29,73 MPa; 33,62 MPa; 36,68 MPa và 41,12 MPa so với ứng suất nguyên sinh tăng lần lượt là 2,4 lần; 2,7 lần; 3,0 lần và 3,3 lần. Đồng thời, từ góc độ vị trí không gian có thể thấy vị trí xuất hiện tập trung ứng suất có sự thay đổi từ phần nông tiến dần vào sâu trong khối đá. Đối với 4 độ sâu khảo sát thì vị

trí ứng suất tập trung lớn nhất này nằm trong phạm vi 1~3 m.

Khi hệ số lực dính thay đổi quy luật phân bố vùng dẻo nhất thể hiện trên hình H.6.



H.6. Phân bố vùng dẻo của khối đá xung quanh đường lò tại độ sâu: a - 492 m; b - 600 m; c - 700 m; d - 800 m

Kết quả phân tích hình H.6 cho thấy:

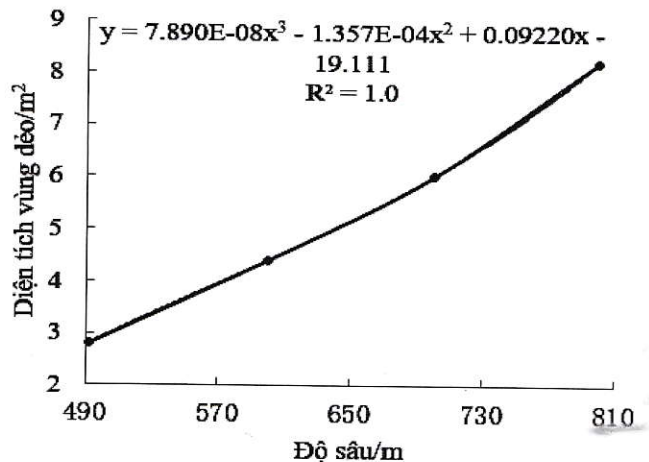
➢ Khi độ sâu tăng lên diện tích vùng phá hoại dẻo có xu hướng tăng lên, vùng phá hoại dẻo bắt nguồn từ góc nền lò và lan dần ra giữa nền lò, độ sâu càng lớn vùng phá hoại dẻo ở nền lò càng lớn. Nhìn chung, độ sâu không ảnh hưởng đến quy luật phân bố đối xứng qua trục đường lò của vùng phá hoại dẻo;

➢ Khi độ sâu đạt đến -800 m thì vùng phá hoại dẻo phát triển khá mạnh, chiều dày lớn nhất vùng phá hủy dẻo ở nóc, hông và nền lò lần lượt là 0,34 m; 0,5 m và 1,6 m. Khi độ sâu <500 m thì chiều dày vùng phá hủy dẻo giảm đáng kể, chiều dày vùng phá hoại dẻo nóc, hai bên hông và nền lò khoảng 0,4 m; 0,1 m và 0,5 m. Diện tích vùng phá hoại dẻo khu vực nền lò luôn lớn hơn diện tích vùng phá hoại dẻo hông và nóc lò, khi độ sâu càng tăng quy luật này càng thể hiện rõ ràng;

➢ Dựa trên dữ liệu kết quả trích xuất từ mô hình số tiến hành thống kê diện tích vùng phá hủy dẻo của khối đá xung quanh đường lò, khi độ sâu tăng lên, diện tích vùng dẻo tương ứng với bốn trường hợp mô hình lần lượt là 2,8 m²; 4,4 m²; 6 m² và 8,2

m². Quan hệ giữa chiều sâu đặt đường lò và diện tích vùng dẻo khối đá xung quanh đường lò theo phương trình bậc ba với hệ số tích hợp là 1,0, thể hiện như trên hình H.7. Quan hệ giữa độ sâu đặt đường lò và diện tích vùng dẻo khối đá xung quanh đường lò theo phương trình bậc ba ($R^2=1,0$):

$$y = 7.890E-08x^3 - 1.357E-04x^2 + 0.09220x - 19.111 \quad (1)$$



H.7. Quan hệ giữa độ sâu và diện tích vùng dẻo

3. Kết luận

Bài báo giới thiệu kết quả phân tích trên mô hình số đối với đường lò ở các độ sâu khác nhau. Các kết quả phân tích được thực hiện trên mô hình biến dạng không gian ba chiều xây dựng trong phần mềm sai phân hữu hạn FLAC^{3D}5.01. Bốn thông số độ sâu khảo sát với cấp độ tăng dần 100 m, các tham số cơ học đất đá lấy tại mỏ Khe Chàm II-IV. Từ các kết quả nghiên cứu có thể rút ra một số kết luận sau đây:

➢ Độ sâu có ảnh hưởng rất lớn đến sự phân bố ứng suất trong khối đá xung quanh đường lò. Khi độ sâu còn nhỏ thì ở hai góc nền lò xuất hiện hiện tượng tập trung ứng suất, khi độ sâu này tăng lên thì hiện tượng tập trung ứng suất này mạnh lên về cường độ mở rộng về phạm vi phân bố, có xu hướng di chuyển từ phần nông vào sâu trong khối đá;

➢ Khi độ sâu đặt đường lò tăng lên, biến dạng khối đá cũng tăng lên, tốc độ biến dạng tăng nhanh, chứng tỏ độ nhạy, sự biến hóa của ứng lực nguyên sinh bị ảnh hưởng rất lớn bởi tham số độ sâu;

➢ Khi độ sâu tăng lên diện tích vùng phá hoại dẻo có xu hướng tăng lên, vùng phá hoại dẻo bắt nguồn từ góc nền lò và lan dần ra giữa nền lò, độ sâu càng lớn vùng phá hoại dẻo ở nền lò càng lớn. Nhìn chung độ sâu không ảnh hưởng đến quy luật phân bố đối xứng qua trục đường lò của vùng phá hoại dẻo. Quan hệ giữa độ sâu đặt đường lò và diện tích vùng dẻo khối đá xung quanh đường lò theo phương trình bậc ba (1). □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dự án khai thác hầm lò mỏ than Khe Chàm II-IV, 2013. Tập đoàn than khoáng sản Việt Nam.
2. Dự án đầu tư khai thác hầm lò mỏ than Núi Béo, 2012. Tập đoàn than khoáng sản Việt Nam.
3. HU Sherong, PENG Jichao, HUANG Can, et al, 2011. An overview of current status and progress in coal mining of the deep over a kilometer [J]. China Mining Magazine, 20(7): 105-110.
4. HE Manchao, XIE Heping, PENG Suping, et al, 2007. Study on rock mechanics and hazard control of deep mining [J]. Coal Mining Supporting, (3): 1-14.
5. ZHOU Hongwei, XIE Heping, ZUO Jianping, 2005. Development in researches on mechanical behaviors of rocks under the condition of high ground pressure in the depths [J]. Advances in Mechanics, 35(1): 91-97.
6. Bangyou Jiang, Lianguo Wang, Yinlong Lu Shitan Gu and Xiaokang Sun, 2015. Failure

mechanism analysis and support design for deep composite soft rock roadway: A case study of the Yangcheng coal mine in China. Shock and Vibration journal.

Ngày nhận bài: 28/06/2017

Ngày gửi phản biện: 5/07/2017

Ngày nhận phản biện: 18/09/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 15/10/2017

Từ khoá: phần mềm; ảnh hưởng; độ sâu; ứng suất; biến dạng; khối đá; công trình ngầm

SUMMARY

The paper presents the numerical modeling results for underground construction at different depths. The analysis results were performed on the three-dimensional spatial distortion model constructed in FLAC^{3D}5.01 software. There are four survey parameters with a gradual increase of 100 m. Mechanical parameters of rock taken at Khe Chàm II-IV mine.

ĐẠO ĐỨC VÀ TÂM ĐỨC

1. Hạnh phúc trong giấc mộng là hạnh phúc thật sự. *La Fontaine Jean de.*
2. Nơi mà người yêu của mình đang ở là nơi đẹp nhất. *Krylov I.A.*
3. Những gì làm được ngày nay chớ hèn đến ngày mai. *Franklin Benjamen.*
4. Chỉ có bậc thông thái mới biết rõ được mình là người ngu dốt mà thôi. *Victor Hugo.*
5. Người nào không còn biết ngạc nhiên gì nữa cả, nên coi người ấy như đã chết, mắt họ đã mờ. *Einstein Albert.*
6. Hạnh phúc là cái cảm giác thú vị mà chúng ta cảm thấy trước một cảnh đau khổ của kẻ khác. *Bierce Ambrose.*
7. Cái thói thích phê bình chỉ trích làm tắt hẳn lòng biết ham mê thường thức những gì tốt đẹp nhất trên đời. *La Bruyère Jean de.*
8. Những nhà giáo giỏi nhất là những người biết tự biến mình thành cây cầu để mời học trò họ vượt qua. *Kazantzakis-Nikos.*

VTH sưu tầm