



VỀ KẾT CẤU NEO GIẢM ÁP CHỐNG GIỮ CHO CÁC ĐƯỜNG LÒ ĐÀO QUA KHỐI ĐÁ MỀM YẾU

Đào Viết Đoàn

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Email: daovietdoan@gmail.com

TÓM TẮT

Chống giữ đường lò đào qua khối đá mềm yếu cần phải sử dụng loại hình kết cấu chống có tính biến dạng cùng với biến dạng của khối đá xung quanh. Bài viết đề cập đến nguyên lý chống giữ khi đào đường lò qua khối đá mềm yếu, biến dạng lớn là sử dụng kết cấu chống vừa có tính cứng vừa có tính mềm nhất định. Kết quả thí nghiệm kéo cho thấy với tải trọng khoảng 18 Tấn thì neo thường có giá biến dạng bằng 8 mm trong khi đó neo giảm áp đạt đến giá trị biến dạng khoảng 30 mm. Trên cơ sở các ưu điểm của loại neo này, phân tích điều kiện áp dụng loại hình kết cấu neo giảm áp sử dụng cho các đường lò đào qua khối than đá mềm yếu, biến dạng lớn vùng than Quảng Ninh.

Từ khóa: neo giảm áp, khối đá biến dạng lớn, chống giữ khối đá mềm yếu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu chống vì neo đã được áp dụng trong ngành khai thác mỏ lần đầu tiên vào những năm 1912, và là tiền thân cho sự phát triển kỹ thuật chống giữ đường lò bằng kết cấu chống neo sau này [2, 3, 4]. Trải qua thời gian kết cấu chống neo được phát triển và áp dụng rộng rãi trong các ngành khai thác than, quặng, thủy lợi thủy điện, giao thông và trong một số dạng công trình ngầm khác. Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ và yêu cầu chống giữ tại hiện trường thì các loại hình kết cấu chống neo cũng được nghiên cứu chế tạo thử nghiệm song song với đó là những lý thuyết về nguyên lý làm việc của neo trong các điều kiện khác nhau cũng được nghiên cứu làm cơ sở cho việc tính toán các tham số của kết cấu chống neo trong các điều kiện khác nhau. Những năm gần đây một loại hình kết cấu neo mới được nghiên cứu và áp dụng trong điều kiện khối đá mềm yếu, biến dạng lớn đó chính là loại neo giảm áp. Bài viết giới thiệu nguyên lý chống giữ đường lò qua khối đá mềm yếu, biến dạng lớn, một số tính năng cơ học, điều kiện áp dụng và đề xuất áp dụng để chống giữ trong điều kiện khối đá mềm yếu vùng than Quảng Ninh.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên lý chống giữ và đặc trưng cơ học của kết cấu neo giảm áp

2.1.1. Nguyên lý chống giữ khi đào lò qua khối đá mềm yếu bằng kết cấu neo giảm áp

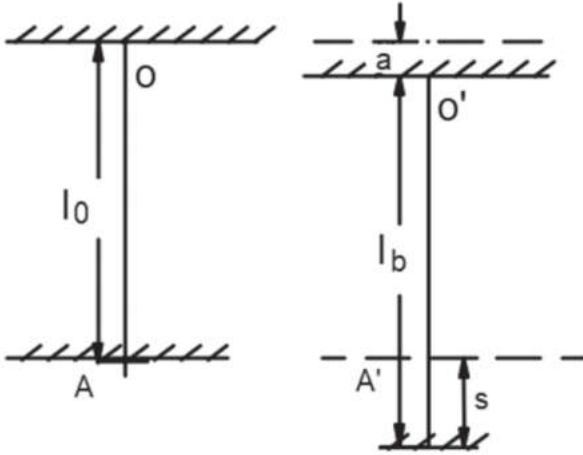
Khi đào đường lò trong khối đá mềm yếu điều quan trọng là làm thế nào để cho hệ thống kết cấu chống giữ thích ứng với biến dạng của khối đá xung quanh đường lò. Hệ thống kết cấu chống giữ cần phát huy được sự giải phóng năng lượng trương nở, biến dạng của khối đất đá, đồng thời phải đảm bảo cho hệ thống kết cấu chống giữ không bị phá hủy, hệ thống kết cấu chống giữ cần bảo vệ khả năng ổn định của khối đất đá tránh làm cho khối đất đá bị biến dạng, sụt lỏ, hệ thống kết cấu chống giữ cần cùng làm việc với khối đá như một thể thống nhất.

Hiện nay các kết cấu neo thông thường có tỷ lệ giãn dài khá nhỏ (khoảng 3,5%), như vậy rất dễ bị kéo đứt khi trong điều kiện khối đá biến dạng lớn gây mất ổn định cho đường lò. Đối với đường lò đào trong khối đá mềm yếu, biến dạng lớn thì yêu cầu hệ thống kết cấu chống có đặc tính biến dạng, làm giải phóng một phần năng lượng biến dạng của khối đất đá hay nói cách khác là cần hệ thống kết cấu chống giảm áp cho khối đất đá, biến dạng cùng với sự biến dạng của khối đất đá nhưng cũng cần đảm bảo được độ cứng chống giữ của hệ thống kết cấu.

Như vậy vấn đề cần chú ý trong thiết kế kết cấu chống giữ khối đá mềm yếu là sự chênh lệch



giữa biến dạng của kết cấu chống với biến dạng của khối đá. Khi giá trị biến dạng của hệ thống chống giữ nhỏ hơn giá trị biến dạng của khối đá sẽ làm cho kết cấu chống bị phá hủy, mất đi tác dụng chống giữ. Sơ đồ biến dạng của kết cấu chống neo và khối đá được thể hiện trên Hình H.1 [5].



H. 1. Sơ đồ thể hiện biến dạng của kết cấu chống neo và khối đá

Trong Hình H.1, l_0 - là chiều dài của neo, a - là dịch chuyển khối đá đầu neo, l_b - là chiều dài sau khi neo chịu lực, chuyển dịch của đất đá trên biên đường lò, s là lượng chuyển dịch của khối đá trên biên đường lò, ta có:

$$a + l_b - s = l_0 \quad (1)$$

Lượng giãn dài thực tế của neo sau chịu lực tính theo công thức sau:

$$\Delta l_m = l_b - l_0 = s - a \quad (2)$$

Kết cấu neo có thể cung cấp lượng giãn dài bao gồm lượng giãn dài bản thân của thanh neo Δl_{mr} và lượng giãn dài phụ trợ khác là Δl_{my} :

Khi đó

$$\Delta l_{mr} + \Delta l_{my} = s - a \quad (3)$$

$$\Delta l_{mr} = s - a - \Delta l_{my} \quad (4)$$

Do lượng giãn dài của bản thân của neo rất nhỏ có thể coi như $\Delta l_{mr} = 0$ vì vậy

$$s - a = \Delta l_{my} \quad (5)$$

Nếu đoạn đầu neo ổn định thì $a \rightarrow 0$ vậy

$$\Delta l_{my} = s \quad (6)$$

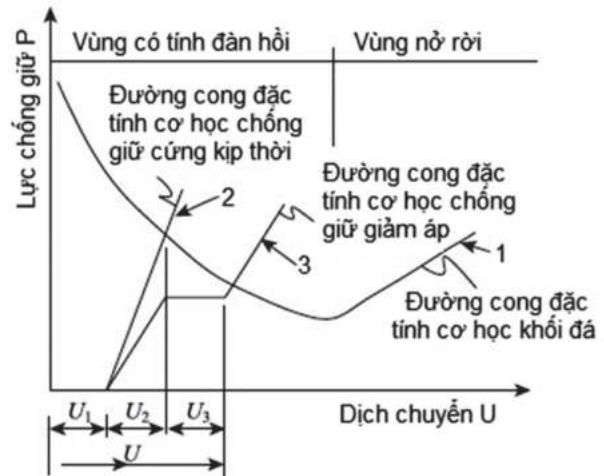
Từ các giả thiết và biến đổi trên có thể thấy rằng nếu lắp thêm 1 cơ cấu biến dạng giảm áp tại đuôi của thanh neo thì khi áp lực biến dạng đất đá trên biên đường lò vượt quá 80% khả năng chịu tải của neo, lúc này cơ cấu biến dạng giảm áp sẽ bị nén bẹp một lượng nhất định, đồng nghĩa với việc kết cấu neo cung cấp một lượng giãn dài nhất định, từ

đó làm cho kết cấu neo biến dạng cùng với biến dạng của khối đá xung quanh đường lò.

Cơ cấu biến dạng giảm áp là cơ cấu cho phép sinh ra một lượng biến dạng nhất định để giải phóng một phần áp lực của khối đá và một phần năng lượng tích lũy khi có tác dụng của tải trọng động trong khi vẫn duy trì được khả năng chịu lực của kết cấu chống. Cơ cấu biến dạng giảm áp sau khi đã biến dạng hết giá trị theo thiết kế thì khi khối đá tiếp tục biến dạng cơ cấu biến dạng giảm áp tiếp tục chịu lực cho đến khi vượt quá khả năng chịu tải thì bị phá hủy.

Chính vì vậy nguyên lý chống giữ khối đá mềm yếu cần thỏa mãn hai yêu cầu sau:

- Thứ nhất là cần bảo đảm hệ thống chống giữ có thể cung cấp lực chống giữ ban đầu để ngăn ngừa khối đá biến dạng lớn dẫn đến sụt lở;
- Thứ hai là có thể thực hiện giải phóng áp lực, giảm áp lực của khối đất đá xung quanh, phát huy khả năng tự mang tải của khối đá, từ đó đạt được mục đích trong “chống” có “nhường” trong “nhường” có “chống” và “nhường chống” phối hợp, sơ đồ nguyên lý chống giữ được thể hiện trên Hình H.2 [1].



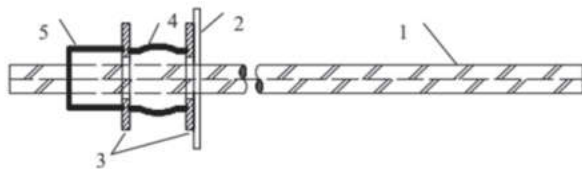
H. 2. Sơ đồ nguyên lý chống giữ

Trên Hình H.2 ta có đường 1 là đường cong đặc tính cơ học khối đá, đường 3 là đường cong đặc tính cơ học của kết cấu chống giữ giảm áp, đường 2 là đường cong đặc tính cơ học chống giữ bằng kết cấu chống cứng kịp thời. Giao điểm của đường 2 và 3 với đường 1 là điểm khối đá và kết cấu chống giữ cùng làm việc. Từ hình vẽ trên thấy rằng có thể lựa chọn 2 loại hình kết cấu chống giữ. Thứ

nhất kết cấu chống có đường đặc tính là đường cong 2 theo loại hình này cần tăng độ cứng chống giữ để nâng cao lực kháng chống giữ, giảm biến dạng của khối đá, loại hình này gồm có kết cấu chống thép chống giữ với mật độ lớn, kết cấu bằng bê tông phun có chiều dày lớn, bê tông đổ liền khối và các loại kết cấu đúc sẵn. Thứ hai kết cấu chống có đường đặc tính là đường cong 3 theo loại hình này kết cấu chống vẫn cần lực kháng ngăn ngừa biến dạng của khối đá đồng thời kết cấu chống cần có tính “mềm – nhùng” nhất định để thích ứng với biến dạng của khối đá. So sánh 2 loại hình kết cấu trên thì kết cấu có đặc tính cơ học theo đường cong 3 có lực kháng chống giữ và độ cứng nhỏ hơn kết cấu chống cứng có đặc tính cơ học theo đường cong 2, do vậy kết cấu chống theo đường cong 3 thường kinh tế hơn kết cấu chống theo đường cong 2.

2.2. Kết cấu neo giảm áp

Kết cấu của neo giảm áp bao gồm thân cốt neo bằng thép hoặc cáp (1), tấm đệm (2), long đen (3), ống giảm áp (4) và ê cu hoặc khóa neo (nếu là neo cáp) (5) thể hiện trên Hình H.3.



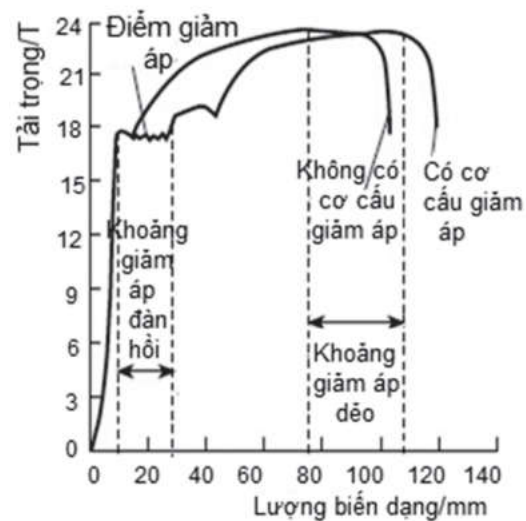
H. 3. Kết cấu của neo giảm áp

Loại neo này sử dụng vữa xi măng hoặc chất dẻo liên kết giữa kết cấu thân neo với thành lỗ khoan, kết cấu ống giảm áp được lắp tại phần đuôi neo và nằm ở bên ngoài lỗ khoan. Nguyên lý làm việc của loại neo này là khi áp lực đất đá xung quanh đường lò lớn, lực kéo toàn neo tăng và lớn hơn khả năng chống nén bẹp của ống giảm áp, lúc này neo giảm áp mới phát huy tác dụng bằng cách truyền lực kéo đó qua tấm đệm sang ống giảm áp, làm cho ống giảm áp từ từ bị nén bẹp từ đó phép đất đá xung quanh giãn nở, biến dạng giảm bớt áp lực tác dụng lên thân cốt neo, giá trị lượng biến dạng được khống chế bởi chiều dài cơ cấu ống giảm áp. Khi neo bị kéo chưa lớn ống giảm áp nói riêng và toàn kết cấu neo giảm áp nói chung chưa phát huy tác dụng giảm áp chúng vẫn chỉ có tác dụng như neo thông thường.

Neo giảm áp biến dạng lớn có khả năng biến dạng cùng biến dạng của khối đá xung quanh đường lò, thích hợp để chống giữ các đường lò đào qua khối đá mềm yếu, khối đá lưu biến, khối đá tại độ sâu lớn và khối đá trong phạm vi bị ảnh hưởng của hiện tượng nổ đá. Ưu điểm của loại neo này là ống giảm áp có cấu tạo đơn giản, lắp ở bên ngoài lỗ khoan thuận tiện cho công tác quan sát biến dạng, nhược điểm là chiều dài neo tăng, tốn kém thêm nguyên vật liệu, khi thân neo chịu uốn và chịu cắt ống giảm áp sẽ không có tác dụng.

2.3. Đặc tính cơ học của neo giảm áp

Đặc điểm biến dạng chịu lực của neo giảm áp là khi biến dạng của khối đá tăng làm cho neo chịu lực kéo vượt quá lực giới hạn thiết kế, kết cấu neo dưới tác dụng của lực kéo không đổi sẽ thông qua cơ cấu giảm áp chuyển dạng tự động biến dạng. Lúc này kết cấu neo sẽ biến dạng cùng với sự biến dạng của khối đá trong khi đó giá trị của lực kéo tiếp tục không đổi, biến dạng của kết cấu neo tiếp tục xảy ra cho đến hết lượng biến dạng theo thiết kế. Sau khi kết cấu neo (cơ cấu biến dạng giảm áp) biến dạng đã đạt đến lượng biến dạng theo thiết kế mà tiếp tục tăng lực kéo thì sẽ dẫn đến đứt thân cốt neo, thể hiện trên Hình H 4. [1]



H. 4. Đường cong đặc trưng biến dạng của neo giảm áp và neo thường

Trên Hình H.4 là thí nghiệm kéo hai loại kết cấu neo, một loại neo không có cơ cấu giảm áp, một loại là neo có cơ cấu giảm áp. Kết quả cho thấy hai đường cong đặc tính biến dạng của hai loại kết cấu neo có sự khác biệt rất lớn.



Đối với neo không có cơ cấu giảm áp thì dưới tác dụng của tải trọng khoảng 18 tấn, kết cấu neo nhanh chóng đạt đến biến dạng giới hạn, lượng biến dạng đạt đến 8mm, và như vậy nếu loại neo này được chống giữ tại đường lò thì trong quá trình đào lò kết cấu neo sẽ nhanh chóng xảy ra phá hủy dẻo và mất đi khả năng chống giữ.

Đối với neo giảm áp khi tải trọng đạt đến khoảng 16 tấn (thực tế thanh neo theo thí nghiệm có khả năng chịu tải khoảng 18 tấn) khi thanh neo gần đến trạng thái giới hạn, lúc này cơ cấu giảm áp bắt đầu bị nén bẹp còn thân cốt neo vẫn ở trạng thái biến dạng đàn hồi, khoảng giảm áp mang tính đàn hồi của cơ cấu ống giảm áp đạt 18 mm. Ngoài ra từ đường cong thí nghiệm đoạn có tính dẻo thấy rằng cơ cấu ống giảm áp có thể làm cho khoảng cách biến dạng giảm áp mang tính đàn hồi dẻo đạt đến 30 mm. Cũng từ đồ thị đường cong đặc tính trên Hình H.4 ta thấy rằng khi neo đạt đến tải trọng giới hạn thì đối với neo có cơ cấu giảm áp có giá trị biến dạng lớn hơn neo không có cơ cấu giảm áp gần 50%. Đồng thời có thể thấy, sau khi đạt đến tải trọng giới hạn neo giảm áp vẫn còn khoảng không giảm áp nhất định. Khi đường lò chịu ảnh hưởng của áp lực động, khoảng không giảm áp này sẽ phát huy tác dụng khi đường lò tiếp tục chịu áp lực từ phía khối đá xung quanh, khi đó ống giảm áp sẽ tiếp tục bị nén bẹp đến khoảng cách giảm áp lớn nhất, từ đó cho thấy neo giảm áp sẽ đảm bảo được độ ổn định của đường lò dưới tác dụng của áp lực biến dạng.

2.4. Một số nhận xét về kết cấu neo giảm áp

Để kết cấu neo giảm áp phát huy được mục đích cùng biến dạng với sự biến dạng của khối đá cần thiết phải chú ý một số vấn đề sau:

1) Vấn đề về điều chỉnh biến dạng của kết cấu ống giảm áp và khả năng làm việc của kết cấu neo giảm áp: kết cấu neo giảm áp cần phải giải quyết vấn đề mấu chốt đó là giá trị biến dạng của ống giảm áp cần phù hợp với giá trị biến dạng của khối đá và khả năng làm việc của kết cấu neo giảm áp trong các trường hợp chịu lực của neo.

2) Vấn đề tính ổn định tải trọng giảm áp: Khi chống giữ đường lò đào qua đá mềm yếu bằng neo giảm áp, thì hệ thống kết cấu chống giữ giảm áp cần có đặc điểm chống giữ mang tính cứng, kịp thời chống giữ và phối hợp chống giữ

giảm áp. Trong thời gian giảm áp, lực chống giữ của neo giảm áp không được giảm mà cần giữ nguyên được lực chống giữ. Khi hệ thống bắt đầu giảm áp thì tải trọng tác dụng lên các bộ phận đều bảo đảm ổn định. Vì vậy đảm bảo duy trì giảm áp không đổi là một trong những vấn đề dẫn đến thành bại của hệ thống neo giảm áp, đây cũng chính là vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu của kết cấu neo giảm áp.

3) Thiết kế điểm giảm áp: điểm giảm áp là điểm tải trọng bắt đầu xảy ra giảm áp của hệ thống neo giảm áp, thông thường khi đào đường lò trong khối đá mềm yếu, thiết kế điểm giảm áp cần bảo đảm trong phạm vi giới hạn thực tế của các cấu kiện, để bảo đảm các cấu kiện trong hệ thống giảm áp trong quá trình chống giữ không phát sinh phá hủy giới hạn. Đặc biệt là ở những vị trí đường lò chịu áp lực động, trên cơ sở xem xét áp lực tĩnh cần thiết để đủ lượng biến dạng giảm áp khi đường lò chịu áp lực động.

4) Vấn đề thiết kế lượng biến dạng giảm áp hợp lý: từ Hình H.2 có thể thấy rằng, sau khi khai đào đường lò trên biên đường lò sẽ xảy ra biến dạng do 3 bộ phận cấu thành: lượng biến dạng của khối đá thời điểm bắt đầu U_1 , lượng biến dạng của kết cấu chống - khối đá sau khi chống tạm U_2 , và lượng giảm áp sau khi lực chống giữ đạt đến giá trị nhất định U_3 , nhưng làm sao để thiết kế hợp lý quan hệ giữa lượng biến dạng của 3 bộ phận trên, đặc biệt là thiết kế giá trị biến dạng U_3 là bảo đảm khối đá biến dạng ổn định và tính hợp lý của kết cấu chống giữ.

2.5. Phân tích một số điều kiện áp dụng neo giảm áp chống giữ đường lò đào qua khối đá mềm yếu vùng Quảng Ninh

Để tính toán lựa chọn được các tham số của neo giảm áp áp dụng cho các đường lò vùng Quảng Ninh cần thiết phải phân tích điều kiện địa chất, điều kiện trang thiết bị thi công, trình độ tay nghề của công nhân, năng lực gia công chế tạo kết cấu chống neo...Sau đây sẽ phân tích các yếu tố này để đề xuất các tham số của neo giảm áp phù hợp chống giữ đường lò qua khối đá mềm yếu vùng Quảng Ninh.

- Về điều kiện địa chất: Trầm tích chứa than vùng Quảng Ninh mang tính trầm tích nhịp điển hình. Mỗi nhịp trầm tích được sắp xếp từ loại hạt mịn chuyển dần đến hạt thô và trở lại hạt mịn.



Ranh giới giữa các nhịp trầm tích là các vỉa than. Các nhịp trầm tích cứ lặp đi lặp lại liên tục theo các chu kỳ hoạt động nâng lên hạ xuống của vỏ trái đất. Do quá trình kiến tạo mạnh mẽ nên đã xảy ra các chu kỳ hoạt động trầm tích, bào mòn liên tục làm cho cấu tạo địa chất vùng than Quảng Ninh biến đổi rất phức tạp. Địa tầng trầm tích chứa than bị vỡ nhàu, đứt gãy, uốn lượn và nhiều chỗ bị gián đoạn. Do trầm tích theo nhịp nên cấu tạo ở vách và trụ vỉa than thường là các lớp kẹp than, lớp đá kẹp, các thấu kính sét kết, sét than thuộc loại đá mềm yếu thường có cấu tạo phân lớp mỏng có chiều dày từ 0,1 ÷ 5,0 m cá biệt cũng có nơi dày tới 10m, điều đó đã làm cho vách trụ vỉa than kém ổn định. Các đường lò sau khi đào vào khối đá mềm yếu thường bị biến dạng, bóp méo, nén bẹp phải chống xen lại đường lò. Như vậy có thể thấy rằng khối đá xung quanh các đường lò vùng than Quảng Ninh phần lớn đào trong khối đá mềm yếu, biến dạng lớn chính vì vậy việc đề xuất áp dụng neo giảm áp để chống giữ là hết sức cần thiết;

- Về trang thiết bị thi công neo: Hiện nay hầu hết các mỏ vùng than Quảng Ninh đều đã và đang áp dụng phổ biến kết cấu chống giữ neo chất dẻo cốt thép do vậy các mỏ đã có đầy đủ các trang thiết bị thi công neo chất dẻo cốt thép. Với loại neo giảm áp có thể sử dụng các thiết bị thi công kết cấu chống neo hiện có của mỏ như vậy giảm được đầu tư, thuận tiện cho công nhân thi công;

- Trình độ tay nghề của công nhân: Hiện nay trình độ tay nghề của công nhân vùng than Quảng Ninh đã thành thạo với công nghệ đào chống lò sử dụng kết cấu neo chất dẻo bê tông cốt thép, neo chất dẻo cốt thép. Chính vì vậy việc áp dụng kết cấu neo giảm áp để chống giữ cho các đường lò

đào qua khối đá mềm yếu biến dạng lớn sẽ không gây khó khăn cho tay nghề hiện có của các mỏ vùng than Quảng Ninh hiện nay;

- Năng lực gia công chế tạo kết cấu chống neo: Với loại hình kết cấu chống neo hiện nay các mỏ than vùng Quảng Ninh và các đơn vị cơ khí trong Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam đã có thể gia công được các bộ phận của kết cấu chống neo như chất dính kết, ê cu, thân cốt và tấm đệm, long đen nhưng mới ở mức độ rất hạn chế. Do vậy với năng lực gia công như hiện nay nếu gia công kết cấu neo giảm áp các đơn vị cơ khí trong ngành than cần tiếp tục đầu tư nghiên cứu, đầu tư các trang thiết bị chuyên dụng, đưa ra quy trình, tiêu chuẩn sản xuất chế tạo đồng bộ kết cấu neo giảm áp.

3. KẾT LUẬN

Từ những phân tích lý thuyết trên ta rút ra một số kết luận và kiến nghị sau:

❖ Khi đào đường lò qua khối đá mềm yếu cần sử dụng loại hình kết cấu chống vừa có tính cứng vừa có tính mềm để kết cấu chống và khối đá xung quanh đường lò cùng nhau làm việc, kết cấu chống thể hiện được trong “chống” có “nhường” trong “nhường” có “chống” và “nhường chống” phối hợp;

❖ Từ kết quả thí nghiệm kéo cho thấy với tải trọng khoảng 18 tấn thì neo thường cho giá biến dạng bằng 8 mm trong khi đó neo giảm áp đạt đến giá trị biến dạng khoảng 30 mm.

❖ Với điều kiện địa chất kỹ thuật hiện nay của các mỏ vùng than Quảng Ninh cần thiết có những nghiên cứu cụ thể để áp dụng loại hình kết cấu chống neo giảm áp cho những đường lò đào qua khối đá mềm yếu □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Wang Bo, Wang Jie, Wu De-xing, Xu Jian-qiang, Zhao Yu-dong (2015), Discussion on Application of Yielding Supporting Technology in Large-deformation Tunnel in Soft Rock [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Denelopment, 2015, Vol. 31 (5): 115-122.

2. 陆士良, 汤雷, 杨新安. 锚杆加固力与锚固技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1998.

3. 郭小红, 王梦恕. 隧道支护结构中锚杆的功效分析[J]. 岩土力学, 2007, 28(10): 2234 - 2239

4. 连传杰, 徐卫亚, 王亚杰, 王志华. 新型高强预应力让压锚杆巷道支护性能的数值模拟. 岩土力学, 第 31 卷第 7 期 2010 年 7 月.

5. 高明仕, 杨青松, 赵一超, 程志超, 权修才. 高应力大变形巷道让压锚索支护技术及装置研制. 采矿与安全工程学报, 第 33 卷第 1 期, 2016 年 01 月.



REGARDING THE YIELDING BOLT STRUCTURE TO SUPPORT THE ROADWAY DRIVEN IN THE SOFT AND WEAK ROCK MASS

Dao Viet Doan

ABSTRACT

Roadway support excavated in soft rock, necessary to use a structure that deforms with the surrounding rocks. The results of the paper has shown that the resonable support theory when excavating roadway in soft rock with large deformation is to use support structure that has both certain hardness and softness, also from the tensile test results shows with a load of about 18 tons, the deformation of the bolt is 8mm, while the yielding bolt structure value of about 30 mm. In addition, the paper also put forward some analysis of the conditions for applying yielding bolt structure support for excavated of soft rock roadway in Quang Ninh coal mine.

Keywords: Yielding anchor structure, large deformed rock mass, soft rock mass support.

Ngày nhận bài: 05/8/2023;

Ngày gửi phản biện: 08/8/2023;

Ngày nhận phản biện: 20/9/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 25/9/2023.

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.