

**TUYỂN TẬP CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC
HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
“CƠ HỌC ĐÁ - NHỮNG VẤN ĐỀ ĐƯƠNG ĐẠI”
VIETROCK2021**

Hà Nội, 16/10/2021

Ban Tổ chức

Organizing Committee

Đồng Trưởng ban - Co-chairman:

TS. Phạm Quốc Tuấn - VSRM

TS. Nguyễn Duy Tuấn - VADPT

TS. Nguyễn Văn Hùng - PVU

Thành viên - Members

TS. Hà Ngọc Anh - VSRM, IGS, VAST

PGS.TS. Trần Thị Thu Hằng - VSRM, UTC

Ths.KSC. Lê Quang Huy - VSRM, PECCI

Ths.KS. Trần Quốc Thịnh - VSRM

TS. Lê Quốc Phong - PVU

TS. Phạm Bảo Ngọc - PVU

TS. Đỗ Thị Thùy Linh - PVU

TS. Nguyễn Phan Anh - PVU

TS. Trương Thanh Tuấn - PVU

ThS. Lương Hải Linh - PVU

ThS. Nguyễn Hữu Trường - PVU

ThS. Phạm Hữu Tài - PVU

ThS. Nguyễn Viết Khôi Nguyên - PVU

ThS. Trần Thị Oanh - PVU

Ông Nguyễn Quang Vinh - PVU

Ông Nguyễn Thái Đạt - PVU

Ông Lê Quốc Huy - PVU

Bà Dương Thị Phương Thảo - PVU

Bà Phạm Thị Hoài Lan - PVU

Bà Nguyễn Thị Hồng Thắm - PVU

Ban Khoa học

Scientific Committee

Đồng Trưởng ban - Co-chairman

GS.TS. Đỗ Như Tráng - VSRM

PGS.TS. Nguyễn Xuân Thảo - VADPT

PGS.TS. Phạm Huy Giao - PVU

Thành viên - Members

PGS.TSKH. Vũ Cao Minh - VAST, VSRM

PGS.TS. Nguyễn Sỹ Ngọc - VSRM

GS.TS Nguyễn Quang Phích - Trường Đại học Văn Lang

PGS.TS. Nguyễn Thế Vinh - Khoa Dầu khí, HUMG, VADPT

TS. Phạm Xuân Toàn - Viện Dầu khí, PVI, PVN, VADPT

TS. Đỗ Quang Khánh, Trường Đại học Bách khoa TP. HCM, VADPT

PGS.TS. Trần Văn Xuân, Trường Đại học Bách khoa TP. HCM, VADPT

GS.TS. Seokwon Jeon - Seoul National University, Korea

GS.TS. Suseno Kramadibrata - Vice President for Asia of ISRM

GS.TS. Norikazu Shimizu - Yamaguchi University, Japan

Về quá trình biến đổi cơ học và rủi ro khi xây dựng công trình ngầm
trong khối đá có hang karst..... 250

Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Khắc Cường, Nguyễn Ngọc Huệ

Mô hình số đánh giá ảnh hưởng của nổ mìn thi công đường Tỉnh lộ
155 đến đường hầm dẫn nước thủy điện Cốc San, thị xã Sa Pa tỉnh
Lào Cai..... 259

Phạm Quốc Tuấn, Nguyễn Văn Hùng

Dự báo nguy cơ trượt lở mái dốc đá dọc Quốc lộ 6, đoạn qua huyện
Mai Châu, tỉnh Hòa Bình..... 275

Phí Hồng Thịnh, Văn Đức Tùng, Lê Trung Kiên, Trần Tùng Lâm

Phân tích động lực và mô hình không liên tục trong đánh giá ổn định
bờ mỏ cho các mỏ đá ốp lát: Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi,
Bình Định..... 291

*Phạm Văn Việt, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Hòa,
Trần Đình Bảo, Trần Hữu Trọng*

Đá thải - Nguồn vật liệu xây dựng tái chế của các dự án xây dựng hầm
giao thông 302

Trần Thu Hằng

CƠ HỌC ĐÁ ỨNG DỤNG TRONG KỸ THUẬT DẦU KHÍ

ROCK MECHANICS & ENGINEERING IN PETROLEUM ENGINEERING

Đánh giá hiệu quả của phương pháp nứt vỉa thủy lực tầng Miocene
giữa mỏ khí condensate 313

*Lương Hải Linh, Đồng Nhật Thiên, Huỳnh Thị Thảo Vi,
Nguyễn Thị Phương Đào*

Phân tích hiệu suất năng lượng chu trình binary trong năng lượng địa
nhiệt 324

Lương Hải Linh, Đồng Nhật Thiên, Võ Thành Luân, Nguyễn Hữu Khải

Nghiên cứu vữa cường độ cao cho sửa chữa kết cấu bê tông cốt thép bị
ăn mòn..... 335

Nguyễn Đình Hùng, Trương Minh Hoàng, Vũ Hồng Nghiệp

Phân tích động lực và mô hình không liên tục trong đánh giá ổn định bờ mỏ cho các mỏ đá ốp lát: Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi, Bình Định

**Phạm Văn Việt^{1*}, Nguyễn Anh Tuấn¹, Phạm Văn Hòa¹,
Trần Đình Bảo¹, Trần Hữu Trọng²**

¹*Trường Đại học Mở - Địa chất*

²*Sở Tài nguyên và Môi trường Bình Định*

*Email: phamvanviet@humg.edu.vn

Tóm tắt: Mỏ đá ốp lát ở Việt Nam có giá trị lớn, thường khai thác các khối có kích thước nhất định không tồn tại nứt nẻ dùng làm tượng, ốp tường và lát nền,... Trong công nghiệp khai thác đá ốp lát thường sử dụng các phương pháp khai thác như cưa đĩa, cưa cắt dây kim cương ít gây tác động đến xuất hiện các khe nứt trong khối đá do đó có thể xây dựng góc nghiêng bờ lớn giúp thu hồi thêm tài nguyên nhưng cũng xuất hiện các rủi ro về trượt lở bờ mỏ xảy ra do trong đất đá đã tồn tại các hệ khe nứt (góc phương vị, góc dốc, khoảng cách các khe nứt). Bài báo đề xuất xây dựng đánh giá ổn định bờ mỏ trên cơ sở kết hợp phân tích động lực và mô hình không liên tục cho các mỏ đá ốp lát. Bài báo thu thập thông tin mức độ nứt nẻ làm cơ sở phân tích tích động lực các dạng trượt trên các bờ mỏ có thể nằm khác nhau trong mỏ để xác định các bờ có nguy cơ mất ổn định cao, từ đó tạo cơ sở ứng dụng các giải pháp đánh giá ổn định phức tạp hơn như phương pháp đánh giá ổn định dựa trên mô hình các phần tử không liên tục, giúp giảm thời gian và chi phí tính toán ổn định. Do đó, có thể đánh giá ổn định bờ mỏ dựa trên mối quan hệ không gian giữa các hệ khe nứt trong bờ mỏ và đặc tính cơ học của chúng, giúp nhận biết nguy cơ mất ổn định có thể xảy ra trên mỏ.

Từ khóa: Mỏ đá ốp lát, mô hình phần tử không liên tục, mạng khe nứt, ổn định bờ mỏ.

1. Giới thiệu

Việt Nam có tiềm năng lớn về trữ lượng đá ốp lát tự nhiên gồm các nhóm đá granit, đá hoa trắng, đá vôi, đá phiến được phân bố theo thành 8 vùng với trữ lượng khoảng 300 triệu m³, cấp tài nguyên đạt đến 37.590 triệu m³... [1]. Trong đó, trữ lượng đá hoa trắng và đá granit làm đá ốp lát chiếm tỉ lệ lớn. Đá hoa trắng gồm các nhóm đá hoa trắng calcit, đá hoa trắng dolomit và đá hoa trắng calcit- dolomit phân bố chủ yếu ở khu vực huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái và khu vực huyện Quỳnh Hợp tỉnh Nghệ An; Các nhóm đá granit có màu đỏ, hồng, trắng, xám, vàng, xanh, đen và xanh đen, có chất lượng tốt, độ nguyên khối cao tập chung ở vùng Trung Trung Bộ trải dài từ tỉnh Thừa Thiên-Huế đến khu vực

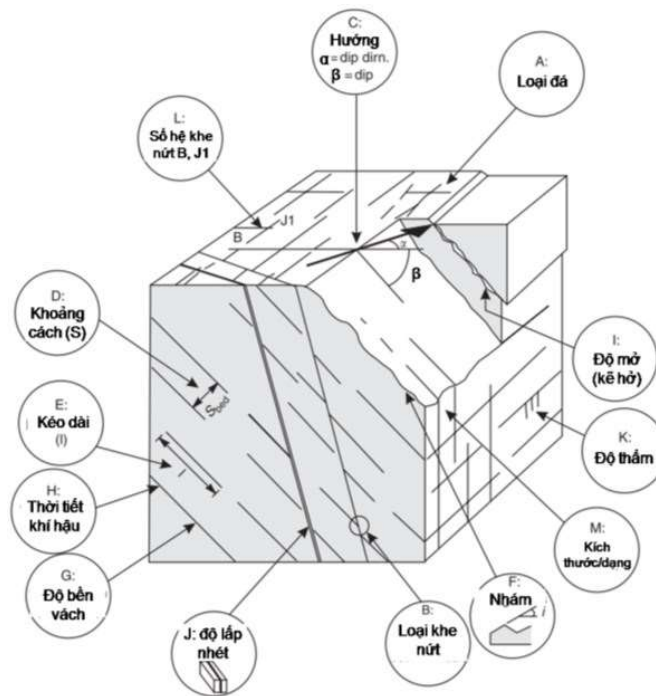
Bình Thuận, trong đó tập trung một số tỉnh có trữ lượng lớn là Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa [2]–[7]. Hoạt động khai thác các mỏ đá này cũng đã được đẩy mạnh với quy mô khai thác công nghiệp lớn như sử dụng các phương pháp cưa cắt hiện đại như cưa dây cắt kim cương, cưa đĩa giúp làm tăng năng suất và chất lượng sản phẩm đá khối khai thác [8]. Trong quá trình khai thác không sử dụng phương pháp tách vỡ đất đá nổ mìn nên chất lượng khối đá để lại trong bờ mỏ rất tốt, các mỏ sử dụng phương pháp cưa cắt có thể điều khiển tăng góc nghiêng bờ mỏ khai thác dốc tối đa có thể để tăng khả năng thu hồi tối đa trữ lượng đá ốp lát. Điều này gây ra một số rủi ro cho các mỏ trong quá trình hoạt động vì trong đá luôn tồn tại các đứt gãy, khe nứt hướng về phía bờ mỏ tăng nguy cơ cao xảy ra các dạng trượt lở theo cấu trúc đứt gãy như trượt dạng phẳng, trượt dạng nêm và trượt dạng đổ làm gây mất an toàn bờ mỏ. Một trong những khó khăn trong giai đoạn thiết kế mỏ và khai thác mỏ không thể nhận dạng được các nguy cơ rủi ro trên dựa vào phân tích cấu trúc nứt nẻ trong mỏ. Để giải quyết thực tế khó khăn này, một phương pháp phân tích động lực khối trượt kết hợp với phương pháp mô hình phần tử không liên tục khối đá đã được đưa ra. Phương pháp phân tích động lực khối trượt dựa trên các thông số đầu vào góc dốc, góc phương vị của khe nứt và hệ số ma sát trong kết hợp với góc dốc và góc phương vị bờ mỏ có thể dự đoán nguy cơ các dạng trượt có thể xảy ra theo từng vị trí bờ mỏ, còn phương pháp mô hình phần tử không liên tục đi phân tích sâu hơn trên cơ sở tính chất cơ học của khối đá nứt nẻ. Điều này giúp nhận biết được các dấu hiệu mất ổn định có thể xảy ra trên bờ mỏ mà giảm được thời gian và chi phí thực hiện để có giải pháp thích hợp trong quá trình thiết kế và khai thác nhằm nâng cao khả năng ổn định bờ mỏ đá ốp lát.

2. Trình tự thực hiện

2.1. Thu thập khe nứt

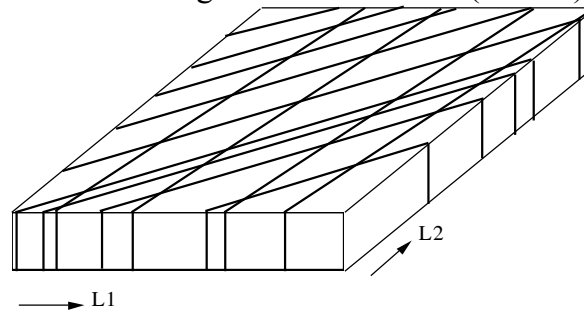
Thế nằm của khe nứt (Hình 1), là những thông số để xác định vị trí của nó trong không gian. Thế nằm của khe nứt bao gồm: Đường phương là giao tuyến của mặt khe nứt với mặt phẳng nằm ngang; Góc phương vị đường phương là góc hợp bởi đường phương và hướng Bắc của kim nam châm. Vì đường phương có 2 hướng ngược nhau 180° nên các góc phương vị đường phương cũng sẽ lệch nhau 180° ; Đường hướng dốc là đường vuông góc với đường phương, nằm trong mặt khe nứt và hướng cắm về phía khối đá; Góc dốc (β) là góc hợp bởi giữa đường hướng dốc và hình chiếu của nó lên mặt phẳng nằm ngang; Góc phương vị hướng dốc (α), là góc giữa hình chiếu của đường hướng dốc lên mặt phẳng nằm ngang và hướng Bắc của kim nam châm. Trong thực tế, để xác định vị trí một khe nứt thường chỉ cần xác định góc phương vị hướng dốc (α) và góc dốc (β).

*Phân tích động lực và mô hình không liên tục trong đánh giá ổn định bờ mỏ
cho các mỏ đá ốp lát: Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi, Bình Định*

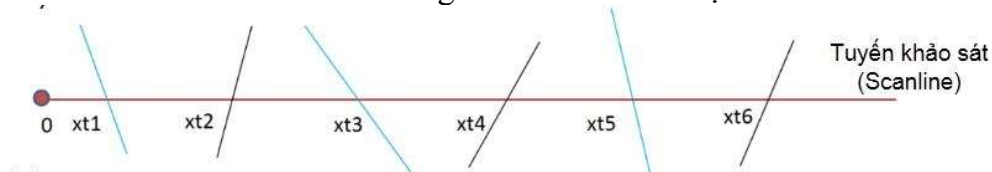


Hình 1. Đặc tính của khối đá [9]

Công tác thu thập khe nứt trên mỏ được đo trên bề mặt địa hình theo tuyến hoặc theo diện tích xuất lộ của khe nứt và trong lỗ khoan thăm dò. Công tác đo khe nứt theo diện tích được thực hiện trên diện tích theo hai hướng vuông góc với nhau trên bề mặt địa hình (Hình 2), thu thập khe nứt theo 1 tuyến khảo sát được thực hiện cho khảo sát trong lỗ khoan thăm dò (Hình 3).

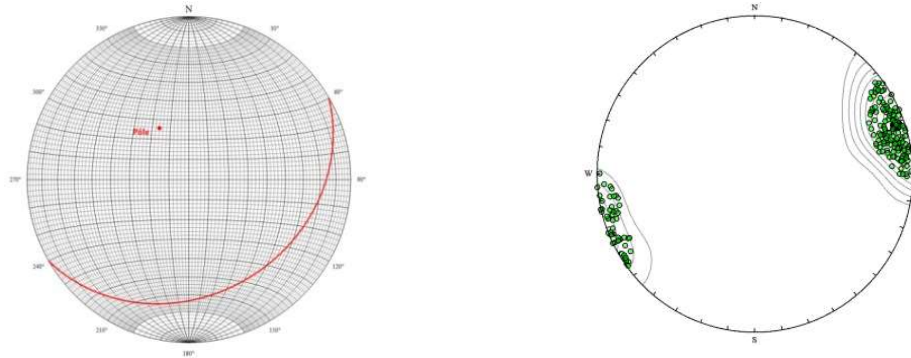


Hình 2. Khảo sát thông số khe nứt theo diện tích



Hình 3. Khảo sát thông số khe nứt theo diện tích

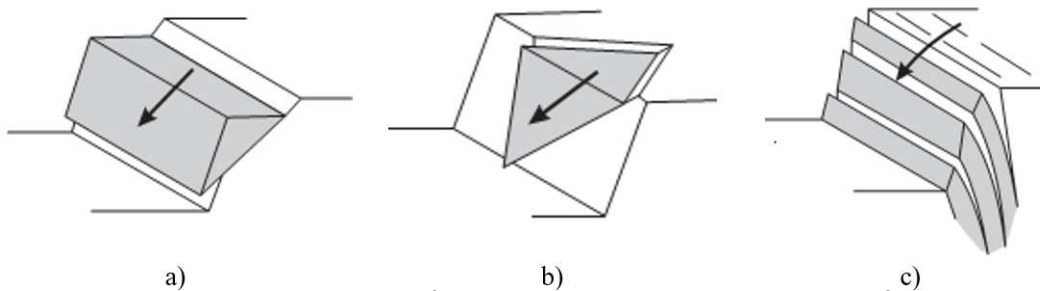
Để thể hiện sự phân bố không gian các khe nứt, giao cắt các khe nứt, các hệ khe nứt hình thành và thông số đặc trưng của hệ như góc dốc, góc phương vị hướng dốc và khoảng cách các khe nứt trong hệ. Các khe nứt, hệ khe nứt được thể hiện trên lưới chiếu cầu (Hình 4).



Hình 4. Lưới chiếu thể hiện khe nứt, hệ khe nứt [8]

2.2. Phân tích động lực khối trượt

Trên cơ sở sự phân bố khe nứt, hệ khe nứt trên lưới chiếu cầu, xét mối quan hệ giữa góc nghiêng, góc phương vị hướng dốc của các khe nứt, hệ khe nứt và sự giao cắt giữa chúng với thể nằm của bờ mỏ có thể được hình thành trong giai đoạn phát triển của mỏ có thể hình thành một số dạng trượt theo cấu trúc đất đá như: trượt phẳng, trượt nêm, trượt dạng đồ (đồ dạng uốn, đồ trực tiếp) do sự phát triển của khe nứt gây ra (Hình 5) [10].

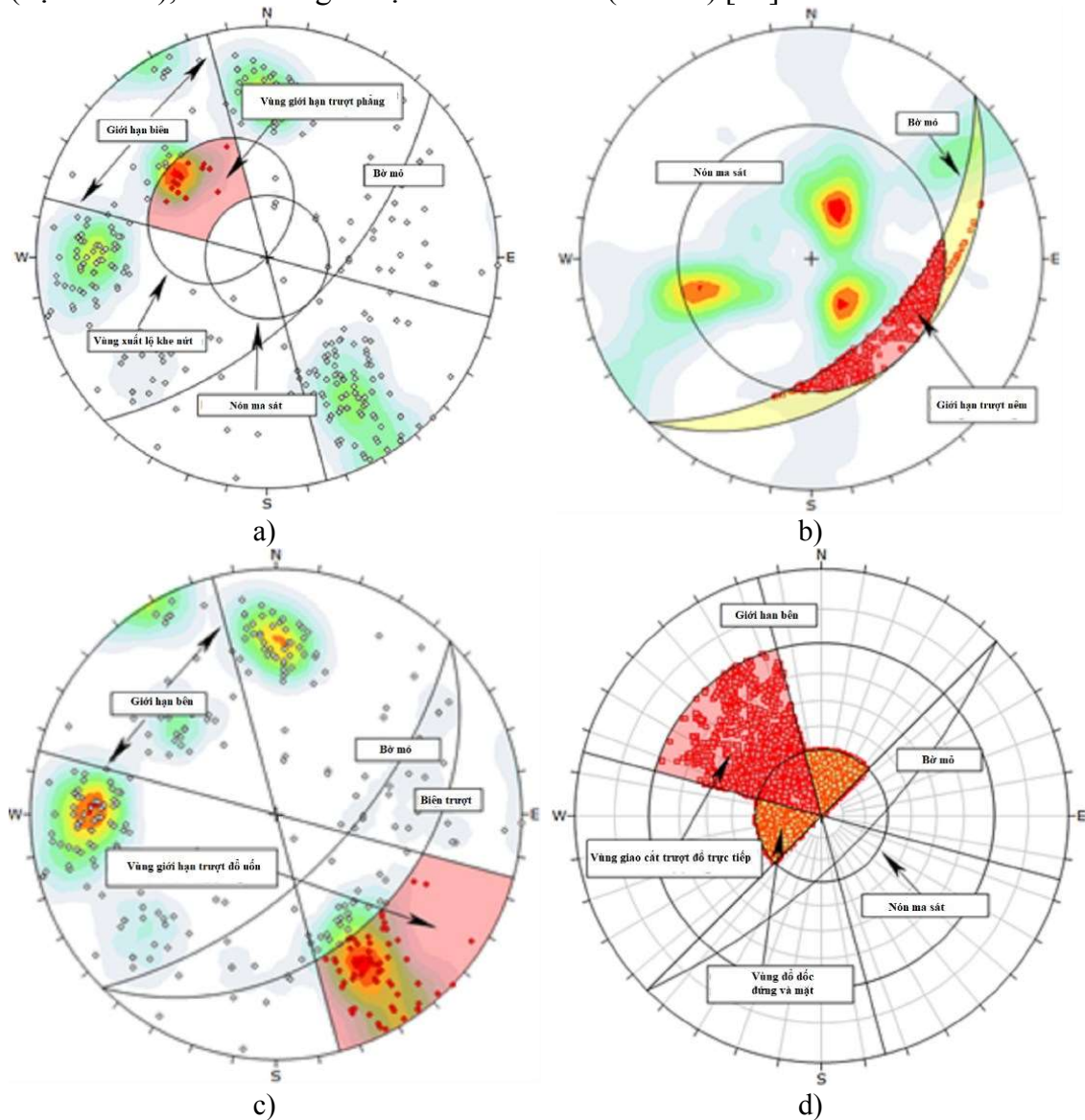


Hình 5. Các dạng trượt có thể xảy ra trên bờ mỏ do sự phát triển khe nứt.
a- trượt dạng phẳng; b- trượt dạng nêm; c- trượt dạng đá đồ

Phương pháp phân tích động lực khối trượt được xây dựng để phân biệt các dạng trượt lở bờ mỏ nhanh chóng có thể xảy ra dựa trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa thể nằm khe nứt (hệ khe nứt) của khối đá trong bờ mỏ và thể nằm cụ thể của bờ mỏ. Trong hoạt động khai thác mỏ đá ốp lát thường khai thác để lại bờ mỏ cao, độ dốc lớn. Thể nằm của bờ mỏ phụ thuộc phần lớn vào sự giới hạn biên giới khai trường khai thác, khả năng tính chất cơ học đất đá và phương pháp khai thác. Do đó, trong mỗi mỏ đá tồn tại một hệ cấu trúc khe nứt nhất định

*Phân tích động lực và mô hình không liên tục trong đánh giá ổn định bờ mố
cho các mỏ đá ốp lát: Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi, Bình Định*

nhưng bờ mố có thể nằm khác nhau. Việc phân tích động lực khối trượt sẽ giúp nhận biết nhanh khả năng nguy cơ xảy ra các kiểu trượt lở nhất định để tạo điều kiện điều chỉnh mô hình cơ học đánh giá ổn định hoặc các giải pháp giảm thiểu nguy cơ trượt xảy ra. Một số kiểu phân tích động lực khối trượt theo cấu trúc đất đá được đưa ra cho mỗi trường hợp cụ thể giữa mối quan hệ giữa của khe nứt (hệ khe nứt), bờ mố và góc nội ma sát của đá (Hình 6) [11].



Hình 6. Biểu đồ phân tích động lực các kiểu trượt

Hình 6a phân tích động lực trượt dạng phẳng thể hiện vùng màu đỏ xác định bởi vòng tròn ngoài được hình thành bởi góc nghiêng bờ mố (điểm nhân nằm trong vùng này có góc nghiêng nhỏ hơn góc nghiêng bờ mố), vòng tròn trong thể

hiện góc nội ma sát (góc nghiêng khe nứt có giá trị lớn hơn góc nội ma sát), đường thẳng giới hạn 2 bên được xác định theo góc lệch sang hai bên của góc phương vị hướng dốc, giá trị này được lấy khoảng 20° đến 30° [12].

Hình 6b phân tích động lực trượt dạng nêm được thể hiện bằng vùng lưới liềm màu đỏ giới hạn bởi đường vòng tròn lớn thể hiện bờ mỏ và đường tròn thể hiện giá trị độ lớn góc nội ma sát trong. Khi các điểm giao cắt giữa các mặt khe nứt nằm trong vùng này nguy cơ xảy ra trượt nêm cao. Ngoài ra, còn vùng màu vàng hai bên thể hiện dạng trượt có thể xảy ra trên một mặt khi các khe nứt có góc nghiêng lớn hơn góc nội ma sát trong của đất đá.

Hình 6c phân tích động lực trượt dạng đồ uốn được thể hiện bằng vùng màu đỏ được giới hạn ngoài bởi đường chu vi của lưới chiếu, vòng tròn lớn giới hạn bên trong là đường biên trượt được xác định dựa trên cùng phương vị đường hướng dốc của mặt bờ mỏ và giá trị góc dốc được tính bằng giá trị góc nghiêng bờ mỏ trừ đi góc nội ma sát trong. Còn đường giới hạn 2 bên được lấy theo đúng góc lệch so với phương vị đường hướng dốc như trượt phẳng [12], [13].

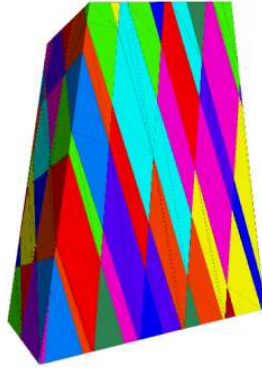
Hình 6d phân tích động lực trượt dạng đồ trực tiếp (hình thành do giao cắt giữa các khe nứt) được thể hiện bằng vùng màu đỏ là các giao cắt giữa 2 khe nứt cắm dốc đứng vào bờ mỏ có thể hình thành các khối tách biệt, vùng màu nâu thể hiện vùng có các mặt giao cắt giữa các khe nứt dốc đứng và có điểm nhân mặt khe nứt thể hiện như mặt giải thoát khỏi trượt.

2.3. Mô hình phần tử không liên tục

Sau khi tiến hành phân tích động lực khối trượt dựa trên mối quan hệ giữa các khe nứt và thể nằm bờ mỏ các dạng trượt có thể xảy ra cho mỗi bờ mỏ sẽ được xác định nhưng để đánh giá chính xác có xảy ra các dạng trượt đó không cần phải xem xét thêm về sự phân bố hình học của các khe nứt trong bờ dốc cụ thể, tính chất cơ lý cụ thể của các khe nứt trong bờ mỏ và sự thay đổi của nó đến vấn đề ổn định bờ mỏ. Điều này giúp nhà thiết kế, vận hành mỏ hiểu rõ hơn về an toàn bờ mỏ từ đó có các giải pháp cần thiết trong thiết kế và vận hành đảm bảo an toàn mỏ. Đá ở mỏ đá ốp lát có độ bền cơ học cao, vân sắc và hoa vân tốt nhưng bị phân khối bởi các hệ thống khe nứt bên trong đó gây ra mất ổn định khi mà đất đá có thể nằm cầm nhất định. Do đó, mô hình phần tử không liên tục là một lựa chọn tốt trong việc mô hình cơ học cho đá loại này [14].

Mô hình phần tử không liên tục xây dựng sự phân bố hệ thống khe nứt dựa trên góc dốc, góc phương vị và khoảng cách phân bố các khe nứt trong một hệ với thể nằm, chiều cao bờ mỏ, tính chất cơ học của các khe nứt và các điều kiện tính toán theo điều kiện thực tế như tác động của lực trọng trường. Qua thực hiện mô hình, sự dịch chuyển của các khối đá trong bờ mỏ tương ứng với mối quan hệ các cấu trúc đất đá và thể nằm bờ mỏ có thể đánh giá sơ bộ sự ổn định của bờ mỏ.

Phân tích động lực và mô hình không liên tục bờ mỏ theo cấu trúc đất đá cho các mỏ đá ốp lát: Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi, Bình Định

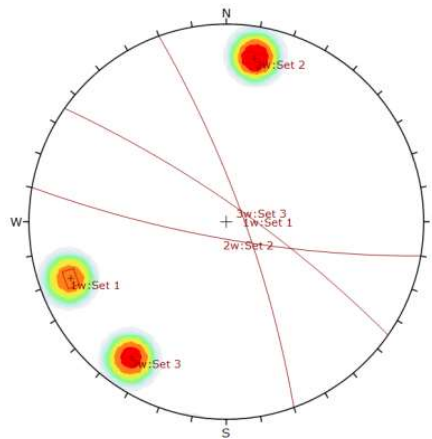


Hình 7. Mô hình phân tử không liên tục bờ mỏ theo cấu trúc đất đá trên phần mềm 3DEC.

3. Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi, Bình Định

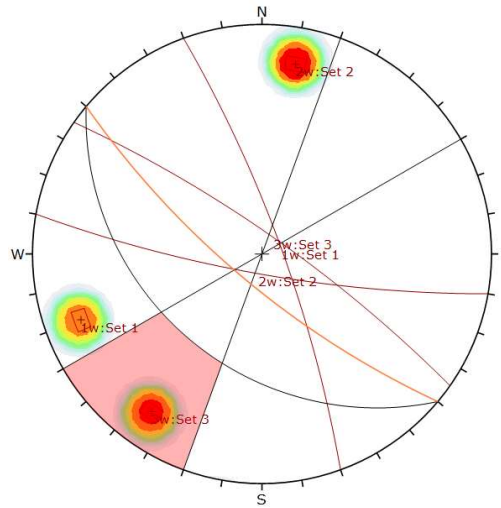
3.1. Giới thiệu

Mỏ đá ốp lát Núi Trãi là mỏ đá khai thác đá granit làm đá ốp lát tại huyện Phù Cát, cách thành phố Quy Nhơn, tỉnh Bình Định 35 km về phía Bắc. Mỏ khai thác đá ốp lát phân bố trên diện tích 4,9 ha tại sườn đồi có độ cao từ +30 m đến +70 m. Tiếp hành đo khe nứt trên mặt và lỗ khoan, cấu trúc địa chất trong mỏ đã được phân hệ dựa trên thuật toán phân nhóm trên phần mềm Dips [15], gồm 3 hệ thống khe nứt chính với phương vị hướng dốc và góc dốc cụ thể $70^\circ \angle 80^\circ$, $190^\circ \angle 80^\circ$ and $35^\circ \angle 80^\circ$ và khoảng cách khe nứt trung bình trong hệ là khoảng 3 m (Hình 8). Mỏ khai thác theo thiết kế đến mức +30 m được thể hiện trong Hình 9, do đó để lại các bờ mỏ có thể nằm $220^\circ \angle 75^\circ$, $280^\circ \angle 75^\circ$ và $90^\circ \angle 75^\circ$. Vấn đề đặt ra với mỏ là những cấu trúc, thể nằm của của bờ mỏ đã được thiết kế có nguy cơ mất ổn định do cấu trúc đất đá gây ra không? Điều này cần được giải quyết dựa trên phân tích động lực khối trượt và mô hình phân tử không liên tục nếu cần thiết.



Hình 8. Cấu trúc khe nứt mỏ đá ốp lát Núi Trãi trên lưới chiếu cầu

*Phân tích động lực và mô hình không liên tục trong đánh giá ổn định bờ mỏ
cho các mỏ đá ốp lát: Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi, Bình Định*



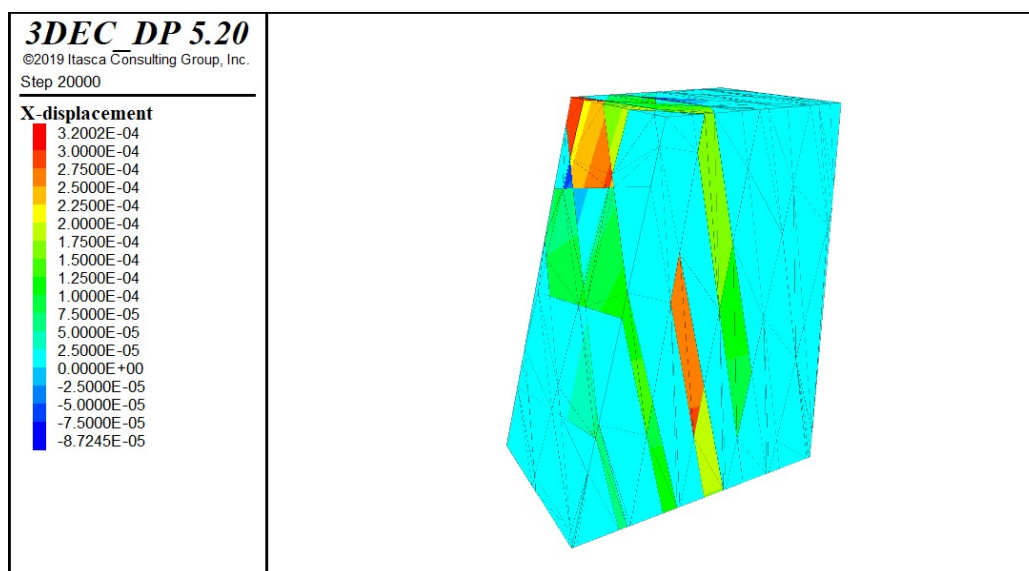
Hình 10. Phân tích động lực trượt đồ uốn trên bờ mỏ $220^{\circ}/75^{\circ}$

3.3. Mô hình phần tử không liên tục

Qua phân tích động lực khối trượt tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi với phân tích nhanh bằng động lực khối trượt, quy mô mất ổn định trên mỏ chỉ tập chung trên bờ mỏ $220^{\circ}/75^{\circ}$ có nguy cơ xảy ra trượt dạng đổ đất đá vào trong bờ mỏ. Do đó, bờ mỏ này cần được đánh giá về ổn định trên mô hình phần tử không liên tục do khe nứt trong đất đá sinh ra. Mô hình xây dựng là mô hình 3D được thực hiện trên phần mềm 3DEC của hãng Itasca [17]. Kích thước mô hình $30\text{ m} \times 20\text{ m} \times 40\text{ m}$, cấu trúc khe nứt gồm 3 hệ khe nứt $70^{\circ}/80^{\circ}$, $190^{\circ}/80^{\circ}$ and $35^{\circ}/80^{\circ}$, khoảng cách trung bình các khe nứt trong hệ là 3 m với các tính chất cơ học là các khối đá cứng, thông số tính chất cơ học của khe nứt với hệ số cứng pháp tuyến khe nứt (jkn), hệ số cứng tiếp tuyến khe nứt (jks) là 1000 (MPa/m), hệ số ma sát trong là 30° . Bờ mỏ dưới sự tác động của lực trọng trường (Bảng 1). Qua phân tích mô hình về mức độ dịch chuyển của các khối về phía bờ mỏ với độ dịch chuyển nhỏ khoảng 0,32 mm, đảm bảo an toàn bờ mỏ (Hình 11). Như vậy, những thông số thiết kế bờ mỏ đáp ứng yêu cầu đảm bảo ổn định bờ mỏ.

Bảng 1. Thông số cơ học và điều kiện biên mô hình

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Độ bền nén đất đá	MPa	95
2	Trọng lượng thể tích đất đá	T/m ³	2,7
3	Góc nội ma sát trong	Độ	30
5	Hệ số cứng pháp tuyến khe nứt (jkn)	MPa	1000
6	Hệ số cứng tiếp tuyến khe nứt (jks)	MPa	1000
8	Gia tốc trọng trường	m/s ²	9,8



Hình 11. Mô hình không liên tục phân tích ổn định bờ mỏ Núi Trãi hiển thị sự dịch chuyển của các khối đá dưới sự tác động của yếu tố lực trọng trường và tính chất cơ học khối đá

Sự kết hợp phương pháp phân tích động lực khối trượt và mô hình phân tử không liên tục là giải pháp tốt trong giải quyết vấn đề ổn định bờ mỏ đá ốp lát trong giai đoạn thiết kế và giai đoạn khai thác nhằm đưa ra các điều chỉnh có thể cho mỏ. Đá có cấu tạo đá cứng có độ bền cơ học cao nhưng phân tách bởi các khe nứt được cấu trúc thành hệ có thể hình thành các dạng trượt trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa các khe nứt, hệ khe nứt với thể nằm bờ mỏ. Do đó việc áp dụng hai phương pháp trong đánh giá ổn định cho mỏ đá ốp lát là hợp lý. Khi bờ mỏ được phân tích rủi ro về trượt thì mô hình phân tử không liên tục được áp dụng để đánh giá sâu về tính chất cơ học tác động đến mức độ ổn định để có giải pháp phù hợp, và ngược lại. Việc áp dụng hai phương pháp giúp nhà thiết kế, an toàn mỏ có cơ sở đánh giá thiết kế và hiệu chỉnh thiết kế, giải pháp khai thác phù hợp với cấu trúc đất đá nhằm nâng cao ổn định bờ mỏ.

5. Tài liệu tham khảo

- [1] Thủ tướng Chính phủ, 2012. Điều chỉnh, bổ sung quy hoạch thăm dò, khai thác chế biến và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng ở Việt Nam đến năm 2020 theo Quyết định số 45/QĐ-TTg.
- [2] Nguyễn Như Dân, Phạm Thị Chinh, Đặng Văn Bát, 1997. Tính chất cơ lý của đá granit Nam Việt Nam. Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ VI, tr. 192-195.
- [3] Nguyễn Tiến Dung, Nguyễn Phương, 2001. Đặc điểm đá ốp lát tỉnh Phú Yên. Tuyển tập các công trình khoa học Đại học Mở - Địa chất, tr. 8-14.

*Phân tích động lực và mô hình không liên tục trong đánh giá ổn định bờ mỏ
cho các mỏ đá ốp lát: Case Study tại mỏ đá ốp lát Núi Trãi, Bình Định*

- [4] Lương Quang Khang, 2012. Đặc điểm chất lượng và tiềm năng đá ốp lát tỉnh Ninh Thuận. Công nghiệp mỏ, số 2, tr. 54-57.
- [5] Đỗ Mạnh An, 2017. Nghiên cứu đánh giá mức độ ảnh hưởng của khe nứt trong thăm dò và khai thác đá ốp lát mỏ đá Hoa Thung, Phá Nghiến, Nghệ An. Tài Nguyên và Môi trường, số 1, tr. 14-17.
- [6] Nguyễn Tiến Thành, “Đặc điểm phân bố đá hoa trắng phía Tây tỉnh Nghệ An: Định hướng thăm dò, khai thác, sử dụng,” *Tạp chí Địa chất*, số. Số 319, tr. 111–117, 2010.
- [7] Trần Xuân Đông, 2010. Đặc điểm đá granit ốp lát vùng Phu Loi, huyện Tân Kỳ, Nghệ An. *Tạp chí địa chất*, số 319, tr. 57-62.
- [8] Nguyễn Anh Tuấn, Trần Quang Hiếu, Phạm Văn Việt, 2016. Công nghệ khai thác đá khối tiên tiến. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
- [9] D. C. Wyllie, 2003. Foundations on Rock. CRC Press.
- [10] Phạm Văn Việt, Lê Quý Thảo, Phạm Quốc Hùng, 2011. Lựa chọn dạng bờ mỏ hợp lý nhằm ngăn ngừa đá rơi với sự trợ giúp của phân mềm Rocfall. Công nghiệp Mỏ, số 6, tr. 16-20.
- [11] D. C. Wyllie, 2017. Rock Slope Engineering. Fifth edition. Taylor & Francis, CRC Press, Boca Raton.
- [12] J. Hudson, J. Harrison, and M. Popescu, 2002. Engineering Rock Mechanics: An Introduction to the Principles. *Appl. Mech. Rev.*, vol. 55, no. 2, p. B30, doi: 10.1115/1.1451165.
- [13] J. Markland, 2021. A useful technique for estimating the stability of rock slopes when the ridge wedge sliding type of failure is expected. Interdepartmental Rock Mechanics Project, Imperial College of Science and Technology, vol. 19. p. 10, 1972, Accessed: Sep. 01, 2021.
- [14] R. D. Hart, 1993. An introduction to distinct element modeling for rock engineering. *Compr. rock Eng.* Vol. 2, pp. 245–261, doi: 10.1016/b978-0-08-040615-2.50016-2.
- [15] R. E. Hammah. Fuzzy Cluster Algorithm for the Automatic Identification of Joint Sets.
- [16] Rocscience Inc. 2016, Dips Version 7.0 - Graphical and Statistical Analysis of Orientation Data. www.rocscience.com, Toronto, Ontario, Canada.
- [17] Itasca Consulting Group, Inc., 2019. 3DEC - Three-Dimensional Distinct Element Code, Ver. 5.2. Minneapolis: Itasca.



TUYỂN TẬP CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
"CƠ HỌC ĐÁ - NHỮNG VẤN ĐỀ ĐƯƠNG ĐẠI"
VIETROCK2021
Hà Nội, 04/10/2021

ISBN: 978-604-9988-55-4



SÁCH KHÔNG BÁN