

TẠP CHÍ

ISSN 0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXI SỐ 1-2022



- » TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM HOÀN THÀNH XUẤT SẮC, VƯỢT CÁC CHỈ TIÊU KẾ HOẠCH SẢN XUẤT NĂM 2021
- » TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ QUỐC GIA VIỆT NAM HOÀN THÀNH VƯỢT MỨC KẾ HOẠCH NĂM 2021, DẪN ĐẦU 19 TẬP ĐOÀN, TỔNG CÔNG TY NHÀ NƯỚC
- » NỖ LỰC VƯỢT KHÓ KHĂN, TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC HOÀN THÀNH XUẤT SẮC KẾ HOẠCH NĂM 2021

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TS. TẠ NGỌC HẢI

ỦY VIÊN PHỤ TRÁCH TRỊ SỰ
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
TS. NGHIÊM GIA
PGS.TS. NGUYỄN HỒ SĨ GIAO
GS.TS. NGND. VÕ TRỌNG HÙNG
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS. NGUYỄN VĂN CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

TÒA SOẠN

Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Tạp chí xuất bản với sự cộng tác của:

Trường Đại học Mỏ - Địa chất;
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim;
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin;
Viện Dầu khí

Giấy phép xuất bản số:

376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1: Một góc Nhà máy Alumina Tân Rai-
Công ty Nhôm Lâm Đồng

*In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436
*Nộp lưu chiểu: Tháng 2 năm 2022

MỤC LỤC

TIN NỔI BẬT

❖ Cùng bạn đọc thân mến	BBT	4
❖ Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam hoàn thành xuất sắc, vượt các chỉ tiêu kế hoạch sản xuất năm 2021	CNM	5
❖ Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam hoàn thành vượt mức kế hoạch năm 2021, dẫn đầu 19 Tập đoàn, Tổng Công ty Nhà nước	CNM	7
❖ nỗ lực vượt khó khăn, Tổng Công ty Đông Bắc hoàn thành xuất sắc kế hoạch năm 2021	CNM	8

TIÊU ĐIỂM

❖ Đặc thù quản lý nhà nước về dầu khí và vấn đề sửa đổi Luật Dầu khí	Nguyễn Hồng Minh	9
--	------------------	---

KHAI THÁC MỎ

❖ Nghiên cứu giải pháp công nghệ khâu không để lại trụ bảo vệ khi khai thác lò chợ chống bằng giàn mềm ZRY tại Công ty Cổ phần than Vàng Danh- Vinacomin	Vương Minh Thu và nnk	14
❖ Nghiên cứu hiện tượng sập đổ đột ngột nóc đường lò tiết diện hình chữ nhật với đá nóc cứng xen lớp kẹp mềm	Vũ Đức Quyết và nnk	20

XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số cấu trúc khối đá đến độ ổn định khối nham khi sử dụng kết cấu chống giữ bằng neo	Đỗ Ngọc Thái	25
❖ Nghiên cứu ổn định đường hầm Metro tiết diện hình chữ nhật cong tại Dự án hầm Metro Thành phố Hồ Chí Minh bằng phương pháp số	Đặng Văn Kiên và nnk	34

TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

❖ Thu hồi kẽm oxit từ xỉ thải của Làng nghề Đại Bái, Gia Bình, Bắc Ninh bằng phương pháp thủy luyện	Nguyễn Hồng Quân, Nguyễn Thị Lại	42
❖ Nghiên cứu công nghệ tuyển nổi quặng chì kẽm trên máy tuyển nổi kiểu thùng trụ tròn	Trần Thị Hiến, Phạm Đức Phong	48

CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

❖ Phân bố tiêu hao công suất mỗi khoan quay PDC đường kính nhỏ dùng khoan tháo khí, thoát nước trong mỏ than hầm lò	Tạ Ngọc Hải, Vũ Đức Quảng và nnk	56
❖ Giám sát các thông số hoạt động của thiết bị sử dụng mạng cảm biến không dây	Uông Quang Tuyến và nnk	61

THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

❖ Giải pháp gắn kết phục hồi môi trường với du lịch cảnh quan của một số nước trên thế giới- Bài học cho Ngành mỏ Việt Nam	Nghiêm Gia và nnk	67
--	-------------------	----

ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

❖ Tiềm năng tài nguyên quặng Talc khu vực Pá Lông- Bó Xinh, Sơn La	Lương Quang Khang và nnk	73
❖ Ảnh hưởng của số lượng điểm khống chế đến độ chính xác thành lập mô hình DSM mỏ đá Núi Sầm- tỉnh Khánh Hòa	Nguyễn Hữu Ninh và nnk	78
❖ Đánh giá khả năng sử dụng máy bay không người lái trong quan trắc và đánh giá độ ổn định bãi thải mỏ lộ thiên	Nguyễn Tam Tính, Phạm Duy Thanh	85

SÁNG KIẾN CẢI TIẾN- CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

❖ Chế tạo và đưa vào sử dụng máy làm sạch thùng toa xe goòng M-H-VD dùng trong mỏ hầm lò	Phạm Văn Minh và nnk	92
--	----------------------	----

TIN TỨC, SỰ KIỆN

❖ Thủ tướng Phạm Minh Chính thăm và chúc Tết người lao động ngành than tại Công ty Cổ phần Than Đèo Nai - Vinacomin		94
❖ Công ty Nhôm Lâm Đồng hoàn thành vượt mức kế hoạch sản xuất kinh doanh năm 2021	CNM	95
❖ Dấu ấn 55 năm tự hào của Trường Đại học Mỏ - Địa chất - Ngày hội đào tạo các ngành cơ điện và tuyển khoáng	Ngọc Dũng	96
❖ Tin ngành mỏ Việt Nam	CNM	98
❖ Một số năm Dành trong lịch sử Việt Nam và ngành mỏ	Trần Minh Khuê	102
❖ Tổng mục lục Tạp chí Công nghiệp Mỏ năm 2021	CNM	104

CONTENTS

REMARKABLE NEWS

❖ Congratulations readers with New Year	BBT	4
❖ The Vietnam National Coal-Mineral Industries Holding Corporation Limited had successfully completed, exceeded the production plan targets in the 2021 year	CNM	5
❖ The Vietnam National Oil and Gas Group overfulfilled plan of the 2021 year, leading 19 State-owned Groups and Corporations	CNM	7
❖ Efforts to overcome difficulties, the Dong Bac Corporation successfully completed the plan of the 2021 year	CNM	8

FOCUS

❖ Notable features of public petroleum management and suggestions for Petroleum Law revision in Vietnam	Nguyen Hong Minh	9
---	------------------	---

MINING

❖ Research on technology solutions for extracting coal seam without leaving pillar, supported by ZRY flexible shield in the Vinacomín- Vang Danh Coal JSC.	Vuong Minh Thu et al	14
❖ Research on the sudden collapse of an adit roof which has rectangular section with hard rock interleave soft rock on the roof	Vu Duc Quyet et al	20

UNDERGROUND AND MINING CONSTRUCTION

❖ Research on the effect of intersecting some structural features on the efficiency of using rock bolt	Do Ngoc Thai	25
❖ Research on stability of metro tunnel sub-rectangular shape at Ho Chi Minh City metro tunnel project by numerical method	Dang Van Kien et al	34

MINERAL BENEFICIATION AND PROCESSING

❖ The recovery of zinc oxide from copper slag of Dai Bai craft village, Gia Binh, Bac Ninh by hydrometallurgical technology	Nguyen Hong Quan, Nguyen Thi Lai	42
❖ Research on flotation technology of lead-zinc ore on tankcell flotation machine	Tran Thi Hien, Pham Duc Phong	48

MECHANICAL ENGINEERING AND MINING ELECTROMECHANICS

❖ Power consumption distribution of polycrystalline diamond compact bit of small diameter for drilling boreholes for gas and water draining in the underground mines	Ta Ngoc Hai, Vu Duc Quang et al	56
❖ Monitoring of device activity parameters using the wireless sensor network	Uong Quang Tuyen et al	61

VENTILATION, SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

❖ Linkage between post-mining environmental recovery with Landscape tourism- Lesson for the Vietnam mining industry	Nghiem Gia et al	67
---	------------------	----

GEOMECHANICS, GEOINFORMATICS, GEOLOGY, GEODESY

❖ Talc resources potential in the Pa Long- Bo Xinh area, Son La province	Luong Quang Khang, Khuong The Hung	73
❖ Effect of control points number on accuracy of establishment of digital surface model for the Nui Sam quarry - Khanh Hoa province	Nguyen Huu Ninh et al	78
❖ Assessment of the application of unmanned aerial vehicle for monitoring and stability assessment of waste dump	Nguyen Tam Tinh, Pham Duy Thanh	85

INNOVATION- NEW TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

❖ Manufacturing and putting into use the M-H-VD wagon tank cleaning machine used in underground mines	Pham Van Minh et al	92
---	---------------------	----

NEWS AND EVENTS

❖ Prime Minister Pham Minh Chinh visits and wishes Tet greetings to coal industry workers at The Deo Nai - Vinacomín Coal Joint Stock Company		94
❖ The Lam Dong Aluminum Company exceeded the production and business plan of the 2021 year	CNM	95
❖ The 55-year proud imprint of Hanoi University of Mining and Geology - The festival of engineer training for the fields of electromechanical engineering and mineral processing	Ngoc Dung	96
❖ Vietnam mining industry's news	CNM	98
❖ Some "Tiger" years in the history of Vietnam and mining industry	Tran Minh Khue	102
❖ Table of contents of Mining Industry Journal in the 2021 year	CNM	104

EDITOR MANAGER
DR. TA NGOC HAI

EDITOR - ADMINISTRATOR
ENG. TRAN VAN TRACH

EDITORIAL BOARD
DR. NGUYEN BINH
ASSOC. PROF. DR. PHUNG MANH DAC
DR.SC. DINH NGOC DANG
DR. NGHIEM GIA
ASSOC. PROF. DR. HO SI GIAO
PROF. DR. VO TRONG HUNG
DR. NGUYEN HONG MINH
ASSOC. PROF. VO CHI MY
ASSOC. PROF. DR. NGUYEN CANH NAM
ENG. DAO VAN NGAM
DR. DAO DAC TAO
PROF. DR. TRAN MANH XUAN

EDITORIAL OFFICE

655 Pham Van Dong St.,
Bac Tu Liem Dist., Hanoi
Phone: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiemo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Published in collaboration with:

Hanoi University of Mining and Geology, National Institute of Mining-Metallurgy Science and Technology, Institute of Mining Science and Technology- Vinacomín, Vietnam Petroleum Institute

License

376/GP-BTTTT Ministry of Information and Communications, issued on July 13 th, 2016

Printed at Tran Gia Printing and Trading Company Ltd.
Phone: 02437326436
Legally deposited: In February 2022

NGHIÊN CỨU ỔN ĐỊNH ĐƯỜNG HẦM METRO TIẾT DIỆN HÌNH CHỮ NHẬT CONG TẠI DỰ ÁN HẦM METRO THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH BẰNG PHƯƠNG PHÁP SỐ

Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: dangvankien@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Do đường hầm metro nằm gần mặt đất, nên tiết diện ngang đường hầm có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả công tác thiết kế, thi công, sử dụng vận hành hầm tàu điện ngầm, đặc biệt là những tác động đến độ ổn định, cảnh quan môi trường của các công trình bề mặt. Hiện nay, hầm metro tiết diện hình tròn được sử dụng phổ biến trong hệ thống hầm giao thông đô thị và hệ thống hầm metro khi đào hầm bằng máy (TBM) được sử dụng cho khai đào đường hầm. Tuy nhiên loại hình trên có hệ số sử dụng mặt cắt ngang đường hầm nhỏ dẫn tiết diện đào lớn hơn nhiều so với tiết diện sử dụng làm giảm hiệu quả dự án. Cùng với sự phát triển của vật liệu kết cấu chống giữ hầm, các loại tiết diện hầm không tròn là phổ biến hơn và cho phép cải thiện hiệu quả sử dụng tiết diện ngang hầm. Tiết diện hình chữ nhật cong (Sub-rectangular) đang được chú ý nghiên cứu và đưa vào thử nghiệm nhiều trong thời gian gần đây do đáp ứng được cùng lúc hai tiêu chí là khả năng mang tải của vỏ chống và hệ số sử dụng hữu ích mặt cắt ngang lớn, tuy nhiên việc tính toán kết cấu vỏ hầm loại này bằng phương pháp giải tích rất phức tạp và cho đến nay chưa có lời giải cho vỏ hầm hình dạng trên.

Bài báo trình bày ảnh hưởng của hình dạng đường hầm đến nội lực trong vỏ chống bằng phương pháp số qua phần mềm Plaxis^{2D}. Nghiên cứu được thực hiện qua việc khảo sát một số thông số như đặc tính khối đất, độ sâu và chiều dày vỏ hầm metro tiết diện hình chữ nhật cong lên nội lực trong kết cấu vỏ hầm tại tuyến metro số 6 của dự án hầm tàu điện ngầm metro Thành phố Hồ Chí Minh.

Từ khóa: hầm metro, phương pháp số, ổn định đường hầm, hầm tiết diện chữ nhật cong

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, xây dựng và phát triển không gian ngầm, trong đó có đường hầm metro, tại các đô thị đang là nhu cầu tất yếu và cấp bách của nhiều quốc gia trên thế giới nhằm giải quyết căn bản các vấn đề liên quan đến phát triển hạ tầng cơ sở, giao thông đô thị phục vụ cho phát triển kinh tế, xã hội, và đảm bảo an ninh quốc phòng. Tại Việt Nam, với sự gia tăng nhanh chóng của số lượng các phương tiện giao thông dẫn đến mật độ giao thông tại các đô thị lớn của Việt Nam tăng cao, đặc biệt là tại thủ đô Hà Nội và Tp. Hồ Chí Minh. Tại hai thành phố này đã và đang triển khai hàng loạt các dự án đường hầm metro với hy vọng khi đưa vào khai thác sẽ giải quyết căn bản vấn đề ùn tắc giao thông đô thị.

Khi tiến hành thiết kế vỏ chống đường hầm thi công bằng phương pháp khiên đào, quá trình thiết kế được tiến hành theo các trình như một chu kỳ liên tục sau ITA-Group2 (2000) [6] (Hình H.1): Qua đó cho thấy việc tính toán các giá trị nội lực của lớp vỏ hầm đóng một vai trò quan trọng trong thiết kế đường hầm. Việc tính toán vỏ hầm metro cũng tương tự như tính toán một kết cấu công trình ngầm nói chung: hầm giao thông, hầm thủy điện, các đường lò trong mỏ có thể tiến hành theo một số phương pháp đã và đang được sử dụng phổ biến hiện nay gồm phương pháp giải tích, phương pháp mô hình số, phương pháp đo đạc quan trắc kết hợp với mô hình số... Mỗi phương pháp đều có những ưu nhược điểm và điều kiện áp dụng khác nhau. Phương pháp giải tích cho kết quả đúng gần như



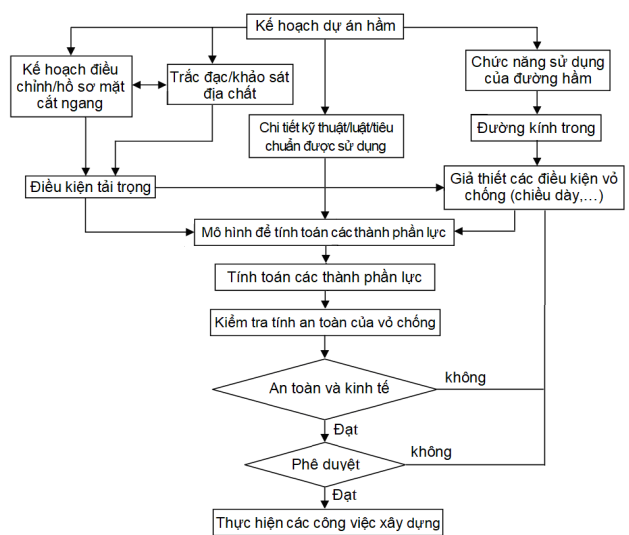
tuyệt đối với điều kiện đất đá được giả định là đàn hồi hoặc dẻo lý tưởng, tải trọng tĩnh, xong chỉ áp dụng cho các đường hầm, đường lò có hình dạng đơn giản và có phương trình đường biên rõ ràng như hình tròn, elip, hình chữ nhật... với các hình dạng phức tạp, chịu tải trọng phức tạp tải trọng tĩnh hầu như không thực hiện được. Phương pháp đo đạc quan trắc đòi hỏi có những thiết bị hiện đại đo chuyển vị, đo ứng suất nằm sâu trong khối đá ... nên cũng có những khó khăn lớn nhất là đối với điều kiện nước ta và ngành mỏ. Ngày nay với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và công nghệ máy tính thì các công việc tính toán kết cấu có thể sử dụng phương pháp số thông qua các phần mềm phân tích, tính toán chuyên dụng. Hiện nay có rất nhiều các phần mềm sử dụng để phân tích tính toán kết cấu hầm metro, và các kết cấu vỏ hầm giao thông thủy điện, đường lò trong mỏ... khác nhau. tuy nhiên các phần mềm trên thường được lập trình dựa vào các phương pháp số cơ bản như Hình H.2:

- Phương pháp phần tử hữu hạn;
- Phương pháp sai phân hữu hạn;
- Phương pháp độ hội tụ giới hạn;
- Phương pháp phần tử biên;...

Mỗi phương pháp trên đều có phạm vi và điều dựa trên một giả thiết tính toán kết cấu chống khác nhau. Hiện nay trong lĩnh vực tính toán ổn định và thiết kế kết cấu hầm metro, một số phần mềm tính toán được lập trình trên cơ sở các phương pháp trên đã và đang được sử dụng rộng rãi, có thể kể đến là: chương trình Phase 2, Plaxis, Examine, Ansys, Abaqus, UDEC, Flac, PFC, rocsupport,...

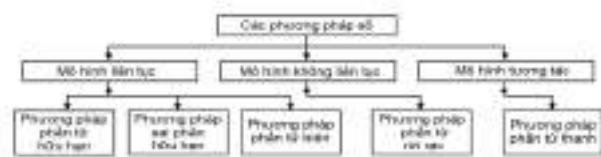
Ngoài ra khi tiến hành tính toán phân tích thì người ta thường giả thiết môi trường đất đá dưới 2 dạng khác nhau, hay thường nhắc tới 2 dạng phân tích cơ bản: phương pháp phân tích tính toán khi coi môi trường đất đá là liên tục và phân tích tính toán khi coi môi trường đất đá là rời rạc và có quan tâm đến đặc điểm cấu trúc (đặc tính phân cách, nứt nẻ trong khối đá - chương trình Unwedge) trong khối đá.

Trong thực tế tính toán bằng các phần mềm thì người ta thường phải tiến hành các bước tính toán phân tích theo các vòng lặp khác nhau để tìm ra được kết cấu chống có tính tối ưu nhất.



H.1. Sơ đồ thiết kế vỏ hầm đường hầm thi công bằng khiên đào

Với phương pháp số được coi là phương pháp gần đúng, quá trình phân tích tính toán được lặp lại nhiều lần theo tiêu chí lựa chọn được các thông số kết cấu chống hợp lý hơn. Do vậy độ chính xác của các phương pháp số sẽ gần chạm đến tính độ chính xác tuyệt đối của phương pháp giải tích và có độ tin cậy cao khi lưới chia đủ mịn, các kết quả mô hình số được so sánh với kết quả thực nghiệm để điều chỉnh.



H. 2. Các phương pháp số trong thiết kế vỏ hầm

Trong phần trên, bài báo giới thiệu các phương pháp tính toán thường được sử dụng trong thiết kế công trình ngầm nói chung và hầm metro nói riêng. Nhìn chung cho đến nay do những khó khăn về mặt toán học, các lời giải giải tích mới chỉ giải quyết được một số bài toán với một số hình dạng mặt cắt đường hầm đặc biệt như hình tròn, hình elíp... Hầu hết các bài toán phân tích và thiết kế hầm thực tế với hình dạng mặt cắt ngang không phải hình tròn được thực hiện bằng phương pháp số, trong đó phương pháp phần tử hữu hạn là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. Trên cơ sở hàm tiết diện chữ nhật cong có tiết diện kết hợp của hình chữ nhật và hình tròn (với ba bán kính khác nhau) đến nay chưa có lời giải cho phương pháp giải tích, do vậy tác giả lựa chọn phương pháp số

để tiến hành nghiên cứu độ ổn định của đường hầm tiết diện dạng trên trong điều kiện cụ thể tại dự án metro Thành phố Hồ Chí Minh ở phần tiếp theo.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

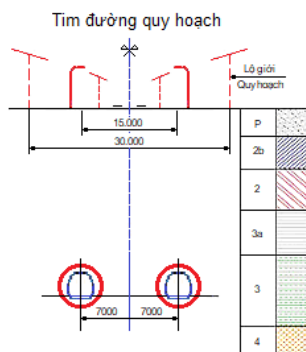
2.1. Nghiên cứu ổn định đường hầm metro tiết diện hình chữ nhật cong bằng phương pháp số

Nhóm nghiên cứu lựa chọn phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm Plaxis^{2D} để tính toán vỏ hầm metro tiết diện chữ nhật cong. Plaxis^{2D} là một phần mềm có bản quyền chuyên dùng cho việc tính biến dạng và ổn định của nền đất trong các dự án xây dựng. Với đầu vào bằng các hình ảnh đơn giản cho phép tạo ra các mẫu cấu kiện hỗn hợp giới hạn một cách nhanh chóng. Việc tính toán được tự động hóa toàn bộ và được dựa trên việc mã hóa cao.

2.2. Mô tả đoạn hầm nối ga tuyến số 6 thuộc dự án hầm metro Thành phố Hồ Chí Minh

Hiện tại dọc theo tuyến metro số 6 có các công trình kiến trúc thấp tầng, hạ tầng kỹ thuật đã được xây dựng trước đây. Một số công trình được xây dựng trên nền móng nông gia cố cừ tràm và một vài công trình cao tầng được xây dựng trên nền móng sâu như móng cọc, cọc nhồi,...

Đất nền khu vực xây dựng tuyến Metro số 6 (Km 0+900) có các đặc trưng được miêu tả trong Bảng 1 và Hình H.3. Hình 3 thể hiện mặt cắt ngang tuyến Metro số 6 (Km 0+900) và các lớp đất nền. Cấu tạo mặt cắt ngang hầm: hầm tròn có đường kính hầm $D=6$ m, dày $d=0,6$ m, đáy hầm đặt tại độ sâu 10,0 m Thông số lớp đất hầm metro đi qua được thể hiện trên Bảng 1. Thông số vật liệu vỏ hầm lắp ghép được thể hiện trên Bảng 2.



H.3. Mặt cắt ngang tuyến Metro số 6 (Km 0+900) [6]

Bảng 1. Thông số đầu vào cho các lớp đất [4]

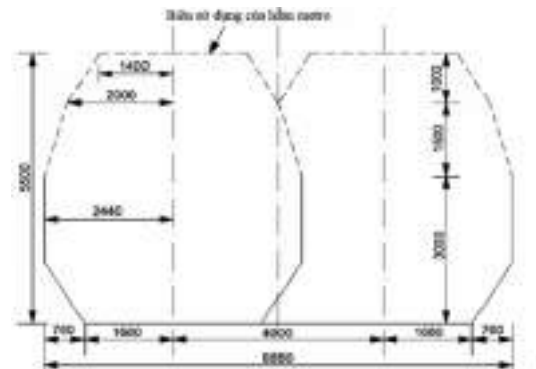
Bảng 2. Thông số đầu vào cho vật liệu vỏ hầm bằng bê tông lắp ghép [4]

Tên các thông số	Kí hiệu	Đất nền	Đơn vị
Mô hình vật liệu	Model	M-C	-
Mat. behaviour	Type	Drained	-
Dung trọng khô	V_{unsat}	20,8	kN/m ³
Dung trọng ẩm	V_{sat}	21	kN/m ³
Hệ số thấm ngang	k_x	0,5	m/ngày
Hệ số thấm đứng	k_y	0,5	m/ngày
Mô đun đàn hồi	E_{ref}	30000	kN/m ²
Lực dính kết	c'	1,1	kN/m ²
Góc ma sát trong	Φ'	28	°
Góc giãn nở	ψ	4	°
Hệ số Poisson	ν	0,3	-
Độ sâu đường hầm	H	10	m

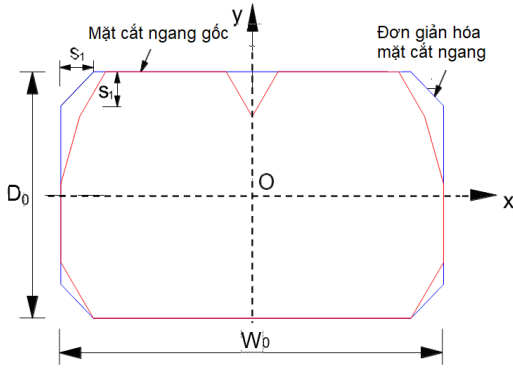
Các thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
Mô đun đàn hồi	E_l	35000	MPa
Hệ số Poisson	ν_l	0,14	-
Chiều dày vỏ	t_l	0,6	m
Dung trọng	γ	14,4	KN/m/m
Độ cứng	EA	$2,4 \times 10^7$	kN/m
Độ cứng khi uốn	EL	$7,2 \times 10^5$	kNm ² /m

2.3. Xác định mặt cắt ngang tương đương của đường hầm chữ nhật cong

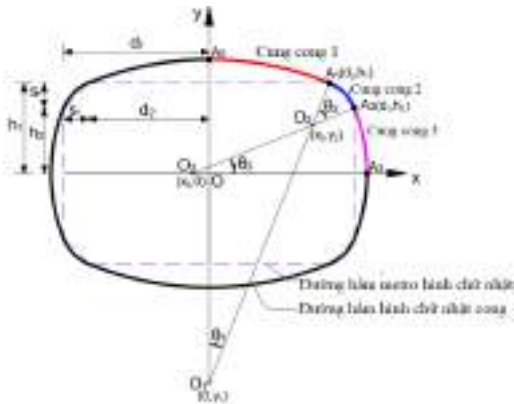
Dựa trên TCVN, kích thước khổ hầm metro làn đôi cho tuyến hầm metro số 6 (Km 0+900) như Hình H.4. Sơ đồ đơn giản hóa kích thước mặt cắt ngang Hình H.5, các thông số cơ bản của tiết diện metro tiết diện chữ nhật cong như Hình H.6, sơ đồ xác định kích thước mặt cắt ngang đường hầm như Hình H.7, sơ đồ tải trọng như Hình H.8.



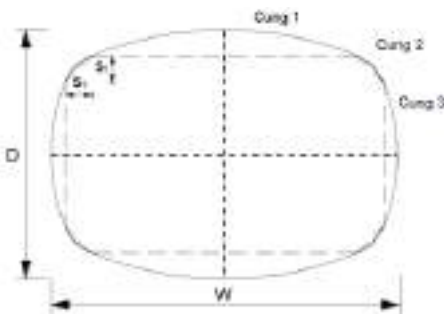
H. 4. Tiết diện sử dụng hầm metro tiết diện làn đôi theo TCVN



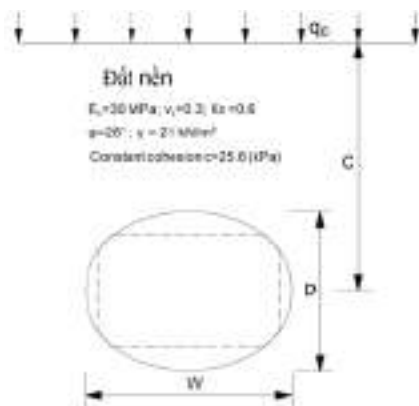
H.5. Sơ đồ đơn giản hóa kích thước mặt cắt ngang [8]



H.6. Các thông số cơ bản của tiết diện metro tiết diện chữ nhật cong [8]



H.7. Sơ đồ xác định kích thước mặt cắt ngang đường hầm [8]

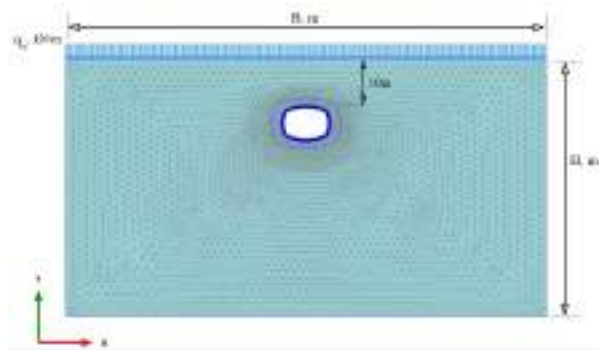


H.8. Sơ đồ tải trọng lên vỏ hầm [8], [9]

2.4. Xây dựng mô hình bằng phần mềm Plaxis^{2D}

Nghiên cứu tiến hành với mô hình biến dạng phẳng bằng phương pháp số dựa trên phần mềm Plaxis^{2D}. Ứng xử của kết cấu vỏ hầm lắp ghép được giả định là đàn hồi tuyến tính và khối đất xung quanh được giả thiết tuân theo mô hình Mohr-Coulomb (Do và cộng sự, 2013; Wang và cộng sự, 2014).

Môi trường đất được phân tách thành các phần tử bằng các lưới chia. Các phần tử tám được sử dụng để mô phỏng cấu trúc vỏ chống hầm. Mô hình số (Hình H.9) rộng 100 m theo hướng x, cao 55 m theo hướng y và bao gồm khoảng 7.400 phần tử và 59.000 nút. Kích thước vỏ chống đường hầm thể hiện trên Hình H.10. Phần dưới của mô hình được cố định theo hướng dọc và các cạnh dọc được cố định theo chiều ngang.



H.9. Kích thước hình học của mô hình trong Plaxis2D

Mô hình mô phỏng các giai đoạn sau của đào hầm metro trong tính toán vỏ hầm gồm các giai đoạn sau:

- > Giai đoạn 0 - Thiết lập mô hình: thiết lập mô hình và gán các điều kiện biên và trạng thái ứng suất ban đầu;

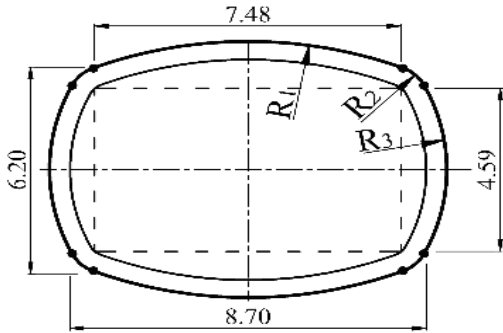
- > Giai đoạn 1 - Giai đoạn đào: Vùng bên trong biên đường hầm bị vô hiệu hóa. Cần phải chú ý rằng việc đất sau khi đào và trước khi lắp đặt lớp vỏ không được xem xét. Tất cả các tải trọng bên ngoài gây ra bởi lớp đất đá và tải trọng bề mặt được tác dụng lên lớp vỏ hầm và xem xét trạng thái nguy hiểm nhất trong vỏ hầm;

- > Giai đoạn 2 - Lắp đặt vỏ chống đường hầm, lớp vỏ đường hầm được lắp đặt.

Các thông số hình học của đường hầm được thể hiện trên Bảng 3 và Hình H.10.

Bảng 3. Các thông số hình học của đường hầm

Chiều rộng (B) (m)	Chiều cao đường hầm (H_t) (m)	Hệ số; B/H_t	R_1 (m)	R_2 (m)	R_3 (m)	Diện tích (m^2)
9,70	7,20	1,347	9,95	1,00	5,35	59,786

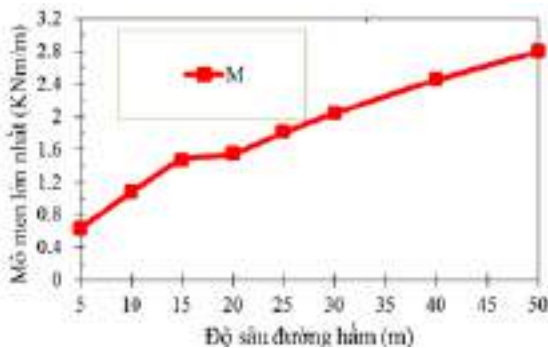


H.10. Kích thước các đường hầm

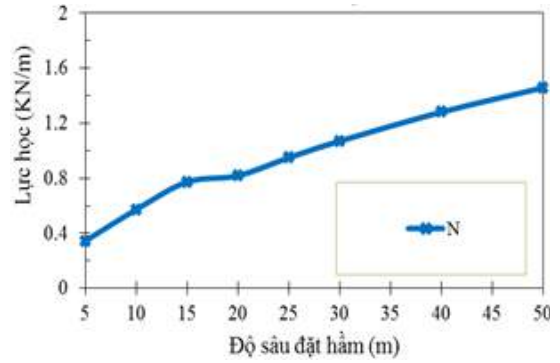
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát khi thay đổi độ sâu đặt đường hầm (H)

Theo kết quả thu được từ mô hình sau khi thay đổi chiều sâu đặt hầm (H), mô men và lực dọc lớn nhất tại đỉnh hầm đều tăng khi tăng độ sâu đặt hầm từ 5 đến 50 m, tại độ sâu 15÷20 m biểu đồ đi ngang nên trong khoảng này giá trị (M_{max}) và (N_{max}) hầu như không tăng, sau khoảng trên khi độ sâu tăng thì giá trị (M_{max}) và (N_{max}) tiếp tục tăng như đoạn đầu (xem Hình H.11). Sự thay đổi của giá trị (M_{max}) bên sườn hầm ngược lại với trên đỉnh hầm, giá trị (M_{max}) giảm khi độ sâu đặt hầm H tăng, nhưng trong khoảng $H=15\div 20$ m (M_{max}) gần như đi ngang, trong khi giá trị (N_{max}) tăng như tại đỉnh (xem Hình H.12). Giá trị chuyển vị hướng kính lớn nhất (u_{max}) tại đỉnh tăng trong khi tại sườn hầm giảm (xem Hình H. 13).



a)

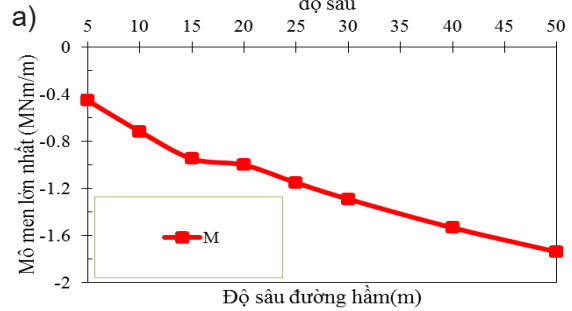


b)

H.11. Sự thay đổi của mô men và lực dọc lớn nhất tại đỉnh hầm theo độ sâu

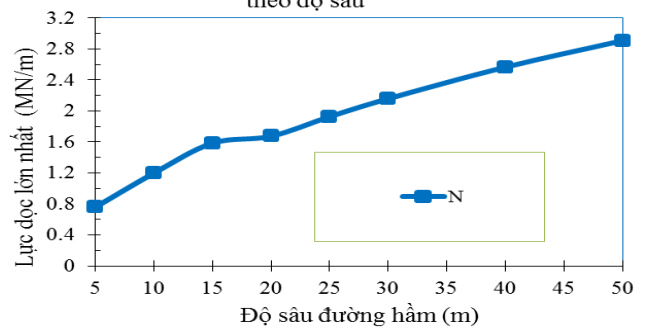
a - Quan hệ giữa momen chống uốn lớn nhất tại đỉnh hầm metro theo độ sâu; b - Quan hệ giữa lực dọc lớn nhất tại đỉnh hầm metro theo độ sâu

a) Mô men lớn nhất trong vỏ chống tại sườn hầm theo độ sâu



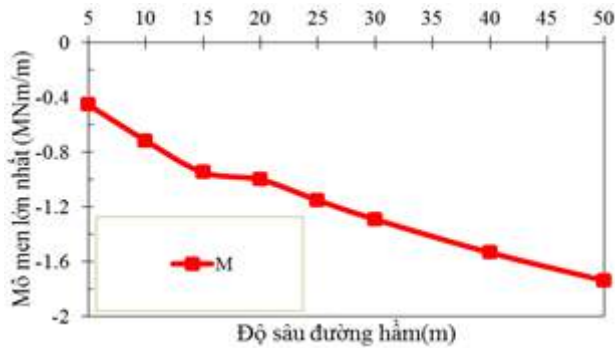
b)

a) Lực dọc lớn nhất trong vỏ chống tại sườn hầm theo độ sâu

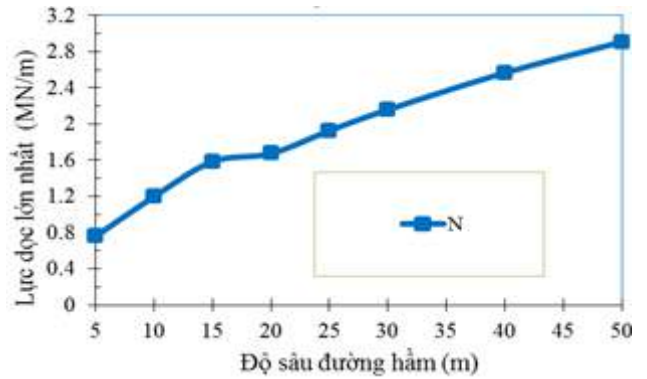


H.12. Sự thay đổi của mô men và lực dọc lớn nhất tại sườn hầm theo độ sâu:

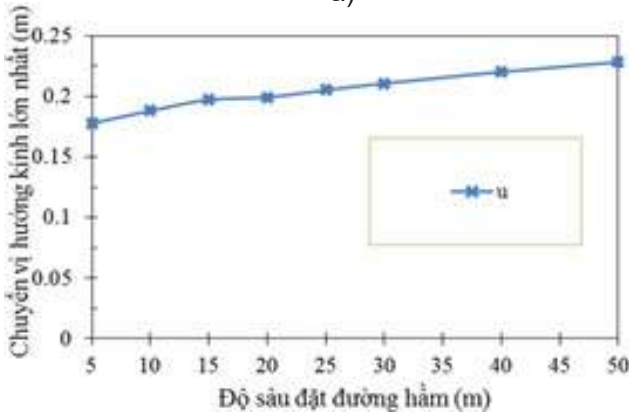
a - Momen lớn nhất trong vỏ chống tại sườn hầm theo độ sâu; b - Lực dọc lớn nhất trong vỏ chống tại sườn hầm theo độ sâu:



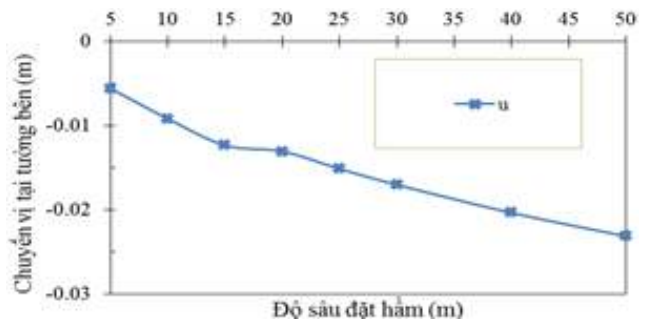
a)



b)



c)



d)

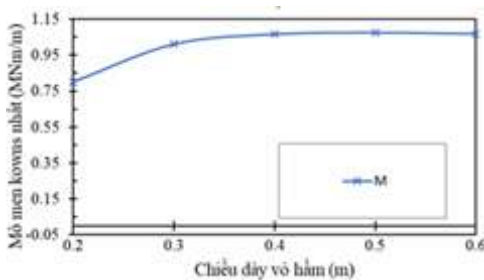
H.13. Quan hệ giữa chuyển vị tại nóc và sườn đường hầm theo độ sâu bố trí đường hầm

a - Momen lớn nhất trong vỏ chống tại sườn đường hầm theo độ sâu; b - Lực dọc lớn nhất trong vỏ chống tại sườn đường hầm theo độ sâu; c - Quan hệ giữa chuyển vị hướng kính lớn nhất và độ sâu đường hầm tại vị trí đỉnh hầm; d - Quan hệ giữa chuyển vị hướng kính lớn nhất và độ sâu đường hầm tại sườn hầm.

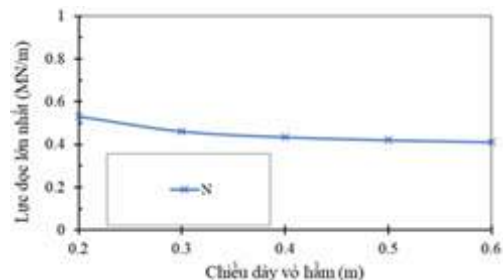
3.2. Khảo sát khi thay đổi chiều dày vỏ hầm

Nội lực phát sinh trong kết cấu chống khi thay đổi chiều dày vỏ hầm được thể hiện trên các Hình H.14, Hình H.15 và Hình H.16. Theo kết quả thu được từ mô hình sau khi thay đổi chiều dày vỏ hầm, mô men tại đỉnh hầm đều tăng khi chiều dày tăng từ 0,2÷0,4 m và không tăng nhiều khi chiều dày lớn hơn 0,4m. Ngược lại, giá trị lực dọc lớn nhất giảm theo chiều với chiều tăng của mô men lớn nhất và không giảm nhiều khi chiều dày lớn hơn 0,4 m (Hình 14). Quan sát trên Hình 15, sự thay đổi của mô men và lực dọc lớn nhất tại sườn hầm theo chiều dày vỏ hầm hoàn toàn ngược lại với sự thay đổi của (M_{max}) và (N_{max}) tại đỉnh hầm, tức là giá trị (M_{max}) giảm và (N_{max}) tăng và hầu như không tăng khi chiều dày đạt đến 0,4m. Giá trị chuyển vị hướng kính lớn nhất (u_{max}) tại đỉnh giảm trong khi giá trị này tại sườn hầm tăng khi tăng chiều dày vỏ hầm (xem Hình H.16).

a)

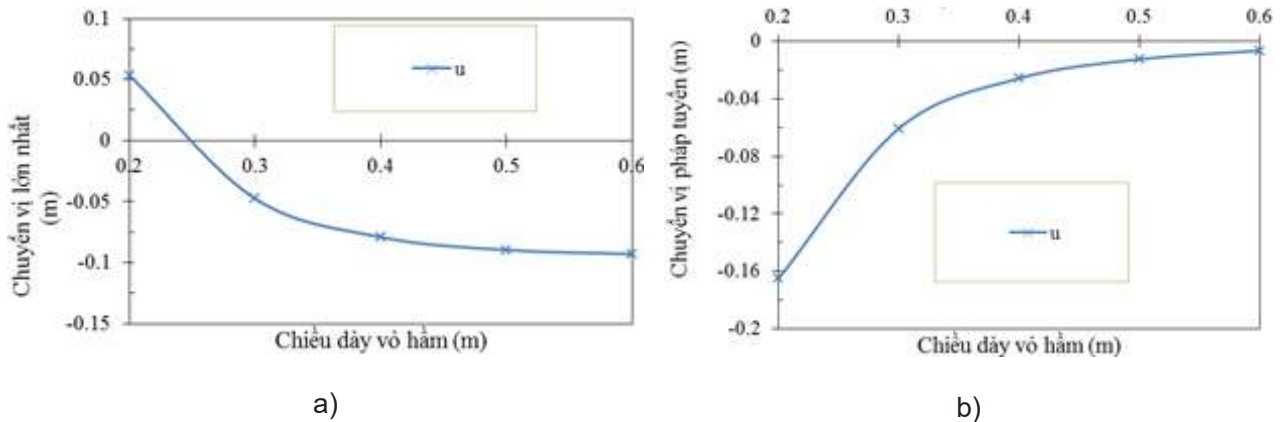


b)



H.14. Sự thay đổi của mô men và lực dọc lớn nhất tại đỉnh hầm theo chiều dày vỏ hầm

a - Sự thay đổi mô men lớn nhất tại đỉnh hầm theo chiều dày vỏ hầm; b - Sự thay đổi của lực dọc lớn nhất tại đỉnh hầm theo chiều dày vỏ hầm.



H.15. Quan hệ giữa chuyển vị tại nóc và sườn đường hầm theo chiều dày vỏ hầm

a - Quan hệ giữa chuyển vị tại đỉnh hầm theo chiều dày vỏ hầm; b - Quan hệ giữa chuyển vị tại sườn hầm theo chiều dày vỏ hầm

4. KẾT LUẬN

Những kết quả nghiên cứu trên đây cho phép rút ra một số kết luận sau đây:

> Việc sử dụng các kết quả nghiên cứu, tiến hành nghiên cứu tính toán cho kết cấu vỏ chống lấp ghép của các đường hầm metro tiết diện ngang hình chữ nhật cong tại các dự án cụ thể nhằm mục đích tính toán các trường hợp riêng từng bước hoàn thiện phương pháp và tối ưu hóa các thông số mặt cắt ngang tiết diện hầm trong các điều kiện địa chất điển hình là một phần công việc trong luận văn thực hiện cho tuyến số 06, dự án hầm metro TP Hồ Chí Minh;

> Kết quả nghiên cứu của ảnh hưởng của độ ổn định hầm metro tiết diện hình chữ nhật cong thông qua mô hình số dựa trên phần mềm Plaxis^{2D} cho thấy khi thay đổi độ sâu đặt đường hầm, chiều dày

vỏ hầm, mô đun đàn hồi của khối đất xung quanh đường hầm đến giá trị mô men lớn nhất và lực dọc lớn nhất, giá trị chuyển vị hướng kính tại đỉnh và sườn hầm thay đổi theo các hướng khác nhau. Theo kết quả trên với tiết diện hình chữ nhật cong đào trong lớp đất cát của tuyến số 06, metro Sài Gòn tại độ sâu 15-20 m, giá trị mô men và lực dọc lớn nhất ít biến đổi;

> Kết quả nghiên cứu của bài báo chỉ ra sự ảnh hưởng của của các yếu tố hình học, độ sâu đặt hầm đến sự ổn định của đường hầm metro tiết diện hình chữ nhật cong theo tiêu chí xem xét là giá trị mô men, lực dọc lớn nhất trong kết cấu cũng như giá trị chuyển vị của biên hầm là nhỏ nhất. Tuy nhiên, để có những đánh giá đầy đủ hơn độ ổn định của hầm metro cần xem xét thêm các yếu tố về nước ngầm, sự phân lớp của các lớp đất đá □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng (1999). Tối ưu hoá thiết kế xây dựng công trình ngầm và hệ thống công trình ngầm. Giáo trình cao học. Trường Đại học Mở-Địa chất. Hà Nội.
2. Võ Trọng Hùng (1998). Vỏ chống sử dụng khả năng mang tải của khối đá. Giáo trình cao học. Trường Đại học Mở-Địa chất. Hà Nội. 1998.
3. Võ Trọng Hùng (1998). Vật liệu và kết cấu chống mới trong xây dựng công trình ngầm và mỏ, Giáo trình cao học, Trường Đại học Mở-Địa chất. Hà Nội.
4. Đỗ Ngọc Anh (2016). Một số phương pháp tính toán kết cấu chống lấp ghép trong công trình ngầm, Tuyển tập các công trình khoa học kỷ niệm 50 năm thành lập Bộ môn "Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ" 1996-2016, tr.7-12, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
5. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4527:1988: Hầm đường sắt và hầm đường ô tô - Tiêu chuẩn thiết kế.
6. ITA WG2 (2000). Guidelines for the Design of Shield Tunnel Lining. Hội hầm thế giới ITA.
7. Trần Quý Đức, Lê Đình Tân, Thân Văn Văn (2017). Dự đoán lún bề mặt của môi trường đất yếu xung quanh khi thi công metro số 6 TP HCM. Tạp chí Xây dựng Việt Nam, số 2-2017.
8. Dianchun Du, Daniel Dias, Do Ngoc Anh (2019). Lining performance optimization of sub-rectangular tunnels using the Hyperstatic Reaction Method. Journal of Computers and Geotechnics, 117.
9. Nguyen Tai Tien, Do Ngoc Anh, Karasev Maxim Anatolyevich, Dang Van Kien, Daniel Dias (2020). Tunnel Shape Influence on the Tunnel Lining Behavior, Proceeding of ICE - Geotechnical Engineering.