

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ÁP LỰC LÊN CÁC ĐƯỜNG LÒ DƯỚI BÃI THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH SỐ

ĐỖ XUÂN HỘI*

ĐẶNG VĂN KIÊN, ĐỖ NGỌC ANH**

Research on the effect of rock pressure on drifts below the mining waste dump by number model method

Abstract: In underground mining, the site of the mining waste dump has a big effect on rock pressure of drifts below. Geotechnical problems are complicated to the extent and cannot be expected in other areas since non-uniformities of existing discontinuous, pores in materials and various properties of the components. At present, it is extremely difficult to develop a program for drifts analysis that considers all complicated factors. However, drift analysis has made remarkable growth for the past several years due to the development of numerical analysis method and computer development, given the situation that it was difficult to solve formula of elasticity, viscoelasticity, and plasticity for the dynamic feature of the ground when the constituent laws, yielding conditions of ground materials, geometrical shape and boundary conditions of the structure were simulated in the past. In this paper, number model method is used to analyse the effect of rock pressure on drifts below the mining waste dump in inclined rock mass layer conditions.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, rất nhiều vấn đề, bài toán, xuất hiện trong thực tế không thể nhận được lời giải giải tích dưới dạng nghiệm kín, do vậy cần thiết phải được tính toán, phân tích một cách ‘gần đúng’. Các phương pháp tính số hay gọi ngắn gọn là phương pháp số đã được xây dựng và phát triển để đáp ứng yêu cầu này. Các phương pháp đã và đang được sử dụng rộng rãi trong Cơ học đá là phương pháp vi phân, phương pháp tích phân, phương pháp phần tử rời rạc [1], [4], [6÷10].

Trong hơn 10 năm trở lại đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ tin học, cũng như các máy tính với tốc độ xử lý nhanh chóng,

các phương pháp tính toán áp lực, thiết kế công trình ngầm đó được tin học hóa thành các phần mềm ứng dụng trong ngành khai thác mỏ. Nhiều chương trình tính đó và đang áp dụng rộng rãi trên thế giới mang lại những hiệu quả chính xác về tính khoa học kỹ thuật, hiệu quả kinh tế cao, đặc biệt khi gặp các điều kiện môi trường địa chất phức tạp. Phương pháp số cho phép có thể lập chương trình khảo sát, phân tích các quá trình địa cơ học xảy ra trong tầng địa chất. Từ đó cho phép có thể xác định được các thông số công nghệ hợp lý cho các công trình cần thiết kế, có thể hạn chế ảnh hưởng của cấu tạo địa chất.

Hiện nay, cùng với sự phát triển cực nhanh của công nghệ máy tính, cả phần cứng và phần mềm trong những thập niên vừa qua đã tạo ra những khả năng ứng dụng rộng rãi các phương pháp tính, mô phỏng số trong mọi lĩnh vực của khoa học kỹ thuật. Mặc dù nhiều lĩnh vực còn

* Ban quản lý dự án xây dựng tỉnh Thái Bình

** Đại học Mỏ-Địa Chất

Số 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

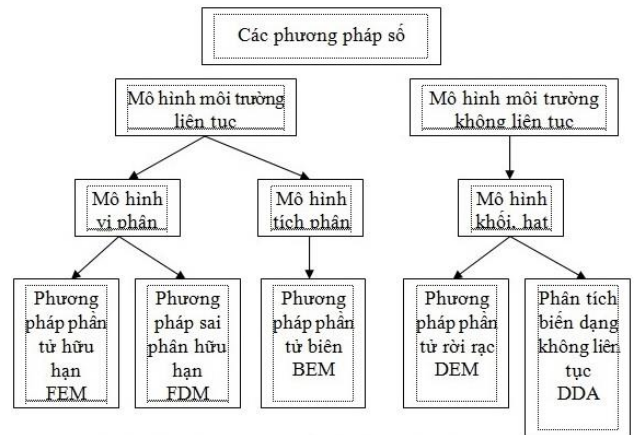
mới là khởi đầu, nhưng ngày nay các phương pháp số đã và đang đóng vai trò chủ chốt trong việc giải quyết các bài toán khoa học, kỹ thuật. Phát huy các khả năng khác nhau của từng phương pháp riêng biệt, trong cơ học đá cũng đã hình thành các phương pháp kết hợp (hybrid methods), kết hợp sử dụng chẳng hạn FEM/BEM, DEM/FEM và DEM/BEM... (Hình 1) [1], [4], [6÷10]. Sự ra đời của các phương pháp số đã cho phép xây dựng được các mô hình địa cơ học giải quyết được các bài toán phức tạp, chú ý được nhiều yếu tố ảnh hưởng, trong khai thác mỏ và xây dựng công trình ngầm mà phương pháp giải tích không thể giải quyết được, đặc biệt là các bài toán động không có quy luật rõ ràng trong mối quan hệ giữa tải trọng và nội lực trong khung vỏ chống. Các phương pháp này không đòi hỏi chi phí cao như thí nghiệm mô hình vật liệu tương đương. Một số phần mềm mô phỏng số đang được sử dụng nhiều trong lĩnh vực địa cơ học bao gồm :

a) Phần mềm *FLAC3D*

FLAC3D (Three Dimensional Fast Lagrangian Analysis of Continua) là phần mềm do Cundall thuộc tập đoàn tư vấn *ITASCA* (Fast lagrangian analysis of continua) bắt đầu viết chương trình vào năm 1986. Phần mềm sử dụng phương pháp số để phân tích mô hình, thường dùng để mô hình hóa khối đất đá. Trong phần mềm, miền khối đất đá được nghiên cứu được phủ lên bởi mạng lưới sai phân. Vật liệu trong mỗi ô lưới có biểu hiện cơ học tuyến tính hoặc phi tuyến tính, được mô phỏng bởi nhiều mô hình cơ học khác nhau. Tại các nút của ô các điều kiện liên tục biến dạng, cân bằng lực được đảm bảo. Phần mềm cho phép có thể mô phỏng được các quá trình biến đổi địa cơ học trong khối đá, có chú ý được các quá trình công nghệ. Quá trình tính toán, mô phỏng được thực hiện qua các lệnh, do người sử dụng lập chương trình điều khiển.

Đặc điểm lớn nhất của phần mềm *FLAC3D* là tính toán phân tích được sự mất ổn định vật lý

của khối đất đá, các tham số hình học. Vì vậy đến nay *FLAC3D* thường được sử dụng để khảo sát quy luật ảnh hưởng của áp lực động khu lò chợ. Các bài toán liên quan biến dạng lớn trong đất đá mềm yếu, sụt lún bề mặt sau khi khai thác, ổn định bờ dốc, ổn định nền đất đá yếu, ổn định của đập nước.



Hình 1: Các phương pháp số thông dụng hiện nay [1], [4]

b) Phần mềm *Phase2*

Chương trình *Phase2* được xây dựng trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn *FEM* (Finite Element Method). Trong đó môi trường nghiên cứu được chia thành một mạng lưới các phần tử có kích thước hữu hạn, tiếp xúc với nhau bởi các nút. Bằng phương pháp này việc giải một hệ các phương trình vi phân được đưa về dạng giải một hệ các phương trình đại số, liên kết các lực tại các nút với các chuyển vị nút qua "ma trận độ cứng". Các hàm số "hình dạng" và nội suy được áp dụng để diễn tả các biểu hiện ứng suất, biến dạng của từng phần tử.

Kết quả sau khi mô phỏng có thể phân tích ứng suất, biến dạng, véc tơ chuyển dịch của đất đá, vùng phá hủy khối đá xung quanh lò chợ xung quanh đường lò, hầm trạm, hố móng, bờ dốc...

c) Phần mềm *ANSYS*

ANSYS là một phần mềm có nhiều ưu điểm trong việc thành lập mô hình, có thể lập nhanh một cách chính xác mô hình đất đá hoặc công trình ngầm có cấu tạo phức tạp, thông qua công

cụ chia lưới hoàn thiện có thể tự hình thành lưới phần tử hữu hạn 3 chiều, tính toán với tốc độ và độ chính xác cao. Dùng ANSYS mô hình các phương án kỹ thuật khác nhau trong bài toán địa kỹ thuật là hết sức cần thiết, bằng việc lựa chọn các tham số đầu vào cần thiết, ANSYS có thể mô hình hiệu quả các loại địa chất cũng như kết cấu khác nhau dưới tác dụng của các loại tải trọng.

* Trong nước:

Sự đa dạng của các điều kiện địa chất mỏ, sự phức tạp của các quá trình xảy ra trong lòng đất khi khai thác khoáng sản và đá mỏ dịch động, đồng thời rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến trị số và đặc điểm của áp lực mỏ tại vùng than Quảng Ninh đã được tiến hành nghiên cứu lý thuyết, nghiên cứu tại thực tế sản xuất và nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.

Khi tiến hành nghiên cứu lý thuyết, hiện nay chủ yếu sử dụng các giả thuyết về áp lực mỏ (Điện hình như Giả thuyết dầm công sơn - GS. Slesarev và GS. Kuznesôv; Giả thuyết vòm cân bằng tự nhiên - GS. Prôtôđiacônôv; Giả thuyết lăng trụ trượt (GS. Tsimbarevich), trong đó mỗi giả thuyết sẽ được áp dụng cho một trường hợp riêng gần đúng nhất với điều kiện khai thác mỏ.

Ngoài ra, phương pháp nghiên cứu áp lực mỏ tại thực tế sản xuất cũng đã và đang được áp dụng. Phương pháp này không quá phức tạp và có thể sớm đưa ra những kết quả để đáp ứng các yêu cầu của sản xuất. Tuy nhiên, nó cũng bị hạn chế bởi yếu tố không gian, không phải bất cứ chỗ nào trong địa tầng cần được nghiên cứu con người và thiết bị quan trắc cũng có thể tiếp cận được.

Tại Việt Nam, trong những năm trước đây, Trường Đại học Mỏ-Địa chất và Viện Khoa học Công nghệ Mỏ đã thực hiện nghiên cứu áp lực mỏ bằng phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, để bù đắp các hạn chế của các phương pháp nghiên cứu lý thuyết và phương pháp nghiên cứu áp lực mỏ tại thực tế sản xuất. Phương pháp này chủ yếu được tiến hành theo hướng mô hình hóa, tức là mô phỏng các điều

kiện của thực tế khai thác mỏ qua việc thiết lập các mô hình trong phòng thí nghiệm. Có nhiều dạng mô hình: mô hình vật liệu tương đương, mô hình quang đàn hồi, mô hình toán-lý, toán-cơ và v.v... [1], [4].

Khi thiết lập mô hình vật liệu tương đương, do phải tuân thủ nghiêm túc các nguyên tắc chặt chẽ về tương đương hình học, tương đương về các hằng số vật lý, tương đương về yếu tố thời gian, tương đương về các trạng thái ban đầu và kết thúc v.v..., đòi hỏi các nhà nghiên cứu phải làm việc kiên trì và cẩn trọng để đạt được mục đích mong muốn. Tuy nhiên các mô hình này chỉ phù hợp với các địa tầng tương đối đồng chất.

Hiện tại cũng chưa có công trình nghiên cứu cụ thể nào sử dụng các phương pháp số để xây dựng được các mô hình địa cơ học trong khai thác mỏ than hầm lò ở mức sâu và bề mặt địa hình nguyên thủy đã bị phá vỡ bởi các moong khai thác và bãi thải lộ thiên.

Từ thực tế sản xuất tại mỏ than Thống Nhất, mỏ than Mông Dương và đặc biệt là tại mỏ than Khe Chàm III, kết quả sản xuất năm 2019 của Công ty than Khe Chàm đang gặp nhiều khó khăn, vướng mắc gây ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng khai thác năm 2019. Nguyên nhân chủ yếu là do năm 2019 Công ty vẫn tập trung khai thác chính tại vỉa 14,5 có điều kiện địa chất công trình và điều kiện địa chất thủy văn phức tạp, than mềm yếu. áp lực mỏ lớn (Công nhân phải thực hiện các công việc phát sinh nên giảm năng suất lao động theo dự kiến) [2÷3]. Cụ thể:

- Trong đầu năm 2019, Công ty than Khe Chàm phải tạm dừng 04 công trường khai thác kết hợp với 3 công trường đào lò để tập trung nhân lực chống xén các đường lò bị nén, giảm tiết diện để duy trì phục vụ sản xuất nhằm đảm bảo an toàn và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động.

- Sản lượng khai thác của lò chợ giá xích trong năm dự kiến chỉ đạt từ 130.000÷160.000 tấn/năm. nguyên nhân là do các lò chợ khai thác tại khu vực vỉa 14.5 có điều kiện địa chất thủy

văn phức tạp. nước chảy với lưu lượng (10÷50) m³. áp lực mỏ lớn nên các đường lò dọc vỉa thường xuyên bị nén. giảm tiết diện gây khó khăn trong công tác thông gió. vận tải. đi lại và vận chuyển vận liệu phục vụ khai thác (số lượng vật tư chuyển trong 1 chuyến chỉ bằng 50% so với điều kiện bình thường).

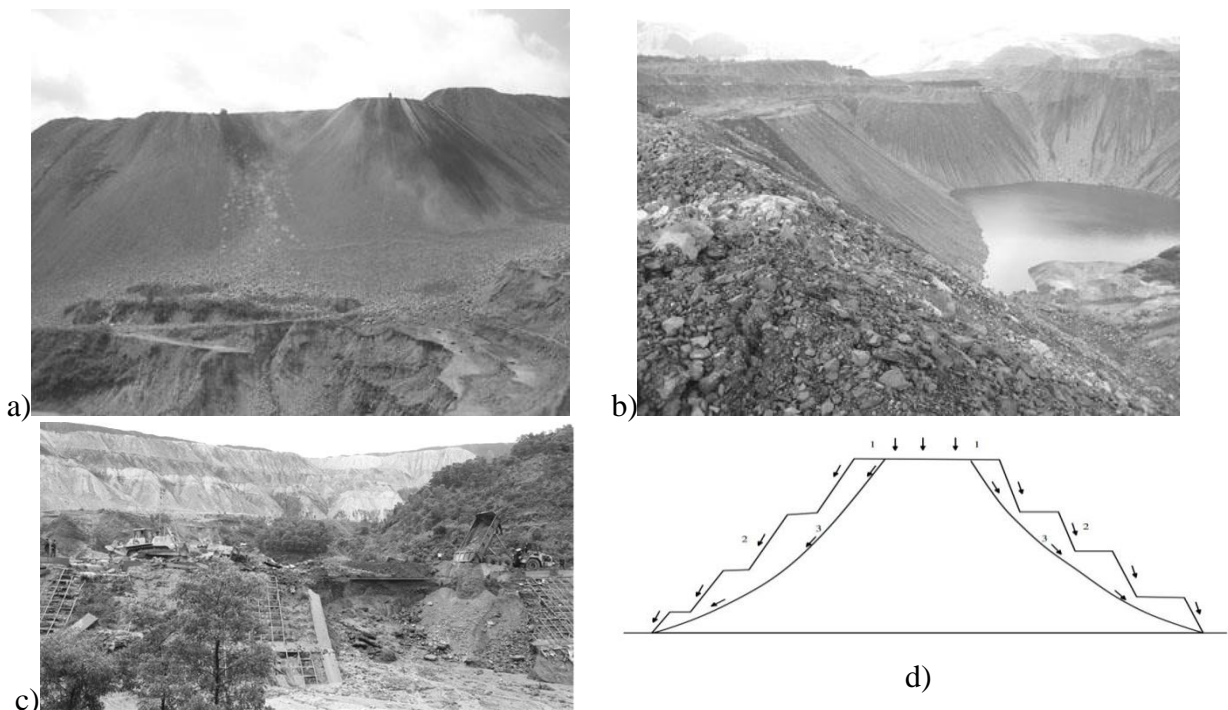
- Ngoài ra than của vỉa 14.5 mềm yếu. trong khi áp lực mỏ lớn làm nén biến dạng phá vỡ kết cấu vì chống gây khó khăn cho công tác lắp đặt các thiết bị vận chuyển người. Mặt khác việc các đường lò bị lún nén, bùng nèn thu hẹp tiết diện và có xuất hiện nước còn làm ảnh hưởng lớn đến tình trạng làm việc và gây hư hỏng các thiết bị vận tải (máng cào, băng tải, đường sắt). Hiện tại, nếu chỉ áp dụng các phương pháp lý thuyết và thực tế sản xuất để tính toán áp lực mỏ, từ đó đưa ra các biện pháp kỹ thuật chống giữ như hiện nay thì rất khó để thực hiện việc ổn định đường lò ở mức khai thác sâu và bề mặt địa hình nguyên thủy đã bị phá vỡ bởi các moong khai thác và bãi thải lộ thiên.

Từ những lý do trên việc *Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực lên các đường lò dưới bãi thải bằng phương pháp mô hình sẽ là rất cần thiết và cấp bách để nâng cao hiệu quả khai thác than trong toàn tập đoàn, đồng thời áp dụng các thành tựu nghiên cứu khoa học tại các nước có nền công nghiệp khai thác than phát triển trên thế giới.*

2. ĐẶC ĐIỂM BÃI THẢI ĐÔNG CAO SƠN VÀ HỆ THỐNG ĐƯỜNG LÒ PHÍA DƯỚI

2.1. Đặc điểm bãi thải Đông Cao Sơn

Hiện tại, bãi thải lớn nhất vùng Cẩm Phả là bãi thải Đông Cao Sơn (dung tích 295 triệu m³) đang được 3 mỏ lộ thiên Đèo Nai, Cọc Sáu và Cao Sơn sử dụng. Trong đó khối lượng đất đá thải của các mỏ Đèo Nai, Cao Sơn, Cọc Sáu, Khe Chàm II và Đông Đá Mài chiếm trên 94% tổng khối lượng đất đá thải toàn vùng. Giai đoạn 2013-2020, khối lượng đất đá thải của vùng đã đạt trên 1,9 tỷ (m³) (Hình 2) [5].



Hình 2: Hiện trạng bãi thải Đông Cao Sơn (a), (b), (c) bãi thải Bắc Bàng Nâu; (d) Sơ đồ quá trình ổn định đất đá bãi thải

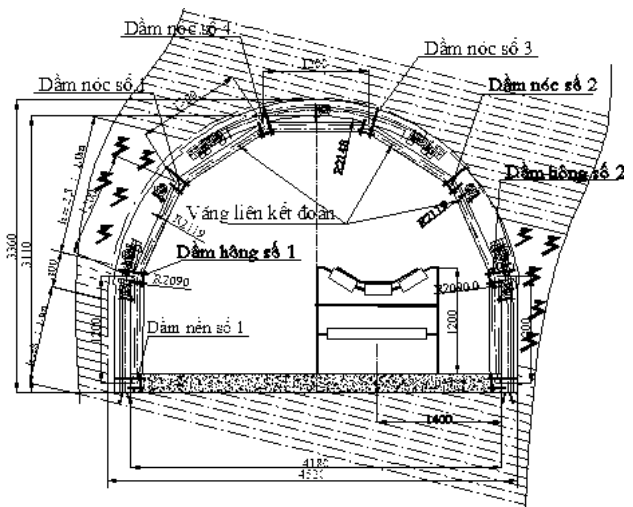
2.2. Hiện trạng công tác chống giữ và khai thác than dưới bãi thải lộ thiên tại công ty than Khe Chàm 3

Các đường lò dọc vỉa đá ở mỏ than Khe Chàm 3 thường có tiết diện sử dụng được thiết kế theo mục đích sử dụng và phù hợp theo sản lượng khai thác từng khu vực. Trên **Error! Reference source not found.**, Hình thể hiện kích thước tiết diện đào của đường lò dọc vỉa đá ở mức -190 vỉa 14-5. Các đường lò đào trong than của công ty chủ yếu được đào bằng phương pháp khoan nổ mìn và chống giữ bằng khung chống thép CBII. Các đường lò khu vực nghiên cứu của vỉa 14.5 được thể hiện trên Các đoạn lò đào qua vỉa than hoặc qua các lớp đá có độ ổn định kém thì sau khi chống tạm bằng khung chống thép tiến hành chống cố định bằng vỏ chống bê tông. Những vị trí đặc biệt trong lò, có thể xuất hiện bùng nèn, cũng được chống cố định bằng vỏ chống bê tông cốt thép kết hợp với dầm vòm ngược để chống bùng nèn.

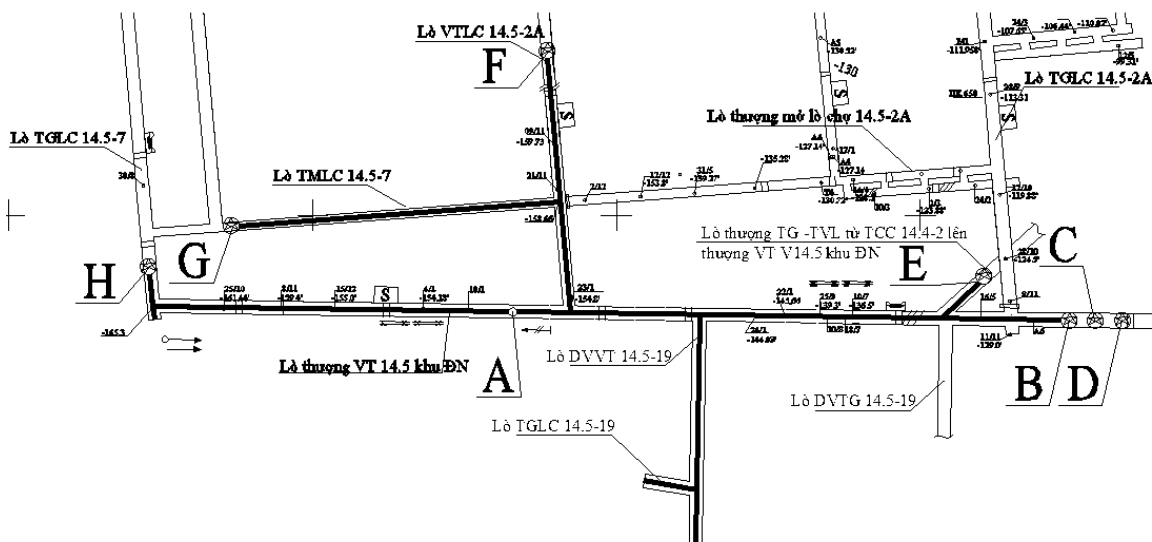
2.3. Hiện trạng công tác chống giữ và khai thác than dưới bãi thải lộ thiên các mỏ khác trong TKV

Để phục vụ nghiên cứu nhóm khảo sát tại 02 mỏ điển hình trong quá trình chống giữ ảnh hưởng dưới bãi thải lộ thiên như mỏ Mạo Khê

thuộc Công ty than Mạo Khê - TKV Và Mỏ Tân Lập thuộc Công ty than Hạ Long - TKV. Đường lò dọc vỉa đá vỉa 10 cánh Bắc mức - 25 tại mỏ than mỏ Than Mạo Khê đang phải sử lý xén chống thay thế. Thực trạng kết cấu đường lò được mô tả như trong Hình 3, Hình 4, Hình 5, và Hình 6 do ảnh hưởng của khu vực bãi thải lộ thiên Đường lò Xuyên vỉa +17 là hạng mục duy tu phục vụ thông gió chung cho tòa khu mỏ và tồn tại suốt thời gian tồn tại của mỏ, riêng lò XV 17.4 là một công trình đề duy trì.



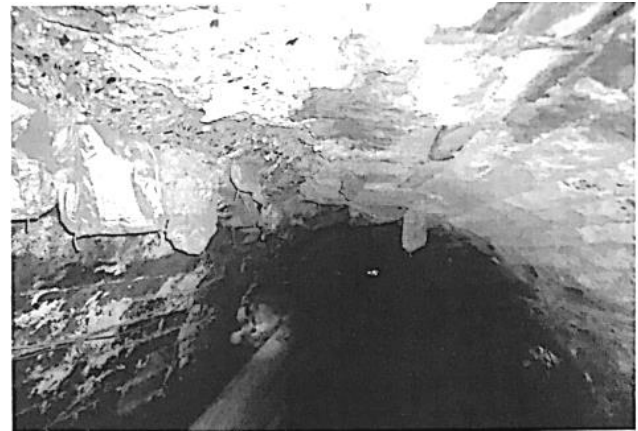
Hình 3: Mặt cắt ngang lò thượng VT 14.5 Khu Đông Nam mỏ than Khe Chàm III



Hình 4: Hệ thống các đường lò khu vực nghiên cứu tại mỏ than Khe Chàm III



a) Đường lò xuyên vỉa +17 vị trí PK 348 bị nén lún do áp lực bãi thải



b) Phá hủy vỏ bê tông lưu vì tai đường lò 17.2 do ảnh hưởng của nước chảy từ bãi thải

Hình 5: Hiện trạng công tác chống giữ và khai thác than dưới bãi thải lộ thiên



Hình 6: Vỏ chống bê tông lưu vì bị phong hóa

Đường lò xuyên vỉa +17.3 khi thi công đến mét thứ 348 theo thiết kế đường lò được chống bằng thép SVP 22, tiết diện $9,4 \text{ m}^2$, chèn kín nóc, hông chèn so le bằng tấm chèn bê tông cốt thép đúc sẵn đặt và đặt dầm nền. Nhưng do thời gian và ảnh hưởng của lớp áp lực đất đá phía trên là vùng bãi thải nên nhiều đoạn lò bị nén ép mạnh. Trên đường lò xuyên vỉa +17.2 đoạn mét 421 trở vào. Đoạn lò bị nén lún, làm rạn nứt vỏ chống bê tông lưu vì. Để đảm bảo an toàn, Công ty đã chống đội gia cường đỡ vỏ chống bê tông bằng vì thép vòm, chèn bằng tấm chèn BTCT kết hợp với gỗ, dầm văng ngang nền bằng ray P24 chống đẩy hông. Tuy vậy, đường lò tiếp tục

bị nén lún, biến dạng, đẩy hông làm gãy toàn bộ văng nền ray P24, làm giảm tiết diện đường lò, tiết diện thực tế sử dụng còn $5,4 \text{ m}^2$ ảnh hưởng tới công tác thông gió, vận tải, thoát nước của khu vực.

Khu vực nghiên cứu thuộc vỉa 14-5 với các đặc tính như sau: Vỉa 14-5 nằm cách vỉa 14-4 từ 30m đến 60m. Lộ vỉa 14-5 xuất hiện chủ yếu ở khu Khe Chàm I, III và moong khai thác lộ thiên mỏ Cao Sơn (Khe Chàm IV). Chiều dày toàn vỉa thay đổi từ 0,24m (BKC09) đến 38,84m (NKC67), trung bình 5,72m. Chiều dày riêng than thay đổi từ 0,00m đến 27,37m (NKC67), trung bình 4,99m. Vỉa có cấu tạo rất phức tạp, trong vỉa có từ 1 ÷ 9 lớp đá kẹp, chiều dày đá kẹp từ 0,0m ÷ 11,50m (NKC67), trung bình 0,53m. Độ dốc vỉa từ 3^0 ÷ 60^0 , trung bình 27^0 . Chiều dày vỉa 14-5 giảm dần từ phía Nam lên Bắc. Vỉa 14-5 có 317 công trình khoan không chế vỉa dưới sâu, 39 công trình khai đào không chế lộ vỉa. Đất đá vách, trụ vỉa than là các lớp đá bột kết, sét kết, than bản hoặc sét than và cuội kết thường nằm sát vách vỉa than, đây là dấu hiệu dễ nhận biết. So với báo cáo chuyên đổi năm 2008, chiều dày trung bình riêng than vỉa 14-5 giảm từ 6,77m xuống 4,99m. Đặc tính cụ thể của một số vỉa thuộc khu nghiên cứu thể hiện trên **Bảng 1**.

Bảng 1: Tổng hợp đặc điểm các vỉa than khu mỏ Khe Chàm [5]

Tên vỉa	Chiều dày (m)			Số lớp kẹp(s.lớp)	Độ dốc (độ)	Cấu tạo vỉa
	Dày vỉa	Riêng than	Đá kẹp			
V14-5	0,24-38,87	0-27,37	0-11,5	0-9	3-60	Rất phức tạp
	6,06(350)	5,31	0,59	1	27	

2.4. Thành lập mô hình đường lò than chịu ảnh hưởng khai thác than hầm lò dưới bãi thải lộ thiên

Để đánh giá độ dịch chuyển khối đá xung quanh đườnglò và độ bền của hệ thống kết cấu chống giữ đường lò dưới tác dụng của khối đất đá phía trên, áp lực bãi thải, áp lực nước ngầm, ta sử dụng phương pháp số thông qua phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm chuyên dụng Rocscience -RS2- Phase2. Phần mềm Phase2 bản quyền có khả năng mô phỏng quá trình khai đào đất đá và lắp dựng kết cấu chống giữ đường lò với các loại kết cấu chống giữ là điển hình là bê tông phun (Shotcrete) và neo đá (Rockbolt) với mô hình Fully Bonded, neo cáp (Cable bolt) với mô hình Plain Stran Cable, khung thép. Phần mềm cũng chỉ ra mức độ ổn định của đường lò thông qua hệ số bền (Strength factor), vùng dẻo xuất hiện xung quanh đường lò cũng như giá trị nội lực lớn nhất đạt được trong hệ thống kết cấu chống giữ đườnglò dưới ảnh hưởng của bãi thải và áp lực đất đá, nước ngầm gồm mô men lớn nhất trong vỏ bê tông cốt cứng, bê tông phun, khung thép, mô men uốn và lực dọc xuất hiện lớn nhất trong thanh neo.

*) Xây dựng mô hình, điều kiện biên và trường ứng suất ban đầu

Kích thước vùng mô hình hóa 2D: vùng ảnh hưởng sang bên trái, bên phải và phía dưới đường hầm trong tầng đá gốc được chọn bằng

bằng 30 lần chiều rộng đường lò (theo kinh nghiệm) nhằm đảm bảo mô hình điều kiện thực tế và đảm bảo độ chính xác của mô hình số.

Điều kiện biên: cạnh thẳng đứng bên trái, bên phải biên vùng ảnh hưởng cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng, không cho phép dịch chuyển theo phương ngang. Cạnh nằm ngang dưới đáy biên vùng ảnh hưởng không cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng và phương ngang. Cạnh nằm ngang phía trên biên vùng ảnh hưởng để tự do, cho phép dịch chuyển theo phương đứng và phương ngang. Tải trọng phân bố đều trên bề mặt mô hình bằng tự trọng của các lớp đất phía trên: $P = H_d \times P_d$, trong đó H_d - chiều dày tầng đất phía trên; P_d - áp lực đất gây ra trên $1 m^2$; và áp lực bãi thải gây ra tùy theo vị trí đường lò. Trong phần dưới xét 2 vị trí là đường lò nằm trực tiếp dưới bãi bãi (trung tâm bãi thải- áp lực phân bố đều) và đường lò nằm chéch 1 vị trí so với trung tâm bãi thải (nằm dưới vị trí bờ dốc bãi thải – áp lực phân bố dạng hình thang) giá trị cường độ áp lực tùy thuộc độ sâu đường lò và chiều cao đổ thải hiện tại của bãi thải (xem **Hình 7**). Trên cơ sở phân tích trên, bài báo tập trung nghiên cứu mô hình số cho đường lò 14.5

*) Công tác khai đào đường lò, lắp đặt các loại kết cấu chống giữ

Trong mô hình số, các giai đoạn tính toán được thể hiện trong **Bảng 2**.

Bảng 2: Các giai đoạn mô phỏng trong tính toán kết cấu chống đường lò

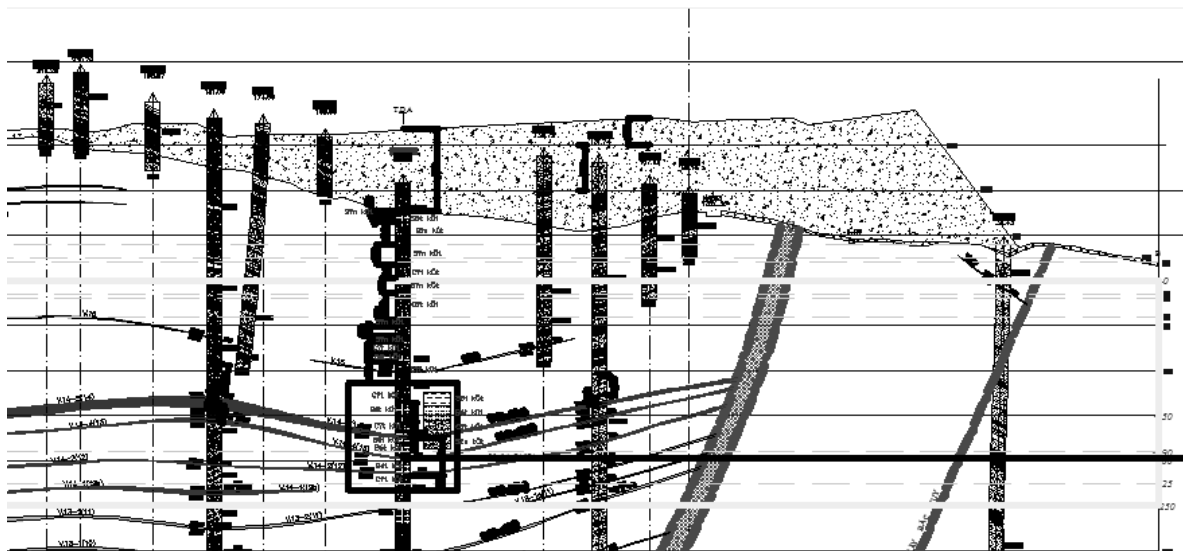
Giai đoạn mô phỏng	Công việc
Giai đoạn 1	Xây dựng điều kiện biên, trường ứng suất ban đầu.
Giai đoạn 2	Giảm modun của khối đá trong hầm để chú ý đến biến dạng xung quanh biên hầm sau khi đào và lắp dựng kết cấu chống lò

Giai đoạn mô phỏng	Công việc
Giai đoạn 3	a) Công tác khai đào, lắp dựng kết cấu chống.
	b) Quá trình đông cứng bê tông phun, neo BTCT và bê tông liên khối cốt cứng

*) Đặc tính đất đá và các thông số đầu vào 14-5 đào qua các lớp đá và than có các đặc tính
 Đối tượng nghiên cứu là các đường lò dọc cơ lý đá của các khu thuộc khai trường mỏ than
 vỉa than và dọc vỉa đá thuộc khu vỉa 14-2 đến Cao Sơn như **Bảng 3** dưới đây:

Bảng 3: Tổng hợp kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý đá mỏ than Cao Sơn [5]

Tên đá	Độ ẩm W (%)	Khối lượng riêng D (g/cm ³)	Khối lượng thể tích χ (g/cm ³)	Cường độ kháng kéo S_k (kG/cm ²)	Cường độ kháng nén S_n (kG/cm ²)	Hệ số kiên cố Proto diaconov f	Lực dính kết C (kG/cm ²)	Góc ma sát j (độ)
Sạn kết	0,245	2,622	2,594	183,51	1294,13	12,94	328,17	35,49
Cát kết	0,376	2,667	2,648	176,98	1241,32	12,41	308,21	35,32
Bột kết	0,621	2,668	2,652	139,60	960,13	9,60	244,94	35,26



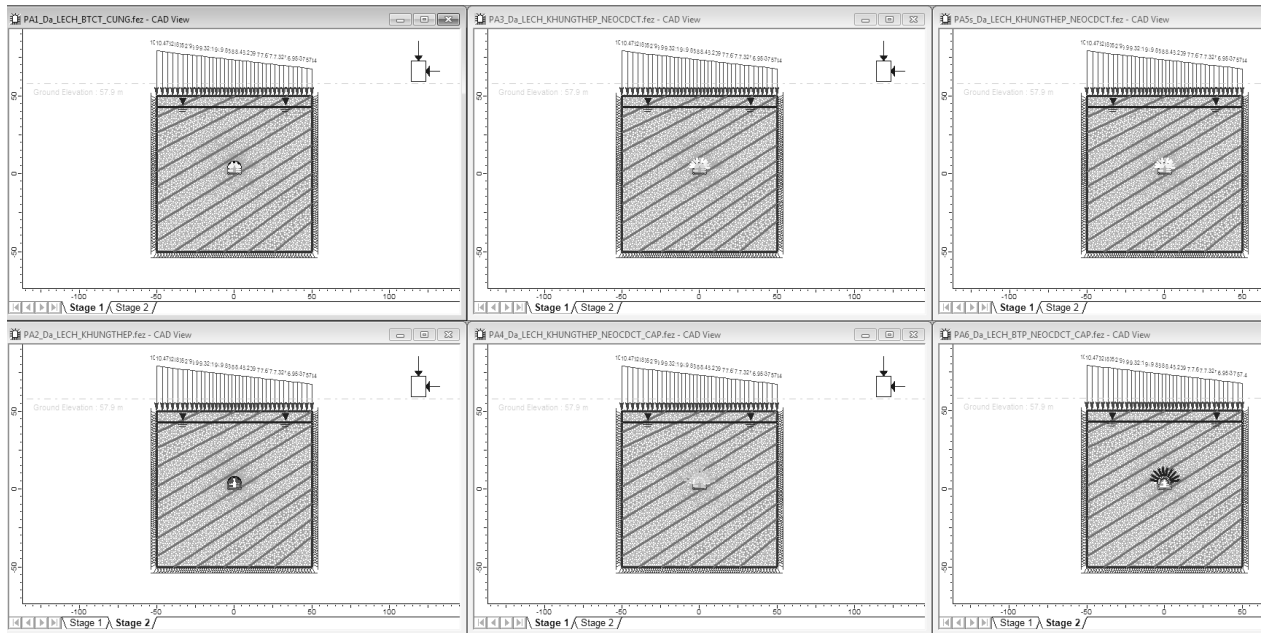
Hình 7: Trắc dọc khu vực nghiên cứu trong mô hình số tại khu vỉa 14-5

Trên cơ sở lựa chọn các kết cấu chống khả dĩ ở phần trên, khi đường lò đào trong đá sẽ tiến hành sử dụng các phương án chống giữ như **Bảng 4**. Đường lò được xem xét ở vị trí nằm tại mái dốc bãi thải – tải trọng phân bố lệch được xem là trạng thái nguy hiểm cho kết cấu chống.

Bảng 4: Các phương án chống lò đào trong đá (Hình 8)

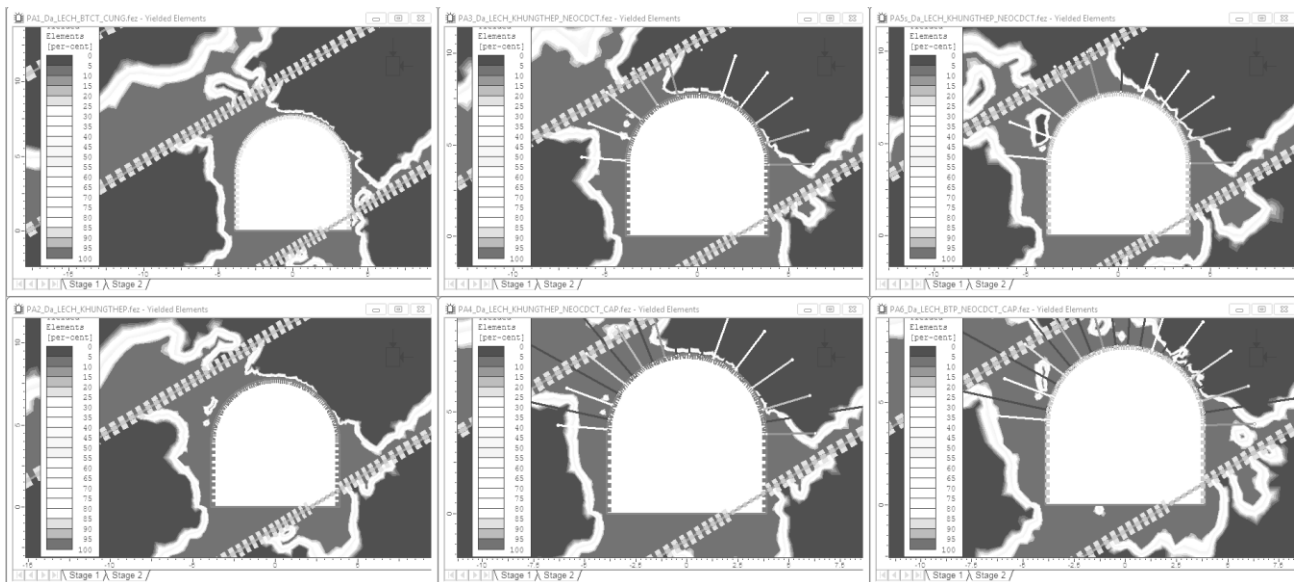
Stt	Các phương án chống lò
1	PHƯƠNG ÁN1: Bê tông liên khối cốt cứng: thép I 110, bê tông M300 dày 30cm
2	PHƯƠNG ÁN2: Khung thép SVP 27 bước chống 0,7m

Stt	Các phương án chống lò
3	PHƯƠNG ÁN3: Khung thép SVP 27, Neo BTCT L =2,4m
4	PHƯƠNG ÁN4: Khung thép SVP 27, Neo BTCT L =2,4m, Neo cáp L=6m (1x1m)
5	PHƯƠNG ÁN5: Neo BTCT L =2,4m kết hợp bê tông phun dày 5cm
6	PHƯƠNG ÁN6: Neo BTCT L =2,4m, Neo Cáp L =6m (axa =2x2m), Bê tông phun

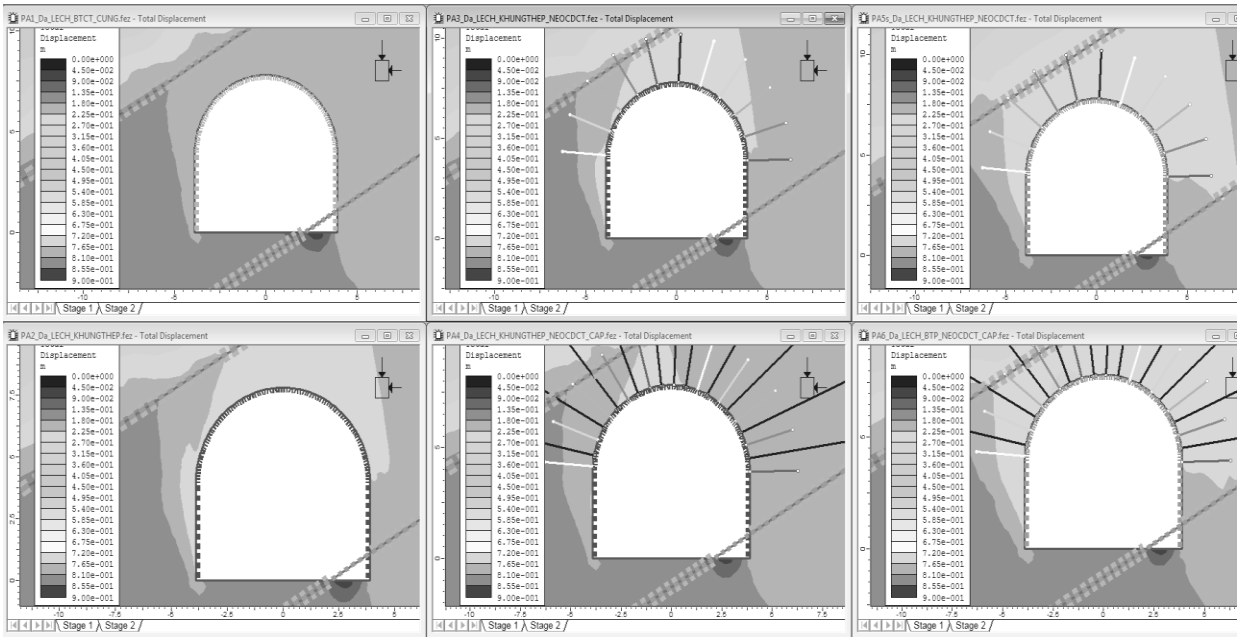


Hình 8: Mô hình các phương án chống lò trong đá

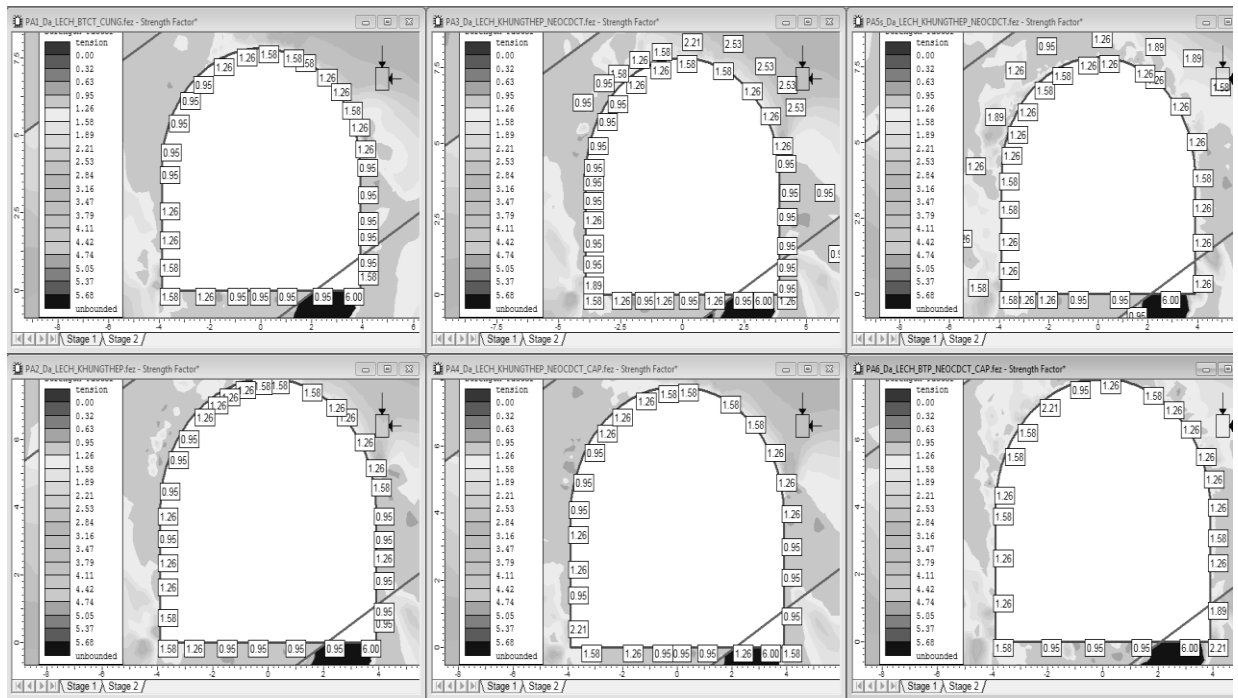
3. KẾT QUẢ MÔ HÌNH ĐƯỜNG LÒ THAN CHỊU ẢNH HƯỞNG HƯỞNG KHAI THÁC THAN HÀM LÒ DƯỚI BÃI THẢI LỘ THIÊN



Hình 9: Vùng biến dạng xung quang đường lò



Hình 10: Biến dạng tổng cộng xung quanh đường lò

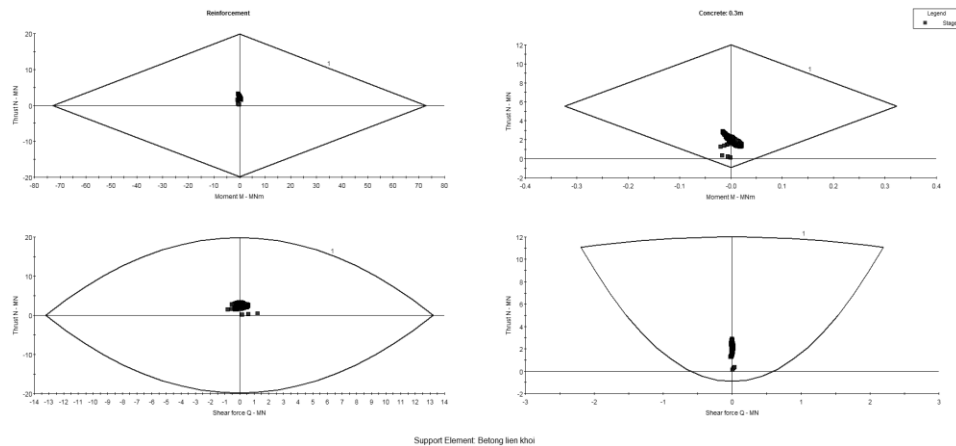


Hình 11: Hệ số bền của khối đá xung quanh đường lò

Kết quả:

- Phương án 4 và phương án 1 cho chuyển vị đường lò theo phương thẳng đứng nhỏ nhất
- Hệ số bền với phương án 6 là cao nhất, phần phá hủy nhỏ chỉ tập trung ở phần nền lò;
- Tổng biến dạng xung quanh đường lò.

Chuyển vị tổng cộng theo phương án 6 gồm bê tông phun, neo CDCT kết hợp với neo cáp là nhỏ nhất, và phương án 1 sử dụng bê tông cốt cứng chuyển vị trên biên lò là lớn nhất: hầu hết các điểm nóc lò và thành lò bên trái bằng không.



Hình 12: Tổng giá trị biến dạng của khối đá theo phương nằm ngang trên biên đường lò

Trên cơ sở kết quả mô hình, chuyển vị phương án chống khác nhau được thể hiện lớn nhất thu được trên biên lò theo các như Bảng 4.11.

Bảng 4.11: Các phương án chống lò đào trong than

Stt	Các phương án chống lò	Chuyển vị lớn nhất (mm)
1	PHƯƠNG ÁN 1: Bê tông liền khối cốt cứng: thép I 110, bê tông M300 dày 30cm	340
2	PHƯƠNG ÁN 2: Khung thép SVP 27 bước chống 0,7m	360
3	PHƯƠNG ÁN 3: Khung thép SVP 27, Neo BTCT L=2,4m	380
4	PHƯƠNG ÁN 4: Khung thép SVP 27, Neo BTCT L=2,4m, Neo Cáp L=6m (axa=1x1m)	360
5	PHƯƠNG ÁN 5: Neo BTCT L=2,4m kết hợp bê tông phun dày 5cm	340
6	PHƯƠNG ÁN 6: Neo BTCT L=2,4m, Neo Cáp L=6m (axa=2x2m), Bê tông phun	320

Phương phương án 6: Neo BTCT l =2,4m, neo cáp l =6m (axa=2x2m), bê tông phun có chuyển vị nhỏ nhất trong đá.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tổng hợp các kết quả nghiên cứu chính về nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực lên các đường lò dưới bãi thải bằng phương pháp mô hình số. Kết quả nghiên cứu cho phép rút ra các kết luận sau:

- Bãi thải phía trên có ảnh hưởng lớn đến trạng thái địa cơ học của hệ thống đường lò phía dưới. Tùy thuộc vào tương quan vị trí của

đường lò so với bãi thải mà áp lực tác dụng lên đường lò có thể là phân bố đều hoặc phân bố lệch, ảnh hưởng đến sự làm việc của kết cấu chống chống giữ đường lò.

- Việc sử dụng mô hình số xây dựng trên phương pháp phần tử hữu hạn thông qua mô hình Rocscience -RS2- Phase2 cho phép mô phỏng hiệu quả áp lực, tính toán nội lực và ứng xử của kết cấu chống giữ đường lò với các đề xuất phương pháp khác nhau;

- Bài báo cũng tiến hành nghiên cứu cho một trường hợp đường lò dọc vỉa khu vỉa 14-5 thuộc

mỏ than Khe Chàm III. Vị trí đường lò xem xét trong mô hình nằm bên sườn dốc bãi thải- áp lực lệch là trạng thái nguy hiểm với 6 phương án khác nhau. Kết quả mô hình số với 6 phương án cho thấy Phương phương án 6: Neo BTCT l =2,4m, neo cáp l =6m (axa=2x2m), bê tông phun có chuyển vị nhỏ nhất trong đá, và là phương án kiến nghị sử dụng để chống giữ đường lò .

- Bài báo mới tiến hành nghiên cứu mô hình số cho một trường hợp cụ thể trong một điều kiện cụ thể, để có những đánh giá đầy đủ hơn cần tiến hành phân tích bài toán với nhiều trường hợp và thử nghiệm kết quả, đánh giá hiệu quả mang lại trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Quang Phích. Cơ học đá. NXB Xây dựng. Hà Nội- 2008.

[2] Phạm Minh Đức, Nguyễn Văn Phương, Nông Việt Hùng, Trịnh Đăng Hưng, Nghiêm Xuân La, Ngô Văn Định và nnk. Báo cáo đề tài. *Nghiên cứu áp dụng giải pháp kỹ thuật công nghệ để chống giữ các đường lò trong điều kiện áp lực mỏ lớn tại một số mỏ hầm lò Quảng Ninh* -Viện Khoa Học Công nghệ Mỏ. Hà Nội- 2005.

[3] Phạm Minh Đức, Nguyễn Văn Phương và nnk. Báo cáo đề tài “Nghiên cứu các giải pháp tổng hợp nhằm giảm chống xén, nâng cao ổn định đường lò mỏ” Hà Nội -2007.

[4] Nguyễn Quang Phích và nnk. Báo cáo đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển mô hình phân tích, dự báo tai biến địa chất, kỹ thuật đối với công trình ngầm, công trình

khai thác mỏ ở Việt Nam”. Hà Nội -2015.

[5] Ngô Đức Quyền và nnk. Báo cáo đề tài cấp tập đoàn TKV “Nghiên cứu lựa chọn kết cấu chống hợp lý cho các đường lò thuộc vùng than Quảng Ninh phục vụ công tác tư vấn thiết kế”. Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản. Hà Nội- 2018;

[6] Gale W. J. and Fabianczyk M.W. Design approach to assess coal mine roadway stability and support requirements. Australia 1993 (Phương pháp nghiên cứu, đánh giá sự ổn định đường lò trong mỏ than).

[7] Sicherheit gegen Niederbruch im Untertagebau. Alexander H. Schneider. ETH Zürich, 2002 (An toàn phòng chống sập lò trong quá trình khai thác mỏ);

[8] Paul Avinash et al., Design of Support System and Stability Evaluation for Underground Workings of Gare Palma Coal Mine – A Case Study. Modelling, Measurement and Control C. September 2018.

[9] Методические указания по определению параметров управления горным давлением в типовых горногеологических условиях разработки мощных пологих пластов - ВНИМИ. 1981 (Hướng dẫn xác định các thông số và kiểm soát áp suất đá trong điều kiện khai thác và địa chất điển hình);

[10] Управление горным давлением - Борисов А.А. и др. Москва. 1983 (Quản lý áp lực đá);

[11] Управление состоянием массива горных пород - Голик В.И., Исмаилов Т.Т. Кемерово. 2008 (Quản lý khối đá);