



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

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

**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 giường 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 vữa 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

Cải tạo và khôi phục các công trình ngầm để phát triển bền vững

Trần Tuấn Minh^{1,*}, Nguyễn Duyên Phong¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Nhóm nghiên cứu GCMS

TÓM TẮT

Các đường hầm nói riêng và các công trình ngầm nói chung sau thời gian dài vận hành, sử dụng dưới các tác động theo thời gian, điều kiện địa chất, các điều kiện vi khí hậu, nước ngầm và một số tác nhân khác như động đất, cháy nổ có thể làm hư hỏng vỏ chống trong các đường hầm. Hư hỏng nhẹ gây bong tróc, mất thẩm mỹ, hư hỏng nặng có thể gây sập đổ cục bộ hoặc trên một đoạn tuyến công trình ngầm. Điều này, đòi hỏi phải có các công tác duy tu, bảo dưỡng, đánh giá độ ổn định của vỏ hầm cũng như mức độ an toàn của đường hầm đảm bảo vận hành an toàn đường hầm. Tuy nhiên, hiện nay tại Việt Nam vấn đề duy tu, bảo dưỡng và bảo quản các công trình ngầm còn ít được quan tâm, và trên thực tế đã có những tai nạn đã xảy ra do chưa có những quy trình quan trắc, đánh giá và ổn định vỏ hầm cũng như chưa có những quy trình cho việc sửa chữa, cải tạo khôi phục các công trình ngầm. Bài báo giới thiệu một số nguyên nhân gây hư hỏng đường hầm và một số giải pháp định hướng trong công tác sửa chữa các đường hầm trong thời gian vận hành.

Từ khóa: duy tu; bảo dưỡng; cải tạo; khôi phục; công trình ngầm

1. Đặt vấn đề

Ngày nay một số đường hầm đang trong thời gian vận hành và sử dụng nhưng do yếu tố thời gian và các yếu tố môi trường xâm thực, yếu tố ăn mòn, yếu tố chịu lực và một số yếu tố khác đã bị hỏng hóc gây ảnh hưởng đến việc vận hành và sử dụng đường hầm một cách bình thường. Các đường hầm bị hư hỏng có thể từ hư hỏng nhẹ như trong bốc, mất thẩm mỹ đến hư hỏng nặng như đường hầm bị bóp bẹp, sập đổ vỏ chống, kết cấu chống cục bộ, trên một đoạn hầm nào đó dẫn đến buộc phải dừng việc sử dụng đường hầm. Các nguyên nhân gây ra hư hỏng đường hầm có nhiều dạng khác nhau từ chủ quan đến khách quan, khách quan từ các yếu tố như đất đá, điều kiện địa chất biến đổi, đất đá bị phong hóa, ngầm nước làm cho đường hầm bị tăng áp lực, vỏ hầm bị nén bẹp, bị nước ngầm xâm nhập, bị sập đổ hoặc cần thiết phải mở rộng để đảm bảo lưu lượng lưu thông cho đường hầm, hoặc cũng có thể do các yếu tố chủ quan do con người và các tác động kỹ thuật trong quá trình vận hành và sử dụng các đường hầm như các hiện tượng cháy, nổ... làm buộc phải dừng vận hành đường hầm để sửa chữa, khắc phục.

Trên thế giới vấn đề duy tu, sửa chữa bảo dưỡng đường hầm đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. (Michael Sprinkel, P.E, 2014) đã đưa ra những quan điểm về sửa chữa cải tạo các đường hầm ở Virginia Mỹ, trước đó (Toshihiro Asakura và Yoshiyuki Kojima, 2003) đã công bố bài báo về công tác duy tu sửa chữa đường hầm ở Nhật Bản ở tạp chí TUST giới thiệu khái quát về công tác duy tu sửa chữa đường hầm. (Năm 2003 Timo SeidenfuB) người Đức đã giới thiệu các dạng sập đổ đường hầm trong luận văn thạc sĩ, đã đánh giá tổng quát các dạng mất ổn định sập đổ đường hầm trong đó có công tác duy tu bảo dưỡng đường hầm ở Đức. (Năm 2001 A.Bothma đã giới thiệu việc sửa chữa khôi phục giếng đứng ở trong tạp chí của Nam Phi có giới thiệu công tác duy tu sửa chữa giếng đứng do bị thấm xung quanh thành giếng.

Một số tác giả Liên Bang Nga cũng đã quan tâm nhiều đến vấn đề sửa chữa, cải tạo và khôi phục các công trình ngầm, có thể kể đến (Коробова О.А., 2008) đã xuất bản tài liệu về gia cường các móng nhà và sửa chữa kết cấu các móng nhà. (Пономарев, А.Б., 2014) xây dựng công trình ngầm, cuốn sách giới thiệu cho người đọc và sinh viên về việc xây dựng và sửa chữa các công trình ngầm. (Шихов, А.Н., 2015) đã xuất bản sửa chữa các tòa nhà dân dụng và công nghiệp, (Шилин А.А., 2009) đã xuất bản bài báo về sửa chữa kết cấu chống giữ công trình ngầm với sự trợ giúp của công tác bơm ép ở nhà xuất bản «Gornaya knig» và sửa chữa các kết cấu các công trình ngầm dưới sâu, đăng ở hội nghị Tuần lễ mỏ, Matxcova. (А.Ф. Борзы., 2004) đã xuất bản bài giảng về sửa chữa các đường lò trong mỏ dày 242 trang.

Tại Việt Nam, việc nghiên cứu vấn đề cải tạo, sửa chữa và khôi phục các công trình ngầm cũng đã được đề cập đến trong một số bài giảng, giáo trình và một số đề tài nghiên cứu cơ sở. Tại trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội, môn học Sửa chữa, cải tạo khôi phục công trình ngầm đã được bổ sung và đưa vào trong

* Tác giả liên hệ

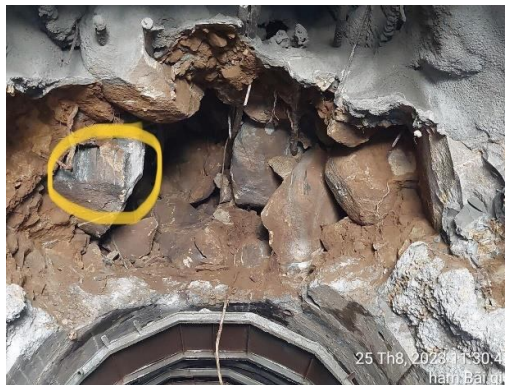
Email: trantuanminh@humg.edu.vn; tuanminhhung@yahoo.com

giảng dạy từ năm 2010. Tuy nhiên, đa phần vẫn sử dụng bài giảng viết tay làm cho môn học chưa được xứng tầm với kiến thức và chuyên môn. Trần Tuấn Minh và nnk, 2019 đã xuất bản cuốn giáo trình Sửa chữa, cải tạo khôi phục công trình ngầm mang tính chất quy mô hơn và đã phân nào tiếp cận, dự báo cũng như đưa ra được những kiến thức tổng quan về công tác sửa chữa, cải tạo khôi phục công trình ngầm. Tuy nhiên, nó vẫn chỉ mang tính học thuật nhiều hơn là tính ứng dụng, kinh nghiệm sửa chữa, cải tạo các đường hầm trong thực tế do hạn chế các dự án ở Việt Nam cũng như ít có một số đường hầm, công trình ngầm bị hư hỏng trong thời gian sử dụng, đa phần chúng vẫn được quan tâm ở dạng rủi ro trong thi công các công trình ngầm.

Thời gian gần đây, một số đường hầm đường sắt sử dụng lâu năm nên đã xuất hiện hư hỏng, cụ thể: vụ sập đường hầm đường sắt Chí Thanh (Hình 1) khoảng 10h30 sáng ngày 26/5/2024 trong lúc công nhân đang hót dọn lượng đất, đá sạt lở còn lại tại đường hầm thì bất ngờ một lượng lớn đất, đá tiếp tục sạt xuống bịt kín đường hầm. Với hầm Bãi Gió (Hình 2) trong 2 ngày 12 và 13/4/2024 đã xảy ra hiện tượng sạt lở với tổng khối lượng hơn 200m³ đất đá gây tê liệt đường sắt Bắc-Nam đoạn qua 2 tỉnh Phú Yên và Khánh Hòa. Sau 9 ngày nỗ lực, đến đêm 21/4 ngành đường sắt mới khắc phục xong được sự cố hầm Bãi Gió và tàu có thể di chuyển qua hầm này.



Hình 1. Sạt lở hầm Chí Thanh - Tuy An, Phú Yên



Hình 2. Sạt lở hầm Bãi Gió - Tuy An, Phú Yên

Nguyên nhân gây hư hỏng 2 đường hầm trên được xác định là trong quá trình sửa chữa, đục bỏ vỏ chống đường hầm đã gây tụt lở nóc các đường hầm kết hợp với điều kiện địa chất yếu, đất đá phong hóa trên nóc hầm gây tụt lở lũy tiến (tiên tục, ban đầu sạt lở nhỏ sau đó khối sạt mở rộng ra xa hơn nóc hầm về phía trên bề mặt đất). Quá trình khôi phục, duy tu các đường hầm thực tế là công việc khó khăn phức tạp vì khi đó phải dừng hoạt động đường hầm cục bộ trong một thời gian nào đó trong ngày, công tác khảo sát, đánh giá ổn định vỏ hầm cũng như điều kiện đất đá bên ngoài vỏ hầm cần phải có những quy trình đánh giá cụ thể, sự phức tạp, biến đổi của điều kiện địa chất cũng như tính chủ quan của con người làm tăng thêm tính khó dự đoán của quá trình sập đổ đường hầm. Điều này đòi hỏi cần phải có những nghiên cứu, đánh giá chi tiết và tỉ mỉ hơn về hiện trạng, mức độ ổn định và thời gian tồn tại lâu dài của vỏ chống các công trình ngầm trong tương lai là điều các nhà khoa học về lĩnh vực công trình ngầm ở Việt Nam cần quan tâm.

2. Các nguyên nhân gây hư hỏng công trình ngầm

2.1. Nguyên nhân chủ quan

Có nhiều nguyên nhân chủ quan khác nhau dẫn đến hư hỏng các công trình ngầm, có thể kể đến như:

- Do một số lỗi trong quá trình thiết kế vỏ chống đường hầm, tuổi thọ của vỏ hầm, không đạt được như mong đợi nên một số đường hầm vỏ hầm thường có tuổi thọ nhỏ hơn thiết kế, hoặc trong quá trình thiết kế việc dự đoán ổn định, biến dạng của đất đá bên hầm theo thời gian, tính toán có xem xét đến từ biến của đất đá còn ít được chú trọng;

- Do lỗi trong quá trình duy tu sửa chữa các đường hầm, sự bất cẩn của cán bộ, công nhân trong quá trình đục, phá vỏ hầm làm cho vỏ hầm bị sập đổ mà không có biện pháp giải pháp ổn định khối đá bên ngoài xung quanh (như một số giải pháp khoan phun ép vữa gia cường từ bên trong vỏ ra bên ngoài trước khi đục vỏ hầm,...);

- Do cháy nổ trong đường hầm từ hoạt động vận hành khai thác công trình ngầm, hiện tượng này có thể xảy ra khi do ý kiến chủ quan của con người cũng như phương tiện phát sinh tia lửa gây hỏa hoạn trong các đường hầm gây hư hỏng kết cấu vỏ hầm và cần phải sửa chữa, khắc phục.

2.2. Nguyên nhân khách quan

Nguyên nhân khách quan ở đây chủ yếu là những vấn đề không dự đoán trước được của các vấn đề địa kỹ thuật và các yếu tố khác, có thể kể đến như:

- Thẩm độ, rò rỉ nước qua các lớp cách nước và lớp vỏ hầm theo thời gian gây hư hỏng kết cấu vỏ hầm

cần phải xử lý và sửa chữa, duy tu đường hầm;

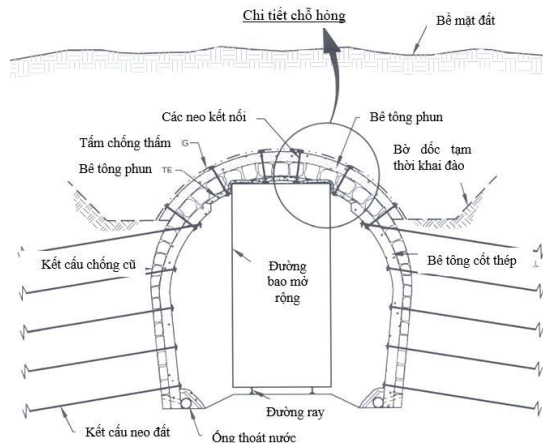
- Lũ lụt gây ngập lụt và làm hư hỏng kết cấu vỏ hầm cũng như đường hầm cần phải sửa chữa chúng;

- Động đất gây hư hỏng cục bộ hoặc hư hỏng nặng các đường hầm trong thời gian sử dụng;

- Sự biến đổi, phong hóa của đất đá gây tải trọng tăng theo thời gian trong một số trường hợp đất đá có tính trương nở, ngậm nước. Ngoài ra, còn có thể do các hoạt động kiến tạo hiện tại vẫn còn đang tiếp diễn là tác nhân gây hư hỏng đường hầm, và một số nguyên nhân khác.

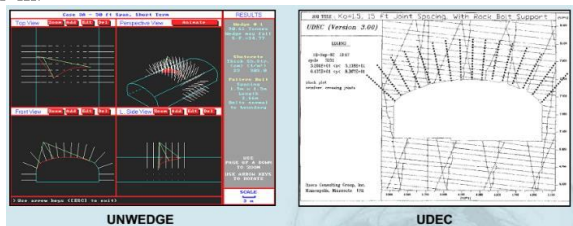
3. Lý luận về duy tu khôi phục công trình ngầm

Nhìn chung, quá trình duy tu, sửa chữa cũng như khôi phục các công trình ngầm cần phải được hiểu ở những lý luận về tư duy tương tự như việc bắt đầu quá trình đào một đường hầm mới (từ khảo sát, thiết kế kỹ thuật, thiết kế tổ chức thi công, hoàn công công trình ngầm). Khi xác định được vị trí đường hầm phải sửa chữa thì việc thiết kế dự báo trước khi sửa chữa công trình ngầm là vấn đề bắt buộc cần phải thực hiện. Để thực hiện được việc này thì rõ ràng bước tiếp theo đầu tiên là phải đánh giá được điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình khu vực đường hầm bị hư hỏng. Việc đánh giá điều kiện địa chất khu vực đường hầm bị hỏng là điều hết sức cần thiết trong quá trình thiết kế kỹ thuật, thi công và mở rộng các đường hầm trong thực tế khôi phục và cải tạo các đường hầm. Đánh giá địa chất để xem xét, tìm hiểu được nguyên nhân gây phá hủy kết cấu chống giữ đường hầm, hoặc nguyên nhân làm đường hầm mất ổn định không thể sử dụng được. Việc đánh giá địa chất ở đây có thể được thực hiện bằng cách vào khu vực hầm quan sát trực tiếp hoặc sử dụng các thiết bị khoan thăm dò từ phía bên trong đường hầm vào khối đá xung quanh để kiểm tra, khảo sát lại các đặc tính đất đá, điều kiện địa chất, địa chất thủy văn công trình khu vực đường hầm bị phá hủy.

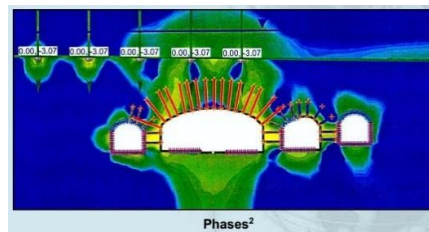


Hình 3. Ví dụ mặt cắt ngang đường hầm ở khu vực bị hỏng hóc sau khi khảo sát

Việc sử dụng các phân tích ổn định trước khi sửa chữa cải tạo với các công trình ngầm là cần thiết để dự đoán thêm vùng phá hủy và kiểm tra lại sự an toàn của kết cấu chống mới trong khi sửa chữa cải tạo. Với sự phát triển của khoa học và công nghệ máy tính ngày nay có rất nhiều các phần mềm chuyên dụng để dự báo ổn định. Các phần mềm số hiện nay thông thường được xây dựng trên một cơ sở nguồn nào đó như sự sụp đổ khối nêm, các phương pháp số hoặc phương pháp đường đặc tính khối đá. Tuy nhiên có thể nhận thấy rằng dù phương pháp nào đi nữa thì nó cũng thường được xây dựng trên cơ sở giả thiết là khối đá có tính nứt nẻ, phân cách không liên tục (các phương pháp sai phân hữu hạn, phương pháp rời rạc) hoặc trên cơ sở coi khối đá là môi trường liên tục (phần tử hữu hạn, phần tử biên). Trên hình 4 và 5 giới thiệu kết quả mô phỏng ổn định của đường hầm và hệ thống công trình ngầm cần sửa chữa để xác định các thông số kết cấu chống giữ cần thiết khi tính toán phân tích và lựa chọn kết cấu chống giữ để duy tu sửa chữa đường hầm.



Hình 4. Phân tích bằng phần mềm đối với những khu vực có nứt nẻ và hình thành các khối nêm sắp đổ bằng phần mềm Unwedge và UDEC



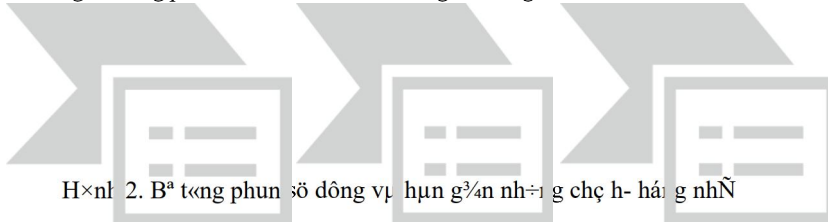
Hình 5. Phân ổn định cho các đường hầm cần sửa chữa cải tạo bằng phần mềm Phase 2

4. Một số giải pháp để khắc phục sự cố công trình ngầm trong thời gian vận hành

Việc khắc phục sự cố công trình ngầm trong quá trình sử dụng hay được sử dụng rộng rãi nhất sẽ tùy thuộc vào mức độ hư hại của công trình (nặng, nhẹ, cục bộ hay trên một phạm vi chu tuyến dài của đường hầm). Đối với việc sửa chữa nhỏ, bên trong đường hầm hiện nay hay sử dụng giải pháp bê tông phun. Đây được xem là giải pháp sửa chữa với các công trình ngầm đánh giá được vỏ hầm, kết cấu chống vỏ hầm vẫn đủ khả năng làm việc và mang tải. Bê tông phun chỉ mang tính trang trí và làm đẹp, công việc sửa chữa này không yêu cầu sự phức tạp của công nghệ, xong nó cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro gây tai nạn, sập đổ trong quá trình thực hiện duy tu, sửa chữa đường hầm. Hầm Brunel Thames tunnel London (Hình 6) được xây dựng từ những năm 1825 và phải phục hồi sửa chữa, sử dụng bê tông phun việc hoàn thành sửa chữa vào năm 1997, hầm Bergen Tunnel (Hình 7) Jersey City, New jersey Mỹ được xây dựng từ những năm 1870 và phải sửa chữa vào năm 2001, vận hành lại 2002, kinh phí sửa chữa là 65 triệu đô la, hầm Berry Street Tunnel (Hình 8) được xây dựng từ năm 1865 chiều rộng 4m và được mở rộng lên 8m vào năm 1873, đến năm 1996 phải sửa chữa và được đưa vào sử dụng lại vào năm 1997, kinh phí sửa chữa 18 triệu đô.



Hình 6. Sử dụng bê tông phun sửa chữa cải tạo công trình ngầm Brunel Thames tunnel London



Hình 7. Ví dụ sử dụng bê tông phun sửa chữa cải tạo đường hầm Bergen Tunnel

Trong trường hợp kết cấu chống đường hầm không còn đủ khả năng chịu lực, đường hầm phải thay đổi kết cấu chống giữ, cần thiết phải mở rộng đường hầm. Trường hợp sửa chữa lớn (Hình 8).



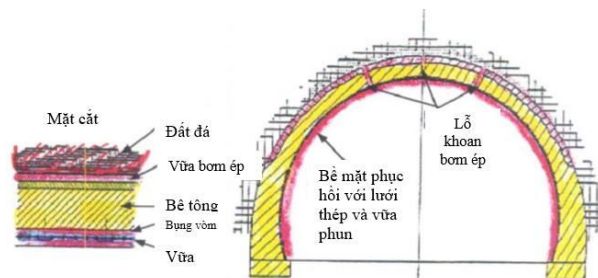
Hình 8. Đục bỏ vỏ hầm thay thế và mở rộng đường hầm khi sửa chữa cải tạo đường hầm Berry Street

Trong trường hợp xác định được vỏ hầm yếu, không đủ khả năng chịu lực khi sửa chữa và mở rộng đường hầm thì giải pháp gia cường vỏ chống và gia cường đất đá ở bên ngoài vỏ hầm để nâng cao khả năng chịu tải của vỏ hầm và độ ổn định của đất đá bên ngoài vỏ hầm tạo điều kiện để đục, phá vỡ vỏ hầm cũ thay thế vỏ hầm mới.

Giải pháp bơm ép gia cường hóa chất trực tiếp vào trong vỏ chống đường hầm, trường hợp này người ta sử dụng các lỗ khoan nông vào xung quanh khu vực vỏ hầm bị nứt, sau đó sử dụng bơm ép vữa với áp lực cao bơm ép vữa vào trong vỏ chống đường hầm. Vữa bơm ép có độ linh hoạt nhất định sẽ len lỏi, chui vào các khe nứt và chèn lấp kín các khe nứt, vữa cũng có tác dụng liên kết giữa vữa và lớp kết cấu chống cũ giữa hai bên thành khe nứt tạo cho vỏ chống có tính liên tục và tăng khả năng chịu lực, tăng khả năng bền và cũng làm giảm khả năng nước có thể xâm nhập được qua các khe nứt của vỏ chống.

Giải pháp bơm ép vữa ra bên ngoài vỏ chống tạo một lớp vỏ gia cường bảo vệ lớp vỏ chống cố định của đường hầm cũ. Giải pháp này sẽ phải sử dụng chèo khoan có chiều dài lớn hơn, việc khoan các lỗ khoan

cũng phức tạp và khó khăn hơn, số lượng lỗ khoan cũng lớn hơn so với việc khoan bơm ép vữa cục bộ ở những vị trí nứt của vỏ hầm cũ. Một vài hình ảnh về công tác bơm ép gia cường vỏ chống cũ của đường hầm được mô tả như trong hình 9, 10. Đây cũng là giải pháp hữu hiệu phụ trợ trong quá trình phá dỡ vỏ chống cũ của đường hầm để thay lớp vỏ hầm mới khi duy tu, sửa chữa các đường hầm.



Hình 9. Giải pháp bơm ép vữa gia cường vỏ hầm



<http://tunnelingonline.com/cement-grout-vs-chemical-grout-one-use-2/>



<https://www.theconstructionindex.co.uk/news/view/haymarket-tunnels-strengthening-paves-way-for-200m-development>

Hình 10. Giải pháp bơm ép vữa gia cố đất đá bên ngoài vỏ hầm

5. Kết luận

Việc sửa chữa, cải tạo khôi phục công trình ngầm là điều cần thiết đối với các đường hầm trong thời gian vận hành công trình. Khi xác định được nguyên nhân gây hư hỏng, cần thiết phải có các đánh giá tỉ mỉ trước khi đi xây dựng quy trình cải tạo sửa chữa các đường hầm. Trong quá trình sửa chữa, cần thiết phải có các đánh giá lại khả năng mang tải của kết cấu, đặc điểm cấu trúc, điều kiện địa chất thủy văn, địa kỹ thuật của đất đá khu vực bên ngoài vỏ hầm. Xây dựng được quy trình sửa chữa nhỏ, lớn tùy thuộc vào mức độ hư hại của vỏ hầm và đường hầm.

Phải khảo sát, quan trắc kỹ điều kiện đất đá xung quanh tránh rủi ro khi phá vỡ vỏ hầm làm tụt lở đất đá xung quanh vào bên trong đường hầm, đặc biệt trong khu vực đất đá phong hóa, bờ rời, quá trình sụp đổ lũy tiến. Sử dụng thêm một số giải pháp phụ trợ, gia cố đất đá và vỏ chống trước khi tháo dỡ vỏ hầm để đảm bảo an toàn trong quá trình duy tu, sửa chữa các đường hầm. Quá trình sửa chữa cần thiết phải có thiết kế lại hệ thống kết cấu chống đỡ đường hầm, việc tư duy lý luận thiết kế có thể sử dụng các lý thuyết đại số hoặc các phần mềm mô phỏng số để phân tích, dự báo các tình huống có thể xảy ra để đề xuất các giải pháp thích hợp. Các biện pháp gia cố tạm khi sửa chữa như bê tông phun kết hợp neo và lưới thép, gia cố bên ngoài vỏ hầm là các giải pháp cần được quan tâm sử dụng có hiệu quả trong khi thi công sửa chữa, khôi phục các công trình ngầm.

Để nắm vững và vận dụng tốt các giải pháp cải tạo, sửa chữa và khôi phục công trình ngầm đòi hỏi người kỹ sư phải được trang bị các kiến thức cơ bản như địa chất công trình, cơ học đất, cơ học đá, nền-móng, cơ học công trình ngầm, gia cố nền đất yếu, thi công hầm, phương pháp số trong địa kỹ thuật...

Tài liệu tham khảo

Trần Tuấn Minh, Nguyễn Huy Hiệp, 2019. *Giáo trình sửa chữa, cải tạo khôi phục công trình ngầm*, NXB Xây dựng.

Michael Sprinkel, PE. 2014. *Preservation, Repair and Rehabilitation of Concrete Bridges, Pavements and Tunnels in Virginia*. International Concrete Repair Institute Spring Convention Reno, Nevada March

20.

Toshihiro Asakura, Yoshiyuki Kojima, 2003. Tunnel maintenance in Japan. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 18: 161–169

Manfred N. Part and Sivutha, Hean, *Mastic asphalt and waterproofing components for bridge and tunnel construction*, Switzerland, 2003.

Timo SeidenfuB. *Collapses in tunneling*, master thesis, Laussane, Stuttgart, Germany - 2006, 194p.

Rich Humphries and Mark Sandfort Golder Associates, *Stabilization and upgrading old transportation tunnels*, 66p.

A. Bothma, 2001. The rehabilitation of Impala N^o.1A ventilation shaft, *The Journal of the south African institute of mining and metallurgy*, 177-182.

Коробова О.А. *Усиление оснований и реконструкция фундаментов*: учеб. пособие /О. А. Коробова ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2008. - 332 с.

Пономарев, А.Б. *Подземное строительство*: учеб. пособие/А.Б. Пономарев, Ю.Л. Винников. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014 - 262 с.

Шихов, А.Н. *Реконструкция гражданских и промышленных зданий*: моно-графия/А.Н. Шихов; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего проф. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». - Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. - 399 с.

Шилин А.А. *Ремонт строительных конструкций с помощью инъектирования*. - М: Издательство «Горная книга», 2009.-170с.

Шилин А.А. (МГГУ, ЗАО Триада-Холдинг). *Ремонт и реконструкция заглубленных и подземных сооружений*. Неделя Горняка. Москва - 2009.

А.Ф. Борзы. *Конспект лекций содержание и ремонт горных выработок*. министерство образования и науки украины донбасский горно-металлургический институт. Алчевск, 2004.-242с.

ABSTRACT

Underground construction renovation and rehabilitation for sustainable development

Tran Tuan Minh¹, Nguyen Duyen Phong¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

Tunnels and underground constructions in general in a long-term period of operation and use are often affected by time, geological conditions, microclimate conditions, groundwater and the other factors such as Earthquakes, fires and explosions can be damaged for support linings in tunnels. Slight damage causes expose the linings, changes architecture, heavy damage can be collapsed locally or on the section of underground construction. In these cases, the requirement of maintenance work and assessment of the stability of tunnel lining as well as the safety of tunnel must be applied to ensure safety operation of them. However, currently in Vietnam, the problems of maintenance, rehabilitation and renovation of tunnels have been inappropriate attention. Accidents have been occurred due to the lack of monitoring and assessment procedures the stability of the tunnel lining, also there are no procedures for rehabilitation, renovation and restoring of the tunnels. This article introduces some causes of tunnel damage and some directional solutions for rehabilitation and maintenance of tunnels during their operation.

Keywords: maintenance; renovation; rehabilitation; restoring; tunnels