



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu

Hội Cơ học Đá Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Dầu khí Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam

Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*

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

PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS. TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Lâm, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo, *Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam*

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 Lê Đức Tình, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Trần Thị Phúc An, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Nguyễn Tiến Dũng, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Đào Hồng Quảng, *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Hội Dầu khí Việt Nam*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TS Lê Ái Thụ, *Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam*

TS Bùi Yên Tĩnh, *Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

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

Phó trưởng ban

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

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
GS.TS Võ Trọng Hùng, *Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam*
GS.TS Trương Xuân Luận, *Tổng Hội Địa chất Việt Nam*
GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam*
GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*
PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Ngọc Ánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Không Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Minh Thống, *Trường Đại học Mở - 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 Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Lê Quang Duyên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Cao Khải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Văn Phóng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Bách Thảo, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

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

Phó Trưởng ban

PGS.TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS. TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

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

Phó Trưởng ban

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

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

WEBSITE HỘI THẢO

Thông tin chi tiết của Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSĐ 2024 được đăng tải trên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>

ĐỊA CHỈ LIÊN HỆ

Phòng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội, Việt Nam. ĐT: (+84) 24.3838643

MỤC LỤC

Ban tổ chức hội nghị	i
Mục lục.....	iii
Lời nói đầu	v
Chương trình hội nghị	vii
Tiểu ban Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường.....	1
Tiểu ban Trí tuệ nhân tạo, IOT, Blockchain và ứng dụng.....	38
Tiểu ban Cơ - Điện.....	71
Tiểu ban Dầu khí tích hợp.....	114
Tiểu ban Địa chất và tài nguyên du lịch.....	238
Tiểu ban Địa chất công trình - Địa kỹ thuật.....	312
Tiểu ban Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước.....	430
Tiểu ban Tài nguyên địa chất và Quản lý bền vững.....	516
Tiểu ban Quản lý tài nguyên và Môi trường.....	597
Tiểu ban Công nghệ mới trong xử lý môi trường.....	730
Tiểu ban Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mỏ và Môi trường.....	818
Tiểu ban Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và Quản lý an toàn.....	899
Tiểu ban Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế.....	971
Tiểu ban Xây dựng công trình với phát triển bền vững.....	1039
Tiểu ban Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý.....	1301
Tiểu ban Vật lý, Hóa học và ứng dụng.....	1384
Tiểu ban Toán, Cơ học và ứng dụng.....	1512
Tiểu ban Ngôn ngữ học.....	1634

Các giả thuyết áp lực mỏ hầm lò và phạm vi ứng dụng

Lê Tiến Dũng^{1,2*}, Vũ Trung Tiến^{1,2}, Lê Quang Phục^{1,2}, Đinh Thị Thanh Nhân^{1,2}

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)

TÓM TẮT

Các giả thuyết áp lực mỏ đóng vai trò quan trọng trong việc giải thích sự tái phân bố áp lực mỏ-nguyên nhân cốt lõi của các hiện tượng mất ổn định cơ học trong hoạt động khai thác khoáng sản hầm lò. Các giả thuyết cổ lịch sử phát triển lâu đời dựa trên nền tảng cơ học kết cấu và không ngừng được cập nhật, bổ sung tri thức mới. Nội dung bài báo trình bày một đánh giá tổng quan có hệ thống các giả thuyết áp lực mỏ kinh điển và việc ứng dụng chúng vào tính toán trong thực tế sản xuất. Các kết quả đánh giá làm rõ được bản chất, đặc điểm cũng như phạm vi ứng dụng của các giả thuyết áp lực mỏ. Các kết quả đạt được làm nền tảng giúp kỹ sư mỏ/đơn vị tư vấn lựa chọn lý thuyết tính toán phù hợp với thực tiễn, từ đó đề xuất các giải pháp kỹ thuật điều khiển áp lực mỏ an toàn, hiệu quả.

Từ khóa: Áp lực mỏ; Dầm công xôn; Dầm gối; Dầm vòm; Vòm cân bằng tự nhiên; Lãng trụ trượt

1. Đặt vấn đề

Theo Qian, Shi, Zou, and Xu (2003), do kỹ thuật mỏ liên quan đến trường ứng suất của đá gốc trong quá trình hình thành đá và tính chất phức tạp của khối đá, con người có nhiều cách khác nhau để giải thích hiện tượng áp lực mỏ trong lò chợ. Các cách giải thích này (thường là suy đoán hoặc khái quát hóa khoa học cho thấy mối liên hệ bên trong của hiện tượng áp lực mỏ) được gọi là các giả thuyết áp lực mỏ. Giả thuyết áp lực mỏ có ý nghĩa định hướng cho việc điều khiển đất đá xung quanh khu vực khai thác.

Theo Đỗ and Vũ (2008), áp lực mỏ là các lực trong đá mỏ xung quanh hầm lò tác động lên vì chống, khối đá nguyên, trụ than, khối đá chèn... và được gây ra bởi trọng lực của đá mỏ. Việc hiểu đúng bản chất hình thành áp lực mỏ là điều kiện tiên quyết để lựa chọn các giải pháp điều khiển áp lực mỏ phù hợp, đảm bảo an toàn sản xuất trong mỏ hầm lò. Khác với các vật liệu nhân tạo, đất đá trong tự nhiên có các đặc tính không đồng nhất, không liên tục, bất đẳng hướng và không đàn hồi. Việc giải thích đặc điểm và lượng hóa áp lực mỏ, do đó, cũng phức tạp và phải vận dụng nhiều giả thuyết áp lực mỏ khác nhau. Về cơ bản các giả thuyết áp lực mỏ được xây dựng dựa trên các nguyên lý cơ học kết cấu (structural engineering principles). Mặc dù cùng dựa trên lý thuyết dầm cổ điển (Euler-Bernoulli) cho phép tính toán tải trọng và chuyển vị, các nguyên lý cơ học kết cấu khác nhau đã được vận dụng để giải thích đặc điểm áp lực mỏ hình thành trong các điều kiện địa chất mỏ đa dạng. Ở Việt Nam, các giả thuyết áp lực mỏ kinh điển từ Liên Xô cũ đã sớm được vận dụng vào công tác điều khiển áp lực mỏ. Tuy nhiên, trong bối cảnh điều kiện khai thác ngày càng khó khăn như hiện nay, việc áp dụng các lý thuyết trên cần hết sức cẩn thận do các giả định đơn giản hóa của giả thuyết có thể không còn phù hợp. Việc hiểu đúng đắn và có hệ thống về các giả thuyết này là hết sức cần thiết để kỹ sư mỏ có thể vận dụng phù hợp với thực tế. Nội dung bài báo trình bày một đánh giá có hệ thống về đặc điểm và phạm vi áp dụng của các giả thuyết áp lực mỏ kinh điển. Các lý thuyết áp lực mỏ gần đây từ khoa học mỏ phương Tây cũng được đánh giá để làm rõ mối liên hệ với các giả thuyết kinh điển vốn xuất phát từ các nước xã hội chủ nghĩa. Các kết quả của bài báo làm nền tảng giúp kỹ sư mỏ/đơn vị tư vấn lựa chọn lý thuyết tính toán phù hợp với thực tiễn, từ đó đề xuất các giải pháp kỹ thuật điều khiển áp lực mỏ an toàn, hiệu quả.

2. Cơ sở lý thuyết áp lực mỏ

Cơ sở lý thuyết của áp lực mỏ là các nguyên lý kỹ thuật kết cấu như được trình bày dưới đây.

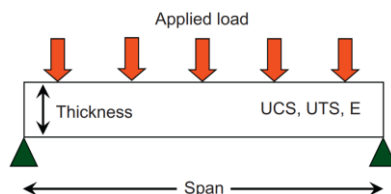
2.1. Dầm gối (dầm đỡ) đơn giản (simply supported beam)

Dầm (beam) là kết cấu chịu lực (chịu tải) ngang theo chiều dài (Galvin, 2016). Dầm gối đơn giản là kết cấu chịu lực chỉ có thể có chuyển động xoay mà không thể chuyển động tịnh tiến tại điểm đặt lực. Một

* Tác giả liên hệ

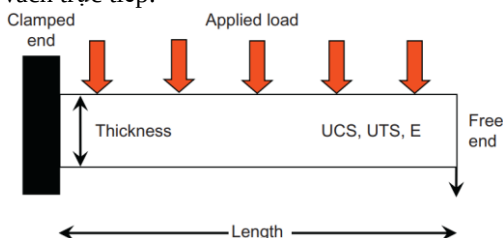
Email: t.d.le@humg.edu.vn

minh họa kết cấu dầm gối đơn giản thể hiện trong Hình 1. Khả năng chịu tải của dầm được xác định bởi chiều dài (span), chiều dày (thickness), và tính chất cơ học vật liệu dầm (UCS, UTS, E). Lý thuyết dầm gối đơn giản giúp giải thích vai trò quan trọng của dạng hình học dầm (ví dụ các lớp đá nằm ngang bên trên khoảng trống khai thác) tới sự ổn định chính nó. Chú ý rằng trong mô hình các dầm đá không chỉ chịu mỗi lực tác động thẳng đứng mà còn chịu lực tác động ngang, cũng như có nhiều cách thức đặt lực (end constraint) khác nhau: ngàm (clamped), khớp/bản lề (hinged), hay trục lăn/ngàm trượt (roller). Một ứng dụng của lý thuyết dầm trong nghiên cứu vị trí và bước tải trọng động được trình bày trong Gray and Gibbons (2023).



Hình 1. Minh họa kết cấu dầm gối đơn giản (R. Frith, 2017)

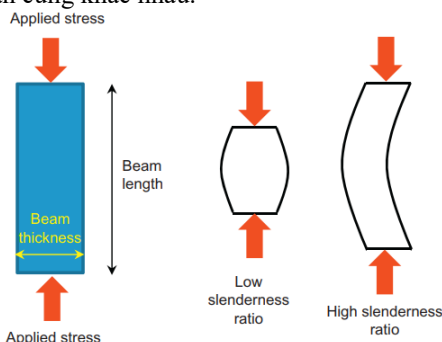
Một dạng đặc biệt của dầm gối đơn giản là dầm công xôn (Hình 2). Một đầu của dầm được ngàm còn đầu kia là tự do. Chiều dài ngàm lớn nhất được xác định trên độ bền kéo của vật liệu dầm, chiều dày dầm, và lực tác dụng trên một mét dài dầm. Dầm công xôn được ứng dụng rộng rãi trong khai thác mỏ để tính toán chiều dày và bước sập đổ vách trực tiếp.



Hình 2. Minh họa kết cấu dầm công xôn (R. Frith, 2017)

2.2. Cột chịu tải (nén) đúng tâm (axially loaded column)

Cột chịu nén đúng tâm, như tên gọi, là kết cấu dầm mà lực nén (tải) đi qua trọng tâm của kết cấu (Galvin, 2016). Tùy thuộc vào cách thức đặt lực và độ mảnh cột mà cột có thể biến dạng khác nhau. Về cơ bản, độ mảnh cột (tỉ số chiều dài cột trên bán kính hồi chuyển/bán kính quán tính (gyration)) thấp gây ra biến dạng đều (nở hông), còn độ mảnh cao gây ra biến dạng oằn (Euler buckling) (Hình 3). Bản chất của biến dạng oằn là sự mất ổn định đàn hồi (elastic instability). Lý thuyết cột chịu nén đúng tâm đã được ứng dụng vào giải thích sự mất ổn định lớp gương than thẳng đứng (R. C. Frith, 2015). Chú ý rằng với các cách thức đặt lực khác nhau thì độ biến dạng oằn cũng khác nhau.



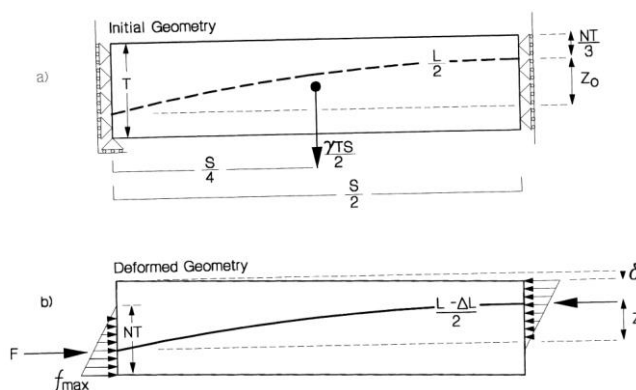
Hình 3. Minh họa cột chịu nén đúng tâm và biến dạng

2.3. Dầm vòm (voussoir beam hoặc linear arch)

Lý thuyết dầm vòm ra đời để giải thích sự ổn định các kết cấu mà nếu đánh giá theo lý thuyết dầm cổ điển thì cho kết quả thấp hơn thực tế (Galvin, 2016). Cụ thể, một cấu trúc dầm chứa các nứt nẻ thẳng đứng sẽ hình thành sự ép ngang tại các biên giới khi dầm võng xuống. Sự ép này hình thành vòm áp lực ổn định bên trong giúp dầm chịu được tải trọng (trọng lượng chính nó và khối đá bên trên, nếu có) lớn hơn so với tính toán bằng lý thuyết dầm đơn giản. Một minh họa kết cấu dầm vòm được thể hiện trong Hình 4. Lý thuyết dầm vòm sớm được ứng dụng vào giải thích sự ổn định các tầng đá phân lớp chứa nứt nẻ bên trên

vùng đã khai thác (Sofianos, 1996). Brady and Brown (2004) đã tổng hợp các đặc điểm quan trọng của dầm vòm trong môi trường đá nứt nẻ như sau:

- Tầng đá không thể mô tả như dầm liên tục đàn hồi bởi biểu hiện của tầng bị chi phối bởi các khối (voussoirs) hình thành từ các nứt nẻ tự nhiên hoặc khe nứt ngang thứ sinh.
- Biểu hiện tầng đá được xác định bởi sự ép ngang sinh ra bởi sự lệch dầm dưới trọng lượng khối đá.
- Dầm vòm biểu hiện một cách đàn hồi trong giới hạn cho phép.
- Dầm có tỉ số chiều dài trên chiều dày lớn thì có thể biến dạng oằn.
- Dầm có tỉ số chiều dài trên chiều dày trung bình hoặc độ bền vật liệu đá thấp có thể phá hủy ở dạng vỡ vụn (crushing) hoặc lở (spalling) tại tâm hoặc biên giới dầm.



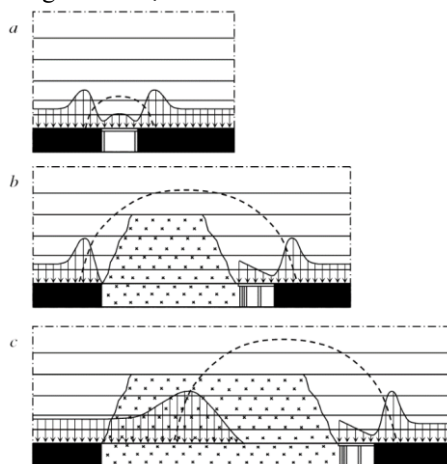
Hình 4. Minh họa nửa dầm vòm (Diederichs & Kaiser, 1999)

3. Các giả thuyết áp lực mỏ

3.1. Vòm cân bằng tự nhiên

Quan sát thực tế khi đào lò cho thấy sự tồn tại của một vòm áp lực cân bằng tự nhiên mà bên trên nó, áp lực từ các tầng đá vách được mặt vòm tiếp nhận rồi truyền xuống chân vòm, gây ra áp lực tựa ở phía trước và phía sau đường lò. Bên dưới mặt vòm, áp lực từ khối đất đá được vỉ chống tiếp nhận và truyền xuống nền lò. Theo Qian et al. (2003), giả thuyết vòm cân bằng tự nhiên được đề xuất bởi người Đức là W. Hack và G. Gillitzer vào năm 1928. Ở Việt Nam giả thuyết vòm cân bằng tự nhiên thường được áp dụng cho thiết kế đào lò theo mô hình của các nhà khoa học Liên Xô cũ là Protodiakonov hoặc Tsimbarevich (Đỗ and Vũ, 2008). Lưu ý rằng theo lý thuyết này, các khối đá bên trong vòm dù không chịu áp lực thẳng đứng từ các tầng đá bên trên nhưng vẫn tiếp nhận các áp lực ngang hình thành bởi cơ chế ứng suất mỏ.

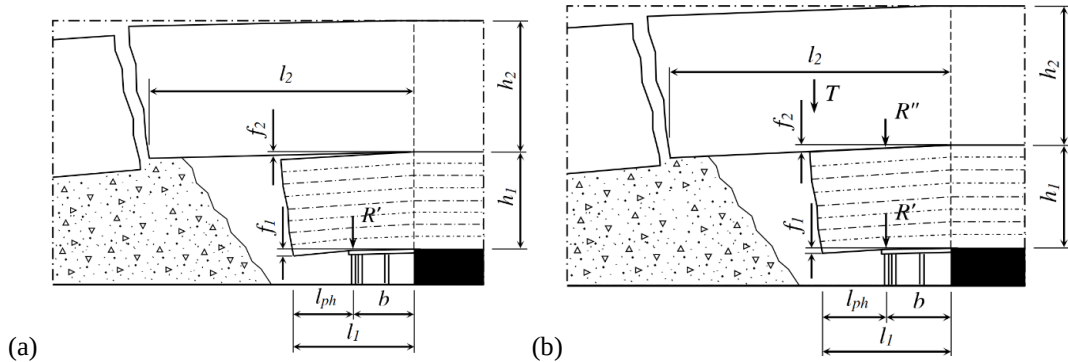
Hình 5 minh họa vòm cân bằng tự nhiên cho quá trình hình thành lò chợ từ lò cắt tới khai thác thường kỳ. Cần chú ý rằng lý thuyết này khi áp dụng cho lò chợ sẽ không còn đúng nếu sự sập đổ và dịch động đất đá lan truyền tới mặt đất. Có thể thấy giả thuyết vòm cân bằng tự nhiên có bản chất giống với lý thuyết dầm vòm (voussoir beam) của các nhà khoa học phương Tây nêu ở trên. Gần đây, các tác giả Le, Oh, Hebblewhite, Zhang, and Mitra (2018) vận dụng lý thuyết dầm vòm để giải thích sự ổn định và sập đổ ban đầu của vách cơ bản trong lò chợ cơ giới hóa hạ trần.



Hình 5. Vòm cân bằng tự nhiên khi (a) tạo lò cắt, (b) phá hóa ban đầu và (c) khai thác thường kỳ (Đỗ & Vũ, 2008)

3.2 Dầm công xôn

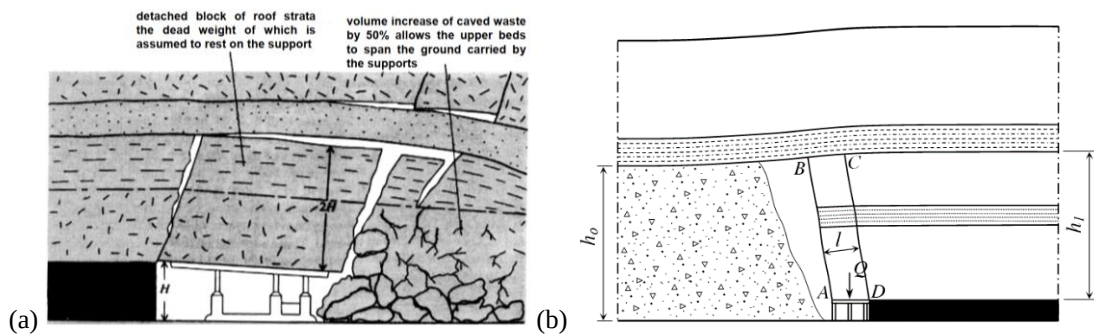
Giả thuyết dầm công xôn được K. Stoke của Đức đề xuất vào năm 1916 và sau đó được I. Friend của Vương quốc Anh, Gelman của Liên Xô cũ và những người khác ủng hộ (Qian et al., 2003). Còn theo Đỗ and Vũ (2008), giả thuyết dầm công xôn được đề xuất bởi các giáo sư Slesarev và Cuznhesov của Liên Xô cũ. Giả thuyết dầm công xôn cho rằng khi tầng đá vách lò chợ đủ dài thì nó sẽ biểu hiện như những tấm dầm công xôn. Tấm dầm có một đầu được ngàm chặt trong khối nguyên trước gương lò chợ, và đầu còn lại thì treo tự do bên trên khoảng trống khai thác, hoặc tựa lên vì chống lò. Tùy thuộc các tính chất lớp đá vách trực tiếp và vách cơ bản, có hai trường hợp xảy ra. Thứ nhất, độ võng dầm vách trực tiếp lớn hơn độ võng dầm vách cơ bản theo tuyến gãy của vách trực tiếp (Hình 6a). Áp lực tác dụng lên vì chống lò chợ chủ yếu gây ra bởi vách trực tiếp. Thứ hai, khi độ võng dầm vách trực tiếp nhỏ hơn độ võng dầm vách cơ bản, áp lực tác dụng lên vì chống lò chợ gây ra bởi cả vách trực tiếp và vách cơ bản.



Hình 6. Sơ đồ tính áp lực mỏ theo giả thuyết dầm công xôn

3.3. Lãng trụ trượt (detached block)

Giả thuyết lãng trụ trượt được xây dựng để thiết kế vì chống lò chợ, được đề xuất bởi Kuznetsov của Liên Xô cũ từ năm 1950 đến 1954 (Qian et al., 2003). Theo đó, trong trường hợp (i) lò chợ không ở quá sâu và vòm cân bằng tự nhiên không xuất hiện và/hoặc (ii) vách cơ bản lò chợ là vách nặng trong khi vách trực tiếp dày ít nứt nẻ, vì chống lò chợ sẽ chỉ chịu tải trọng từ khối lãng trụ trượt (tách) ngay bên trên vì. Trong điều kiện mỏ ở Vương quốc Anh, chiều cao khối lãng trụ bằng hai lần (Hình 7a (Whittaker, 1974)), hoặc 4–6 lần chiều cao khai thác (Wilson, 1975). Ở Việt Nam giả thuyết lãng trụ trượt thường được biết đến thông qua mô hình của Tsimbarevich (Hình 7b (Đỗ & Vũ, 2008)).

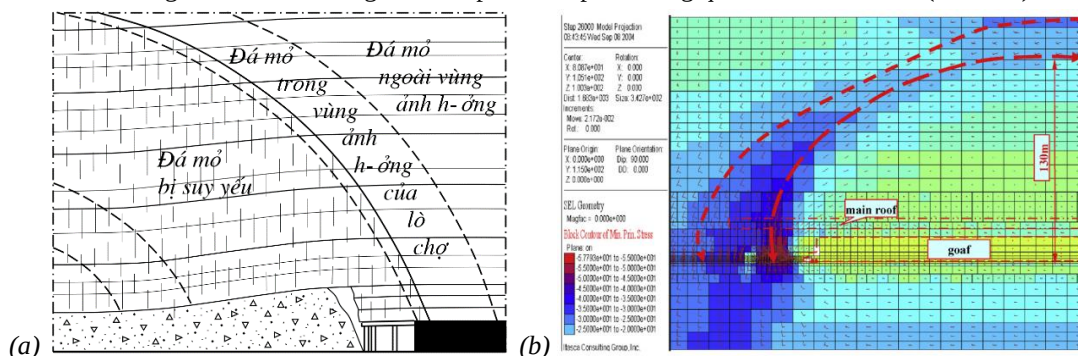


Hình 7. Giả thuyết lãng trụ trượt
(a) của Whittaker (1974) và (b) của Tsimbarevich (Đỗ & Vũ, 2008)

3.4. Giả thuyết áp lực mỏ nứt nẻ ban đầu của Labass

Theo Qian et al. (2003), giả thuyết áp lực mỏ nứt nẻ ban đầu (hay còn gọi là giả thuyết vết nứt định hình trước) được đề xuất bởi học giả người Bỉ A. Labass vào năm 1950. Giả thuyết này cho rằng theo mức độ dịch chuyển của lò chợ xuất hiện sự hạ võng các lớp đá vách, gây ra sự nứt nẻ sơ bộ phía trước gương lò chợ. Giả thuyết chia áp lực xung quanh lò chợ thành ba vùng: (i) vùng ứng suất thấp, tương ứng với vùng đất đá chịu phá hủy mạnh, (ii) vùng ứng suất cao, tương ứng với vùng đất đá bị tách lớp, và (iii) vùng lan truyền áp lực tựa, đạt giá trị lớn nhất ở mặt uốn vùng thứ hai và suy giảm dần về trạng thái ứng suất ban đầu của địa tầng ở biên vùng ảnh hưởng (Hình 8a). Có thể thấy về bản chất, giả thuyết của Labass cho rằng dưới tác động của việc khai thác mỏ, tính toàn vẹn của các thành tạo đá nằm trên vùng khai thác lò chợ bị

phá hủy và trở nên không liên tục. Gần đây, tính đúng đắn của giả thuyết được khẳng định thêm trong các nghiên cứu sử dụng mô hình số khi nghiên cứu phân bố áp lực xung quanh lò chợ hạ trần (Hình 8b).



Hình 8. Giả thuyết áp lực mỏ nứt nẻ ban đầu
(a) của Labass (Đỗ & Vũ, 2008) và trong (Xie, Chang, & Yang, 2009)

4. Kết luận

Các giả thuyết áp lực mỏ có đặc điểm chung là cố gắng cụ thể hóa hình dạng của các vùng thay đổi ứng suất và kéo theo đó là các vùng biến dạng, phá hủy. Từ đó, xây dựng được các công thức tính toán tải trọng tác dụng lên vì chống mỏ hầm lò thông qua thể trọng của đá trong vùng phá hủy (Phạm, 2022). Các giả thuyết áp lực mỏ là nền tảng cơ bản giúp hiểu rõ bản chất cơ học của các biểu hiện đất đá và nhận diện các yếu tố ảnh hưởng quan trọng tới các biểu hiện, từ đó giúp đưa ra các hành động ứng phó tại hiện trường và phục vụ nghiên cứu sâu hơn. Tuy nhiên, cần chú ý rằng các giả thuyết được đưa ra trong điều kiện địa chất mỏ lý tưởng, do đó, việc áp dụng vào thực tế cần hết sức cẩn thận khi mà các điều kiện địa chất mỏ và hoạt động khai thác thường xuyên biến đổi dẫn tới điều kiện chất tải thay đổi. Thêm vào đó, các lý thuyết đảm bảo điển dường như tập trung vào biểu hiện của cấu trúc chịu nén, trong khi đối tượng chịu lực trong mỏ hầm lò là đất đá thường có độ bền kéo yếu hơn nhiều so với độ bền nén.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong đề tài mã số B2023-MDA-05.

Tài liệu tham khảo

- Brady, B. H. G., & Brown, E. T., 2004. *Rock mechanics for underground mining* (3rd ed.). London: Kluwer Academic Publishers.
- Diederichs, M. S., & Kaiser, P. K., 1999. Stability of large excavations in laminated hard rock masses: the voussoir analogue revisited. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 36(1), 97-117. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0148-9062(98)00180-6
- Đỗ, M. P., & Vũ, Đ. T., 2008. *Áp lực mỏ hầm lò*. Hà Nội: Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- Frith, R., 2017. Structural engineering principles in coal mine ground control-the common link between empirical models, numerical models, and practical solutions. In S. S. Peng (Ed.), *Advances in Coal Mine Ground Control* (pp. 67-92): Woodhead Publishing.
- Frith, R. C., 2015. A holistic examination of the load rating design of longwall shields after more than half a century of mechanised longwall mining. *International Journal of Mining Science and Technology*, 25(5), 687-706. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2015.07.001
- Galvin, J. M., 2016. *Ground engineering - Principles and practices for underground coal mining*. Cham: Springer International Publishing.
- Gray, I., & Gibbons, T., 2023. *A structural engineering approach to longwall rock mechanics in massive strata*. Paper presented at the The 2023 Resource Operators Conference, University of Wollongong.
- Le, T. D., Oh, J., Hebblewhite, B., Zhang, C., & Mitra, R., 2018. A discontinuum modelling approach for investigation of Longwall Top Coal Caving mechanisms. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 106, 84-95. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2018.04.025
- Phạm, Đ. T., 2022. Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu lựa chọn giải pháp công nghệ điều khiển áp lực mỏ trong các trường hợp đá vách bền vững khó sập đổ và đá vách mềm yếu kém bền vững" mã số 073.2021.ĐT.BO/HĐKHNCN. Retrieved from Hà Nội:
- Qian, M. G., Shi, P. W., Zou, X. Z., & Xu, Z. L., 2003. 矿山压力与岩层控制. 中国: 中国矿业大学出版社: China University of Mining Science and Technology.
- Sofianos, A. I. 1996. Analysis and design of an underground hard rock voussoir beam roof. *International*

Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 33(2), 153-166. doi:[https://doi.org/10.1016/0148-9062\(95\)00052-6](https://doi.org/10.1016/0148-9062(95)00052-6)

Whittaker, B. N, 1974. An Appraisal of Strata Control Practice. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 11(11), A225. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0148-9062\(74\)90544-0](http://dx.doi.org/10.1016/0148-9062(74)90544-0)

Wilson, A. H, 1975. Support load requirements on longwall faces. *The Mining Engineer*, 134(6), 479–491. doi:[https://doi.org/10.1016/0148-9062\(75\)91152-3](https://doi.org/10.1016/0148-9062(75)91152-3)

Xie, G. X., Chang, J. C., & Yang, K, 2009. Investigations into stress shell characteristics of surrounding rock in fully mechanized top-coal caving face. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 46(1), 172-181. doi:[10.1016/j.ijrmms.2008.09.006](https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2008.09.006)

ABSTRACT

Theories of ground pressure and their application

Le Tien Dung^{1,2*}, Vu Trung Tien^{1,2}, Le Quang Phuc^{1,2}, Dinh Thi Thanh Nhan^{1,2}

¹*Hanoi University of Mining and Geology*

² *Sustainable Development of Mining Science, Technology and Environment (SDM).*

Theories of ground pressure play an important role in explaining the redistribution of mining-induced stress—a core reason for instability incidents in mineral underground exploitation operation. The theories have a long history of development and establishment that are mostly based on structural engineering principles. This paper presents a systematic review of classical ground pressure theories and their application in mining practice. The paper's results help reader to understand the essence, characteristics, and scope for use of the theories. The results serve as fundamentals for mining engineer/consultancy unit to properly design technical solutions for safe and effective ground control.

Keywords: Ground pressure; Cantilever beam; Supported beam; Voussoir beam; Detached block

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)



ISBN: 978-604-76-3040-0



9 786047 630400

SÁCH KHÔNG BÁN