



KHẢ NĂNG SỬ DỤNG HIỆU QUẢ NEO ỐNG CHỐNG GIỮ CÁC ĐƯỜNG LÒ ĐÁ TRONG TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN- KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

Chu Việt Thức

Đại học Điện Lực

Đào Văn Canh

Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

Email: thuccv@epu.edu.vn

TÓM TẮT

Xu thế chung trên thế giới là nghiên cứu áp dụng các kết cấu giảm nhẹ, gia cố tích cực thay thế các kết cấu nặng nề, thụ động. Tại tất cả các mỏ hầm lò trong ngành than Việt nam thời gian qua đã áp dụng chống lò bằng vì neo bê tông cốt thép và chất dẻo cốt thép kết hợp với bê tông phun hoặc lưới thép đạt nhiều thành công, nâng tốc độ đào và giảm đầu tư cho công trình đào lò đã và đang được quan tâm nghiên cứu. Bài báo này tập trung vào nghiên cứu neo ống có rãnh hờ. Cấu tạo, nguyên lý làm việc và điều kiện áp dụng neo ống có rãnh hờ đã được nghiên cứu. Trong nghiên cứu đã sử dụng mô hình số để kiểm tra, đánh giá khả năng làm việc của neo ống có rãnh hờ cũng như ổn định khối đá xung quanh đường lò. Kết quả cho thấy, neo ống có rãnh hờ làm việc hiệu quả khi được thi công chống giữ cho các đường lò đá. Các ưu điểm nổi trội của neo ống là chịu lực ngay sau khi lắp đặt, chịu lực toàn thân, đơn giản về kết cấu và công nghệ lắp đặt.

Từ khóa: neo ống có rãnh hờ, đường lò đá, mô hình số

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thi công các đường lò, đường hầm trong đá là công việc nặng nhọc và vất vả bởi vì người thợ lò phải làm việc trong điều kiện nóng ẩm và có nhiều khí độc hại, bụi đá sinh ra từ các đợt nổ mìn hoặc bốc xúc, vận chuyển. Các yếu tố này là những nguyên nhân cơ bản làm giảm năng suất lao động trong đào chống lò.

Những năm gần đây trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đã nghiên cứu áp dụng các tiến bộ kỹ thuật trong đào chống lò nhằm nâng cao tốc độ đào lò và giảm giá thành xây dựng, cải thiện điều kiện lao động cho thợ đào lò.

Xu thế chung trên thế giới hiện nay là nghiên cứu áp dụng các kết cấu giảm nhẹ, gia cố tích cực thay thế các kết cấu nặng nề, thụ động. Trong một thời gian dài, kết cấu neo đã được sử dụng với mục đích chống giữ và gia cường cho các công trình ngầm trong xây dựng cũng như trong mỏ [5-11]. Theo tính chất cơ học của chúng, kết cấu neo được phân ra làm nhiều loại khác nhau trong đó có neo ma sát

(neo ống). Phân tích tính toán neo ống hờ cũng như khả năng làm việc của chúng đã được nghiên cứu bằng phương pháp giải tích [5,11], phương pháp thực nghiệm [10], và phương pháp số [7, 9]. Ngoài ra, còn nghiên cứu sử dụng các biện pháp khác nhau để tăng cường khả năng làm việc của neo cũng như tăng thời gian làm việc của neo [8]. Tại tất cả các mỏ hầm lò trong ngành than Việt nam thời gian qua đã áp dụng chống lò bằng vì neo bê tông cốt thép và chất dẻo cốt thép kết hợp với bê tông phun hoặc lưới thép đạt nhiều thành công nâng tốc độ đào và giảm đầu tư cho công trình đào lò đã và đang được quan tâm nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phân loại neo ống

Hiện nay trong lĩnh vực xây dựng mỏ và công trình ngầm, có ba loại neo ống được sử dụng rộng rãi:

- Neo ống ô van kín (oval shaped friction pipe anchor)



- Neo ống có rãnh hở (split-set-anchor)
- Neo ống phồng (swellex rock bolt)

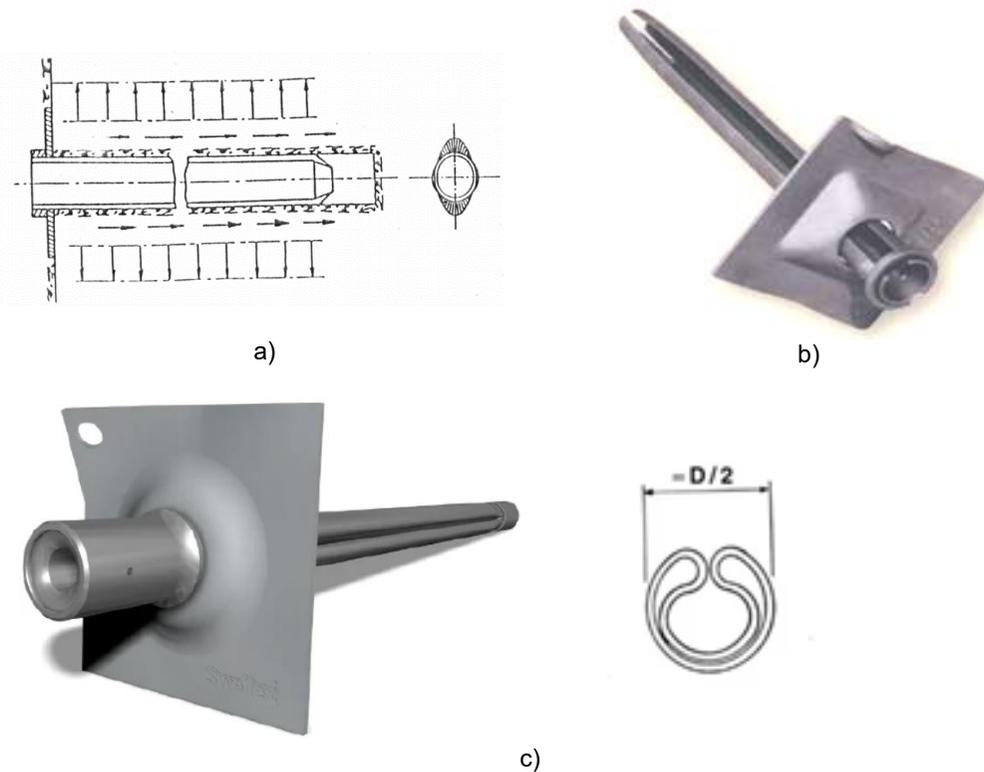
Neo ống ô van kín được phát minh vào năm 1971. Thân neo là một ống thép được ép từ ống tròn thành hình ô van và làm việc theo nguyên lý ma sát (Hình 1a). Khi ấn neo vào lỗ khoan, có đường kính nhỏ hơn trục dài của ống ô van, giữa thành ống và lỗ khoan có tác động tương hỗ: lỗ khoan nén ép ống neo trong giới hạn đàn hồi và do vậy tạo ra phản lực từ ống neo lên thành lỗ khoan. Nhờ đó lực ma sát giữa neo và lỗ khoan được hình thành và tạo ra khả năng mang tải của neo.

Neo ống có rãnh hở là phát minh của hãng Ingersoll-Rand của Mỹ vào năm 1973 và đưa vào áp dụng năm 1976 tại các mỏ kim loại màu sau nhiều lần thử nghiệm. Tính đến năm 1980 đã có

5 triệu neo được sử dụng và hàng năm tiêu thụ khoảng 3,5 triệu neo.

Thân neo ống là ống tròn có rãnh hở và làm việc theo nguyên lý ma sát do đường kính của thân neo lớn hơn đường kính của lỗ khoan (Hình 1b)

Neo ống phồng là sản phẩm của hãng Atlas Copco AB, Thụy Điển được phát triển vào những năm 1982 và được đưa vào sử dụng rộng rãi trên thế giới vào năm 1986. Neo ống phồng cũng làm việc theo nguyên lý ma sát. Thân neo ban đầu có dạng hình tròn được ép bẹp để giảm đường kính. Sau khi được ấn vào lỗ khoan thân neo được bơm phồng lên bằng nước với áp lực cao (áp lực bơm từ 24 đến 30 MPa (240-300 bar) và khả năng mang tải của neo khoảng 10 đến 30 Tấn/m (Hình 1c).



Hình 1. Ba loại neo ống phổ biến trên thế giới [2,4]

So với các loại vì neo khác (neo cơ học, neo dính kết) cũng như các kết cấu chống truyền thống thì các loại neo ống có khả năng gia cố khối đá tích cực và có rất nhiều ưu điểm:

- Neo ống có cấu tạo đơn giản;
- Có thể gây áp lực thích ứng với mỗi loại đất đá
- Tăng khả năng mang tải và hạn chế biến dạng của khối đá nhờ tạo ra áp lực bên trong khối đá;

- Có thể dịch chuyển cùng khối đá mang đặc điểm như một kết cấu chống linh hoạt;

- Khả năng mang tải của neo ống có thể tăng theo thời gian do biến dạng của khối đá gây tương tác nén ép với thân neo;

- Neo ống làm việc ngay sau khi lắp đặt;
- Giảm cường độ lao động cho thợ lò thi công vì trọng lượng của thanh neo rất nhỏ;



- Chi phí thấp hơn so với neo cơ học và neo dính kết;

Trong ba loại neo kể trên, neo ống có rãnh hở có nhiều ưu điểm nổi trội:

- Cấu tạo đơn giản và dễ chế tạo nhất;
- Khả năng chịu tải tốt hơn neo ống ô van kín vì diện tiếp xúc với thành lỗ khoan lớn hơn;
- Chi phí vật liệu thấp nhất;
- Không đòi hỏi trang thiết bị đặc biệt khi thi công như neo ống phòng.

2.2. Cấu tạo của neo ống có rãnh hở

Neo ống hở là loại vì neo ống thép gồm hai bộ phận: ống thép và đế đỡ

Ống thép sử dụng loại thép dày 2,5 ÷ 2,75 mm cuộn thành. Chiều dọc thành ống có khe hở 8 ÷ 12 mm. Đầu ống dập thành hình nón cụt. Đuôi ống được hàn một đáy hình tròn đường kính 8 mm để đỡ tấm đệm. Tấm đệm bằng thép A3 dày 4,5 mm hình vuông.

2.3. Nguyên lý làm việc và đặc tính lực học

Neo ống có rãnh hở là loại vì neo ống thép có ưu điểm kết hợp lực tập trung ở điểm nút và toàn thân nên phát huy được đầy đủ nguyên lý tác dụng của vì neo khi công tác hình thành đường đặc tính

ứng lực đàn hồi làm cho bề mặt lỗ khoan có ứng lực nén theo đường kính.

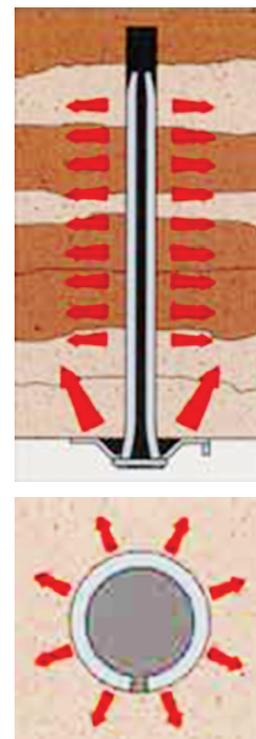
Đặc điểm kết cấu của vì neo ống là ống thép mở sườn, đường kính đều nhau, trong quá trình cuốn ống đã sinh ra một dư ứng lực đàn hồi khá lớn khi đưa neo ống vào lỗ khoan có đường kính nhỏ hơn nó 2 ÷ 3 mm nên phát sinh một lực hướng theo đường kính một cách đều đặn, cho nên mặt ngoài vì neo ống tiếp xúc với thành lỗ khoan sinh ra lực ma sát. Bên cạnh đó để đỡ sinh ra lực đỡ đất đá xung quanh lỗ khoan. Vì vậy xung quanh vì neo hình thành khu ứng lực gần như hình trụ. Trong khi lắp vì neo ống, neo sẽ có được dư ứng lực đàn hồi tác động mạnh vào thành lỗ khoan càng làm tăng thêm lực ma sát. Đó là lực cố định ban đầu. Qua thực nghiệm cho thấy lực cố định ban đầu của vì neo ống là 4 ÷ 6 Tấn. Lực cố định thay đổi theo chiều dài ống thép, chất lượng thép, chất lượng thi công v.v... càng có hiệu quả hơn khi đất đá xung quanh biến dạng sớm.

Tính năng kỹ thuật:

- Lực ban đầu 4 - 6 tấn;
- Lực thời kỳ sau 6 - 8 tấn;
- Lực rơi vòng đệm 12 tấn;
- Lực rơi đế 20 tấn.

Bảng 1. Tính năng kỹ thuật của neo ống có rãnh hở GKQ – A (Trung Quốc) [1]

Thân vì neo	Đường kính ngoài (mm)	43 – 0,5
	Chiều dày (mm)	2,5
	Loại thép	A3
	Khối lượng (kg)	3,5
Vòng đệm	Quy cách (mm)	φ 8 x 58,5
	Loại thép	A3
	Khối lượng (kg)	0,12
Đế đỡ	Quy cách (mm)	150 x 150
	Chiều dày (mm)	4,5
	Loại thép	A3
	Khối lượng (kg)	0,65
Tổng khối lượng (kg)		4,27



Hình 2. Nguyên lý làm việc của neo ống có rãnh hở (Split – set – anchor)



2.4. Điều kiện áp dụng chống neo ống tại các đường lò đá trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Trong giai đoạn thử nghiệm nên áp dụng chống neo ống trong các điều kiện sau [3]:

- Các đường lò đá xây dựng cơ bản 1 đường xe có chiều rộng và chiều cao đào tối đa 3 m. Đường lò có dạng vòm bán nguyệt, tường thẳng;
- Thời gian tồn tại của đường lò từ 5 -10 năm;
- Khối đá có mức độ nứt nẻ trung bình đến liên khối và khối đá không chứa nước ngầm;
- Độ bền nén đơn trục trung bình của đá $\sigma_N \geq 40$ Mpa, lực dính kết $c \geq 4,0$ MPa, mức độ ổn định của khối đá theo phương pháp của Bieniawski thuộc loại trung bình xấu đến tốt (RMR ≥ 41).

2.5. Thiết kế hệ chiếu và thiết lập dây chuyền công nghệ thi công khi đào lò đá chống bằng neo ống có rãnh hở

2.5.1. Thiết kế hệ chiếu chống lò đá bằng neo ống có rãnh hở

Mục tiêu hàng đầu của công tác thiết kế kết cấu chống là giúp cho khối đá duy trì và tăng khả năng mang tải.

Để có được kết cấu chống hợp lý cần thiết phải có phương pháp thiết kế hợp lý, phù hợp với các cơ chế tương tác giữa kết cấu chống và khối đá.

Các tiêu chuẩn thiết kế cần tuân thủ:

- Việc thiết kế neo ống phải giữa vào khả năng mang tải - lực dính bám của thân neo; khi thiết kế ban đầu có thể chọn giá trị kinh nghiệm nhỏ nhất do cơ sở chế tạo cung cấp (ví dụ neo ống của Trung Quốc là 40kN)
- Chiều dài và mật độ của neo ống có rãnh hở được xác định, tính toán tùy theo sơ đồ thiết kế được chọn, cụ thể tùy thuộc vào thiết kế theo sơ đồ nguyên lý treo hay theo nguyên lý bán dầm;
- Do không có được thông tin đầy đủ về đặc điểm cấu trúc của khối đá, vì vậy cần thiết phải lựa chọn hệ số an toàn cho hợp lý khi tính toán.

2.5.2. Quy trình công nghệ khi đào lò đá chống bằng neo ống có rãnh hở

Chu kỳ đào chống lò đá bằng neo ống được tiến hành theo 4 giai đoạn:

Giai đoạn 1: Khoan nổ mìn tiến gương, giai đoạn này cần thiết phải thực hiện biện pháp khoan nổ mìn tạo biên.

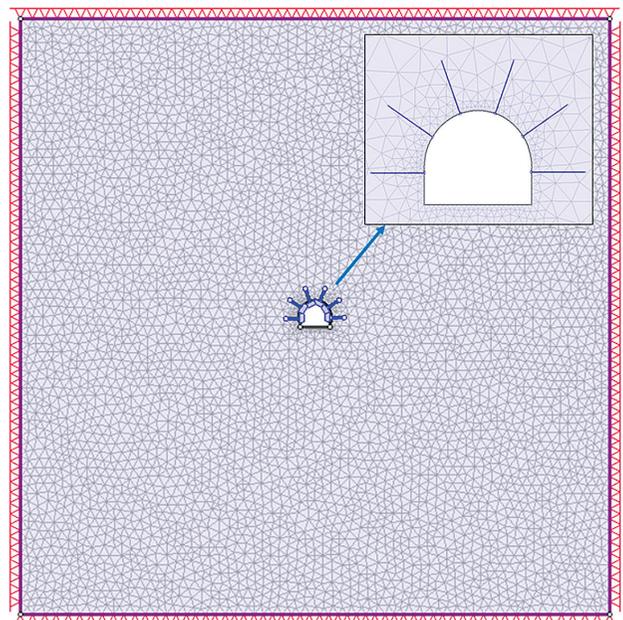
Giai đoạn 2: Cây om xúc một phần đất đá gương sau khi nổ mìn

Giai đoạn 3: Khoan các lỗ neo trong một vòng và lắp đặt neo ống

Giai đoạn 4: Xúc hết đất đá gương

2.6. Mô phỏng số cho đường lò xuyên vỉa +100 Công ty than Dương Huy

Phần này được thực hiện để đánh giá mức độ ảnh hưởng của kết cấu chống neo ống có rãnh hở đến độ ổn định của khối đá xung quanh đường lò xuyên vỉa mức +100 tại mỏ than Dương Huy, cụ thể là đánh giá độ ổn định của khối đá xung quanh đường lò, chuyển vị xung quanh đường lò và phân bố lực dọc của kết cấu neo ống có rãnh hở. Hình 3 trình bày mô phỏng số 2D điển hình trong điều kiện biên biến dạng phẳng được thực hiện trên phương pháp phần tử hữu hạn (FEM), sử dụng phần mềm Phase 2, khi chịu tải trọng tĩnh với giả thiết rằng ứng xử khối đá là đàn hồi. Đường lò tường thẳng vòm một tâm có kích thước chiều rộng x chiều cao là 3,0 x 2,75 m. Mô hình có kích thước theo cả hai phương 60 m và biên mô hình được cố định theo tất cả các phương. Mô hình bao gồm 9535 phần tử và 4875 nút. Đường lò nghiên cứu nằm ở độ sâu 150 m, đá có khối lượng thể tích là 0,025 MN/m³ và có cường độ chịu nén đơn trục lấy trung bình là 70 MPa, khối đá có chỉ số RMR = 60. Mô hình khối đá được giả thiết là mô hình đàn hồi. Đường lò được chống giữ bằng neo ống có rãnh hở, số neo một



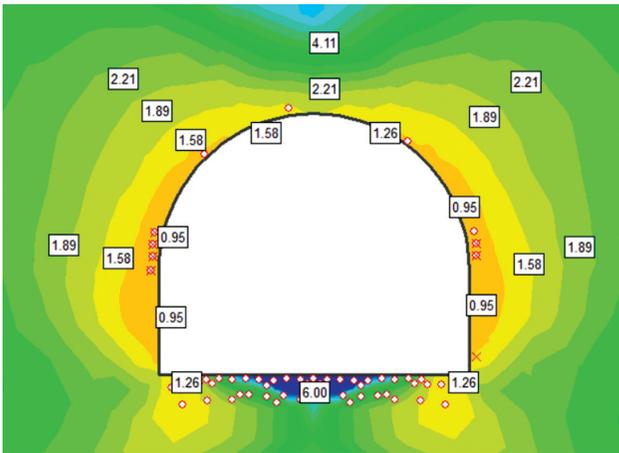
Hình 3. Mô hình số cho lò xuyên vỉa mức +100

vòng là 6 neo chiều dài 1,5 m, bước chống 1 x 1 m. Neo ống có rãnh hở với khả năng chịu tải trọng kéo lớn nhất là 8 Tấn và những đặc tính khác được trình bày trong Bảng 1.

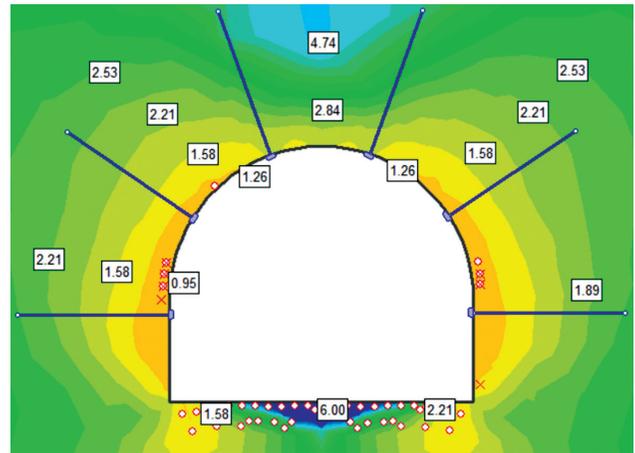
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Từ Hình 4 có thể thấy, hệ số độ bền của khối đá xung quanh đường lò, với cả hai phương pháp thi công chống bằng neo và không chống thì hệ số độ bền của khối đá ở nóc đường lò là 1,26, hông đường lò là 0,95 và càng xa đường hầm hệ số độ bền khối đá sẽ tăng lên và tăng nhanh hơn trong khối đá xung quanh đường lò được chống bằng neo ống có rãnh hở. Hình 4 cũng thể hiện phần

tử bị phá hủy xung quanh đường lò, với đường lò được chống bằng neo ống có rãnh hở thì vùng phá hủy chỉ xuất hiện ở nền và hông đường lò do ứng suất kéo và cắt gây ra. Trong khi đó với đường lò không chống, ngoài vùng phá hủy xuất hiện ở hông và nền đường lò thì phần nóc đường lò bắt đầu xuất hiện vùng phá hủy do ứng suất kéo gây ra. Tuy kết quả này chưa làm nổi bật được vai trò của neo ống có rãnh hở do được chống trong khối đá tương đối là cứng vững ($RMR = 60, f = 7$), và chưa kể đến các khe nứt trong khối đá nhưng cũng cho thấy khối đá xung quanh đường lò được chống bằng neo ống có rãnh hở ổn định hơn khối đá xung quanh đường lò không chống.

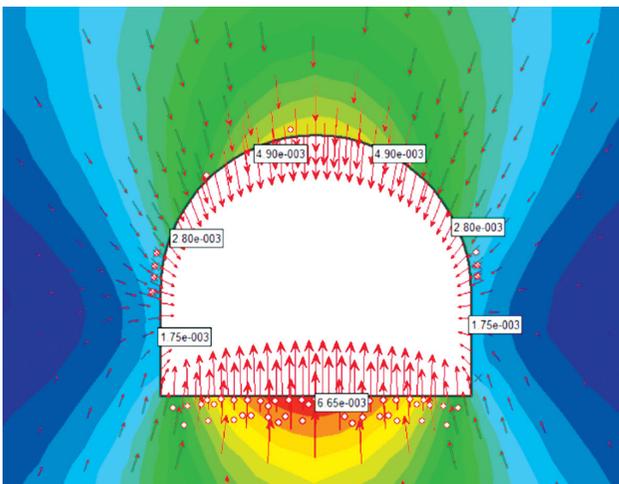


a) Đường lò không chống neo

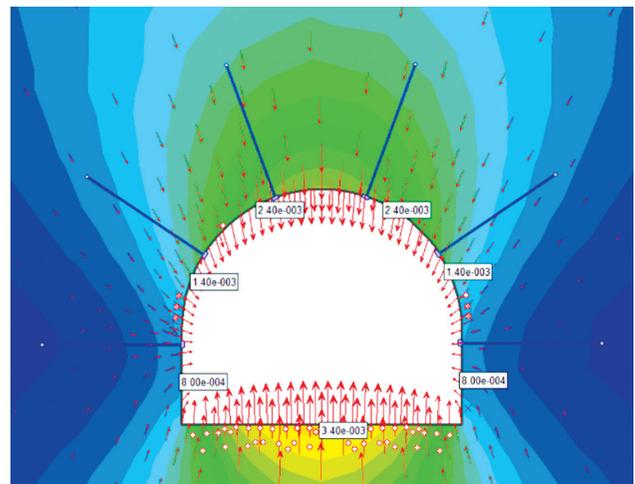


b) Đường lò có chống neo

Hình 4. Hệ số độ bền xung quanh đường lò

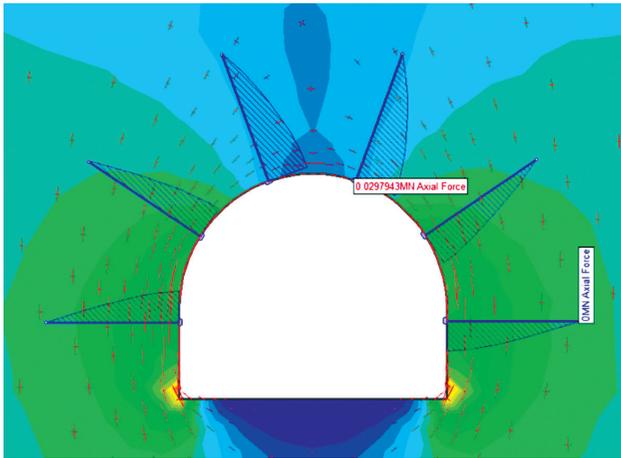


a) Đường lò không chống neo

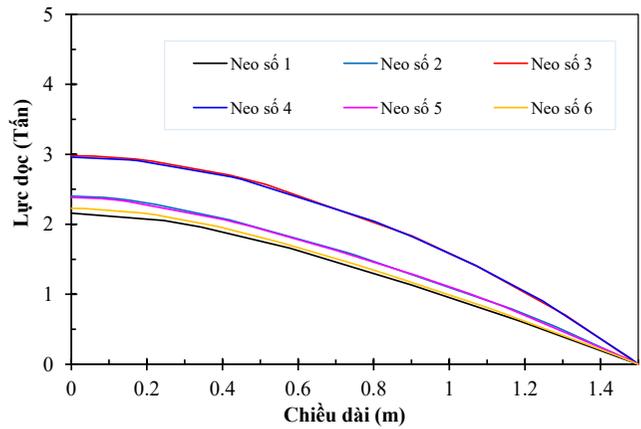


b) Đường lò có chống neo

Hình 5. Phân bố chuyển vị xung quanh đường lò



a) Dạng hình ảnh



b) Dạng biểu đồ

Hình 6. Phân bố lực dọc theo chiều dài neo ống có rãnh hở

Hình 5 thể hiện kết quả chuyển vị xung quanh đường lò không chống và có chống neo là rất nhỏ, chuyển vị lớn nhất xuất hiện ở vùng nóc và nền đường lò lần lượt là 4,9 và 6,65 mm (Hình 5a) ở đường lò không chống và 2,4 và 3,4 mm ở đường lò được chống bằng neo ống có rãnh hở (Hình 5b). Hình 6 thể hiện phân bố lực dọc dọc theo chiều dài của 6 thanh neo ống có rãnh hở. Kết quả cho thấy hai thanh neo ở nóc hầm (neo số 3 và 4) chịu tải nhiều nhất là 2,9 tấn so với các thanh neo ở hai bên hông (neo số 1, 2 và 5, 6) chịu tải từ 2 đến 2,5 tấn.

Từ các kết quả mô phỏng số cho cho thấy, khối đá xung quanh đường lò được chống bằng neo ống có rãnh hở ổn định. Dựa trên phân tích chuyển vị của khối đá xung quanh đường lò xuyên vỉa mức +100 và lực dọc trong các thanh neo ống có rãnh hở cho thấy việc sử dụng neo ống có rãnh hở cho đường lò xuyên vỉa +100 tại mỏ than Dương Huy là phương án an toàn và hợp lý.

4. KẾT LUẬN

➢ Những năm gần đây một số nước trên thế giới như Mỹ, Thụy Điển, CHLB Đức và đặc biệt là Trung Quốc đã và đang sử dụng rộng rãi vì neo ống phục vụ chống lò đá và công trình ngầm vì có các ưu điểm:

- Neo ống có cấu tạo đơn giản, dễ lắp đặt, có thể chế tạo trong nước;
- Neo ống mang tải ngay sau khi lắp đặt (hơn hẳn neo dánh kết cốt thép). Tăng khả năng mang

tải và hạn chế biến dạng của khối đá nhờ tạo ra áp lực bên trong khối đá;

- Có thể dịch chuyển cùng khối đá do vậy có đặc điểm như một kết cấu linh hoạt;
- Giảm nhẹ cường độ cho thợ đào lò, thợ hầm vì trọng lượng của neo nhỏ 4,27 kG/neo;
- Chi phí cho 1m lò thấp hơn neo dánh kết khoảng 30% (neo bê tông cốt thép và neo chất dẻo cốt thép) do không phải sử dụng các vật liệu và thiết bị đắt tiền;
- Tốc độ đào chống lò tăng lên từ 30 ÷ 40% so với chống vì truyền thống.

Trong ba loại neo ống: Neo ống ô val kín, neo ống có rãnh hở, neo ống phồng (Swellax rockbolt) thì neo ống có rãnh hở được sử dụng nhiều nhất:

➢ Phạm vi áp dụng thử nghiệm neo ống có rãnh hở cần được mở rộng kết hợp mua vì neo ống của Trung Quốc GKQ-A và tiến tới tự chế tạo neo ống trong nước vì kết cấu của loại neo này rất đơn giản. Có như vậy chúng ta mới xây dựng được tốc độ đào chống lò như dự kiến và giảm giá thành thi công công trình;

➢ Để việc thử nghiệm neo ống có rãnh hở thành công trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam thì cần số lượng vị trí thử nghiệm và chiều dài đoạn lò đá thử nghiệm đủ lớn: $L_{đoạn} \geq 200m$ cho một vị trí để có nhiều kết quả so sánh, đánh giá để sau thử nghiệm có thể xây dựng được quy trình đào chống lò đá bằng neo ống cho toàn ngành □



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Anh Tuấn (1994), Vi neo ống thép GKQ-A. Công nghiệp mỏ. số 4, 1994.
2. Nguyễn Quang Phích (1992), Neo ống và khả năng áp dụng ở các mỏ hầm lò Việt Nam, Tạp chí Năng lượng.
3. Tổng Công ty Than Việt Nam (1999). Qui trình đào chống lò đá bằng vi neo bê tông cốt thép ở các mỏ than hầm lò. Hà Nội, tháng 6, 1999.
4. Atlast copco (1990). Tài liệu giới thiệu về neo Swellex 4, 1990.
5. Davis, R.L.. (1979). Split-set rock bolt analysis. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts. 16. 1-10. 10.1016/0148-9062(79)90770-8.
6. He, Manchao & Gong, Weili & Wang, Jiong & Qi, Peng & Tao, Zhigang & Du, Shuai & Peng, Yanyan. (2014). Development of a novel energy-absorbing bolt with extraordinarily large elongation and constant resistance. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 67. 29–42. 10.1016/j.ijrmms.2014.01.007.
7. Komurlu, Eren & Demir, Serhat. (2019). Length Effect on Load Bearing Capacities of Friction Rock Bolts. Periodica Polytechnica Civil Engineering. 10.3311/PPci.14081.
8. Komurlu, Eren & Kesimal, Ayhan. (2014). Improved Performance of Rock Bolts using Sprayed Polyurea Coating. Rock Mechanics and Rock Engineering. 48. 10.1007/s00603-014-0696-4.
9. Samala, Sai & Porathur, John & Giri, Ayan & Jagapthal, Vinod. (2023). Numerical Modeling of Split-Set Friction Bolt. 10.1007/978-3-031-46966-4_20.
10. Silva, P. & Ribas, G. & Gontijo, A. & Saliba, G. & Lopez, J. & Abduani, T.. (2023). Instrumented Pull Test Results in Grouted Split Sets, and Its Comparison with Non-Grouted Test Results in an Underground Manganese Mine – Corumbá/MS - Brazil. 10.56952/ARMA-2023-0464.
11. Tomory, P.B. & Grabinsky, M.W. & Curran, J.H. & Carvalho, J.. (1998). Factors influencing the effectiveness of split set friction stabilizer bolts. CIM Bulletin. 91. 205-214.

THE ABILITY TO EFFECTIVELY USE SPLIT SETS TO SUPPORT ADIT IN THE ROCK MASS/DRIFT IN THE VIETNAM NATIONAL COAL-MINERAL INDUSTRIES HOLDING CORPORATION LIMITED

Chu Viet Thuc
Electric Power University
Dao Van Canh
Vietnam Mining Science and Technology Association

ABSTRACT

The global trend in mining is to use active structures instead of passive ones. In the Vietnamese coal industry, underground mines have started using end-anchored or fully bonded structures combined with shotcrete or steel mesh, leading to increased excavation speed and cost savings. This has attracted research attention. This article focuses on the study of split sets, including their structure, working principles, and application conditions. The study also used numerical modelling to assess the effectiveness of split sets in stabilising the rock mass around the adit. The results demonstrated that split sets are effective in supporting the adit in the rock mass, offering immediate bearing force after installation, bearing force throughout the body, and a simple structure and installation technology.

Keywords: *split sets, rock adit, numerical model*

Ngày nhận bài: 24/4/2024;

Ngày gửi phản biện: 26/4/2024;

Ngày nhận phản biện: 28/5/2024;

Ngày chấp nhận đăng: 03/6/2024.

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.