

06-2023

NĂM THỨ 62

ISSN 2734-9888

XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

JOURNAL OF CONSTRUCTION 62thYear

Kỷ niệm

NGÀY BÁO CHÍ
CÁCH MẠNG VIỆT NAM

21/6



MỤC LỤC CONTENT

tapchixaydung.vn

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:

TS Lê Quang Hùng (Chủ tịch hội đồng)
PGS.TS Vũ Ngọc Anh (Thường trực Hội đồng)
GS.TS Nguyễn Việt Anh
GS.TS.KTS Nguyễn Tố Lăng
GS.TS Trịnh Minh Thụ
GS.TS Phan Quang Minh
GS.TS.KTS Đoàn Minh Khôi
PGS.TS Phạm Minh Hà
PGS.TS Lê Trung Thành
TS Nguyễn Đại Minh
TS Lê Văn Cư

TỔNG BIÊN TẬP:

Nguyễn Thái Bình
PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:
Phạm Văn Dũng

TÒA SOẠN:

37 LÊ ĐẠI HẠNH, Q.HAI BÀ TRUNG, HÀ NỘI
Ban biên tập (tiếp nhận bài): 024.39740744
Email: banbientaptcxdbx@gmail.com
Văn phòng đại diện TP.HCM:
14 Kỳ Đồng, Quận 3, TP.HCM

Giấy phép xuất bản:

Số 728/GP-BTTTT ngày 10/11/2021

ISSN: 2734-9888

Tài khoản: 113000001172

Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương
Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

Thiết kế: Thạc Cường

In tại: Công ty TNHH In Quang Minh

Địa chỉ: 418 Bạch Mai, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội

Ảnh bìa 1: Nghề báo - dẫn thân cùng sự kiện
(PV Tạp chí Xây dựng Lâm Thị Minh Thu trên
công trường). Ảnh: Đinh Văn Linh.

Giá 55.000 đồng

QUANG HÀ
TCXD
THS.KTS NGUYỄN THỊ HỒNG VĂN

NGUYỄN HUY HIỆP

NGUYỄN HUY HIỆP, NGUYỄN QUÝ ĐẠT

GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH, PGS.TS NGUYỄN VĂN MẠNH,
TS ĐỖ NGỌC THÁI, TS TỬ ĐỒNG XUÂN
GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH, PGS.TS NGUYỄN VĂN MẠNH,
TS NGUYỄN QUANG MINH, TS NGUYỄN NGỌC HUỆ, TS TỬ ĐỒNG XUÂN
PGS.TS ĐÀO VIỆT ĐOÀN, TS VŨ ĐỨC QUYẾT,
GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH
NCS.THS NGUYỄN CHÍ ĐẠT, GS.TS TỬ SỸ SỬA

NGUYỄN ĐĂNG KHOA

NGUYỄN HOÀNG LINH
TRUNG KIẾN

AN NHIÊN

ĐÀO QUỐC VIỆT
TS CAO VĂN HÓA
PGS.TS TRẦN CAO THANH NGỌC
TS NGUYỄN THỊ TUYẾT DUNG, THS VŨ PHƯƠNG NGÂN
NGUYỄN LỆ THUY
THS.NCS BÙI VIỆT THI

THS NGUYỄN KHÁNH HÙNG, PGS.TS PHẠM THANH TÙNG,
PGS.TS NGUYỄN TUẤN TRUNG, THS TRẦN THÁI DƯƠNG
TS TRẦN THỊ PHƯƠNG HUYỀN, TS NGUYỄN SỸ HÙNG
TS NGUYỄN NGỌC THẮNG, HVCH NGUYỄN XUÂN MINH

THS NGUYỄN HỮU PHÚ

TS NGUYỄN NGỌC THẮNG, THS THỊNH VĂN THANH

THS CAO VĂN TUẤN, THS TRƯƠNG MỸ PHẨM

TS MAI SỸ HÙNG
PGS.TS NGUYỄN XUÂN TOẢN, THS NGUYỄN THỊ KIM LOAN
THS ĐẶNG ANH TUẤN
NGUYỄN VĂN THUẦN
TS ĐỖ TIẾN THỌ, TS NGUYỄN HUỲNH TẤN TÀI, TS TRẦN VŨ TỰ

TS NGUYỄN HẢI QUANG
THS.KTS LÊ MẠU DUY QUANG

ĐINH VĂN TRƯỜNG, NGUYỄN THẾ QUÂN

TS NGUYỄN CHÍ THỌ, TS LÊ TRƯỜNG SƠN,
KS TRẦN VĂN THƯƠNG, THS LÊ HỒNG HẢI
THS ĐẶNG THỊ THUY DUNG; TS NGUYỄN VĂN HIỆP;
PGS.TS NGUYỄN HOÀNG TÙNG

QUẢN LÝ NGÀNH

- 8** Luật hóa tối đa chính sách về nhà ở
12 “Nhật ký chương trình 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội”
14 Hoàn thiện mô hình Đơn vị ở - một nội dung quan trọng trong đổi mới phương pháp lập quy hoạch

TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG

- 18** Tinh cấp thiết biên soạn tiêu chuẩn thiết kế, thi công, nghiệm thu, bảo dưỡng công trình ngầm đô thị
20 Tự động tính toán hầm theo công nghệ NATM bằng mô hình 3D và khả năng áp dụng thiết kế công trình ngầm đô thị
25 Phương pháp đào hầm mới của Áo và hiện trạng áp dụng ở Việt Nam
30 Sử dụng UDEC dự báo sập lở khi đào hầm qua phay
34 Quy hoạch mặt cắt ngang đường hầm hạ tầng kỹ thuật - kinh nghiệm ở Trung Quốc
38 Tháp thông gió trên mặt đất của công trình tàu điện ngầm và các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan
44 Giải pháp thi công và xi măng trong các dự án công trình ngầm

GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN

- 46** Lấp “khoảng trống” trong giá đến bù!
48 “Đột phá” trong công tác giải phóng mặt bằng: 3 bài học quý từ TP.HCM

GIỚI THIỆU SÁCH MỚI

- 50** Thành phố sâu hơn

DOANH NGHIỆP 4.0

- 51** Cung Triển lãm kiến trúc, quy hoạch xây dựng quốc gia - Nơi tổ chức thành công nhiều sự kiện lớn của ngành Xây dựng
52 Ứng dụng kết cấu liên hợp thép bọc bê tông - kết cấu GUBEAM trong công trình dân dụng

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

- 57** Xác định đặc điểm của tổ chức quản lý dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam
62 Xây dựng hệ thống quản lý chất lượng cho các công trình xây dựng tại Việt Nam
67 Mô hình giàn áo cho dầm bê tông cốt FRP
70 Một số bất cập trong việc xác định chi phí tư vấn đầu tư xây dựng
74 Ảnh hưởng của một số tham số đến hệ số khí động của bảng quảng cáo
80 Phân tích lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả trên góc độ kinh tế cho dự án khu đô thị tại tỉnh Bình Dương
84 Khảo sát trường nhiệt độ bên trong cấu kiện tấm sàn phẳng ở giai đoạn tuổi sớm
90 Hệ số hiệu quả của nhóm cọc 3x3 trong đất dính sử dụng mô hình vật lý tỷ lệ thu nhỏ
96 Nghiên cứu trạng thái ứng suất - biến dạng của móng cọc bê tông cốt thép bằng phần tử hữu hạn 3D
100 Một số giải pháp thoát nước bên vững đang áp dụng tại các đô thị Việt Nam - thực trạng và đề xuất
106 Phân tích ảnh hưởng của số lượng và khoảng cách cọc đến hiệu ứng nhóm trong móng cọc đài thấp
110 Phân tích ứng xử của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ nhật chịu uốn phẳng theo mô hình biến dạng phi tuyến vật liệu
116 Thiết kế tối ưu giàn thép chịu tải trọng động đất sử dụng phân tích trực tiếp
120 Phân tích dao động của kết cấu cầu theo số liệu tải trọng ngẫu nhiên của trạm cân Dấu Giày
124 Phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị: Thực trạng và giải pháp
132 Ảnh hưởng của ngẫu nhiên đặc tính vật liệu tới dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên
135 Nghiên cứu tác dụng của phụ gia dạng sợi đến chỉ tiêu cơ lý cơ bản và đàn hồi nhớt của bê tông Asphalt làm áo đường
142 Phân tích khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình của Lui - Chen chịu tải trọng động
145 Quan điểm về thiết kế kiến trúc resort ven biển, xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên (Trường hợp Phú Hải Resort)
150 Quy định về hiệu quả và đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam
155 Ước tính của dầm quay quanh trục có định và tựa một phần trên nền đàn hồi
160 Nghiên cứu xác định các yếu tố tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội của nhà đầu tư

INDUSTRY MANAGEMENT

- QUANG HA **8** Maximum legalization of housing policy
 TCXD **12** "Diary of 1 million social housing apartments"
 NGUYEN THI HONG VAN **14** Completing the Residential Unit model - an important content in the innovation of planning methods

FROM POLICY TO LIFE

- NGUYEN HUY HIEP **18** The urgency of issuing codes of design, maintenance, construction, and acceptance for urban underground construction
 NGUYEN HUY HIEP, NGUYEN QUY DAT **20** 3D modelling approach of automatic calculation of NATM tunnels and its applicability in urban underground construction
 NGUYEN QUANG PHICH, NGUYEN VAN MANH, DO NGOC THAI, TU DONG XUAN **25** New Austrian tunneling method and current application in Vietnam
 NGUYEN QUANG PHICH, NGUYEN VAN MANH, NGUYEN QUANG MINH, NGUYEN NGOC HUE, TU DONG XUAN **30** Prediction of collapses when tunneling through faults using UDEC
 DAO VIET DOAN, VU DUC QUYET, NGUYEN QUANG PHICH **34** Technical infrastructure tunnel cross-section planning - experience in China
 NGUYEN CHI DAT, TU SY SUA **38** Metro ventilation shafts on the ground and related national regulations
 NGUYEN DANG KHOA **44** Construction solutions and cement in underground projects

PERSPECTIVE TO PRACTICAL

- NGUYEN HOANG LINH **46** Fill the "gap" in the compensation price!
 TRUNG KIEN **48** "Breakthrough" in site clearance: 3 valuable lessons from HCMC

ABOUT NEW BOOK

- AN NHIEU **50** The deeper city

ENTERPRISE 4.0

- 51** National Exhibition Construction Center - The place to successfully organize many major events of the Construction industry
52 Application of steel-concrete composite structure - GUBEAM structure in civil engineering

SCIENTIFIC RESEARCH

- DAO QUOC VIET **57** Identifying characteristics of project management organizations managing construction investment projects using state capital in Vietnam
 CAO VAN HOA **62** Establishing a quality management system for construction projects in Vietnam
 TRAN CAO THANH NGOC **67** Strut-and-tie model for FRP-reinforced concrete beams
 NGUYEN THI TUYET DUNG, VU PHUONG NGAN **70** Some challenges in determining The cost of construction investment consulting
 NGUYEN LE THUY **74** Effect of parameters on aerodynamic coefficient of billboard
 BUI VIET THI **80** Analysis and selection of effective design options from an economic perspective for an urban area project in Binh Duong province
 NGUYEN KHANH HUNG, PHAM THANH TUNG, NGUYEN TUAN TRUNG, TRAN THAI DUONG **84** Examination of temperature field in concrete slab at early age
 TRAN THI PHUONG HUYEN, NGUYEN SY HUNG **90** The efficiency coefficient of 3x3 piles group in cohesion soil using small scaled pile group model
 NGUYEN NGOC THANG, NGUYEN XUAN MINH **96** Study on the stress - strain of pile foundation by 3D finite element
 NGUYEN HUU PHU **100** Sustainable Urban Drainage solutions applying in Vietnam - situation and proposed
 NGUYEN NGOC THANG, THANH VAN THANH **106** Analysis of Influence of Quantity and Spacing of Piles on Group Effects in Low-rise Pile Foundations
 CAO VAN TUAN, TRUONG MY PHAM **110** Analysis of the flexural behavior of reinforced concrete beam with rectangular crosssection according to nonlinear deformation model of material
 MAI SY HUNG **116** Optimization of steel truss structures under seismic loading using direct analysis
 NGUYEN XUAN TOAN, NGUYEN THI KIM LOAN **120** Analysis of structural bridge vibration under random load data from weighing station Dau Giay
 DANG ANH TUAN **124** Decentralization of state management on construction of municipal solid waste treatment works: Situation and solutions
 NGUYEN VAN THUAN **132** Effect of uncertain material property on free vibration of functionally graded material beams
 DO TIEN THO, NGUYEN HUYNH TAN TAI, TRAN VU TU **135** Effects of fiber added on the fundamental and viscoelastic properties of Asphalt mixtures used for pavement coatings
 NGUYEN HAI QUANG **142** Analysis of steel frame with semi - rigid connections by model of Lui - Chen with dynamic load
 LE MAU DUY QUANG **145** Viewpoint about coastal resort architecture design based on natural landscape (Taking Phu-Hai Resort as a case study)
 DINH VAN TRUONG, NGUYEN THE QUAN **150** Regulations on project viability and assessment methods for construction projects funded with stage capital in Vietnam
 NGUYEN CHI THO, LE TRUONG SON, TRAN VAN THUONG, LE HONG HAI **155** Static bending response of rotating beams with partially resting on an elastic foundation
 DANG THI THUY DUNG, NGUYEN VAN HIEP, NGUYEN HOANG TUNG **160** Research to determine the factors affecting the decision to participate in the implementation of investment projects to build social housing

SCIENTIFIC COMMISSION:

Le Quang Hung, Ph.D
 (Chairman of Scientific Board)
Ass.Prof Vu Ngoc Anh, Ph.D
 (Standing Committee)
Prof. Nguyen Viet Anh, Ph.D
Prof. Nguyen To Lang, Ph.D
Prof. Trinh Minh Thu, Ph.D
Prof. Phan Quang Minh, Ph.D
Prof Doan Minh Khoi, Ph.D
Ass.Prof Pham Minh Ha, Ph.D
Ass.Prof Le Trung Thanh, Ph.D
Nguyen Dai Minh, Ph.D
Le Van Cu, Ph.D

EDITOR-IN-CHIEF:

Nguyen Thai Binh

DEPUTY-EDITOR-IN-CHIEF:

Pham Van Dung

OFFICE:

37 LE DAI HANH, HAI BA TRUNG, HANOI

Editorial Board: 024.39740744

Email: banbientapctcd.bxd@gmail.com

Representative Office in Ho Chi Minh City:

No. 14 Ky Dong, District 3, Ho Chi Minh City

Publication:

No: 728/GP-BTTTT date 10th, November/2021

ISSN: 2734-9888

Account: 113000001172

Joint Stock Commercial Bank of Vietnam

Industrial and Commercial Branch,

Hai Ba Trung, Hanoi

Designed by: Thac Cuong

Printed at Quang Minh Company Limited

Address: 418 Bach Mai - Hai Ba Trung - Hanoi

Sử dụng UDEC dự báo sập lở khi đào hầm qua phay

> GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH*, PGS.TS NGUYỄN VĂN MẠNH**,
TS NGUYỄN QUANG MINH**, TS NGUYỄN NGỌC HUỆ***, TS TỪ ĐỒNG XUÂN*

Cho đến nay, đào hầm qua phay (đứt gãy, đới phá hủy) thường xảy ra sập lở đất đá. Nguyên nhân một phần là do không dự báo trước được mức độ sập lở nên vẫn để sập lở xảy ra, rồi tiến hành xử lý theo thực tế ở hiện trường. Sự cố này không chỉ gây tổn thất về kinh tế, đôi khi cả thiết bị và con người và còn làm chậm tiến độ thi công, do vậy cần phải được dự báo trước trong giai đoạn thiết kế. Bài viết giới thiệu kết quả phân tích dự báo sự cố sập lở bằng phương pháp phần tử rời rạc với khối đá và phay được mô hình hóa cấu thành từ hệ các phần tử rời rạc hay các khối nứt.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cho đến nay, nhiều công trình ngầm thủy điện và hầm giao thông đã được xây dựng ở nước ta. Do điều kiện địa chất luôn phức tạp và đa dạng, nên nhiều sự cố đã xảy ra ở các dạng khác nhau như: sạt trượt đá, sập lở hay trượt lở [1,2] gây nhiều thiệt hại về kinh tế, thậm chí cả thiết bị thi công và con người và làm chậm tiến độ thi công. Các biện pháp xử lý sau đó thường là củng cố gương đào, khoan phun lấp đầy và khoan phụt gia cố.

Với các chủ trương và kế hoạch xây dựng các tuyến đường bộ và đường sắt cao tốc, nhiều đường hầm sẽ được xây dựng [3,4]. Để có thể góp phần hạn chế các sự cố sập hầm, hạn chế thiệt hại về kinh tế, đảm bảo tiến độ thi công, trong bài này giới thiệu kết quả mô phỏng số hiện tượng sập lở khi đào hầm qua phay bằng phương pháp phần tử rời rạc [5,6]. Từ các kết quả dự

báo, có thể áp dụng phương pháp khoan phun, kết hợp kết cấu neo, cọc để tạo vùng gia cố trước trong phay hay đới phá hủy trong phạm vi dự báo sập lở hoặc phương pháp neo tiến trước (hay vượt trước), kết hợp khung thép và bê tông phun, tạo nên kết công chống bảo vệ, để đảm bảo khi đào tránh được sập lở. Việc thiết kế các kết cấu gia cố hay chống trước khi đào có thể tham khảo trong các tài liệu [7,8,9,10,11,12].

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ RỜI RẠC UDEC

UDEC (Universal Distinct Element Code) là một chương trình số thuộc nhóm các chương trình phần tử rời rạc. UDEC cho phép mô hình hóa khá đa dạng các đặc điểm cơ học của khối đá là tập hợp từ các khối nứt, với cấu trúc địa chất đặc trưng là các mặt phân cách, các khe nứt [5,6], cụ thể:

- Các khối nứt có thể là cứng tuyệt đối hoặc biến dạng được;
- Các định luật vật liệu (mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng) bất kỳ đối với cả khối nứt và mặt phân cách, các khe nứt;
- Thích ứng giải các bài toán động lực;
- Liên kết bài toán thủy, khí, nhiệt động học với cơ học và kể cả các quá trình không dừng;
- Liên kết với phương pháp phần tử biên (BEM Boundary Element Method) để mô phỏng chính xác hơn điều kiện biên;
- Khởi tạo tự động các hệ khe nứt ngẫu nhiên.

Khối đá được mô phỏng là tập hợp của các khối nứt rời rạc (phần tử riêng rẽ). Các mặt phân cách, các khe nứt, được coi là các mặt liên kết, tiếp xúc giữa các phần tử riêng rẽ, nghĩa là đặc điểm không liên tục được lập luận ở dạng các điều kiện biên.

(*)Đại học Văn Lang; (**)Đại học Mở Địa chất;

(***)Đại học Thủ Dầu Một



hợp các khối nút chịu nén được xác định bằng một loạt phép tính theo trình tự chuyển động của khối nút. Chuyển động của khối nút hình thành do lan truyền các vận động hỗn loạn trong hệ thống khối nút, gây ra bởi các lực tác dụng cũng như tự trọng. Đây là một quá trình động lực học. Tốc độ lan truyền phụ thuộc vào tính chất vật lý của hệ thống các phần tử rời rạc được khảo sát.

Biểu hiện động lực học được thực hiện bằng thuật toán tính từng bước theo thời gian. Các bước tính có số gia thời gian hữu hạn với giả thiết rằng tốc độ và gia tốc là không đổi trong mỗi bước tính. Với giả thiết bước tính có số gia thời gian đủ nhỏ nên trong một bước tính không có sự lan truyền chuyển động hỗn loạn từ một phần tử sang phần tử lân cận.

Sơ đồ tính toán tương tự như khi sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn dạng tường minh cho môi trường liên tục. Số gia thời gian được sử dụng cho cả các vị trí tiếp xúc và các khối nút.

Việc tính toán thực hiện có tính luân chuyển sử dụng mối quan hệ giữa lực và chuyển vị ở mọi điểm tiếp xúc và định luật 2 Newton cho các khối nút. Quan hệ giữa lực và chuyển vị được sử dụng để xác định lực tiếp xúc khi đã biết (hay đã xác định) dịch chuyển. Định luật 2 Newton cho biết chuyển động của khối nút gây ra bởi các lực tác dụng vào chúng đã biết hay đã xác định. Trường hợp coi khối nút là các vật thể biến dạng, chuyển động sẽ được tính tại các điểm nút của các phần tử tam giác biến dạng hữu hạn, chia trong các khối nút. Từ đó, bằng các định luật vật liệu đặc trưng cho đá sẽ nhận được quy luật phân bố ứng suất trong khối nút.

Chuyển động của từng khối nút được xác định bởi giá trị và hướng của lực và mô men toàn phần tác dụng lên khối nút. Ví dụ, trong trường hợp chuyển động một chiều của một khối lượng m chịu tác dụng của một lực biến đổi $F(t)$. Định luật 2 Newton viết ở dạng:

$$\frac{du}{dt} = \frac{F}{m} \quad (1)$$

với u là tốc độ, t là thời gian.

Sơ đồ sai phân trung tâm cho số hạng bên trái của (1) tại thời điểm t có thể biểu thị ở dạng:

$$\frac{du}{dt} = \frac{u^{(t+\Delta t/2)} - u^{(t-\Delta t/2)}}{\Delta t} \quad (2)$$

Đưa (2) vào (1) và sắp xếp lại nhận được:

$$u^{(t+\Delta t/2)} - u^{(t-\Delta t/2)} = \frac{F^{(t)}}{m} \Delta t \quad (3)$$

Như vậy với tốc độ đã có trước tại thời điểm bằng $1/2$ số gia thời gian có thể xác định được dịch chuyển theo biểu thức:

$$u^{(t+\Delta t)} = u^{(t)} + u^{(t+\Delta t/2)} \Delta t \quad (4)$$

Vì lực tác dụng liên quan với dịch chuyển, nên lực tác dụng và dịch chuyển được tính đồng thời cho cùng một thời điểm. Trường hợp bài toán hai chiều, khối nút chịu tác dụng của các lực khác nhau và tự trọng, phương trình tốc độ dịch chuyển có dạng:

$$\begin{aligned} u_i^{(t+\Delta t/2)} - u_i^{(t-\Delta t/2)} &= \left(\sum \frac{F^{(t)}}{m} + g_i \right) \Delta t \\ \dot{\theta}^{(t+\Delta t/2)} - \dot{\theta}^{(t-\Delta t/2)} &= \left(\frac{\sum M^{(t)}}{I} \right) \Delta t \end{aligned} \quad (5)$$

Trong đó θ : Tốc độ góc của khối so với trọng tâm; I : mô men quán tính của một khối nút; $\sum M$: Mô men tổng cộng tác

dụng lên khối nút; u_i : Các tốc độ dịch chuyển thành phần; g_i : Các thành phần của gia tốc trọng trường; Chỉ số i thể hiện thành phần của đại lượng vật lý trong tọa độ Đề các.

Từ tốc độ mới xác định ở phương trình (5), sẽ xác định được vị trí mới của khối nút:

$$\begin{aligned} X_i^{(t+\Delta t)} &= x_i^{(t)} + \dot{u}_i^{(t+\Delta t/2)} \Delta t \\ \theta^{t+\Delta t} &= \theta^{(t)} + \dot{\theta}^{(t+\Delta t/2)} \Delta t \end{aligned} \quad (6)$$

với θ : Góc quay quanh trọng tâm khối nút; x_i : Tọa độ của trọng tâm của khối nút.

Biểu hiện của mặt phân cách (khe nứt) được mô phỏng bởi các mối quan hệ khác nhau. Chẳng hạn theo phương pháp tuyến quan hệ giữa ứng suất và dịch chuyển được giả định là tuyến tính theo biểu thức:

$$\Delta \sigma u = -k_n \Delta u_n \quad (7)$$

với: $\Delta \sigma_n$: Số gia ứng suất pháp tuyến hiệu dụng; Δu_n : Số gia dịch chuyển pháp tuyến; k_n : Hệ số độ cứng pháp tuyến trên mặt khe nứt.

Khả năng chịu kéo σ_k được coi là giới hạn, do vậy, khi ứng suất tác dụng vượt quá độ bền kéo $\sigma_n < \sigma_k$ thì ngầm định $\sigma_n = 0$.

Tương ứng như vậy đối với tác dụng trượt. Chẳng hạn giả thiết khả năng chống trượt là cố định, sử dụng hệ số điều khiển k_s (độ cứng tiếp tuyến) đối với ứng suất tiếp τ_s , cho phép được xác định qua lực dính kết đơn vị c và góc ma sát φ .

Khi đó, nếu:

$$|\tau_s| \leq c + \sigma_n \tan \varphi = \tau_{\max} \quad \text{thì: } \Delta \tau_s = -k_s u_s^e \quad (8)$$

hoặc khi:

$$|\tau_s| \geq \tau_{\max} \quad \text{thì: } \tau_s = \text{signum}(\Delta u_s) \tau_{\max} \quad (9)$$

với Δu_s^e : thành phần đàn hồi của số gia biến dạng trượt;

Δu_s : Số gia biến dạng trượt toàn phần.

Biến dạng của các khối nứt được mô phỏng tùy thuộc vào giả thiết coi khối nứt là cứng tuyệt đối hay có thể biến dạng. Khi coi là cứng tuyệt đối thì hình dạng và kích thước khối nứt là không đổi. Giả thiết này sử dụng khi dịch chuyển của hệ thống được xác định chính bởi các mặt phân cách. Trường hợp các khối nứt là vật thể biến dạng, các khối được chia ra thành các phần tử tam giác sai phân hữu hạn.

Các đỉnh của các phần tử là điểm nút và phương trình chuyển động cho mỗi nút có dạng sau:

$$\ddot{u}_i = \frac{\int_s \sigma_{ij} n_j d_s + F_i}{m} + g_i \quad (10)$$

với s : Mặt chứa khối m giới hạn bởi các nút; n_j : Phương pháp tuyến của s ; F_i : Tổng hợp tất cả ngoại lực tại các nút; g_i : Gia tốc trọng trường.

Nếu vật thể ở trạng thái cân bằng, tổng hợp lực của các nút bằng 0, ngược lại các nút sẽ dịch chuyển theo định luật 2 Newton ở dạng sai phân hữu hạn:

$$\ddot{u}_i^{(t+\Delta t/2)} = \ddot{u}_i^{(t-\Delta t/2)} + \sum F_i^{(t)} \frac{\Delta t}{m} \quad (11)$$

Tại mỗi bước tính theo thời gian, biến dạng thẳng và xoay được xác định theo dịch chuyển của các nút ở dạng quen biết.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2} (\dot{u}_{i,j} + \dot{u}_{j,i}) \\ \dot{\theta}_{ij} &= \frac{1}{2} (\dot{u}_{i,j} - \dot{u}_{j,i}) \end{aligned} \quad (12)$$

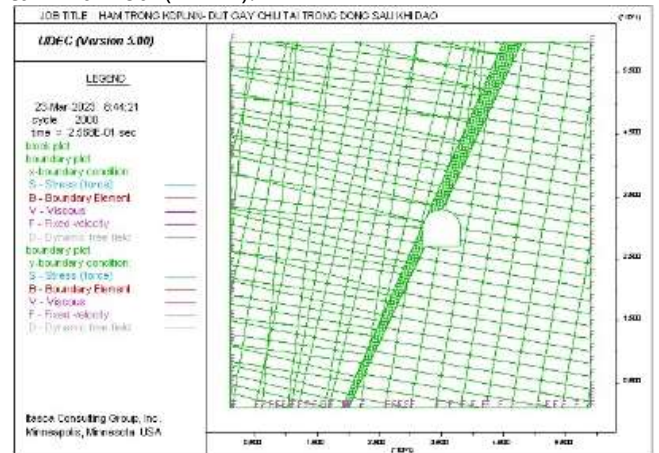
Định luật vật liệu cho các khối biến dạng được sử dụng ở dạng số gia và các định luật phi tuyến đều được xét đến đơn giản. Ví dụ khi coi các khối là đàn hồi:

$$\Delta \sigma_{ij}^e = \lambda \Delta \varepsilon_{ij} \delta_{ij} + 2\mu \Delta \varepsilon_{ij} \quad (13)$$

với λ, μ : Các hằng số Lamé; $\Delta \sigma_{ij}^e$: Số gia đàn hồi của tenxơ ứng suất; $\Delta \varepsilon_{ij}$: Số gia của tenxơ biến dạng.

3. MÔ HÌNH KHẢO SÁT VÀ KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Trong ví dụ mô phỏng khối đá có phay (hay đứt gãy, đới phá hủy) gồm ba vùng cấu thành từ các hệ khe nứt có góc cắm -10° và 80° (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bài toán mô phỏng hầm đào qua phay.

Các đặc điểm hình học của các hệ khe nứt tại các vùng được tổng hợp trong Bảng 1. Các tính chất cơ học của các khối nứt và các mặt khe nứt (hệ số độ cứng pháp tuyến k_n và độ cứng tiếp tuyến k_s) được tổng hợp trong Bảng 2.

Bảng 1. Các tham số hình học của các hệ khe nứt.

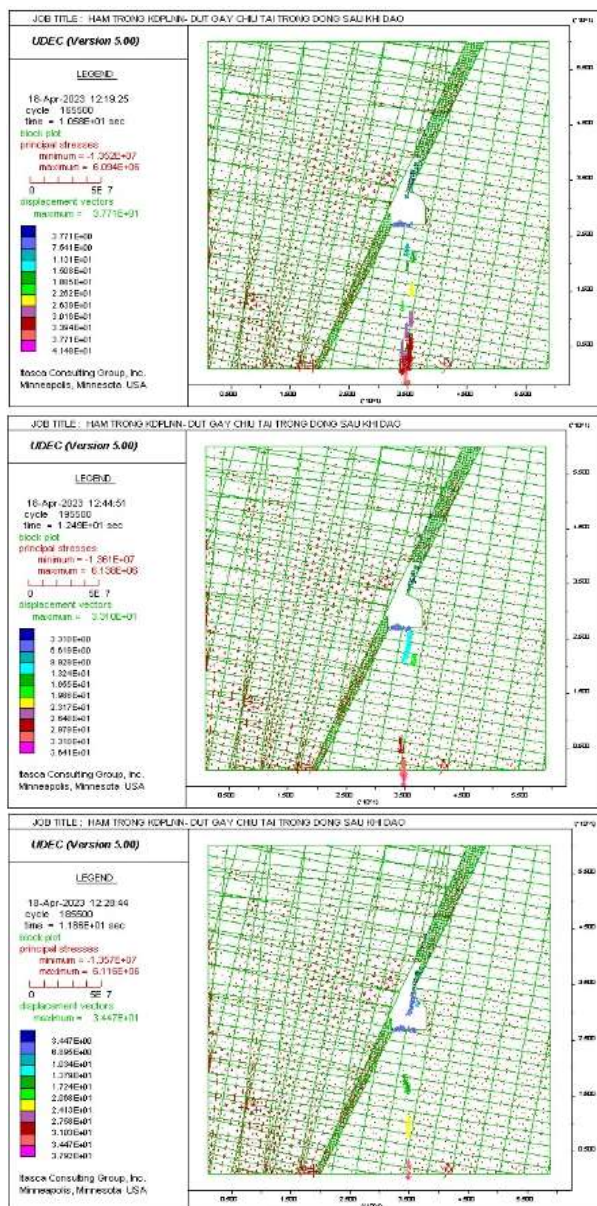
Các tham số vật liệu	Vùng trái	Phay	Vùng phải
Góc cắm (độ)	$-10^\circ \pm 5^\circ$ và $80^\circ \pm 5^\circ$	-10° và 80°	-10° và 80°
Khoảng giữa các khe nứt (m)	1,5 và 2,5	0,5 và 0,5	2,0 và 4,0

Trên Hình 2 giới thiệu một vài hình ảnh về kết quả mô phỏng, lựa chọn từ các kết quả nhận được trong quá trình trình bày của bài toán. Sự phân bố của trạng thái ứng suất được thể hiện qua hai thành phần ứng suất chính σ_1 và σ_2 (bởi hai gạch chéo màu đỏ, thể hiện cường độ và phương tác dụng). Trạng thái dịch chuyển thể hiện qua các véc tơ dịch chuyển u (cường độ thể hiện bởi màu của các véc tơ, hướng

dịch chuyển theo chiều mũi tên). Quá trình sập lở xảy ra theo thời gian, tương ứng với các bước tính lặp. Trạng thái cuối cùng cho phép xác định được biên của vùng sập lở.

Bảng 2. Các tham số cơ học của các khối nứt và các hệ khe nứt

Các tham số vật liệu	Vùng trái	Phay	Vùng phải
Mật độ (g/cm^3)	2,5	2,4	2,65
Mô đun nén thể tích K (GPa)	16,667	0,116	16,667
Mô đun trượt G (GPa)	10,000	0,111	10,000
Góc ma sát trong φ (độ)	30	20	25
Lực dính đơn vị c (kPa)	1,0	0	0,6
Hệ số độ cứng pháp tuyến k_n (GPa/m)	2,0	$5 \cdot 10^{-2}$	2,2
Hệ số độ cứng tiếp tuyến k_s (GPa/m)	1,0	$4 \cdot 10^{-2}$	1,5
Góc ma sát trên mặt khe nứt φ_{kn} (độ)	40	20	25



Hình 2. Một vài hình ảnh về dự báo quá trình sập lở khi hầm đào qua phay.

4. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Kết quả nhận được cho phép rút ra nhận xét sau:

1) Với công cụ mô phỏng số hiện đại, cụ thể là phương pháp phần tử rời rạc, hoàn toàn có thể dự báo được mức độ dịch chuyển, phá hủy, sập lở có thể xảy ra khi thi công công trình ngầm qua phay;

2) Trên cơ sở dự báo bằng mô phỏng số có thể xác định định tính và định lượng về mức độ xảy ra sự cố, từ đó cho phép có thể đề xuất được giải pháp phòng và tránh hợp lý, không để xảy ra sập lở lớn rồi sau đó mới khắc phục.

Trong thực tế, nếu dự báo được mức độ sập lở có thể xảy ra, người thiết kế có thể lựa chọn các giải pháp chống giữ và gia cố khối đá trước khi đào như: cắm neo, cắm cọc tiến trước kết hợp với khung thép, bê tông phun, hoặc trong trường hợp nghiêm trọng cần tiến hành khoan phụt trước khi đào để gia cố đối phá hủy, kết hợp với khoan cắm neo, cọc tiến trước, khung thép và bê tông phun.

Công cụ mô phỏng số thực sự hữu ích trong việc dự báo tai biến địa chất, do vậy cần được quy định bắt buộc phải được áp dụng trong giai đoạn thiết kế. Và trong giải trình thiết kế cần thể hiện đầy đủ các kết quả tính toán, mô phỏng số.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Nguyễn Quang Phích và nnk. Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ đề tài "Nghiên cứu ứng dụng và phát triển mô hình phân tích, dự báo tai biến địa chất - kỹ thuật đối với công trình ngầm, công trình khai thác mỏ ở Việt Nam", mã số: ĐT.NCCB-ĐHUD.2011-G/13. Hà Nội - 2015.
- [2] Nguyễn Quang Phích và nnk. Tai biến địa chất - kỹ thuật trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 21, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, 14/11/2014. Tr. 191-199.
- [3]. Cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA), Bộ GTVT Việt Nam. Quy hoạch Tổng thể Đường bộ Cao tốc Bắc - Nam. Báo cáo cuối cùng. Tháng 5/2010.
- [4] Cơ quan hợp tác quốc tế nhật bản (JICA), Tổng công ty Đường sắt Việt Nam (VNR). Nghiên cứu lập dự án cho các Dự án Đường sắt các tốc đoạn Hà Nội - Vinh và TP.HCM - Nha Trang. Tháng 3/2014.
- [5] Itasca (2011). UDEC User's Guide (Version 5.0). Minneapolis:Itasca Consulting Group Inc. Third Edition March 2011.
- [6] Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Đỗ Ngọc Anh. Phương pháp số - Chương trình Plaxis 3D và UDEC. NXB Xây dựng. Hà Nội 2007.
- [7] Knut F. Garshol. Pre-Excavation Grouting in Rock Tunneling. Copyright MBT International Underground Construction Group, Division of MBT (Switzerland) Ltd., 2003.
- [8] BASF. Pre-Excavation Grouting in Tunneling. Copyright © BASF Construction Chemicals Europe Ltd., 2011 4th edition, December 2011.
- [9] Neher, Kogler. Injektionstechnik im Tunnelbau. ETH Zürich 13.12.2012
- [10] Norwegian Tunnelling Society. Norwegian tunnelling technology Publication No. 23. 2014.
- [11] Nguyễn Quang Phích. Cơ học công trình ngầm. Đại học Mỏ - Địa chất 1999.
- [12] Nguyễn Duy Giảng và nnk. Nghiên cứu, đề xuất kết cấu chống gia cố hợp lý khi thi công đường hầm ô tô Nam Cường trên tuyến đường cao tốc Nội Bài - Lào Cai. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 21, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, 14/11/2014. Tr 45-52.