



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

**KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)**

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu

Hội Cơ học Đá Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Dầu khí Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam

Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS. TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Lâm, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo, *Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Lê Đức Tình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Thị Phúc An, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Đào Hồng Quảng, *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Hội Dầu khí Việt Nam*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Ái Thụ, *Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam*

TS Bùi Yên Tĩnh, *Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
GS.TS Võ Trọng Hùng, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*
GS.TS Trương Xuân Luận, *Tổng Hội Địa chất Việt Nam*
GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*
GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*
PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Ngọc Ánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Minh Thống, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*
PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Lê Quang Duyến, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Cao Khải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Văn Phóng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Bách Thảo, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS. TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

WEBSITE HỘI THẢO

Thông tin chi tiết của Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERS2024 được đăng tải trên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>

ĐỊA CHỈ LIÊN HỆ

Phòng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội, Việt Nam. ĐT: (+84) 24.3838643

MỤC LỤC

Ban tổ chức hội nghị	i
Mục lục.....	iii
Lời nói đầu	v
Chương trình hội nghị	vii
Tiểu ban Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường.....	1
Tiểu ban Trí tuệ nhân tạo, IOT, Blockchain và ứng dụng.....	38
Tiểu ban Cơ - Điện.....	71
Tiểu ban Dầu khí tích hợp.....	114
Tiểu ban Địa chất và tài nguyên du lịch.....	238
Tiểu ban Địa chất công trình - Địa kỹ thuật.....	312
Tiểu ban Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước.....	430
Tiểu ban Tài nguyên địa chất và Quản lý bền vững.....	516
Tiểu ban Quản lý tài nguyên và Môi trường.....	597
Tiểu ban Công nghệ mới trong xử lý môi trường.....	730
Tiểu ban Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mô và Môi trường.....	818
Tiểu ban Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và Quản lý an toàn.....	899
Tiểu ban Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế.....	971
Tiểu ban Xây dựng công trình với phát triển bền vững.....	1039
Tiểu ban Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý.....	1301
Tiểu ban Vật lý, Hóa học và ứng dụng.....	1384
Tiểu ban Toán, Cơ học và ứng dụng.....	1512
Tiểu ban Ngôn ngữ học.....	1634

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần với mục tiêu tạo ra một môi trường bổ ích để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội và giới thiệu những kết quả và hướng mới trong nghiên cứu khoa học, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên địa chất, khai thác, chế biến, sử dụng và quản lý tài nguyên địa chất, bảo vệ môi trường và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của các Hội nghị ERSD2018, ERSD2020, ERSD2022, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ tư (ERSD2024) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự tham gia đồng tổ chức của nhiều cơ quan quản lý, tổ chức nghiên cứu khoa học, đào tạo, và doanh nghiệp có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc - Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu, Hội Cơ học Đá Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Dầu khí Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ và nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề của Hội nghị tập trung vào nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ hướng tới phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước. Hơn 300 bản thảo báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 269 báo cáo có chất lượng tốt đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị với các chủ đề khoa học sau:

1. Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường
2. Trí tuệ nhân tạo, IoT, Blockchain và ứng dụng
3. Cơ - Điện
4. Dầu khí tích hợp
5. Địa chất và Tài nguyên du lịch
6. Địa chất công trình - Địa kỹ thuật
7. Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước
8. Tài nguyên địa chất và quản lý bền vững
9. Quản lý tài nguyên và môi trường
10. Công nghệ mới trong xử lý môi trường
11. Phát triển bền vững khoa học công nghệ mỏ và môi trường
12. Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và quản lý an toàn
13. Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế
14. Xây dựng công trình với phát triển bền vững
15. Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý
16. Vật lý, Hoá học và ứng dụng
17. Toán học, Cơ học và ứng dụng
18. Ngôn ngữ học

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được tích hợp vào Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác chặt chẽ và góp phần quan trọng vào việc tổ chức Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học và nhà chuyên môn đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của các chuyên gia đọc bài đã có nhiều

nỗ lực và đóng góp để nâng cao chất lượng khoa học của các báo cáo, góp phần quan trọng vào thành công của hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị, chất lượng báo cáo, biên tập, và xuất bản kỷ yếu hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của hoạt động nghiên cứu khoa học và trao đổi học thuật thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

Hà Nội, tháng 11 năm 2024
THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'T' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

GS.TS Trần Thanh Hải

**TIỂU BAN
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

MỤC LỤC

Nghiên cứu thực nghiệm hiện trường gia cố nền đất yếu bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay <i>Nguyễn Trọng Dũng, Tạ Đức Thịnh</i>	1043
Nghiên cứu áp dụng kết cấu chống giữ tổ hợp bằng vì thép kết hợp neo cho đường lò dọc vỉa than Công ty than Mạo Khê – TKV <i>Đào Viết Đoàn</i>	1049
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vì thép cho đường lò một đường xe nằm dưới moong mỏ Núi Béo <i>Đào Viết Đoàn</i>	1056
Nghiên cứu chế tạo và xác định một số tính chất cơ học của bê tông cốt sợi polypropylene dưới tác động của nhiệt độ <i>Nguyễn Đình Hải, Lê Thu Trang</i>	1063
Phân vùng quy hoạch ngoại thành các thành phố lớn để quản lý phát triển đô thị theo hướng bền vững <i>Lê Thị Thanh Hằng</i>	1071
Thí nghiệm từ biến đầm đá cho mô hình đàn nhót tuyến tính phân tích biến dạng xung quanh hầm tiết diện tròn theo thời gian <i>Nguyễn Huy Hiệp, Đinh Quang Trung</i>	1077
Nghiên cứu đề xuất giải pháp phòng chữa cháy khi thi công công trình ngầm <i>Đào Huy Hoàng, Trần Anh Tuấn, Tống Anh Tuấn, Nguyễn Viết Thanh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Phạm Đức Thọ, Nguyễn Lê Đạt, Đặng Trung Thành</i>	1083
Nghiên cứu tổng quan về phương pháp cọc đá dăm để nâng cao khả năng kháng hóa lỏng của nền đất <i>Đặng Quang Huy, Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng</i>	1089
Nghiên cứu một số giải pháp giảm độ lún đường đầu cầu xây dựng trên nền đất yếu <i>Phạm Văn Hùng, Vũ Minh Ngạn, Đặng Quang Huy</i>	1096
Nghiên cứu phương pháp tính toán sức chịu tải và độ lún nền đường đắp trên nền đất yếu gia cố bằng cọc đất xi măng <i>Phạm Văn Hùng</i>	1103
Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm về bê tông bọt-khí với cấu trúc rỗng thay đổi trong điều kiện phòng thí nghiệm <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Phạm Đức Lương, Vũ Kim Diễm</i>	1109
Nghiên cứu ảnh hưởng của tro xỉ nhà máy điện đốt rác đến tính chất cơ học của bê tông cường độ cao <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Hoàng Anh Cương</i>	1117
Nghiên cứu ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ giếng đứng của tổ hợp kho chứa khí ngầm đào trong đá cứng bằng phương pháp số <i>Ngô Hoàng Minh, Đặng Văn Kiên, Vũ Tiến Dũng, Đỗ Ngọc Anh, Trần Tuấn Điệp</i>	1124
Thiết kế cọc khoan nhồi chôn trong nền đá theo tiêu chuẩn Châu Âu EC7 với một ví dụ thiết kế <i>Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Bùi Văn Đức</i>	1132
Cải tạo và khôi phục các công trình ngầm để phát triển bền vững <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1139

Nghiên cứu ảnh hưởng của khe nứt đến độ ổn định của hai đường hầm giao thông xuyên núi <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1145
Hoàn thiện công tác quản lý chất lượng thi công công trình thuộc Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Tiến Hiệp, Hoàng Đình Phúc</i>	1151
Lý thuyết phương pháp siêu âm và ứng dụng đánh giá vết nứt trong bê tông <i>Phạm Thị Nhân</i>	1158
Xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng thuật toán hàng xóm KNN để dự báo diện tích gương hầm sau khi nổ mìn trong quá trình thi công <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Chí Thành, Bùi Mạnh Tùng, Đỗ Hoàng Hiệp</i>	1165
Một số vấn đề về quy hoạch hạ tầng khu vực nhà ga đường sắt đô thị tại tuyến metro số 1 thành phố Hồ Chí Minh theo mô hình phát triển đô thị TOD <i>Vũ Minh Ngạn, Nguyễn Chí Đạt, Vũ Thái Linh</i>	1171
Thi công lắp xây lắp đường ống hạ tầng bằng công nghệ khoan guồng xoắn (HAB) <i>Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng, Đặng Quang Huy, Trần Hồng Hạnh</i>	1177
Ảnh hưởng của hạt nano silica đến tính chất cơ học của vùng chuyển tiếp giữa cốt sợi thép và bê tông cường độ cao <i>Đặng Văn Phi, Tăng Văn Lâm, Lê Huy Việt, Lê Văn Đàn, Phạm Văn Tuấn, Kim Dong Joo</i>	1182
Dự báo, hạn chế, phòng ngừa sự cố trong thi công công trình ngầm <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Trần Tuấn Minh, Đỗ Ngọc Thái</i>	1188
Phân tích số mức độ ổn định đường hầm đào qua phay, được gia cố bằng khoan phụt trước <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Ngọc Huệ</i>	1194
Quy luật biến đổi cơ học xung quanh đường hầm trong khối đá phân khối <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1200
Rủi ro trong dự án xây dựng - Thực trạng và giải pháp quản lý <i>Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Ngô Thị Hương Trang</i>	1206
Phân tích chuyển vị tường vây và đất nền xung quanh khi xây dựng ga tàu điện ngầm bằng phương pháp Topdown <i>Nguyễn Văn Quang, Võ Nhật Luân, Nguyễn Thị Ngọc Bích</i>	1211
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vì thép cho đường lò mức -100÷-150 nằm dưới bãi thải mỏ than Khe Tam <i>Nguyễn Hữu Sà, Đào Viết Đoàn</i>	1217
Nghiên cứu sử dụng năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Xuân Mãn, Bùi Mạnh Tùng, Phạm Thị Nhân</i>	1225
Nghiên cứu khả năng sử dụng cát nhân tạo thay thế cho cát tự nhiên tại các công trình ở Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Viết Nghĩa, Phạm Thị Nhân</i>	1232
Nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong vỏ hầm <i>Đỗ Ngọc Thái</i>	1237

Nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ <i>Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Văn Quang</i>	1243
Áp dụng phương pháp tương quan hình ảnh (DIC) trong nghiên cứu ứng xử uốn của dầm bê tông <i>Phạm Đức Thọ</i>	1249
Nghiên cứu biến dạng thể tích tự sinh của bê tông MgO <i>Chu Việt Thức, Nguyễn Văn Chính</i>	1254
Ứng dụng công nghệ cọc đường kính nhỏ micropile D150 làm kết cấu móng dầm cầu trực đặt trên nền sét pha dẻo mềm <i>Chu Việt Thức, Bùi Văn Đức, Nguyễn Văn Mạnh, Vũ Nho Trường</i>	1259
Bê tông cốt sợi tự nhiên: đặc trưng cơ học và khả năng ứng dụng trong xây dựng cơ sở hạ tầng nông thôn <i>Trần Mạnh Tiến, Đỗ Ngọc Tú, Nguyễn Nam Hòa, Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Tuyết Mai</i>	1266
Nghiên cứu lún bề mặt khi thi công đường hầm mặt cắt ngang hình bán chữ nhật bằng phương pháp đường đặc tính <i>Nguyễn Tài Tiến, Phạm Văn Vĩ, Vũ Ngọc Tuấn</i>	1273
Nghiên cứu tổng quan về vật liệu đá thải-xi măng lấp đầy khoảng trống sau khai thác tại mỏ than hầm lò <i>Nguyễn Tài Tiến</i>	1280
Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép <i>Phạm Văn Tuấn, Đặng Văn Phi, Bùi Văn Đức, Bùi Ngọc Tú, Trương Văn Đoàn</i>	1287
Ảnh hưởng hình dạng tiết diện ngang đường hầm đến nội lực trong kết cấu chống đường hầm khi chịu tải trọng động đất <i>Phạm Văn Vĩ, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Tài Tiến, Đỗ Xuân Hội, Chu Việt Thức, Nguyễn Tiến Dũng</i>	1293

Nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong vỏ hầm

Đỗ Ngọc Thái^{1,*}

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Ngày nay với nhu cầu giao thông vận tải trong đô thị là rất lớn đã có rất nhiều hệ thống tuyến metro được xây dựng trong thành phố, các hệ thống tuyến metro thường được xây dựng hai đường hầm song song để thuận lợi cho công tác vận hành. Trong điều kiện xây dựng đô thị, không gian ngầm bố trí hai đường hầm rất hạn chế, do đó trong công tác quy hoạch và thiết kế các dự án xây dựng công trình ngầm giao thông đô thị cần thiết lựa chọn sơ đồ bố trí hai đường hầm song song cho phù hợp với điều kiện xây dựng cụ thể của từng dự án. Tương tác cơ học giữa hai kết cấu chống giữ vỏ hầm ở mỗi sơ đồ bố trí hai đường hầm song song là khác nhau, do đó công tác nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong kết cấu chống giữ vỏ hầm để lựa chọn sơ đồ bố trí hai đường hầm song song cho từng dự án xây dựng metro là rất quan trọng. Bài viết sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong kết cấu chống giữ vỏ hầm. Trong điều kiện bài toán, kết quả nghiên cứu cho thấy hai đường hầm song song cùng trục nằm ngang có sự chênh lệch giá trị lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm không lớn, do hai đường hầm có cùng chiều sâu thi công. Sơ đồ thi công hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng, hầm ở vị trí bên trên có giá trị lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm là nhỏ nhất trong các sơ đồ. Sơ đồ thi công hai đường hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng thì hầm ở vị trí phía dưới có giá trị lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm là lớn nhất trong các sơ đồ.

Từ khóa: công trình ngầm; hai đường hầm; vỏ hầm; phương pháp phần tử hữu hạn

1. Đặt vấn đề

Các đường hầm đô thị thi công trong đất yếu được sử dụng phương pháp thi công bằng máy khiên đào để giảm thiểu những ảnh hưởng cơ học gây phá hủy công trình xây dựng lân cận và còn nâng cao chất lượng xây dựng đường hầm, theo Clough và nnk 1983. Để nâng cao năng lực vận tải và tạo điều kiện thuận lợi cho công tác quản lý, vận hành các tuyến đường hầm giao thông qua núi hoặc các tuyến đường hầm điện ngầm trong thành phố thì trong công tác quy hoạch, thiết kế các tuyến đường hầm này thường bố trí thành hai đường hầm song song. Đặc biệt là các tuyến đường hầm tàu điện ngầm trong thành phố có không gian hạn chế do thi công dưới các công trình xây dựng lân cận trên mặt đất vì vậy hai đường hầm thường bố trí gần nhau và giữ một khoảng cách an toàn đến công trình xây dựng lân cận vì cần giảm thiểu các ảnh hưởng từ hoạt động thi công đường hầm đến các công trình xây dựng lân cận. Theo Addenbrooke và nnk, 2001; Hage Chehade và nnk 2008 các sơ đồ bố trí hai đường hầm song song bao gồm:

Hai đường hầm song song cùng trục nằm ngang;

Hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng;

Hai đường hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng.

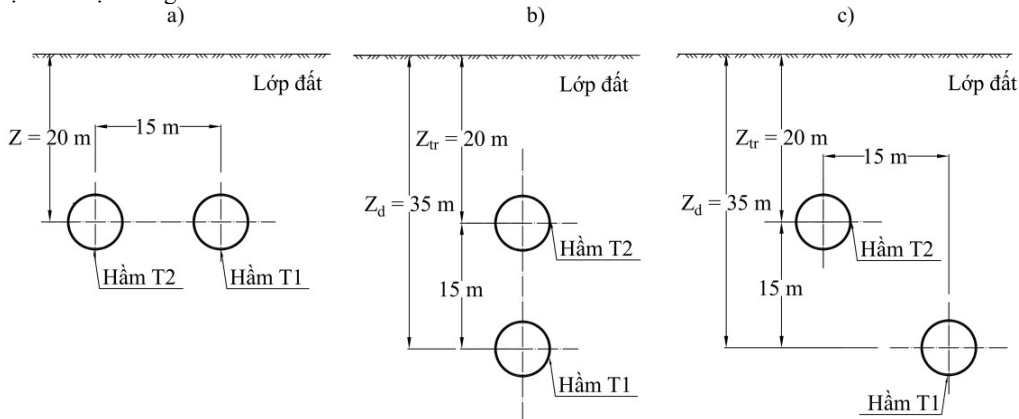
Trên thế giới đã có rất nhiều hai đường hầm tàu điện ngầm được thi công song song với các sơ đồ bố trí khác nhau, đặc biệt ngay ở Việt Nam sơ đồ bố trí hai hầm song song cùng trục nằm ngang như tuyến metro số 3 Hà Nội và sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng và sơ đồ song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng như tuyến metro số 1 thành phố Hồ Chí Minh. Các nghiên cứu tương tác cơ học giữa hai hầm, nghiên cứu chỉ ra ảnh hưởng lẫn nhau của hai đường hầm song song vẫn còn rất hạn chế, đặc biệt là khi so sánh giữa các sơ đồ bố trí của hai hầm. Bài viết này, tác giả sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong vỏ hầm.

* Tác giả liên hệ

Email: dongocthai@humg.edu.vn

2. Phương pháp nghiên cứu

Để nghiên cứu tương tác cơ học giữa vỏ chống giữ hai đường hầm song song với các sơ đồ bố trí hai đường hầm khác nhau. Tác giả sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm Plaxis 2D, V20 để xét cho hai đường hầm cùng hình dạng và kích thước, có tiết diện ngang hình tròn, đường kính $D = 6,3\text{m}$ khoảng cách giữa tâm hai đường hầm là $15,0\text{m}$. Đường hầm thi công qua lớp đất sét, đặc tính cơ lý các lớp đất được thể hiện trong bảng 1. Các sơ đồ bố trí hai đường hầm song song được mô phỏng trong bài toán được thể hiện trong hình 1.



Hình 1. Các sơ đồ bố trí hai đường hầm song song được mô phỏng trong bài toán

a) Sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục nằm ngang; b) Sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng; c) Sơ đồ hai đường hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng

Trong bài toán này, nghiên cứu phân bố nội lực trong vỏ hầm khi thi công hai đường hầm song song với các sơ đồ bố trí hai đường hầm khác nhau, tác giả đã sử dụng phần mềm Plaxis 2D V20 để mô phỏng và phân tích, lớp đất được sử dụng theo mô hình Hardening Soil, vỏ hầm sử dụng mô hình đàn hồi. Trên thực tế, các đường hầm nằm ở phía dưới thường được thi công trước, đường hầm ở phía trên được thi công sau, do đó ở các bài toán mô phỏng trong nghiên cứu này thì đường hầm phía dưới T1 là hầm được thi công trước. Các giai đoạn mô phỏng, tính toán công tác thi công bao gồm:

Giai đoạn 1: Thiết lập các tham số ban đầu;

Giai đoạn 2: Xây dựng điều kiện biên, trường ứng suất ban đầu;

Giai đoạn 3: Đào đất và lắp đặt vỏ chống thi công đường hầm thứ nhất T1;

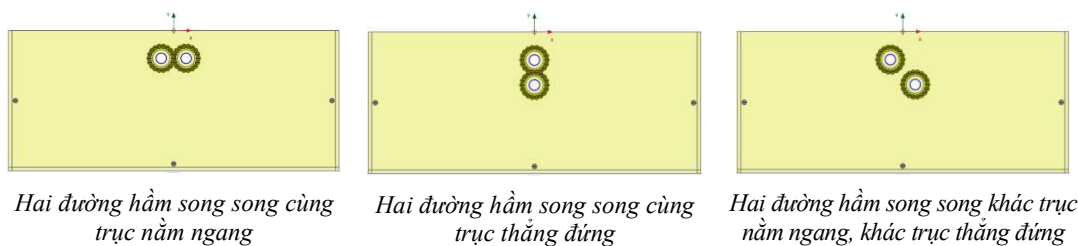
Giai đoạn 4: Đào đất và lắp đặt vỏ chống thi công đường hầm thứ hai T2.

Sơ đồ mô phỏng thi công hai đường hầm đường hầm song song cùng trục nằm ngang được thể hiện trên hình 2.

Bảng 1. Thông số cơ lý của lớp đất được sử dụng trong bài toán

Thông số cơ lý	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Khối lượng thể tích lớp đất	γ	20,50	(kN/m ³)
Mô đun cắt tuyến xác định từ nén 3 trục, áp lực buồng pref	E_{50}^{ref}	27495	(kN/m ²)
Mô đun tiếp tuyến trong thí nghiệm oedometer	E_{oed}^{ref}	27495	(kN/m ²)
Mô đun đỡ tải và gia tải	E_{ur}^{ref}	82485	(kN/m ²)
Lực dính kết	c^{ref}	22,6	kPa
Góc ma sát trong	φ	24	(°)
Góc giãn nở,	ψ	0	(°)
Hệ số poisson	ν	0,25	
Hệ số mũ	m	0,5	
Áp lực buồng khi thí nghiệm	p^{ref}	100	(kN/m ²)
Hệ số áp lực ngang,	K_0	0,43	
Hệ số ma sát,	R_{inter}	0,9	

Các tham số kỹ thuật của vỏ hầm bao gồm chiều dày $d=0,3\text{m}$; khối lượng thể tích $\gamma=25\text{kN/m}^3$ và mô đun đàn hồi $E=35\text{GPa}$ các tham số độ cứng chống nén $EI=7,875 \times 10^4$, mô men chống uốn $EA=10,5 \times 10^6$ và trọng lượng quy đổi $w=7,5\text{kN/m}$. Các sơ đồ bố trí hai đường hầm song song được mô phỏng như hình 2.

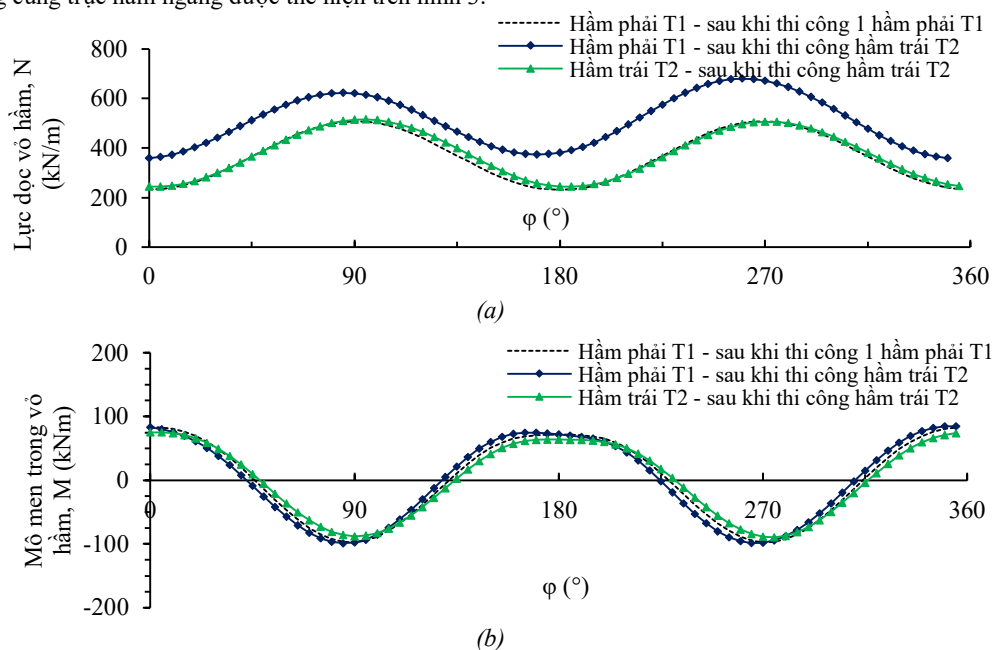


Hình 2. Các sơ đồ mô phỏng thí công hai đường hầm song song

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả nội lực vỏ hầm khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục nằm ngang

Nội lực phân bố trong vỏ hầm bên phải T1 và hầm bên trái T2 khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục nằm ngang được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Phân bố lực dọc (a) và mô men uốn; (b) trong vỏ hầm khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục nằm ngang

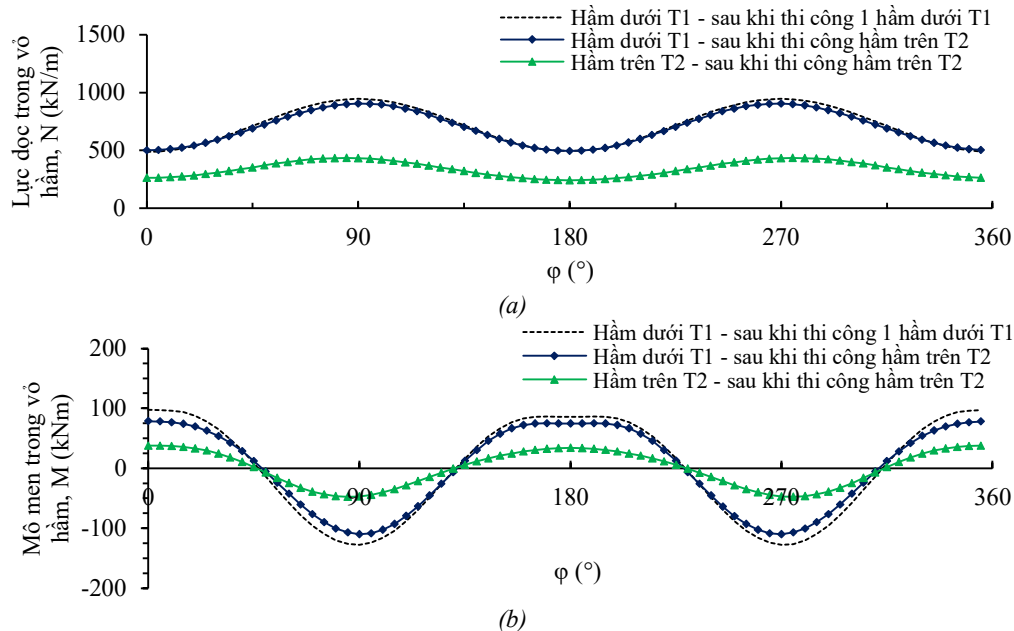
Trong sơ đồ bố trí hai hầm song song cùng trục nằm ngang, kết quả cho thấy: Sau khi thi công 1 hầm (hầm bên phải) T1, kết quả cho thấy lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 231,16/508,91 kN. Giá trị lớn nhất là 508,91kN xảy ra tại vị trí hông hai bên gần (vị trí 90° và 270°), giá trị nhỏ nhất là 231,16kN xảy ra tại nền (nóc) hầm, phân bố lực dọc có tính đối xứng qua trục đường hầm. Mô men uốn trong vỏ hầm có giá trị lớn nhất, nhỏ nhất là 83,57kNm/-97,34kNm. Giá trị cực trị lớn nhất là 97,34kNm xảy ra tại vị trí hông hầm.

Sau khi thi công đường hầm thứ hai là hầm bên trái T2, nội lực vỏ hầm bên phải T1 có giá trị và phân bố thay đổi lại như sau: Lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 357,29/680,08kN, giá trị lớn nhất tăng 33,6% (từ 508,91kN lên 680,08kN) xảy ra tại vị trí dưới hông hầm bên trái (vị trí 265°). Mô men M có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 84,60kNm/-98,78kNm, giá trị cực trị lớn nhất tăng 1,5% (từ 97,34kNm lên 98,78kNm) xảy ra tại vị trí nền hầm (vị trí 85°).

Sau khi thi công đường hầm thứ hai là hầm bên trái T2, nội lực vỏ hầm bên trái T2 có giá trị và phân bố như sau: Lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 243,97kNm/515,86kN, giá trị lớn nhất xảy ra tại vị trí dưới hông hầm bên phải (vị trí 95°). Mô men M có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 75,17kNm/-89,42kNm, giá trị cực trị lớn nhất xảy ra tại vị trí hông hầm bên trái (vị trí 275°).

3.2. Kết quả nội lực vỏ hầm khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng

Nội lực phân bố trong vỏ hầm dưới T1 và hầm trên T2 khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Phân bố lực dọc (a) và mô men uốn (b) trong vỏ hầm khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng

Trong sơ đồ bố trí hai hầm song song cùng trục thẳng đứng, kết quả cho thấy: sau khi thi công đường hầm thứ nhất là hầm phía dưới T1, kết quả cho thấy lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 488,07kN/945,89kN. Giá trị lớn nhất là 945,89kN xảy ra tại vị trí hông bên trái và hông bên phải vỏ hầm (vị trí 90° và 270°), giá trị nhỏ nhất là 488,07kN xảy ra tại nóc hầm, phân bố lực dọc có tính đối xứng qua trục đường hầm. Mô men uốn trong vỏ hầm có giá trị lớn nhất, nhỏ nhất là 97,50kNm/-127,73kNm. Giá trị cực trị lớn nhất là 127,73kNm xảy ra tại vị trí hông bên trái và hông bên phải.

Sau khi thi công đường hầm thứ hai là hầm trên T2, nội lực vỏ hầm dưới T1 có giá trị và phân bố thay đổi lại như sau: Lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 495,58kN/905,42kN, giá trị lớn nhất giảm 4,28% (từ 945,89kN xuống 905,42kN) xảy ra tại vị trí hông hầm (vị trí 90°). Mô men M có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 78,53kNm/-109,98kNm, giá trị cực trị lớn nhất giảm 13,90% (từ 127,73kNm xuống 109,98kNm) xảy ra tại vị trí nền hầm (vị trí 85°).

Sau khi thi công đường hầm thứ hai là hầm trên T2, nội lực vỏ hầm bên trên T2 có giá trị và phân bố như sau: Lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 242,14kN/435,34kN, giá trị lớn nhất xảy ra tại vị trí hông hầm (vị trí 90°, 270°). Mô men M có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 37,78kNm/-47,77kNm, giá trị cực trị lớn nhất xảy ra tại vị trí hông hầm.

3.3. Kết quả nội lực vỏ hầm khi thi công theo sơ đồ hai đường hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng

Nội lực phân bố trong vỏ hầm dưới T1 và hầm trên T2 khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng được thể hiện trên hình 5.

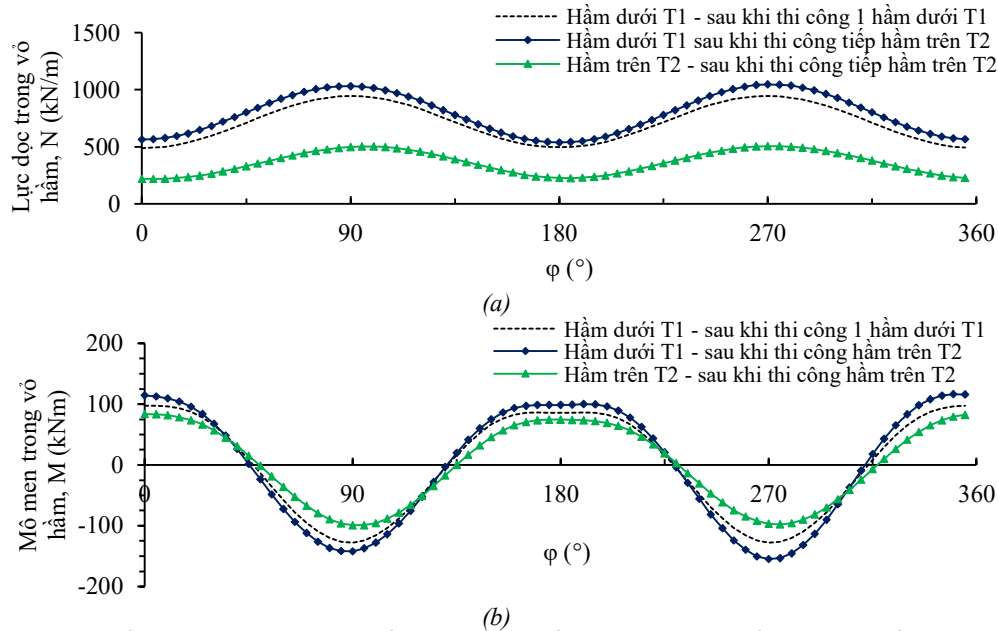
Trong sơ đồ bố trí hai hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng, kết quả cho thấy: sau khi thi công đường hầm thứ nhất là hầm phía dưới T1, kết quả cho thấy lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 487,92kN/945,53 kN. Giá trị lớn nhất là 945,53kN xảy ra tại vị trí hông bên trái và hông bên phải vỏ hầm (vị trí 90° và 270°), giá trị nhỏ nhất là 487,92kN xảy ra tại nóc hầm, phân bố lực dọc có tính đối xứng qua trục đường hầm. Mô men uốn trong vỏ hầm có giá trị lớn nhất, nhỏ nhất là 97,33kNm/-127,58kNm. Giá trị cực trị lớn nhất là 127,58kNm xảy ra tại vị trí hông bên trái và hông bên phải.

Sau khi thi công đường hầm thứ hai bên trên T2, nội lực vỏ hầm dưới T1 có giá trị và phân bố thay đổi lại như sau: Lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 538,41kN/1047,75kN, giá trị lớn nhất tăng 10,81% (từ 945,53kN lên 1047,75kN) xảy ra tại vị trí hông hầm (vị trí 90°). Mô men M có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 116,26/-154,82kNm, giá trị cực trị lớn nhất tăng 21,35% (từ 127,58kNm lên 154,82kNm) xảy ra tại vị trí nền hầm.

Sau khi thi công đường hầm thứ hai bên trên T2, nội lực vỏ hầm bên trên T2 có giá trị và phân bố như sau: Lực dọc N có giá trị nhỏ nhất và lớn nhất lần lượt là 218,22/505,66 kN, giá trị lớn nhất xảy ra tại vị trí hông hầm (vị trí 90°, 270°). Mô men M có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 83,71/-99,41 kNm, giá trị cực trị

lớn nhất xảy ra tại vị trí hông hầm.

Kết quả giá trị lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm T1, T2 với các sơ đồ bố trí hai đường hầm khác nhau được thể hiện trên bảng 2.



Hình 5. Phân bố lực dọc (a) và mô men uốn (b) trong vỏ hầm khi sử dụng sơ đồ hai đường hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng

Bảng 2. Giá trị lớn nhất của lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm T1, T2 với các sơ đồ khác nhau

Sơ đồ	Lực dọc, N (kN)		Mô men uốn, M (kNm)	
	Vỏ hầm T1	Vỏ hầm T2	Vỏ hầm T1	Vỏ hầm T2
Hai hầm song song cùng trục nằm ngang	680,08	515,86	98,78	89,42
Hai hầm song song cùng trục thẳng đứng	905,42	435,34	109,98	47,77
Hai hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng	1047,75	505,66	154,82	99,41

4. Kết luận

Trong điều kiện bài toán, từ kết quả nghiên cứu xác định nội lực vỏ hầm trong các sơ đồ bố trí hai đường hầm song song, có thể rút ra những kết luận như sau:

Hai đường hầm song song cùng trục nằm ngang có sự chênh lệch giá trị lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm không lớn, do hai đường hầm có cùng chiều sâu thi công.

Sơ đồ thi công hai đường hầm song song cùng trục thẳng đứng, hầm T2 ở vị trí bên trên có giá trị lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm là nhỏ nhất trong các sơ đồ.

Sơ đồ thi công hai đường hầm song song khác trục nằm ngang, khác trục thẳng đứng có hầm T1 ở vị trí phía dưới có giá trị lực dọc và mô men uốn trong vỏ hầm là lớn nhất trong các sơ đồ.

Tài liệu tham khảo

- Addenbrooke, T. I. & Potts. D. M, 2001. Twin tunnel interaction: surface and subsurface effects. *Int. Journ. of Geomechanics*. Vol. 1, No.2, 249-271.
- Clough, G. W. & Schmidt, B, 1981. Design and Performance of excavations and tunnels in soft clays. *Soft Clay Engineering*, Amsterdam, 269-276, Elsevier.
- Hage Chehade F. and Shahrour I, 2008. Numerical analysis of the interaction between twin-tunnels: Influence of the relative position and construction procedure. *Tunneling and Underground Space Technology*, vol 23: 210-214.

ABSTRACT

Study the influence of the arrangement of two parallel tunnels on the internal force distribution in the tunnel linings

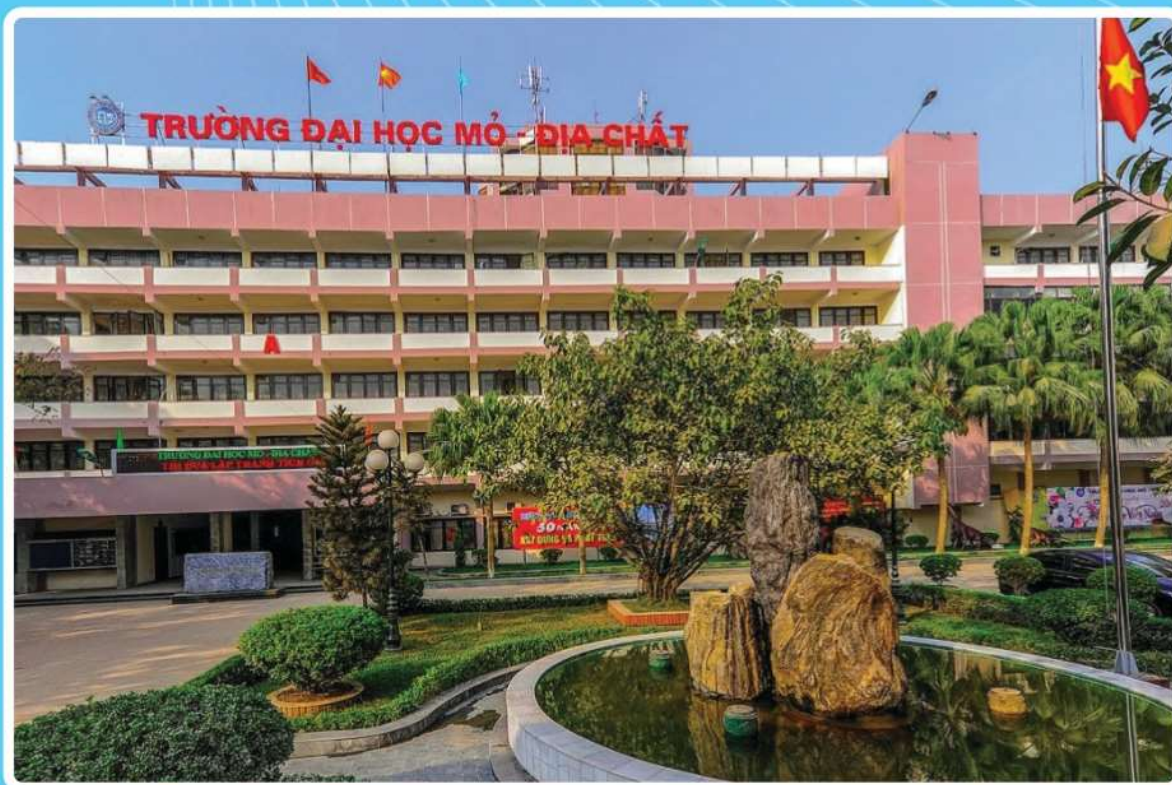
Do Ngoc Thai¹

¹*Hanoi University of Mining and Geology*

In response to the increasing need for urban transportation development, many cities are constructing metro systems. These systems often feature two parallel tunnels to enhance transportation efficiency. In urban construction conditions, the underground space for two tunnels is very limited, so in the planning and design of urban traffic underground construction projects, it is necessary to choose a layout diagram. two parallel tunnels to suit the specific construction conditions of each project. The mechanical interaction between the two tunnel lining retaining structures in each layout scheme of two parallel tunnels is different, so the study of the influence of the arrangement scheme of two parallel tunnels on the internal force distribution in the tunnel lining support structure, choosing a layout plan for two parallel tunnels for each metro construction project is very important. This article employs the finite element method to analyse how different parallel tunnel arrangements affect the internal force distribution, aiding in the selection of the most suitable layout for each metro construction project. In the study conditions, the research results show that the two parallel tunnels with the same horizontal axis have a large deviation in the value of vertical force and bending moment in the tunnel lining, because the two tunnels have the same construction depth. The construction diagram of two parallel tunnels with a vertical axis, the tunnel located above has the value of vertical force and bending moment in the tunnel lining is the smallest in the diagrams. The construction diagram of two parallel tunnels with different horizontal and vertical axes, the tunnel in the lower position has the largest vertical force value and bending moment in the tunnel lining.

Keywords: underground construction; twin tunnels; tunnel lining; finite element method

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)



ISBN: 978-604-76-3040-0



9 786047 630400

SÁCH KHÔNG BÁN