

# ĐÁNH GIÁ ĐỘ ỔN ĐỊNH VÀ XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ CÁC MỐI NỐI CỦA CÁC TẦM TUBINH BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỂ CHỐNG ĐƯỜNG LÒ TẠI VÙNG ĐẤT ĐÁ MỀM YẾU

ĐỖ QUANG TUẤN, NGUYỄN VIỆT ĐỊNH

*Viện Khoa học Công nghệ mỏ-Vinacomin*

TRẦN TUẤN MINH - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*

NGUYỄN QUANG HUY - *Viện KHCN Giao thông Vận tải*

*Email: trantuanminh@khoaxaydung.edu.vn*

## 1. Đặt vấn đề

Ngày nay với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và công nghệ máy tính, để tính toán các kết cấu chống giữ công trình ngầm người ta có thể sử dụng các phần mềm phân tích, tính toán chuyên dụng (thông thường là các phần mềm số) khác nhau [1]-[7]. Nói chung, cho đến nay có rất nhiều các phần mềm số được sử dụng để phân tích tính ổn định của khối đất đá xung quanh các khoảng trống ngầm sau khi đào, chúng thường được lập trình trên cơ sở các phương pháp số cơ bản sau: phương pháp phần tử hữu hạn; phương pháp sai phân hữu hạn; phương pháp độ hội tụ giới hạn; phương pháp phần tử biên; phương pháp toán rời rạc [4], [7]. Mỗi phương pháp trên đều có những phạm vi sử dụng và đều dựa trên một giả thiết tính toán ổn định cũng như sử dụng các tiêu chuẩn phá hủy hay tiêu chuẩn bền khác nhau. Trong lĩnh vực phân tích ổn định khối đất đá xung quanh khoảng trống ngầm khai thác và thiết kế kết cấu chống giữ các đường lò trong các mỏ than hầm lò, các phần mềm số được lập trình trên cơ sở các phương pháp số ở trên đã và đang được sử dụng rộng rãi trong thực tế, có thể kể đến như [3], [6]: Rocsupport, Examine, Phase 2, Plaxis, Ansys, Abaqus, Udec, Flac, Pfc,... Khi tiến hành tính toán phân tích ổn định công trình ngầm thì người ta thường giả thiết môi trường đất đá trong các mô hình dưới 2 dạng khác nhau cơ bản: phương pháp phân tích tính toán với giả thiết coi môi trường đất đá là liên tục và môi trường đất đá là rời rạc có quan tâm đến đặc điểm cấu trúc (đặc tính phân cách, nứt nẻ) trong khối đá [3], [4], [6]. Việc phân tích tính toán ở đây là quá trình lặp lại nhiều lần việc lựa chọn kết cấu chống nên kết quả phân tích

tính toán sẽ hợp lý hơn và có tính hiệu quả hơn các phương pháp tính tay vừa mất thời gian và bản chất so sánh xem xét bị hạn chế.

Việc sử dụng phần mềm phân tích số để phân tích các bài toán ổn định các đường lò đã được quan tâm cả ở trên thế giới và ở Việt Nam [1]-[14]. Tuy nhiên, hiện nay ở Việt Nam việc ứng dụng và xem xét tính ổn định của các đường lò trong đất đá yếu, chứa nước, sử dụng các tầng tubinh bê tông cốt thép đúc sẵn còn chưa được quan tâm thỏa đáng và hầu như chưa có mô nào áp dụng thử nghiệm loại hình vỏ tubinh cốt thép đúc sẵn này. Điều này đặt ra những dấu hỏi lớn đối với việc nghiên cứu và thử nghiệm áp dụng các tầng vỏ này vào trong thực tế chống giữ các đường lò trong các mỏ than hầm lò trong thời gian tới.

## 2. Nghiên cứu mô hình số cho bài toán khối đất đá đường lò đi qua coi là đồng nhất liên tục

Để mô hình bài toán nghiên cứu ở đây chúng ta sử dụng nghiên cứu đường lò đào hoàn toàn trong một lớp đất đá, đường lò dự kiến được đào ở độ sâu 350 m so với bề mặt đất (hiện tại các mỏ than ở Việt Nam cơ bản đang khai thác ở mức -350 m như Núi Béo, Hà Lâm, Mông Dương, Khê Chàm) và được đào qua loại đất đá mềm yếu, tương tự như than mềm hoặc đất sét kết hoặc bột kết ngậm nước toàn bộ để đảm bảo chúng có tính chất yếu và có áp lực lớn sau quá trình thi công đường lò. Đặc tính của loại đất đá dùng cho mô hình có thể mô tả như trong Bảng 1. Mô hình bài toán sử dụng có chiều rộng mô hình 38,7×38,7, đường kính đường lò sử dụng được lấy theo kích thước chiều rộng các đường lò trung bình hiện nay đang sử dụng trong mỏ, ở đây đường kính đào của đường



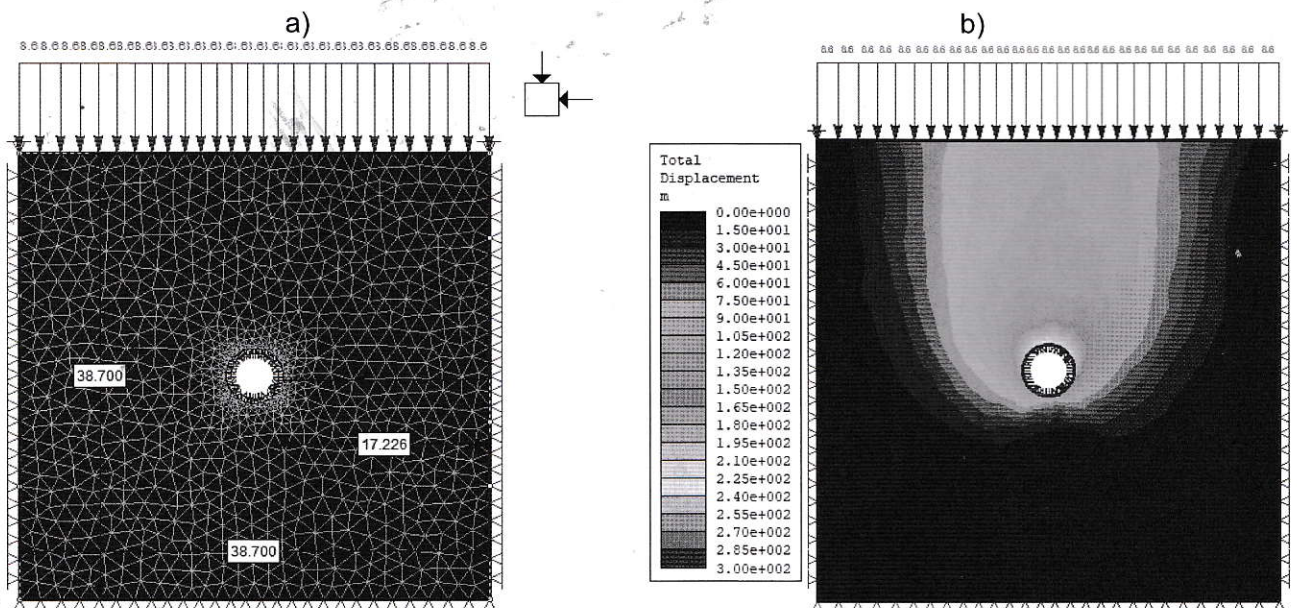
lò lấy bằng  $D=4,3$  bên ngoài, khoảng cách từ biên ngoài đường lò đến biên mô hình lấy bằng 17,22 ( $17,22/2,15 \approx 8,01$  lần), điều này để đảm bảo có thể coi ở bên ngoài vùng nghiên cứu thì việc khai đào đường lò không gây ảnh hưởng đến khối đá xung quanh và biên trái, biên phải và bên dưới mô hình có thể được xem là cố định. Do đường lò nằm ở độ sâu lớn nên phần đất đá phía bên trên được quy đổi bằng tải trọng tương đương với giá trị  $P=\gamma H=0,026 \cdot (350-19,35)=8,6$  Pa phía trên đỉnh mô hình. Vỏ chống trong đường lò sử dụng các tấm tubing ban đầu có chiều dày 25 m,

việc tính toán cốt thép sẽ được tính toán sau khi đi tính toán được các giá trị nội lực lớn nhất trong các mặt cắt của vỏ chống. Các đặc tính của đất đá và than trong mô hình được mô tả như trong Bảng 1.

Ở trường hợp này chúng ta đi mô phỏng xem xét các giá trị và sự phân bố của các giá trị nội lực trong bài toán khi đường lò đặt hoàn toàn trong một lớp đất đá yếu và đường lò khi chưa biết vị trí các mối nối, coi như vỏ chống là liên tục để tìm hiểu xem vị trí nào đặt các khớp nối cho hợp lí. Bằng phần mềm số chúng ta có thể mô phỏng bài toán phân tích như trong hình H.1

Bảng 1. Các tham số đầu vào cho phân tích

No	Tên các thông số	Ký hiệu	Lớp đá yếu	Đơn vị
1	Trọng lượng thể tích của đất đá	$\gamma$	0,02	$MN/m^3$
2	Độ bền kéo của khối đá	$\sigma_k$	0	MPa
3	Lực dính kết của khối đá	c	0,2	MPa
4	Góc ma sát trong của khối đá	$\varphi$	12	Độ
5	Mô đun đàn hồi của khối đá	E	200	MPa
6	Hệ số Poisson của khối đá	$\mu$	0,35	-
7	Góc dẫn nở	$\psi$	0	Độ
8	Góc ma sát trong dư	$\varphi_{re}$	6	Độ
9	Lực dính kết dư	$c_{re}$	0,05	MPa
10	Đường kính đường lò	D	4,3	m
11	Loại vật liệu	-	Đàn-Dẻo	-
12	Tiêu chuẩn sử dụng	M-C	-	-
13	Hệ số ứng suất nguyên sinh	$\sigma_3/\sigma_1$	1,0	-
14	Góc nghiêng phân lớp đá	$\alpha$	0	Độ

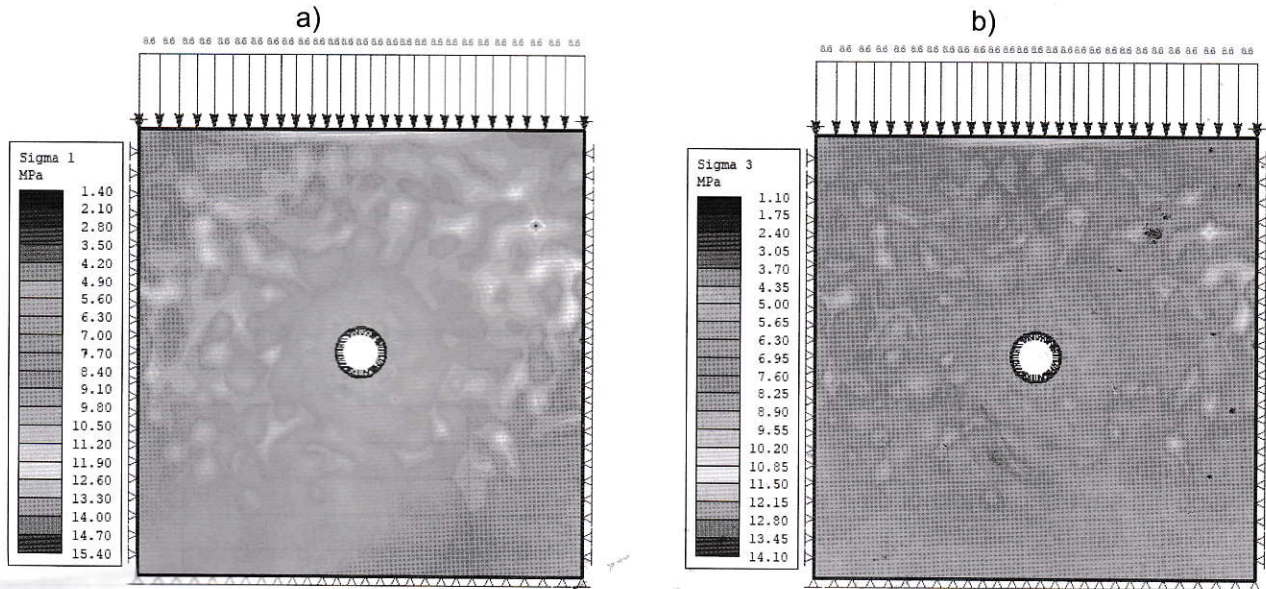


H.1. Mô hình phân tích số cho bài toán và kết quả phân bố chuyển vị tổng thể khi đường lò đặt hoàn toàn trong mô hình liên tục để lựa chọn vị trí mối nối: a - Mô hình phân tích cho bài toán nghiên cứu; b - Phân bố chuyển vị tổng thể xung quanh đường lò sau phân tích

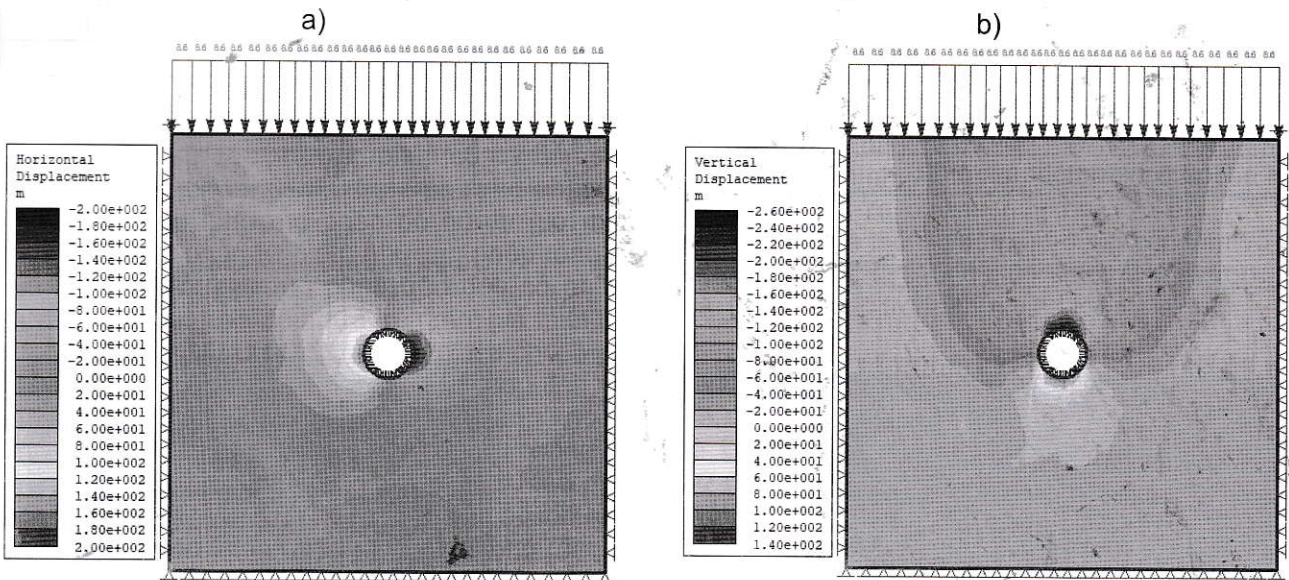


Bằng phân tích chúng ta cũng có thể thu được sự phân bố ứng suất thẳng đứng và nằm ngang xung quanh đường lò trong trường hợp tính toán

coi vỏ chống là liên tục không có các mối nối đúc sẵn (trường hợp khóa cứng) để xác định vị trí mối nối như hình H.2.



H.2. Phân bố ứng suất thẳng đứng và nằm ngang sau phân tích: a - Phân bố chuyển vị tổng thể xung quanh đường lò; b - Phân bố ứng suất thẳng đứng xung quanh đường lò

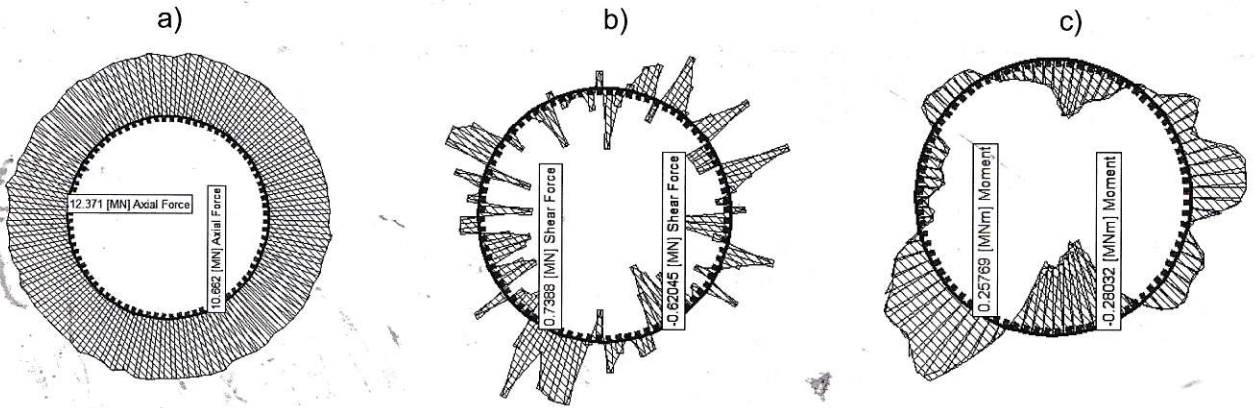


H.3. Phân bố chuyển vị xung quanh đường lò sau phân tích: a - Phân bố chuyển vị nằm ngang xung quanh đường lò; b - Phân bố chuyển vị thẳng đứng xung quanh đường lò

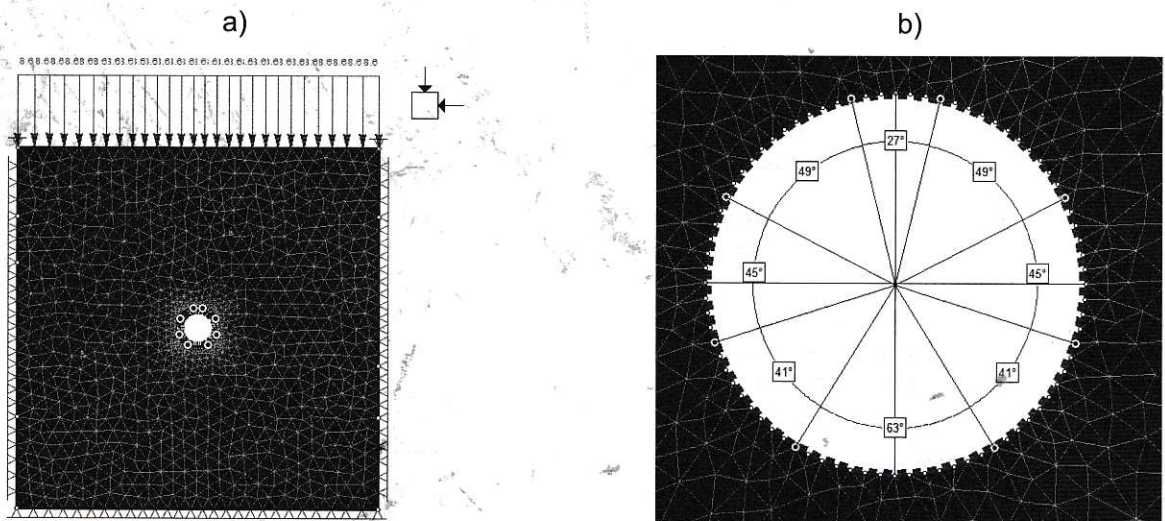
Để có cơ sở để xác định vị trí đặt các mối nối cho phù hợp để giảm các giá trị nội lực trong kết cấu chống giữ đường lò thì cần thiết phải biết được sự phân bố của các biểu đồ nội lực (mô men, lực dọc và lực cắt) trong kết cấu vỏ chống đường lò. Trong trường hợp tổng quan này bằng phân tích chúng ta cũng có thể thu được biểu đồ nội lực trong kết cấu, kết quả được thể hiện như trong

hình H.4. Dựa vào sự phân bố mô men trong vỏ chống đường lò trong trường hợp vỏ liên tục, chúng ta đi giả thiết và lựa chọn các vị trí mối nối được đặt ở các vị trí khu vực có giá trị mô men lớn trong biểu đồ hình 4c, mô hình phân tích cho vỏ chống với các mối nối và vị trí các mối nối đề xuất trong trường hợp đất đá liên tục này được mô tả như trong hình H.5.





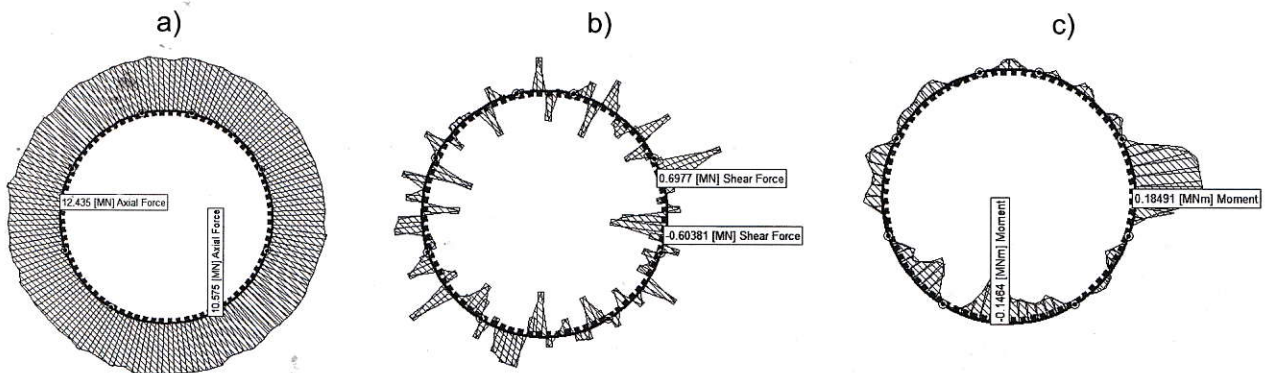
H.4. Phân bố lực nội lực trong vỏ chống liên tục để xác định vị trí mỗi nối cho bài toán: a - Phân bố lực dọc trong kết cấu vỏ chống; b - Phân bố lực cắt trong vỏ chống; c - Phân bố mô men trong kết cấu



H.5. Mô hình đề xuất vị trí mỗi nối cho kết cấu vỏ chống tubing chống giữ đường lò trong đất đá yếu với bài toán đất đá đồng nhất: a - Mô hình tổng quát vị trí mỗi nối đề xuất cho trường hợp nghiên cứu; b - Các tham số tọa độ mỗi nối đề xuất cho trường hợp nghiên cứu

Để thấy được vai trò của việc xác định vị trí các mối nối trong kết cấu chúng ta sẽ phải xuất ra các biểu đồ nội lực và quan sát sự thay đổi giá trị nội lực trong kết cấu khi có thêm các mối

nối, ở đây đề xuất sử dụng 8 tấm tubing, do đất đá trong trường hợp này là đồng nhất liên tục không có phân lớp nên ở đây đề xuất tám khóa sẽ ở vị trí trên đỉnh nóc.



H.6. Sự thay đổi biểu đồ nội lực trong vỏ chống khi có xem xét đến vị trí các mối nối trong vỏ chống đúc sẵn: a - Phân bố lực dọc; b - Phân bố lực cắt; c - Phân bố mô men



Trường hợp môi trường đất đá phân lớp ngang và nghiêng vị trí các mối nối sẽ được đề xuất ở phần bên dưới. Sau phân tích, chúng ta cũng có thể thu được sự phân bố các biểu đồ nội lực như trong hình H.6.

Quan sát các kết quả trong hình H.4 và H.6 ở các biểu đồ phân bố nội lực trong vỏ chống trong hai trường hợp vỏ liên tục và vỏ đúc sẵn có thêm các mối nối có thể thấy rằng: thông thường thì giá trị lực dọc trong hình H.4.a và H.6.a có sự thay đổi giá trị không đáng kể tại bên sườn và dưới nền lò với  $N_{min}=10,662$  MN còn ở nóc lò có giá trị lớn nhất

$N_{max}=12,371$  MN, trong vỏ đúc sẵn với 8 tấm  $N_{min}=10,575$  MN và  $N_{max}=12,435$  MN.

Điều này cũng hoàn toàn đúng do lực dọc trong vỏ chống ở cả hai trường hợp đều chủ yếu phụ thuộc vào tự trọng bản thân của vỏ chống nên chúng có sự thay đổi không đáng kể. Mặt khác khi quan sát kết quả nghiên cứu trên các biểu đồ phân bố lực cắt và mô men chúng ta thấy có những sự thay đổi nhất định. Giá trị lực cắt đã thay đổi cả vị trí lớn nhất nhỏ nhất và giá trị, cụ thể sự thay đổi các giá trị của chúng được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Bảng so sánh sự thay đổi giá trị lực cắt và mô men trong vỏ chống

No	Giá trị lực cắt trong vỏ liên tục (MN)	Giá trị lực cắt trong vỏ có 8 tấm (MN)	Sự sai khác	Giá trị mô men trong vỏ liên tục (MN.m)	Giá trị mô men trong vỏ có 8 tấm (MN.m)	Sự sai khác
1	$Q_{max}=0,7388$	$Q_{max}=0,6977$	Tăng	$M_{max}=2,8032$	$M_{max}=0,1845$	Giảm
2	$Q_{min}=0,6205$	$Q_{min}=0,6038$	Giảm	$M_{min}=2,5769$	$M_{min}=0,1464$	Giảm

Quan sát kết quả trên có thể thấy rằng giá trị mô men uốn lớn nhất đã giảm đi nhiều, giá trị lực dọc có sự thay đổi không đáng kể.

Điều này cho thấy các mối nối có thể giảm được nội lực trong kết cấu và từ giá trị này có thể đi tính toán và thiết kế bố trí cốt thép trong kết cấu.

**4. Nghiên cứu sự thay đổi nội lực trong vỏ chống tubing khi đường lò đào trong môi trường đất đá yếu phân lớp ngang và nghiêng**

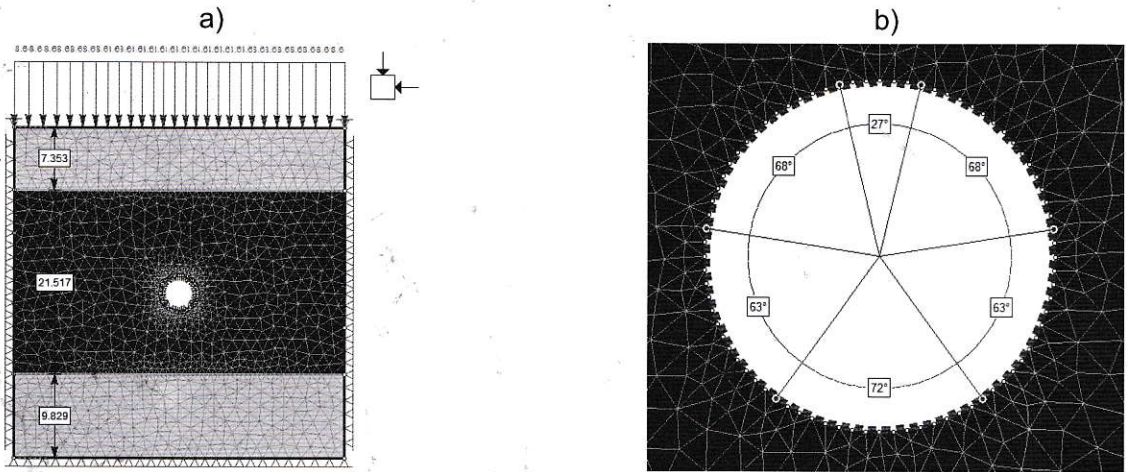
Trong trường hợp này chúng ta đi phân tích và xem xét độ ổn định của vỏ chống đường lò đúc sẵn

bê tông cốt thép trong môi trường phân lớp ngang và nghiêng, ở đây sử dụng 6 tấm với 7 mối nối để có thể xem xét sự thay đổi giá trị của nội lực với trường hợp 8 tấm và 9 mối nối như ở trong phần 3. Các tham số kích thước mô hình và đặc tính đất đá trong trường hợp này được mô tả trong Bảng 3. Chiều dày phân lớp đá yếu khu vực đường lò đào qua được lấy ở đây là 21,57 m, đường lò nằm ở trung tâm của lớp đá yếu và hoàn toàn trong lớp đá yếu. Lớp đá bên trên và bên dưới là cát kết có độ cứng vững trung bình các tham số như trong Bảng 3. Mô hình phân tích số được mô tả như trong hình H.7.

Bảng 3. Các tham số đầu vào cho phân tích

No	Tên các thông số	Ký hiệu	Lớp đá yếu	Lớp cát kết	Đơn vị
1	Trọng lượng thể tích của đất đá	$\gamma$	0,02	0,026	MN/m <sup>3</sup>
2	Độ bền kéo của khối đá	$\sigma_k$	0	0,4	MPa
3	Lực dính kết của khối đá	c	0,2	0,8	MPa
4	Góc ma sát trong của khối đá	$\phi$	12	25	Độ
5	Mô đun đàn hồi của khối đá	E	200	1800	MPa
6	Hệ số Poisson của khối đá	$\mu$	0,35	0,3	-
7	Góc dẫn nở	$\psi$	0	0	Độ
8	Góc ma sát trong dư	$\phi_{re}$	6	8	Độ
9	Lực dính kết dư	$c_{re}$	0,05	0,3	MPa
10	Đường kính đường lò	D	4,3	-	m
11	Loại vật liệu	-	Đàn-Dẻo	-	-
12	Tiêu chuẩn sử dụng	M-C	-	-	-
13	Hệ số ứng suất nguyên sinh	$\sigma_3/\sigma_1$	1,0	-	-
14	Góc nghiêng phân lớp đá	$\alpha$	0	-	Độ

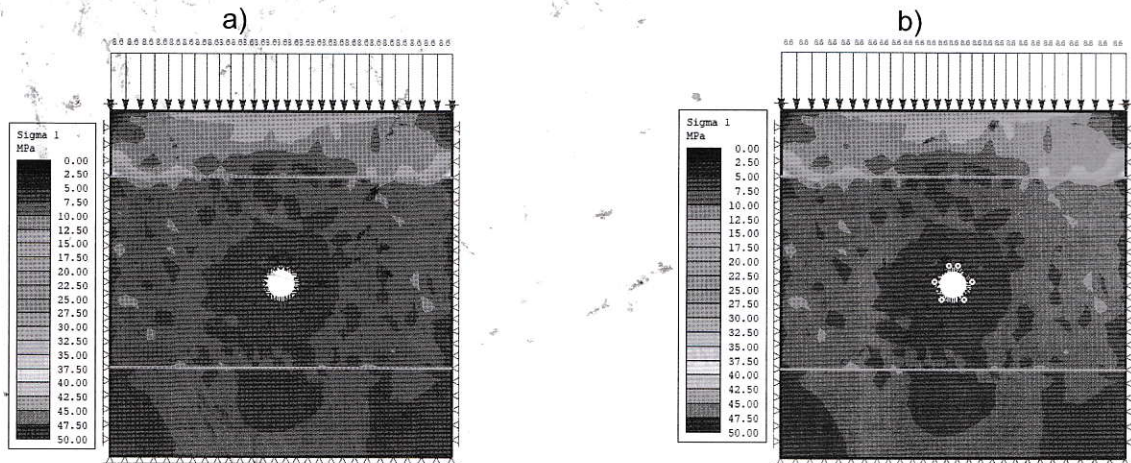




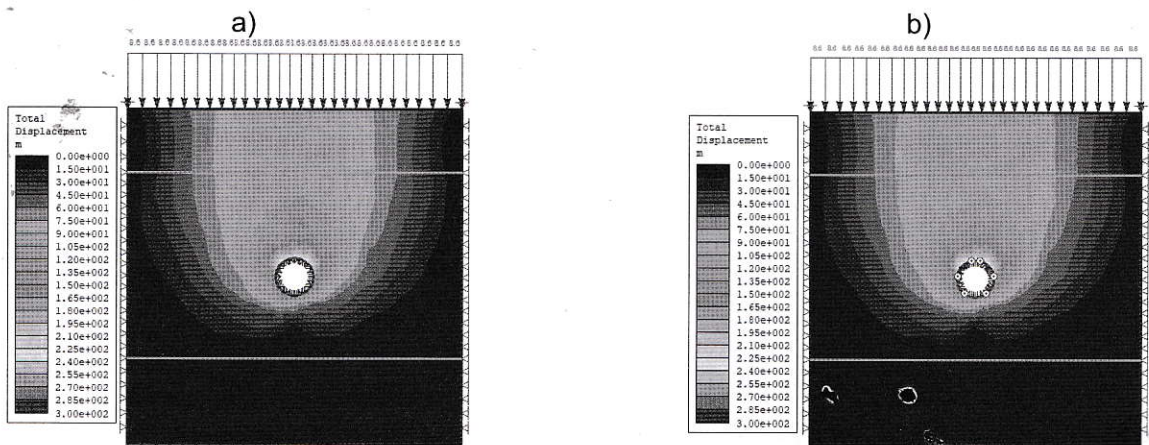
H.7. Mô hình vỏ tubing trong môi trường phân lớp ngang: a - Mô hình vỏ liên tục; b - Các tham số tọa độ mỗi nổi dề xuất

Trong trường hợp này sử dụng 6 tấm tubing; tọa độ các tấm tubing trong trường hợp này được mô tả và đề xuất như trong hình H.7b. Sau khi phân tích, chúng ta có thể thu được sự phân bố ứng suất và chuyển vị xung quanh đường lò với vỏ liên tục và vỏ

đúc sẵn 6 tấm (hình H.8, H.9), phân bố nội lực trong vỏ chống ở hai trường hợp vỏ liên tục và vỏ đúc sẵn 7 mỗi nổi như trong hình H.10 và H.11. Kết quả so sánh sự thay đổi giá trị nội lực trong vỏ ở hai trường hợp này được liệt kê trong Bảng 4.

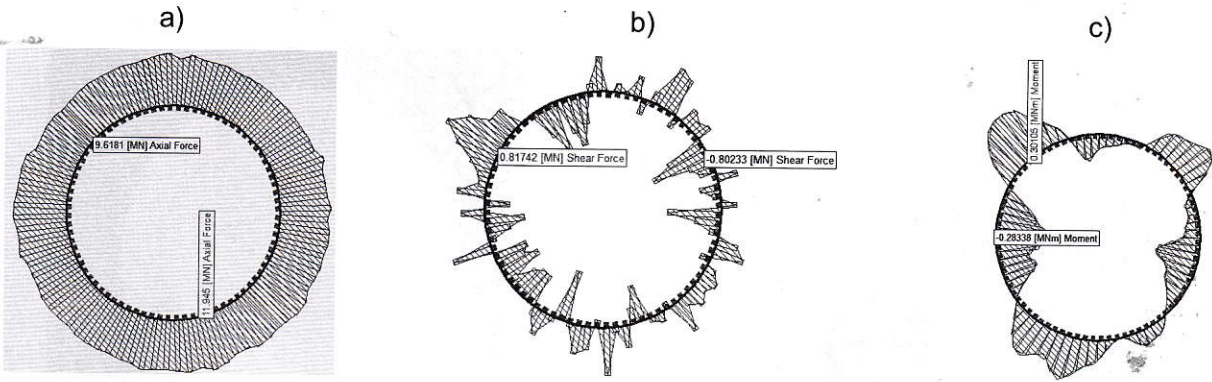


H.8. Phân bố ứng suất trong 2 trường hợp: a - Mô hình vỏ liên tục; b - Vỏ đúc sẵn 6 tấm

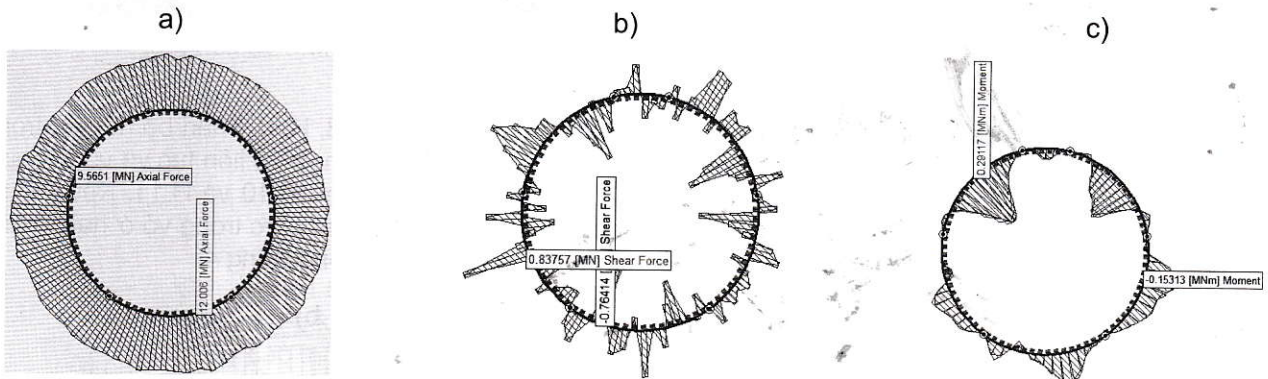


H.9. Phân bố chuyển vị tổng thể trong 2 trường hợp: a - Mô hình vỏ liên tục; b - Vỏ đúc sẵn 6 tấm





H.10. Phân bố nội lực trong vỏ liên tục: a - Phân bố lực dọc; b - Phân bố lực cắt; c - Phân bố mô men



H.11. Phân bố nội lực trong vỏ 6 tấm và 7 mối nối: a - Phân bố lực dọc; b - Phân bố lực cắt; c - Phân bố mô men

Bảng 4. Bảng so sánh sự thay đổi giá trị lực cắt và mô men trong vỏ chống

No	Giá trị lực cắt trong vỏ liên tục (MN)	Giá trị lực cắt trong vỏ có 6 tấm (MN)	Sự sai khác	Giá trị mô men trong vỏ liên tục (MN.m)	Giá trị mô men trong vỏ có 6 tấm (MN.m)	Sự sai khác
1	$Q_{max}=0,8174$	$Q_{max}=0,8376$	Tăng	$M_{max}=0,3010$	$M_{max}=0,2920$	Giảm
2	$Q_{min}=0,80233$	$Q_{min}=0,7641$	Giảm	$M_{min}=0,2833$	$M_{min}=0,1531$	Giảm

Cũng tương tự như ở phần trên chúng ta có thể quan sát thấy giá trị lực dọc trong kết cấu đường như không thay đổi với cả vỏ liên khối và vỏ liên kết từ 6 tấm đúc sẵn. Tương ứng,  $N_{min}=9,6181$  MN và  $N_{max}=11,945$  MN ở vỏ liên tục và  $N_{min}=9,5651$  MN và  $N_{max}=12,006$  MN trong vỏ đúc sẵn. Lại một lần nữa, chúng ta có thể chứng minh được vai trò của các mối nối trong vỏ chống đúc sẵn, chúng làm giảm các giá trị mô men, lực cắt trong vỏ chống nên cũng làm tăng độ ổn định của vỏ chống. Quan sát các giá trị mô men trong vỏ chống 8 tấm và 6 tấm thì ta thấy giá trị mô men uốn trong vỏ chống với 8 tấm có giá trị nhỏ hơn trường hợp có 6 tấm (Bảng 2 và Bảng 4). Nên trong trường hợp này chúng ta có thể chọn số tấm tubing cho đường lò này là 8 tấm sẽ có kết quả tốt hơn về khả năng chịu lực cũng như khả năng nhẹ nhàng trong vận

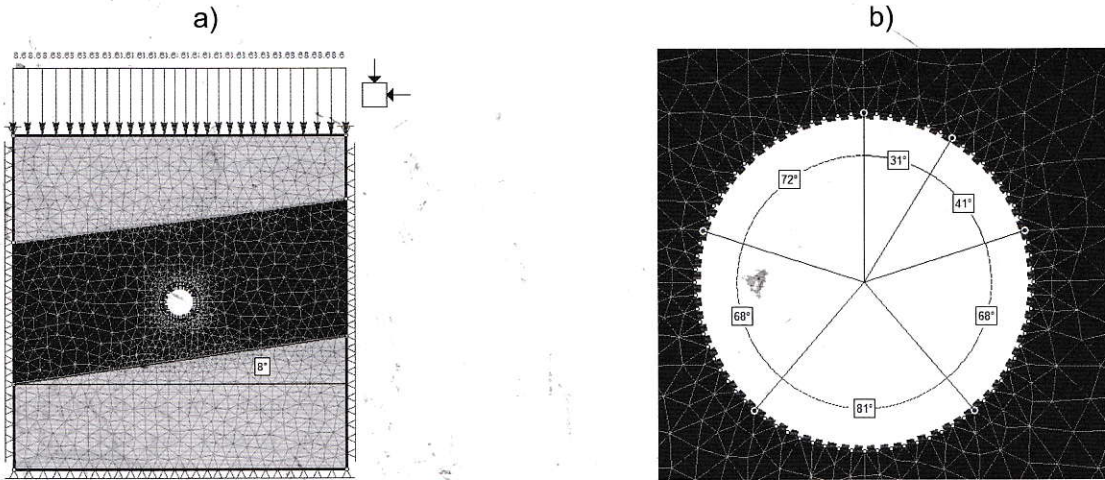
chuyển vào tháo lắp. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, trường hợp này do lớp trên và lớp dưới là cứng vững, đường lò nằm trong lớp đá yếu ở giữa hai lớp trên và chiều dày lớp yếu là 21,57 m lớn hơn  $D=4,3$  m (đường kính đường-lò) nên sự phân lớp ngang ở đây ít gây ra ảnh hưởng cho đường lò. Trường hợp này giá trị nội lực cũng nhỏ hơn do lớp trên cứng vững đỡ tải phần bên trên khác với phần trên với đất đá yếu liên tục.

Bước tiếp theo, chúng ta đi phân tích cho một trường hợp đất đá phân lớp nghiêng bất kì để xác định xem góc nghiêng phân lớp ảnh hưởng đến vị trí của các mối nối trong vỏ chống tubing ra sao. Toàn bộ các tham số cho trường hợp này được mô tả như trong Bảng 3, góc nghiêng của lớp đá yếu trong trường hợp này đơn giản lấy bằng 8 độ, còn các trường hợp với các góc nghiêng lớn hơn sự

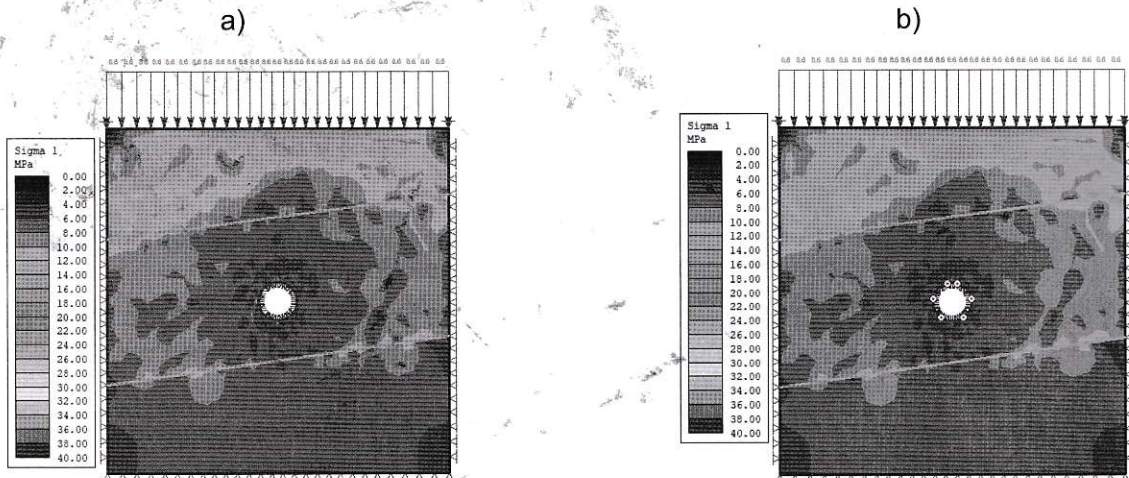


phức tạp của nghiên cứu sẽ tăng lên nhiều. Mô hình cho bài toán trong trường hợp này được mô

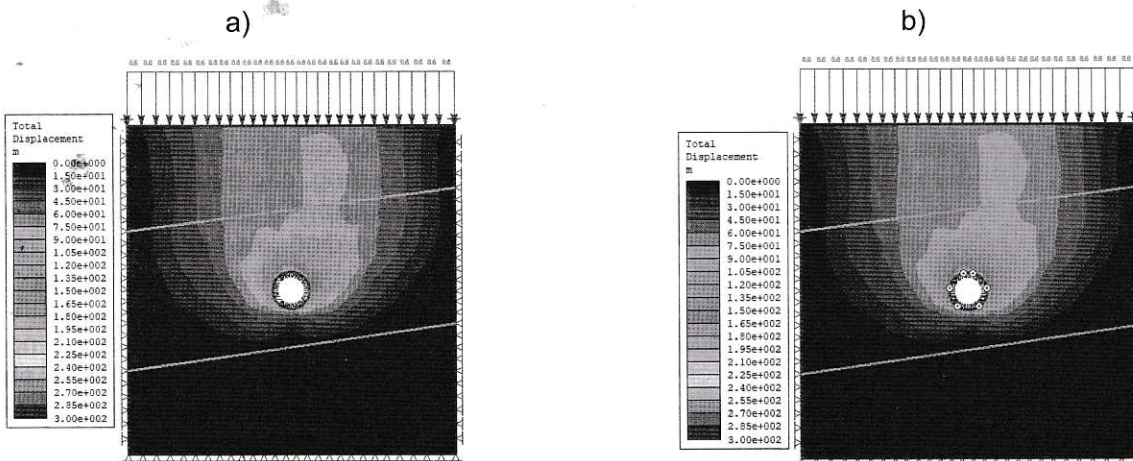
tả như trong hình H.12, kết quả phân tích như trong các hình H.13 đến H.16.



H.12. Trường hợp phân tích trong phân lớp nghiêng: a - Mô hình vô liên tục; b - Các tham số tọa độ mỗi nối đề xuất

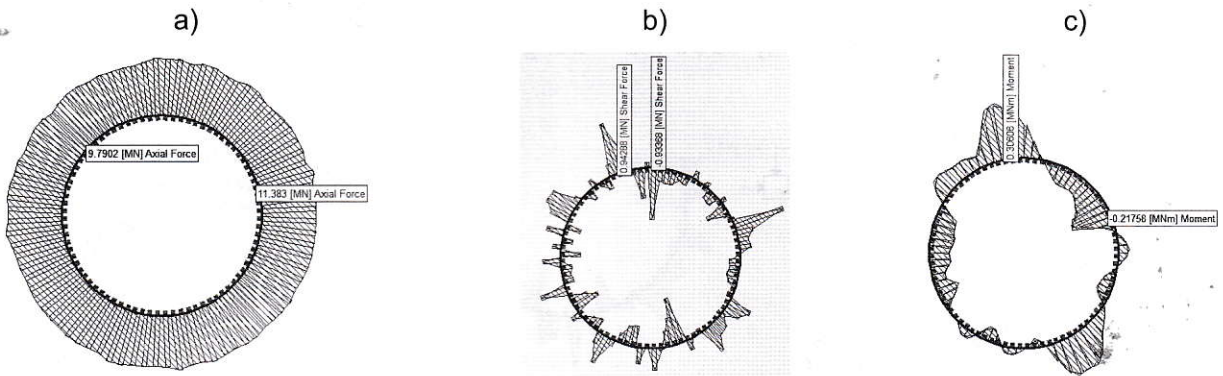


H.13. Phân bố ứng suất trong trường hợp phân lớp nghiêng: a - Mô hình vô liên tục; b - Vỏ đúc sẵn 6 tấm

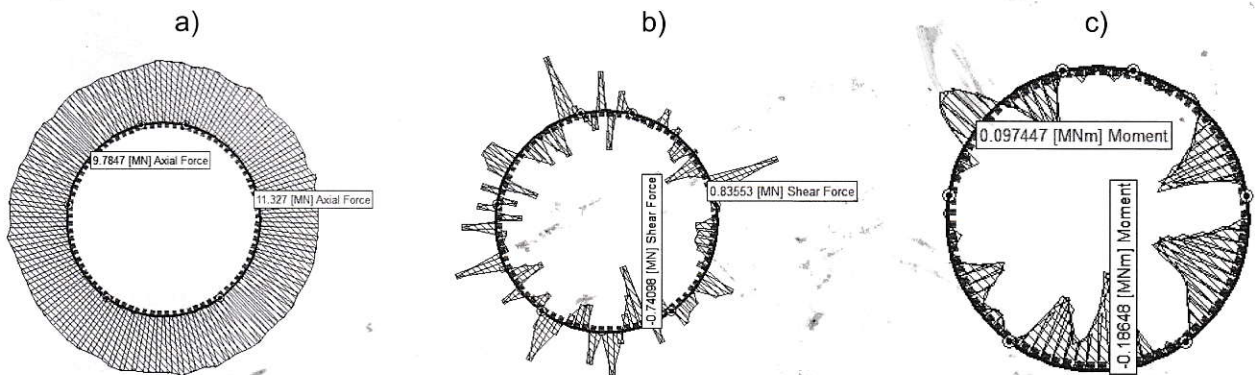


H.14. Phân bố chuyển vị tổng thể trong trường hợp phân lớp nghiêng: a - Mô hình vô liên tục; b - Vỏ đúc sẵn 6 tấm





H.15. Phân bố nội lực trong vỏ chống liên tục, đất đá phân lớp nghiêng:  
a - Phân bố lực dọc; b - Phân bố lực cắt; c - Phân bố mô men



H.16. Phân bố nội lực trong kết cấu vỏ chống từ 6 tấm trong đất đá phân lớp nghiêng:  
a - Phân bố lực dọc; b - Phân bố lực cắt; c - Phân bố mô men

Kết quả phân tích so sánh sự thay đổi giữa các giá trị lực cắt và mô men trong vỏ chống với hai trường hợp vỏ chống liên tục và vỏ chống 6 tấm

với đất đá phân lớp nghiêng được liệt kê như trong Bảng 5.

Bảng 5. Sự thay đổi giá trị lực cắt và mô men trong vỏ chống đất đá phân lớp nghiêng

№	Giá trị lực cắt trong vỏ liên tục (MN)	Giá trị lực cắt trong vỏ có 6 tấm (MN)	Sự sai khác	Giá trị mô men trong vỏ liên tục (MN.m)	Giá trị mô men trong vỏ có 6 tấm (MN.m)	Sự sai khác
1	$Q_{max}=0,9429$	$Q_{max}=0,8355$	Tăng	$M_{max}=0,3060$	$M_{max}=0,1865$	Giảm
2	$Q_{min}=0,9337$	$Q_{min}=0,7409$	Giảm	$M_{min}=0,2176$	$M_{min}=0,0974$	Giảm

Lực dọc trong vỏ chống liên tục:  $N_{min}=9,702$  MN;  $N_{max}=11,383$  MN. Lực dọc trong vỏ đúc sẵn:  $N_{min}=9,785$  MN;  $N_{max}=11,327$  MN.

Kết quả phân tích chỉ ra rằng, có thể thay đổi vị trí mỗi nối của tấm khóa và các tấm khác để giảm thiểu mô men uốn trong vỏ chống.

Trong trường hợp đất đá phân lớp nghiêng như trên thì vị trí mỗi nối đề xuất như trong hình H.12 là có tính khả dĩ. Nó làm giảm nội lực trong kết cấu chống, kích thước của các tấm bên tường và nóc cũng giảm đi, điều này có ích lợi lớn trong quá trình nâng, hạ lắp đặt các tấm kết cấu chống trong thực tế.

### 5. Kết luận

Có thể thấy rằng, các đặc tính của đất đá và các tính chất phân lớp đất đá có ảnh hưởng lớn đến việc thiết kế ổn định kết cấu vỏ chống tubing bê tông cốt thép đúc sẵn trong chống giữ các đường lò. Nói chung, qua mô hình số có thể thấy rằng trong trường hợp tổng quan phân lớp ngang và đồng nhất thì tấm khóa nên được đặt ở phía đỉnh nóc của đường lò để giảm mô men uốn ở phía nóc đường lò, trong trường hợp phân lớp nghiêng như trong bài toán phần 4 thì tấm khóa nên đặt ở phía vai phải của đường lò để giảm giá trị mô men uốn cho tấm tubing.



Số lượng các tấm tubing cũng ảnh hưởng đến độ bền cũng như tính ổn định của vỏ chống tubing. Trong trường hợp với đường lò tiết diện nghiên cứu ở trên thì số lượng tấm vỏ chống tubing nên chọn là 8 tấm vị trí các mối nối tương ứng cũng được đề xuất như trong phần 3 đã xem xét ở trên sẽ có kết quả tốt hơn trường hợp 6 tấm. Chi tiết bản vẽ thiết kế tấm tubing với 6 tấm tiết diện đào với đường kính đào  $D=4,3$  m sẽ được mô tả chi tiết như trong các nghiên cứu tiếp theo của các nghiên cứu này. Trên kết quả trên kiến nghị các thiết kế chi tiết và đi chế tạo thử nghiệm và áp dụng thử nghiệm các tấm vỏ chống này. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Ngọc Anh và nnk. Nghiên cứu sự ổn định của đường lò dọc vỉa chống giữ bằng kết cấu chống linh hoạt hình dạng đào qua khối đá có đặc tính không đồng nhất, bất đẳng hướng cao tại các mỏ khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh, Đề tài KHCN Nafosted Mã số 105.08-2015.

2. Đỗ Ngọc Anh. Mô phỏng số kết cấu chống lắp ghép trong công trình ngầm chịu tải trọng động đất, Tuyển tập các công trình khoa học Kỷ niệm 50 năm thành lập Bộ môn Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ 1966-2016, tr10-23, 2016.

3. Trần Tuấn Minh (2014). Tin học ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và mỏ. NXB Xây dựng.

4. Trần Tuấn Minh (2014). Cơ học và tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm, tập 2. NXB Xây dựng.

5. Trần Tuấn Minh và nnk (2017). Nghiên cứu và tính toán kết cấu chống giữ hỗn hợp trong xây dựng công trình ngầm và mỏ, Đề tài NCKH cấp trường Mã số T17-13.

6. Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Đỗ Ngọc Anh (2007). Phương pháp số - Chương trình PLAXIS 3D và UDEC. Nhà xuất bản Xây dựng, 2007

7. Nguyễn Quang Phích và nnk (2006), Nghiên cứu ứng dụng một số phương pháp số trong tính toán công trình ngầm. Đề tài cấp bộ mã số B2005-36-88TD.

8. Károly Széchy (1970), The art of tunneling, Budapest printed in Hungary, 891p.

9. Dimitrios Kolymbas (2005), Tunnelling and tunnel mechanics, Springer - Verlag Berlin Heidelberg Germany.

10. M.S. Diederichs, P.K. Kaiser. Tensile strength and abutment relaxation as failure control mechanisms in underground excavations, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 36 (1999) p69-96.

11. Prusek S., 2008b. Modification of parameters in the Hoek-Brown failure criterion for gate road deformation prediction by means of numerical modelling. GIÚckauf, No.9, p529-534.

12. Prusek S., 2008a. Metody prognozowania deformacji wyrobisk w strefach wpływu eksploatacji z zawalem stropu. Prace Naukowe GIG, nr 874, Katowice.

13. Н.С. Булычев. Механика подземных сооружений. Недр. Москва. 1994.

14. И.В. Баклашов, Б.А. Картозия. Механика подземных сооружений и конструкций крепей. Недр. Москва. 2002.

Ngày nhận bài: 06/01/2018

Ngày gửi phản biện: 15/02/2018

Ngày nhận phản biện: 06/04/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/06/2018

Từ khóa: ứng suất, chuyển vị, lò xuyên vỉa, lò dọc vỉa, các mỏ hầm lò, tấm tubing đúc sẵn, nội lực, vỏ chống

### SUMMARY

Using heavy supports with high bearing capacity of load is more and more used widely in other underground mines in Vietnam. This solution avoids the excavation for expansion drifts and adits during operation. This paper introduces analysis the stability of adits in weak rocks using segments of concrete lining base on using numerical model by Phase 2 software, which is built by Finite Element Method (FEM). This software is used widely in geotechnics not only in Vietnam but also in the other countries of the world.



1. Nếu có thể đứng ở góc độ của người khác để nghĩ cho họ thì đó mới gọi là từ bi. Đức Phật.

2. Không có kho báu nào quý bằng học thức, hãy tích lũy nó lúc bạn hãy còn đủ sức. Rudaki.

VTH sưu tầm