

TỔNG BIÊN TẬP
GS. TS. NGUYỄN TRƯỜNG TIẾN

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
PGS.TS. NGHIÊM HỮU HẠNH
PGS.TS. ĐOÀN THẾ TƯỜNG

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

PGS.TS. ĐÀO VĂN CANH
PGS.TS. ĐẶNG HỮU DIỆP
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
GS.TSKH. BÙI ANH ĐỊNH
PGS.TS. LÊ PHƯỚC HẢO
TS. PHẠM QUANG HƯNG
PGS.TS. NGUYỄN BÁ KẾ
TS. PHÙNG ĐỨC LONG
GS. NGUYỄN CÔNG MẮN
PGS.TS. NGUYỄN HỒNG NAM
PGS.TS. NGUYỄN SỸ NGỌC
GS.TS. VŨ CÔNG NGŨ
GS.TS. MAI TRỌNG NHUẬN
PGS.TS. VÕ PHẤN
PGS.TS. NGUYỄN HUY PHƯƠNG
PGS.TS. NGUYỄN VĂN QUANG
GS.TSKH. NGUYỄN VĂN QUẢNG
PGS.TS. ĐOÀN MINH TÂM
GS.TS. TRẦN THỊ THANH
PGS.TS. VƯƠNG VĂN THÀNH
GS.TS. LÊ ĐỨC THẮNG
TS. TRẦN XUÂN THỌ
TS. ĐINH NGỌC THÔNG
GS.TSKH. NGUYỄN VĂN THƠ
PGS.TS. TRỊNH MINH THỤ
TS. NGUYỄN ĐÌNH TIẾN
GS.TS. ĐỖ NHƯ TRÁNG
TS. TRẦN VĂN TƯ
TS. TRẦN TÂN VĂN
GS.TSKH. PHẠM XUÂN

Giấy phép xuất bản số 1358/GPXB -
Ngày 8-6-1996, Bộ Văn hóa - Thông tin
Cơ quan xuất bản: Viện Địa kỹ thuật
(Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam)
38 phố Bích Câu - Đống Đa - Hà Nội
Tel: 04. 22141917, 22108643; Fax: 04.37325213
Email: tapchidkt@yahoo.com.vn; viendkt@vusta.vn
Website: www.vgi-vn.com

Xuất bản 3 tháng 1 kỳ
Nộp l-u chiểu: tháng Sáu 2012
In tại Công ty in Thủy lợi

Ảnh bìa 1: Một góc đảo Lý Sơn

Ảnh: Internet

Giá: 20.000 đ

Tạp chí ĐỊA KỸ THUẬT

ISSN - 0868 - 279X
NĂM THỨ 16
SỐ 2 NĂM 2012

MỤC LỤC

- NGUYỄN CHIẾN, PHẠM QUANG ĐÔNG:** Ứng dụng ph-ong pháp cố kết hút chân không xử lý nền đất yếu khi xây dựng công trình thủy lợi vùng ven biển 3
- TRẦN XUÂN THỌ, NGUYỄN CÔNG HUÂN:** Phân tích ảnh h-ởng của hố móng đào sâu đến ổn định móng nông công trình lân cận 10
- PHẠM ĐÌNH:** Nghiên cứu giải pháp chỉnh trị đoạn sông Hồng qua Hà Nội 8
- TRƯƠNG VĂN BỐN:** Một số kết quả điều tra nghiên cứu đánh giá biến động hình thái cửa sông Nhật Lệ - Quảng Bình phục vụ công tác qui hoạch và khai thác bền vững 23
- LÊ HUY HOÀNG:** Định hình hóa mức độ phức tạp khai thác quặng apatit Lào Cai 28
- NGUYỄN VĂN HOÀNG, NGUYỄN CẢNH THÁI, LÊ THÀNH CÔNG:** Nghiên cứu ổn định mái dốc kênh Văn Phong - Bình Định trong điều kiện địa chất công trình phức tạp 38
- LƯƠNG XUÂN BÌNH:** Phát triển ph-ong pháp cân bằng giới hạn tổng quát tính ổn định mái dốc khi có xét đến n-ớc ngầm 47
- TRẦN TUẤN MINH, NGUYỄN DUYÊN PHONG, NGUYỄN VIỆT ĐỊNH, PHẠM VĂN THƯƠNG:** Xây dựng quy luật biến đổi cơ học của đất đá xung quanh đ-ờng hầm trên cơ sở phần mềm ph-ong pháp số 54

EDITOR-IN-CHIEF**Prof.,Dr. NGUYEN TRUONG TIEN****DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF****Assoc. Prof., Dr. NGHIEM HUU HANH****Assoc. Prof.,Dr. DOAN THE TUONG****EDITORIAL BOARD**

Assoc.Prof. Dr. DAO VAN CANH
 Assoc. Prof.,Dr. DANG HUU DIEP
 Assoc.Prof. Dr. PHUNG MANH DAC
 Prof.,D.Sc. BUI ANH DINH
 Assoc. Prof.,Dr. LE PHUOC HAO
 Dr. PHAM QUANG HUNG
 Assoc. Prof.,Dr. NGUYEN BA KE
 Dr. PHUNG DUC LONG
 Prof. NGUYEN CONG MAN
 Assoc. Prof. Dr. NGUYEN HONG NAM
 Assoc. Prof.,Dr. NGUYEN SY NGOC
 Prof.,Dr. VU CONG NGU
 Prof.,Dr. MAI TRONG NHUAN
 Assoc. Prof.,Dr. VO PHAN
 Assoc. Prof.,Dr. NGUYEN HUY PHUONG
 Assoc. Prof.,Dr. NGUYEN VAN QUANG
 Prof.,D.Sc. NGUYEN VAN QUANG
 Assoc., Prof. Dr. DOAN MINH TAM
 Prof., Dr. TRAN THI THANH
 Assoc. Prof.,Dr.VUONG VAN THANH
 Prof.,Dr. LE DUC THANG
 Dr. TRAN XUAN THO
 Dr. DINH NGOC THONG
 Prof.,D.Sc. NGUYEN VAN THO
 Assoc. Prof. Dr. TRINH MINH THU
 Dr. NGUYEN DINH TIEN
 Prof., D. DO NHU TRANG
 Dr. TRAN VAN TU
 Dr. TRAN TAN VAN
 Prof.,D.Sc. PHAM XUAN

Printing licence No 1358/GPXB
 dated 8 June 1996 by the Minister of Culture and Information
 Published by the Vietnam Geotechnical Institute (Vietnam
 Union of Science and Technology Associations)
 Add: 38 Bich Cau, Dong Da, Hanoi
 Tel: 04.22141917, 22108643, Fax: 04. 37325213
 Email: tapchidkt@yahoo.com.vn; viendkt@vusta.vn
 Website: www.vgi-vn.com
 Copyright deposit: June 2012

VIETNAM GEOTECHNIAL JOURNAL

ISSN - 0868 - 279X

VOLUME 16

NUMBER 2 - 2012

CONTENTS

NGUYEN CHIEN- PHAM QUANG DONG: Application of vacuum consolidation method to improve soft soil for hydraulic works in the sea coast area	3
TRAN XUAN THO; NGUYEN CONG HUAN: Analysing the effect of deep excavation on the stability of surrounding shallow foundations	10
PHAM BINH: Study on measures dealing with the Red River - the Hanoi passage	18
TRUONG VAN BON: Some results obtained from researches, investigation and evaluation on the morphological changes of the Nhat Le River's estuary to serve planning and sustainable resource exploitation	23
LE HUY HOANG: Typefication of complication level on exploitation of LaoCai apatite	28
NGUYEN VAN HOANG;NGUYEN CANH THAI; LE THANH CONG: Study on slope stability of the Van Phong irrigation canal system - Binh Dinh province under complicated geotechnical conditions	38
LUONG XUAN BINH: Development of Generalized Limit Equilibrium Method for Analysis of Slope Stability with Consideration of groundwater	47
TRAN TUAN MINH, NGUYEN DUyen PHONG, NGUYEN VIET DINH; PHAM VAN THUONG: Establishing the rules of mechanical changes of rocks-soils surrounding tunnel based on the digital software method	54

XÂY DỰNG QUY LUẬT BIẾN ĐỔI CƠ HỌC CỦA ĐẤT ĐÁ XUNG QUANH ĐƯỜNG HẦM TRÊN CƠ SỞ PHẦN MỀM PHƯƠNG PHÁP SỐ

TRẦN TUẤN MINH, NGUYỄN DUYÊN PHONG*
NGUYỄN VIỆT ĐỊNH**
PHẠM VĂN THƯƠNG***

Establishing the rules of mechanical changes of rocks-soils surrounding tunnel based on the digital software method

***Abstract:** Stress value – changes surrounding hidden space of tunnel after excavation is one of the most concerned parameter by the rock mechanics. Analytic, monitoring survey methods can be used to study the rule. However the analytic method can applied to simple environment of rocks, cross dimension of tunnel is also simple. The group of monitoring survey is very complicated and costly. At present day, owing to computerization and technology development the digital method are widely applied to solve geotechnical problems. Digital method is used to analyze, simulate, and account all the parameters of tunnel structure. The author introduces establishment of mechanical changing rules surrounding tunnel basing on digital software method.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc xây dựng đường hầm trong môi trường đất đá làm thay đổi đặc tính ban đầu của đất đá, dẫn đến hình thành và tồn tại một trạng thái ứng suất mới đồng thời với nó là việc gây ra các dịch chuyển, biến dạng vào trong khoảng trống công trình ngầm [2, 3, 4, 7, 8]. Để đảm bảo sử dụng khoảng trống công trình ngầm một cách an toàn và hiệu quả, đa phần các đường hầm sau khi khai đào đều phải được lắp đặt kết cấu chống giữ ở phía bên trong đường hầm để đảm bảo tính an toàn khi sử dụng đường hầm. Việc nghiên cứu, tính toán và thiết kế kết cấu chống

giữ đường hầm có liên quan mật thiết tới sự biến đổi của giá trị ứng suất và biến dạng xung quanh đường hầm. Để xác định ứng suất biến dạng xung quanh đường hầm hiện nay có thể sử dụng các phương pháp như giải tích, quan trắc đo đạc và nhóm các phương pháp số. Tuy nhiên, phương pháp giải tích thường chỉ giải được trong những môi trường đất đá giả thiết đơn giản, đường hầm có tiết diện ngang đơn giản, còn nhóm phương pháp quan trắc đo đạc thì phức tạp và tốn kém. Ngày nay dưới sự phát triển của máy tính và khoa học công nghệ, phương pháp số ngày càng được ứng dụng rộng rãi hơn trong quá trình giải các bài toán địa kỹ thuật. Một trong những vấn đề mà cơ học đá quan tâm là quy luật biến đổi cơ học (sự thay đổi các giá trị ứng suất - biến dạng) xung quanh các khoảng trống ngầm sau khi khai đào. Khi biết được quy luật thay đổi này sẽ giúp ích cho người thiết kế kết cấu chống giữ cũng như giữ

* Trường đại học Mỏ - Địa chất - Hà Nội
Đông Ngạc - Từ Liêm - Hà Nội

** Viện khoa học công nghệ mỏ, TKV
3 Phan Đình Giót - Thanh Xuân - Hà Nội

*** Công ty than Dương Huy, TKV

ổn định đường hầm một cách có hiệu quả. Các lời giải lý thuyết trước đây thường chỉ giải cho trường hợp đường hầm có hình dạng đơn giản như tròn, elíp, chữ nhật trong môi trường đất đá đơn giản như đàn hồi, đẳng hướng, không có tính phân lớp... Tuy nhiên, trong thực tế đường hầm lại có hình dạng phức tạp, được xây dựng trong điều kiện địa chất thay đổi liên tục nên các lời giải lý thuyết đã lộ rõ những nhược điểm và hạn chế của mình. Trong tương lai gần, người sử dụng sẽ dùng nhiều tới các phương pháp số để phân tích và mô phỏng khi tính toán và thiết kế kết cấu chống giữ đường hầm. Bài báo giới thiệu việc xây dựng quy luật biến đổi cơ học xung quanh đường hầm trên cơ sở phần mềm phương pháp số. Đây cũng là cơ sở ban đầu để thiết kế chống giữ ổn định cho các đường hầm [9, 11].

2. TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM PHƯƠNG PHÁP SỐ

Sự phát triển của khoa học kỹ thuật, máy tính và các thiết bị kỹ thuật tính toán hiện đại ra đời và phát triển ngày nay cho phép xây dựng phân tích, tính toán một cách tiện lợi, nhanh chóng hơn các kết quả phân tích so với các phương pháp trước đây. Các phương pháp số hiện nay có thể kể đến như là: Nhóm các phương pháp phân tích số dựa trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn, phương pháp phần tử biên, phương pháp sai phân hữu hạn, phần tử rời rạc...

- Phương pháp phần tử hữu hạn (FEM)

Trong phương pháp này khối đá được mô hình là liên tục, tính chất không liên tục của đất đá cũng có thể mô phỏng được. Các phần tử ban đầu được rời rạc và được kết nối với nhau tại các nút, mỗi một phần tử có kích thước là hữu hạn [1, 10]. Mỗi quan hệ ứng suất - biến dạng được định nghĩa bằng một quy luật tương ứng. Phương pháp này có lợi khi giải quyết các vấn đề có tính dị hướng hay biểu hiện của vật liệu không đàn hồi từ các mô hình của mỗi phần tử với các hàm đặc tính của vật liệu riêng. Chương trình đại diện cho nhóm phương pháp này có thể kể đến là Phase, Plaxis... [4, 6, 8].

- Phương pháp sai phân hữu hạn (FDM)

Phương pháp này cũng gần giống như phương pháp phần tử hữu hạn, sự khác nhau ban đầu nằm ở sự gần đúng để giải quyết các tham số chưa biết. Phương pháp sai phân hữu hạn dựa trên cơ sở của sự gần đúng các hàm toán học, được xây dựng trên cơ sở cho một thời gian đủ nhỏ trên bề mặt của các điểm nút với các phần tử trung gian bên cạnh. Việc tính toán của phương pháp sai phân hữu hạn được sử dụng để giải các bài toán động và chứa nước. Lợi ích của phương pháp sai phân hữu hạn là không có các ma trận toán học nên chu trình tính toán nhanh không cần bộ nhớ và tốc độ máy tính cao. Đại diện cho nhóm này là các chương trình PLAC 2D, PLAC 3D.

- Phương pháp phần tử biên (BEM)

Trong phương pháp này khối đá được xem là liên tục và giả thiết với các biến dạng vô cùng nhỏ ở xa vô cùng xung quanh biên hầm. Chương trình đại diện cho phương pháp phần tử biên BEM thường được sử dụng ngày nay là Examine 2D, 3D.

- Phương pháp phần tử rời rạc (DEM)

Trái ngược với phương pháp phần tử hữu hạn, sai phân hữu hạn và phương pháp phần tử biên, phương pháp này có khả năng mô phỏng các dịch chuyển dọc trên các khe nứt, các khối đá mô phỏng có thể tự do xoay và dịch chuyển nên kết quả sinh động và dễ quan sát hơn các phương pháp trên. Chương trình điển hình hiện nay được sử dụng là UDEC.

3. XÂY DỰNG QUY LUẬT BIẾN ĐỔI CƠ HỌC XUNG QUANH ĐƯỜNG HẦM SAU KHAI ĐÀO TRÊN CƠ SỞ PHẦN MỀM PHƯƠNG PHÁP SỐ

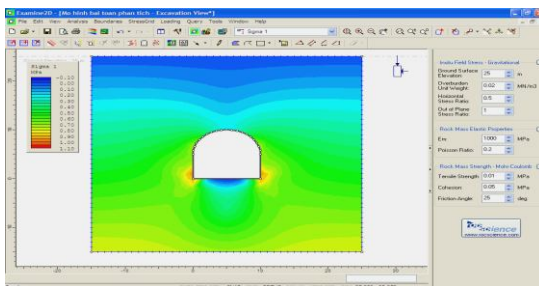
Phương pháp số có thể tính toán và xác định được các giá trị ứng suất, biến dạng cho mọi môi trường: nứt nẻ, liên tục, mềm yếu hay cứng vững gần đúng với thực tế thi công công trình. Để xác định được quan hệ ứng suất biến dạng, đầu tiên ta sử dụng phương pháp số xác định các giá trị ứng suất biến dạng tại các điểm khác nhau xung quanh đường hầm. Sau đó, tiến hành lập bảng

biểu, sử dụng phương pháp xác suất thống kê để thiết lập được quy luật biến đổi của quan hệ ứng suất biến dạng xung quanh đường hầm.

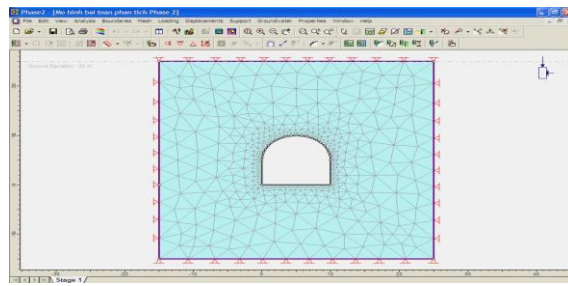
Trong bài báo này sử dụng 2 phần mềm phương pháp số là Examine 2D và Phase 2 [4, 6, 12]. Để tiện cho việc phân tích và so sánh kết quả giữa hai phần mềm cũng như kiểm tra tính chính xác cho nghiên cứu cần lưu ý, đầu vào cho phân tích với hai phần mềm là hoàn toàn giống nhau. Tổng hợp đầu vào cho bài toán nghiên cứu thể hiện như trong bảng 1.

Chiều rộng biên nghiên cứu trong trường

hợp này lấy bằng 15m tính từ biên hầm, vì từ 20m trở đi thì ứng suất gần như không thay đổi so với trạng thái ứng suất nguyên sinh ban đầu. Mặt khác, vì đường hầm nằm ở độ sâu 25m nên trên các biên vùng nghiên cứu có thể tùy theo điều kiện bài toán thực tế để mô phỏng, ở bài toán này giả sử trong trường hợp biên nghiên cứu được cố định. Vì đã cố định nên vùng đất đá phía trên không có ảnh hưởng đến mô hình nghiên cứu nên ở trong phần chiều cao bề mặt đất tương đương sẽ là 25m như trong mô hình.



a) Mô phỏng bằng Examine 2D



b) Mô phỏng bằng Phase 2

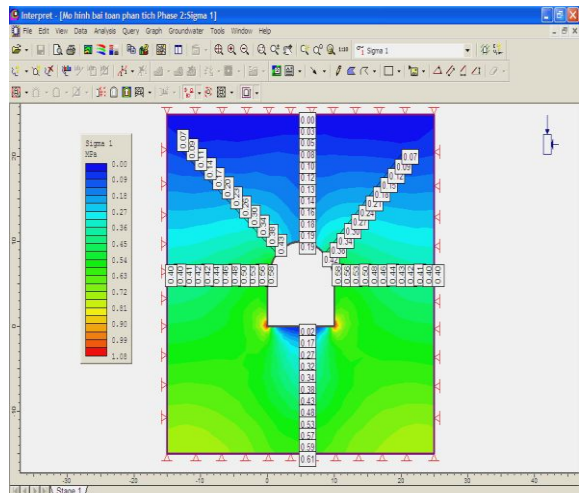
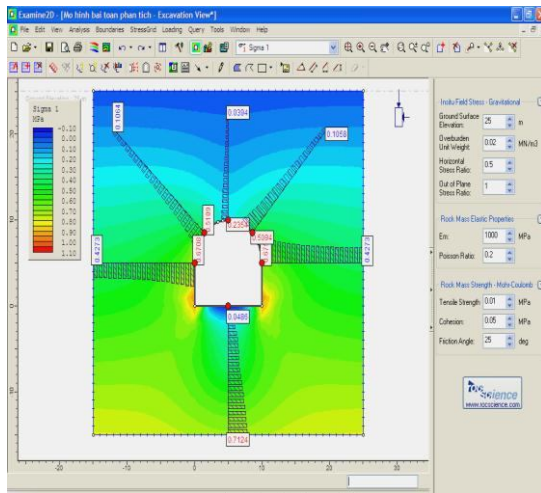
Hình 1. Kết quả mô phỏng đường hầm bằng 2 chương trình Examine 2D và Phase 2

Trên cơ sở các tham số đầu vào như trong bảng 1, tiến hành mô phỏng cho bài toán bằng 2 mô hình Examine 2D và Phase 2, kết quả mô

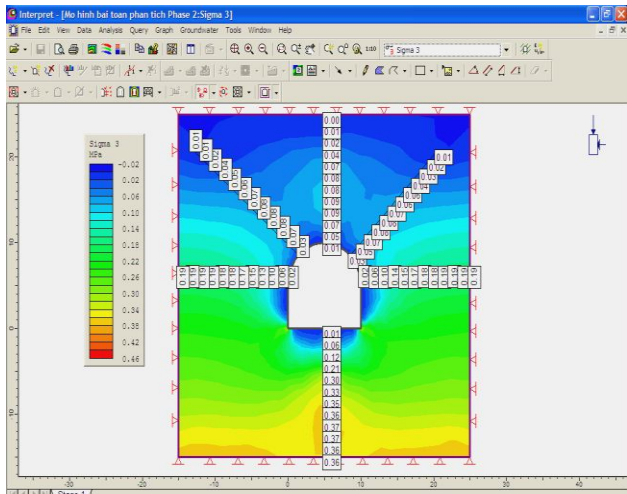
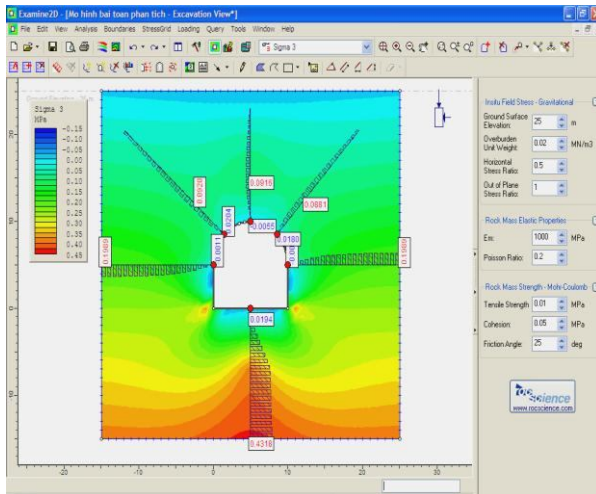
phỏng được thể hiện như trên hình vẽ 1 (chú ý kết quả trong hình 1, 2, 3, 4 đã được làm tròn đến sau dấu phẩy 2 con số để dễ hiển thị).

Bảng 1. Tham số đầu vào cho bài toán phân tích

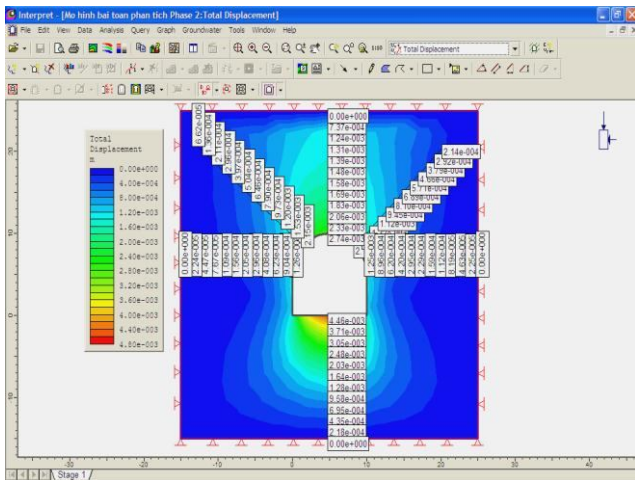
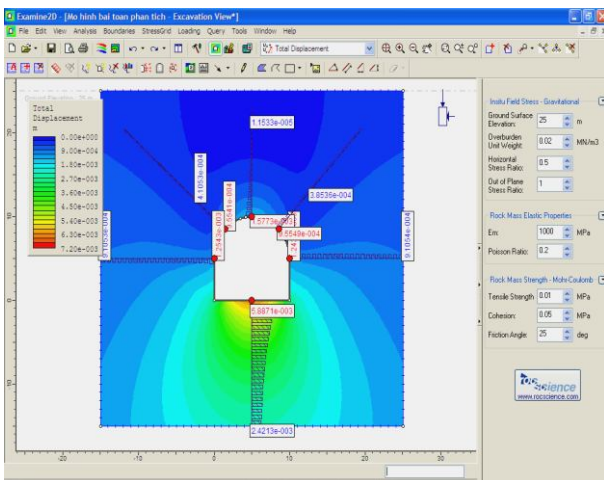
TT	Tên tham số đầu vào	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Trọng lượng thể tích	γ	0,02	MN/m ³
2	Độ bền kéo	σ_k	0,01	MPa
3	Cường độ lực dính kết	c	0,05	MPa
4	Góc ma sát trong	φ	25	Độ
5	Mô đun đàn hồi	E	1200	MPa
6	Hệ số Poisson	μ	0,22	-
7	Góc dẫn nở	ψ	0	Độ
8	Góc ma sát dư	φ_{re}	26	Độ
9	Độ bền dính kết dư	c_{re}	0,5	MPa
10	Đường kính tương đương đường hầm	D	10	m
11	Loại vật liệu	Dẻo (plastic)	-	-
12	Tiêu chuẩn sử dụng	Mohr - Coulomb	-	-
13	Tỷ số ứng suất nằm ngang/thẳng đứng	σ_3/σ_1	0,5	-
14	Độ sâu đặt đường hầm	H	25	m
15	Bài toán có xét cả tự trọng và trường ứng suất nguyên sinh trong đất đá			



a) Kết quả σ_1 mô phỏng bằng Examine 2D b) Kết quả σ_1 mô phỏng bằng Phase 2
 Hình 2. Kết quả phân bố ứng suất thẳng đứng σ_1 bằng 2 chương trình Examine 2D và Phase 2



a) Kết quả ứng suất σ_3 bằng Examine 2D b) Kết quả ứng suất σ_3 bằng Phase 2
 Hình 3. Kết quả phân bố ứng suất nằm ngang σ_3 bằng Examine 2D và Phase 2

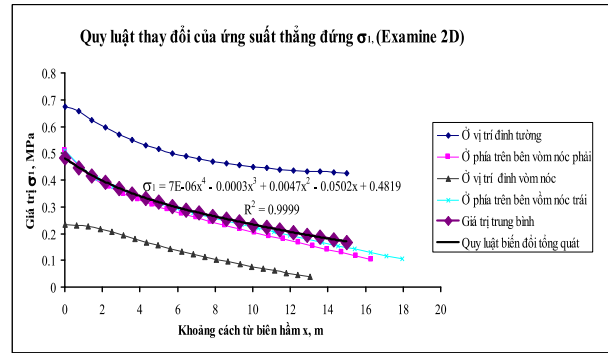
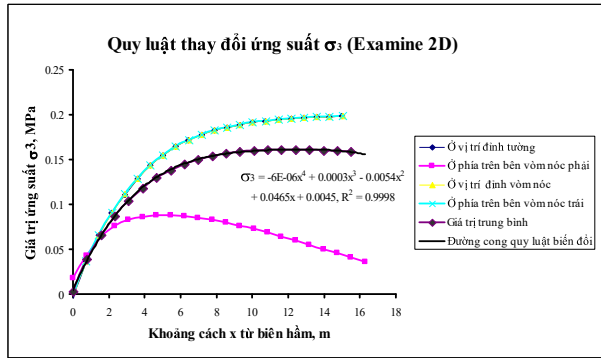


a) Kết quả phân bố biến dạng tổng thể bằng Examine 2D b) kết quả phân bố biến dạng tổng thể bằng Phase 2
 Hình 4. Kết quả phân bố tổng biến dạng sau khi phân tích của 2 chương trình

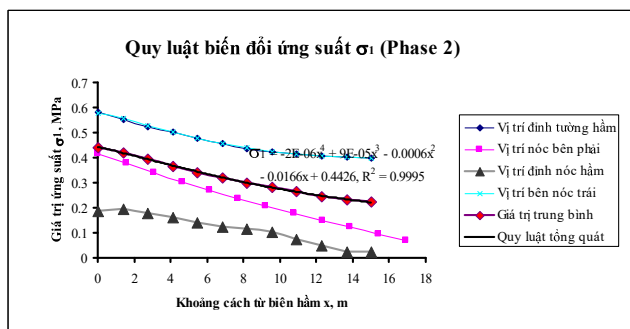
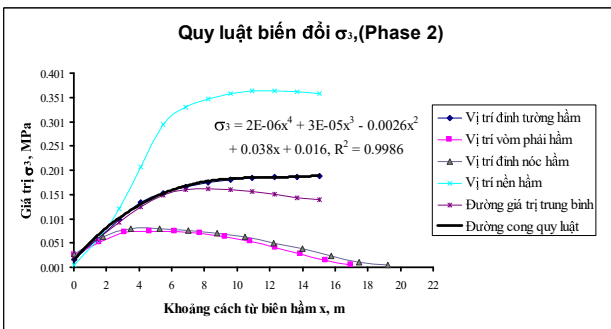
Trên cơ sở các kết quả phân tích bằng Examine 2D có thể thống kê các giá trị ứng suất biến dạng như các bảng 2, 3, 4 bên dưới. Sau khi thống kê, tổng hợp kết quả có thể lập được quan hệ giữa ứng suất, biến dạng xung quanh đường hầm như trong các hình 5 và 7.

Cũng tương tự như vậy chúng ta có thể tổng

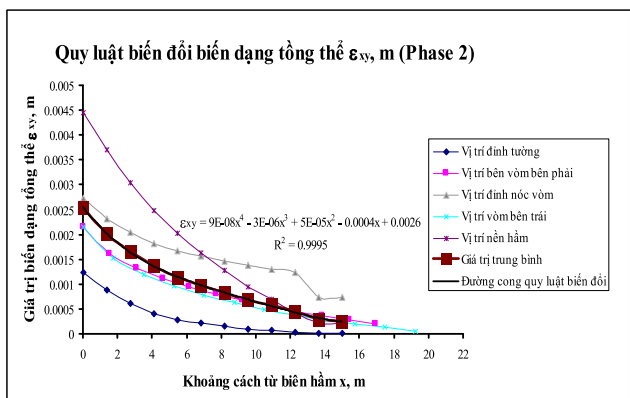
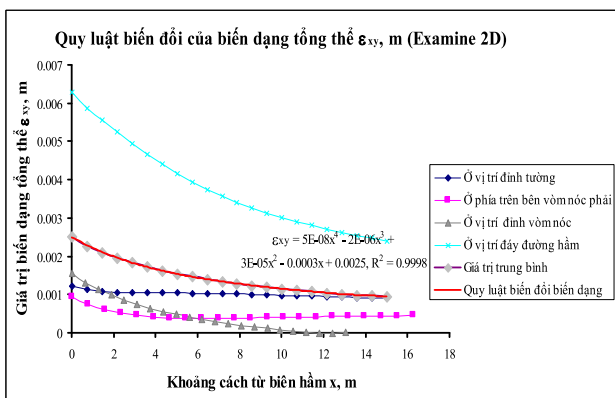
hợp được các giá trị ứng suất và biến dạng khi sử dụng phần mềm số Phase 2 để phân tích cho bài toán trên, kết quả phân tích có thể thu được như trong các bảng 5, 6, 7 bên dưới. Trên cơ sở các giá trị có thể lập được đồ thị quy luật biến đổi của ứng suất và biến dạng bằng Phase 2 như hình 6, 7.



Hình 5. Quy luật biến đổi của các thành phần ứng suất σ_1 và σ_3 phân tích bằng Examine 2



Hình 6. Kết quả quy luật biến đổi của ứng suất thẳng đứng và nằm ngang sau khi phân tích bằng phần mềm Phase 2



Hình 7. Kết quả biến đổi cơ học của tổng biến dạng toàn bộ khi phân tích bằng Examine 2D (hình trái) và Phase 2 (hình phải)

Bảng 2. Các giá trị ứng suất thẳng đứng σ_1 ở các vị trí khác nhau xung quanh đường hầm bằng Examine 2D

(các con số trong bảng được lấy ra sau dấu phẩy tới 6 số thập phân để tăng tính chính xác)

Ở vị trí đỉnh tường		Ở phía trên bên vòm nóc phải		Ở vị trí đỉnh vòm nóc		Ở phía trên bên vòm nóc trái		Giá trị trung bình
khoảng cách (m)	Sigma 1 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 1 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 1 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 1 (MPa)	
0	0,675449	0	0,509385	0	0,235394	0	0,510881	0,4827773
0,714271	0,660495	0,77476	0,450996	0,61949	0,231062	0,854703	0,451684	0,4485593
1,42854	0,625595	1,54952	0,407327	1,23898	0,22855	1,70941	0,408325	0,4174493
2,14281	0,597203	2,32428	0,375772	1,85847	0,219168	2,56411	0,376929	0,392268
2,85708	0,572728	3,09904	0,35053	2,47796	0,207046	3,41881	0,351869	0,3705433
3,57136	0,551245	3,8738	0,329064	3,09745	0,194118	4,27352	0,330587	0,3512535
4,28563	0,532424	4,64856	0,310056	3,71694	0,181247	5,12822	0,311731	0,3338645
4,9999	0,516066	5,42332	0,292738	4,33643	0,168799	5,98292	0,294514	0,3180293
5,71417	0,501958	6,19808	0,276629	4,95592	0,156906	6,83762	0,278451	0,303486
6,42844	0,489855	6,97284	0,261409	5,57541	0,145588	7,69233	0,263229	0,2900203
7,14271	0,479499	7,7476	0,246859	6,1949	0,134819	8,54703	0,248639	0,277454
7,85698	0,470641	8,52235	0,232825	6,81439	0,12455	9,40173	0,234534	0,2656375
8,57125	0,463054	9,29711	0,219193	7,43388	0,11473	10,2564	0,22081	0,2544468
9,28552	0,456539	10,0719	0,205883	8,05337	0,105304	11,1111	0,207393	0,2437798
9,9998	0,450925	10,8466	0,192831	8,67286	0,096226	11,9658	0,194226	0,233552
10,7141	0,446067	11,6214	0,179992	9,29235	0,0874519	12,8205	0,181265	0,223694
11,4283	0,441846	12,3962	0,167328	9,91184	0,0789442	13,6752	0,168477	0,2141488
12,1426	0,438162	13,1709	0,154811	10,5313	0,07067	14,53	0,155836	0,2048698
12,8569	0,434932	13,9457	0,14242	11,1508	0,0626006	15,3847	0,143321	0,1958184
13,5712	0,432088	14,7204	0,130137	11,7703	0,0547114	16,2394	0,130915	0,1869629
14,2854	0,429573	15,4952	0,117949	12,3898	0,046981	17,0941	0,118605	0,178277
14,9997	0,427339	16,2699	0,105845	13,0093	0,0393912	17,9488	0,106379	0,1697386

Bảng 3. Các giá trị ứng suất nằm ngang σ_3 bằng Examine 2D ở các vị trí khác nhau xung quanh đường hầm

(các con số trong bảng được lấy ra sau dấu phẩy tới 8 số thập phân để tăng tính chính xác)

Ở vị trí đỉnh tường		Ở phía trên bên vòm nóc phải		Ở vị trí đỉnh vòm nóc		Ở phía trên bên vòm nóc trái		Giá trị trung bình
Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	
0	0,00361348	0	0,0179735	0	0,0011338	0	0,0011338	0,003023
0,714271	0,0374417	0,77476	0,0427416	0,7143	0,037443	0,7143	0,037443	0,038767
1,42854	0,0660525	1,54952	0,0644625	1,4286	0,0660547	1,4286	0,0660547	0,065656
2,14281	0,0905508	2,32428	0,0761838	2,1429	0,0905536	2,1429	0,0905536	0,08696
2,85708	0,1115	3,09904	0,0828428	2,8572	0,111503	2,8572	0,111503	0,104337
3,57136	0,129084	3,8738	0,0864507	3,5715	0,129087	3,5715	0,129087	0,118427
4,28563	0,143547	4,64856	0,0880083	4,2858	0,14355	4,2858	0,14355	0,129664
4,9999	0,15525	5,42332	0,088097	5,0001	0,155253	5,0001	0,155253	0,138463
5,71417	0,164614	6,19808	0,0870913	5,7144	0,164616	5,7144	0,164616	0,145234
6,42844	0,172054	6,97284	0,0852486	6,4287	0,172056	6,4287	0,172056	0,150354

Ở vị trí đỉnh tường		Ở phía trên bên vòm nóc phải		Ở vị trí đỉnh vòm nóc		Ở phía trên bên vòm nóc trái		Giá trị trung bình
Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	Khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	
7,14271	0,177945	7,7476	0,0827535	7,143	0,177947	7,143	0,177947	0,154148
7,85698	0,182605	8,52235	0,0797423	7,8573	0,182607	7,8573	0,182607	0,15689
8,57125	0,186293	9,29711	0,0763173	8,5716	0,186294	8,5716	0,186294	0,1588
9,28552	0,189216	10,0719	0,0725571	9,2859	0,189218	9,2859	0,189218	0,160052
9,9998	0,191539	10,8466	0,0685223	10,0002	0,19154	10,0002	0,19154	0,160785
10,7141	0,19339	11,6214	0,0642604	10,7145	0,193391	10,7145	0,193391	0,161108
11,4283	0,194869	12,3962	0,0598088	11,4288	0,19487	11,4288	0,19487	0,161104
12,1426	0,196055	13,1709	0,0551975	12,1431	0,196056	12,1431	0,196056	0,160841
12,8569	0,197008	13,9457	0,0504501	12,8574	0,197008	12,8574	0,197008	0,160369
13,5712	0,197775	14,7204	0,0455855	13,5717	0,197776	13,5717	0,197776	0,159728
14,2854	0,198395	15,4952	0,0406189	14,286	0,198395	14,286	0,198395	0,158951
14,9997	0,198896	16,2699	0,0355619	15,0003	0,198896	15,0003	0,198896	0,158062

Bảng 4. Tổng các biến dạng ϵ_{xy} ở các vị trí khác nhau xung quanh biên hàm bằng Examine 2D
(các giá trị trong bảng được lấy ra sau dấu phẩy tới 9 số thập phân để tăng tính chính xác).

Vị trí đỉnh tường hàm		Vị trí vòm nóc phải		Vị trí đỉnh vòm		Vị trí nền hàm		Giá trị trung bình
khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	
0	0,00124328	0	0,000955492	0	0,00157733	0	0,00631005	0,002522
0,714271	0,00115892	0,77476	0,000767728	0,61949	0,00131163	0,714286	0,00588651	0,002281
1,42854	0,00109958	1,54952	0,000622599	1,23898	0,00114566	1,42857	0,00557777	0,002111
2,14281	0,0010736	2,32428	0,000525862	1,85847	0,000998972	2,14286	0,00526654	0,001966
2,85708	0,00106346	3,09904	0,00046204	2,47796	0,000870136	2,85714	0,00496386	0,00184
3,57136	0,00105956	3,8738	0,000421914	3,09745	0,000757031	3,57143	0,00467797	0,001729
4,28563	0,00105704	4,64856	0,000398961	3,71694	0,000657513	4,28571	0,00441361	0,001632
4,9999	0,00105369	5,42332	0,000388101	4,33643	0,000569642	5	0,0041725	0,001546
5,71417	0,00104877	6,19808	0,000385363	4,95592	0,000491744	5,71429	0,00395431	0,00147
6,42844	0,00104218	6,97284	0,00038778	5,57541	0,0004224	6,42857	0,00375759	0,001402
7,14271	0,00103411	7,7476	0,000393251	6,1949	0,000360421	7,14286	0,00358036	0,001342
7,85698	0,00102485	8,52235	0,000400355	6,81439	0,00030481	7,85714	0,0034205	0,001288
8,57125	0,00101467	9,29711	0,000408165	7,43388	0,000254732	8,57143	0,00327596	0,001238
9,28552	0,00100383	10,0719	0,000416097	8,05337	0,000209481	9,28571	0,00314489	0,001194
9,9998	0,000992525	10,8466	0,000423794	8,67286	0,000168462	10	0,00302562	0,001153
10,7141	0,000980926	11,6214	0,000431045	9,29235	0,000131172	10,7143	0,0029167	0,001115
11,4283	0,00096916	12,3962	0,00043774	9,91184	9,72E-05	11,4286	0,00281688	0,00108
12,1426	0,000957324	13,1709	0,000443824	10,5313	6,61E-05	12,1429	0,00272508	0,001048
12,8569	0,000945494	13,9457	0,000449286	11,1508	3,77E-05	12,8571	0,00264037	0,001018
13,5712	0,000933728	14,7204	0,000454134	11,7703	1,15E-05	13,5714	0,00256193	0,00099
14,2854	0,000922067	15,4952	0,000458392	12,3898	1,25E-05	14,2857	0,0024891	0,000971
14,9997	0,000910544	16,2699	0,000462092	13,0093	3,46E-05	15	0,00242125	0,000957

Bảng 5. Các giá trị ứng suất thẳng đứng σ_1 ở các vị trí khác nhau xung quanh đường hầm bằng Phase 2

(các giá trị trong bảng được lấy ra sau dấu phẩy tới 6 số thập phân để tăng tính chính xác).

Ở vị trí đỉnh tường		Ở phía trên bên vòm nóc phải		Ở vị trí đỉnh vòm nóc		Ở phía trên bên vòm nóc trái		Giá trị trung bình
khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	
0	0,58259	0	0,417419	0	0,18592	0	0,579177	0,441277
1,36364	0,555177	1,53831	0,378634	1,36364	0,194121	1,36364	0,557615	0,421387
2,72727	0,52695	3,07663	0,342496	2,72727	0,179472	2,72727	0,528172	0,394273
4,09091	0,503389	4,61494	0,302538	4,09091	0,163623	4,09091	0,504482	0,368508
5,45455	0,47976	6,15326	0,26933	5,45455	0,141527	5,45455	0,480698	0,342829
6,81818	0,456615	7,69157	0,238245	6,81818	0,126708	6,81818	0,459152	0,32018
8,18182	0,439058	9,22989	0,208226	8,18182	0,115213	8,18182	0,440628	0,300781
9,54545	0,425579	10,7682	0,179845	9,54545	0,102613	9,54545	0,423056	0,282773
10,9091	0,41537	12,3065	0,151951	10,9091	0,076701	10,9091	0,415256	0,26482
12,2727	0,407793	13,8448	0,123052	12,2727	0,050788	12,2727	0,407554	0,247297
13,6364	0,403956	15,3831	0,094231	13,6364	0,025315	13,6364	0,403105	0,231652
15	0,400027	16,9215	0,069697	15	0,02331	15	0,398655	0,222922

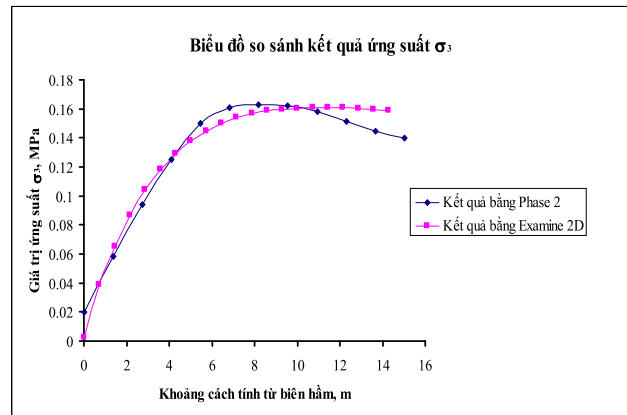
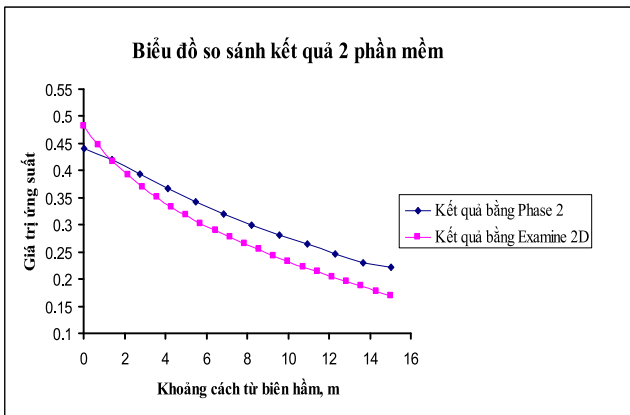
Bảng 6. Các giá trị ứng suất nằm ngang σ_3 bằng Phase 2 ở các vị trí khác nhau xung quanh đường hầm

(các giá trị trong bảng được lấy ra sau dấu phẩy tới 7 số thập phân để tăng tính chính xác).

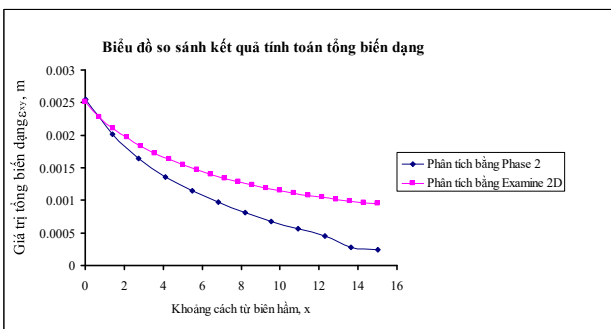
Ở vị trí đỉnh tường		Ở phía trên bên vòm nóc phải		Ở vị trí đỉnh vòm nóc		Ở phía nền hầm		Giá trị trung bình
khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	khoảng cách (m)	Sigma 3 (MPa)	
0	0,018108	0	0,027123	0	0,029276	0	0,006878	0,0203462
1,36364	0,059033	1,53831	0,05303	1,74557	0,06506	1,36364	0,056321	0,0583611
2,72727	0,100286	3,07663	0,07299	3,49114	0,080837	2,72727	0,123139	0,094313
4,09091	0,135608	4,61494	0,07651	5,23672	0,081826	4,09091	0,207662	0,1254013
5,45455	0,153607	6,15326	0,075169	6,98229	0,077957	5,45455	0,295869	0,1506503
6,81818	0,168087	7,69157	0,071215	8,72786	0,072228	6,81818	0,332712	0,1610604
8,18182	0,176891	9,22989	0,064356	10,4734	0,063917	8,18182	0,348082	0,1633116
9,54545	0,182297	10,7682	0,055055	12,219	0,052159	9,54545	0,360671	0,1625455
10,9091	0,185258	12,3065	0,042655	13,9646	0,039584	10,9091	0,365686	0,1582958
12,2727	0,187763	13,8448	0,029213	15,7101	0,024855	12,2727	0,366016	0,1519618
13,6364	0,188576	15,3831	0,015411	17,4557	0,011635	13,6364	0,363359	0,1447451
15	0,189337	16,9215	0,007031	19,2013	0,006516	15	0,359237	0,1405303

Bảng 7. Tổng các biến dạng ϵ_{xy} ở các vị trí khác nhau xung quanh biên hầm bằng Phase 2
(các giá trị trong bảng được lấy ra sau dấu phẩy tới 7 số thập phân để tăng tính chính xác).

Vị trí đỉnh tường hầm		Vị trí vòm bên phải		Vị trí đỉnh vòm		vị trí vòm trái		Vị trí nền hầm		Giá trị trung bình
khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	khoảng cách (m)	Tổng biến dạng (m)	
0	0,001253	0	0,002159	0	0,00274	0	0,002149	0	0,004464	0,002553
1,36364	0,000896	1,53831	0,001618	1,36364	0,002333	1,74557	0,001532	1,36364	0,003707	0,002017
2,72727	0,00062	3,07663	0,001324	2,72727	0,002059	3,49114	0,001201	2,72727	0,003048	0,0016503
4,09091	0,00042	4,61494	0,001118	4,09091	0,001833	5,23672	0,000973	4,09091	0,002481	0,0013652
5,45455	0,000295	6,15326	0,000945	5,45455	0,001687	6,98229	0,00079	5,45455	0,002029	0,0011493
6,81818	0,000229	7,69157	0,00081	6,81818	0,001575	8,72786	0,000646	6,81818	0,001643	0,0009807
8,18182	0,000159	9,22989	0,000689	8,18182	0,00148	10,4734	0,000504	8,18182	0,001284	0,0008234
9,54545	0,000112	10,7682	0,000571	9,54545	0,001387	12,219	0,000397	9,54545	0,000958	0,0006852
10,9091	8,19E-05	12,3065	0,000466	10,9091	0,001314	13,9646	0,000296	10,9091	0,000695	0,0005708
12,2727	4,63E-05	13,8448	0,000379	12,2727	0,001241	15,7101	0,000211	12,2727	0,000435	0,0004624
13,6364	2,25E-05	15,3831	0,000292	13,6364	0,000737	17,4557	0,000136	13,6364	0,000218	0,0002811
15	2,25E-05	16,9215	0,000214	15	0,000737	19,2013	6,62E-05	15	0,000218	5,598E-05



Hình 8. So sánh kết quả phân tích của ứng suất thẳng đứng (hình trái) và ứng suất nằm ngang (hình bên phải) của hai phần mềm số Examine 2D và Phase 2.



Hình 9. So sánh kết quả phân tích của tổng biến dạng cho hai phần mềm số Examine 2D và Phase 2.

Nhận xét kết quả

Qua các phân tích và kết quả ở trên có thể thấy rằng, bằng các phần mềm số có thể tìm được quy luật biến đổi của ứng suất và biến dạng của trường hợp đất đá cụ thể một cách nhanh chóng. Các đồ thị cho thấy các đường cong biến đổi của cả 2 phần mềm đều có dạng giống nhau về hình thức và có giá trị biểu thức gần sát nhau, các giá trị ứng suất đo được cũng gần như nhau. Điều này chứng tỏ sự đúng đắn

của kết quả phân tích, đồng nghĩa với nó có thể kiểm tra được sự chính xác của 2 phần mềm đem dùng.

Cũng tương tự như phân tích đại số, các giá trị ứng suất σ_1 và tổng biến dạng ε_{xy} ở gần biên hàm là lớn, càng ra xa biên hàm các giá trị này càng nhỏ và tiệm cận đến một giá trị không đổi (hình 5, 6, 7). Các giá trị ứng suất σ_3 nhỏ ở biên hàm và tăng dần khi ra xa hàm, rồi tiến đến giá trị tiệm cận (hình 5, 6). Điều này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết phân tích trước đây.

Sự sai khác giữa hai phần mềm tính toán cũng được kiểm tra thu được trên các hình vẽ 8 và 9, đây cũng là cơ sở để đánh giá việc sử dụng phần mềm số đáng tin cậy.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Việc sử dụng phần mềm phương pháp số để phân tích ổn định trong các đường hầm đã được sử dụng ở trên thế giới và Việt Nam. Tuy nhiên, việc dùng phần mềm số để xây dựng quy luật biến đổi cơ học của khối đất đá cũng như việc kiểm nghiệm tính chính xác của phần mềm thì còn hạn chế ở Việt Nam. Trong lĩnh vực cơ học đá thì việc xác định các giá trị ứng suất, biến dạng cũng như quy luật biến đổi của nó xung quanh các đường hầm sau khai đào có ý nghĩa to lớn và thiết thực đối với việc thiết kế và tính toán ổn định các công trình ngầm. Phân tích ở đây phần nào chỉ ra được rằng sự nhanh gọn, tính chính xác gần đúng của phương pháp số cũng như việc so sánh kết quả lời giải cho hai phương pháp khác nhau giúp người sử dụng tin cậy vào phương pháp đem sử dụng.

Quan sát kết quả giữa hai phương pháp có thể nhận thấy vẫn có sự khác biệt (sai số) do bản chất của hai phương pháp đều là phương pháp gần đúng (Examine 2D - phương pháp phần tử biên, Phase 2 - phương pháp phần tử hữu hạn). Tuy nhiên, trên hình vẽ thấy rằng sự sai khác này là chấp nhận được khi dùng cả 2 phần mềm này để phân tích. Trong thực tế phân tích, thiết kế trong điều kiện có thể thì nên sử dụng thêm

một phần mềm thứ 3 hoặc kết hợp với lời giải đại số hoặc phương pháp đo đạc quan trắc ngoài thực tế để đối chiếu, tương minh để điều chỉnh thiết kế sẽ có tính hiệu quả cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Hải. *Phương pháp phần tử hữu hạn*. Trường đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, 1996.
2. Nghiêm Hữu Hạnh. *Cơ học đá*. NXB Xây dựng, Hà Nội, 2004.
3. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. *Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ*. NXBKHK, Hà Nội, 2008.
4. Trần Tuấn Minh. *Nghiên cứu các quá trình biến đổi cơ học trong khối đất đá có chú ý đến các tham số*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Hà Nội, 2008
5. Trần Tuấn Minh, Đỗ Quang Tuấn. *Phân tích sự biến đổi của vùng biến dạng dẻo xung quanh các đường hầm khi có xem xét đến yếu tố ứng suất bằng chương trình Examine 2D*, Hội nghị KHKT mở toàn quốc lần thứ 19 tháng 11/2008, tuyển tập báo cáo Hội khoa học và công nghệ mở Việt Nam, tr242 - 246.
6. Trần Tuấn Minh. *Phân tích ứng suất - biến dạng xung quanh công trình ngầm đặt nông gần bề mặt đất bằng chương trình Phase2*, Hội nghị khoa học lần thứ 17 trường đại học Mỏ - Địa chất, tuyển tập hội nghị khoa học lần thứ 17, quyển 1 - các khoa học về mỏ, tháng 10/2006.
7. Nguyễn Quang Phích. *Cơ học đá*. NXB Xây dựng, Hà Nội, 2006..
8. Nguyễn Quang Phích và nnk. *Sử dụng phần mềm phương pháp số trong tính toán công trình ngầm và mỏ*. Đề tài cấp bộ, Hà Nội, 2007.
9. Brady B.H.G. and Brown E.T. *Rock mechanics for underground mining*. (2004).
10. Desai.C.S. *Introduction to the finite element method*. New York, (1972).
11. Dimitrios Kolymbas *Tunnelling and tunnel mechanics*. Spring - verlag Berlin Heidelberg Germany, (2005).
12. www.rocscience.com.

Người phản biện: GS.TS. VÕ TRỌNG HÙNG