



NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN KẾT CẤU CHỐNG GIỮ TỔ HỢP BẰNG VỊ THÉP KẾT HỢP NEO CHO ĐƯỜNG LÒ DỌC VỈA BẰNG PHƯƠNG PHÁP SỐ

Đào Viết Đoàn

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 15/7/2025

Ngày nhận bài sửa: 18/8/2025

Ngày chấp nhận đăng: 20/8/2025

Tác giả liên hệ:

Email: daovietdoan@gmail.com

TÓM TẮT

Hiện nay, các đường lò dọc vỉa than thường được chống giữ bằng kết cấu chống thép. Loại đường lò này thường đào trong điều kiện khối than mềm yếu và chịu ảnh hưởng của áp lực khi khai thác lò chợ nên nếu chống giữ không chắc chắn thì thường xảy ra hiện tượng nén bẹp, bóp méo, nén lún, thu nhỏ diện tích từ đó dẫn đến không đủ diện tích sử dụng và phải đào xén lại gây mất thời gian, gia tăng thêm chi phí và thậm chí còn gây mất an toàn. Chính vì vậy, cần thiết phải tiến hành nghiên cứu áp dụng loại hình kết cấu chống phù hợp đảm bảo chống giữ đường lò ổn định trong quá trình đào cũng như thời gian sử dụng. Một trong những loại hình kết cấu chống giữ có thể đảm bảo yêu cầu của đường lò dọc vỉa than là loại kết cấu chống hỗn hợp vị thép kết hợp với neo. Bài viết dựa vào điều kiện địa kỹ thuật đường lò dọc vỉa than vỉa 10 mức -80 Công ty than Mạo Khê – TKV có tiết diện đào bằng $8,4 \text{ m}^2$, xây dựng mô hình số và tính toán lựa chọn kết cấu chống cho đường lò bằng kết cấu chống hỗn hợp với tham số gồm vị thép SVP-22 khoảng cách bước chống 500 mm /vị kết hợp với 8 thanh neo thường đường kính 20 mm khoảng cách giữa các neo $1500 \times 700 \text{ mm}$ và 2 thanh neo cáp có đường kính $17,8 \text{ mm}$ chiều dài 6300 mm để chống giữ đường lò. Kết quả nghiên cứu là tài liệu tham khảo cho việc lựa chọn kết cấu chống đường lò dọc vỉa than.

Từ khóa: Kết cấu chống hỗn hợp neo vị thép; đường lò dọc vỉa than; phương pháp số.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Loại hình kết cấu chống tổ hợp gồm nhiều loại, chúng được cấu tạo từ 2 hoặc nhiều loại kết cấu chống đơn lẻ với nhau, có thể bao gồm: kết cấu chống neo kết hợp bê tông phun; kết cấu chống neo kết hợp lưới thép bê tông phun; kết cấu chống neo kết hợp khung thép; kết cấu chống khung thép kết hợp với bê tông phun; kết cấu chống khung thép kết hợp với neo bê tông phun; kết cấu chống bê tông cốt thép lưu vi; kết cấu chống neo kết hợp khung thép và bê tông đổ liền khối... Chúng phát huy được những ưu điểm của loại hình kết cấu đơn lẻ kết hợp với nhau cũng như hạn chế các nhược điểm khi sử dụng đơn lẻ các loại hình kết cấu để

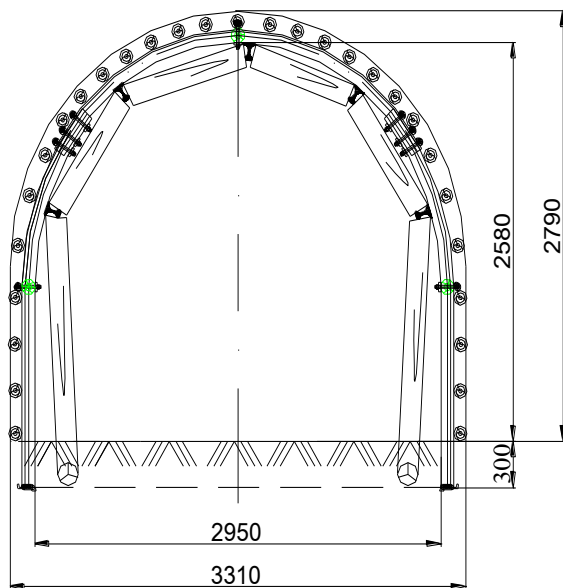
chống giữ đường lò. Kết cấu chống tổ hợp thường được áp dụng để chống giữ đường lò khi đào qua khối đá mềm yếu, chịu áp lực cao, trương nở thể tích, phay, đứt gãy, đường lò đào qua vỉa than, đường lò chịu áp lực của công tác khai thác lò chợ. Tuy nhiên, trong mỗi trường hợp sử dụng để chống giữ cho điều kiện đường lò nào đó, cần đánh giá điều kiện sử dụng, điều kiện chịu lực và các điều kiện ảnh hưởng khác để tính toán lựa chọn cho phù hợp. Bài viết dựa vào điều kiện địa kỹ thuật đường lò dọc vỉa than vỉa 10 mức -80 Công ty than Mạo Khê – TKV có tiết diện đào bằng $8,4 \text{ m}^2$ đã xây dựng mô hình số và tính toán lựa chọn kết cấu chống cho đường lò bằng kết cấu chống hỗn hợp với tham số giữ cho đường lò.



2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hình dạng tiết diện ngang của đường lò

Đường lò được đào dọc vỉa than 10 mức -80 Công ty than Mạo Khê – TKV có hình dạng vòm cánh cung, kích thước tiết diện đào chiều rộng đường lò 3310 mm chiều cao bằng 2790 mm diện tích tiết diện đào bằng 8,4 m² thể hiện trên Hình 1 [4]



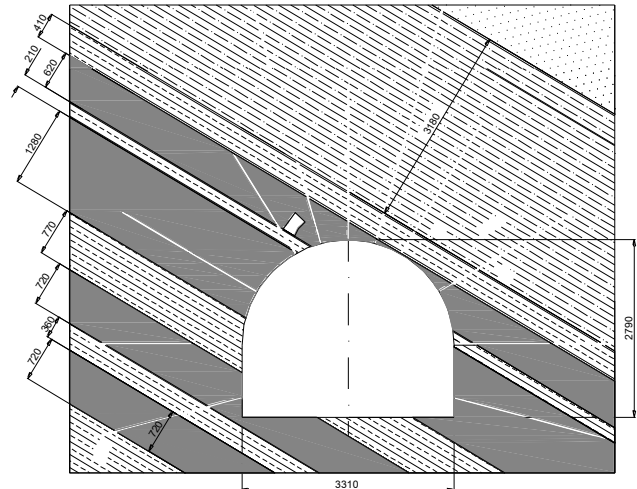
Hình 1. Hình dạng kích thước của đường lò dọc vỉa than

2.2. Điều kiện địa chất đường lò đào qua

Do điều kiện cấu tạo trầm tích nhíp điển hình nên vách vỉa thường tồn tại một tập đá kẹp kém bền vững (vách giả), đây là lớp đá dễ bị tách chẻ, sập lở, trượt tiếp xúc trong quá trình thi công trình thành không gian của đường lò. Mặt cắt địa chất điển hình khu vực đường lò đi qua thể hiện trên Hình 2 [2, 3]. Đường lò được đào qua vỉa than số 10 mức -80 có chứa 2 lớp đá kẹp. Trong mặt cắt địa chất điển hình chiều dày lớp đá kẹp 1 bằng 770 mm và chiều dày lớp đá kẹp 2 bằng 210 mm, trên nóc đường lò có 1 lớp vách giả có chiều dày bằng 410 mm, bên trên lớp vách giả là khối đá bột kết có chiều dày lớn, các lớp đá kẹp có tích chất cơ học lớn hơn so với lớp than nhưng mối liên kết giữa lớp than với lớp đá kẹp thường không chắc chắn dễ gây ra hiện tượng tách lớp. Vị trí đặt đường lò cách mặt đất 280 m [2, 3].

Điều kiện địa chất thủy văn khu vực đường lò đi qua: Khối than đá xung quanh Đường lò dọc vỉa than số 10 mức -80 xung quanh vỉa than là lớp đá sét kết, các lớp kẹp sét có khả năng cách nước tốt

do vậy đường lò khô ráo không ẩm ướt, không có nước [1].



Hình 2. Mặt cắt địa chất khu vực đường lò dọc vỉa đi qua

Điều kiện địa chất công trình khu vực đường lò đào qua: Khối đá trầm tích trong địa tầng khu vực đường lò đào qua gồm: Cuội - sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, sét than được mô tả như sau [1]:

- Các lớp sét than trong khoáng sàng chiếm khoảng 2 ÷ 5%, lớp này nằm trực tiếp tại trụ và vách vỉa than, có màu xám đen, mềm, dễ rời khi gặp nước dễ trương nở;

- Lớp khối đá sét kết: Chiếm khoảng 11% thường gặp ở diện nhỏ hẹp gần vách, trụ và trong các vỉa than. Chúng có màu xám đen, cấu tạo lớp mỏng, chiều dày không ổn định, thường từ vài cm đến 2 m. Sét kết thường là vách giả, dễ bị sập lở hoặc bị đào lò kéo theo cùng than. Giá trị $\gamma = 2,60 \text{ g/cm}^3$, $\Delta = 2,71 \text{ g/cm}^3$, $\delta_n = 270 \text{ kG/cm}^2$;

- Lớp khối đá bột kết: Chiếm khoảng 38% thường gặp khá phổ biến trong khu mỏ Mạo Khê, chiều dày lớp thay đổi, có chỗ tới 100m, chúng có màu xám tối, cấu tạo phân lớp rõ, có chỗ phân lớp mỏng, có khả năng bảo tồn hoá thạch, thường hay gặp ở địa tầng vách, trụ vỉa than. Giá trị $\gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$, $\Delta = 2,77 \text{ g/cm}^3$, $\delta_n = 850 \text{ kg/cm}^2$.

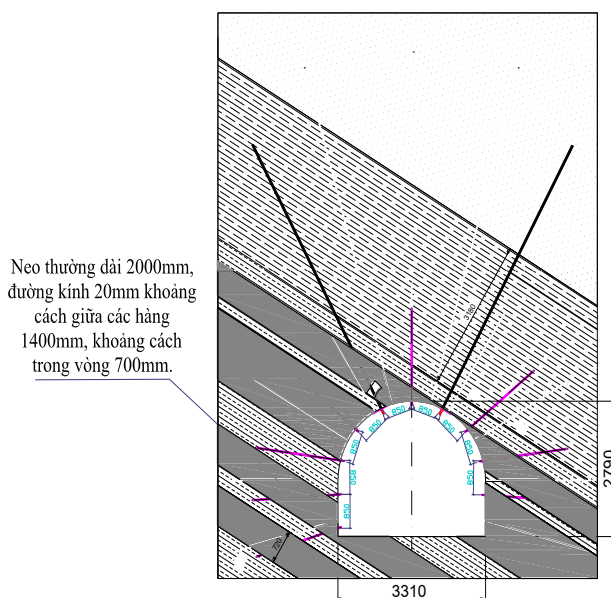
2.3. Lựa chọn phương án chống giữ cho đường lò

Dựa vào điều kiện địa chất thể hiện trên Hình 2 có thể nhận định rằng, trong phạm vi xung quanh đường lò là khối than đá mềm yếu, kém ổn định, khối đá này sẽ bị biến dạng lớn vào trong khoảng trống sau khi khai đào đường lò, phạm vi áp lực khối đá tác dụng lên kết cấu chống sẽ chủ yếu do lớp than, đá kẹp sét kết xung quanh đường lò gây ra. Chính vì vậy, lựa chọn kết cấu chống giữ cho



đường lò dọc vỉa than 10 mức -80 Công ty than Mạo Khê – TKV là loại kết cấu chống giữ hỗn hợp giữa vì thép kết hợp với neo thường và neo cáp. Loại hình kết cấu chống giữ hỗn hợp này vừa khắc phục được những nhược điểm của kết cấu chống vì thép và neo vừa lợi dụng được ưu điểm của hai loại hình kết cấu chống này kết hợp với nhau.

Thông số chống giữ hỗn hợp bằng vì thép kết hợp với neo thường và neo cáp được lựa chọn như sau: Do diện tích tiết diện nhỏ nên lựa chọn loại vì thép SPV-22 để chống giữ đường lò với khoảng cách bước chống 500 mm/vỉ. Thông số của neo thường gồm 8 thanh neo thường bố trí trên chu vi biên hông và nóc đường lò, đường kính neo thường bằng 20 mm, chiều dài neo thường bằng 2000 mm, khoảng cách giữa các hàng neo thường bằng 1400 mm, khoảng cách giữa các neo trong hàng là 700 mm, neo cáp sử dụng loại có đường kính 17,8 mm, khoảng cách giữa các hàng neo cáp bằng 1400 mm, khoảng cách giữa neo cáp trong vòng bằng 1600 mm. Hệ chiều chống vì thép kết hợp neo thường và neo cáp thể hiện trên Hình 3.

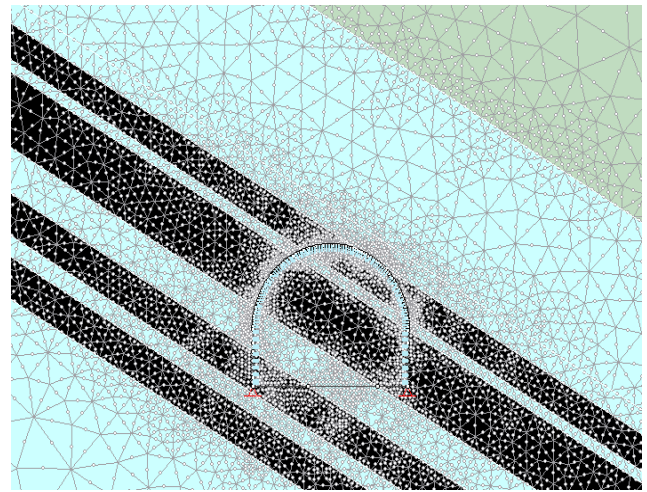


Hình 3. Hệ chiều chống thép kết hợp với neo thường và neo cáp

2.2. Xây dựng mô hình mô phỏng

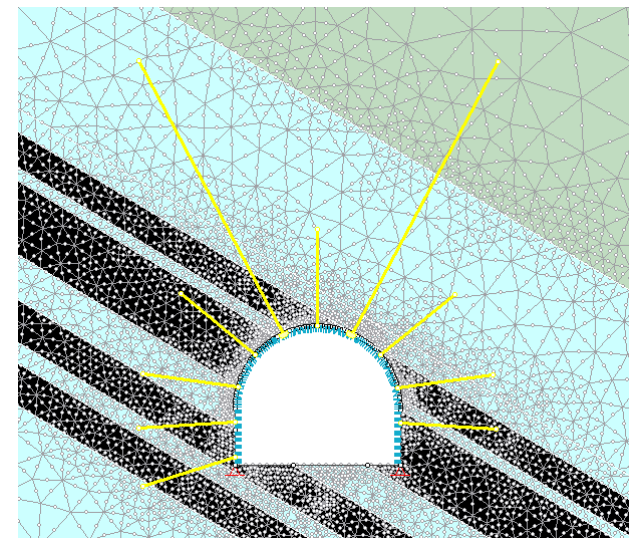
Từ điều kiện địa kỹ thuật khu vực đường lò đi qua, điều kiện thể nằm vỉa than, chiều dày vỉa, các lớp đá kẹp, diện tích tiết diện đường lò đào qua. Sử dụng phần mềm RS² lập mô hình tính toán, mô hình mô phỏng thể hiện các lớp than đá theo mặt

cắt địa chất và vị trí tương quan của đường lò dọc vỉa thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Thể nằm của vỉa than và vị trí đường lò trong mô hình mô phỏng

Phương án tính toán lựa chọn kết cấu chống tổ hợp cho đường lò chống giữ bằng kết cấu chống tổ hợp vì thép kết hợp với neo và neo cáp cho đường lò dọc vỉa than 10 mức -80 Công ty than Mạo Khê – TKV có tiết diện đường lò 8,4 m² thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. Mô hình mô phỏng kết cấu chống tổ hợp vì thép và neo

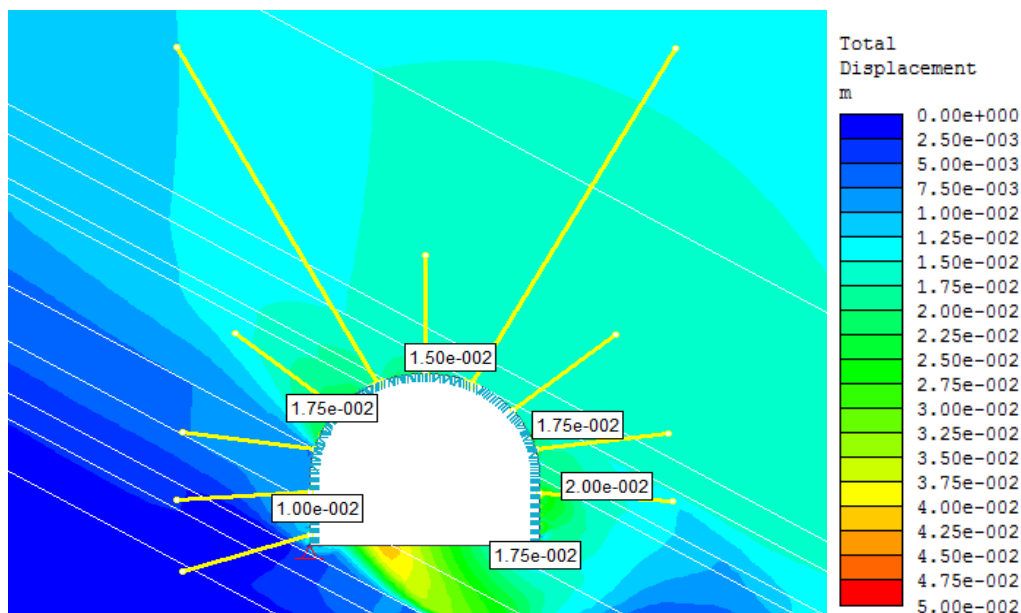
Các tham số kích thước mô hình, kích thước đường lò, tham số tính chất cơ lý của các loại khối đá, khối than và lớp kẹp sét mềm yếu và tham số của vì neo, neo cáp sử dụng trong các trường hợp mô phỏng thể hiện trên Bảng 1.

**Bảng 1. Các tham số đầu vào của mô hình mô phỏng**

Tham số	Đơn vị	Giá trị	Tham số	Đơn vị	Giá trị
<i>Tham số kích thước mô hình</i>			<i>Tham số kích thước đường lò</i>		
Chiều rộng	m	40	Chiều cao	m	3,310
Chiều cao	m	40	Chiều rộng	m	2,790
Chiều sâu đặt đường lò	m	150	Bán kính	m	-
<i>Tham số khối đá cuội kết</i>			<i>Tham số khối đá cát kết</i>		
Độ bền nén	MPa	120	Độ bền nén	MPa	120
Mô đun đàn hồi	MPa	7850	Mô đun đàn hồi	MPa	7450
Dung trọng	MN/m ³	0,028	Dung trọng	MN/m ³	0,0265
Hệ số Poát xông	-	0,2	Hệ số Poát xông	-	0,2
<i>Tham số khối đá bộ kết</i>			<i>Tham số khối đá sét kết</i>		
Độ bền nén	MPa	45	Độ bền nén	MPa	25
Mô đun đàn hồi	MPa	396	Mô đun đàn hồi	MPa	662
Dung trọng	MN/m ³	0,026	Dung trọng	MN/m ³	0,027
Hệ số Poát xông	-	0,2	Hệ số Poát xông	-	0,2
<i>Tham số khối than</i>			<i>Tham số lớp kẹp sét</i>		
Độ bền nén	MPa	20	Độ bền nén	MPa	15
Mô đun đàn hồi	MPa	429	Mô đun đàn hồi	MPa	177
Dung trọng	MN/m ³	0,014	Dung trọng	MN/m ³	0,017
Hệ số Poát xông	-	0,12	Hệ số Poát xông	-	0,12
<i>Tham số neo thường</i>			<i>Tham số neo cáp</i>		
Đường kính neo	mm	20	Đường kính neo cáp	mm	17,8
Chiều dài neo	m	2,0	Chiều dài neo cáp	m	6,3
Khoảng cách hàng neo	m	1,4	Khoảng cách hàng neo cáp	m	1,4
Khoảng cách neo trong vòng	m	0,7	Khoảng cách neo cáp trong vòng	m	1,6
<i>Tham số vì thép SVP-22</i>					
Chiều cao	mm	110	Mô men quán tính	cm ⁴	428.6
Diện tích tiết diện	cm ²	27.91	Mô đun Young	MPa	210000
Mô men chống uốn	cm ³	74.8	Hệ số Poisson	-	0.25
Độ bền chịu uốn cho phép của thép	MPa	270	Độ bền nén	MPa	500

3. KẾT QUẢ THẢO LUẬN

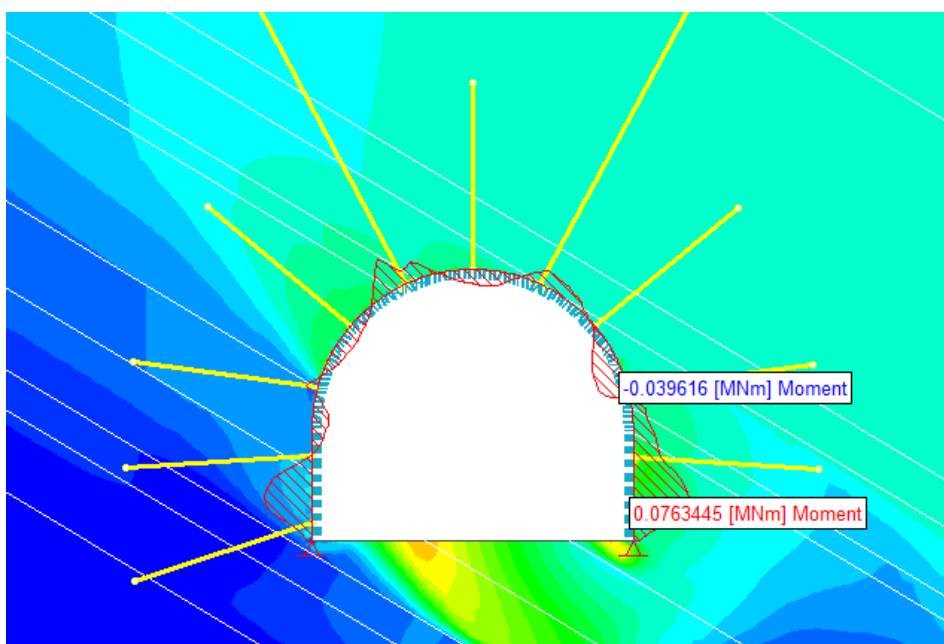
Kết quả mô phỏng, tổng biến dạng khi chống bằng kết cấu chống tổ hợp vì thép kết hợp với neo thường và neo cáp cho đường lò dọc vỉa than vỉa 10 mức -80 thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Tổng biến dạng khối đá trên biên đường lò

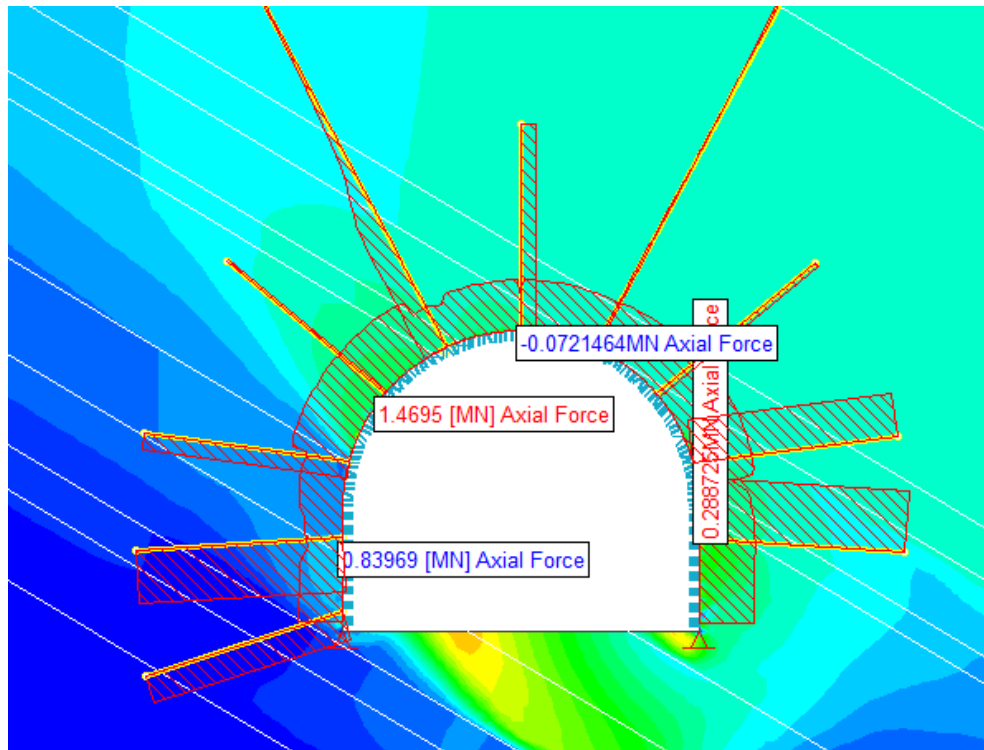
Từ kết quả mô phỏng ta có thể thấy rằng, tổng biến dạng khối đá xung quanh đường lò khi chống bằng kết cấu chống tổ hợp vì thép vì neo tại các vị trí hai bên hông, nóc và nền có giá trị khác nhau. Cụ thể trên nóc tổng biến dạng bằng 1,5 cm, hai bên hông bằng 1,75 cm, hai bên chân vòm bằng 1÷2 cm và nền đường lò bằng 1,75 cm. Với giá trị biến dạng này đối với đường lò dọc vỉa đào qua than có thể nhận định đường lò chống giữ bằng kết cấu chống hỗn hợp vì thép kết hợp với neo thường và neo cáp có thể đảm bảo ổn định cho đường lò.

Kết quả nội lực trong kết cấu chống tổ hợp vì thép kết hợp với neo cho đường lò dọc vỉa than vỉa 10 mức -80 thể hiện trên Hình 7 và Hình 8.



Hình 7. Biểu đồ moment trong khung thép và lực cắt trong kết cấu neo

Từ kết quả mô phỏng cho thấy nội lực trong kết cấu chống vì thép có mô men lớn nhất xuất hiện tại vị trí hai bên hông đường lò, nơi tiếp xúc giữa khối đá và vỉa than. Giá trị mô men trong kết cấu chống thép bằng 0,076 MN, giá trị nhỏ nhất bằng 0,039 MN.



Hình 8. Biểu đồ lực dọc trong khung thép và kết cấu neo

Từ kết quả trên Hình 8 cho thấy khi chống giữ bằng kết cấu chống thép lực dọc lớn nhất trong khung thép bằng lớn nhất bằng 1,46 MN, nhỏ nhất bằng 0,83 MN, lực dọc trục trong neo lớn nhất bằng 0,28 MN, nhỏ nhất bằng 0 tại đuôi neo cáp.

Với các kết quả biến dạng của khối đá, nội lực trong kết cấu chống có thể thấy rằng khi chống giữ đường lò dọc vỉa than vỉa 10 mức -30 tiết diện 8,4 m² có thể đảm bảo độ ổn định cho đường lò trong quá trình đào và sử dụng đường lò. Như vậy lựa chọn kết cấu chống cho đường lò bằng kết cấu chống tổ hợp vì thép kết hợp vì neo với tham số chống giữ như sau: vì thép sử dụng loại vì thép SVP-22, bước chống 500 mm/vì, kết cấu chống neo được lắp vào giữa hai khung thép, khoảng cách giữa các hàng neo cũng bằng 1400 mm/hàng. Trong vòng neo sử dụng 2 thanh neo cáp có chiều dài 6300 mm, đường kính 17,8 mm, tấm đệm neo cáp có kích thước 300x300x12 mm để chống giữ trên nóc đường lò, cũng trong vòng neo còn sử dụng 8 thanh neo thường để chống giữ nóc và hai bên hông đường lò với khoảng cách giữa các neo trong vòng bằng 700 mm, sử dụng loại neo chất dẻo cốt thép có chiều dài 2000 mm, đường kính 20 mm, tấm đệm neo thường sử dụng loại hình vuông có kích thước 150x150x8 mm.

4. KẾT LUẬN

Từ các điều kiện địa chất, hình dạng kích thước 8,4 m² của đường lò dọc vỉa than 10 mức -80 Công ty than Mạo Khê – TKV lựa chọn loại hình kết cấu hỗn hợp vì thép kết hợp neo thường và neo cáp để chống giữ đường lò với thông số chống giữ: vì thép sử dụng loại vì thép SVP-22, bước chống 500 mm/vì, kết cấu chống neo được lắp vào giữa hai khung thép, cách giữa các hàng neo bằng 1400 mm/hàng. Trong vòng neo sử dụng 2 thanh neo cáp có chiều dài 6300 mm, đường kính 17,8 mm khoảng cách giữa các hàng neo bằng 1400 mm, tấm đệm neo cáp có kích thước 300x300x12 mm để chống giữ trên nóc đường lò, cũng trong vòng neo còn sử dụng 8 thanh neo thường để chống giữ nóc và hai bên hông đường lò với khoảng cách giữa các neo trong vòng bằng 700 mm, sử dụng loại neo chất dẻo cốt thép có chiều dài 2000 mm, đường kính 20 mm, tấm đệm neo thường sử dụng loại hình vuông có kích thước 150x150x8 mm. Sử dụng phần mềm RS² để mô phỏng kiểm tra biến dạng, nội lực trong kết cấu chống hỗn hợp với các tham số nêu trên kết quả tổng biến dạng nóc bằng 1,5 cm, hai bên hông bằng 1,75 cm, hai bên chân vòm bằng 1÷2 cm và nền đường lò bằng 1,75 cm □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Công ty Cổ phần Tin học, 2018. Công nghệ, Môi trường – Vinacomin. *Báo cáo thăm dò nâng cấp trữ lượng từ lộ vỉa đến mức -400m phục vụ các Dự án khai thác mỏ.*
- [2]. Công ty than Mạo Khê – TKV, 2019. *Mặt cắt địa chất đường lò dọc vỉa than 10 mức -80.*
- [3]. Công ty than Mạo Khê – TKV, 2019. *Cột địa tầng vỉa 10 mức -80.*
- [4]. Công ty than Mạo Khê – TKV, 2019. *Hệ chiếu chống lò dọc vỉa than 10 mức -80.*

**RESEARCH ON CALCULATION OF COMBINATION
OF ROCK BOLT AND STEEL SUPPORT FOR THE COAL ROADWAY
BY NUMERICAL SIMULATION**

Doan Viet Dao

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Str., Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 15/7/2025

Revised: 18/8/2025

Accepted: 20/8/2025

Corresponding author:

Email: daovietdoan@gmail.com

ABSTRACT

Currently, coal roadway are often supported by steel support structures. This type of roadway is usually excavated in conditions where the coal is soft and affected by pressure of coal mined work, so if the support is not secure, the phenomenon of compression, distortion, settlement, and area reduction often occurs. Therefore, it is necessary to research and apply appropriate types of supporting structures to ensure stability of the roadway during excavation as well as during use. One of the types of supporting structures that can meet the requirements of the roadway along the coal seam is combination of rock bolt and steel support supporting structure. The article is based on the geotechnical conditions of the roadway along the coal seam 10 level -80 Mao Khe Coal Company - TKV with an excavation cross section of $8,4 \text{ m}^2$, then we have built a numerical model and calculated and selected the supporting structure for roadway of composite supporting structure with parameters including SVP-22 steel arch support with distance of 500 mm/frame combined with 8 anchors with a diameter of 20 mm with distance between anchors of $1400 \times 700 \text{ mm}$ and 2 cable anchor with diameter of 17,8 mm length 6300 mm. The research results are reference documents for selecting the supporting structure of the coal roadway.

Keywords: Combination of rock bolt and steel support; coal roadway; numerical simulation.

@ Vietnam Mining Science and Technology Association