

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
PGS, TS ĐOÀN THẾ TƯỜNG

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

PGS, TS PHÙNG MẠNH ĐẮC
PGS, TS HOÀNG VIỆT HÙNG
PGS, TS PHẠM QUANG HƯNG
PGS, TS NGUYỄN BÁ KẾ
TS PHÙNG ĐỨC LONG
GS NGUYỄN CÔNG MẪN
PGS, TS NGUYỄN ĐỨC MẠNH
PGS, TS NGUYỄN SỸ NGỌC
PGS, TS VÕ PHÁN
PGS, TS NGUYỄN HUY PHƯƠNG
GS, TS TRẦN THỊ THANH
PGS, TS VƯƠNG VĂN THÀNH
TS LÊ THIẾT TRUNG
GS, TS ĐỖ NHƯ TRÁNG
PGS, TS TRẦN THƯƠNG BÌNH
TS NGUYỄN TRƯỜNG HUY
PGS, TS ĐẬU VĂN NGỌ
PGS, TS TẠ ĐỨC THỊNH
TS NGUYỄN TUẤN PHƯƠNG

Giấy phép xuất bản số 1358/GPXB -
Ngày 8-6-1996, Bộ Văn hóa - Thông tin
Cơ quan xuất bản: Viện Địa Kỹ thuật
(Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam)
152 Lê Duẩn - Đống Đa - Hà Nội
Tel: 024. 22141917.
Email: tapchidkt@yahoo.com.vn;
viendkt@vusta.vn
Website: www.vgi-vn.vn
Xuất bản 3 tháng 1 kỳ
Nộp lưu chiểu: tháng Mười một 2023

Tạp chí ĐỊA KỸ THUẬT

ISSN - 0868 - 279X
NĂM THỨ 27
SỐ 4 NĂM 2023

MỤC LỤC

DƯƠNG VĂN VIỆN, BÙI VĂN TRƯỜNG, NGUYỄN CÔNG KIÊN: Nghiên cứu phân vùng hiệu quả công nghệ khoan phụt măng sét xử lý thấm đê Hữu Hồng, Hà Nội. 3

PHẠM TRI THỨC, PHAN HUY ĐÔNG, PHAN NGUYỄN BÌNH: Nghiên cứu khả năng đầm chặt và chỉ số CBR của vật liệu san lấp dạng hạt tái chế từ bùn nạo vét với hàm lượng nghèo phụ gia. 12

PHẠM VĂN VĨ, ĐỖ NGỌC ANH, ĐẶNG VĂN KIÊN, ĐỖ NGỌC THÁI, TRƯƠNG VĂN MẠNH, LÊ TUẤN NGỌC, CAO ANH HẢO: Nghiên cứu độ ổn định đường lò thượng dốc đứng thi công bằng máy khoan doa mở rộng RBM. 20

NGUYỄN TRUNG KIÊN, LÊ BÁ VINH, LAI VĂN QUÍ: Mô hình vật lý của hệ số nền k trong bài toán tương tác động giữa đất nền - kết cấu. 29

ĐỒNG VĂN PHONG, LÊ BÁ KHÁNH, LÊ BÁ VINH, TÔ LÊ HƯƠNG: Phân tích ứng xử của trụ đất xi măng có cốt cứng chịu tải trọng ngang. 38

NGUYỄN THỊ BÍCH HẠNH: Nghiên cứu dự báo lún cho các công trình đắp trên một số dạng cấu trúc nền đất yếu ở ven biển đồng bằng sông Hồng. 47

NGUYỄN XUÂN MÃN, PHẠM THANH BÌNH: Lún sụt mặt đất do xây dựng công trình ngầm 54

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF
Ass/Prof.Dr. DOAN THE TUONG

EDITORIAL BOARD

Ass/Prof.Dr. PHUNG MANH DAC
Ass/Prof.Dr. HOANG VIET HUNG
Ass/Prof.Dr. PHAM QUANG HUNG
Ass/Prof.Dr. NGUYEN BA KE
Dr. PHUNG DUC LONG
Prof. NGUYEN CONG MAN
Ass/Prof.Dr. NGUYEN DUC MANH
Ass/Prof.Dr. NGUYEN SY NGOC
Ass/Prof.Dr. VO PHAN
Ass/Prof.Dr. NGUYEN HUY PHUONG
Prof.Dr. TRAN THI THANH
Ass/Prof.Dr. VUONG VAN THANH
Dr. LE THIET TRUNG
Prof.Dr. DO NHU TRANG
Ass/Prof.Dr. TRAN THUONG BINH
Dr. NGUYEN TRUONG HUY
Ass/Prof.Dr. DAU VAN NGO
Ass/Prof.Dr. TA DUC THINH
Dr. NGUYEN TUAN PHUONG

Printing licence No 1358/GPXB
dated 8 June 1996 by the Minister of Culture and
Information
Published by the Vietnam Geotechnical Institute
(Vietnam Union of Science and Technology
Associations)
Add: 152 Le Duan, Dong Da, Hanoi
Tel: 024.22141917.
Email: tapchidkt@yahoo.com.vn;
viendkt@vusta.vn
Website: www.vgi-vn.vn
Copyright deposit: November 2023

VIETNAM GEOTECHNIAL JOURNAL

ISSN - 0868 - 279X
VOLUME 27
NUMBER 4 - 2023

CONTENTS

- DUONG VAN VIEN, BUI VAN TRUONG, NGUYEN CONG KIEN:** Research on zoning of grouting effectiveness with use of tube mamanchette (TAM) grouting for unpermeable treatment of the right Red River dike, Ha Noi. 3
- PHAM TRI THUC, PHAN HUY DONG, PHAN NGUYEN BINH:** Researching the compaction capability and cbr index of recycled granular fill material derived from dredged sludge with low additive content. 12
- PHAM VĂN VI, DO NGOC ANH, DANG VAN KIEN, DO NGOC THAI, TRUONG VAN MANH, LE TUAN NGOC, CAO ANH HAO:** Study on the Stability of the Vertical-Inclined Tunnel Excavated by the Raise Boring Machine (RBM). 20
- NGUYEN TRUNG KIEN, LE BA VINH, LAI VAN QUI:** Physics-based model of soil impedance function K in seismic analysis of soil structure interaction. 29
- DONG VĂN PHONG, LE BA KHANH, LE BA VINH, TO LE HUONG:** Analyze behaviors of the stiffened deep cement mixing columns subjected to lateral load. 38
- NGUYEN THI BICH HANH:** Soft soils structure and settlement prediction of embankments at the coastal areas of Red river delta. 47
- NGUYEN XUAN MAN, PHAM THANH BINH:** Subsidence by building underground construction. 54

NGHIÊN CỨU ĐỘ ỔN ĐỊNH ĐƯỜNG LÒ THƯỢNG ĐỐC ĐỨNG THI CÔNG BẰNG MÁY KHOAN DOA MỞ RỘNG RBM

PHẠM VĂN VĨ*, ĐỖ NGỌC ANH*,
ĐẶNG VĂN KIÊN*, ĐỖ NGỌC THÁI*
TRƯƠNG VĂN MẠNH**,
LÊ TUẤN NGỌC**, CAO ANH HÀO**

Study on the Stability of the Vertical-Inclined Tunnel Excavated by the Raise Boring Machine (RBM)

Summary: Around the world, the raise boring method using a raise boring machine (RBM) has been applied in many fields, including the mining industry and it has proven its effectiveness. The RBM can be used in various modes of operation, such as conventional up-reaming of pilot holes, down boring with a pre-drilled pilot hole, and blind hole boring. The Capabilities and effectiveness of the RBMs have been proven in implementing projects worldwide since 1968 to excavate shafts up to 1260m in length, with various diameters from 0,7m to 7,1m. In this study, the technology and construction process of the RBMs are also presented. In the next step, the numerical model was used to evaluate the stability of the rock mass around the vertical-inclined tunnel when excavated by the drilling and blasting method and the raise boring method. The numerical results indicated that the rock mass around the vertical-inclined tunnel excavated by the RBM was much more stable. Compared to the drilling and blasting method, the tunnels excavated by the RBM can significantly reduce the number of workers, improve safety, and enhance work efficiency. Therefore, the development and application of the RBM technology need to be further researched.

Keywords: *Vertical-inclined Tunnel, Raise Boring Machine (RBM)*

1. Đặt vấn đề

Tùy theo các điều kiện cụ thể của mỏ, mỏ có thể mở vỉa bằng giếng đứng, giếng nghiêng để tiếp cận và khai thác tài nguyên khoáng sản. Các giếng đứng hoặc giếng nghiêng được xây dựng từ bề mặt đến độ sâu thiết kế. Các đường lò dọc vỉa, xuyên vỉa vận tải và thông gió được xây dựng để tiếp cận, khai thác khoáng sản. Tùy theo đặc điểm phân bố của thân khoáng sản mà xây dựng nhiều loại đường lò thượng có độ dốc khác nhau (nghiêng hoặc đứng) để vận tải khoáng sản, lối

cho người đi lại và thông gió v.v... Các đường lò thượng không thông trực tiếp với mặt đất, không gian hẹp nên các thiết bị khoan và phương tiện hỗ trợ bị hạn chế hoặc bị cấm. Do đó, phương pháp thi công sử dụng máy khoan doa mở rộng (RBM) đã được sử dụng. Phương pháp RBM phù hợp để thi công các lò thượng có các góc nghiêng từ dốc đến dốc đứng trong các hoạt động khai thác dưới lòng đất. Phương pháp RBM rất quan trọng trong ngành khai thác mỏ, và nó cũng được áp dụng cho các công trình ngầm (CTN) khác, chẳng hạn như đường hầm dẫn nước, giếng trong các nhà máy thủy điện và nhà máy điện bơm tích năng, giếng gió và lối thoát hiểm cho các đường hầm cao tốc, đường sắt và tàu điện ngầm, kho

* Trường Đại học Mỏ - Địa chất

** Tổng công ty Khoáng sản - TKV

Email: kienxdn@gmail.com

chứa chất thải hạt nhân ngầm và các cơ sở quân sự (Zhu, 2004; Xu, 2008; Su và Wang, 2010; Guo và Zhang, 2012; Liu và nnk, 2011; Liu, 2013a, b; Sun, 2013).

Vào những năm 1950, máy khoan giếng và TBM đã được sử dụng để phá vỡ đất đá. Tuy nhiên, đường kính các CTN thường nhỏ. Vì vậy, cần có các phương pháp khác để doa các lỗ khoan này lớn hơn tới biên đã được thiết kế. Để đạt được mục tiêu này, máy khoan RBM cỡ lớn, quy trình khoan, phá đá và độ ổn định của biên đào trong quá trình khoan được nghiên cứu phát triển (Liu, 2001; Zhang và nnk, 2008, 2010; Liu và nnk, 2011).

Công nghệ đào lò thượng dốc đứng bằng lỗ khoan dẫn trước đường kính lớn đã từng được áp dụng tại Việt Nam. Công nghệ này được áp dụng phổ biến trong thi công các giếng điều áp tại các công trình thủy điện. Công nghệ đã chứng tỏ được tính ưu việt khi giải quyết được các vấn đề về an toàn trong thi công, vận tải đất đá, thông gió, và thoát nước. Đặc biệt sau sự cố tai nạn lao động trong quá trình đào lò thượng tại Công ty than Vàng Danh xảy ra tháng 8/2023, việc ứng dụng các công nghệ đào cơ giới hóa trong thi công các đường lò nghiêng và dốc đứng càng trở nên quan trọng và cần thiết.

Trên thế giới, các hệ thống cơ giới hóa mới như phương pháp khoan các lỗ khoan có đường kính lớn khi sử dụng máy khoan RBM và Máy khoan giếng (kiểu chữ V) đưa vào trong ngành xây dựng và công nghiệp mỏ đã được chứng minh là an toàn và tiết kiệm (Robbins, 2000). RBM có các dạng khác nhau bao gồm dạng thông thường (khoan mũi khoan dẫn trước, sau đó doa mở rộng từ dưới lên), khoan từ trên xuống (khoan mũi khoan dẫn trước, sau đó doa từ trên xuống), khoan doa mở rộng đồng thời (máy khoan đặt ở đáy và khoan hướng lên trên, vật liệu khoan sẽ rơi xuống lá chắn và chuyển lên thùng vận chuyển), khoan ngang (khoan theo phương ngang) (Breeds và Conway, 1992).

Trong nghiên cứu này, công nghệ và quy trình thi công bằng máy khoan RBM được trình bày.

Tiếp theo, mô hình số được sử dụng để đánh giá độ ổn định khối đá xung quanh đường lò thượng thẳng đứng khi thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn và phương pháp thi công bằng máy khoan RBM. Kết quả mô hình số cho thấy khối đá xung quanh đường lò khi thi công bằng máy khoan RBM ổn định hơn nhiều khi so sánh với phương pháp khoan nổ mìn. So với phương pháp khoan nổ mìn thông thường, phương pháp thi công cơ giới hóa có thể giảm đáng kể số lượng công nhân, nâng cao độ an toàn trong thi công, và nâng cao hiệu quả làm việc. Vì vậy, việc phát triển và ứng dụng công nghệ khoan RBM cần được tiếp tục nghiên cứu.

2. Công nghệ đào lò thượng dốc đứng bằng máy khoan doa mở rộng RBM

Phương pháp thi công bằng máy sử dụng máy khoan doa mở rộng RBM thi công CTN bằng khoan doa lỗ khoan dẫn hướng đã khoan trước đó. Đối với loại máy khoan xoay, mô men quay và lực dọc trực tác dụng lên mũi khoan (gọi là mũi khoan dẫn hướng) dọc theo cần khoan để tạo ra lỗ khoan dẫn hướng (Hình 1a). Quy trình thi công lỗ khoan dẫn hướng bằng máy khoan doa mở rộng RBM cũng giống như quy trình thi công bằng máy khoan thông thường. Khi lỗ khoan dẫn hướng khoan tới CTN bên dưới, mũi khoan dẫn hướng sẽ được tháo ra và thay thế bằng đầu doa mở rộng có đường kính lớn. Đầu doa vừa xoay và được kéo về phía giàn khoan thông qua cần khoan, các dao cắt trên đầu doa sẽ khoan cắt phá đá để tạo ra CTN có đường kính theo thiết kế (Hình 1b).

Quy trình khoan bao gồm hai bước: khoan dẫn hướng và khoan doa mở rộng. Trên thực tế, có rất nhiều loại máy khoan RBM. Ví dụ, chúng có thể được phân loại: loại khung và loại cột theo cấu trúc của khung khoan; loại xích và loại xi lanh theo chế độ đẩy; loại điều khiển bằng động cơ và loại điều khiển bằng động cơ thủy lực theo nguồn điện. Tuy nhiên, những cách phân loại này không dựa trên bản chất của máy khoan doa mở rộng RBM. Trong thực tế, các máy khoan RBM có thể được phân thành hai loại theo quy trình doa, tức

là loại doa từ dưới lên và loại doa từ trên xuống. Trong phương pháp doa từ trên xuống, đất đá thải sẽ rơi xuống mức thấp hơn qua vành khuyên giữa cần khoan và thành lỗ khoan. Đất đá bị máy cắt phá vỡ ở các vị trí khác nhau bởi dao cắt trên đầu doa hội tụ tại tâm của đầu doa và liên tục bị phá vỡ bởi các răng cắt khác. Ngược lại, trong phương pháp doa từ dưới lên, đất đá bị cắt thường rơi xuống do trọng lực và hiếm khi cắt lại nhiều lần, vì vậy hiệu quả của nó cao hơn so với phương pháp khoan doa từ trên xuống. Khi thi công CTN sử dụng máy khoan doa mở rộng RBM, công nhân vận hành máy khoan ở tầng trên nên điều kiện làm việc an toàn hơn so một số phương pháp khác như phương pháp khoan nổ mìn thông thường.

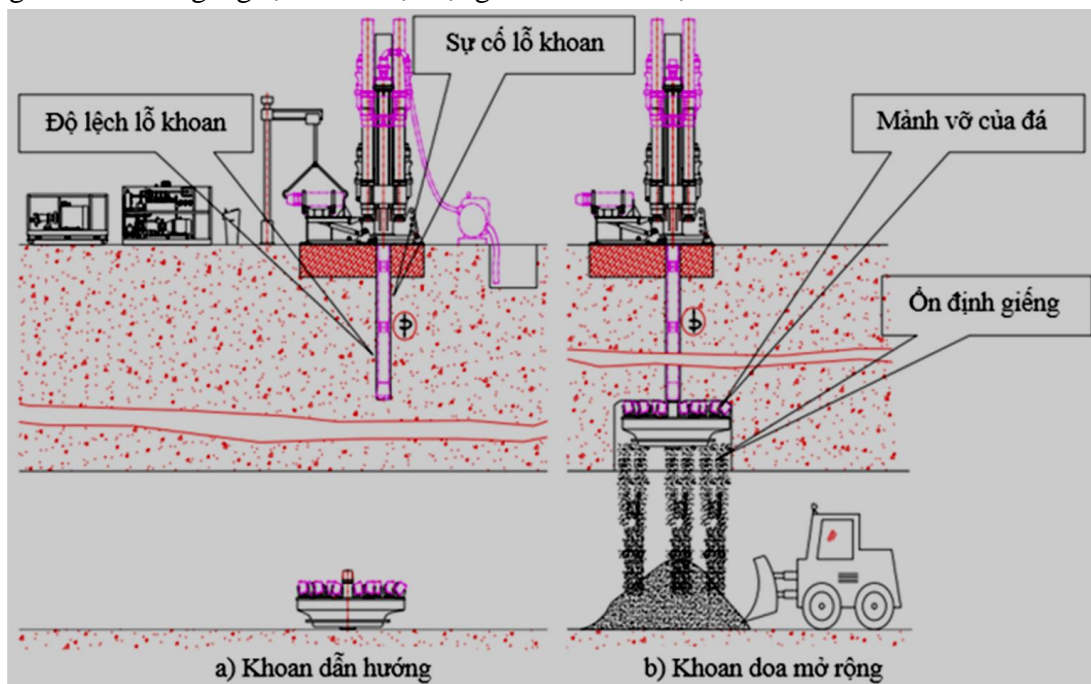
Máy khoan RBM đã thay đổi hoàn toàn điều kiện làm việc trong thi công CTN, công nhân vận hành máy khoan được an toàn do làm việc cách xa bề mặt gương thi công. Tất cả các quy trình khoan đều đạt được nhờ máy khoan RBM, tạo nền tảng tốt cho công nghệ khoan tự động và

không người lái. Theo quy trình khoan của máy khoan RBM thông thường, một loạt các vấn đề về cơ học đá cần được quan tâm, bao gồm độ ổn định của thành lỗ khoan, tương tác giữa cần khoan và đá, kiểm soát quỹ đạo khoan của lỗ khoan dẫn hướng, v.v... (James, 1997).

2.1. Khoan dẫn hướng

Khoan dẫn hướng là quá trình khoan một lỗ dẫn hướng có đường kính nhỏ dọc theo trục của CTN (Hình 1). Các yêu cầu sau phải được thỏa mãn đối với lỗ dẫn hướng trong công nghệ khoan RBM:

- Trục của lỗ khoan dẫn hướng càng thẳng càng tốt và độ cong của nó không được thay đổi quá lớn;
- Khoảng cách tối đa từ trục của lỗ khoan dẫn hướng đến trục của CTN phải được giữ trong giới hạn kỹ thuật cho phép, tức là độ lệch của lỗ khoan dẫn hướng là nhỏ nhất;
- Trong quá trình khoan, phải tránh xảy ra sự ổn định và lỗ khoan dẫn trước đã hoàn thành phải ổn định.



Hình 1. Thi công công trình ngầm sử dụng máy khoan RBM

2.2. Khoan doa mở rộng

Khi mũi khoan dẫn hướng xuyên qua khối đá tới CTN bên dưới thì đầu doa được lắp vào, thay thế cho mũi khoan dẫn hướng. Đầu doa được quay

và kéo lên phía trên về phía bộ phận giàn khoan để đào đường lò tới tiết diện bằng đường kính của đầu doa mở rộng. Khi doa ngược mở rộng từ dưới lên, đầu doa được điều khiển chuyển động quay

thông qua cần khoan. Đầu doa được điều khiển để nghiền nát khối đá tiếp xúc với răng cắt được gắn trên dao cắt, đá thải sẽ rơi xuống CTN bên dưới và được xúc bốc ra bên ngoài (Hình 1b). Các thông số kỹ thuật chính của dao cắt bao gồm chiều dài đường sinh, góc côn, đường kính của đầu lớn, khoảng cách giữa các răng cắt trong một hàng và khoảng cách giữa các hàng, v.v. Các thông số răng cắt bao gồm hình dạng và đường kính của răng cắt, v.v... Trong quá trình doa

ngược của máy khoan doa mở rộng RBM, đầu doa tác dụng một lực nhất định lên dao cắt theo hướng khoan cho đến khi dao cắt ép vào đá và phá vỡ đá khi vượt quá giới hạn làm việc đàn hồi của đá (Hình 2). Vì vậy, cơ chế phá đá của dao cắt, khả năng khoan đá, kết cấu và hình dạng của dao cắt, vật liệu và kết cấu của răng cắt, khả năng chống mài mòn, cách bố trí dao cắt trên đầu doa để đáp ứng việc phá vỡ đá hiệu quả cần được nghiên cứu.



a)



b)

Hình 2. Cấu tạo của đầu doa mở rộng: a) đầu doa; b) đĩa cắt

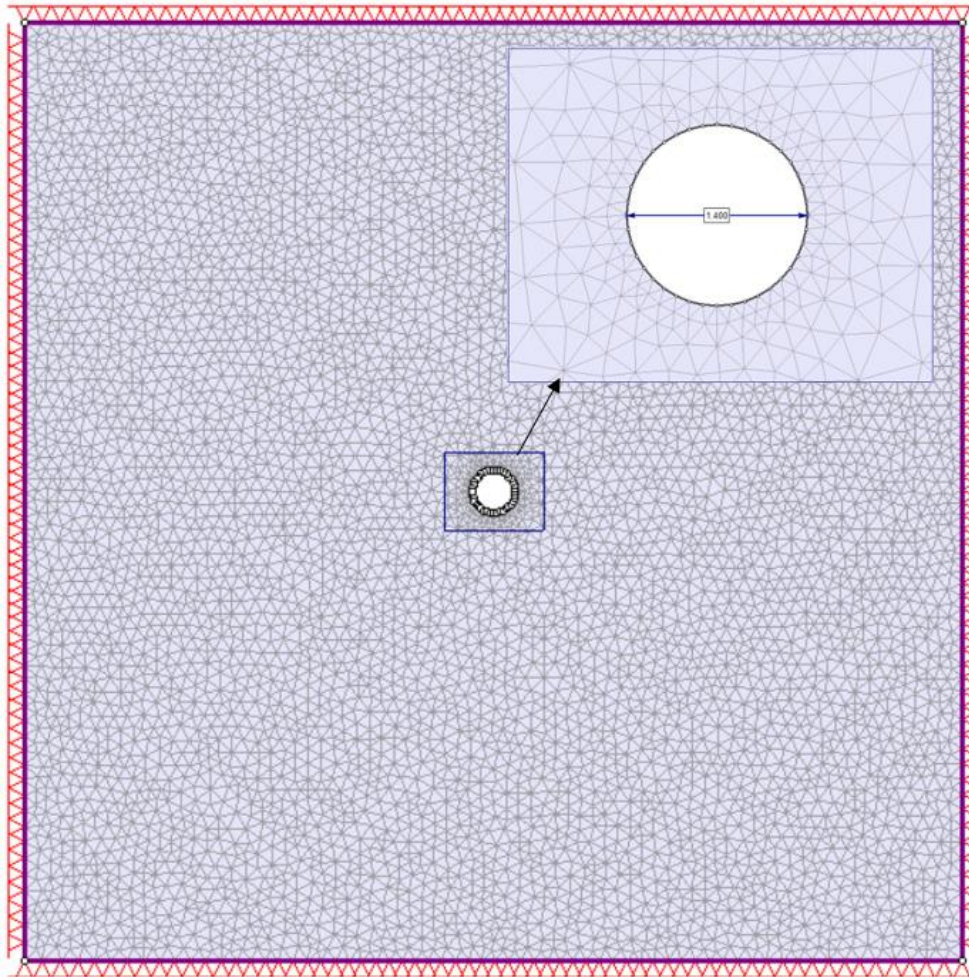
3. Sử dụng mô hình số để đánh giá độ ổn định đường lò khi thi công bằng RBM

3.1. Mô hình số cho đường lò thượng thẳng đứng

Phần này được thực hiện để đánh giá mức độ ảnh hưởng của phương pháp thi công đến độ ổn định của khối đá xung quanh đường lò thượng thẳng đứng tại mỏ Vi Kẽm, cụ thể là so sánh ảnh hưởng của phương pháp khoan nổ mìn với phương pháp thi công bằng máy khoan doa mở rộng RBM. Hình 3 giới thiệu mô hình 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 cho trường hợp đường lò thượng thẳng đứng tiết diện tròn có đường kính 1,4 m, và tiết diện chữ nhật có kích thước 4,0 m x 2,5 m, khi chịu tải trọng tĩnh với giả thiết rằng ứng xử khối đá là đàn hồi.

Mô hình có kích thước theo cả hai phương 30,8 m và biên mô hình được cố định theo tất cả các phương. Mô hình bao gồm 11864 phần tử và 6061 nút cho mô hình đường hầm tiết diện hình tròn (Hình 3); 6194 phần tử và 3183 nút cho mô hình đường hầm tiết diện hình chữ nhật (Hình 4). Mặt cắt nghiên cứu trong trường hợp này nằm ở độ sâu 108 m (vị trí giữa lò thượng đứng), đá có khối lượng thể tích là $0,026 \text{ MN/m}^3$ và có cường độ chịu nén đơn trục là 70 MPa, khối đá có chỉ số RMR = 45 thuộc nhóm đá chất lượng trung bình. Mô phỏng số đường lò thượng cho hai trường hợp: (1) thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn và phương pháp thi công bằng máy sử dụng máy khoan RBM cho đường lò thượng tiết diện tròn, (2) thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn và thi công bằng máy khoan RBM sau đó mở

rộng bằng khoan nổ mìn cho đường lò thượng tiết diện chữ nhật.

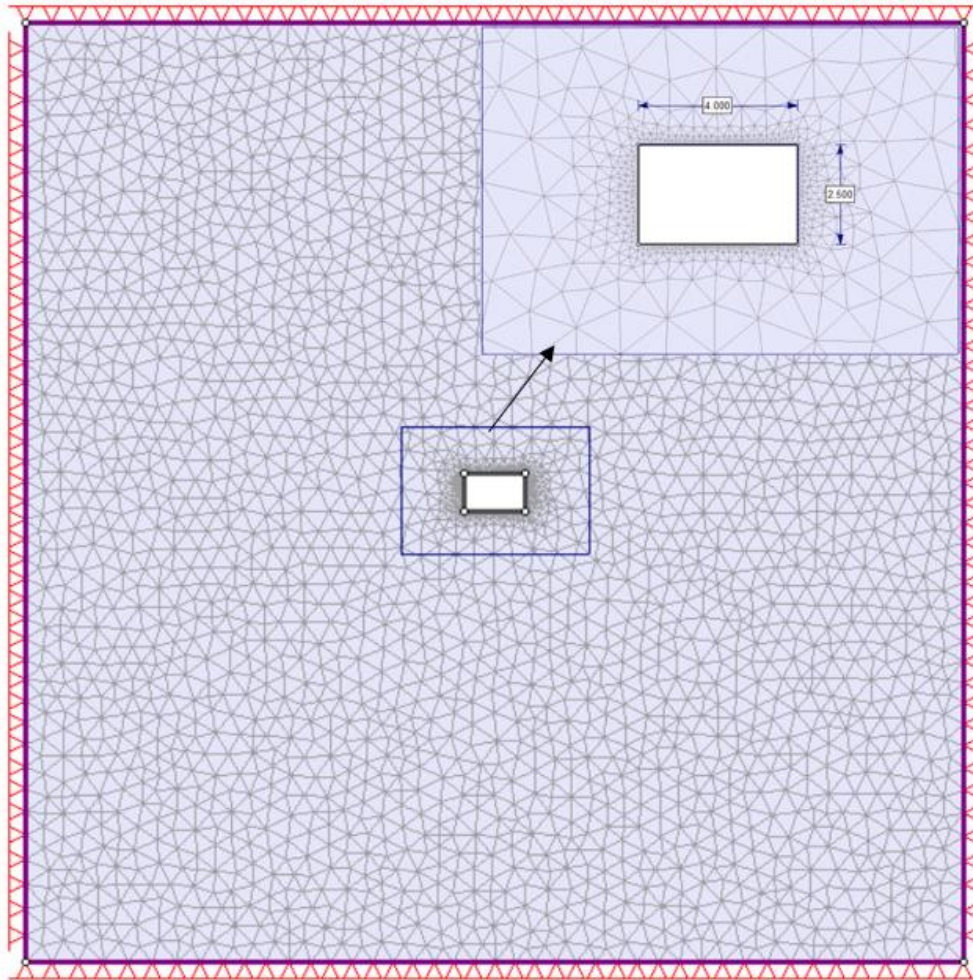


Hình 3. Mô hình số cho lò thượng đứng tiết diện tròn đường kính 1,4 m

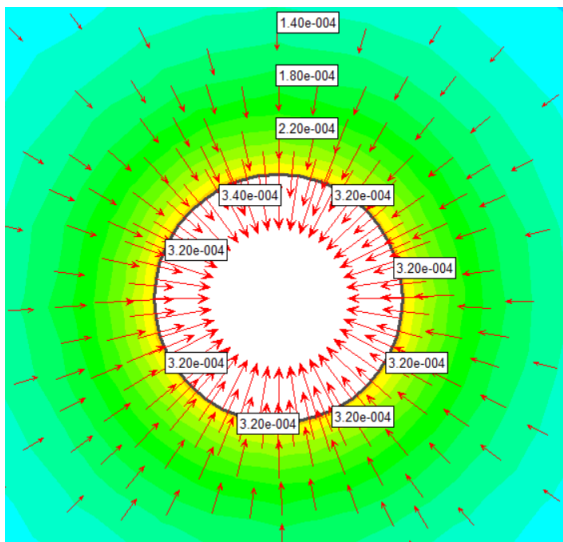
3.2. So sánh kết quả số giữa phương pháp khoan nổ mìn và phương pháp RBM

Hình 5 thể hiện giá trị chuyển vị xung quanh đường lò bằng cả hai phương pháp khoan nổ mìn và phương pháp RBM. Kết quả cho thấy chuyển vị lớn nhất trên biên đường lò thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn là 0,00034 m (Hình 5a) lớn hơn 70% so với chuyển vị lớn nhất trên biên đường lò thi công bằng máy khoan RBM 0,0002 m (Hình 5b). Hình 6 cho thấy hệ số độ bền của khối đá xung quanh đường lò tiết diện tròn, với cả hai phương pháp thi công thì hệ số độ bền của khối đá ở biên đường lò là 1,26 và càng xa đường hầm hệ số độ bền khối đá sẽ tăng lên.

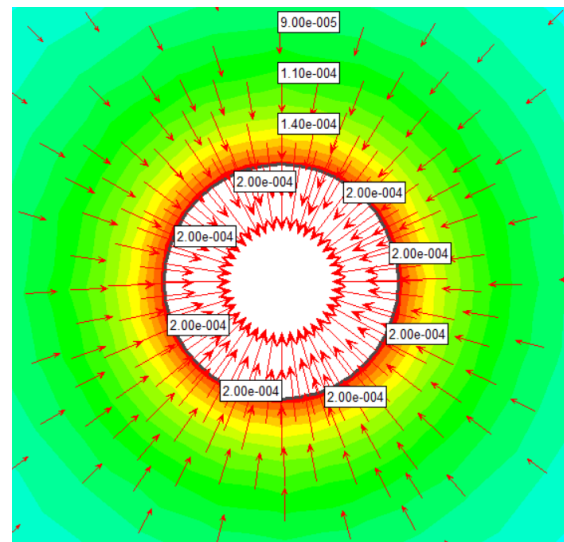
Khi cách xa biên hầm 1,6 m thì hệ số độ bền tăng lên 2,53 (Hình 6a) với thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn và tăng lên 2,84 đối với thi công bằng máy RBM (Hình 6b). Kết quả trong Hình 6 cũng cho thấy khối đá xung quanh đường lò được thi công bằng máy khoan RBM ổn định hơn khối đá xung quanh đường lò thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn. Lưu ý, trong mô phỏng số, biên đường lò thể hiện là biên thiết kế, còn trong thực tế thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn thì biên đường lò sẽ gồ ghề không trơn gầy bất lợi hơn nữa về ổn định khối đá xung quanh đường lò.



Hình 4. Mô hình số cho lò thượng đứng tiết diện chữ nhật 4,0 x 2,5 m

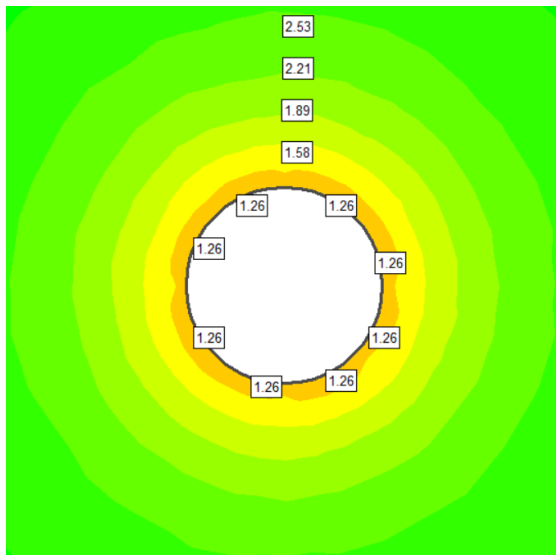


a)

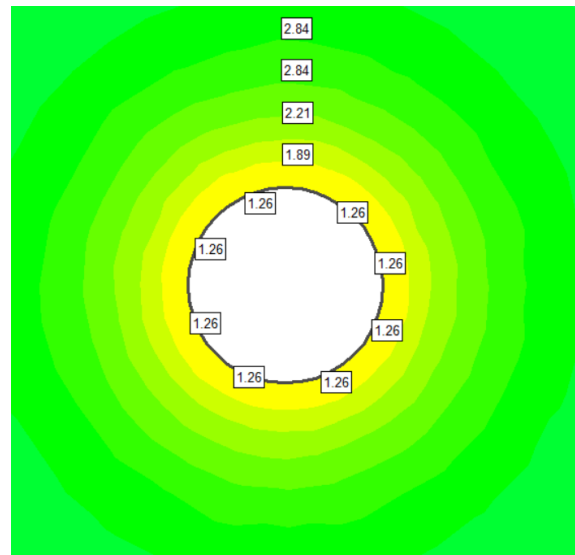


b)

Hình 5. Chuyển vị xung quanh lò thượng đứng tiết diện tròn
a) Phương pháp khoan nổ mìn; b) Phương pháp khoan RBM



a)



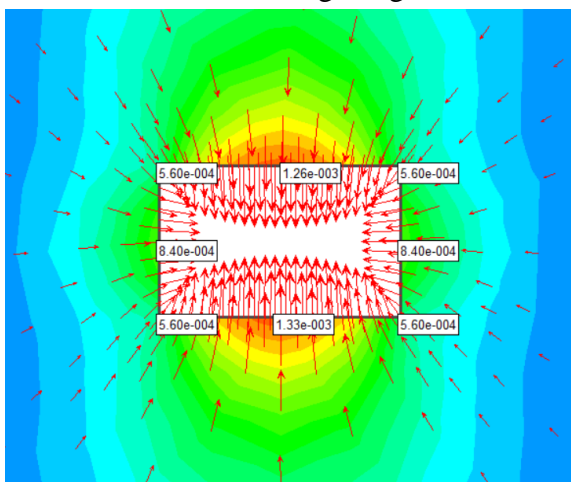
b)

Hình 6. Hệ số độ bền xung quanh lò thượng đứng tiết diện tròn

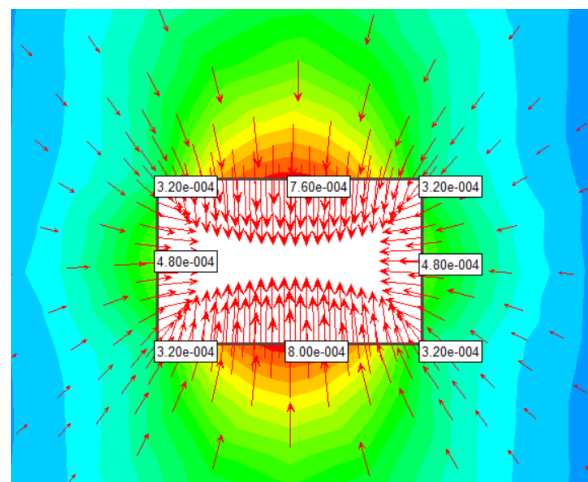
a) Phương pháp khoan nổ mìn; b) Phương pháp khoan RBM

Hình 7 và 8 trình bày các kết quả mô phỏng số cho đường hầm tiết diện hình chữ nhật. Chuyển vị lớn nhất trên biên lò thì công bằng phương pháp khoan nổ mìn lớn hơn thì công bằng máy khoan RBM sau đó mở rộng bằng khoan nổ mìn

là 66%, cụ thể chuyển vị lớn nhất trên biên lò tiết diện hình chữ nhật thi công bằng khoan nổ mìn và thi công bằng máy khoan RBM tương ứng là 0,00133 m (Hình 7a) và 0,0008 m (Hình 7b).



a)



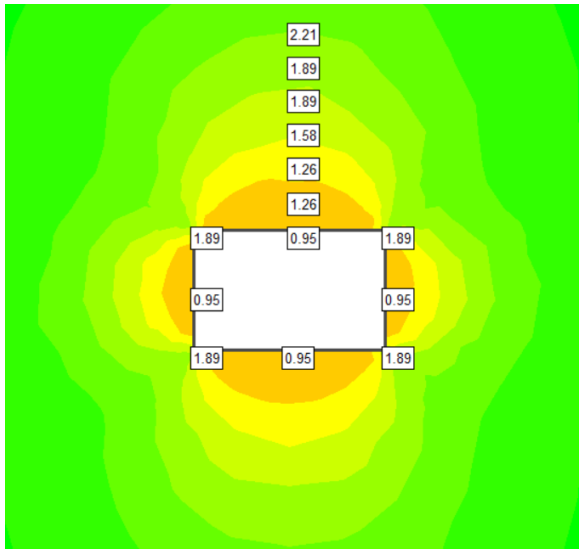
b)

Hình 7. Chuyển vị xung quanh lò thượng đứng tiết diện chữ nhật

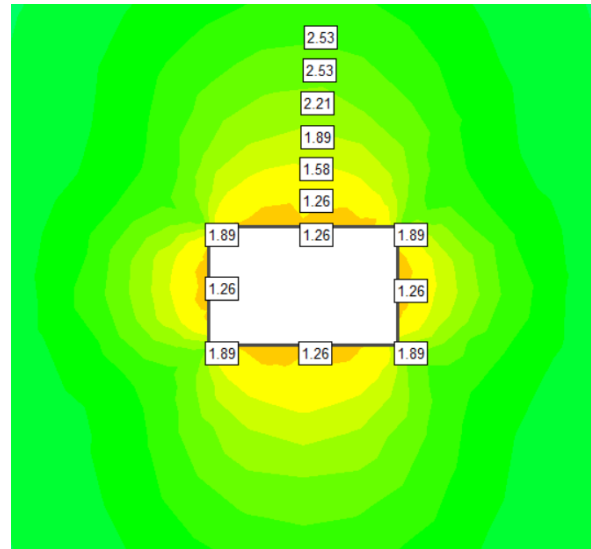
a) Phương pháp khoan nổ mìn; b) Phương pháp khoan RBM và mở rộng

Tương tự như kết trên Hình 6 cho đường lò tiết diện tròn, hệ số độ bền khối đá xung quanh đường lò tiết diện hình chữ nhật thi công bằng khoan nổ mìn kém hơn so với thi công bằng máy khoan RBM (Hình 8). Hình 8a cho thấy đường lò cần phải chống giữ vì trên mặt cắt ngang tiết diện

hình chữ nhật xuất hiện hệ số độ bền khối đá là 0,95 ở các vị trí trung điểm các cạnh. Trong khi đó, khối đá xung quanh đường lò tiết diện hình chữ nhật trong Hình 8b ổn định hơn (có thể không cần chống giữ) khi có hệ số độ bền khối đá nhỏ nhất là 1,26.



a)



b)

Hình 8. Hệ số độ bền xung quanh lò thượng đứng tiết diện chữ nhật
a) Phương pháp khoan nổ mìn; b) Phương pháp khoan RBM và đào mở rộng

Từ các kết quả mô phỏng số cho hai loại tiết diện đường lò là hình tròn và hình chữ nhật cho thấy, khối đá xung quanh đường lò thì công bằng máy khoan RBM ổn định hơn khi thi công bằng phương pháp khoan nổ mìn.

Khi thi công đường lò dốc đứng bằng phương pháp khoan nổ mìn cho thấy nhiều hạn chế như: kém an toàn vì thi công từ dưới lên, công nhân làm việc trực tiếp tại gương đào, nguy cơ bị đá rơi hoặc tụt lở cao; tiến độ thi công chậm. Ngược lại, khi thi công đường lò dốc đứng bằng máy khoan RBM sẽ an toàn vì công nhân làm việc ở đường lò ở mức trên, tiến độ thi công rất nhanh. Trong trường hợp khoan bằng máy RBM kết hợp với khoan nổ mìn mở rộng, công tác khoan nổ mìn từ trên xuống cũng thuận lợi hơn rất nhiều do có mặt thoáng tự do tạo ra bởi lỗ khoan doa mở rộng đường kính lớn thi công trước đó.

Dựa trên phân tích độ ổn định khối đá xung quanh đường lò thượng dốc đứng cũng như biện pháp thi công, tiến độ thi công và an toàn trong thi công, việc sử dụng máy khoan RBM để thi công các đường lò thượng dốc đứng nói chung và đường lò thượng trong mỏ quặng Vi Kẽm là phương án an toàn và hợp lý.

4. Kết luận

Máy khoan doa mở rộng RBM đã đạt được những tiến bộ vượt bậc trong vài thập kỷ qua. Máy khoan doa mở rộng RBM hiện đã được áp dụng cho nhiều lĩnh vực, bao gồm mỏ than, nhà máy thủy điện, giao thông vận tải, công trình ngầm, công trình quân sự và các dự án ngầm khác, với đường kính khoan tăng dần. Phương pháp khoan đường kính lớn RBM có mức độ cơ giới hóa cao, đáng tin cậy, thích hợp để thi công các CTN nghiêng và dốc đứng. So với phương pháp khoan nổ mìn thông thường, phương pháp này có thể giảm đáng kể số lượng công nhân, nâng cao độ an toàn trong thi công, nâng cao hiệu quả làm việc, và ổn định khối đá xung quanh đường lò tốt hơn. Vì vậy, việc phát triển và ứng dụng công nghệ khoan đường kính lớn RBM cần được tiếp tục nghiên cứu trong điều kiện mỏ hầm lò Việt Nam, đặc biệt trong xu hướng độ sâu khai thác tăng dần theo thời gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Breeds CD, Conway J.J. SME mining engineering handbook. Chapter 22.1. 2nd Ed., Vol. 2, SME, Colorado, USA, 1871–1907, 1992.
- [2] Guo DF, Zhang H. Application of raise-boring method in construction of underground

water-sealing caverns. Tunnel Construction 2012;32(5):709e12 (in Chinese).

[3] James A. Catastrophic failure of a raise boring machine during underground reaming operations. Engineering Failure Analysis 1997;4(1):71e80.

[4] Liu ZQ, Xu GL. Research on ZFY5.0/600 mode large diameter raise boring machine. Coal Science and Technology 2011;39(5):87e90 (in Chinese)

[5] Liu ZQ. Development and prospect of mechanical shaft boring technology. Journal of China Coal Society 2013a;38(7):1116e22.

[6] Liu ZQ. Technology & equipment and development of raise boring machine. Coal Science and Technology 2001;29(4):9e12 (in Chinese).

[7] Liu ZQ. Technology of rapid constructing ventilating shaft in mining district by large-diameter raise boring machine. Journal of Mining and Safety Engineering 2013b;30(Supp. 1):35e40 (in Chinese).

[8] Robbins RJ. Mechanization of underground mining: a quick look backward and forward, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 2000; 37(1–2): 413–421.

[9] Su XM, Wang WS. Application of raise-boring method in Luohe iron mine. China Mine Engineering 2010;39(2):11e3 (in Chinese)

[10] Sun K. The application and improvement of bucket inverse method in the vertical shaft wall construction. Construction and Design for Project8; 2013. p. 151e3 (in Chinese).

[11] Xu GL. Development of BMC200 raise-boring machine. Coal Mining Technology 2008;13(6):61e2 (in Chinese).

[12] Zhang YC, Shi JS, Wang ZJ. Construction handbook of mine shaft drilling. Beijing, China: Coal Industry Press; 2010 (in Chinese).

[13] Zhang YC, Sun J, Wang A. Drilling technology. Beijing, China: Coal Industry Press; 2008 (in Chinese).

[14] Zhu GG. Rapid construction of mining ventilation shaft with raise boring machine for nuclear mine. Coal Science and Technology 2004;32(2):48e9 (in Chinese).