



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 at the end.

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

Dự báo, hạn chế, phòng ngừa sự cố trong thi công công trình ngầm

Nguyễn Quang Phích^{1,*}, Nguyễn Quang Minh², Bùi Văn Đức²,
Trần Tuấn Minh², Đỗ Ngọc Thái²

¹Trường Đại học Văn Lang, ²Trường Đại học Mô-Địa chất Hà Nội

TÓM TẮT

Thi công các công trình ngầm thường đối mặt với các tai biến địa chất hay các sự cố (rủi ro, tai nạn) gây mất an toàn lao động, thiệt hại về kinh tế và chậm tiến độ. Dự báo, dự đoán khả năng có thể xảy ra sự cố luôn là nhu cầu thực tế, nhằm có được các giải pháp kỹ thuật hợp lý để hạn chế, ngăn ngừa sự cố. Bài viết tổng hợp, phân tích và giới thiệu một số kinh nghiệm dự báo, dự đoán từ kinh nghiệm thực tế; giới thiệu phương pháp xây dựng mô phỏng số cho thấy khả năng có thể dự báo sự cố ngay trong giai đoạn thiết kế, góp phần lựa chọn phương án thi công với các sơ đồ chia gương hợp lý cũng như giải pháp kỹ thuật phòng ngừa sự cố.

Từ khóa: công trình ngầm; tai biến địa chất/sự cố; dự báo/dự đoán; UDEC

1. Đặt vấn đề

Sự cố, tai nạn đã xuất hiện trong xây dựng các công trình ngầm ở nước ta do nhiều nguyên nhân khác nhau. Một trong những nguyên nhân cơ bản là do “tai biến địa chất”, nghĩa là “các trạng thái, các điều kiện địa chất có thể dẫn đến sự cố, tai nạn”. Trạng thái, điều kiện địa chất có thể dẫn đến sự cố và tai nạn cũng được gọi là các “ẩn họa địa chất”. Tuy nhiên chúng có thể dẫn đến sự cố hay tai nạn hay không còn phụ thuộc vào nhận thức, hiểu biết về chúng, sự chuẩn bị đề đối phó, điều khiển chúng, cách hành xử của con người đối với chúng... Như vậy, mặc dù ẩn họa địa chất có thể tồn tại đâu đó trong khối đá, nhưng nếu chúng ta hiểu biết trước về chúng, có công tác chuẩn bị, nghiên cứu kỹ, thì vẫn có thể hạn chế đến mức tối đa các tai biến địa chất. Với cách lập luận này chúng tôi cho rằng chúng ta không nên nói là sự cố, tai nạn (do tai biến địa chất) đã xảy ra ở đâu đó, mà cần phải nói chính xác rằng sự cố, tai nạn đã bị gây ra ở đâu đó.

Thực tế thi công cho thấy rằng, các đặc điểm hay trạng thái địa chất cần được coi là ẩn họa địa chất thường gặp bao gồm: 1) Nước áp lực; 2) Các khu vực có cát, đất sét không cố kết, ở dạng cát chảy; 3) Các mặt trượt (mặt phân lớp, khe nứt nguy hiểm); 4) Các đới phá hủy, hang karst; 5) Các khối đá bị phân khối, bị vỡ vụn; 6) Các túi khí; 7) Áp lực đất đá lớn.

Các ẩn họa địa chất này có gây ra các sự cố, tai nạn hay không, hoặc gây ra ở mức độ lớn hay nhỏ cũng còn phụ thuộc vào các yếu tố mang tính tổ chức của con người, cụ thể khi: 1) Thiếu phân bổ rõ ràng về trách nhiệm trong thăm dò, thiết kế, thi công; 2) Thiếu các kinh nghiệm liên quan với các công tác khác nhau, cụ thể trong thi công; 3) Công tác chuẩn bị không đủ, thiếu thiết bị, quy trình nêu ra chưa thật hợp lý; 4) Đưa ra các quyết định không đầy đủ hoặc sai so với tình hình thực tế.

Hậu quả của các tai nạn, sự cố có thể là: 1) Mất đi mạng sống của con người; 2) Gây tổn hại đối với sức khỏe, gây thương tích; 3) Gây thiệt hại về tài sản, ngay trong công trình ngầm hoặc bên ngoài công trình ngầm; 4) Gây tác động có hại đối với môi trường bên ngoài; 5) Gây chậm trễ trong thi công, gây chi phí quá mức, thậm chí phá hủy toàn bộ đường hầm.

Các ẩn họa thường đã gây ra nhiều sự cố, tai nạn trong xây dựng công trình ngầm và cần được quan tâm phân tích, đánh giá một cách thỏa đáng, nhằm hạn chế, giảm thiểu được tai nạn, sự cố trong các công trình ngầm được xây dựng trong tương lai. Bài viết giới thiệu một số kinh nghiệm đúc rút từ thực tế thi công và một số kết quả phân tích số về khả năng dự báo trước sự cố tùy theo sơ đồ thi công.

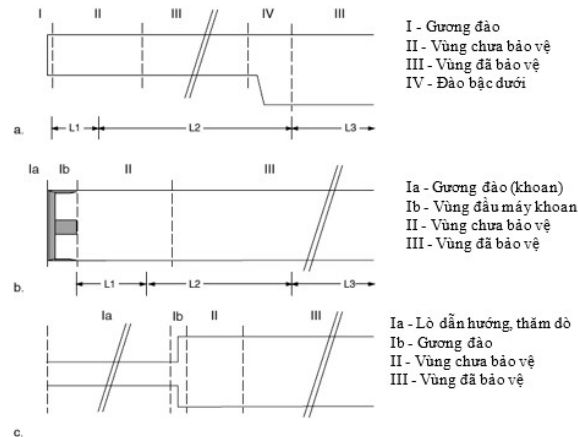
* Tác giả liên hệ

Email: nqphichhum@gmail.com

2. Dự báo, dự đoán theo kinh nghiệm thực tế

2.1. Vai trò và ý nghĩa của các công tác tại gương hầm

Người thi công thường cho rằng, ẩn họa địa chất tồn tại đâu đó trước gương hầm và sẽ bùng phát ở gương hầm. Nhưng thực tế cho thấy, ẩn họa địa chất có thể gây ra các sự cố, tai nạn cả trong các công trình ngầm đã đào, khu vực đã gia cố, chống giữ tạm (đã được bảo vệ) và thậm chí cả trong quá trình sử dụng, khai thác. Để phòng tránh, trước tiên cần quan tâm đến các công tác ngay gương hầm, nơi khối đá có thể chưa được gia cố, chống giữ cũng đồng thời là nơi hay xảy ra sự cố, tai nạn (Hình 1).



Hình 1. Phân nhóm các vùng gần khu vực gương đào liên quan với tai biến địa chất - kỹ thuật

Liên quan với các công việc thực hiện tại gương công trình ngầm là các yếu tố quan trọng sau:

- Người thi công và trách nhiệm của họ;
- Đội thợ, đội trưởng, quản đốc, người giám sát, người quản lý;
- Các đội thợ hay nhà thầu phụ thực thi các công tác riêng (như công tác xúc bốc, vận chuyển, thi công bê tông phun);
- Đại diện của các bên tham gia (chủ đầu tư, các đơn vị thiết kế, thi công), chất lượng và số lượng các giám sát viên, kỹ sư địa chất, kỹ sư thiết kế, các cố vấn, chuyên gia;
- Các tài liệu, thông tin và phân tích, đánh giá về điều kiện địa chất;
- Quan sát, phân tích lõi khoan, lập bản đồ địa chất;
- Các kinh nghiệm, các quan điểm, các cách đánh giá, phân tích, giải thích từ các phía khác nhau;
- Lợi ích kinh tế;
- Lợi ích, tiền thưởng cho người thi công, giám sát...
- Lợi nhuận của nhà thầu;
- Chi phí của chủ đầu tư.

Một trong yếu tố quan trọng cũng cần lưu ý liên quan với thời gian, đó là vấn đề sức ép trong thi công. Nhiều khi do sức ép về tiến độ mà có những nơi lỏng lẻo về công tác an toàn, giám sát dẫn đến hạn chế về chất lượng và dẫn đến sự cố, tai nạn. Cách hành xử này cần được chú ý, vì nếu giảm được tai nạn, sự cố cũng có nghĩa là giảm được chi phí đầu tư. Mặt khác cũng cần tránh nhầm lẫn là “tai nạn, sự cố ít nghĩa là an toàn và chất lượng cao” và dẫn đến lơ là, chủ quan. Mọi bên tham gia cần phải luôn cảnh giác rằng, điều kiện địa chất luôn biến động, mang tính thiên nhiên và ngẫu nhiên; mọi sự cố dù nhỏ đều có thể dẫn đến tai nạn và hậu quả bất ngờ. Cũng vì thế cần cần tạo ra môi trường quản lý giám sát hợp lý, được phân công, phân định rõ ràng. 1) Mọi người tham gia trong mọi khâu công việc cần có ý thức trách nhiệm cao, nghiêm túc; 2) Công tác chuẩn bị phải đầy đủ, có chất lượng tốt; 3) Phải đảm bảo chất lượng thi công tốt, điều chỉnh hợp lý; 4) Công tác theo dõi, quan trắc phải thực hiện đúng mức, triệt để.

Thực tế cho thấy, nếu mọi trạng thái, hiện tượng và mọi công việc được phát hiện giải quyết tốt tại gương đào, sẽ tránh được các sự cố sau này có thể xuất hiện hay bị gây ra trong công trình ngầm.

2.2. Nguyên nhân, tác động và giải pháp phòng tránh

Nói chung tai biến địa chất là những sự kiện ít nhiều khó tránh khỏi trong xây dựng công trình ngầm, vì những biến động của điều kiện địa chất, mà cho đến nay khó có thể dự báo trước một cách chính xác, ngay cả khi đầu tư nhiều vào công tác khảo sát thăm dò trong giai đoạn quy hoạch thiết kế và thăm dò trước gương trong quá trình thi công. Đương nhiên, mọi biện pháp được phát triển, được áp dụng sẽ góp phần

cung cấp được thông tin đầy đủ hơn, chính xác hơn về điều kiện địa chất, địa chất thủy văn, về những đặc điểm “dị thường” xuất hiện trong khối đá. Ngày nay đã có nhiều phương pháp thăm dò vật lý, địa vật lý hiện đại phục vụ mục tiêu này. Nhưng vì các tham số vật lý của đá, khối đá luôn là hàm số của nhiều yếu tố ảnh hưởng khác nhau, nên việc minh giải từ kết quả đo vẫn còn gặp những khó khăn nhất định, mà ở đây không bàn đến.

Từ góc độ của những người từng tham gia công tác thi công, qua các sự cố đã xảy ra, cho thấy có thể dựa vào kinh nghiệm thực tế để nhận biết được một số “ẩn họa địa chất” hay gặp trong thi công. Nếu các kỹ sư làm việc tại hiện trường, bao gồm các chuyên gia của đơn vị thi công và tư vấn giám sát, có kinh nghiệm, có sự hợp tác tốt, sẽ luôn có thể đưa ra được các giải pháp hữu ích, nhằm hạn chế, thậm chí ngăn chặn tai biến địa chất. Một số kinh nghiệm trong việc nhận biết và phòng tránh tai biến địa chất tại hiện trường, được tổng hợp trong Bảng 1. Cũng có thể xem là “mô hình dự báo theo kinh nghiệm” có thể áp dụng để dự báo tai biến địa chất trong quá trình thi công.

Bảng 1. Các tai biến địa chất và khả năng phòng tránh

Ẩn họa địa chất	Hậu quả, tác động	Tín hiệu cảnh báo	Giải pháp khắc phục
Nước áp lực	Ngập, gây sụt lún, sụt lở đến mặt đất,	Nước xuất hiện trong lỗ min; Nước phụt ra từ các khe nứt; Nước từ hang karst	Khoan thăm dò thoát nước; khoan phụt; không nổ mìn trước khi xử lý xong
Vùng cát, sét không cố kết, cát chảy	Sập, trượt lở trong hầm, trượt lở đến mặt đất; khó điều khiển trước gương hầm	Xuất hiện bùn, cát trong lỗ khoan thăm dò, lỗ khoan nổ mìn; biến động về tốc độ khoan	Xử lý như cho trường hợp gặp nước áp lực; áp dụng các biện pháp, khoan phụt cao áp, cắm cọc kết hợp phụt vữa, đóng băng
Các phay (đứt gãy), mặt trượt, phân lớp nguy hiểm	Gây ra các khối sập, trượt lớn trong công trình ngầm	Gặp khó khăn khi khoan qua các bề mặt này, kẹt cần khoan khi khoan song song,	Khoan cắm neo gia cố trước; cấy om triệt để ngay sau khi đào
Các đới phá hủy, hang karst	Sập lún, trượt lở, bục nước, đùn bùn vào công trình ngầm	Nước rò rỉ qua khe nứt vào hầm: nước chứa bùn, nước đục, hay nước trong; biến động tốc độ khoan	Khoan thăm dò, khoan phụt, cắm neo vượt trước
Khối đá nứt nẻ, phân khối, vỡ vụn	Đã rơi, tróc vỡ, tróc lở, sập lở mạnh, trượt lở	Gặp khó khăn khi khoan vào vùng vỡ vụn, vùng phân khối; Tiếng rít, kẹt chòong khoan, phụt bụi liên tục	Với biên đào lẹm ít; phun bê tông ngay sau khi đào, cắm neo; Với biên đào lẹm nhiều: đổ bê tông tại chỗ ngay
Các túi khí	Nguy hiểm cho người lao động; gây cháy, nổ; phụt khí và đất cát	Tác động đến khả năng hít thở của đội thợ, tiếng rít, phì khí; người thấy mùi lạ	Khoan thăm dò, khoan tháo khí; thông gió tăng cường; đo khí và tăng cường theo dõi
Áp lực đá lớn	Tróc vỡ, vỡ nổ đá; Bong tách mảng, phiến, sập lở	Khó khăn bởi các khe nứt do ứng suất cao gây ra; tiếng rít, tiếng nổ lách tách trong khi khoan; quan sát thấy biến dạng cục bộ	Khoan các lỗ khoan giảm tải; phun bê tông, cắm neo ngay sau khi đào

3. Phân tích số dự báo tai biến địa chất khi thi công trình ngầm tiết diện lớn trong khối đá nứt nẻ

Các công trình ngầm tiết diện lớn thường được thi công theo hai phương án là đào toàn gương và đào chia gương, tùy thuộc vào mức độ ổn định của khối đất đá (thời gian ổn định không chống), kích thước tiết diện ngang của công trình ngầm và năng lực của trang, thiết bị, cung cấp vật liệu chống của đơn vị thi công (Nguyễn Quang Phích, 1999). Việc chia gương và trình tự thi công các gương thường được triển khai theo kinh nghiệm, có chú ý đến khả năng giữ ổn định khối đất đá xung quanh khoảng trống đào ra.

Trong bài này giới thiệu kết quả mô phỏng và phân tích lựa chọn trình tự thi công công trình ngầm tiết diện lớn sử dụng chương trình UDEC (ITASCA, 1989, Nguyễn Quang Phích và nnk, 2007). Trên cơ sở đó cho phép lựa chọn được trình tự thi công hợp lý, hoặc giải pháp gia cố nếu thi công theo một trình tự khả dĩ nào đó.

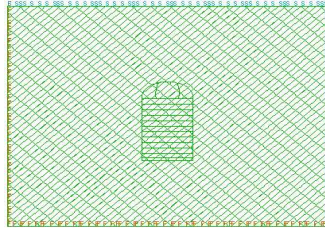
3.1. Các phương án thi công và mô hình dự báo

Vấn đề thực tế hay gặp trong thi công các công trình ngầm có tiết diện rất lớn là với các loại trang, thiết bị hiện nay vẫn bắt buộc phải chia gương. Trường hợp được đề cập ở đây là một công trình ngầm ở dạng hầm trạm, có mặt cắt ngang lớn (ví dụ hầm điều áp, hầm biến thế, gian máy ở công trình thủy điện Huội Quảng). Khối đá cấu thành từ một loại đá và bị phân cắt bởi hai hệ khe nứt. Các tính chất cơ học của đá được mô phỏng bằng mô hình đàn hồi và chuyển sang trạng thái phá hủy theo mô hình Mohr-Coulomb, với các tham số cơ học đặc trưng là: mô đun thể tích $K = 3,9 \text{ GPa}$; mô đun trượt $G = 2,9 \text{ GPa}$; mật độ $\rho = 2,5 \text{ g/cm}^3$; góc ma sát $\varphi = 30^\circ$; lực dính kết đơn vị $c = 3,45 \text{ MPa}$. Hai hệ khe nứt được coi là xuyên suốt khối đá, có các góc cắm cắt vuông góc với nhau. Độ cứng của các mặt khe nứt được mô phỏng qua hai tham số là độ cứng pháp tuyến k_n , phản ánh quan hệ giữa ứng suất và dịch chuyển theo phương vuông góc với mặt khe nứt; độ cứng tiếp tuyến k_s mô phỏng quan hệ giữa ứng suất và dịch chuyển theo phương tiếp tuyến với mặt khe nứt. Các đặc trưng hình học và cơ học của hai hệ khe nứt được cho trong Bảng 2. Mô hình dự báo

được xây dựng bằng phần mềm UDEC. Miền được khảo sát có kích thước 120mx100m. Trong đó dự kiến đào một hầm có chiều rộng 29,14m và chiều cao 35,691m, dạng tường thẳng vòm ba tâm, theo thứ tự đào phần vòm trước và hạ bậc hay hạ nền. Do công trình ngầm có chiều rộng lớn, nên phần vòm dự kiến được đào theo sơ đồ chia gương. Mô hình bài toán biên với trình tự đào dự kiến được phác họa trên Hình 2.

Bảng 2. Đặc trưng hình học và cơ học của hai hệ khe nứt

Các tham số của hai hệ khe nứt	Khoảng cách (m)	Góc cắm (độ)	Độ cứng khe nứt MPa/m		Góc ma sát (độ)	Lực dính kết đơn vị (MPa)	Độ bền kéo (MPa)
			k_n	k_s			
Hệ 1	5	-45	500	200	45	0,05	0,004
Hệ 2	2	45	200	100	30	0,01	0,004



Hình 2. Sơ đồ miền khảo sát, công trình ngầm và dự kiến trình tự đào, trong khối đá nứt nẻ

Để thi công phần vòm, người thiết kế thi công có thể đề xuất các sơ đồ đào theo thứ tự hay trình tự khác nhau. Vì khối đá có hai hệ khe nứt, nên nhằm hạn chế khả năng dẫn đến sập lở, nên cần thiết phải phân tích các biểu hiện của khối đá, liên quan với trình tự thi công. Trong Bảng 3 là phương án (A và B) và trình tự đào được tiến hành phân tích bằng mô phỏng số.

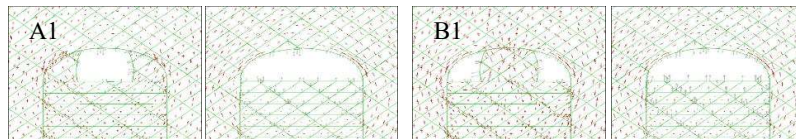
Bảng 3. Các phương án và trình tự đào

Phương án	A			B		
Trình tự đào	1	2	3	1	2	3
	giữa trái+phải	giữa trái-phải	giữa phải - trái	trái+phải giữa	phải - trái - giữa	trái-phải- giữa

3.2. Kết quả mô phỏng

Kết quả tính toán cho phép phân tích mọi chi tiết của các quá trình biến đổi cơ học. Tuy nhiên ở đây chủ yếu phân tích các quy luật biến đổi về ứng suất và dịch chuyển, xuất hiện trong khối đá. Trên các Hình 3 và 4 có thể nhận thấy rất rõ nét định tính các quy luật biến đổi của các đại lượng đó (cường độ và hướng của các ứng suất chính qua độ dài và mật độ của các gạch chéo, chiều dài và hướng các mũi tên biểu thị biên độ và hướng dịch chuyển).

Trên Hình 3 là kết quả phân tích cho hai phương án đào đồng thời hai gương trái và phải, đào gương giữa trước hoặc sau. Đây là hai phương án thường hay được áp dụng trong thi công. Tuy nhiên, tính khả thi còn phụ thuộc vào khả năng huy động thiết bị của đơn vị thi công.



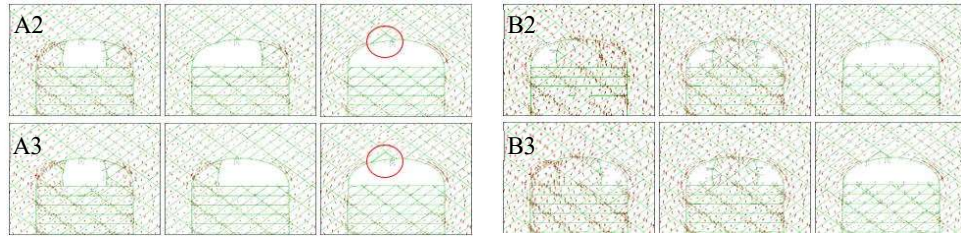
Phương án 1: đào giữa-phải+trái

Phương án 2: đào phải+trái- giữa

Hình 3. Quy luật phân bố ứng suất và dịch chuyển trong khối đá khi đào đồng thời gương trái phải

Trên Hình 4 thể hiện kết quả mô phỏng khi thi công các gương riêng rẽ (A2, A3, B2, B3, theo các trình tự khác nhau. Kết quả cho phép nhận thấy quy luật biến đổi ứng suất cũng như sự dịch chuyển phức tạp của các khối nệm, khối nứt. các trường hợp A2 và A3, với các trình tự thi công gương là giữa -trái - phải và giữa-phải-trái, khối nệm nhỏ ở giữa nóc hầm sẽ tróc vỡ và rơi ngay sau khi đào, tương tự như phương án A1 trên Hình 3. Tuy nhiên, do các gương sau không được đào đồng thời, nên gây dịch chuyển lệch, kích hoạt đổi hướng và làm cho khối nệm long rời, dễ rơi xuống hầm hơn, so với phương án A1. Kết quả phân tích cũng cho thấy, khi đào xong ba gương theo trình tự này, hai khối nệm ở nóc hầm tách ra và rơi xuống khoảng trống. Cũng vì hai khối nệm nguy hiểm nhất (then chốt) trong trường hợp này nằm ở đỉnh hầm, nên hai phương án chia ba gương, đào gương giữa sau cùng, hạn chế dịch chuyển, long rời của khối nệm này.

Giá trị chuyển vị lớn nhất sau mỗi trình tự đào và các giá trị lớn nhất, nhỏ nhất của các thành phần ứng suất chính trong khối đá sau khi đào theo các trình tự đào khác nhau, được tổng hợp trong Bảng 4.



Hình 4. Quy luật phân bố ứng suất và dịch chuyển khi đào ba gương phân vòm, kế tiếp nhau

Bảng 4. Các giá trị tính toán dịch chuyển và ứng suất

Số đồ đào theo trình tự đào gương phân vòm	Dịch chuyển lớn nhất (mm)	Cực trị của ứng suất (MPa)	
		Lớn nhất	Nhỏ nhất
A1	giữa	10,8	24,5
	trái + phải	30,0	19,0
B1	trái + phải	8,9	15,0
	giữa	15,4	18,0
A2	giữa	10,8	24,5
	trái	30,2	26,0
	phải	60,7	19,0
	giữa	10,8	24,5
A3	phải	30,6	32,6
	trái	60,7	18,0
	trái	60,7	18,0
	trái	4,8	14,0
B2	phải	4,8	15,9
	giữa	23,5	19,0
	phải	3,3	14,0
B3	trái	5,6	15,8
	giữa	24,4	19,0
	giữa	24,4	19,0

Rõ ràng là với các trình tự thi công khác nhau, sẽ dẫn đến những biến đổi địa cơ học theo các quá trình khác nhau. Trong trường hợp không thuận lợi, đặc biệt khi gặp khối đá nứt nẻ, phân lớp; các khối nêm, khối nứt có thể dịch chuyển theo các hướng khác nhau, dẫn đến hiện tượng long rời trong khối đá. Các khối nêm có thể nằm không thuận lợi có thể bị rơi từ phía nóc hầm, trượt vào từ thành hầm, bị đẩy trôi lên từ phía nền. Hiện tượng này rất phù hợp với các kết quả quan sát được tại các công trình ngầm trong khối đá nứt nẻ.

Từ các kết quả mô phỏng trên Hình 3 và 4 cho phép rút ra các nhận xét sau:

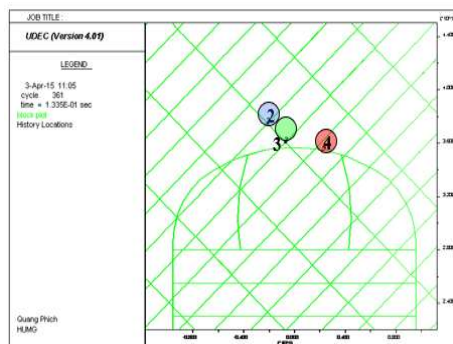
- Trường hợp B1, với trình tự là đào hai gương bên sườn trước, sau đó đào gương giữa cho giá trị dịch chuyển nhỏ nhất, mặt khác các giá trị cực đại và cực tiểu của các thành phần ứng suất chính cũng nhỏ so với các trường hợp khác.
- Trường hợp A2 và A3 gây nên giá trị dịch chuyển lớn nhất, cụ thể là hai khối nêm nằm trên ranh giới giữa gương giữa và gương trái dịch chuyển mạnh và có xu thế tóe lờ vào khoảng trống, nếu không có giải pháp chống giữ kịp thời;
- Trường hợp B2 và B3, là hai trường hợp có thể lựa chọn, khi điều kiện công nghệ, thiết bị không cho phép đào đồng thời hai gương hai bên, vì các giá trị dịch chuyển lớn nhất cũng như các cực trị của các thành phần ứng suất chính nằm trong khoảng trung bình trong các kết quả tính.

Theo dõi dịch chuyển thẳng đứng tại ba điểm phía nóc hầm có vị trí như trên Hình 5, nhận được các biểu đồ phản ánh quá trình phát triển của dịch chuyển như trên Hình 6.

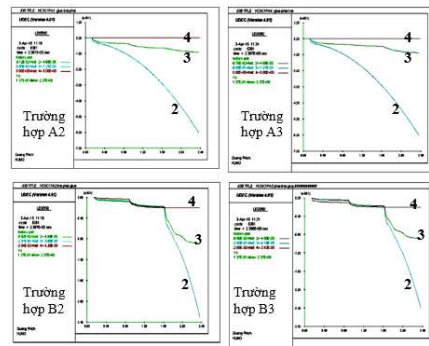
Các kết quả phân tích ở đây là với trường hợp chưa chú ý đến giải pháp gia cố khối đá, ví dụ bằng kết cấu neo hoặc bê tông phun. Trong thực tế khi đã dự báo được khả năng tóe lờ, sập lở của khối đá, có thể xác định được các biện pháp gia cố phù hợp sau mỗi công đoạn thi công. Có thể tiến hành neo chốt các khối nêm then chốt (key block), trên cơ sở phân tích số, kết hợp quan trắc thực tế. Do biến động địa chất trong tự nhiên rất phức tạp, nên các dữ liệu địa chất đầu vào cũng không thể có độ chính xác tuyệt đối, hay nói cách khác là luôn tồn tại các thông tin “không chắc chắn” (uncertainty) về tham số địa chất, cơ học, làm giảm tính chính xác của kết quả phân tích. Tuy nhiên, khi đã dự báo được khả năng có thể xuất hiện các biến địa chất, người thiết kế và thi công đã có thể chuẩn bị trước được các giải pháp phù hợp tại hiện trường.

3.3. Nhận xét

Kết quả mô phỏng số cho thấy rất rõ sự phụ thuộc của quá trình biến đổi cơ học (phân bố ứng suất, dịch chuyển, biến dạng) trong khối đá vào trình tự thi công theo phương thức chia gương, khi đào hầm tiết diện lớn. Trong trường hợp khối đá là đồng nhất, trình tự thi công được lựa chọn đảm bảo tính đối xứng, tránh gây ra biến dạng lệch, phân bố ứng suất bất lợi. Khi khối đá có chứa các mặt phân cách, thì thể năng, các tính chất cơ học của các hệ khe nứt có thể dẫn đến hậu quả bất lợi cho trạng thái khối đá sau khi đào.



Hình 5. Vị trí các điểm (2, 3, 4) được theo dõi dịch chuyển theo phương thẳng đứng



Hình 6. Dịch chuyển theo phương thẳng đứng của 3 điểm: 2 (xanh da trời), 3 (xanh nõn chuối và 4 (đỏ), với các trình tự đào theo các trường hợp A2 và A3, B2 và B6 trong Bảng 4

4. Kết luận và kiến nghị

Sự cố, tai nạn thường vẫn xảy ra trong thi công xây dựng các công trình ngầm, do sự có mặt của các ‘ân họa địa chất’ dẫn đến “tai biến địa chất”. Dự báo được khả năng có thể xảy ra sự cố sẽ cho phép có được giải pháp kỹ thuật, tổ chức thi công khả dĩ, an toàn.

Vận dụng kinh nghiệm để dự đoán, dự báo là rất cần thiết, vì điều kiện địa chất thường biến đổi phức tạp mà không hẳn luôn có thể khảo sát, đánh giá chính xác trong giai đoạn thiết kế. Tuy nhiên, để áp dụng được các kinh nghiệm đã đúc rút từ quá trình thi công, cũng đòi hỏi nhận thức đúng mực của nhưng người tham gia thi công. Người tham gia thi công cần thiết phải có các hiểu biết về địa chất, các giải pháp thi công và cần ghi chép lại các hiện tượng nhận biết được trong quá trình thi công.

UDEC cho phép mô phỏng được biến đổi cơ học trong khối đá với các cấu trúc địa chất khác nhau, nên để có thể dự báo, hạn chế, ngăn ngừa các sự cố, cần thiết phải tiến hành phân tích mức độ ổn định của khối đá theo các sơ đồ thi công, tương ứng với các điều kiện địa chất và các tính chất cơ học của đá, các cấu trúc địa chất. Từ đó sẽ cho phép xác định được giải pháp thi công hợp lý. Sử dụng các phương pháp số cần được quy định cho giai đoạn thiết kế ban đầu.

Tài liệu tham khảo

- ITASCA, 1989. *UDEC user's Manual*.
 Nguyễn Quang Phích. 1999. *Xây dựng công trình ngầm*. Trường Đại học Mô-Địa chất.
https://www.academia.edu/9685793/Tong_quan_ve_Thi_cong_Cong_Trinh_Ngam
 Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Đỗ Ngọc Anh, 2007. *Phương pháp số - Chương trình PLAXIS 3D và UDEC*. Nhà xuất bản Xây dựng. Hà Nội 2007.

ABSTRACT

Forecasting, mitigation and preventing incidents in underground construction

Quang Phich Nguyen¹, Quang Minh Nguyen², Van Duc Bui², Tuan Minh Tran², Ngoc Thai Do²

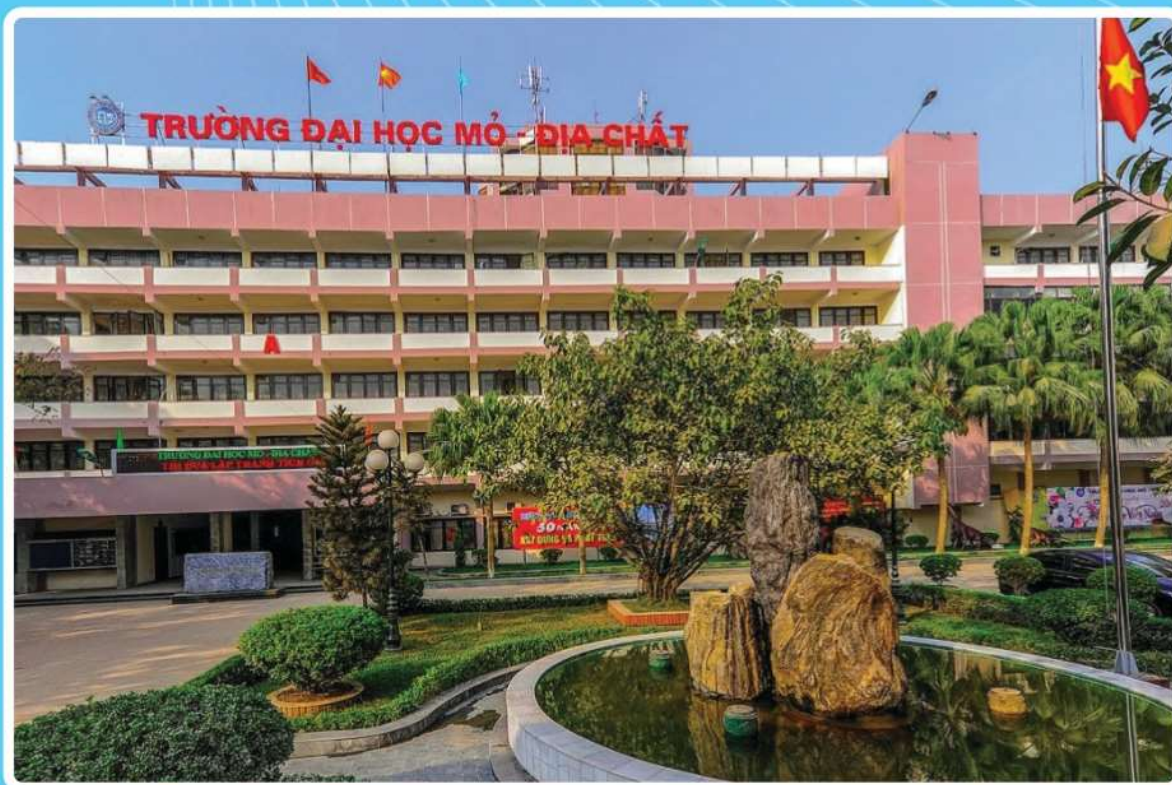
¹Van Lang University, Ho Chi Minh City

²Hanoi University of Mining and Geology

Construction of underground works often faces geological hazards or incidents (risks, accidents) that cause unsafe labor, economic damage and slow progress. Forecasting and predicting the possibility of incidents is always a practical need, in order to have reasonable technical solutions to limit and prevent incidents. The article synthesizes, analyzes and introduces some experiences in forecasting and predicting from practical experience; introduces the method of numerical simulation model that shows the ability to forecast incidents right in the design stage, contributing to the selection of construction methods with reasonable partial face excavation consequence schema as well as technical solutions to prevent incidents.

Keywords: underground works; geological hazards-incidents; forecasting-prediction; UDEC

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