

BỘ XÂY DỰNG
VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ GIAO THÔNG VẬN TẢI

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ 2025

Chào mừng
69 NĂM THÀNH LẬP VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
GIAO THÔNG VẬN TẢI

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

**CÁC BAN TỔ CHỨC THỰC HIỆN
HỘI NGHỊ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ THƯỜNG NIÊN
NĂM 2025 CỦA VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ GTVT**

I. BAN NỘI DUNG			
1	TS. Nguyễn Văn Thành	Phó Viện trưởng	Trưởng Ban
2	TS. Đinh Văn Tuấn	Trưởng phòng KHCN, Tiêu chuẩn và HTQT	Phó Trưởng Ban
3	TS. Đỗ Hữu Thắng	Chuyên gia, Nghiên cứu viên chính	Ủy viên
4	TS. Nguyễn Văn Thịnh	Giám đốc Viện CN Cơ khí - Tự động hóa - Đo lường	Ủy viên
5	TS. Trần Ngọc Huy	Giám đốc Viện CN Đường bộ và Sân bay	Ủy viên
6	ThS. Trần Việt Hà	Giám đốc Viện CN Đường sắt	Ủy viên
7	TS. Nguyễn Việt Khoa	Giám đốc Trung tâm Tư vấn thiết kế và CGCN	Ủy viên
8	ThS. Cao Anh Tuấn	Giám đốc Phòng Thí nghiệm TĐ Đường bộ I	Ủy viên
9	ThS. Nguyễn Thúy Hằng	Giám đốc Viện CN Vật liệu Xây dựng và BVCT	Ủy viên
10	ThS. Chu Quốc Dũng	Giám đốc Viện CN Địa kỹ thuật	Ủy viên
11	TS. Lê Hoàng Anh	Giám đốc Viện CN Cầu hầm	Ủy viên
12	ThS. Nguyễn Thái Khanh	Giám đốc Viện CN Hàng hải - Đường thủy	Ủy viên
13	ThS. Đinh Trọng Khang	Phó Giám đốc phụ trách Viện CN Môi trường	Ủy viên
14	ThS. Trần Đăng Ninh	Phân Viện trưởng Phân Viện KH & CN GTVT miền Trung	Ủy viên
15	ThS. Trần Phương Hùng	Phân Viện trưởng Phân Viện KH & CN GTVT phía Nam	Ủy viên
16	ThS. Bùi Xuân Học	Phó Giám đốc Viện CN Đường sắt	Ủy viên
17	TS. Lưu Ngọc Lâm	Phó Giám đốc Phòng Thí nghiệm TĐ Đường bộ I	Ủy viên
18	ThS. Bùi Tiến Mạnh	Chuyên viên Phòng Khoa học Công nghệ, Tiêu chuẩn và HTQT	Ủy viên
19	ThS. Phan Văn Chương	Phó Trưởng Phòng Khoa học Công nghệ, Tiêu chuẩn và HTQT	Ủy viên thư ký
II. BAN TỔ CHỨC			
1	ThS. Lê Tuấn Anh	Phó Viện trưởng	Trưởng ban
2	ThS. Trần Thị Uyên	Quyển Trưởng phòng Tổ chức - Hành chính - Đào tạo	Phó Trưởng Ban
3	ThS. Đoàn Thị Thu Trang	Phó trưởng Phòng Khoa học Công nghệ, Tiêu chuẩn và HTQT	Ủy viên
4	ThS. Nguyễn Văn Hạnh	Quyển Trưởng phòng Tài chính kế toán, Kế toán trưởng	Ủy viên
5	ThS. Nguyễn Đức Tuấn Anh	Trưởng phòng Kế hoạch và Quản lý dự án	Ủy viên
6	ThS. Đỗ Kim Ngọc Huyền	Chuyên viên chính Phòng Khoa học Công nghệ, Tiêu chuẩn và HTQT	Ủy viên thư ký

LỜI NÓI ĐẦU

Năm 2025, Bộ Xây dựng đã ban hành Kế hoạch hành động tại Quyết định số 462/QĐ-BXD ngày 21/4/2025 để triển khai thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị và Nghị quyết số 71/NQ-CP ngày 01/4/2025 của Chính phủ về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.

Thực hiện chủ trương chỉ đạo của Bộ Xây dựng về thực hiện các nhiệm vụ để đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia, Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải đã nỗ lực triển khai hiệu quả thông qua các đề tài nghiên cứu KH&CN; xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn, qui định kỹ thuật; các dịch vụ tư vấn KH&CN theo yêu cầu của các cơ quan quản lý nhà nước, các địa phương, các chủ đầu tư, nhà thầu trong và ngoài nước.

Với 69 năm xây dựng và trưởng thành, các thế hệ cán bộ, công chức, viên chức và người lao động trong toàn Viện luôn vinh dự và tự hào đã có những đóng góp đặc lực vào sự phát triển lớn mạnh của Viện, của Ngành đồng thời đưa Viện trở thành một thương hiệu có uy tín về nghiên cứu và phát triển KH&CN trong lĩnh vực GTVT trên phạm vi cả nước.

Hội nghị Khoa học và Công nghệ năm 2025 là một hoạt động thiết thực chào mừng 69 năm ngày thành lập Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải. Hội nghị nhằm tổng kết các kết quả nghiên cứu và ứng dụng KH&CN nổi bật mà Viện đã thực hiện trong thời gian qua.

Kết quả nghiên cứu KH&CN được công bố trong 40 bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực đường bộ, sân bay, cầu, hầm, cảng đường thủy, cơ khí, tự động hóa, vật liệu xây dựng, bảo vệ công trình và môi trường... Các kết quả nghiên cứu này gắn liền với các nhiệm vụ được Bộ Xây dựng giao, thông qua các nhiệm vụ thường xuyên; các đề tài nghiên cứu, biên soạn các tiêu chuẩn, qui định kỹ thuật; thực hiện các dịch vụ tư vấn thiết kế, thẩm tra, tư vấn giám sát, thí nghiệm, kiểm định chất lượng nhiều dự án xây dựng công trình giao thông trong phạm vi cả nước. Qua những hoạt động này, Viện tiếp tục khẳng định vị thế là cơ quan tham mưu cho Bộ Xây dựng về KH&CN, đáp ứng những yêu cầu cấp thiết của thực tiễn, góp phần nâng cao chất lượng và hiệu quả các hoạt động của ngành Xây dựng nói chung và lĩnh vực GTVT nói riêng.

Hội nghị Khoa học Công nghệ lần này là cơ hội tốt để cho các nhà khoa học, các kỹ sư và cán bộ quản lý trong ngành GTVT trao đổi, thảo luận về những công nghệ mới, kết

cấu mới, những giải pháp mới, vật liệu mới trong lĩnh vực xây dựng, quản lý, khai thác và bảo trì hạ tầng xây dựng.

Nhân dịp này, Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải xin chân thành cảm ơn Lãnh đạo Bộ Xây dựng, các cơ quan quản lý Nhà nước, các chủ đầu tư, các Sở Xây dựng, các cơ quan nghiên cứu, các Trường đại học và các đối tác khác... đã ủng hộ, giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động chung của Viện. Qua đây cũng xin trân trọng cảm ơn các đơn vị, các tác giả, Ban Nội dung, Ban Tổ chức và các cán bộ khoa học... trong và ngoài Viện đã tham gia tích cực và có những đóng góp quý báu, góp phần vào sự thành công của Hội nghị.

Trong quá trình biên soạn Tuyển tập và tổ chức Hội nghị, không tránh khỏi những khiếm khuyết. Ban Tổ chức mong nhận được ý kiến góp ý để rút kinh nghiệm hoàn thiện hơn.

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ GIAO THÔNG VẬN TẢI

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	3
• ỨNG DỤNG LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT TỔNG HỢP TRONG LỚP MÓNG CỦA KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG MỀM Ở VIỆT NAM.....	9
<i>TS. Bùi Ngọc Hưng, ThS.NCS. Nguyễn Quốc Bảo, TS. Trần Ngọc Huy, PGS. TS. Nguyễn Quang Phúc, TS. Ngô Huy Đông, ThS. Nguyễn Tuấn Anh, KS. Trịnh Việt Hoàng, ThS. Nguyễn Đại Nguyên</i>	
• ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP MĂNG THỬ NGHIỆM TRONG XÁC ĐỊNH ĐẶC TRƯNG ĐÀN HỒI CỦA CẤP PHỐI ĐÁ DẪM TẠI VIỆT NAM	26
<i>KS. Trịnh Việt Hoàng, TS. Trần Ngọc Huy, TS. Bùi Ngọc Hưng, KS. Nguyễn Đại Nguyên, KS. Phạm Văn Đô</i>	
• XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU VẬT LÝ CỦA ĐẤT TỪ KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH TỰ NHIÊN CỦA ĐẤT TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH ĐỒNG THÁP.....	36
<i>ThS. Đỗ Hàn Phong, ThS. Nguyễn Tiến Dũng, ThS. Đặng Gia Bảo, KS. Võ Hà Quân Đạt</i>	
• NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHỤ GIA NHẪM CẢI THIỆN KHẢ NĂNG DÍNH BẮM CỦA CỐT LIỆU TẠI CÁC MỎ ĐÁ TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH GIA LAI VÀ ĐẮK LẮK.....	47
<i>ThS. Nguyễn Hoàng Thanh Quí, ThS. Phạm Văn Quyền</i>	
• NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM VẬT LIỆU CARBONCOR ASPHALT CA12,5 VÀ CABR19 PHỤC VỤ RÀ SOÁT, SỬA ĐỔI BỔ SUNG TCCS 09:2014/TCĐBVN.....	57
<i>TS. Lưu Ngọc Lâm, TS. Nguyễn Văn Thành, TS. Nguyễn Văn Tường, KS. Nguyễn Hữu Quyền</i>	
• TỔNG KẾT, ĐÁNH GIÁ CÁC LỚP PHỦ BÊ TÔNG NHỰA TẠO NHÁM ĐANG ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM	69
<i>ThS. Trần Đăng Ninh, TS. Lưu Ngọc Lâm, ThS. Nguyễn Thanh Tuấn, ThS. Đào Duy Phúc, ThS. Nguyễn Mậu Hoàng Vũ, ThS. Phan Văn Huy</i>	
• YÊU CẦU KỸ THUẬT CỦA CHỈ TIÊU ĐỘ MÀI MÒN BÊ TÔNG XI MĂNG M350/45 CHO MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG SÂN BAY TẠI VIỆT NAM HIỆN NAY	83
<i>ThS. Trần Phương Hùng, KS. Vũ Thế Tuấn, KS. Phạm Ngọc Lưu</i>	
• NGHIÊN CỨU MỘT SỐ CHỈ TIÊU KỸ THUẬT CỦA BÊ TÔNG NHỰA POLYME DÙNG CHO MẶT ĐƯỜNG SÂN BAY TẠI VIỆT NAM.....	91
<i>TS. Nguyễn Văn Thành, ThS. Đặng Minh Hoàng, ThS. Trần Mai Khanh, ThS. Nguyễn Hữu Quyền</i>	
• ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CẮT PHẪNG CHO MẪU KÍCH THƯỚC LỚN	102
<i>TS. Huỳnh Thanh Bình, ThS. Nguyễn Minh Hiền, KS. Nguyễn Lan Hương</i>	

- CÁC QUY ĐỊNH VỀ CẦU KIẾN KHỐNG CHẾ ĐỨT GẦY (FCM) TRONG CÔNG TRÌNH CẦU THÉP.....108
ThS. Nguyễn Thái Khanh, TS. Nguyễn Kim Thành
- ỨNG DỤNG PHẦN MỀM AUTODEKS NAVISWORKS TRONG CÔNG TÁC THẨM TRA MÔ HÌNH THÔNG TIN CÔNG TRÌNH (BIM) ĐỂ ĐẢM BẢO HIỆU QUẢ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH CẦU 117
ThS. Bùi Ngọc Nam, TS. Nguyễn Việt Khoa, TS. Nguyễn Kim Thành, KS. Phạm Văn Tâm
- GIẢI PHÁP THIẾT KẾ KHÁNG CHẤN CHO CÔNG TRÌNH CẦU CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT.....133
TS. Nguyễn Việt Khoa, ThS. Bùi Ngọc Nam
- NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT ỨNG DỤNG CỦA BÊ TÔNG NHỰA TRONG HẦM ĐƯỜNG BỘ TẠI VIỆT NAM 150
*ThS. Phan Văn Chương, TS. Nguyễn Viết Hoàng,
ThS. Nguyễn Anh Tú, KS. Nguyễn Tiến Phúc*
- NGHIÊN CỨU THAM SỐ LƯU BIẾN CỦA KHỐI ĐÁ, TÍNH TOÁN KẾT CẤU CHỐNG VÌ THÉP VÀ KHẢ NĂNG PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐO ĐẠC ỨNG SUẤT NGUYÊN SINH CỦA KHỐI ĐÁ 158
Nguyễn Huy Hiệp, Nguyễn Quý Đạt, Trần Tuấn Minh, Đinh Quang Trung
- NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG KẾT QUẢ ĐO DAO ĐỘNG ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU LỰC VÀ TÌNH TRẠNG CỦA KẾT CẤU TRỤ CẦU BỊ XÓI LỎ....174
*Lê Hoàng Anh, Kiều Như Cường, Lưu Quốc Vượng,
Nguyễn Thị Thanh Hà, Nguyễn Hữu Hưng, Trần Minh Long*
- BỘ TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT CẢNG BIỂN OCDI 2025 CỦA NHẬT BẢN: MỘT SỐ NỘI DUNG MỚI VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU CẬP NHẬT BỘ TCVN 11820 - CÔNG TRÌNH CẢNG BIỂN - YÊU CẦU THIẾT KẾ.....184
*TS. Nguyễn Kim Thành, PGS.TS. Nguyễn Hữu Đầu,
ThS. Nguyễn Thái Khanh, ThS. Đinh Trọng Khang,*
- PHÂN TÍCH SỰ CẦN THIẾT VÀ ĐIỀU KIỆN ÁP DỤNG MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC ĐỂ PHÂN TÍCH KẾT CẤU CHO CÁC CÔNG TRÌNH CẦU TRÊN CÁC TUYẾN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO THEO TCVN 13594-2022 195
PGS.TS. Hoàng Hà, ThS. Bùi Xuân Học, ThS. Trần Việt Hà
- NGHIÊN CỨU SỨC KHÁNG CẮT CỦA DẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP THƯỜNG 205
*TS. Nguyễn Đình Hùng, ThS. Nguyễn ĐVT Thủy Tiên,
KS. Phan Lâm Vẹn, ThS. Trần Trung, ThS. Đinh Nguyễn Kim Ngân,
ThS. Huỳnh Xuân Duy, ThS. Nguyễn Thị Thu Hào, TSKH. Trần Ngọc Linh*
- CÁC VẤN ĐỀ KHÍ ĐỘNG HỌC ĐẶC TRƯNG TRONG ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO VÀ HƯỚNG TIẾP CẬN CHO VIỆT NAM 221
ThS. Bùi Xuân Học, ThS. Trần Việt Hà

- TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ HÀI LÒNG CỦA NGƯỜI SỬ DỤNG ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ.....234
ThS. La Văn Ngo, TS. Nguyễn Kim Thành, KS. Đỗ Tuấn Phương, TS. Vương Xuân Cấn
- NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XUYỀN TĨNH (CPT, CPTu) TRONG KHẢO SÁT NỀN ĐƯỜNG SẮT 245
TS. Đoàn Huy Lợi, ThS. Chu Quốc Dũng, TS. Huỳnh Thanh Bình, KS. Bùi Văn Tuấn, KS. Nguyễn Bá Thụy, KS. Hoàng Minh Ngọc, ThS. Nguyễn Hải Linh, KS. Đinh Hải Ninh
- NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG THỨC CẤP ĐIỆN SỨC KÉO CHO TÀU ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TẠI HÀ NỘI VÀ TP. HỒ CHÍ MINH TRONG BỐI CẢNH MỞ RỘNG LIÊN VÙNG 253
TS. Hồ Ánh Sáng, ThS. Bùi Xuân Học
- ĐỀ XUẤT HỆ THỐNG TIÊU CHÍ ĐỂ QUY HOẠCH XÂY DỰNG KHU VỰC ÁP DỤNG MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ THEO ĐỊNH HƯỚNG GIAO THÔNG (TOD) CHO ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO TẠI THỦ ĐÔ HÀ NỘI.....266
TS. Lê Công Thành, ThS. Bùi Xuân Học, ThS. Hoàng Thanh Hương
- VẬT LIỆU MẶT ĐƯỜNG THÔNG MINH: THÀNH TỰU TRÊN THẾ GIỚI VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TẠI VIỆT NAM 277
Tống Tôn Kiên, Nguyễn Thị Thắng, Phạm Thị Vinh Lanh, Nguyễn Tuấn Hiền, Lê Trung Thành
- NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LOẠI PHỤ GIA TRƯỞNG NỞ ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA VỮA BƠM 303
TS. Nguyễn Việt Hoàng, KS. Trần Văn Hải, KS. Nguyễn Văn Lực
- ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯU HÓA LƯU HUỖNH ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA MÀNG CAO SU LATEX 308
ThS. Phạm Hồ Anh Tú, KS. Nguyễn Thị Phương, PGS.TS. Đặng Việt Hùng
- TỔNG QUAN CÁC LOẠI CHẤT DẸO SỬ DỤNG SẢN XUẤT TẤM TRƯỢT CHO GỐI CHẬU VÀ GỐI CHỖM CẦU TẠI VIỆT NAM.....315
ThS. Đinh Xuân Trường, ThS. Cao Anh Tuấn, ThS. Trần Trung Thành, KS. Lê Hoàng Ngọc, KS. Hoàng Văn Tuấn
- XÁC ĐỊNH HỆ SỐ CHUYỂN ĐỔI TỪ ĐẤT ĐÀO SANG ĐẤT ĐẤP THỰC TẾ TẠI DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH.....332
ThS. Đỗ Hàn Phong, ThS. Nguyễn Tiến Dũng, ThS. Đặng Gia Bảo, KS. Hoàng Minh Ngọc, KS. Võ Hà Quân Đạt
- CHU TRÌNH LÀM VIỆC CỦA HỆ THỐNG THUỶ LỰC VÀ THUẬT TOÁN ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ THỬ NGHIỆM ĐƯỜNG RAY TẮM BẢN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO ĐƯỢC THIẾT KẾ TẠI VIỆT NAM.....342
ThS. Dương Quang Trọng, KS. Hoàng Quốc Trường, ThS. Đinh Trọng Thân, TS. Phạm Đình Nam, TS. Lê Quý Thủy
- KHAI THÁC VÀ ỨNG DỤNG THỂ MẠNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (AI) TRONG TRIỂN KHAI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ DỊCH VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ TẠI VIỆN KH&CN GTVT 354
ThS. Nguyễn Hoàng Thanh Quý

- BIẾN DẠNG DÀI HẠN CỦA GỐI CẦU CAO SU CỐT BẢN THÉP - CHÙNG ỨNG SUẤT 369
*ThS. Đinh Xuân Trường, TS. Lâm Hữu Quang, KS. Đỗ Văn Nhân,
 KS. Ngô Văn Chuẩn, KS. Nguyễn Hữu Hoàng*
- ỨNG XỬ CHÙNG ỨNG SUẤT CỦA CÁP THÉP CƯỜNG ĐỘ CAO TỪ CÁC NGHIÊN CỨU HIỆN TẠI VÀ THỰC NGHIỆM 386
*ThS. Đinh Xuân Trường, TS. Lưu Ngọc Lâm, ThS. Nguyễn Anh Tú,
 KS. Nguyễn Tiến Phúc, KS. Nguyễn Minh Hằng*
- ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THỰC TẾ ẢO TRONG MÔ PHÒNG VÀ THIẾT KẾ KHÔNG GIAN VIỆN NGHIÊN CỨU CÂY TRỒNG THAIBINH SEED 401
*Nguyễn Sách Thành, Nguyễn Quý Đạt, Nguyễn Hữu Thế,
 Vũ Văn Minh, Vũ Văn Tài, Lê Huy Thái*
- NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (AI) TRONG THIẾT BỊ THỬ NGHIỆM ĐƯỜNG RAY TẮM BẢN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO ĐƯỢC THIẾT KẾ TẠI VIỆT NAM 411
KS. Hoàng Quốc Trường, ThS. Lê Đức Dũng TS. Lê Quý Thủy, TS. Nguyễn Văn Thịnh
- NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CÔNG TÁC LẮP ĐẶT BIỂN BÁO HIỆU GIAO THÔNG ĐƯỜNG BỘ Ở VIỆT NAM...419
*TS. Nguyễn Kim Thành, ThS. Nguyễn Thái Khanh,
 ThS. La Văn Ngộ, ThS. Bùi Tiến Mạnh, TS. Vương Xuân Cẩn*
- QUẢN LÝ TỐC ĐỘ VÀ KIỂM SOÁT PHƯƠNG TIỆN TRÊN ĐƯỜNG CAO TỐC, HIỆU QUẢ TÍCH CỰC CỦA THÍ ĐIỂM CÁC TUYẾN HÀ NỘI - HẢI PHÒNG VÀ PHÁP VÂN - CẦU GIẾ 428
TS. Đào Huy Hoàng
- PHÂN LÀN XE Ở HÀ NỘI, NHỮNG KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU THÍ ĐIỂM TRÊN ĐƯỜNG VĨ CHÍ CÔNG VÀ PHẠM VĂN ĐỒNG.....447
TS. Đào Huy Hoàng
- NGHIÊN CỨU SỰ THAY ĐỔI ĐỘ MẶN CỦA CÁT BIỂN ĐÁP NỀN ĐƯỜNG XỬ LÝ ĐẤT YẾU QUA ĐÓ ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ ẢNH HƯỞNG TỚI MÔI TRƯỜNG 458
*Đinh Trọng Khang, Phạm Thị Trà, Đỗ Kim Ngọc Huyền,
 Nguyễn Quang Dũng, Trần Văn Thi*
- VẬN DỤNG KẾT QUẢ ĐÀO TẠO THẨM TRA AN TOÀN GIAO THÔNG VÀO VIỆC ĐỀ XUẤT BỔ SUNG, SỬA ĐỔI MỘT SỐ ĐIỀU KHOẢN KỸ THUẬT TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG BỘ NHẪM NÂNG CAO AN TOÀN VỀ CƠ SỞ HẠ TẦNG ĐƯỜNG BỘ TẠI VIỆT NAM.....468
TS. Lê Mạnh Hân, PGS.TS. Doãn Minh Tâm
- NHỮNG VẤN ĐỀ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN CỦA HOẠT ĐỘNG GIÁM ĐỊNH TƯ PHÁP THEO VỤ VIỆC TRONG LĨNH VỰC GIAO THÔNG VẬN TẢI.....484
TS. Đinh Văn Tuấn, ThS. Bùi Tiến Mạnh

NGHIÊN CỨU THAM SỐ LƯU BIẾN CỦA KHỐI ĐÁ, TÍNH TOÁN KẾT CẤU CHỐNG VÌ THÉP VÀ KHẢ NĂNG PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐO ĐẠC ỨNG SUẤT NGUYÊN SINH CỦA KHỐI ĐÁ

Research on rheological parameters of rock mass, calculation of steel ribs and possibility of developing a system for measuring initial stress in rock mass

NGUYỄN HUY HIỆP^{1*}, NGUYỄN QUÝ ĐẠT¹, TRẦN TUẤN MINH², ĐINH QUANG TRUNG¹

¹ Đại học kỹ thuật Lê Quý Đôn

² Đại học Mỏ - Địa chất

Email: huyhiepnguyen@lqdtu.edu.vn

Điện thoại liên hệ: 0979794384

TÓM TẮT: Báo cáo trình bày thí nghiệm nén uốn dạng dầm mẫu đá do tác giả thiết kế và chế tạo tại phòng thí nghiệm riêng. Kết quả được ứng dụng tại mỏ than Thống Nhất thiết kế kết cấu chống thép có xét đến tính lưu biến của đá. Ngoài ra, để tính toán kết cấu chống phù hợp cần tiến hành đo ứng suất nguyên sinh của khối đá. Tuy nhiên, công nghệ này chưa được ứng dụng trong ngành công trình ngầm và giá thành các công ty nước ngoài đo rất đắt khoảng 3,7 tỷ/lần đo. Dựa trên kết quả nghiên cứu lưu biến mẫu đá, tác giả phát triển thêm hệ thống đo ứng suất nguyên sinh của khối đá riêng với giá thành rẻ hơn ở Việt Nam.

TỪ KHÓA: Từ biến, lưu biến, nén đơn trục, nén tách Brazil, tiêu chuẩn Hoek- Brown.

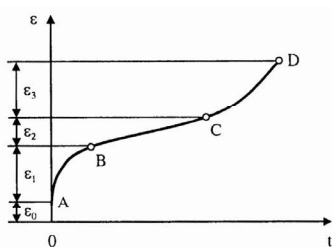
ABSTRACT: The report presents a bending compression test of a rock sample beam designed and manufactured by the Author in laboratory. The results were applied at Thong Nhat coal mine to design a steel support structure taking into account the rheology of the rock mass. In addition, to calculate a suitable support structure, it is necessary to measure the initial natural stress of the rock mass. However, this technology has not been applied in the underground construction industry and the cost of measurement by foreign companies is very expensive, about 3.7 billion/measurement. Based on the results of the rheology research of rock samples, the Author has developed a system to measure the field stress of a separate rock mass at a cheaper cost that can be widely deployed in the Vietnam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến dạng tổng thể của đất đá thực tế là rất phức tạp và trải qua nhiều giai đoạn khác nhau tương ứng với quá trình biến đổi cơ học của khối đá sau tác động khai đào các khoảng trống trong lòng đất [1 - 5]. Nhìn chung, việc xác định đúng các đặc tính biến dạng của đá trong quá trình thi công và sử dụng công trình ngầm trên thế giới đã có nhiều nhà khoa học quan tâm [9 - 15]. Tuy nhiên, tại Việt Nam vấn đề phân tích, tính toán ổn định các công trình ngầm có quan tâm đến đặc tính biến dạng lâu dài của đất đá thì còn ít được quan tâm. Thực tế tìm hiểu thấy rằng, trong quá trình khai thác và sử dụng công trình ngầm/các đường lò trong mỏ có nhiều hư hỏng do khi tính toán, thiết kế công trình đã không kể đến các tham số lưu biến của mẫu đá/khối đá. Chính vì vậy, việc nghiên cứu

đánh giá quá trình biến dạng lâu dài của đất đá, độ bền lâu dài của đất đá sau khi khai đào công trình ngầm, cũng như sau khi chống giữ và sử dụng công trình ngầm là vấn đề cần thiết phải quan tâm, lưu ý trong các tính toán thiết kế chống giữ công trình ngầm.

Như đã biết, quá trình lưu biến của đất đá gồm hai quá trình cơ bản: từ biến và chùng ứng suất. Từ biến xuất hiện trong thí nghiệm bằng cách chất tải lên mẫu với một tải trọng không đổi theo thời gian $\sigma = \sigma_0 = \text{const}$ và ghi lại biến dạng tăng dần. Ngược lại, chùng ứng suất được thí nghiệm bằng cách giữ nguyên biến dạng không đổi theo thời gian $\varepsilon = \varepsilon_0 = \text{const}$ và ghi lại ứng suất giảm dần. Ngoài hai hiện tượng: từ biến và chùng ứng suất, quá trình lưu biến của đá còn sử dụng khái niệm “độ bền lâu dài” (giới hạn bền dài lâu) của đá được xử lý từ kết quả hai thí nghiệm trên ở các giai đoạn chất tải khác nhau [1-4]. Biểu hiện biến dạng của đá trong thí nghiệm tổng quát được mô tả như trong hình 1.



Hình 1. Biểu đồ biến dạng từ biến của mẫu đá

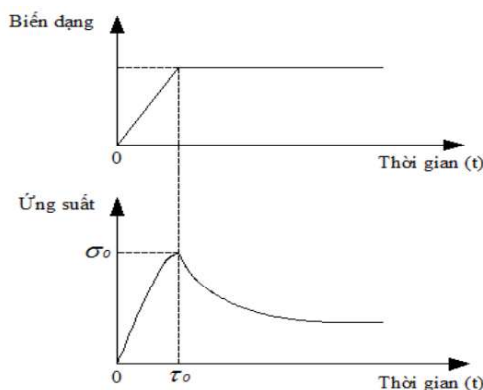
Đoạn OA tương ứng với giai đoạn biến dạng tức thời ban đầu (ε_0). Tùy thuộc vào giá trị tác dụng của tải trọng, giai đoạn này có thể mang đặc tính đàn hồi.

Đoạn AB tương ứng với giai đoạn lưu biến không ổn định (ε_1). Tại giai đoạn này, biến dạng của đá mang tính chất biến dạng đàn hồi cũng như biến dạng không thuận nghịch.

Đoạn BC (ε_2) tương ứng với giai đoạn lưu biến ổn định hay giai đoạn lưu biến có tốc độ biến dạng không đổi.

Đoạn CD (ε_3) đặc trưng bởi đặc tính gia tăng tốc độ biến dạng do sự phát triển mạnh mẽ của quá trình hình thành nứt nẻ. Giai đoạn này kết thúc bằng sự phá hủy hoàn toàn của mẫu đá.

Chùng ứng suất là sự suy giảm ứng suất trong khối đá khi biến dạng được duy trì theo thời gian mà trường hợp đặc biệt là biến dạng không đổi. Có thể thấy, từ biến và chùng ứng suất xảy ra đồng thời trong khối đá làm việc dài hạn. Từ biến và chùng ứng suất là hai mặt của một tính chất trong mẫu đá/khối đá.



Hình 2. Biểu đồ chùng ứng suất của mẫu đá

Độ bền lâu dài của vật liệu được hiểu là khả năng của vật liệu đó chống lại sự phá hủy dưới tác dụng của tải trọng tác dụng lâu dài. Từ lâu các quan sát đã thấy một số các công trình xây dựng đã bị phá hỏng sau một thời gian dài sử dụng cho dù tải trọng tác dụng là nhỏ hơn độ bền xác định được khi chịu tải ngắn hạn. Điều này có thể xảy ra do dưới tác dụng của tải trọng, đất chịu biến dạng từ biến tăng tiến với tốc độ tăng dần và dẫn đến phá hoại (dòn hoặc dẻo). Khi thí nghiệm gia tải nhanh cho tới phá hoại trên vật liệu có tính từ biến, chúng ta thu được giá trị độ bền tức thời của vật liệu đó. Khi gia tải với tải trọng nhỏ hơn độ bền tức thời cũng trên vật liệu này, sự phá hoại không xảy ra ngay mà phải qua một khoảng thời gian nhất định. Tải trọng tác dụng càng nhỏ, thời gian cần thiết để phá hoại vật liệu càng dài cho đến khi tải trọng tác dụng là đủ nhỏ để biến dạng từ biến là tắt dần. Quá trình giảm giá trị ứng suất phá hoại theo thời gian là quá trình giảm độ bền. Độ bền lâu dài của vật liệu là giá trị độ bền mà dưới tác dụng lâu dài của tải trọng có giá trị bằng hoặc nhỏ hơn chúng, vật liệu phát triển biến dạng từ biến theo dạng ổn định, tắt dần không dẫn tới phá hoại. Giá trị độ bền lâu dài bao giờ cũng nhỏ hơn độ bền xác định tức thời và phụ thuộc vào thời gian xảy ra phá hoại. Thời gian phá hoại càng lâu, giá trị độ bền lâu dài càng sai khác nhiều với độ bền tức thời và ngược lại [2, 3].

Như vậy, theo quan điểm của nhóm tác giả khi tính toán ổn định công trình trong khối đá cần phân chia ra làm hai nhóm:

- Nhóm về tham số tức thời của mẫu đá và quy đổi tham số từ mẫu đá sang khối đá.
- Nhóm về tham số theo thời gian của mẫu đá và quy đổi tham số từ mẫu đá sang khối đá.

2. XÁC ĐỊNH THAM SỐ TỨC THỜI CỦA MẪU ĐÁ VÀ KHỐI ĐÁ THEO TIÊU CHUẨN HOEK- BROWN

Tiêu chuẩn phá hoại Hoek-Brown (HB) còn gọi là chuẩn bền HB là một tiêu chuẩn được lập từ kinh nghiệm cho phép xác định quan hệ tương quan giữa các thành phần ứng suất ở trạng thái giới hạn của khối đá. Để xác định đường bao độ bền của khối đá nứt nẻ, các tác giả đã đưa thêm các hệ số vào phương trình đường bao độ bền của đá liền khối. Theo Hoek- Brown, độ bền khối đá nứt nẻ có thể xác định được từ kết hợp kết quả thí nghiệm trong phòng với quan sát, mô tả và đo đạc hiện trường [2, 14, 15].

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} (m_b \sigma_3 / \sigma_{ci} + s)^a \quad (1)$$

Trong đó:

σ_1, σ_3 - ứng suất chính lớn nhất và nhỏ nhất tại thời điểm phá hủy trong thí nghiệm nén 3 trục;

σ_{ci} - cường độ kháng nén một trục của vật liệu đá nguyên vẹn lấy từ khối đá được tạo thành;

s, a - hằng số phụ thuộc vào đặc tính của khối đá; giá trị s nằm trong khoảng từ 0 với khối đá nứt nẻ đến 1 với vật liệu đá nguyên vẹn. s được tính như sau:

- với $GSI > 25$ thì: $s = \exp[(GSI-100)/(9-3D)]$; $a = 0,5$

- với $GSI < 25$ thì: $s = 0$; $a = 0.65 - GSI/200$

- với $GSI = 100$ thì: $s = 1$ (khi khối đá nguyên trạng);

$$a = 1/2 + 1/6(e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

GSI (Geological Strength Index) - chỉ số độ bền địa chất, sử dụng cho việc đánh giá độ bền khối đá trong các điều kiện địa chất khác nhau.

D - hệ số xáo động hay hệ số tác động của biện pháp thi công đối với mức độ nguyên vẹn của khối đá. $D = 0$ (khối đá liền khối); $D = 1$ (khối đá bị chấn động mạnh).

m_b - hệ số Hoek-Brown cho khối đá phụ thuộc từng loại đá (theo hệ số vật liệu m_i):

$$m_b = m_i \exp[(GSI-100)/(28-14D)] \quad (2)$$

Như vậy, để xác định mô hình Hoek- Brown cần làm thí nghiệm nén ba trục đá. Thí nghiệm ba trục đá đòi hỏi thiết bị hiện đại, đắt tiền, chi phí lớn, mỗi thí nghiệm ba trục cần vật tư tiêu hao và giá thành khoảng trên 10 triệu đồng. Để giảm giá thành thí nghiệm, tác giả Nguyễn Huy Hiệp đã chế tạo thiết bị nén đơn trục và ép chẻ mẫu Brazil, dùng công thức quy đổi để xác định tham số từ biến cho mô hình Hoek- Brown và quy đổi ra khối đá.

2.1. Thí nghiệm nén đơn trục mẫu đá

Thí nghiệm nén mẫu thẳng đứng nở hông tự do: tiến hành gia tải lên bề mặt mẫu tăng dần đều theo thời gian, ta xác định được khả năng chịu tải của mẫu vật liệu thí nghiệm khi chịu nén là lực nén lớn nhất tại thời điểm mẫu bị phá hủy. Ứng suất nén của mẫu xác định theo biểu thức [1]:

$$\sigma_N = \frac{4F_1}{\pi D^2} \quad (3)$$

Trong đó:

σ_N - ứng suất nén lớn nhất.

F_1 - lực nén dọc lớn nhất.

D - đường kính mẫu.

Mẫu thí nghiệm bị phá hủy từ đó kết hợp với các công thức thực nghiệm đưa ra các tham số của mẫu: modun biến dạng E, hệ số Poisson ν .

2.2. Thí nghiệm ép chẻ mẫu Brazil

Biểu hiện của nứt đá khi chịu nén và chịu cắt ít được chú ý nghiên cứu, một mặt là do kĩ thuật thí nghiệm, mặt khác là do các biểu hiện này thường xảy ra trong phạm vi nhỏ trước khi mẫu bị phá hủy. Đồng thời các biểu hiện đó chỉ là các trường hợp riêng, cho phép có thể dẫn giải từ các thí nghiệm nén đơn giản hơn. Thí nghiệm kéo và cắt trên mẫu đá thường chỉ nhằm xác định khả năng chịu tải của đá khi chịu kéo và khi chịu cắt. Các kết quả công bố về biểu hiện biến dạng rất hạn chế, sau đây đơn cử kết quả điển hình: thí nghiệm nén tách (kéo tách) hay phương pháp Brazil, được F.Carneire và A.Barcellos (Brazil) đề xuất sử dụng năm 1949 (Hình 3). Khi bị nén theo đường sinh trong mẫu hình thành các thành phần ứng suất tác dụng dọc theo đường kính σ_3 . Tại tâm của mẫu ứng suất kéo đạt giá trị lớn nhất, xác định theo biểu thức:

$$\sigma_k = \frac{2F}{\pi DL} \left[\frac{\sin 2\alpha}{\alpha} - 1 \right] \approx \frac{2F}{\pi DL} \quad (4)$$

Trong đó:

σ_k - ứng suất kéo.

F - lực nén mẫu nằm ngang.

L - chiều dài mẫu thí nghiệm.

Biến dạng của mẫu theo phương vuông góc với hướng tác dụng của tải trọng là biến dạng do kéo, vì vậy được xác định mối quan hệ với ứng suất kéo σ_3 . Khi ứng suất kéo tại tâm mẫu đạt độ bền kéo đơn trục của đá, mẫu bị phá hủy và vết nứt kéo phát triển dọc theo đường kính mẫu, tách mẫu ra làm 2 phần. Độ bền kéo của đá được xác định theo lực gây ra phá hủy mẫu, cụ thể:

$$\sigma_K^* = \frac{2F_{\max}}{\pi DL} \quad (5)$$

Trong đó:

σ_K^* - ứng suất kéo lớn nhất.

$F_{\max}$ - lực nén mẫu nằm ngang lớn nhất.

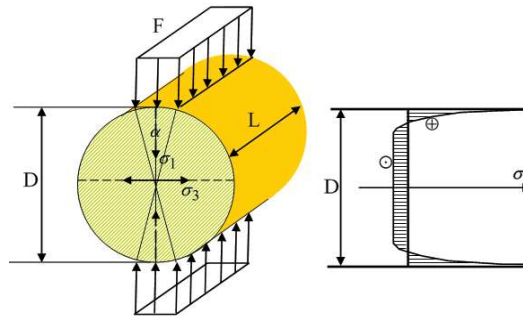
Xử lý kết quả thí nghiệm:

Lực dính:

$$c' = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_N^* \sigma_K^*} \quad (6)$$

Góc ma sát:

$$\phi' = \arcsin \left(\frac{\sigma_N^* - \sigma_K^*}{\sigma_N^* + \sigma_K^*} \right) \quad (7)$$



Hình 3. Mô tả thí nghiệm nén tách Brazil

Như vậy, từ thí nghiệm nén đơn trục và nén tách Brazil xác định được tham số mô hình Mohr- Coulomb: E , ν , c' , ϕ' .

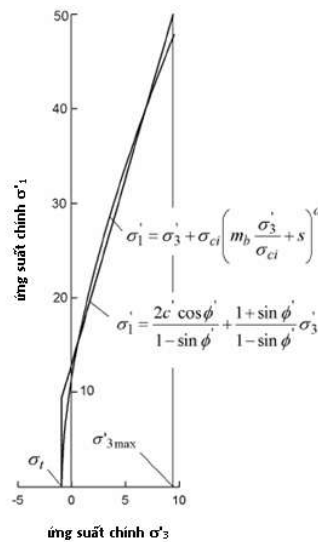
2.3. Quy đổi từ mô hình Mohr- Coulomb sang mô hình Hoek- Brown

Phần lớn các phần mềm địa kỹ thuật thường viết theo tiêu chuẩn phá hủy Mohr - Coulomb, nên cần phải xác định được góc ma sát trong (ϕ') và lực dính kết (c') tương ứng cho từng loại khối đá. Để xác định giá trị của ϕ' và c' chúng ta xác định giá trị trung bình của đường cong theo phương trình (1) trong khoảng giá trị ứng suất chính $\sigma_t < \sigma_3 < \sigma_{3\max}'$. Giải phương trình cân bằng sẽ nhận được kết quả [14,15]:

$$\phi' = \sin^{-1} \left[\frac{6a.m_b \left(s + m_b \cdot \sigma_{3n}' \right)^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6a.m_b \left(s + m_b \cdot \sigma_{3n}' \right)^{a-1}} \right] \quad (8)$$

$$c' = \frac{\sigma_{ci} \left[(1+2a)s + (1-a)m_b \cdot \sigma'_{3n} \right] \left(s + m_b \cdot \sigma'_{3n} \right)^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{\frac{1+6a \cdot m_b \left(s + m_b \cdot \sigma'_{3n} \right)^{a-1}}{(1+a)(2+a)}}} \quad (9)$$

Trong đó: $\sigma'_{3n} = \frac{\sigma'_{3\max}}{\sigma_{ci}}$



Hình 4. Mối quan hệ giữa các thành phần ứng suất theo tiêu chuẩn Hoek-Brown và Mohr-Coulomb

Chú ý giá trị của $\sigma'_{3\max}$ là giới hạn trên của ứng suất mà dựa vào đó để xác định mối quan hệ giữa hai tiêu chuẩn Hoek-Brown và Mohr-Coulomb, được xác định cho từng trường hợp cụ thể: lựa chọn giá trị này cho trường hợp bờ dốc và đường hầm.

Các quy trình xác định tham số Hoek-Brown từ thí nghiệm ép chẻ mẫu và nén đơn trục:

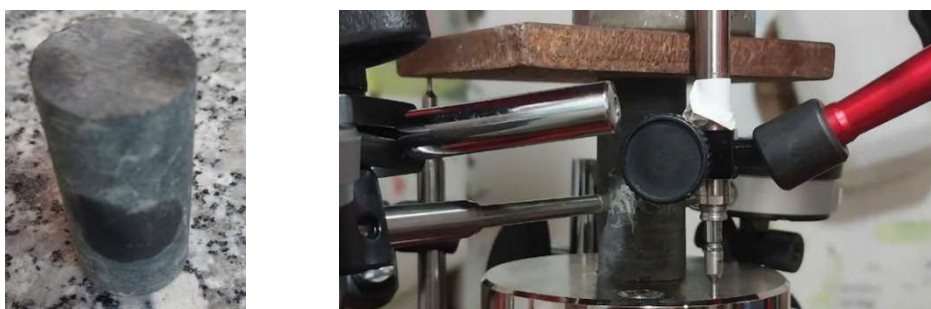
- Bước 1: Xác định góc mát trong và lực dính kết c' , φ' từ thí nghiệm nén đơn trục và ép chẻ.

- Bước 2: Dựa vào công thức (8), (9) và phần mềm Rocdata tính các tham số m_b , m_i và a theo mô hình Hoek-Brown, lấy $m_i = m_b$ trong trường hợp mẫu đá nguyên dạng.

- Bước 3: Xử lý số liệu đo biến dạng xác định mô đun đàn hồi và hệ số Poisson của đá.

2.4. Thực nghiệm xác định tham số mô hình Hoek - Brown từ thí nghiệm nén đơn trục và nén tách Brazil

Sử dụng thí nghiệm nén tách Brazil kết hợp với thí nghiệm nén đơn trục thẳng đứng, kết quả thu được bao gồm các ứng suất nén thẳng đứng, nén ngang mẫu thí nghiệm khi mẫu bị phá hủy từ đó kết hợp với các công thức thực nghiệm đưa ra các tham số của mẫu gia cố: lực dính c , góc ma sát ϕ , mô đun biến dạng E , hệ số Poisson ν .



Hình 5. Gia công mẫu và đặt tải, đồng hồ đo chuyển vị, lực nén

Mẫu đá thí nghiệm được lấy từ Mỏ than ở Quảng Ninh với độ sâu trên 100m, được gia công và thí nghiệm trên thiết bị chế tạo của tác giả Nguyễn Huy Hiệp.



Hình 6. Kết quả nén phá hủy mẫu và khuôn nén tách Brazil

Tham số đầu vào: Khối lượng riêng tự nhiên, $\gamma_{\max} = 2,5 \text{ T/m}^3$; Chiều cao mẫu $H = 0,06\text{m}$; Đường kính mẫu $D = 0,03 \text{ m}$. Kết quả các tham số thu được theo các công thức (8) và (9) được tập hợp trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số nén tách Brazil và nén đơn trục theo công thức (8) và (9)

Thông số	Đơn vị	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Trung bình
	MPa	29	29,1	32,07	30
	MPa	0,77	0,78	0,85	0,8
Lực dính c'	MPa	2,362	2,382	2,61	2,45
Góc ma sát ϕ'	Độ	71,52	71,44	71,54	71,5°

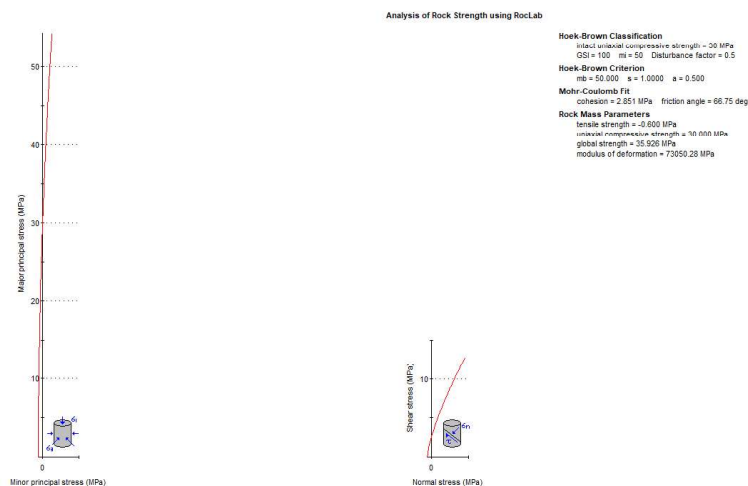
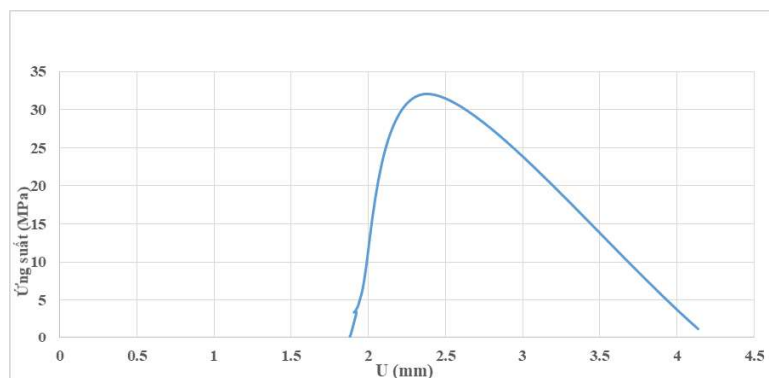
Bảng 2. Thông số biến dạng sau khi xử lý dữ liệu

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
01	Mô đun biến dạng E	MPa	2300
02	Hệ số Poisson		0,25

Sử dụng phần mềm Roclab (Hình 7) để quy đổi các tham số mẫu đá từ mô hình Mohr-Coulomb sang mô hình Hoek-Brown áp dụng cho mô hình từ biến, kết quả thu được như trong hình 8 và trong Bảng 3.

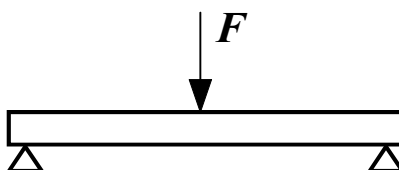
Bảng 3. Thông hình Hoek Brown mẫu đá, sau khi xử lý trên phần mềm Rocdata 5.0

Độ bền nén đơn trục (MPa)	Chỉ số địa chất GSI	Chỉ số m_i	Hệ số chấn động D	Hệ số m_b	Hệ số s	Hệ số a
30	100	50	0,5	50	1	0,5

**Hình 7.** Kết quả xử lý chuyển đổi mô hình Hoek- Brown trên phần mềm Rocdata 5.0**Hình 8.** Quan hệ giữa ứng suất- biến dạng đứng

3. XÁC ĐỊNH THAM SỐ LƯU BIẾN CỦA MẪU ĐÁ VÀ KHỐI ĐÁ THEO TIÊU CHUẨN HOEK-BROWN

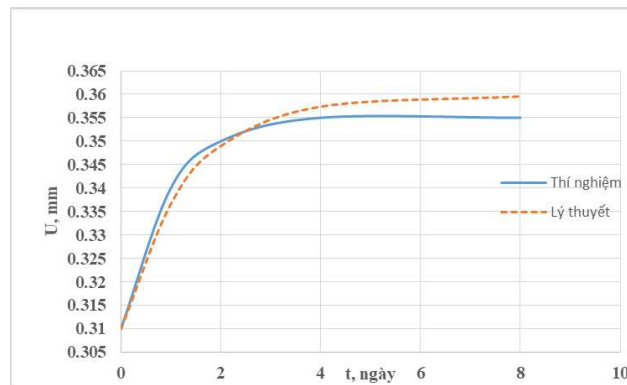
Để xác định các tham số lưu biến của mẫu đá có nhiều phương pháp khác nhau. Một trong những phương pháp xác định tính chất lưu biến của mẫu đá là dùng thí nghiệm uốn. Mẫu đá được gia công dưới dạng dầm với kích thước 20×20×160mm hoặc các dạng mẫu khác nhau hình chữ nhật (hình 9) [11, 12, 13]:

**Hình 9.** Sơ đồ uốn mẫu đá dạng dầm

Sau khi gia công xong, mẫu đá được đưa lên nén với hai bài toán: từ biến (chất tải không đổi theo thời gian), chiều dài đoạn dầm uốn 140mm để xác định các tham số từ biến của mẫu đá bằng thí nghiệm uốn mẫu dạng dầm (Hình 10), kết quả thí nghiệm từ biến mẫu đá thể hiện trong Hình 11.



Hình 10. Gia công mẫu và đặt tải, đồng hồ đo chuyển vị tại giữa dầm



Hình 11. Kết quả thí nghiệm từ biến mẫu đá dạng dầm

Biến dạng theo thời gian được viết dưới dạng phương trình [9]:

$$\varepsilon_1(t) = \frac{1}{E} \left[\alpha \sigma_1 - (\alpha \sigma_1 - \sigma_1) e^{\frac{-t}{t_p}} \right] = \frac{\sigma_1}{E} \left[\alpha - (\alpha - 1) e^{\frac{-t}{t_p}} \right] = \varepsilon_0 \left[\alpha - (\alpha - 1) e^{\frac{-t}{t_p}} \right] \quad (10)$$

Trong đó:

E - mô đun đàn hồi của mẫu đá;

σ_1 - tải trọng nén;

α - hệ số thực nghiệm;

t_p - hệ số thực nghiệm khi $t = t_p$

Từ đồ thị hình 11 xác định được $\alpha = 1,16$ và $t_p = 1,3$ ngày, theo phương pháp bình phương cực tiểu trên phần mềm Excel. Độ bền nén theo thời gian được xác định theo công thức [3]:

$$\sigma_n(t) = \frac{\sigma_{n0}}{1 + (1 - e^{-\lambda t})} \quad (11)$$

Trong đó:

σ_{n0} - độ bền nén tức thời;

$t_p = \alpha \times t_0$ nên $t_0 = 1,12$ ngày.

Độ bền nén tức thời của mẫu đá $\sigma_{n0} = 30$ MPa. Căn cứ vào mô tả nứt nẻ hiện trường [1, 9], độ bền nén của khối đá trong trường hợp nứt nẻ, phân lớp theo mô tả hiện trường $\sigma_{khối} = 0,6 \times \sigma_{n0} = 18$ MPa. Độ bền nén lâu dài khối đá lấy bằng $\sigma_{khối\infty} = 0,5 \sigma_{khối}$. Độ bền nén lâu dài của khối đá: $\sigma_{khối\infty} = 0,5 \times 18 = 9$ MPa.

Để xác định hệ số λ cần tiến hành chất tải thêm thí nghiệm từ biến dầm đá đến giai đoạn phá hoại, thông thường có thể coi điểm phá hoại là điểm cuối đoạn từ biến ổn định tương ứng với điểm C trên hình 1. Để thí nghiệm chính xác cần làm nhiều thí nghiệm, chi phí tương đối lớn và thời gian kéo dài. Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả đã tiến hành chất tải thêm (ứng suất cao), từ kết quả thí nghiệm, xử lý theo phương trình (11) xác định hệ số thực nghiệm $\lambda = 0,03$.

Trong phương trình (10), đặt:

$$E(t) = \frac{E}{\left[\alpha - (\alpha - 1)e^{\frac{-t}{t_p}} \right]} \quad (12)$$

Như vậy, với quan hệ $\varepsilon = \sigma/E$, ta có mô đun biến dạng tức thời của mẫu đá là E và mô đun biến dạng theo thời gian của mẫu đá là $E(t)$ tính theo các giá trị α , t_p xử lý theo thí nghiệm từ biến dầm đá.

Mô đun biến dạng của khối đá tức thời E_{rm} là một tham số đầu vào cần thiết cho nhiều phân tích ứng xử của khối đá [14]. Nó có thể được ước tính trực tiếp thông qua các thử nghiệm thực địa hoặc gián tiếp bằng cách sử dụng mối quan hệ thực nghiệm dựa trên phân loại chất lượng khối đá như: RQD (Deere et al., 1967), RMR (Bieniawski, 1973, 1989), Q - System (Barton et al., 1974). Để tiến hành thực nghiệm sẽ tốn rất nhiều thời gian, tốn kém và thường khó tiến hành như báo cáo của Zhang (2016), phương pháp thứ hai thường được cộng đồng cơ học đá sử dụng để ước tính mô đun biến dạng của khối đá [5, 14]. Trong nghiên cứu của [14] đã lựa chọn các phương pháp thực nghiệm phù hợp để ước tính mô đun biến dạng của khối đá dựa trên các giá trị chỉ số định tính của chúng bắt nguồn từ phân loại của Deere (1967), Bieniawski (1973, 1989), Barton (1974, 2002), và Hoek (1994).

Do việc phân loại khối đá đòi hỏi phân tích và khảo sát rất phức tạp và tốn nhiều thời gian, Hoek và Brown (1997) đã đề xuất một chỉ số thực tế hơn, được gọi là GSI được sử dụng làm tham số đầu vào theo tiêu chí kinh nghiệm của họ. Trên thực tế, hệ thống duy nhất có liên quan đến các tham số kỹ thuật như tham số độ bền Mohr - Coulomb, Hoek - Brown hoặc mô đun khối đá là GSI [14].

Với các hằng số thực nghiệm của Hoek-Brown với các tham số kỹ thuật khác nhau như tiêu chuẩn Mohr-Coulomb tức là cường độ và góc ma sát trong, một số phương pháp thực nghiệm để ước tính độ biến dạng của khối đá bằng cách sử dụng GSI đã được đề xuất. Trong Bảng 4 trình bày một số kết quả nghiên cứu dựa trên tham số GSI [15, 16].

Bảng 4. Các phương pháp dựa trên GSI

Các tác giả	Phương pháp thực nghiệm	Biểu thức
Hoek et al. (2002)a	$E_{rm[GPa]} = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} 10^{\frac{GSI-10}{40}}$	(13)

Hoek et al. (2002)b	$E_{rm[GPa]} = \left(1 - \frac{D}{2}\right) 10^{\frac{GSI-10}{40}}$	(14)
Gokceoglu et al. (2003)	$E_{rm[GPa]} = 0.1451e^{(0.0654GSI)}$	(15)
Hoek and Diederichs (2006)	$E_{rm[GPa]} = 100 \left(\frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\frac{(75+25D-GSI)}{11}}} \right)$	(16)
Hoek and Diederichs (2006)	$E_{rm[GPa]} = E \left(0.02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\frac{(65+15D-GSI)}{11}}} \right)$	(17)

Trên cơ sở thống kê các phương pháp nghiên cứu ở Bảng 3 nhóm tác giả lựa chọn biểu thức (17) phù hợp để tính mô đun biến dạng của khối đá, theo Hoek và Diederichs (2006) [14]. Kết hợp công thức (17) và (12), công thức chuyển đổi mô đun biến dạng theo thời gian của khối đá:

$$E_{rm[t]} = E(t) \left[0.02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\frac{(60+15D-GSI)}{11}}} \right] = \left[\frac{E}{\alpha - (\alpha - 1)e^{\frac{-t}{t_p}}} \right] \times \left[0.02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\frac{(60+15D-GSI)}{11}}} \right] \quad (18)$$

Với tham số đầu vào α , t_p , $D = 0,5$ và thêm giá trị GSI mô tả hiện trường sẽ có đầy đủ bộ số liệu về tham số lưu biến của khối đá xác định từ ba thí nghiệm: nén đơn trục, nén tách mẫu đá và thí nghiệm từ biến đối với dầm đá. Các tài liệu chỉ dẫn xác định tham số từ biến của mẫu đá hiện nay chưa được phổ biến tại Việt Nam. Với công thức (18) của nhóm tác giả đã đưa ra việc quy đổi tham số từ biến của mẫu đá sang khối đá. Các tham số biến dạng, khả năng chịu lực (độ bền nén đơn trục) của mẫu đá, khối đá thay đổi theo thời gian đều tác động đến tải trọng xung quanh công trình ngầm và khả năng mang tải của khối đá.

Dựa trên các tham số từ biến, lưu biến của mẫu đá công tác tính toán ổn định công trình ngầm đưa vào các tài liệu của Liên Bang Nga [9-13]. Các tài liệu tính toán ổn định công trình ngầm có kể đến từ biến, lưu biến cũng được nhiều tác giả trên thế giới đưa vào tính toán trong quá trình thi công và ổn định lâu dài công trình ngầm. Tiêu chuẩn thiết kế đường hầm của Hàn Quốc [17] áp dụng tại dự án hầm Khe Nét của Việt Nam cũng chỉ ra việc sử dụng phương pháp số và tính toán từ biến trong trường hợp hầm nằm sâu và đo đạc được ứng suất nguyên sinh.

4. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG ĐƯỜNG LÒ CÓ CHÚ Ý ĐẾN YẾU TỐ TỨC THỜI VÀ THỜI GIAN BẰNG PHƯƠNG PHÁP SỐ

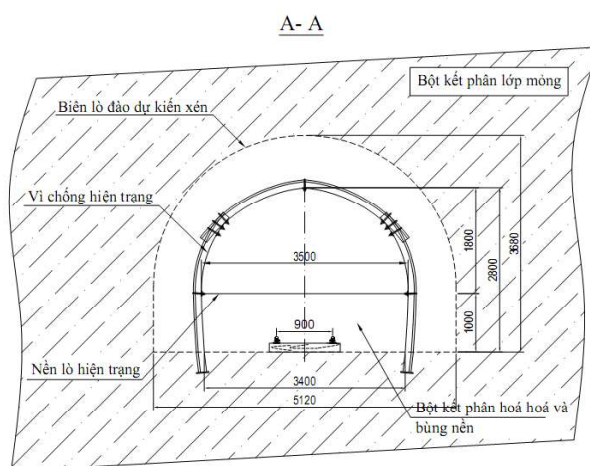
4.1. Phân tích, đánh giá hiện trạng

Đường lò xuyên vĩa vận tải LC4-5a-1 có chiều dài $L=780m$, diện tích tiết diện đào $S_d = 16,0m^2$, tiết diện sử dụng $S_{sd} = 12,5m^2$, chống bằng vì thép SVP-22, SVP-27 hình vòm, bước chống 0,5m/vì, phía nóc lò chèn kín tấm chèn bê tông cốt thép, phía hông lò chèn

so le bằng tấm chèn bê tông cốt thép. Hệ thống vận tải các đường đường lò này, chủ yếu bằng đường sắt cỡ đường 900mm kết hợp với goòng 3 tấn rồi vận chuyển qua lò dọc vỉa đá -35 cánh Tây, sau đó được vận chuyển bằng hệ thống tời trục lò giếng nghiêng phụ +41 rồi tập kết tại mặt bằng sân công nghiệp [6, 7, 8].

Qua kết quả khảo sát thực tế hiện trường, kiểm tra và đo đạc kết hợp với tài liệu địa chất kỹ thuật cho thấy đường lò xuyên vỉa vận tải LC4-5a-1 khu Lộ Trí đã đào xong và được đưa vào sử dụng, nhưng cho đến nay một số vị trí đoạn lò đã xảy ra hiện tượng mất ổn định nguyên nhân do: Đào qua lớp đất đá bột kết mềm yếu, phân lớp mỏng, vò nhàu, bở rời, nứt nẻ, một vài chỗ đào qua vỉa than, xen kẽ lớp cát kết nứt nẻ, ngậm nước, một số vị trí gặp pha phá, đứt gãy làm giảm độ bền khối đất đá, ảnh hưởng bởi khu vực khai thác lò chợ 4-4C-1, LCII-4C-2 lân cận, áp lực mỏ lớn, lò bị nén lún mạnh từ phía nóc vào phía bên trong lò, bùng nền khá mạnh, các vì chống thép bị xô lệch, biến dạng vì chống, tiết diện còn lại khoảng $6 \div 9\text{m}^2$, chiều rộng sử dụng $3,4\text{m}^2/5,12\text{m}^2$, chiều cao $2,8\text{m}^2/3,68\text{m}^2$, cột bị nún, cột bị xiêu vẹo theo phương thẳng đứng, xà nóc bị bóp méo, gông bị đứt, liên kết xà và cột bị bị xé cong vênh, đầu cột bị xé, xà vì chống bị vặn bẹp, khung chống biến dạng mạnh, tấm chèn bê tông cốt thép bị phá huỷ, gãy văng và thanh giằng bị xé và có hướng bị trượt gây mất an toàn lao động, ảnh hưởng đến công tác vận tải chính cho toàn khu vực mỏ, ách tắc sản xuất.

Hiện tượng mất ổn định và bùng nền là do quá trình phân bố lại ứng suất của khối đá bị nén ép xung quanh các đoạn đường lò. Do ứng suất trong vùng bị nén ép này là ứng suất thủy tĩnh nên khi phân bố lại ứng suất, khối đá gây ra lực tác dụng lên kết cấu chống giữ từ tất cả các hướng. Những vị trí kết cấu chống giữ không đủ khả năng chống lại lực tác dụng, sẽ có hiện tượng kết cấu chống bị nén ép, biến dạng. Những vị trí không có kết cấu chống giữ, đất đá bị đẩy trôi vào bên trong công trình.



Hình 12. Hiện trạng đoạn lò XVT LC4-5a-1 mất ổn định

4.2. Phân tích, đánh giá hiện trạng bằng phần mềm RS2

Từ các thông số đầu vào của lò xuyên vỉa vận tải LC4-5a-1 có chiều rộng 5,12m, chiều cao 3,68m, diện tích tiết diện đào $S_d = 16,0\text{ m}^2$, tiết diện sử dụng $S_{sd} = 12,5\text{ m}^2$, chống bằng vì thép SVP-22, SVP-27 hình vòm, bước chống 0,5m/vỉ, phía nóc lò chèn kín tấm chèn bê tông cốt thép, phía hông lò chèn so le bằng tấm chèn bê tông cốt thép và khả năng mang

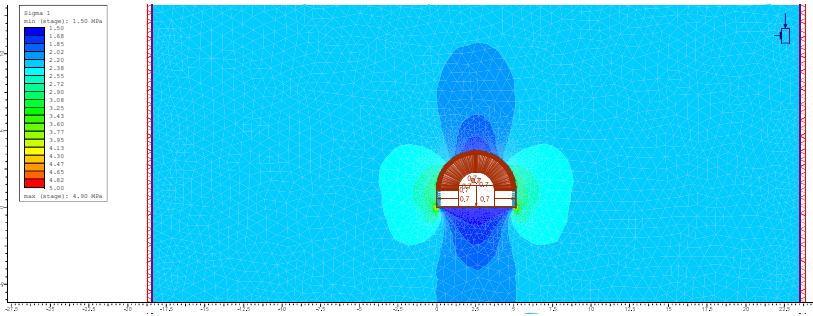
tải vì chống bảng 5. Sử dụng phần mềm số RS2 mô phỏng quá trình biến đổi trạng thái ứng suất, biến dạng của đường lò, phá huỷ kết cấu chống khi vượt quá khả năng mang tải. Kết quả mô phỏng số được thể hiện trong hình 13, 14, 15.

Bảng 5. Khả năng mang tải các loại kết cấu chống

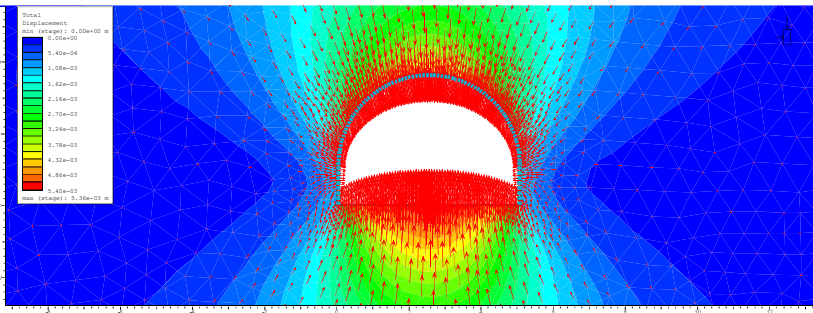
Loại kết cấu chống	Khả năng mang tải (tấn)	
	Mềm	Cứng
SVP- 17	14 - 15	26
SVP- 19	15 - 16	27
SVP- 22	18 - 19	30
SVP- 27	20 - 22	31-35

- Quá trình xử lý số liệu trên phần mềm RS2 được mô phỏng theo các bước sau:
- Bước 1: Quy đổi tham số mẫu đá từ mô hình Mohr- Coulomb sang Hoek- Brown, có xét đến nứt nẻ.
 - Bước 2: Quy đổi các tham số của mô hình Hoek- Brown có xét tới lưu biến bằng cách giảm độ bền nén đơn trục.
 - Bước 3: Mô phỏng kết cấu chống thép theo thời gian.
 - Bước 4: Xuất kết quả và đánh giá mô hình.

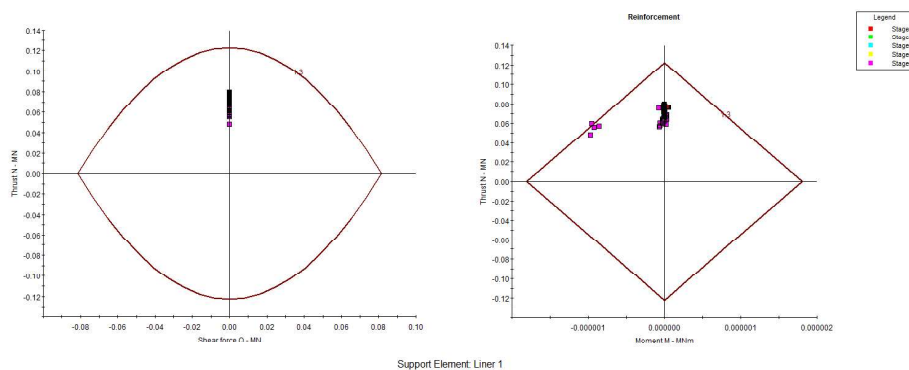
Với mô tả hiện trường GSI = 50 và các số liệu thí nghiệm nén đơn trục, ép chẻ mẫu và thí nghiệm từ biến đầm đá, quy đổi tham số từ mẫu sang khối đã trình bày ở mục 2 và mục 3. Tiến hành mô phỏng số trên phần mềm RS2 thu được kết quả như trong các hình 13 đến 15.



Hình 13. Ứng suất chính sau khi đào vì chống đầu tiên, hệ số giải phóng ứng suất 30%



Hình 14. Biến dạng xung quanh hầm



Hình 15. Biểu đồ M - N; N - Q kết cấu chống thép

Kết quả trên hình 14 và 15 cho thấy quá trình phân bố lại ứng suất của khối đá bị nén ép và đẩy vào phía bên trong đường lò. Hình 15 biểu hiện kết cấu chống hiện tại không đảm bảo độ bền, bị hư hỏng do nội lực vượt quá khả năng mang tải. Các điểm trên biểu đồ M-N xuất hiện bên ngoài biểu đồ bao, thể hiện sự mất ổn định của kết cấu chống sau 90 ngày, có kể đến yếu tố giảm bền của khối đá. Trong tính toán bằng phương pháp số, có kể đến hệ số giải phóng ứng suất liên quan đến bước đào ngăn trong địa chất mất ổn định. Tuy nhiên, theo thời gian độ bền của khối đá giảm, làm tăng tải trọng lên kết cấu vì thép dẫn đến hư hỏng mỗi nối và mất ổn định phía nền trên hình 15. Các kết quả này phù hợp với mô tả ngoài hiện trường.

5. NGHIÊN CỨU ĐO ỨNG SUẤT NGUYÊN SINH CỦA KHỐI ĐÁ CÓ CHÚ Ý ĐẾN YẾU TỐ TỪ BIẾN

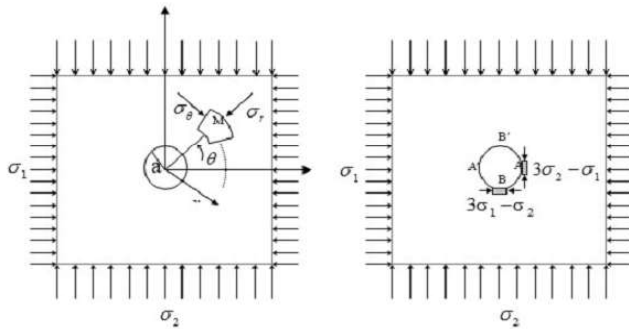
Để thiết kế công trình ngầm cần có hai yếu tố xác định thí nghiệm:

- Xác định tải trọng tác dụng lên kết cấu chống.
- Xác định tham số tức thời, tham số theo thời gian của mẫu đá và khối đá.

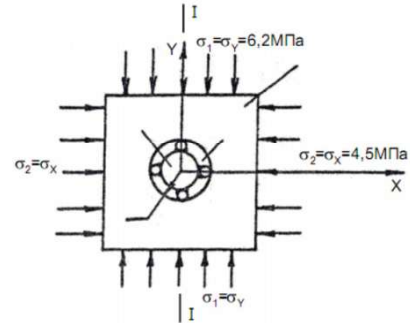
Từ hai giá trị trên mới đủ tham số đầu vào để xây dựng, thiết lập các bài toán địa cơ học. Trong các phần trước, đã trình bày cách xác định tham số tức thời, tham số theo thời gian của mẫu đá và thiết lập bài toán với giả thiết ứng suất nguyên sinh của khối đá là áp lực trọng trường. Qua nghiên cứu, các nhà địa cơ học nhận thấy rằng trường ứng suất nguyên sinh của khối đá nằm sâu trên 100m có giá trị khác so với trường hợp ứng suất trọng trường. Để xác định ứng suất nguyên sinh cần tiến hành đo đạc và làm thí nghiệm ngoài thực địa. Có rất nhiều phương pháp đo đạc ứng suất nguyên sinh nhưng hiện nay các phương pháp này chưa được tập đoàn than khoáng sản làm chủ và áp dụng. Giá thành các phương pháp đo cũng khá đắt gần 4 tỷ đồng /lần đo. Trên thế giới, tùy theo mỗi nước đều có hệ thống thiết bị, phương pháp xử lý số liệu để đo giá trị ứng suất nguyên sinh. Nhưng chia làm hai hướng chủ yếu: theo hệ thống các nước tư bản thì không có phương pháp sử dụng tham số từ biến để xử lý số liệu và theo hệ thống Nga có ứng dụng số liệu từ biến xử lý số liệu với phương pháp đo ứng suất nguyên sinh sau: phương pháp nứt gãy thủy lực; phương pháp khoan bao lõi và một số phương pháp đo bề mặt.

Thí nghiệm nứt gãy thủy lực lần đầu tiên được Clark (1949) giới thiệu như là một dạng kỹ thuật kích giếng dầu. Lý thuyết về nứt gãy thủy lực cổ điển cần có đá đẳng hướng, đàn hồi, đồng chất và không thấp theo như Hubbert và Willis (1957), trong đó đá phải phụ thuộc vào ba ứng suất chính, một ứng suất trong ba ứng suất đó phải nằm song song với

trục của hố khoan đúng và tương đương với trọng lượng của tầng phủ (σ_v). Nó cũng đưa ra kiến nghị là ứng suất nằm ngang tối thiểu (σ_h) bằng áp lực của giếng cần để mở rộng nứt gãy thủy lực trong khi giữ cho nó mở ra. Sau đó kiến nghị nó như là áp lực khép khe của Kehle (1964). Dựa vào đá không thấm và đàn hồi, tiêu chí đàn hồi nứt thủy lực Hubbert-Wills, Scheidegger (1962) lần đầu tiên giới thiệu cường độ kéo của đá (T_o) để xác định ba ứng suất chính từ dữ liệu nứt gãy thủy lực trong các hố khoan.



Hình 16. Đo ứng suất nứt gãy thủy lực



Hình 17. Đo ứng suất có xét đến từ biến

Với phương pháp khoan bao lõi chia làm hai dạng cơ bản: 2D và 3D. Trong hai mô hình 2D, 3D lại chia ra hai phương pháp: không xét đến từ biến mẫu đá và xét đến từ biến mẫu đá. Trong các kết quả đo đặc thấy rằng bỏ qua từ biến thường cho giá trị sai khác với thực tế và có thể xảy ra sự cố. Với phương pháp ứng dụng kết quả từ biến cho giá trị sát với thực tế nhưng đòi hỏi quy trình xử lý phức tạp. Với khả năng làm chủ thí nghiệm từ biến mẫu đá có thể hoàn thiện phương pháp đo ứng suất nguyên sinh của khối đá có xét đến từ biến.

6. KẾT LUẬN

Trong nội dung bài báo đã tổng quan các phương pháp xác định góc ma sát trong và công tác thí nghiệm mẫu đất/đá. Phân tích lý thuyết xác định các tham số cơ học của mẫu đá tức thời và lưu biến từ các thí nghiệm: nén đơn trục, ép chẻ Brazil, uốn dầm mẫu đá. Có thể làm nén uốn dầm với các dạng: vuông, chữ nhật nhằm cơ động trong công tác chế bị mẫu. Từ số liệu thí nghiệm có thể chuyển sang độ bền lâu dài theo sự cố ngoài hiện trường. Các kết quả này là nghiên cứu mới ở Việt Nam: mô hình tính toán có thể chuyển đổi từ Mohr - Coulomb sang mô hình Hoek- Brown có kể đến các tham số nứt nẻ, dễ dàng mô phỏng, kiểm soát số liệu. Nhóm tác giả đã phát triển các công thức tính toán mô đun biến dạng cho mẫu đá và khối đá theo thời gian theo công thức (12), (18).

Tính toán thiết kế công trình ngầm trong mỏ có xét đến yếu tố tức thời, theo thời gian là quan trọng nhưng hiện nay ở Việt Nam chưa có kỹ thuật và công nghệ chiết tách số liệu riêng biệt. Trong nội dung bài báo, đã trình bày phương pháp thí nghiệm sử dụng các thiết bị tự chế tại phòng thí nghiệm riêng của tác giả Nguyễn Huy Hiệp. Số liệu áp dụng tại công trình thực tế cho thấy khi tính toán vì chống thép áp dụng mô hình lưu biến cho khối đá đã dự báo được hiện tượng sập đổ vì chống sau 90 ngày khá trùng khớp với mô tả hiện trường. Để chứng minh mô hình tính toán cần tiến hành quan trắc, đo đạc tại các thời điểm trung gian ở các nghiên cứu tiếp theo.

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã sử dụng tài liệu ngành Mỏ của Liên Bang Nga theo hai trường phái: mỏ Matxcova và mỏ Saint Petersburg kết hợp sử dụng phần mềm

hiện đại của Canada Rocscience. Kết quả cho thấy: sự kết hợp giữa nghiên cứu khoa học cơ bản và phần mềm ứng dụng mang lại hiệu quả khi tính toán, giải thích các hiện tượng hư hỏng- bẹp lò do lưu biến. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này mới giả thiết trường ứng suất do trọng lượng bản thân khối đất/đá gây ra theo chiều sâu, cần phát triển các hệ thống đo đặc ứng suất nguyên sinh để xác định tải trọng tác dụng lên kết cấu chống đỡ chính xác. Thực tiễn cho thấy các công nghệ dùng cho hầm mỏ có thể dùng cho hầm giao thông, hầm thủy điện, hầm đường sắt tốc độ cao. Thường những nước có công nghệ mỏ hầm lò phát triển cũng là nước có công nghệ xây dựng metro, hầm đường sắt, hầm đường sắt tốc độ cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc (2008), *Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Quang Phích (2007), *Cơ học đá*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [3] Nghiêm Hữu Hạnh (2005), *Cơ học đá*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [4]. Trần Tuấn Minh (2004), *Cơ học và tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm, tập 2*, NXB Xây dựng.
- [5]. Trần Tuấn Minh (chủ biên), Đỗ Quang Tuấn, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Việt Định, Phạm Quang Nam (2018), *Phương pháp tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm*, NXB Đại học Bách Khoa.
- [6]. Than - Khoáng sản Việt Nam ban hành kèm theo Quyết định số 1950/QĐ-VINACOMIN ngày 11/9/2012 và Quyết định số 650/QĐ-TKV ngày 17/5/2021.
- [7]. Hiện trạng công tác đào chống lò tại mỏ Lộ Trí - Công ty Than Thống Nhất - TKV.
- [8]. Bộ Tiết diện mẫu các đường lò áp dụng trong Tổ hợp Công ty mẹ - Công ty con do Tập đoàn Công nghiệp.
- [9]. Баклашов И. В, Картозия Б. А (1984), *Механика подземных сооружений и конструкции крепей* - М.: Недра.
- [10]. Булычев Н. С, Амусин Б. З, Оловянный А. Г (1974), *Расчет крепи капитальных горных выработок* - М.: Недра.
- [11]. Н.С. Булычев (1989), *Механика подземных сооружений*, Недр Москва.
- [12]. Борисов А. А (1980), *Механика горных пород и массивов*-М.: Недра.
- [13]. Гелескул М. Н., Каретников В. Н (1982), *Справочник по креплению капитальных и подготовительных горных выработок* - М.: Недра.
- [14]. B.H.G. Bray, E.T. Brown (2005), *rock mechanics for underground mining, third edition*, America 645p.
- [15] Bieniawski, Z. T. (1989), *Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering*, Wiley-Interscience. pp. 40-47.
- [16]. Hoek, E. (1994) "Strengths of rock and rock masses" ISRM News Journal, 2(2): 4-16.
- [17]. KR Code (Korean). Design Tunnel (2012).

Người phản biện:

ThS. Nguyễn Thái Khanh

ThS. Huỳnh Đăng Vinh

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG KẾT QUẢ ĐO DAO ĐỘNG ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU LỰC VÀ TÌNH TRẠNG CỦA KẾT CẤU TRỤ CẦU BỊ XÓI LỖ

Rapid structural condition assessment of the scoured bridge pier from the vibration measurement result

LÊ HOÀNG ANH¹, KIỀU NHƯ CƯỜNG¹, LƯU QUỐC VƯỢNG¹,
NGUYỄN THỊ THANH HÀ¹, NGUYỄN HỮU HƯNG², TRẦN MINH LONG²

¹ Viện Khoa học và Công nghệ giao thông vận tải

² Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Công trình cầu chịu tác dụng của nhiều tải trọng và tác động như: trọng lượng bản thân, hoạt tải do phương tiện trên cầu, tác động do động đất, môi trường, do va xô của tàu bè, cây trôi, mưa lũ... Trong quá trình quản lý khai thác công trình cầu, sau mỗi mùa mưa lũ đánh giá nhanh tình trạng kết cấu trụ cầu sau xói lở là việc quan trọng giúp xác định khả năng chịu lực và tình trạng của kết cấu trụ cầu, giúp người quản lý công trình có thể đưa ra các quyết định kịp thời, chính xác để bảo vệ công trình và khai thác an toàn. Trong các phương pháp đánh giá nhanh thì phương pháp áp dụng kết quả đo dao động là sự lựa chọn phù hợp. Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng kết quả đo dao động từ thí nghiệm kích thích động của kết cấu để đánh giá nhanh khả năng chịu lực và tình trạng của trụ cầu thông qua việc so sánh tần số dao động đo được từ thực tế với tần số chuẩn của kết cấu.

TỪ KHÓA: Tần số dao động riêng, IVTM, phổ biên độ, phổ pha

ABSTRACT: Bridge structures are subjected to various loads and impacts, such as their own self-weight, live loads from vehicles, and effects from earthquakes, the environment, vessel collisions, drifting debris, and rain and floods. During the operational management of a bridge, a rapid assessment of the condition of the bridge piers after scouring is crucial following each flood season. This evaluation helps determine the load-bearing capacity and status of the pier structure, enabling facility managers to make timely and accurate decisions to protect the structure and ensure safe operation. Among the available rapid assessment methods, the one utilizing vibration measurement results is a suitable choice. In this paper, the authors use vibration data from dynamic excitation tests of the structure to quickly evaluate the load-bearing capacity and condition of the bridge piers. This is achieved by comparing the vibration frequencies measured in the field with the structure's natural frequencies.

1. GIỚI THIỆU

Xói lở là sự bào mòn đất xung quanh các trụ cầu và các công trình thủy công khác. Hiện tượng này phát sinh đặc biệt trong các trận lũ, khi dòng nước mạnh, bị thay đổi bởi sự hiện diện của công trình, cuốn trôi các trầm tích đi. Do xói lở, sức kháng ngang của kết cấu và lực cắt trong các cột bị giảm. Xói lở cũng có thể làm tăng giá trị lực cắt và mô men uốn trong cọc, điều này có thể làm tăng khả năng cọc bị phá hoại. Thật vậy,

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI
Số 8 phố Tăng Bạt Hổ, phường Cửa Nam, thành phố Hà Nội
ĐT: 024.39424620 - 39423346 * Fax: 024.38224784
Website: www.nxbgtvt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG
Giám đốc, Tổng Biên tập: Nguyễn Minh Nhật

BIÊN TẬP: Vũ Văn Bái
THIẾT KẾ, TRÌNH BÀY: Ngô Nhị Lương

In 150 cuốn khổ 21 x 29,7 cm, tại Công ty In Giao thông
Địa chỉ: Số 8 phố Tăng Bạt Hổ, phường Cửa Nam, thành phố Hà Nội
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3516-2025/CXBIPH/1-68/GTVT
Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-3219-0
Quyết định xuất bản số: 43 NB/QĐ-XBGT ngày 24/9/2025
In xong và nộp lưu chiểu năm 2025