

NGHIÊN CỨU SỰ PHÂN BỐ ỨNG SUẤT TRÊN TẤM ĐỆM VÀ LỰC ĐỌC TRỰC THÂN CỐT NEO CỦA KẾT CẤU NEO DỰ ỨNG LỰC

ĐÀO VIẾT ĐOÀN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: daovietdoan@gmail.com

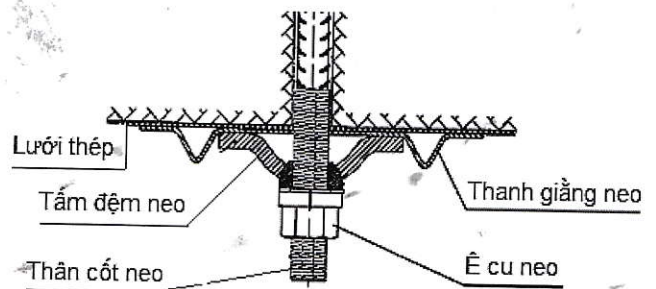
Cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, kết cấu chống giữ các đường lò trong mỏ đã trải qua nhiều loại hình kết cấu chống dạng bị động (kết cấu chống dạng khung) và loại hình kết cấu chống chủ động (kết cấu chống neo). Hiện nay kỹ thuật chống giữ bằng kết cấu chống neo đã phát triển với tốc độ rất nhanh và có xu hướng phát triển loại hình kết cấu chống neo cường độ cao, neo dự ứng lực, đây là loại hình kết cấu chống giữ trong điều kiện đường lò ở độ sâu lớn, chịu áp lực lớn, khối đá có tính biến dạng lớn.

Các bộ phận của kết cấu chống neo bao gồm: thân cốt neo, ê cu, giăng neo, lưới thép, chất dính kết và tấm đệm. Trong đó tấm đệm là một trong những bộ phận kết cấu bên ngoài của neo có tác dụng bảo vệ bề mặt bên ngoài khối đá, ngăn ngừa sự long rời bề mặt khối đá, truyền lực nén ép cho khối đá [1], [2], [3], [4],... Các tham số của tấm đệm như hình dạng tấm đệm, kích thước hình học của tấm đệm, độ cứng của tấm đệm đều ảnh hưởng đến trạng thái chịu lực của neo và hiệu quả chống giữ. Khi tấm đệm bị mất tác dụng (tấm đệm bị cong vênh, không ép sát vào bề mặt đất đá, nứt vỡ, lựa chọn không đúng chủng loại, các tham số tấm đệm không phù hợp...) sẽ làm mất khả năng chống giữ chủ động của kết cấu chống neo. Chính vì vậy cần lựa chọn loại hình tấm đệm phù hợp trong từng điều kiện chống giữ để phát huy tác dụng chống giữ chủ động của kết cấu chống neo. Bài viết phân tích tham số hình học, cơ học, sự chịu lực, nguyên lý làm việc của tấm đệm neo đồng thời tiến hành mô phỏng ảnh hưởng của kích thước tấm đệm neo đến sự phân bố ứng suất trên tấm đệm để thấy được sự ảnh hưởng của tham số này.

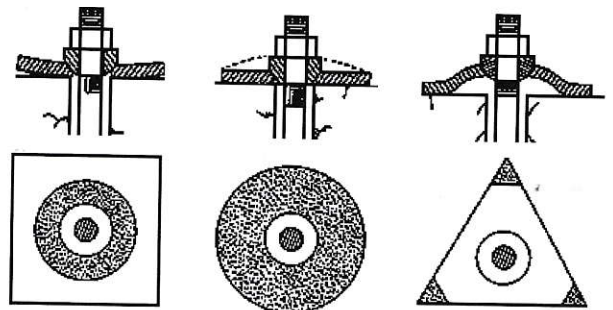
1. Các bộ phận của kết cấu neo và vật liệu của tấm đệm

Kết cấu chống neo bao gồm các bộ phận: thân

cốt neo; đai ốc; giăng neo; lưới thép; chất dính kết; tấm đệm (H.1). Một số loại tấm đệm thông dụng như trên H.2 [1].



H.1. Các bộ phận của kết cấu neo [1]



H.2. Một số dạng tấm đệm neo thông dụng và diện tích mặt tiếp xúc hiệu dụng [1]

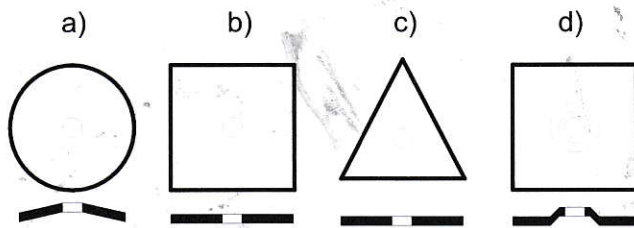
Vật liệu làm tấm đệm neo cũng phát triển và thay đổi cùng với sự tiến bộ của các loại hình kết cấu neo, các loại vật liệu làm tấm đệm neo qua các thời kỳ sử dụng bao gồm [2]: vật liệu gỗ, bê tông, gang đúc, thép và chất dẻo. Trong đó tấm đệm gỗ được sử dụng khá phổ biến từ những năm 60÷80 của thế kỷ thứ 20, đây là loại kết cấu có đặc tính mềm, có tính co giãn tốt, diện tích tiếp xúc lớn, trọng lượng nhẹ, rẽ tiền, nhược điểm là có độ cứng

thấp, dễ bị mục nát. Tấm đệm bê tông được sử dụng vào những năm 80 của thế kỷ trước được sử dụng để thay thế tấm đệm gỗ có ưu điểm dễ chế tạo, giá thành rẻ, nhược điểm là tính co giãn nhỏ, độ cứng thấp, dễ nứt vỡ. Tấm đệm đúc bằng gang được sử dụng vào đầu những năm 90 của thế kỷ trước, được sử dụng độc lập hoặc kết hợp với loại tấm đệm bằng gỗ, sử dụng tấm đệm bằng gang đúc nâng cao được độ cứng chống giữ, nhưng nhược điểm của loại tấm đệm này là tính co giãn kém, tính dòn cao, khi đúc thường tồn tại các khuyết tật, do đó trong quá trình sử dụng thường bị rạn nứt, hiện nay loại tấm đệm này không còn được sử dụng. Tấm đệm thép hiện nay được sử dụng khá phổ biến trong kết cấu chống giữ bằng neo, hình dạng của tấm đệm thép thường có các dạng như: tấm đệm phẳng, tấm đệm cầu, tấm đệm vòm, tấm đệm cầu lệch tâm, tấm đệm hình đĩa... trong các loại tấm đệm thép thì tấm đệm hình cầu hoặc vòm được sử dụng khá phổ biến vì có khả năng chịu lực cao, có tính co giãn nhất định, cường độ cao. Ngoài tấm đệm thép thì tấm đệm chất dẻo cũng được sử dụng trong một vài năm trở lại đây, thường dùng với loại thần neo composite chống giữ các đường lò đào trong than, có tính co giãn tốt, độ bền cơ học cao, trọng lượng nhỏ, chịu được môi trường nóng ẩm, dễ tạo hình

dạng, thuận tiện cho công tác khấu than bằng máy, nhược điểm là giá thành cao, độ bền và đập kém, chất thải khó xử lý.

2. Tham số hình học và cơ học của tấm đệm neo

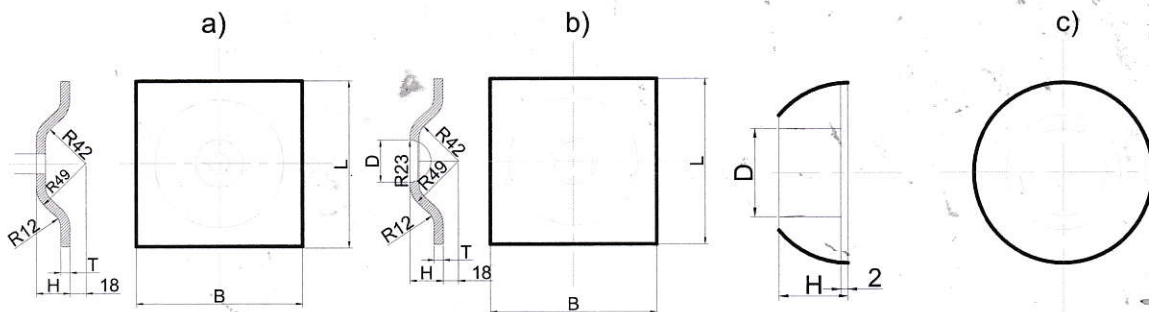
Hình dạng của tấm đệm neo bao gồm: hình tròn, hình vuông, hình tam giác, hình vuông được ép cong hình cầu hoặc hình nón thể hiện như trên H.3 [2], khả năng chịu tải của các loại tấm đệm này thể hiện trên Bảng 1 [2]. Ngoài các loại trên hiện nay còn có tấm đệm hình vòm, và loại tấm đệm lệch tâm có cường độ cao được sử dụng để chống giữ các đường lò chịu áp lực cao và đất đá có tính biến dạng lớn.



H.3. Các loại tấm đệm neo ép bằng thép: a - Tấm đệm tròn hình cầu; b - Tấm đệm vuông phẳng; c - Tấm đệm tam giác phẳng; d - Tấm đệm vuông hình vòm [2]

Bảng 1. Khả năng mang tải của một số loại tấm đệm neo bằng thép (theo H.3) [2]

Loại tấm đệm	Loại a	Loại b	Loại c	Loại d
Kích thước tấm đệm, mm	Φ 120	120×120	180×180×180	120×120
Chiều dày tấm đệm, mm	6	7	7	7
Diện tích tiếp xúc, cm ²	28,48	23,57	23,57	44,76
Ứng suất nén, MPa	35,1	42,4	42,4	22,3
Tải trọng kiến nghị, KN	100	80	80	180
Tình trạng biến dạng	Biên trong của tấm đệm xuất hiện rạn nứt	Cạnh của tấm đệm bị cong và không tiếp xúc với khối đá	Cạnh của tấm đệm bị cong và không tiếp xúc với khối đá	Cạnh của tấm đệm tiếp xúc tốt với khối đá



H.4. Các loại tấm đệm cầu: a - Tấm đệm vòm hình vuông; b - Tấm đệm vòm điều chỉnh tâm hình vuông; c - Tấm đệm điều chỉnh tâm hình tròn [2]

Hiện nay tại nhiều nước trên thế giới đặc biệt là Trung Quốc thường sử dụng loại tấm đệm hình

vòm có mã hiệu cường độ là Q235 hoặc không thấp hơn loại cường độ này, có diện tích bề mặt từ

10÷25 cm², chiều dày từ 6÷12 mm, được thể hiện trên hình H.4 [2]: D - Đường kính lỗ trung tâm, H - Chiều cao tấm đệm, T - Chiều dày tấm đệm, L - Chiều dài tấm đệm, B - Chiều rộng tấm đệm. Các loại tấm đệm này có cường độ chịu tải không nhỏ hơn cường độ giới hạn của thân cốt neo, kích thước không nhỏ hơn 10x10 cm, khi sử dụng loại thép có tính dẻo thì tải trọng giới hạn phải bằng 1,5 lần tải trong giới hạn của thân cốt neo.

3. Trạng thái ứng suất trong tấm đệm neo

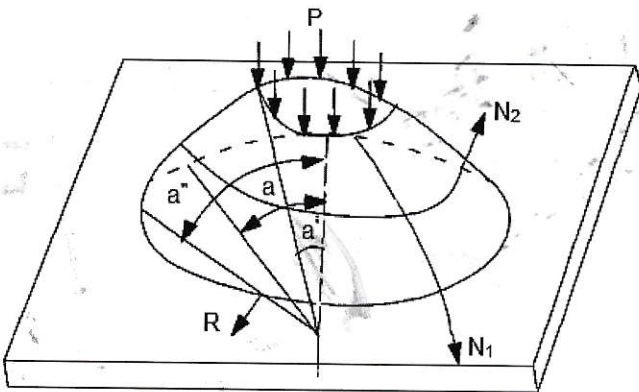
Hiện nay tấm đệm neo bằng thép hình cầu được sử dụng khá phổ biến trong kết cấu chống neo. Đây là loại tấm đệm có khả năng chịu tải lớn, dưới đây sẽ tiến hành phân tích ứng suất trong tấm đệm cầu khi tấm đệm chịu tải.

3.1. Mô hình cơ học

Mô hình cơ học chịu lực của tấm đệm thể hiện trên H.5 [2], với giả thiết sau:

- > Bộ phận lõi của tấm đệm neo có thể xem là một tấm vỏ hình cầu xoay có bán kính R;
- > Thông qua ê cu đuôi neo tác dụng lên tấm đệm lực nén P phân bố đều xung quanh lỗ tấm đệm neo hình tròn có bán kính r; lực phân bố trên chu tuyến tính theo công thức [2]:

$$P = \frac{P}{2\pi r} \tag{1}$$



H.5. Mô hình cơ học chịu lực của tấm đệm cầu [2]

3.2. Phân bố ứng suất trên vỏ tấm đệm cầu

Theo lý thuyết cơ học đàn hồi, phân bố ứng suất trong bộ phận hình cầu xoay của tấm đệm có thể phân tích gần đúng như lý thuyết tính toán tấm vỏ cầu xoay, như vậy lực theo đường kính tuyến và vĩ tuyến được tính theo các công thức sau [2]:

$$N_1 = \frac{P}{2\pi R \sin^2 \alpha} \tag{2}$$

$$N_2 = \frac{P}{2\pi R \sin^2 \alpha} \tag{3}$$

Trong đó: N₁ - Lực theo phương kính tuyến, KN/m;

N₂ - Lực theo phương vĩ tuyến, KN/m; P - Lực nén của neo, KN; R - Bán kính vỏ hình cầu xoay, m; a - Góc kẹp của trục xoay, độ.

Sau khi khai đào đường lò vào trong khối đá, sẽ phá vỡ trạng thái cân bằng cơ học trong khối đá, quá trình biến đổi cơ học sẽ xảy ra trong khối đá làm cho đất đá xung quanh đường lò có xu hướng dịch chuyển vào bên trong khoảng trống đường lò thậm chí dẫn đến sập lở nếu đào trong đất đá mềm yếu mà không kịp thời chống giữ. Sau khi lắp đặt neo, kết cấu chống neo có tác dụng ngăn ngừa biến dạng của khối đá xung quanh đường lò, từ đó đảm bảo cho khối đá xung quanh đường lò ổn định.

4. Phân tích nguyên lý làm việc của tấm đệm neo

Tấm đệm neo là một trong những bộ phận quan trọng trong kết cấu chống neo, có ảnh hưởng đến phát huy tác dụng chịu lực của kết cấu chống neo, việc lựa chọn loại tấm đệm hợp lý đóng vai trò rất quan trọng đến hiệu quả chống giữ của kết cấu chống neo, tấm đệm có hai tác dụng chính đó là: (1) thông qua lực xiết của ê cu neo làm cho tấm đệm ép sát vào bề mặt đất đá làm phân bố đều tải trọng tác dụng tại đuôi neo lên bề mặt khối đá, cung cấp dự ứng lực trong thân cốt neo, đồng thời làm cho dự ứng lực phân tán vào trong khối đá xung quanh neo làm cải thiện trạng thái chịu lực của khối đá từ chịu kéo sang chịu nén (đặc biệt là các neo trên nóc lò), ngăn ngừa biến dạng của khối đá, ngăn ngừa phát triển các khe nứt nguyên sinh và thứ sinh trong khối đá, thực hiện chống giữ chủ động và kịp thời; (2) Khi khối đá xung quanh đường lò biến dạng tác dụng tải trọng lên tấm đệm, thông qua tấm đệm truyền tải trọng lên thân cốt neo, làm tăng lực kháng tác dụng của neo, phát huy tác dụng ngăn ngừa biến dạng khối đá xung quanh của kết cấu neo. Tấm đệm có ảnh hưởng rất lớn đến việc tạo ra mối quan hệ cùng nhau làm việc giữa neo và khối đá xung quanh, Nếu không có tấm đệm hoặc khi lắp đặt tấm đệm bị lỏng mất hiệu quả sẽ làm cho thanh cốt neo làm việc không hiệu quả.

Hiện nay tấm đệm neo thường dùng dạng tấm đệm phẳng và tấm đệm cầu. Các tấm đệm phẳng được sử dụng khi bề mặt khối đá nhẵn và các thanh neo được lắp đặt vuông góc với bề mặt của khối đá. Tuy nhiên trong thực tế, bề mặt đá nói chung thường lồi lõm và các thanh neo cắm xiên so với bề mặt đá dẫn tới gây tải trọng tác dụng không có lợi lên đầu neo. Khi sử dụng các tấm đệm phẳng, chúng chỉ có tác dụng gia cố tại một số ít những điểm chịu ứng suất lớn trên bề mặt khối đá. Khi chịu trạng thái ứng suất đủ lớn, đá có thể bị phá huỷ dẫn tới làm giảm lực kéo tác dụng trong thân neo. Nếu chiều sâu phá huỷ bề mặt khối đá bằng 1÷2 mm thì có thể giảm lực kéo trong neo từ

20÷70 % do đó phải tiến hành kéo lại neo [1].

Các tấm đệm hình cầu có khả năng biến dạng, được thiết kế nhằm tạo điều kiện thuận lợi để lắp đặt neo đối với các bề mặt đá có hình dạng lồi lõm khác nhau cũng như khi neo lắp đặt với các góc cắm khác nhau. Nếu sử dụng tấm đệm dạng nửa hình cầu kết hợp với ê cu thì các neo có thể lắp đặt nghiêng một góc nào đó so với bề mặt của khối đá mà không gây ứng suất kéo bất lợi tác dụng lên đầu neo. Các tấm đệm nửa hình cầu thì ê cu neo luôn ép sát với tấm đệm, điều này giúp truyền ứng suất kéo có lợi hơn lên thanh neo [1].

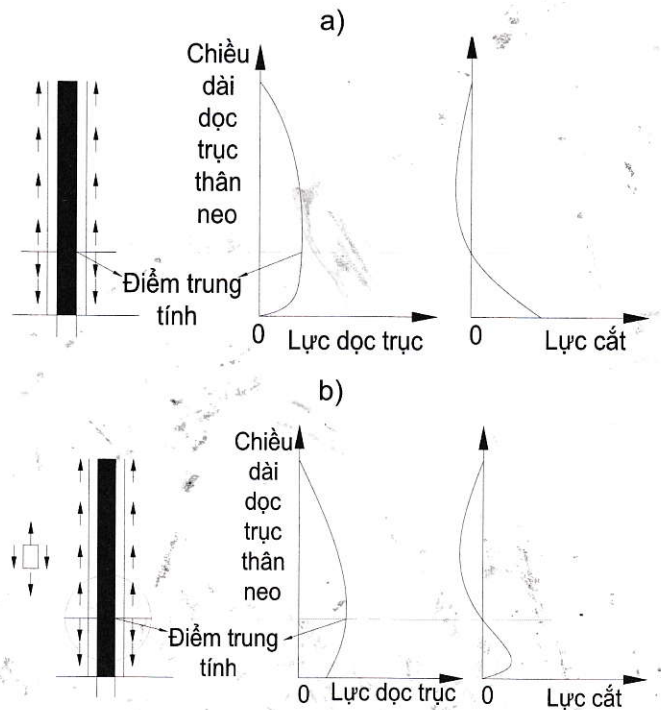
5. Ảnh hưởng của tấm đệm đến phân bố ứng suất trong thân cốt neo

Tấm đệm có ảnh hưởng rất lớn đến sự phân bố ứng suất trong thân cốt neo. Đối với kết cấu neo dính kết thì tấm đệm là bộ phận tiếp xúc của đuôi neo với khối đá trên biên đường lò, thông qua tấm đệm làm tăng dự ứng lực trong thân cốt neo, truyền tải trọng khối đá cho thân cốt neo. Tấm đệm có ảnh hưởng lớn đến phân bố lực cắt và lực dọc trục trong thân neo dính kết và được thể hiện trên H.6 [2].

Phân bố lực dọc trục và lực cắt trong thân neo dính kết khi không có tấm đệm thể hiện trên H.6.a, có thể thấy rằng khi không có tấm đệm lực cắt tại đuôi neo có giá trị lớn nhất và giảm dần khi vào sâu trong khối đá, trước khi đến giữa chiều dài thân neo thì lực cắt giảm xuống bằng 0, hình thành điểm trung tính, sau đó lại tiếp tục tăng dần và giảm đến giá trị bằng 0 tại đầu neo. Trong thời kỳ đầu tác dụng của neo, dịch chuyển tương đối của neo với khối đá có giá trị khá nhỏ, chưa liên kết giữa thân cốt neo với khối đá, vì thế phân bố lực cắt hoàn toàn được quyết định bởi phương hướng dịch chuyển và độ lớn dịch chuyển tương đối giữa thân cốt neo với các điểm trong khối đá. Giá trị lực dọc tại vị trí đuôi neo bằng 0 và tăng dần khi đi sâu vào trong khối đá, tại điểm lực cắt bằng 0 hay điểm trung tính giá trị lực dọc trục có trị lớn nhất, sau đó giảm dần về phía đầu neo, thậm trí đến vị trí đầu neo giảm xuống bằng 0.

Phân bố lực dọc trục và lực cắt trong thân neo dính kết khi có tấm đệm thể hiện trên H.6.b. có thể thấy rằng khi có tấm đệm phân bố lực trong thân cốt neo khác so với không có tấm đệm cụ thể tại vị trí đuôi neo lực dọc trục đạt độ lớn nhất định và tăng dần đến điểm trung tính, tại điểm trung tính giá trị lực dọc trục đạt giá trị lớn nhất, sau khi qua điểm trung tính lực dọc trục có xu hướng giảm dần về phía đầu neo, như vậy lực dọc trục lớn nhất nằm gần tiếp giáp với bề mặt khối đá trên biên đường lò. Lực cắt tại vị trí đuôi neo có giá trị bằng 0, sau đó tăng dần khi vào sâu trong khối đá và

giảm bằng 0 tại điểm trung tính, qua điểm trung tính lực cắt tăng dần sau đó giảm bằng 0 tại vị trí đầu neo. Như trên H.6.b ta có thể thấy rằng lực cắt và lực dọc trục trong trường hợp có tấm đệm có giá trị lớn nhất tại vị trí điểm trung tính và lực cắt lớn nhất tại vị trí gần biên đường lò tương ứng với vị trí gần phần ren đuôi neo. Trong thực tế vị trí bị đứt của thân cốt neo thường xảy ra tại phần gần phần ren lắp ê cu đuôi neo thể hiện trên H.7 [5].



H.6. Phân bố lực trong thân cốt neo: a - Không có tấm đệm; b - Có tấm đệm [2]



H.7. Thanh cốt neo bị đứt tại vị trí gần phần ren lắp ê cu [5]

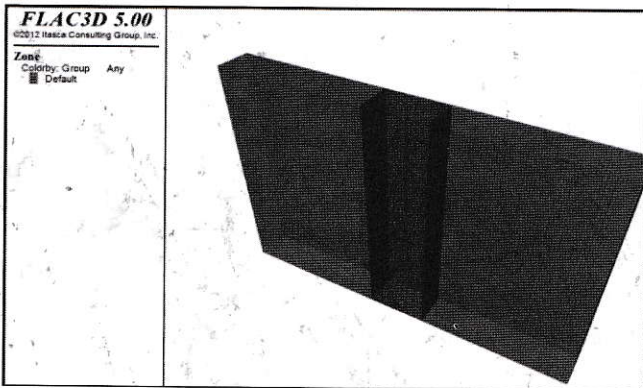
6. Mô phỏng ảnh hưởng kích thước tấm đệm đến sự phân bố ứng suất trên tấm đệm của kết cấu neo dự ứng lực

6.1. Lập mô hình mô phỏng

Thông thường khi nghiên cứu hiệu quả của kết cấu chống neo dự ứng lực bằng cách lắp đặt neo sau khi khai đào đường lò và phân tích sự phân bố

lại ứng suất, biến dạng hoặc mức độ phá hủy của khối đá xung quanh đường lò hay nói cách khác là phân tích hiệu quả gia cố của kết cấu chống neo. Nhưng do ứng suất trong khối đá và sự phân bố lại ứng suất sau khi khai đào so với ứng suất từ hiệu quả gia cố của kết cấu tấm đệm neo lớn hơn rất nhiều, vì vậy trường ứng suất trên tấm đệm neo dự ứng lực bị bao phủ không thể phân biệt hiệu quả khi thay đổi kích thước của tấm đệm neo. Chính vì vậy trong trường hợp mô phỏng này ta không xét đến ảnh hưởng ứng suất trọng lực của khối đá và ảnh hưởng của công tác khai đào.

tấm đệm neo đến sự phân bố ứng suất trong tấm đệm được sử dụng bằng phần mềm Flac3D [6] để tiến hành mô phỏng. Kích thước của mô hình lưới (chiều dài×rộng×cao=6×0,6×4 m), lắp đặt thanh neo vào giữa mô hình thể hiện trên H.8, nghiên cứu các phương án thay đổi kích thước tấm đệm neo hình vuông bằng 10×10 cm, 15×15 cm, 20×20 cm, 25×25 cm, 30×30 cm, chiều dày tấm đệm bằng 8 mm. Trong mô hình tính lấy mô đun đàn hồi của tấm đệm bằng 200 GPa, hệ số poisson $\mu=0,3$, cường độ giới hạn của tấm đệm bằng 235 MPa, cường độ giới hạn của thanh neo bằng 500 MPa, chiều dài neo bằng 2,4 m đường kính 22 mm, giá trị dự ứng lực lấy bằng 60 kN. Các tham số của khối đá và neo thể hiện trên Bảng 1.



H.8. Mô hình lưới mô phỏng

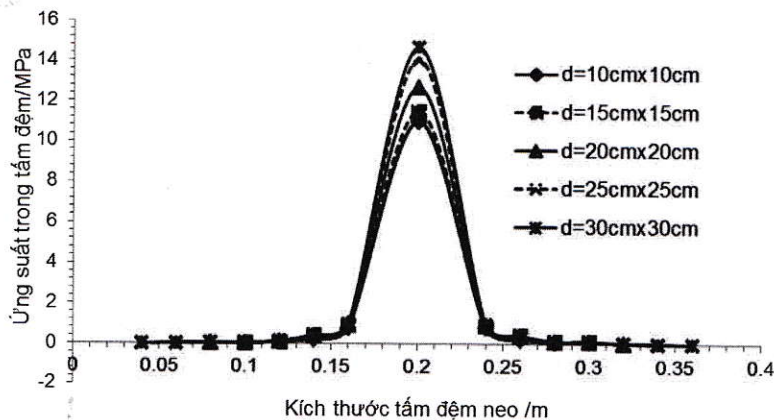
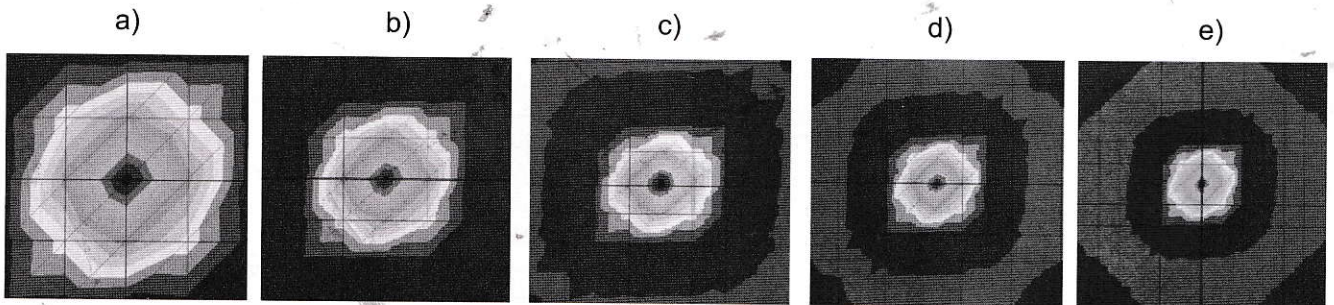
Mô hình mô phỏng ảnh hưởng của kích thước

Bảng 1. Tham số cơ học vật lý của khối đá

Mật độ (kg.m ⁻³)	Mô đun thể tích (GPa)	Mô đun cắt (GPa)	Góc ma sát trong (độ)	Cường độ kháng kéo (MPa)	Lực dính kết (MPa)
2500	2,18	1,45	32	0,40	1,10

6.2. Phân tích kết quả mô phỏng

Kết quả mô phỏng ảnh hưởng của kích thước tấm đệm neo đến phân bố ứng suất trong tấm đệm thể hiện trên H.9.



H.9. Phân bố ứng suất trên tấm đệm ứng với các kích thước khác nhau:

a - Khi d=10×10 cm; b - Khi d=15×15 cm; c - Khi d= 20×20 cm; d - Khi d=25×25 cm; e - Khi d=30×30 cm.

Từ kết quả mô phỏng thể hiện trên H.9 ta có thể thấy rằng khi thay đổi kích thước tấm đệm thì sự phân bố ứng suất trên bề mặt tấm đệm có sự thay đổi, kích thước tấm đệm càng lớn thì sự phân bố ứng suất cũng càng lớn, điều này có thể giải thích là khi kích thước tấm đệm lớn thì diện tích bề mặt tiếp xúc với đất đá càng lớn do vậy chịu lực càng lớn, cụ thể trên trục hoành tại vị trí 0,2 m là tâm của tấm đệm đây là vùng tập trung ứng suất lớn nhất trong các trường hợp và phân bố ứng suất giảm dần khi về phía biên tấm đệm, cách tâm tấm đệm một khoảng cách nhất định giá trị ứng suất giảm xuống bằng 0. Cũng từ hình kết quả phân bố ứng suất ta có thể thấy rằng khi kích thước tấm đệm nhỏ (10×10 cm) ứng suất phân bố trên toàn bộ tấm đệm, khi kích thước tấm đệm lớn dần thì biên tấm đệm chịu lực cũng giảm dần, khi kích thước tấm đệm lớn hơn 20×20 cm thì phần biên của tấm đệm hầu như không chịu lực, như vậy từ kết quả mô phỏng có thể thấy rằng không nên tăng kích thước tấm đệm lên quá lớn vì vừa không có tác dụng chịu lực vừa tốn kém chi phí vật liệu.

7. Kết luận

Từ phân tích lý thuyết và mô hình mô phỏng ảnh hưởng của kích thước tấm đệm đến sự phân bố ứng suất trong tấm đệm ta rút ra một số kết luận sau:

➢ Các tấm đệm nên sử dụng loại tấm đệm hình vòm hoặc hình cầu và khi lắp đặt cần áp sát tấm đệm vào thành đất đá biên lò để tăng diện tích tiếp xúc giữa tấm đệm và thành đất đá như vậy khả năng chịu lực tốt hơn;

➢ Tấm đệm neo có ảnh hưởng rất lớn đến sự phân bố lực dọc trục trên thân cốt neo, khi lắp đặt tấm đệm cần tránh các trường hợp làm mất hiệu quả của tấm đệm để thân cốt neo có điều kiện chịu lực tốt nhất.

➢ Kích thước của tấm đệm neo có ảnh hưởng đến phân bố ứng suất trong tấm đệm, nhưng chỉ ảnh hưởng lớn đến giá trị chịu lực tại vị trí trung tâm của tấm đệm còn vùng ngoài biên của tấm đệm có ảnh hưởng rất ít. Kích thước của tấm đệm càng lớn vùng ngoài biên của tấm đệm gần như không chịu lực chính vì vậy khi lựa chọn kích thước tấm đệm không nên chọn loại có kích thước quá lớn vừa không có tác dụng chịu lực vừa tốn kém chi phí vật liệu. Hiện nay thông thường kích thước tấm đệm neo chọn bằng 15×15 cm, chiều dày 8 mm cho neo thường. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. STILLBORG, BENGT. (1994). Professional Users Handbook for Rock Bolting. Trans Tech Publ (2nd edition), ISBN-10: 0878490949. Đỗ

Ngọc Anh. Bản dịch năm 2013.

2. 吴建星. 锚杆托板的合理结构与支护效果研究. 硕士学位论文. 2009.

3. 康红普. 王金华等. 煤巷锚杆支护理论与成套技术. 北京:煤炭工业出版社, 2007.

4. 康红普. 煤巷锚杆支护成套技术研究与实践. 岩石力学与工程学报, 2005.

5. 康红普, 林健, 吴拥政, 等. 锚杆构件力学性能及匹配性, 煤炭学报, 2015.

6. Itasca. Flac Fast Lagrangian Analysis of Continua. User's Guide. Third Edition (Version 5.0).

Lời cảm ơn: Tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài "Nghiên cứu xác định tham số dự ứng lực phù hợp với kết cấu neo chống trong các đường lò vùng Quảng Ninh" Mã số: B 2017-MDA -16 ĐT.

Ngày nhận bài: 25/04/2017

Ngày gửi phản biện: 19/06/2017

Ngày nhận phản biện: 15/08/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 15/10/2017

Từ khóa: neo dự ứng lực, tấm đệm neo, lực dọc trục thân cốt neo, mô phỏng số, chịu lực của tấm đệm neo

SUMMARY

This paper shows the study results of influence of the bolt plate with axial force bolt rod of prestressed bolt. The paper also uses the Flac3D numerical software to form a numerical model for single prestressed bolt anchored in the center of surrounding rock.

ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU

1. Thương yêu càng nhiều thì thù oán càng sâu. *Homere.*
2. Một người xuẩn ngốc đi xa hơn một nhà trí thức ngồi. *Aristote.*
3. Đòi dù sương hay khổ cũng vẫn đẹp, hãy chờ đón nó. *Gregh Fernand.*

VTH sưu tầm