

PHƯƠNG PHÁP TÍNH DỊCH CHUYỂN CỦA KHỐI ĐẤT ĐÁ XUNG QUANH ĐƯỜNG LÒ CÓ TÍNH ĐẾN SỰ BỜ RỜI CỦA ĐẤT ĐÁ

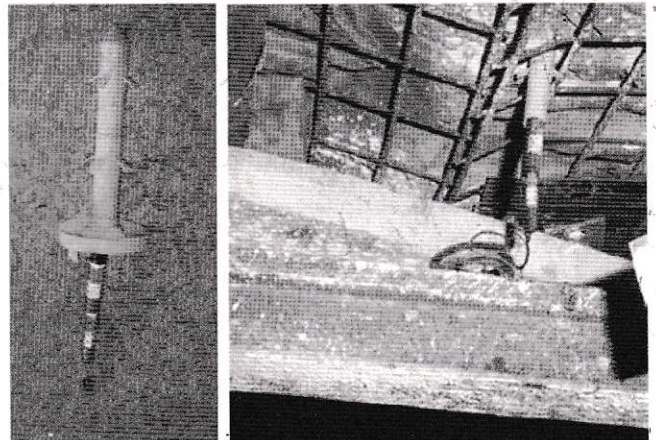
NGUYỄN VĂN QUANG - *Trường Đại học Công nghệ GTVT*
 NGUYỄN CHÍ THÀNH - *Trường Đại học Mở-Địa Chất*
 Email: quangnv@utt.edu.vn

Với sự gia tăng độ sâu khai thác của các mỏ than thì ứng suất lên khối đất đá cũng tăng theo, theo đó có thể làm thay đổi quá trình biến dạng của đất đá. Kết quả phân tích thực nghiệm cho thấy, với việc tăng chiều sâu khai thác sẽ xuất hiện những khu vực bị phá hủy trong đất đá. Từ đó sẽ làm thay đổi tính chất của đất đá, tạo ra sự bờ rời của đất đá. Dịch chuyển của khối đất đá quanh các đường lò đang được xây dựng lúc này có thể đạt giá trị rất lớn (hàng chục centimet). Vì vậy, khi tính toán dịch chuyển của khối đá xung quanh đường lò để lựa chọn kết cấu chống hợp lý cho đường lò, đòi hỏi phải xem xét sự ảnh hưởng của tính chất bờ rời của khối đá.

1. Cơ sở tính toán

Trong tài liệu [3], các tác giả đã đưa ra phương pháp tính hệ số bờ rời K_b của khối đá xung quanh đường lò trên cơ sở của kết quả thí nghiệm, quan sát thực tế sự dịch chuyển của khối đá. Phân tích kết quả thực nghiệm cho thấy, hệ số bờ rời là một đại lượng không cố định, đạt giá trị lớn nhất khi ở biên đường lò và giảm khi vào sâu trong khối đá. Bao quanh đường lò sẽ tạo ra một vùng với độ rộng khoảng từ 1,5÷2,0 m có độ bờ rời lớn nhất.

Dựa theo phương pháp này, các tác giả xác định hệ số bờ rời từ kết quả thực nghiệm đo độ dịch chuyển của biên đường lò ở một số mỏ của vùng than Quảng Ninh do Viện Khoa học Công nghệ Mở-Vinacomin thực hiện. Để đo độ dịch chuyển của khối đá quanh đường lò, sử dụng phương pháp lắp đặt các trạm đo chỉ thị màu. Các trạm đo chỉ thị màu có hình dạng là các neo sâu được lắp đặt trong các lỗ khoan, được khoan trên nóc đường lò, có độ dài 3,5 m, đường kính 32 mm [2].



H.1. Lắp đặt trạm đo chỉ thị màu dạng neo [2]

Bảng 1. Kết quả sự dịch chuyển của biên đường lò ở ba mỏ than tại Quảng Ninh [2]

Tên trạm	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Giá trị dịch chuyển u (m)								
Mốc N1-N3	0,23	0,068	0,332	0,078	0,26	0,136	0,169	0,122	0,083
Mốc N1-N2	0,186	0,05	0,272	0,04	0,152	0,104	0,129	0,093	0,071
Mốc N2-N3	0,044	0,018	0,060	0,038	0,108	0,032	0,040	0,029	0,012

2. Nội dung của phương pháp

Để nghiên cứu quy luật dịch chuyển của khối đá quanh đường lò, cũng như tính toán hệ số bờ rời

K_b , chúng ta xem xét kết quả đo thực nghiệm ở ba mỏ than tại khu vực Quảng Ninh: Dương Huy, Đông Bắc, Khe Chàm với 9 trạm đo chỉ thị màu.

Bốn trạm đầu được lắp đặt ở mỏ than Dương Huy ở độ sâu 270 m, tại mỏ Đông Bắc lắp đặt 2 trạm tại độ sâu 250 m và mỏ Khe Chàm lắp đặt tại độ sâu 280 m. Kết quả quan sát thực tế được thể hiện trong Bảng 1 [2].

Hệ số bờ rời được tính theo công thức:

➢ Trên đoạn "1-2":

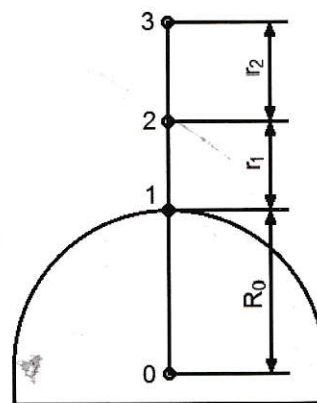
$$K_{b1} = \frac{r_1 + \Delta r_1}{r_1}; \quad (1)$$

➢ Trên đoạn "2-3":

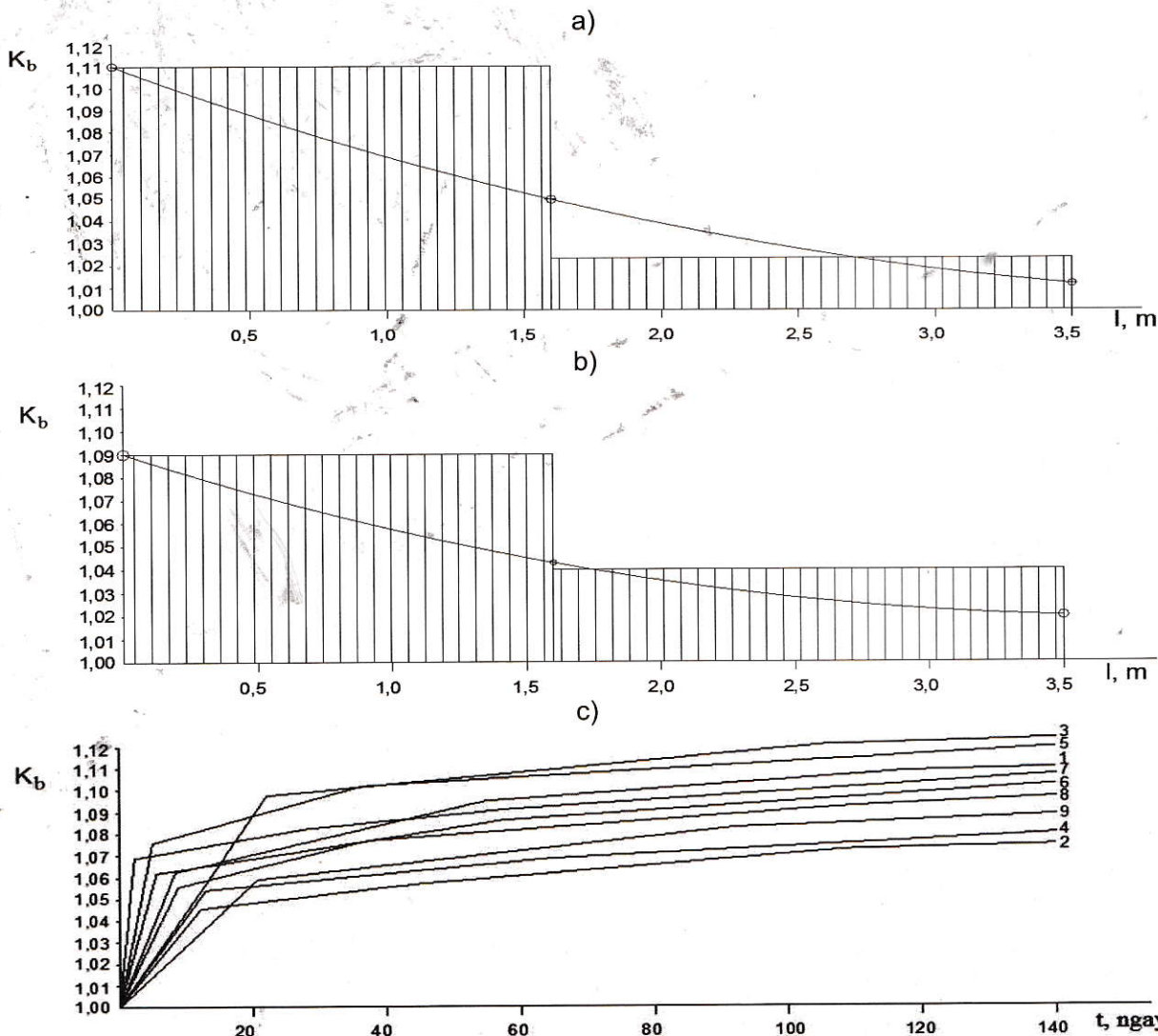
$$K_{b2} = \frac{r_2 + \Delta r_2}{r_2}. \quad (2)$$

Trong đó: $\Delta r_1, \Delta r_2$ - Sự thay đổi khoảng cách giữa các mốc khi khối đá bị biến dạng.

Sự thay đổi của hệ số bờ rời trong vùng biến dạng của khối đá quanh đường lò thể hiện trên hình H.3.



H.2. Sơ đồ lắp đặt trạm đo chỉ thị màu: 1, 2, 3 - Các điểm lắp đặt các mốc; r_1, r_2 - Khoảng cách ban đầu giữa các mốc; R_0 - Bán kính quy đổi của đường lò theo định luật Green [1].



H.3. Sự thay đổi của hệ số bờ rời trong vùng biến dạng của khối đá quanh đường lò: a - Trạm đo số 1 tại mỏ Dương Huy - lò xuyên via vận chuyển tại độ sâu 270 m; b - Trạm đo số 5 tại mỏ Khe Chàm - lò xuyên via vận chuyển tại độ sâu 300 m; c - Sự thay đổi hệ số bờ rời theo thời gian của 9 trạm đo [2]

Tính toán độ dịch chuyển của khối đá quanh đường lò dạng hình tròn dựa theo điều kiện biến dạng phẳng với trạng thái ứng suất ban đầu của khối đá. Trong trường hợp này sự thay đổi thể tích của vùng biến dạng dẻo quanh đường lò được mô tả theo dạng [4], [5]:

$$\varepsilon_z + \varepsilon_\phi + \varepsilon_r = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i} \quad (3)$$

Trong đó: $\theta = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i}$ - Kết quả thực nghiệm về sự

phụ thuộc của tỷ lệ nở rời xung quanh đường lò vào tọa độ cực r; k_i - Hệ số được xác định trên cơ sở thực nghiệm; (N+1) - Số lượng các tổng.

Trong trường hợp biến dạng phẳng $\varepsilon_z=0$, còn ε_ϕ , ε_r , được thể hiện qua biến độ dịch chuyển hướng tâm u.

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr}; \varepsilon_\phi = \frac{u}{r} \quad (4)$$

Tiến hành thay phương trình (3) vào phương trình (4), ta thu được phương trình (5) là phương trình xác định độ dịch chuyển của biên đường lò:

$$\frac{du}{dr} + \frac{u}{r} = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i} \quad (5)$$

Trong trường hợp tính toán gần đúng, vế phải của phương trình (5) có thể chỉ tính cho 2 tổng. Khi đó kết quả thí nghiệm được thể hiện xấp xỉ bởi quan hệ sau, chứa 3 biến số k_0, k_m, m :

$$\theta = \sum_{i=0}^N \frac{k_i}{r_i} = k_0 + \frac{k_m}{r^m} \quad (6)$$

Các giá trị của 3 biến số k_0, k_m, m sẽ được lấy xấp xỉ từ kết quả thực nghiệm. Các hệ số này thể hiện sự phụ thuộc của hệ số tỷ lệ nở rời K'_b vào tọa độ cực r với góc tọa độ trùng với tâm của đường lò. Tỷ lệ nở rời là tỷ số giữa sự thay đổi của vùng thể tích biến dạng với thể tích vùng khảo sát. Hệ số tỷ lệ nở rời K'_b được tính thông qua hệ số nở rời K_b qua công thức:

$$K'_b = K_b - 1 \quad (7)$$

Quan sát hình H.3.a ta thấy có thể biểu diễn sự phụ thuộc của hệ số K'_b vào tọa độ cực r dưới dạng hàm số mũ bậc hai $K'_b=(a/r^2)$. Ta chọn hệ số a xấp xỉ sao cho tại biên đường lò (có tọa độ cực $r=R_0$ - Bán kính đường lò, điểm mốc 1 hình H.2) và tại các điểm mốc 2, 3 (hình H.2) với các hệ tỷ lệ nở rời tương ứng biết trước là $K'_{bb}=0,11, K'_{bm2}=0,04, K'_{bm3}=0,015$, ta chọn $a=0,48$ thỏa mãn điều kiện trên. Như vậy đối với trường hợp này ta thu được các giá trị $k_0=0, k_m=-0,48, m=2$ ($k_m=-a$ thể hiện sự dịch chuyển hướng vào tâm đường lò, ngược chiều trục tọa độ cực r). Như vậy phương trình (5) được viết

thành dưới dạng như sau:

$$\frac{du}{dr} + \frac{u}{r} = \frac{-0,48}{r^2} \quad (8)$$

Nghiệm tổng quát của phương trình vi phân này là:

$$u = \frac{-0,48 \cdot \ln r}{r} + \frac{C}{r} \quad (9)$$

Trong đó hằng số bất định C được tìm dựa vào điều kiện dịch chuyển liên tục trên biên của vùng trạng thái dẻo $r=R_L$ [2]:

$$C = R_L u^e - u_R \quad (10)$$

Tại đây: $u_R = -0,48 \cdot \ln R_L$.

Giá trị u^e của độ dịch chuyển u trên biên của vùng trạng thái dẻo $u_L=R_L$, được tính theo công thức [4]:

$$u^e = \frac{3}{2} \frac{R_L R_0^2}{E(1-\sin \rho)} QR_L^\alpha \sin \rho \quad (11)$$

Trong đó:

$$a = \frac{2 \sin \rho}{1-\sin \rho}; Q = p + \frac{2 \cos \rho}{1-\sin \rho} \frac{K}{\alpha} \quad (12)$$

Tại đây: K - Lực kết dính của đá xung quanh đường lò; ρ - Góc nội ma sát của đá; E - Modul đàn hồi của đá; p - Phản lực của kết cấu chống; R_0 - Đường kính quy đổi của đường lò.

Giá trị bán kính của vùng trạng thái dẻo R_L được xác định theo công thức [4], [6]:

$$\left(\frac{R_L}{R_0}\right)^a = \frac{(1-\sin \rho)(\gamma H + K \text{ctg} \rho)}{p + K \text{ctg} \rho} \quad (13)$$

Tại đây: γ - Trọng lượng riêng của đá; H - Độ sâu của đường lò.

Khi đó độ dịch chuyển biên đường lò được tính theo công thức:

$$u = \frac{3}{2} \frac{R_L^2 R_0}{E(1-\sin \rho)} QR_L^\alpha \sin \rho - \frac{0,48}{R_0} \ln \frac{R_0}{R_L} \quad (14)$$

3. Tính toán sự chuyển dịch biên của đường lò có xét đến ảnh hưởng của sự nở rời đất đá

➤ Trường hợp 1: thực hiện tính toán độ dịch chuyển biên đường lò cho đường lò thực nghiệm (trường hợp a, hình H.3), đường lò có dạng hình vòm, diện tích $S=15,4 \text{ m}^2$.

Kích thước lớn nhất vùng biến dạng dẻo trong trường hợp này bằng $2,2 \cdot R_0$, góc nội ma sát $\rho=25^\circ$; modul đàn hồi $E=1,5 \cdot 10^3 \text{ MPa}$; lực kết dính $K=0,46 \text{ MPa}$; kháng lực của kết cấu chống $p=0$.

Bán kính quy đổi của đường lò dạng hình vòm có thể tính qua một đường lò hình tròn có diện tích tương đương như sau:

$$R_0 = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (15)$$

Tính toán theo công thức (14) được xây dựng ở trên có xét đến sự nở rỗng đất đá, ta được độ dịch chuyển của biên đường lò là $u=0,24$ m. Phân tích kết quả tính toán cho thấy độ dịch chuyển của biên đường lò là tương đồng với giá trị dịch chuyển nhận được từ thực nghiệm $u=0,23$ m.

➤ Trường hợp 2: đối với đường lò thực nghiệm ở trường hợp b (hình H.3), giá trị của các hệ số là $k_0=0$, $k_m=-0,19$, $m=1$.

Khi đó phương trình (5) có dạng:

$$\frac{du}{dr} + \frac{u}{r} = \frac{-0,19}{r} \quad (16)$$

Nghiệm tổng quát của phương trình:

$$u = \frac{C}{r} - 0,19 \quad (17)$$

$$C = R_L u^0 + 0,19 \cdot (R_L - 1) \quad (18)$$

Trong đó:

$$u_R = -0,19(R_L - 1)$$

Độ dịch chuyển của biên đường lò sẽ được tính theo công thức:

$$u = \frac{3}{2E(1-\sin\rho)} \frac{R_L^2 R_0}{QR_L^a \sin\rho} + \frac{0,19(R_L - 1)}{R_0} - 0,19 \quad (19)$$

Diện tích đường lò $S=15,4$ m². Kích thước lớn nhất của vùng biến dạng quanh đường lò trong trường hợp này là $(1,8 \cdot R_0)$, góc nội ma sát $\rho=28^\circ$; modul đàn hồi $E=6,7 \cdot 10^3$ MPa; lực kết dính $K=0,85$ MPa; kháng lực của kết cấu chống $p=0$. Kết quả tính toán ta thu được độ dịch chuyển của biên đường lò là 0,25 m khá phù hợp với giá trị độ dịch chuyển nhận được từ thực nghiệm là 0,26 m.

4. Kết luận và kiến nghị

Phân tích kết quả tính toán và thực nghiệm cho thấy, độ dịch chuyển của biên đường lò chịu ảnh hưởng của tính chất nở rỗng của khối đá xung quanh đường lò. Kết quả tính toán theo phương pháp nêu trên có giá trị phù hợp với độ dịch chuyển của biên đường lò thu được từ thực nghiệm.

Kết quả tính theo lý thuyết trên cho thấy: tại những khu vực có điều kiện địa chất yếu, hoặc tại những đường lò có vị trí độ sâu lớn sẽ xảy ra hiện tượng nở rỗng của khối đá xung quanh đường lò. Hiện tượng này ảnh hưởng lớn đến sự dịch chuyển của biên đường lò. Quá trình dịch chuyển này sẽ xảy ra trong suốt quá trình sử dụng của đường lò và giảm dần theo thời gian.

Việc xác định và tính toán chính xác giá trị dịch chuyển của biên đường lò trong thời gian xây dựng và sử dụng sẽ giúp ích rất nhiều trong việc thiết kế,

lựa chọn chủng loại kết cấu chống phù hợp với đường lò. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Advanced Calculus (3rd edition), R. Wrede, M.R. Spiegel, Schaum's Outline Series, 2010, ISBN 978-0-07-162366-7.
2. Báo cáo dự án đo dịch động của một số mỏ than ở Quảng Ninh. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin. 2011.
3. Дружко Е.Б., Заславский Ю.З., Перепичка Ф.И. Устойчивость основных горных выработок. Донецк. Издательство "Донбасс". 1975.142 p.
4. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Пластичность горных пород. М. Недра. 1979. 305p.
5. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. М. Недра. 1992. 224p.
6. Фисенко Г.Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок. М. Недра. 1976. 272p.

Ngày nhận bài: 12/07/2017

Ngày gửi phản biện: 11/9/2017

Ngày nhận phản biện: 25/10/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2017

Từ khóa: phương pháp, dịch chuyển, đá nở rỗng, tác động, đường lò, vùng đất đá

SUMMARY

For large mine tunnels or tunnels mine in weak rocks, a zone - friable rocks would appear around it, that is the main reason for the displacement of the rock around the mine tunnel. Based on the empirical results of the survey for displacements on the rock, that be around mine tunnel of coal mines in Quảng Ninh by means of color indicator stations, the authors propose a method for determining the displacement of the rock around the mine tunnel. The results of this method coincide with the results obtained from the experiment. This calculation method can be used to design and select an rational structure for mines in the Quảng Ninh coal mines.