



TUYÊN 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

Quy luật biến đổi cơ học xung quanh đường hầm trong khối đá phân khối

Nguyễn Quang Phích^{1,*}, Nguyễn Văn Mạnh², Trần Tuấn Minh², Nguyễn Duyên Phong²

¹Trường Đại học Văn Lang, ²Trường Đại học Mỏ-Địa chất

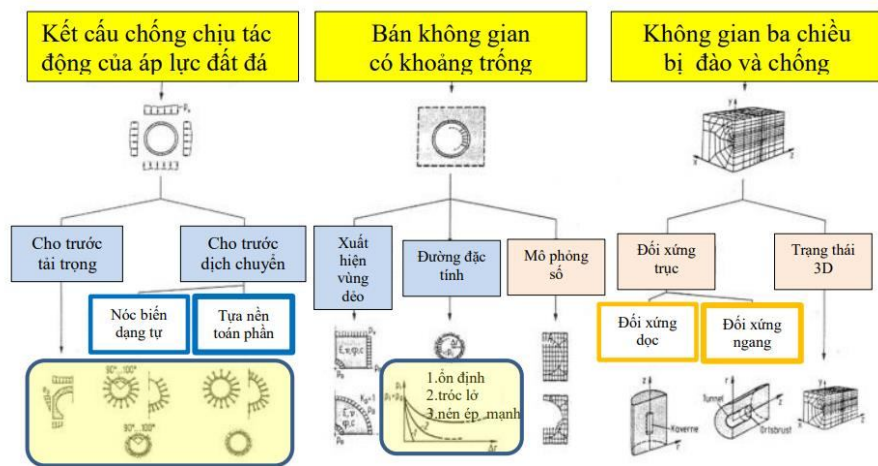
TÓM TẮT

Hiện nay, nhiều giả thuyết tính toán, dự báo áp lực đá vẫn còn được áp dụng trong thiết kế các công trình ngầm ở nước ta và trên thế giới. Các giả thuyết áp lực đá vốn dĩ được xây dựng bằng các mô hình giải tích đơn giản hoặc thí nghiệm vật lý trong môi trường vật liệu rời, hoặc thông qua đo đạc thực tế, nên tồn tại nhiều nhận định không hoàn toàn thống nhất. Bài viết giới thiệu một vài kết quả phân tích các quá trình biến đổi cơ học xung quanh đường hầm trong khối đá phân khối. Các kết quả nhận được cho phép minh họa được các biểu hiện áp lực khác nhau, tương ứng với các quan điểm khác nhau về áp lực.

Từ khóa: đường hầm; khối đá phân khối; áp lực đá; phương pháp phần tử rời rạc

1. Đặt vấn đề

Trong tính toán thiết kế các công trình ngầm, các giả thuyết áp lực khác nhau vẫn được áp dụng trên thế giới, thể hiện trên Hình 1 theo cách phân nhóm phương pháp tính toán của Katzenbach và Breth (1983) và trên Hình 2 của Hội công trình ngầm thế giới (IFTIME 1994). Vùng màu vàng nhạt thể hiện các phương pháp tính vẫn sử dụng áp lực đá ở dạng cho trước tải trọng hay chuyển vị là các điều kiện biên.



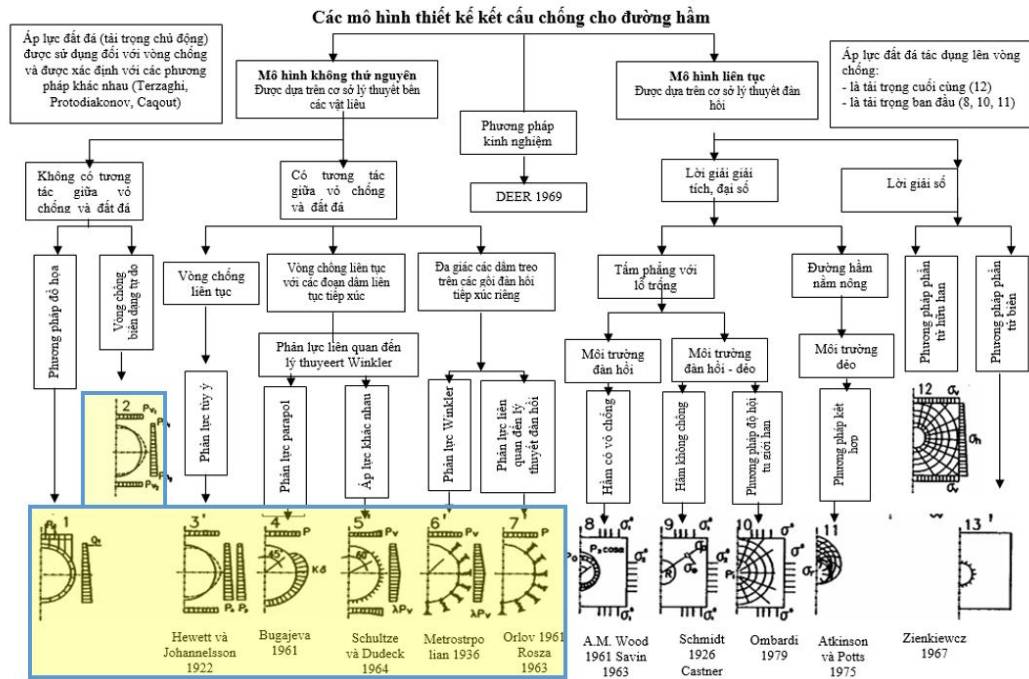
Hình 1. Phân nhóm các phương pháp tính toán, thiết kế theo Katzenbach và Breth (1983)

Các giả thuyết áp lực đất đá vốn dĩ được xây dựng từ các kết quả nghiên cứu bằng các phương pháp khác nhau. Từ các tài liệu có thể tiếp cận được cho thấy, nhiều giả thuyết áp lực đã hình thành từ thế kỷ 19, đầu thế kỷ 20. Sau đây điểm qua một số giả thuyết điển hình. Schulz (1867) đã phân tích lớp đá trên nóc hầm, lò như một dầm chịu uốn. Ritter (1879) đã xác lập phương trình đường cong của vòm đá tách ra khỏi khối đá, đề lên kết cấu chống dưới trọng lượng của chính nó, do thắng khả năng chịu kéo của đá, có dạng parabol. Engesser (1882) đã tiến hành nghiên cứu mô hình trong phòng thí nghiệm để xác định sự hình thành vòm áp lực trong môi trường rời; từ đó đã xác định các điều kiện để hình thành vòm sụt lún, xác định vòm áp lực có dạng parabol. Feyol (1885) đã tiến hành các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và quan sát thực tế về sự uốn cong và phân lớp của các lớp đá ở các khoảng cách khác nhau trong khối đá vách. Janssen

* Tác giả liên hệ

Email: npqphichhung@gmail.com

(1895) đã giải phương trình vi phân cân bằng của khối vật liệu rời trong một bể trữ (silo), có xét đến các ứng suất/áp lực ngang. Kommerell (1912) đã dựa trên cơ sở phân tích độ võng của nóc của hầm, lò và cho rằng các vòm sập đổ có dạng parabol rồi từ đó xác định được chiều cao của vòm cũng như áp lực lên kết cấu chống. Bierbaumer (1913) cho rằng trọng lượng của một cột đá cứng phía trên hầm lò, được suy giảm một phần bởi lực ma sát hai bên, là áp lực lên kết cấu chống phía nóc. Protodyakonov (1931) đã đề xuất giả thuyết về vòm sập đổ hay vòm cân bằng dạng parabol là vòm không mômen. Terzaghi (1935) đã xây dựng giả thuyết vòm áp lực bằng sơ đồ phân tích dịch chuyển khối đá. Rabcewicz (1944) cho rằng áp lực đá xuất hiện dạng hạt đảo tác dụng nén ép từ hai bên sườn hầm vào phía không trông ngấm. Khá nhiều giả thuyết áp lực khác đã được Khomenko và nnk (2018) tổng hợp, phân tích, đánh giá và kiến nghị phạm vi áp dụng.



Hình 2. Các mô hình tính toán cho công trình ngầm (IFTIME 1994)

Theo Litvinxkii (2009), Baklasov(2012) tất cả các giả thuyết giải thích cơ chế của hiện tượng này, theo tính tổng quát của tiên đề ban đầu, có thể được phân ra ít nhất vào năm nhóm lớn.

Nhóm 1: W.Ritter, F. Engesser, O. Kommerell, M. Protodyakonov và những người khác, với vòm sập đổ được coi là kết quả của tác dụng của trọng lực của đá trong thể tích của khối sập đổ ;

Nhóm 2: A. Dinnik, Zh. Erzanov, v.v., ứng suất kéo được coi là nguyên nhân dẫn đến sự hình thành của vòm;

Nhóm 3: F. Mohr, K. Irving, E. Isaacson, G. Cherepanov, giải thích sự xuất hiện của vòm sập đổ trong điều kiện của một đường bao đàn hồi chịu nén;

Nhóm 4: L. von Rabcewicz, A. Labass, K. Ruppeneit, J. Lieberman với giả thiết vòm sập đổ là kết quả của sự hình thành một vùng biến dạng không đàn hồi xung quanh hầm, lò;

Nhóm 5: K. Terzaghi, V. Slesarev, N. Pokrovsky, với việc đánh giá định tính và định lượng quá trình lún sụt dựa trên dữ liệu quan sát thực tế.

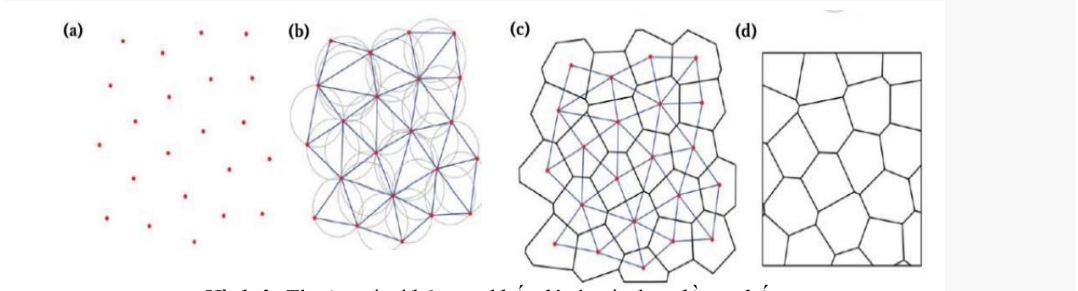
Sự khác nhau về quan niệm và mô hình áp lực không khỏi dẫn đến các hoài nghi về tính chính xác và ý nghĩa thực tế của các giả thuyết khác nhau, mặc dù vẫn được áp dụng, tùy thuộc vào quốc gia và khu vực. Sự khác nhau đó vẫn cần được nghiên cứu phân tích, đánh giá và lý giải. Xuất phát từ khả năng mô phỏng số hiện đại, bài viết giới thiệu một vài kết quả mô phỏng số bằng phương pháp phần tử rời rạc, góp phần lý giải, minh họa cho sự khác nhau, nhưng khá hợp lý của các giả thuyết áp lực.

2. Cơ sở lý thuyết và sơ đồ bài toán

Khối đá được khảo sát là môi trường cấu thành từ các hạt rời đồng nhất, được xây dựng theo phương pháp phần tử rời rạc (DEM-Discrete Element Method), theo thuật toán ngẫu nhiên với trình tự: (a) Tạo

điểm ngẫu nhiên, (b) Tạo tam giác Delaunay, (c) Tạo các khối Voronoi và (d) Cắt các đa giác ở ranh giới của vùng giao cắt (xếp chồng), như trên Hình 3. Trong trường hợp này, khối đá được gọi là khối đá phân khối

Các tham số cơ học cho các hạt là mật độ, kích thước trung bình d , mô đun nén thể tích K , mô đun trượt G , lực dính kết đơn vị C , góc ma sát ϕ và độ bền kéo T . Liên kết giữa các hạt được đặc trưng bởi độ cứng pháp tuyến K_N và độ cứng tiếp tuyến K_S . Trong mô hình mô phỏng các tham số được gán các trị số như trong Bảng 1.

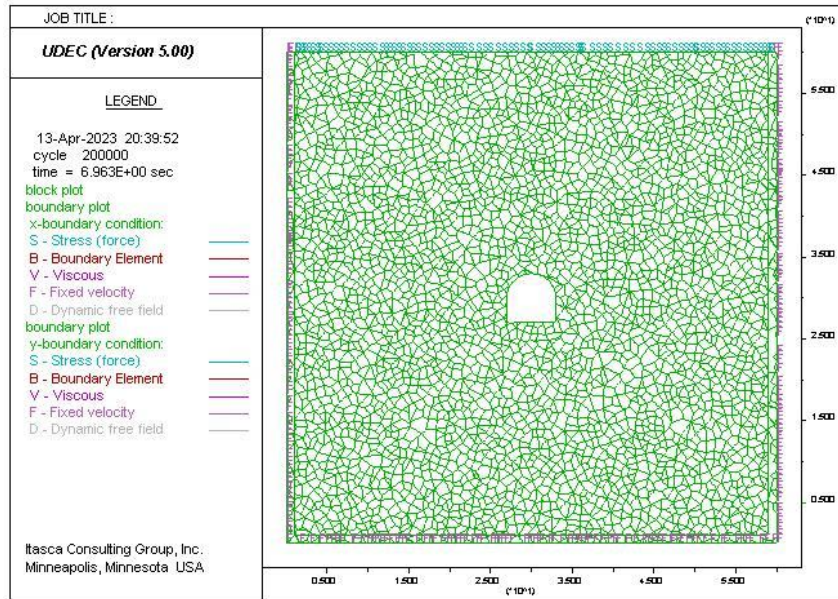


Hình 3. Thuật toán khởi tạo khối đá từ các hạt đồng nhất

Bảng 1. Các tham số cơ học đặc trưng của mô hình

Mật độ (kg/m ³)	d (mm)	K (GPa)	G (GPa)	C (MPa)	ϕ (độ)	T (MPa)	K_N (GPa/mm)	K_S (GPa/mm)
2650	5	5	2	75	25	25	15	6,8

Sơ đồ bài toán được khảo sát thể hiện trên Hình 4. Với các điều kiện trên biên hai bên sườn là chuyển vị ngang bằng 0, biên dưới có chuyển vị ngang và đứng bằng 0. Miền khảo sát có chiều rộng 60m và chiều cao 60m.



Hình 4. Sơ đồ bài toán đường hầm trong khối đá phân khối

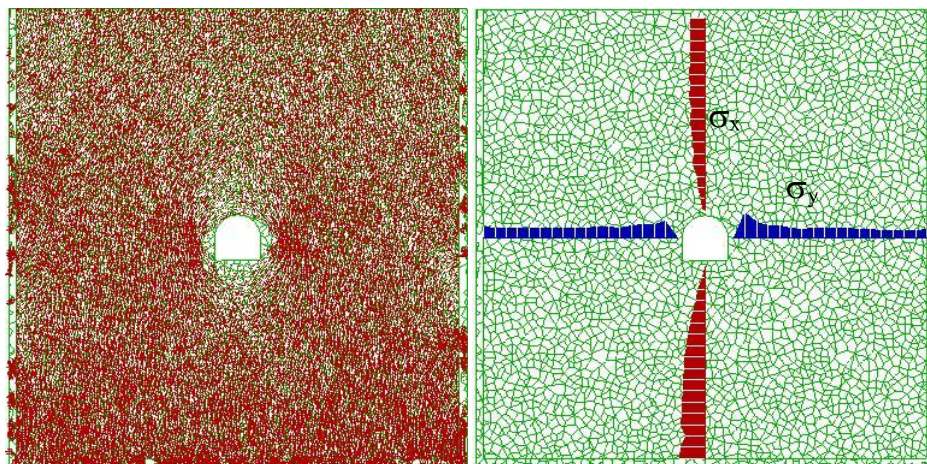
3. Kết quả mô phỏng và thảo luận

Trên Hình 5, bên trái cho thấy quy luật phân bố các thành phần ứng suất chính trong khối đá xung quanh hầm và bên phải là quy luật phân bố các ứng suất dọc theo hai trục chính của đường hầm, cụ thể theo trục thẳng đứng là thành phần ứng suất tác dụng theo phương ngang σ_x , theo trục ngang là thành phần ứng suất tác dụng theo phương thẳng đứng σ_y . Dễ dàng nhận thấy các quy luật biến đổi cơ học có dạng tương tự như ở bài toán giải tích cho khối đá đàn hồi-dẻo đồng nhất. Sự khác biệt ở đây là quy luật biến đổi không là đường cong trơn đều như kết quả giải tích, do ảnh hưởng của sự có mặt của các hạt, với kích thước xác

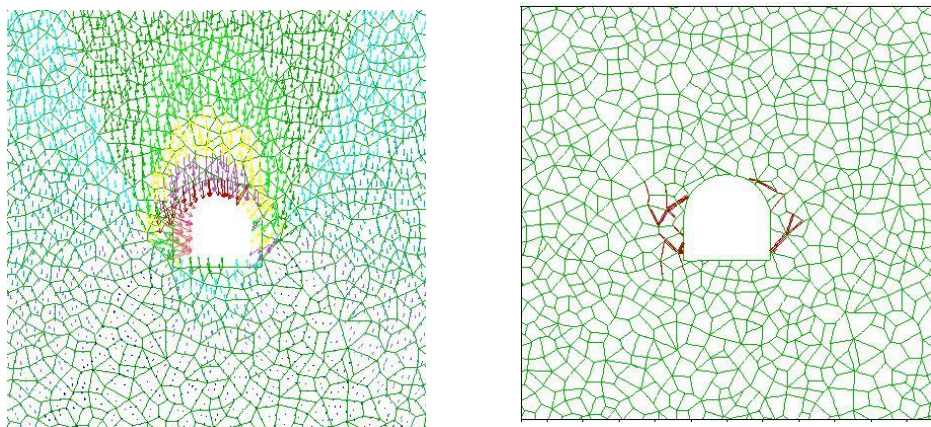
đỉnh. Xung quanh đường hầm xuất hiện vùng long rời, thể hiện qua sự suy giảm của các thành phần ứng suất.

Quy luật về dịch chuyển toàn phần trong khối đá được thể hiện trên Hình 6. Có thể nhận thấy do dịch chuyển không đồng nhất dẫn đến các vùng tối rời ở phía nóc, ở các mức độ khác nhau, có hình dạng tương ứng với các giả thuyết vòm áp lực, tương tự như của Ritter, Bierbaumer, Protodyakonov -Tsimbarevich và Terzaghi.

Hình 7 cho kết quả về các mặt trượt hình thành xung quanh đường hầm (đường màu đỏ). Các mặt trượt tạo thành hai khối nêm với xu thế bị đẩy về phía khoảng trống, phản ánh được giả thuyết áp lực của Rabcewicz (1944).



Hình 5. Phân bố ứng suất chính (trái) và quy luật phân bố ứng suất dọc theo hai trục của đường hầm



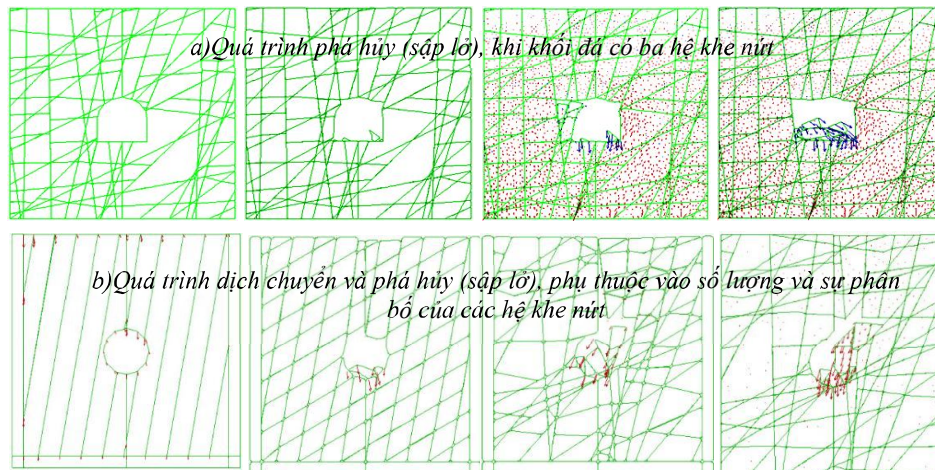
Hình 6. Quy luật dịch chuyển toàn phần trong và hình dạng của các vùng long rời tạo áp lực đá

Hình 7. Các mặt trượt (màu đỏ) tạo thành khối nêm hai bên sườn đường hầm

Trong thực tế, các khối đá có thể cấu thành từ các khối nứt, do sự có mặt của các hệ khe nứt. Khi đó, quá trình biến đổi cơ học trong khối đá (quy luật dịch chuyển, phân bố ứng suất) và các hiện tượng phá hủy khối đá xung quanh công trình ngầm xảy ra rất đa dạng và phức tạp. Chấp nhận các giả thuyết áp lực hiện có để tính toán, thiết kế kết cấu chống rõ ràng là chấp nhận gần đúng, thiên về an toàn, nhưng không hẳn vì thế mà kết quả thiết kế kết cấu chống luôn là hợp lý, do có thể xuất hiện tải trọng lệch.

Cụ thể, so sánh với các kết quả phân tích bằng mô hình khối đá nứt nẻ (Q.P Nguyễn 2012), ví dụ trên Hình 8, cho thấy sự khác biệt rất rõ nét về các khối sập lở, tùy theo sự có mặt của các hệ khe nứt trong khối đá. Trên Hình 8a) thể hiện quá trình sập lở các khối nứt vào khoảng trống, khi khối đá có ba hệ khe nứt và đường hầm có dạng tường thẳng, vòm bán nguyệt. Trên Hình 8b) cho thấy sự hình thành các khối sập lở xung quanh đường hầm tiết diện tròn, trong điều kiện khối đá có các hệ khe nứt khác nhau, vùng dịch chuyển và biến dạng sau khi đào không hẳn là các vùng có dạng vòm áp lực. Hay nói cách khác, vòm áp lực thực sự chỉ hình thành khi coi khối đá là đồng nhất, từ vật liệu rời, dính. Trong trường hợp đó có thể áp

dụng các giả thuyết áp lực để tính toán thiết kế kết cấu chống. Khi khối đá cấu thành từ các hệ khe nứt, việc tính toán áp lực cần được phân tích, đánh giá với các công cụ phù hợp hơn.



Hình 8. Hiện tượng mất ổn định của khối đá nứt nẻ

4. Kết luận

Từ các kết quả nhận được có thể rút ra các kết luận sau:

1) Các giả thuyết áp lực được xây dựng trên cơ sở phân tích giải tích, kinh nghiệm và nghiên cứu bằng các mô hình vật lý với môi trường rời, đồng nhất, hoặc bằng phân tích gần đúng các kết quả đo đạc thực tế. Xuất phát từ cách tiếp cận khác nhau nên đã hình thành nhiều giả thuyết khác nhau. Kết quả phân tích (hay mô phỏng) số cho khối đá cấu thành từ các hạt đồng nhất, đồng đều, nhưng có hình dạng khác nhau đã cho các kết quả phản ánh được các quan niệm riêng của các giả thuyết áp lực. Điều đó cũng đồng nghĩa là các giả thuyết áp lực chỉ nên áp dụng khi khối đá là đồng nhất, với các phần tử cấu trúc, hay các khối nứt có dạng hạt, không thể hiện biểu hiện dị hướng ;

2) Khối đá là môi trường địa chất phức tạp, nên các quy luật biến đổi cơ học cũng rất đa dạng và phức tạp. Các quy luật cụ thể chỉ có thể nhận được khi xây dựng mô hình mô phỏng phản ánh sát với khối đá thực tế;

3) Với sự phát triển mạnh và ngày càng được cải thiện của các phương pháp số cho phép có thể mô phỏng được các loại biểu hiện đa dạng, phức tạp của khối đá xung quanh các công trình ngầm. Do vậy cần thiết đưa ra các yêu cầu và quy định áp dụng các phương pháp này để đánh giá mức độ ổn định của khối đá khi thiết kế.

Tài liệu tham khảo

- Bierbaumer, A, 1913. *Die Dimensionierung des Tunnelmauerwerks*. Engelmann, Leipzig.
- Engesser, F, 1882. Über den Erddruck gegen innere Stützwände, *Deutsche Bauzeitung* 1882, S. 91-93.
- Fayol, H, 1885. Note sur les mouvements de terrain provoqués par l'exploitation des mines, *Bull. de la soc. de l'industrie Min.* 805.
- IFTIMIE T, 1994. Prefabricated lining, conceptional analysis and comparative studies for optimal solution. *Proc. of the ITA International Congress Tunnelling and Ground Conditions*, April 1994, Kairo, Ägypten, S. 339-346.
- Janssen, H.A, 1895. Versuche über Getreidedruck in Silozellen. *Z.d. VDI. – 1895. – № 35. – P. 1045–1049*
- Katzenbach, R., Breth, H, 1983. Zur Standsicherheit oberflächennaher Tunnel. *Der Bauingenieur* 58. 1983.
- Khomenko, O. et al, 2018. Classification of Theories about Rock Pressure. *Solid State Phenomena. Vol. 277, pp 157-167*. 2018 Trans Tech Publications, Switzerland.
- Nguyễn Quang Phích và nnk, 2012. Phân tích ảnh hưởng của các dạng hệ khe nứt đến dịch động và phá hủy khối đá xung quanh công trình ngầm sử dụng chương trình UDEC. *Tạp chí KHKT Mô-Địa chất*, số 39, 7/2012 (*Chuyên về Trắc địa mô*). Tr. 55-58.
- Ritter, W, 1879. *Statik der Tunnelgewölbe*. Verlag von Julius Springer. Berlin 1879.
- Schulz, P, 1867. Untersuchungen über Dimensionen der Sicherheitsfehlern für den Saarbrücker Stein-Kohlenbergbau. *Zeitschr. f. das Berghütten- und Salinirenwizen im Preuss Staate*.

- Terzaghi, K., 1935. *Erdbaumechanik*. Verlag Leipzig und Wien 1935.
- Rabcewicz, L.v, 1944. *Gebirgsdruck und Tunnelbau*. Springer-Verlag Wien.
- Баклашов И. В., Картозия Б. А., 2012. *Механика подземных сооружений и конструкции крепей*. М. Студент, 2012.
- Литвинский Г. Г., 2009. Фундаментальные закономерности и новая классификация проявлений горного давления. *Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна»*. Вип.10(151). С. 21–28
- Протоdjаконов М.М., 1931. *Давление горных пород и рудничное крепление. Ч.1* М.Л.: Гостехиздат, 1931.104 с.

ABSTRACT

The regularity of mechanical changes around the tunnel in granular rock mass

Quang Phich Nguyen¹, Văn Mạnh Nguyen², Tuan Minh Tran², Duyen Phong Nguyen²
¹*Van Lang University*, ²*Hanoi University of Mining and Geology*

Currently, many hypotheses for calculating and predicting rock pressure are still applied in the design of underground works in our country and in the world. Hypotheses on rock pressure are built using simple analytical models or physical experiments with loose materials, or through actual measurements, so the proposals are not completely consistent. The article presents some results of numerical analysis of mechanical changing processes around tunnels in rock masses, made up of granular particles. The results obtained allow to illustrate different pressure manifestations, corresponding to different views on pressure.

Keywords: tunnel; granular rock mass; rock pressure; discrete element method