TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

EARTH SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

TIỂU BAN
MÔI TRƯỜNG TRONG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam
Tập đoàn Dầu khí Việt Nam
Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam
Tổng hội Địa chất Việt Nam
Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam
Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam
Hội Công trình ngầm Việt Nam
Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam
Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam
Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam
Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam
Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam
Viện Địa chất và Địa vật lý biển
Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản
Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai
Trường Đại học Đông Á
Trường Đại học Thủ Dầu Một

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban
GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mỏ Địa - chất*

Phó Trưởng ban
GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Ủy viên
GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*
GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*
PGS.TS Trần Tuấn Anh, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*
PGS.TS Đoàn Văn Cánh, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*
PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*
PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Trần Xuân Hòa, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*
TS Hoàng Văn Khoa, *Tổng hội Địa chất Việt Nam*
TS Đỗ Hồng Nguyên, *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*
TS Nguyễn Văn Nguyên, *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*
TS Lê Văn Quyền, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam*
TS Trịnh Hải Sơn, *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ Tài nguyên và Môi trường*
TS Nguyễn Quốc Thập, *Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam*
TS Đặng Kim Triết, *Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai*
TS Trần Văn Trung, *Trường Đại học Thủ Dầu Một*
TS Đỗ Trọng Tuấn, *Trường Đại học Đông Á*
TS Nguyễn Thanh Tùng, *Viện Dầu khí Việt Nam*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Phó trưởng ban

PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
GS.TS Võ Trọng Hùng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
GS.TS Trương Xuân Luận, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
GS.TS Đỗ Như Tráng, *Trường Đại học Công nghệ GTVT*
PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Phùng Mạnh Đắc, *Hội KHCN Mỏ Việt Nam*
PGS.TSKH Hà Minh Hòa, *Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ*
PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Lê Văn Hưng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Hoàng Văn Long, *Viện Dầu khí Việt Nam*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*
PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Trần Quốc Cường, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*
TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Trần Tuấn Dũng, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện HL KH&CN Việt Nam*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Thế Truyện, *Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa*
TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Trần Tuấn Minh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Bùi Ngọc Quý, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Phạm Trung Kiên, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Trọng Dũng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Lê Quang Duyến, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
ThS Nguyễn Ngọc Dung, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

MỤC LỤC

TIỂU BAN
MÔI TRƯỜNG TRONG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Nghiên cứu dự báo mức độ ảnh hưởng đến môi trường không khí từ hoạt động nhà máy xi măng
Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Phương, Nguyễn Phương Đông 1

Nghiên cứu công tác quản lý môi trường phù hợp ISO 14001:2015 tại công ty Đại Dương Phát ứng dụng kết hợp SWOT-AHP
Trịnh Ngọc Như Ánh, Nguyễn Quốc Phi, Đặng Khánh Hào 8

Phân tích các đối tượng chịu ảnh hưởng do xói lở bờ biển tại khu vực ven biển Hải Hậu, tỉnh Nam Định
Nguyễn Đình Bắc, Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Thị Cúc 16

Sử dụng phương pháp đo sâu điện trở 2D xác định sự phân bố của hang karst ngầm khu vực Lục Yên, tỉnh Yên Bái
Đỗ Văn Bình, Nguyễn Văn Dũng, Đỗ Lan Anh, Trần Văn Long 23

Ứng dụng mô hình Metilis và GIS tính toán một số chất gây ô nhiễm không khí tại khu công nghiệp Tằng Loỏng, tỉnh Lào Cai
Nguyễn Thị Cúc, Nguyễn Phương, Trần Anh Quân, Nguyễn Phương Đông 30

Đánh giá trữ lượng và khả năng khai thác an toàn tầng chứa nước qh thành phố Hà Nội
Đỗ Cao Cường, Nguyễn Văn Bình, Đỗ Thị Hải, Vũ Thị Phương Thảo, Đào Trọng Tú 36

Studies on characterization of corncob biochar at difference torrefaction tempereature and retention time
Le Phu Cuong, Chiang Kung-Yuh 43

Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ tại các mỏ khoáng sản chứa phóng xạ (sa khoáng và đất hiếm)
Nguyễn Văn Dũng, Trịnh Đình Huấn 46

Phóng xạ tự nhiên và mức liều chiếu xạ khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái
Nguyễn Văn Dũng, Vũ Thị Lan Anh, Đào Đình Thuần 54

Bước đầu đề xuất công nghệ xử lý nước thải nhiễm phóng xạ tại bệnh viện đa khoa quốc tế Việt Sing
Nguyễn Thị Thúy Hằng 62

Đánh giá hiện trạng phát sinh, thu gom và xử lý chất thải y tế nguy hại trên địa bàn tỉnh Hà Nam
Nguyễn Mai Hoa 66

Đánh giá hiện trạng phát sinh, thu gom, xử lý chất thải rắn sinh hoạt nông thôn tại một số tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long
Nguyễn Mai Hoa, Phạm Khánh Huy 73

Ước tính sinh khối trong nông nghiệp sử dụng ảnh viễn thám. Lý thuyết và thực tiễn tại Việt Nam
Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Thị Cúc, Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Văn Bình 80

Phân tích mức độ tổn thương môi trường biển sử dụng chỉ số tổn thương môi trường (mEVI)
Nguyễn Thị Hòa, Nguyễn Thị Trà My 86

Nghiên cứu đánh giá nhận thức cộng đồng và hiện trạng cấp nước sạch nông thôn tỉnh Cà Mau
Nguyễn Tri Quang Hưng, Trần Anh Phương, Nguyễn Minh Kỳ 93

Global model of the carbon cycle as instrument of primary agriculture production assessment
Nguyen Xuan Man, F.A. Mkrtchyan, Phan Thị Mai Hoa 99

Xác định trọng số các yếu tố ảnh hưởng đến tai biến trượt lở sử dụng kiến trúc mạng Neuron đa lớp
Nguyễn Quang Minh, Nguyễn Quốc Phi, Phan Đông Pha 105

Sử dụng chỉ số xói lở bờ sông (REI) phân tích diễn biến đường bờ sông Hồng tại Hạ Hòa-Cẩm Khê, Phú Thọ
Nguyễn Quang Minh, Nguyễn Quốc Phi 112

Developing a Modified Ecosystem Conductance model to partition evapotranspiration into transpiration, vegetation interception and soil evaporation by using flux tower dataset
Nguyen Thi Ngoc My 120

Ứng dụng chỉ số CEI phân tích nguy cơ xói lở bờ khu vực từ thành phố Sầm Sơn đến huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa
Nguyễn Thị Ánh Nguyệt 129

Mapping potential key blocks on tunnel by Block Theory - A tool for rockmass stability analysis
Nguyen Quoc Phi, Phi Truong Thanh 138

Ứng dụng mô hình Debris-2D và chỉ số FFPI hiệu chỉnh đánh giá nguy cơ xảy ra lũ bùn đá tại khu vực Cẩm Phả, Vân Đồn, Quảng Ninh
Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Văn Bình 143

Distribution and Potential Ecological Risk of Heavy Metals in Water and Sediments: A Case Study of the Four Rivers in Hanoi City, Vietnam
Dao Trung Thanh, Nguyen Thi Hong, Tran Thi Ngoc 153

Phát triển du lịch theo hướng bền vững về môi trường ở thành phố Đà Nẵng
Lê Đức Thọ, Nguyễn Thị Lệ Hữu 160

Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp quản lý tài nguyên nước sông Trà Lý, tỉnh Thái Bình
Trần Thị Thanh Thủy 165

Decomposition of Namxe Rare Earth Ore and Subsequent Separation of U, Th and Fe from Resulting Leach Solution
Phan Quang Van, Adam Balinski, Tran The Dinh, Dao Trung Thanh 173

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC KHOA HỌC TRÁI ĐẤT
VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2020)

Mapping potential key blocks on tunnel by Block Theory - A tool for rockmass stability analysis

Nguyen Quoc Phi[1,*], Phi Truong Thanh[2]
[1] *Hanoi University of Mining and Geology*
[2] *Hanoi University of Natural Resources and Environment*

ABSTRACT

The major scheme of Block Theory is to identify the possibility of block failures and to prevent the movement of these "key blocks" from excavation faces. These key blocks can form specific sets of "danger zones" and should be treated with additional supports. This study examines the use of block theory by applying specific approach to identify potential key blocks that will affect the stability of the excavation. The sequence of analysis starts from block generation by topological intersection of joint traces, follow by key block analysis for removable blocks and their failure modes. The stability of the blocks will be justified using kinematic and equilibrium methods. This procedure helps locating the unstable key blocks on excavation faces and their shape, size and stability could be evaluated at local conditions. Experiments from SinPung-Useong tunnel site show the advantage of specific approach in identifying keyblocks that are dangerous to the excavation at exact location. Rock blocks are then projected in true 3D space to help site geologists visualize potential block failures and structural conditions during excavation process.

Keywords: Block Theory; rock stability; geological hazard evaluation.

1. Introduction

One of the most serious problems of excavation in rock mass is the accidental falling of rock blocks that are formed by the intersection of the excavation surface and fractures inside the rock mass. To predict and prevent such falling of blocks, removability analysis of the rock blocks should be applied, especially in the design of support systems.

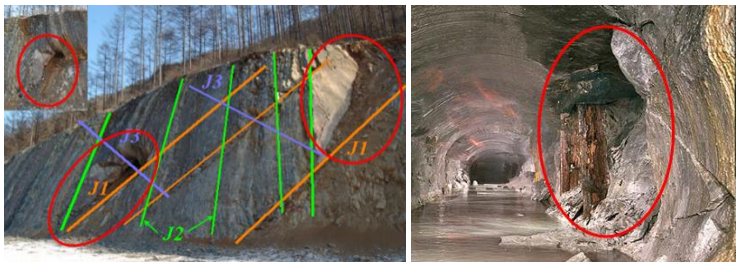


Figure 1. Joint sets on a rock surface and rock blocks around a tunnel.

The intersection of fractures in a rock mass divides the rock mass into individual blocks. If an excavation goes through this rock mass, new blocks may be formed at the excavation surface and some of these "surface" blocks will have a shape that will allow them to fall or rotate into the excavation (figure 2). These critical blocks determine excavation stability, therefore, in order to understand how such an excavation is best excavated or reinforced, the assembly of these critical blocks must be investigated.

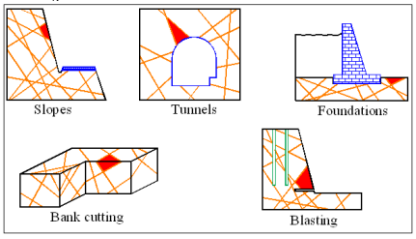


Figure 2. Different cases of key blocks in the rock mass.

[*] *Authors corresponding*
Email: nguyenquocphi@humg.edu.vn

2. Block Theory

2.1. Types of blocks

The main aim of the Block Theory developed by Goodman (Goodman and Shi, 1985) is to geometrically analyze the distribution of different types of blocks in relation to discontinuity surfaces and to determine under which conditions these blocks may lose stability (from a kinematic point of view). This will enable us to solve problems related to the design of rock excavations.

Although the shapes and locations of key blocks are fully three dimensional problems, the basic principles of block types can be explained in the two dimensions. Generally, there are 5 types of blocks which can be formed at an excavation boundary as shown in figure 3.

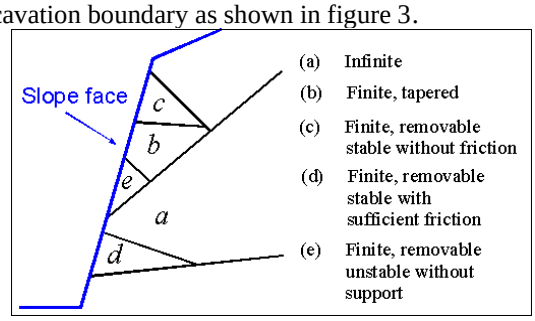


Figure 3. Block types in a slope face (Um, 2001). (a) infinite; (b) tapered; (c) stable; (d) potential key block; (e) key block

2.2. Mapping potential key blocks

Any excavation surface in rock mass can be represented as a plane, and this plane can divide the space into upper half (U_i) and lower half (L_i). The space above excavation surface is called free space (denoted as space pyramid, *SP*) and the space below the excavation surface is called excavation space (denote as excavation pyramid, *EP*).

Using stereographic projection, the spherical regions formed on the stereonet by the intersection of the block faces is defined as Joint Pyramids (*JP*), and the block pyramid (*BP*) is the intersection of the *JP* and the *EP*:

$$BP = JP \bigcap EP \tag{1}$$

Theorem of finiteness

The first priority of block type identification is the separation between finite and infinite blocks. According to the ***finiteness theorem*** (Goodman and Shi, 1985), a block is finite if its block pyramid (BP) is empty (ϕ):

$$BP = JP \bigcap EP = \phi \tag{2}$$

Or in other words, Joint Pyramids (JP) is fully within Space Pyramid (SP):

$$JP \subset SP \tag{3}$$

The blocks do not satisfy criterion (3) fall into the category of infinite blocks. Therefore, by plotting block faces on a stereonet and using the criterion given in equation 3, the finite blocks can be separated from the infinite blocks.

Theorem of removability

Once the block is identified as finite, it could be either removable or non-removable (tapered) block. According to the ***removability theorem*** (Goodman and Shi, 1985), the removable block must not only satisfy the criterion given in equation (3) but also the criterion of equation 4:

$$JP \neq \phi \tag{4}$$

If the *JP* is empty (equation 4) and the block satisfies the criterion given in equation (3), the block belongs to the tapered (non-removable) category.

Since the *JP* is empty in tapered block, it does not show on a stereographic projection as the emptiness of intersections of fracture orientations can not be seen on stereonet. Therefore, the joint pyramids that satisfy the criterion given in equation (3) on a stereographic projection belong to removable block categories.

Therefore, the conditions of each block types can be summarized as follow:

Table 1. Block type and corresponding conditions.

Block type	Conditions
Infinite block	$JP \neq \phi$ and $BP \neq \phi$
Tapered block	$JP = \phi$ and $BP = \phi$
Removable block	$JP \neq \phi$ and $BP = \phi$

Upper hemisphere stereonet projections can be used to identify the removable blocks (figure 4) and a computer code has been developed using specific approach to identify potential unstable rock blocks on excavation surfaces.

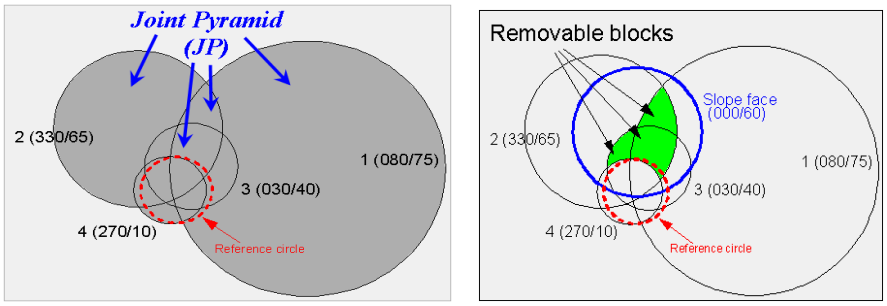


Figure 4. Identification of removable blocks on stereonet.

Specific approach that is based on the specific location in space of fracture will be used along with Block theory to identify true block assembly inside the rockmass.

3. Mapping potential key blocks along SinPung-Useong tunnel at Chungnam province, Korea

3.1. Geological setting

The investigated tunnel, 861m length, is located in KongJu-SeoSan rural route about 8km west of KongJu city, Chungnam province, Korea. The tunnel is 8m high and has excavated to straighten the road through the mountain. Topographic map, geological map as well as the layout of tunnel site is provided in figure 5.

The tunnel site is composed chiefly of Precambrian metamorphic rock of banded gneiss. Predominate foliations are oriented to 130-140/75-80 and the rock are highly weathered at exposed surface.

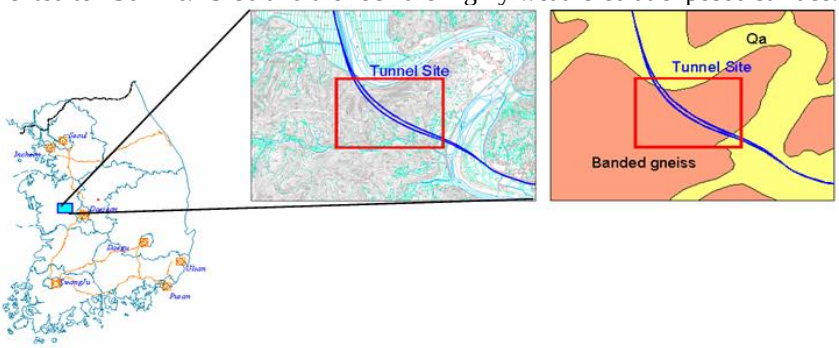


Figure 5. Location and geological map of tunnel site

3.2. Fracture mapping at the tunnel site

Survey is carried out both the surrounding outcrops and inside the tunnel at different tunnel faces (figure 6) with the total length of 15m from the south-eastern entrance. The fracture mapping took place at outcrops and the tunnel faces, consisting of fracture orientation, spacing, length, as well as the rock mass properties. The photogrammetry survey tool was utilized for measuring fracture orientations at each tunnel faces and the field data were sketched digitally.

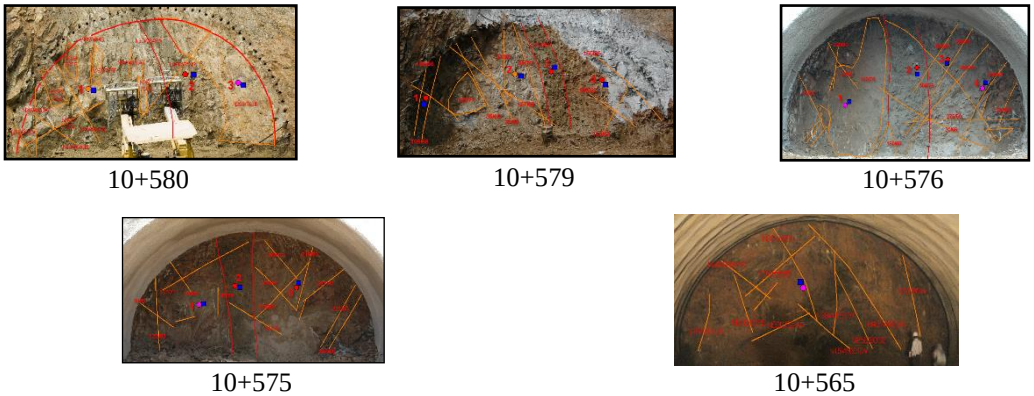


Figure 6. Facture mapping at tunnel faces

3.3. Mapping potential key blocks along the tunnel

The SinPung-Useong tunnel is analysed using detailed 3D fracture data.



(a) *(b)*

Figure 7. 3D presentation of fractures inside (a) and outside (b) the tunnel

To identify the blocks that locate surround the tunnel, joint traces are projected to unrolled tunnel walls (figure 8), and the block topologies are generated. The fractures from all different tunnel faces are projected to unrolled tunnel map and then the critical blocks are identified through key block analysis. This procedure only searches for the blocks that occur on the excavation faces. It speeds up the computational time as the most dangerous key blocks must occur on the excavation faces.

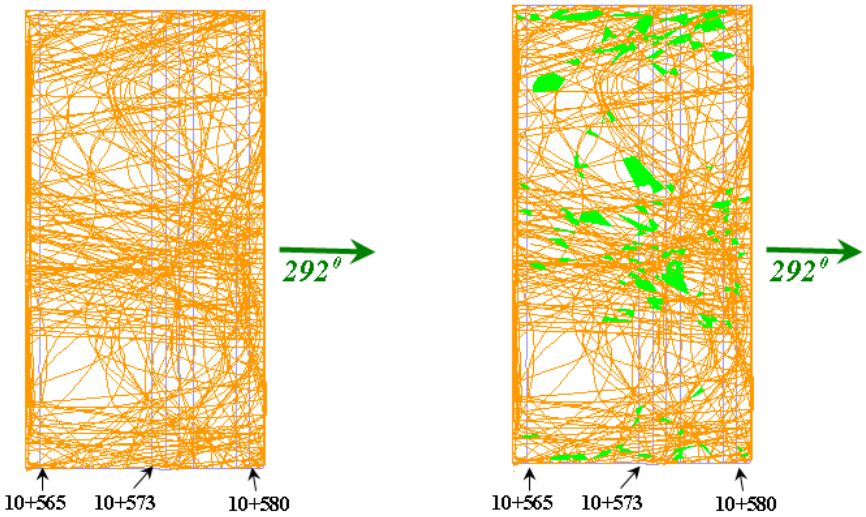


Figure 8. Fracture projection and keyblock analysis on the unroll tunnel walls

It assists the determination of the location, dimensions and stability of individual blocks when the geometry of an excavation and the fractures is well characterized.

Various shapes of blocks (e.g. tetrahedral, pentahedral or hexahedral) are identified at their precise locations. There are totally 2196 blocks were identified in analyzed section, among them, 180 blocks are key blocks or potential unstable blocks. Each block is coded into a database with its location, size, volume, potential failure mode and required supports. The real 3D shape of key blocks is then reconstructed in 3D space.

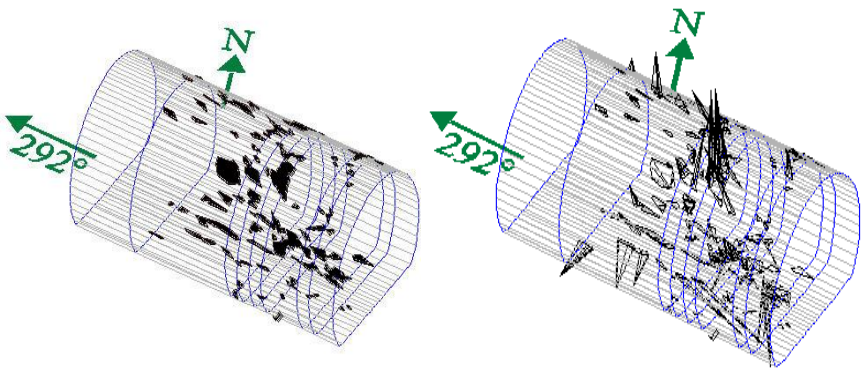


Figure 9. Removable blocks of the SinPung-Useong tunnel

Average volume of key blocks is 0.1m^3 (~0.2 tonnes) with the largest keyblock volume of 1.95m^3 (~4 tonnes). Total unstable volume is 16.82 m^3 (~33 tonnes) and the blocks that are less than 0.1m^3 size account for 80% of total number of blocks.

4. Conclusion

The main advantage of specific approach in Block Theory in this study is the way of forming the block geometry. The shapes and locations of keyblocks are fully three dimensional, and hence, the use of fracture sets to represent the fracture network would be an unwise simplification. Current approach is an actual data-based method and it is convenient for designing support for keyblocks at their precise location.

Field example of SinPung-Useong tunnel site indicates that complicated geometric forms of block such as pentahedral blocks and hexahedral blocks are frequently seen. Traditional approaches (eg. Unwedge, ROCK3D) analyze unstable blocks using represented fracture sets, uncertain locations of potentially unstable blocks may lead to the blindness in designing required support systems. Therefore, the blocks formed by traditional approach should be analyzed further based on the field investigations. In other words, the results may have a certain departure from the actual case. The use of specific approach has the advantage in identifying the unstable key block at exact location on excavation faces. This helps calculating of static rock block and supporting the design of rock structures at precise locations.

References

Geo&Soft., 2009. *ROCK3D - Three-Dimensional Rock Block Analysis Based Key Block Theory*. User's Guide and Windows Based Code, Geo&Soft International, 33pp.

Goodman R.E. and Shi G., 1985. *Block Theory Application to Rock Engineering*. Prentice-Hall, New Jersey, 340pp.

Goodman R.E., 1995. Block theory and its application. *Géotechnique 4*5, p.383-423.

Hatzor Y.H., 2003. Keyblock Stability in Seismically Active Rock Slopes - Snake Path Cliff, Masada. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 129,* p.697-710.

Nguyen Q.P., 2009. *Analysing rock stability using block theory and 3D surveying tools.* PhD thesis, Paichai University, Korea, 149pp.

Priest S.D., 1993. *Discontinuity analysis for rock engineering. Chapman & Hall, London*, 473pp.

Rocscience, 2004. *Swedge-3D Surface Wedge Analysis for Slopes (version 4.0) Rocscience Inc., Toronto.*

Um J.G.; Kulatilake P.H.S.W., 2001. Kinematic and Block Theory Analyses for Shiplock Slopes of the Three Gorges Dam Site in China. *Geotechnical and Geological Engineering 19,* p.21-42.

Warburton P.M., 1987. Implications on keystone action for rock bolt support and block theory. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 24,* p.283-290.

TÓM TẮT

Xác định các khối chìa khóa trong đường hầm sử dụng mô hình Lý thuyết Khối - Một công cụ đánh giá an toàn khối đá

QuocPhi Nguyen[1], TruongThanh Phi[2]

[1] *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

[2] *Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội*

Ý tưởng chính của mô hình Lý thuyết Khối là đánh giá khả năng trượt của các khối đá thông qua việc xác định các khối chìa khóa (key blocks). Sự tập trung của các khối này hình thành nên vùng có nguy cơ mất an toàn cho các công trình khi đang thi công và cần đưa ra các giải pháp phù hợp để xử lý chúng. Nghiên cứu này phân tích các cấu trúc bên trong của khối đá dựa trên sự giao cắt của các hệ thống khe nứt. Tiếp theo, các khối đá được đánh giá khả năng trượt khỏi bề mặt và kiểu trượt cụ thể. Mức độ an toàn của từng khối đá được phân tích dựa trên phương pháp cân bằng giới hạn. Kết quả áp dụng cho tuyến đường hầm SinPung-Useong gần thành phố KongJu, tỉnh Chungnam, Hàn Quốc cho phép xác định được các khối có nguy cơ mất ổn định trong đường hầm cũng như hình dạng, kích thước cụ thể của chúng. Các khối đá còn có thể được mô phỏng trong không gian 3 chiều cho phép quan sát một cách trực quan hơn các khối đá có nguy cơ cao trong quá trình thi công công trình nhằm đề ra các giải pháp xử lý phù hợp.

Từ khóa: Lý thuyết Khối; an toàn khối đá; đánh giá tai biến địa chất.