



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

Nghiên cứu ảnh hưởng của khe nứt đến độ ổn định của hai đường hầm giao thông xuyên núi

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

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

TÓM TẮT

Việc phát triển hạ tầng giao thông kết nối vùng miền ngày càng được quan tâm, chú trọng tại Việt Nam. Các tuyến đường cao tốc đang được xây dựng khắp các vùng miền của cả nước, do địa hình đồi núi phức tạp nên quá trình hình thành và xây dựng các tuyến đường cao tốc tại Việt Nam sẽ phải xây dựng các đường hầm xuyên núi. Việc xây dựng các đường hầm giao thông xuyên núi cũng như các đường hầm tàu điện ngầm thường sử dụng hai đường hầm song song để tăng năng lực vận tải cũng như thuận tiện trong quá trình vận hành các đường hầm. Hiện nay, các bài toán phân tích hai đường hầm thường sử dụng các giả thiết cho các đường hầm mặt cắt ngang tròn trong môi trường đàn hồi, đồng nhất đẳng hướng bề mặt đất được giả thiết là bằng phẳng, hai đường hầm trong bán không gian vô hạn bằng các mô hình phân tích số. Các đường hầm đối với các dạng mặt cắt ngang khác nhau cũng đã được nghiên cứu ở các mục đích khác nhau trong điều kiện bề mặt đất thay đổi bằng các lý thuyết hàm biến phức và bằng các mô hình số cũng đã được nghiên cứu. Tuy nhiên, trên thực tế việc khai đào các đường hầm đôi xuyên núi điều kiện địa chất thay đổi, phức tạp, khối đá có chứa các đặc tính phân lớp, phân phiến, nứt nẻ có thể có cả hàng các to,.... Điều này đòi hỏi phải có các nghiên cứu chuyên sâu để đảm bảo hiệu quả công tác khai đào, chống giữ và sử dụng các đường hầm. Phần mềm phương pháp số đã được sử dụng trong bài báo để phân tích sự thay đổi tham số góc nghiêng của khe nứt trong đá đến tính ổn định của hai đường hầm song song. Kết quả chỉ ra rằng, tham số góc nghiêng khe nứt có ảnh hưởng lớn đến vùng phá hủy, vùng tác động của công tác khai đào xung quanh hai đường hầm trong điều kiện bề mặt địa hình thay đổi, góc nghiêng khe nứt có ảnh hưởng nhiều nhất có giá trị từ 15 đến 30°.

Từ khóa: hai hầm song song; khối đá nứt nẻ; kết cấu neo; bề tông phun; mô hình số

1. Đặt vấn đề

Sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế ở các khu vực trên thế giới trong đó có Việt Nam dẫn đến sự thay đổi tích cực của cơ sở hạ tầng, giao thông trong các khu vực, giữa miền núi với miền xuôi, đồng bằng với thành phố và các đô thị. Các đường hầm giao thông xuyên núi, hệ thống tàu điện ngầm ngày càng được quan tâm chú trọng và xây dựng nhiều tại nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam. Việc phân tích, tính toán các đường hầm đôi đã được nhiều nhà khoa học quan tâm có thể kể đến như: Nguyễn Quang Phích, 2007, 2020; Đỗ Ngọc Thái, 2020, 2021; Do Ngọc Anh, 2016, 2021 và các nhà khoa học khác. Đề giải quyết bài toán trên các tác giả trên thường giả thiết bài toán đường hầm đôi trong môi trường bán không gian vô hạn, mặt cắt ngang đường hầm tròn (Nguyễn Quang Phích, 2007; Võ Trọng Hùng, 2006), (Do Ngọc Anh, 2014, 2020; Đỗ Ngọc Thái, 2020; Trần Tuấn Minh, 2008-2015). Với các dạng mặt cắt ngang đường hầm không tròn bài toán thường được giải quyết bằng phương pháp hàm biến phức, chuyển đổi mặt cắt tương đương (N.S. Bulutrev, 1994 và Fotieva N.N, 1996). Các bài toán thường được quan tâm là dạng xem xét sự thay đổi nội lực, sự biến đổi cơ học (vùng biến dạng dẻo, vùng phân bố áp lực) xung quanh các đường hầm này (Do Ngọc Anh, 2021 và Đỗ Ngọc Thái, 2020. Thời gian gần đây, việc khai đào các đường hầm trong đô thị bằng công nghệ khiên đào phổ biến thì các bài toán xem xét đến lún sụt bề mặt do thi công đường hầm đơn và hầm đôi cũng được quan tâm nhiều hơn (Do Ngọc Anh, 2020 và Đỗ Ngọc Thái, 2021; Trần Tuấn Minh, 2015-2022).

Hiện nay công nghệ và phần mềm phát triển, các phần mềm số ngày càng được sử dụng rộng rãi mang lại những hiệu quả cao trong công tác thiết kế các đường hầm (Do Ngọc Anh, 2016; Trần Tuấn Minh, 2015). Các phần mềm chuyên dụng hiện nay có thể được chia ra ở các nhóm phân tích khác nhau như: các phương pháp phân tích biến dạng không liên tục DDA (Discontinuous Deformation Analysis), phần

* Tác giả liên hệ

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

từ hữu hạn FEM (Finite Element Method), sai phân hữu hạn DEM (Different Element Method), phần tử biên BEM (Boundary Element Method). Ưu điểm của nhóm phương pháp này là mô hình được sát với điều kiện thực tế, kể được cùng lúc nhiều yếu tố ảnh hưởng của điều kiện địa chất, địa chất thủy văn công trình khu vực xây dựng đường hầm. Không những vậy, chúng còn có thể mô phỏng cho cả các quá trình thi công, các bước thi công và quá trình lắp đặt các kết cấu chống giữ các đường hầm. Trong bài báo này sẽ đi phân tích sự biến đổi cơ học, tính ổn định của hai đường hầm hình vòm móng ngựa khi thay đổi điều kiện góc nghiêng phân lớp.

2. Mô hình cho bài toán phân tích

2.1. Thiết lập mô hình

Xem xét một trường hợp thực tế bao gồm hai đường hầm sẽ được xây dựng tại khu vực sườn dốc, sườn núi có sự thay đổi điều kiện bề mặt địa hình (không bằng phẳng). Do điều kiện khu vực thi công, giảm khoảng cách giữa hai hầm để rút ngắn các đường ngang nối giữa hai hầm thuận tiện cho công tác thi công và lánh nạn nên vị trí của hai hạng mục này được thiết kế tương đối gần nhau. Trong nghiên cứu sử dụng tham khảo khoảng cách giữa hai đường hầm tính từ tâm là 30m trên cơ sở tham chiếu một số dự án hầm như hầm Hải Vân, hầm Đèo cá, hầm Cù Mông tương ứng. Trường hợp nghiên cứu này sử dụng đường hầm có chiều rộng $B = 11\text{m}$, chiều cao $H = 9,8\text{m}$ được khai đào trong khu vực đất đá có điều kiện tương đối vững chắc. Bài toán được thực hiện cho 5 dạng mặt cắt ngang đường hầm khác nhau để xem xét sự biến đổi cơ học cũng như sự thay đổi chuyển vị của đất đá xung quanh biên các đường hầm trong điều kiện 2 đường hầm được khai đào song song với nhau cùng lúc trên cơ sở xem xét thêm yếu tố nứt nẻ vào trong các mô hình. Ban đầu việc mô hình bài toán được thực hiện như trên Hình 1, đường hầm được sử dụng có khẩu độ 11m, đào trong khu vực đất đá yếu chủ yếu là đất phù với các thông số đất đá được mô tả như trong Bảng 1, sau đó trên cơ sở môi trường liên tục tiến hành mô phỏng cho bài toán môi trường không liên tục có chứa nứt nẻ và thay đổi một số tham số của khe nứt trong mô hình. Do khuôn khổ của bài báo và hạn chế của nghiên cứu, tham số hình sẽ thay đổi là góc nghiêng của các khe nứt còn các tham số khác sẽ được trình bày trong các nghiên cứu tiếp theo. Các thông số của khe nứt, đặc tính của neo, bê tông phun và lưới thép giả định đầu vào cho nghiên cứu được mô tả như trong các bảng 2 đến 4.

Bảng 1. Đặc tính đất đá sử dụng trong phân tích

Tên tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Trọng lượng thể tích	γ	0,02	MN/m^3
Độ bền kéo	σ_k	0	MPa
Lực dính kết	c	0,1	MPa
Góc ma sát trong	φ	15	Độ
Mô đun đàn hồi	E	5000	MPa
Hệ số Poisson	μ	0,35	-

Bảng 2. Đặc tính cơ học của các khe nứt

Tên tham số	Giá trị
Khoảng cách khe nứt, m	5
Tham số JCS, MPa	90
Tham số JRC, MPa	9
Góc ma sát trong dư, độ	28
Độ cứng vững pháp tuyến, MPa	100000
Độ cứng vững tiếp tuyến, MPa	10000

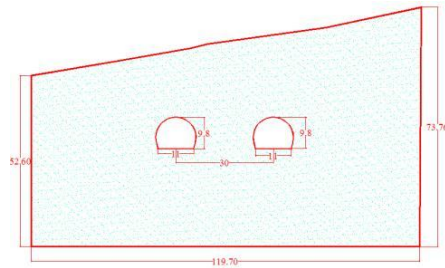
Bảng 3. Các đặc tính của kết cấu neo

Các tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Đường kính thép neo	d	20	mm
Mô đun đàn hồi thép neo	E_t	200000	MPa
Khả năng chịu kéo dư của neo	P_c	0,1	MN
Khả năng chịu kéo dư của neo	P_{re}	0,01	MN
Mạng neo	$a \times b$	$2 \times 1,5$	m
Chiều dài các neo	L	4,0	m

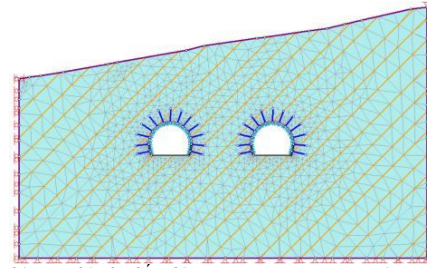
Bảng 4. Các tham số lưới thép và BTP

Các tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Đường kính thép B40x40	ϕ	4,0	mm
Chiều dày bê tông phun	d	30	mm
Mô đun đàn hồi	E_c	36000	MPa
Hệ số Poisson	μ	0,15	-
Độ bền kéo	σ_{ts}	5,0	MPa

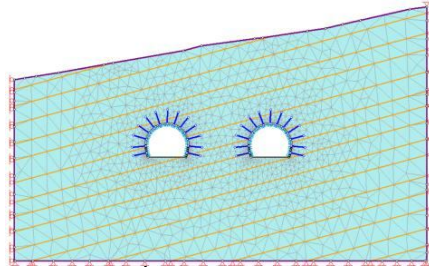
Hình 1 bên dưới mô tả mô hình phân tích lý thuyết của bài toán trong điều kiện lý thuyết đồng nhất (Hình 1a) và sự hỗ trợ của phần mềm số Phase 2 khi phân tích bài toán trong các trường hợp thay đổi điều kiện góc nghiêng khe nứt trong đất đá khác nhau như trong Hình 1b, c, d tương ứng. Trong bài toán nghiên cứu, sử dụng các góc nghiêng khe nứt khác nhau tương ứng là 15° , 30° , 45° , 60° , 90° và 165° để đánh giá và xem xét sự biến đổi cơ học xung quanh hai đường hầm hình vòm móng ngựa trong điều kiện bề mặt đất thay đổi và có quan tâm đến sự thay đổi góc nghiêng khe nứt.



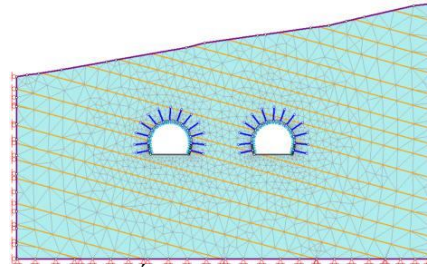
a) Mô hình lý thuyết môi trường đồng nhất



b) Mô hình đất đá góc nghiêng khe nứt 45°



c) Mô hình đất đá góc nghiêng khe nứt 60°

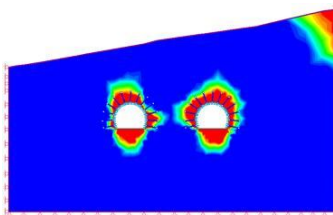


d) Mô hình đất đá góc nghiêng khe nứt 165°

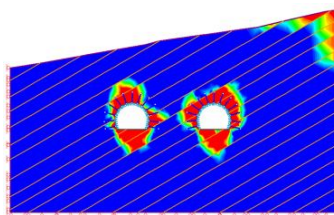
Hình 1. Mô hình lý thuyết cho bài toán trong điều kiện đồng nhất

2.2. Kết quả phân tích mô hình cho bài toán

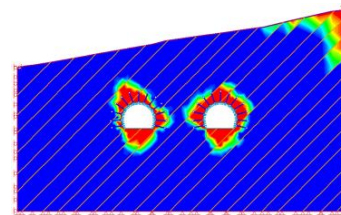
Bằng mô hình phân tích chúng ta có thể thu được phân bố ứng suất, chuyển vị cũng như sự thay đổi biến dạng của đất đá xung quanh các đường hầm trong các trường hợp khác nhau. Một trong những yếu tố dễ dàng quan sát thấy đó là sự thay đổi ảnh hưởng của vùng phân bố áp lực, vùng đất đá phá hủy xung quanh các đường hầm trong các trường hợp cũng có thể thu được trong phân tích, kết quả được thể hiện như trong hình 2.



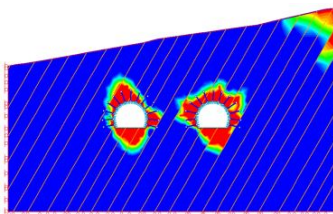
a) Khi không có khe nứt



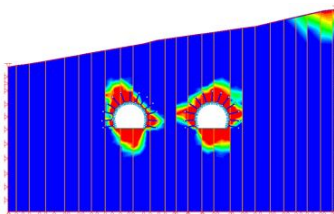
b) Góc nghiêng khe nứt 30°



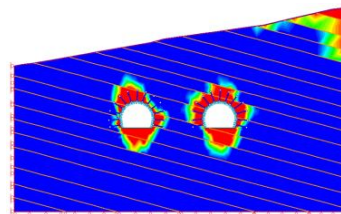
c) Góc nghiêng khe nứt 45°



d) Góc nghiêng khe nứt 60°



e) Góc nghiêng khe nứt 90°

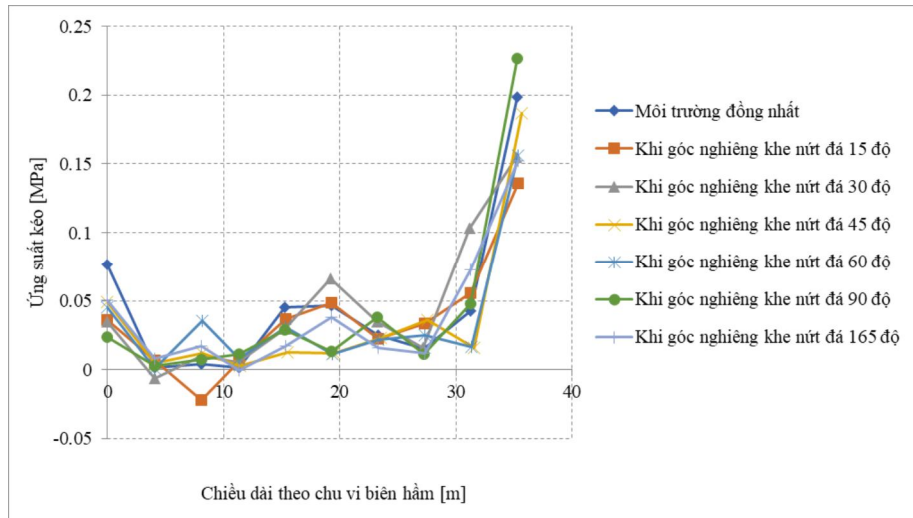


f) Góc nghiêng khe nứt 165°

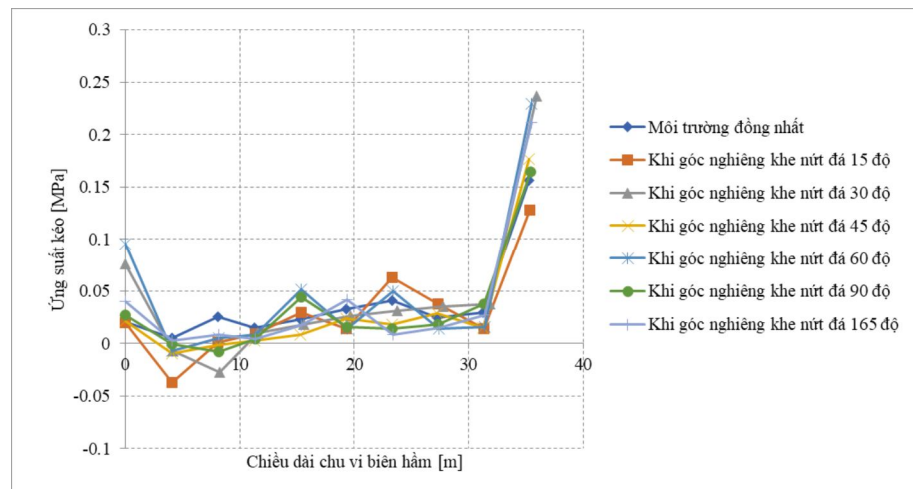
Hình 2. Sự thay đổi vùng phá hủy xung quanh 2 đường hầm với các góc nghiêng khe nứt khác nhau

Quan sát các kết quả trên hình 2 thấy rằng, vùng phá hủy xung quanh các đường hầm trong các trường hợp sự phân bố khe nứt khác nhau, với các góc dốc khác nhau sẽ khác nhau. Nó cũng khác biệt so với vùng phá hủy, vùng biến dạng dẻo xung quanh 2 đường hầm trong môi trường đồng nhất. Điều này cho thấy rằng sự đa dạng và phức tạp của khối đá đòi hỏi người thiết kế ổn định đường hầm cần phải linh hoạt trong tính toán, dự đoán phân bố áp lực cũng như thiết kế lựa chọn kết cấu chống giữ 2 đường hầm trong trường hợp sườn dốc cũng như trong môi trường đất đá nứt nẻ khác nhau.

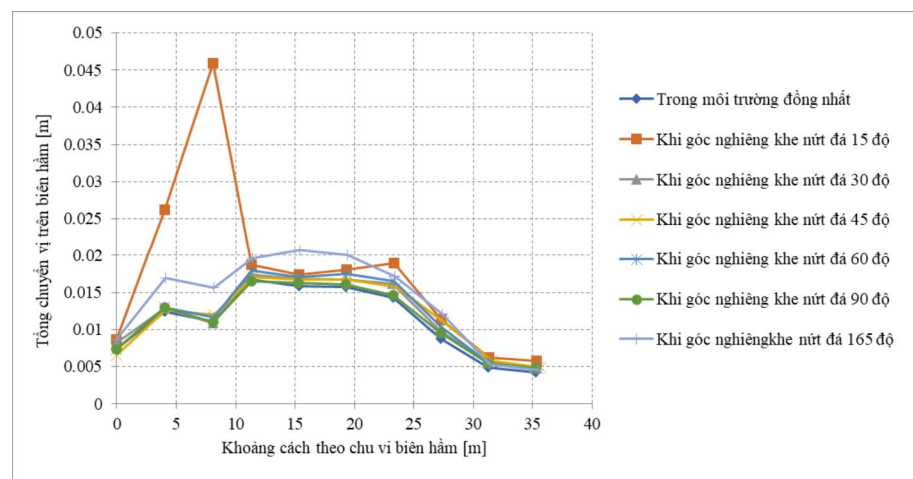
Qua quá trình phân tích cũng thu được các biểu đồ quan hệ giữa phân bố ứng suất kéo chính và tổng biến dạng của đất đá trên biên hai đường hầm trong các điều kiện góc nghiêng khe nứt đất đá khác nhau, các kết quả được thể hiện như trong các hình từ 3 đến 6.



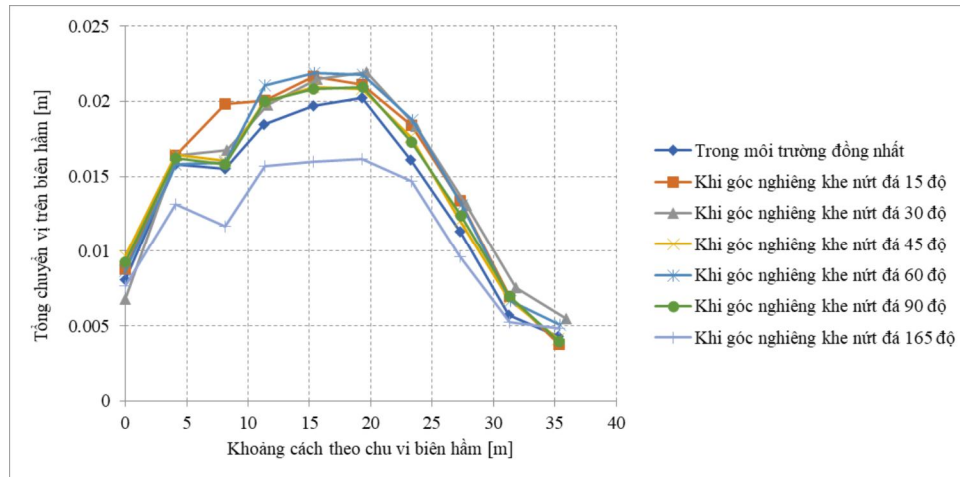
Hình 3. Phân bố ứng suất kéo chính theo chu vi biên hàm bên trái



Hình 4. Phân bố ứng suất kéo chính theo chu vi biên hàm bên phải



Hình 5. Tổng chuyển vị trên biên hàm trái



Hình 6. Tổng chuyển vị trên biên hầm phải

Kết quả phân tích chỉ ra rằng, sự phân bố và quy luật của ứng suất kéo và chuyển vị đất đá trên biên đường hầm trong các trường hợp phân lớp khe nứt đất đá khác nhau là rất khác nhau. Điều này cho thấy, việc khai đào đường hầm trong môi trường đất đá có tính khác biệt so với trong môi trường đồng nhất. Ở đây, Chuyển vị của đất đá trong môi trường đất đá có góc nghiêng khe nứt đá 15^0 và 30^0 lại có giá trị lớn hơn trong môi trường đồng nhất tương ứng.

3. Kết luận

Qua phân tích lý thuyết cũng như kết quả mô hình phân tích số ở trên thấy rằng. Điều kiện bề mặt đất có ảnh hưởng nhất định đến sự phân bố ứng suất, chuyển vị trong khối đất đá và trên biên các đường hầm trong các trường hợp khác nhau.

Trong trường hợp điều kiện bề mặt đất bằng phẳng thì giá trị ứng suất, chuyển vị là đối xứng xung quanh các đường hầm. Tuy nhiên, trong điều kiện bề mặt đất thay đổi nghiêng như trong bài toán nghiên cứu thì các giá trị ứng suất và chuyển vị có xu hướng bị lệch sang trái, do bề mặt đất có độ dốc từ phải qua trái lên phía phải của các đường hầm giá trị ứng suất và chuyển vị lớn hơn bên phải hầm bên trái. Điều này được giải thích do sự chênh lệch của địa hình, trong bài toán đồng nhất nên ứng suất và chuyển vị càng vào phía sâu trong lòng núi thì càng tăng.

Trong trường hợp hai đường hầm khai đào trong đất đá có chứa khe nứt và với các góc nghiêng khe nứt thay đổi thấy rằng trong trường hợp góc nghiêng khe nứt đất đá 15^0 và 30^0 chuyển vị và ứng suất thay đổi rõ rệt hơn một số trường hợp khác. Tuy nhiên, chúng đều có cùng quy luật biến đổi, điều này đòi hỏi cần phải có nhiều nghiên cứu sâu hơn để làm rõ tính phức tạp của môi trường đất đá.

Mô hình phân tích số cũng như phương pháp số nên được áp dụng trong quá trình phân tích và thiết kế, dự báo sớm áp lực đất đá và sơ bộ lựa chọn kết cấu chống ban đầu trong phân tích. Tuy nhiên, cần thiết phải có sự linh hoạt, thay đổi khi cập nhật điều kiện địa chất ở từng đoạn, từng khu vực đường hầm khai đào trong thực tế để đảm bảo có hiệu quả các phân tích.

Tài liệu tham khảo

- Võ Trọng Hùng, 2008. *Cơ học đá*. NXB Khoa học kỹ thuật
- Nguyễn Quang Phích, 2007. *Cơ học đá*. NXB Xây Dựng
- Do Ngọc Thai, Nguyen Dung Truong, 2021. Prediction of ground surface settlement induced by twin shield tunnelling in urban conditions, *Journal of mining and earth sciences*, Vol 62, Issue 2, p47-56 .
- Do Ngọc Thai, 2020. Method of prediction of ground surface settlement during twin tunnelling, *Journal of mining industry*, 5, p34-38.
- Ngoc Anh Do, Daniel Dias, Trong Thang Dang, 2021. A Numerical Investigation of the Impact of Shield Machine's Operation Parameters on the Settlements above Twin Stacked Tunnels - A case study of Ho Chi Minh Urban Railway Line 1, *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 43, 4, 443-457.
- Do Ngọc Anh, Dias Daniel, Oreste Pierpaolo, 2016. 3D Numerical Investigation of Mechanized Twin Tunnels in Soft Ground - Influence of Lagging Distance between Two Tunnel Faces, *Engineering Structures*, 109, 117-125.

Do Ngoc Anh, Dias Daniel, Oreste Pierpaolo, 2014. 3D numerical investigation on the interaction between mechanized twin tunnels in soft ground, *Environmental Earth Sciences*, 73, 5, 2101-2113.

Fotieva N.N., Bulychev N.S., Sammal A.S. *Design of shallow tunnel linings*. Proceeding of the ISRM international Symposium Eurock' 96. Rotterdam: Balkema, 1996, P677-680.

N.S. Bulutrev. *Underground mechanics*, Moscow Publisher, 1994.

Nguyen Quang Phich et al, 2020. Effect of underground water on the state of mechanics of rock mass around tunnels and supports, *National conference of Earth Sciences and Natural Resources for Sustainable Development*, p84-90, Hanoi.

Thai Do Ngoc, Kien Dang Van, Vi Pham Van, Quang Nguyen Van, 2022. Prediction of surface settlement due to twin tunnel construction in soft ground of Hanoi metro line 03, *International Journal of GEOMATE*, Vol. 22, Issue 94, pp.66-72.

Tran Tuan Minh, Nguyen Duyen Phong, 2015. *Research on determination of optimal distance between two unsupported tunnels when consideration to shape changes*, Vietrock 2015 International Symposium "Rock mechanics for sustainable development", Hanoi 12-13 March - 2015, P401-409.

Tran Tuan Minh, Nguyen Duyen Phong, 2015. *Research on determination of optimal distance between two unsupported tunnels when consideration to shape changes*, International conference CIGOS-PARIS-2015.

Tran Tuan Minh, et al, 2022. *Behavior of two parallel tunnels in case of changing surface conditions*, Proceeding of the 11th National Conference on Mechanics 2022 (NACOME 2022), P539-546, Hanoi.

ABSTRACT

Research on the effect of joint networks in rock mass on the stability of twin transported tunnels

Tran Tuan Minh¹, Nguyen Duyen Phong¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

The development of transport infrastructure connecting the regions in Vietnam is increasingly receiving attentions. Highways are being built throughout all the regions of country. Due to the complex mountainous topographic, the process of forming and building highways in Vietnam will be required the construction of tunnels through the mountains. The excavation of mountain traffic tunnels as well as subway tunnels are often used two parallel tunnels to increase transport capacity and convenience in operating the tunnels. Currently, two parallel tunnels analysis problems are often applied the assumptions for tunnels with circular cross-sections in an elastic and isotropic medium, the ground surface is assumed to be flat, and the two tunnels are in a half infinite space by using the numerical analysis models. Two parallel tunnels with other different cross-sections for different purposes under varies ground surface conditions by variable complex method and numerical models have also been studied. However, the researches of the excavation twin parallel tunnels through mountains in the complex geological conditions including stratification rock mass, joint networks, and karst caverns are still many limitations. Therefore, in-depth researches will be performed to ensure effective excavation, support and use of tunnels. Numerical method software was used in the paper to analyze the change of parameters of joints in the rock mass and the stability of the twin tunnels. The results shown that the joint inclination angle parameter has a great influence on the failure zone, the impacted area of the tunnel excavation work around the two tunnels under changing surface conditions, the joint inclination angles have an influence the most valuable are from 15^0 to 30^0 .

Keywords: twin tunnels; joint rock mass; rock bolts; shotcrete; numerical models