

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TÍNH CƠ LÝ ĐẤT ĐÁ KHI SỬ DỤNG ĐẦU ĐẬP THỦY LỰC ĐỂ PHÁ VỠ TRỰC TIẾP TRÊN TẦNG TRONG KHAI THÁC MỎ LỘ THIÊN

KS. NGUYỄN HOÀNG

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Hiện nay, trên thế giới và Việt Nam có rất nhiều phương pháp phá vỡ đất đá như: phá vỡ đất đá bằng đồng bộ khoan-nổ mìn, bằng cơ giới, bằng vật lý, bằng hóa học, bằng sức nước,... Hầu hết các mỏ lộ thiên tại Việt Nam đều sử dụng phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan-nổ mìn. Tuy nhiên, do một số điều kiện: khu vực cần nổ mìn nằm gần khu dân cư, các công trình văn hóa và di tích lịch sử, các công trình cần bảo vệ, ảnh hưởng của nổ mìn tới môi trường sinh thái,... nên đôi khi việc phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn lại không khả thi. Trong những trường hợp này các phương pháp phá vỡ đất đá không cần nổ mìn sẽ được tính đến. Điển hình là việc sử dụng đầu đập thủy lực trong khai thác mỏ lộ thiên.

Trong phạm vi bài báo này tác giả đã áp dụng lý thuyết của bài toán Bousinessq để xác định các đặc tính cơ lý của đất đá khi sử dụng đầu đập thủy lực để phá vỡ trực tiếp trên tầng mỏ lộ thiên theo bài toán Bousinessq.

1. Các sơ đồ phá vỡ đất đá trên tầng khi sử dụng đầu đập thủy lực

Đất đá được phá vỡ ra khỏi khối nguyên bằng đầu đập thủy lực với gương dưới mức máy đứng và sẽ được máy bốc hoặc máy xúc chất tải cho ô tô ở mặt tầng dưới vận chuyển về địa điểm tập kết với 4 sơ đồ công nghệ khả thi như sau:

❖ Phá đá nguyên khối bằng đầu đập thủy lực, chất tải bằng máy bốc với gương dọc tầng, vận tải bằng ô tô;

❖ Phá đá nguyên khối bằng đầu đập thủy lực, chất tải bằng máy xúc với gương dọc tầng, vận tải bằng ô tô;

❖ Phá đá nguyên khối bằng đầu đập thủy lực, chất tải bằng máy bốc với gương ngang tầng, vận tải bằng ô tô;

❖ Phá đá nguyên khối bằng đầu đập thủy lực, chất tải bằng máy xúc với gương ngang tầng, vận tải bằng ô tô.

2. Xác định các đặc tính cơ lý của đất đá khi sử dụng đầu đập thủy lực để phá vỡ trực tiếp trên tầng mỏ lộ thiên

Khi sử dụng đầu đập thủy lực để phá vỡ đất đá trực tiếp trên tầng sẽ tạo ra các ứng suất và đất đá sẽ bị phá vỡ bởi các ứng suất được sinh ra này. Ứng suất là cường độ của nội lực trên một đơn vị diện tích:

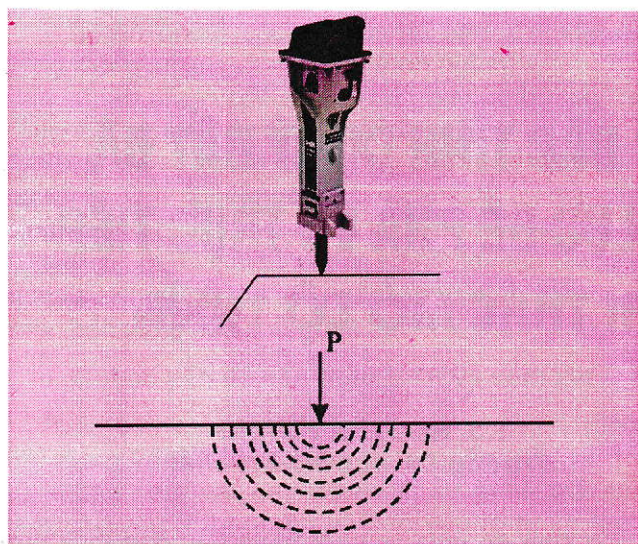
$$\vec{p} = \lim_{\vec{F}} \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta \vec{F}} \quad (1)$$

Xét một điểm M thuộc nền đất và có độ sâu là z, chịu tác dụng của một ngoại lực P trên mặt đất thì điểm M sẽ chịu một áp lực tác dụng lên nó và sinh ra ứng suất tại điểm M.

Giả thiết, xem như mặt tầng là một bán không gian vô hạn, môi trường đất đá cân phá vỡ trên tầng là đồng nhất, đẳng hướng và quan hệ giữa ứng suất và biến dạng là quan hệ tuyến tính theo lý thuyết đàn hồi, lực tác dụng lên bề mặt theo phương thẳng đứng và vuông góc với bề mặt tác dụng.

Khi đầu đập thủy lực phá vỡ đất đá trên mặt tầng, đầu choòng sẽ tác dụng lên đất đá một ngoại lực tập trung P và sinh ra các ứng suất nén lan tỏa trong đất đá và càng ra xa thì ứng suất càng giảm dần (H.1).

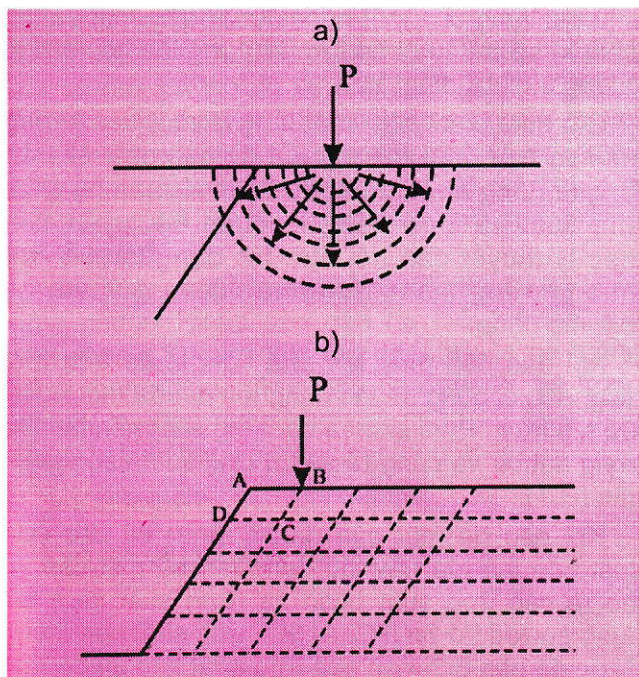
Khi gặp bề mặt cản (sườn tầng) thì các ứng suất nén lan tỏa này tác dụng lên bề mặt cản và tạo ra các ứng suất phản xạ (ứng suất kéo) tác dụng ngược trở lại (H.2.a). Khi ứng suất nén thẳng được độ bền giới hạn của ứng suất kéo thì bề mặt cản sẽ bị phá vỡ, tức là $\sigma_n > [\sigma_k]$.



H.1. Ứng suất sinh ra khi tác dụng ngoại lực tập trung, thẳng đứng trên mặt phẳng đồng nhất

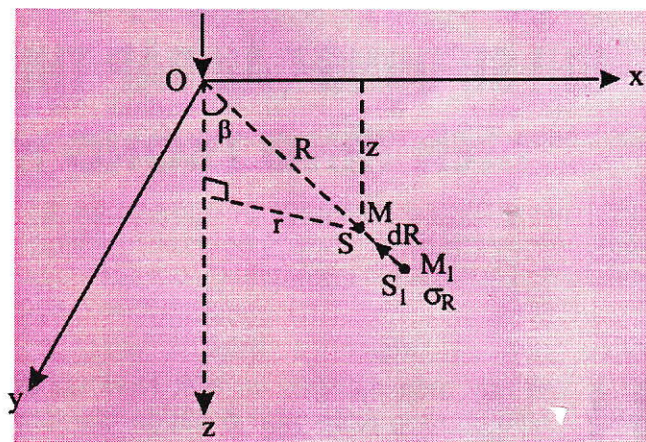
Xét vi khối ABCD (H.2.b), khi đặt một ngoại lực tập trung tác dụng tại điểm B sẽ sinh ra ứng suất lan tỏa trong đất đá và trong vi khối ABCD này thì tại điểm D ứng suất tác dụng là nhỏ nhất do bán kính tác dụng DB lớn nhất. Như vậy, nếu như ứng suất sinh ra đủ lớn để phá vỡ đất đá tại điểm D thì lúc đó vi khối ABCD cũng sẽ bị phá vỡ.

Tác giả đi khảo sát một điểm M trong hệ tọa độ không gian và cho M trùng với D, xác định ứng suất nén σ_n sinh ra tại điểm M và kiểm tra theo điều kiện $\sigma_n > [\sigma_k]$ để xác định lực P cần thiết phá vỡ vi khối ABCD (H.2).



H.2. Ứng suất sinh ra khi gập bề mặt cân

Khảo sát điểm M bất kỳ dưới tác dụng của ngoại lực P, đặt tại điểm O theo bài toán Boussinesq, ứng suất do P gây ra tại điểm M trong đất đá có tọa độ (r, z) , bán kính R và góc β trong hệ tọa độ cực (H.3).



H.3. Xác định ứng suất điểm M do lực tập trung P gây ra

Chuyển vị của điểm M được xác định:

$$S = A \cdot \frac{\cos \beta}{R} \quad (1)$$

Trong đó: A - Hệ số tỉ lệ.

Giả sử điểm M chuyển vị đến M_1 thì bán kính R lúc này là $R + dR$ như trên hình 3.3 và chuyển vị của M_1 sẽ được xác định:

$$S_1 = A \cdot \frac{\cos \beta}{R + dR} \quad (2)$$

Biến dạng tương đối e_R của đoạn dR lúc này là:

$$e_R = \frac{S - S_1}{dR} = \frac{A \cdot \cos \beta}{dR} \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R + dR} \right) = \frac{A \cdot \cos \beta}{dR} \cdot \left(\frac{dR}{R(R + dR)} \right) = \frac{A \cdot \cos \beta}{R \cdot (R + dR)} = \frac{A \cdot \cos \beta}{R^2} \quad (3)$$

Vì $(R \cdot dR) \ll R^2$, nên ta coi $dR \approx 0$.

Mặt khác, theo giả thiết, ứng suất và biến dạng có quan hệ tuyến tính, áp dụng định luật Hooke ta có:

$$\sigma_R = B \cdot e_R = B \cdot \frac{A \cdot \cos \beta}{R^2} \quad (4)$$

Trong đó: B - Hệ số tỉ lệ.

Dựa vào điều kiện cân bằng tĩnh học để xác định A và B. Xét 1 bán cầu ta có:

Đại lượng "R" là khoảng cách từ M tới lực tác dụng P:

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (5)$$

Đại lượng "r" là khoảng cách vuông góc tính từ M tới trục OZ:

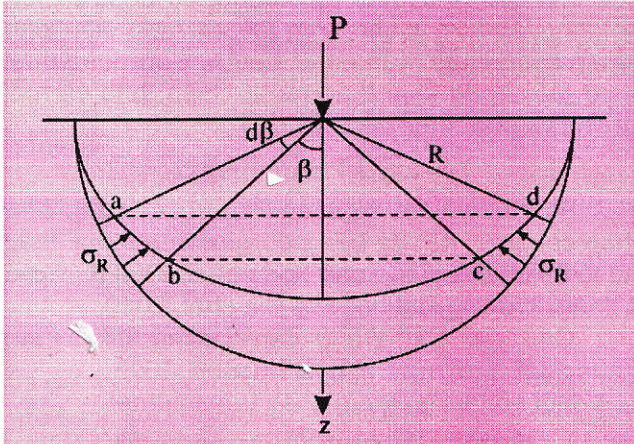
$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (6)$$

Với điều kiện cân bằng tĩnh là:

$$P - \int_0^{\pi/2} \sigma_R \cos \beta \cos \theta = 0 \quad (7)$$

Với dF là diện tích đai tròn $abcd$ như hình H.4 và dF được xác định:

$$dF = 2\pi R \cdot \sin \beta \cdot R d\beta \quad (8)$$



H.4. Cân bằng tĩnh học của ứng suất

Ứng với số gia $d\beta$, xem σ_R phân bố đều và tổng hợp $\Sigma \sigma_R = P$ (tải trọng ngoài).

Thay (4), (8) vào (7) ta có:

$$P - \int_0^{\pi/2} B \cdot \frac{A \cos \beta}{R^2} \cdot \cos \beta \cos \beta \sin \beta d\beta \cdot R = 0 \quad (9)$$

$$\Rightarrow AB = \frac{3P}{2\pi} \quad (10)$$

Thay (3.10) vào (3.4) ta có:

$$\sigma_R = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{\cos \beta}{R^2} \quad (11)$$

Chiếu σ_R lên 3 trục ta có:

❖ Ứng suất pháp:

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{R^5} \quad (12)$$

$$\sigma_x = \frac{3P}{2\pi} \left\{ \frac{z \cdot x^2}{R^5} + \frac{1-2\mu}{3} \times \left[\frac{R^2 - Rz - z^2}{R^3(R+z)} - \frac{x^2(2R+z)}{R^3(R+z)^2} \right] \right\} \quad (13)$$

$$\sigma_y = \frac{3P}{2\pi} \left\{ \frac{z \cdot y^2}{R^5} + \frac{1-2\mu}{3} \times \left[\frac{R^2 - Rz - z^2}{R^3(R+z)} - \frac{y^2(2R+z)}{R^3(R+z)^2} \right] \right\} \quad (14)$$

Với: σ_z - Ứng suất nén; σ_x - Ứng suất kéo; σ_y - Ứng suất cắt.

❖ Ứng suất tiếp:

$$\tau_{zy} = -\frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{yz^2}{R^5} \quad (15)$$

$$\tau_{zx} = -\frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{xz^2}{R^5} \quad (16)$$

$$\tau_{xy} = -\frac{3P}{2\pi} \left[\frac{xyz}{R^5} - \frac{1-2\mu}{3} \cdot \frac{xy(2R+z)}{R^3(R+z)^2} \right] \quad (17)$$

Với μ là hệ số Poát xông) và được xác định qua các thí nghiệm nén mẫu thể hiện trong Bảng 1.

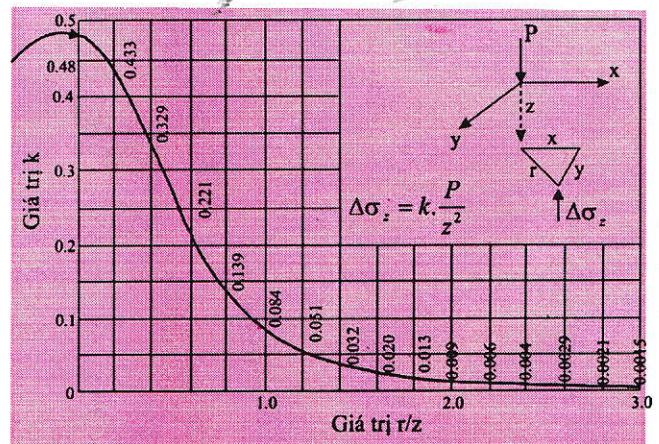
Bảng 1. Hệ số Poát xông μ của đất đá

Loại đất đá	Hệ số nở hông " μ "
Đất đá cứng	0,1÷0,3
Cát	0,25÷0,3
Sét cứng	0,2÷0,3
Á sét	0,33÷0,37
Sét dẻo	0,38÷0,45

Trong thực tế tính toán σ_z thường được dùng rất phổ biến nên σ_z thường được viết dưới dạng:

$$\sigma_z = k \cdot \frac{P}{z^2} \quad (18)$$

Trong đó: k - Hệ số phụ thuộc vào " r/z " và được xác định theo đồ thị H.5.

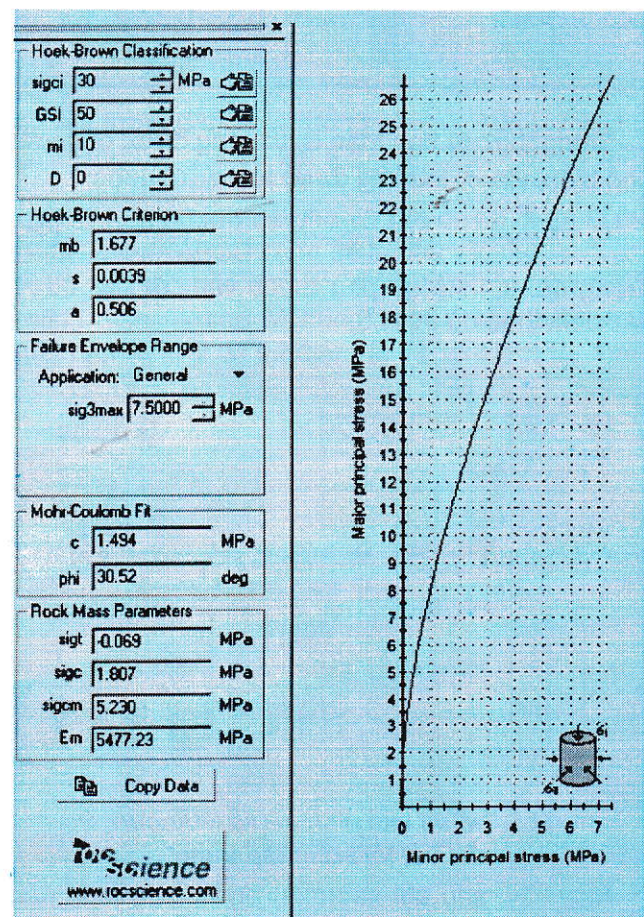


H.5. Đồ thị xác định hệ số k theo r/z đối với tải trọng tập trung

Như vậy, sau khi xác định được ứng suất nén σ_n do ngoại lực tập trung gây ra, ta kiểm tra lại điều kiện phá vỡ đất đá dưới tác dụng của ngoại lực tập trung này.

Nếu $[\sigma_n] > [\sigma_k]$ thì đất đá bị phá vỡ theo kết quả của bài toán Bousinessq mà tác giả đã tính toán ở trên với $[\sigma_k]$ được xác định theo từng loại đất đá cụ thể bằng phần mềm Roclab theo sự phân loại của Hoek-Brown (H.6).

Tuy nhiên, theo nguyên lý hoạt động của đầu đập thủy lực thì ngoài các thông số kỹ thuật và thông số làm việc của đầu đập thủy lực còn có tần số đập của đầu đập thủy lực. Tần số đập là số lần lặp lại quá trình đập của đầu đập thủy lực trong một đơn vị thời gian. Với trọng lượng búa, áp lực đầu choòng, lực đập... không đổi nên ứng suất nén sinh ra cũng không đổi, tác dụng liên tục vào đất đá và lúc này đất đá bị phá vỡ chủ yếu do cơ chế mỏi. Rõ ràng, về mặt định tính thì tần số đập càng cao đất đá phá vỡ sẽ càng hiệu quả. Tức là hiệu quả phá vỡ đất đá tỉ lệ thuận với tần số đập. Do vậy, người ta sẽ tính toán để giảm ngoại lực tác dụng, đồng nghĩa với việc giảm ứng suất nén do ngoại lực tập trung gây ra và tăng tần số đập để đất đá bị phá vỡ theo cơ chế mỏi (theo bài toán dao động cưỡng bức) đảm bảo yêu cầu phá vỡ đất đá hiệu quả và tối ưu hóa các khâu kinh tế-kỹ thuật.



H.6. Minh họa sử dụng phần mềm Roclab để tính toán các thông số của đất đá

3. Kết luận

Việc đưa đầu đập thủy lực vào sử dụng để phá vỡ đất đá trong khai thác mỏ lộ thiên đã và đang mang lại hiệu quả rất cao về kinh tế, an toàn và

đảm bảo môi trường khi không phải sử dụng phương pháp khoan-nổ mìn để phá vỡ đất đá.

Thông qua việc xác định các đặc tính của đất đá khi sử dụng đầu đập thủy lực để phá vỡ trực tiếp trên tầng mỏ lộ thiên theo bài toán Bousinessq, cho phép tính toán các thông số của đầu đập thủy lực phù hợp với tính chất cơ lý của đất đá sẽ mang lại hiệu quả cao về kinh tế-kỹ thuật để từ đó lựa chọn loại đầu đập hợp lý cho từng mỏ với từng điều kiện cụ thể khác nhau, nâng cao hiệu quả sử dụng thiết bị cơ giới trong khai thác mỏ lộ thiên, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Xuân Nam, Nguyễn Phú Vụ. Các phương pháp chuẩn bị đất đá bằng cơ giới trong khai thác mỏ lộ thiên. Bài giảng cao học ngành Khai thác mỏ lộ thiên. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. 2019.
2. Cao Văn Chí, Đặng Văn Cương. Giáo trình cơ học đất. Trường Đại học Thủy lợi. 2005.
3. Một số tài liệu tham khảo trên internet.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

In mining, using drilling-blasting method to break rock was not bring up efficiency in sometimes. Then using mechanical equipments methods will be calculating and one of the equipment is hydraulic breaker (or hydraulic hammer) used to break rock on bench face or oversized rock. In this paper, the author study relationship between characteristics of rock and characteristics of hydraulic breaker to select reasonable parameters when using hydraulic breaker to break rock in the future, bring up high efficiency when using and protect environmental, sustainable development.



1. Hạnh phúc nào cũng phải đánh đổi bằng ít nhiều đau khổ. Margaret Oliphant.
2. Dễ dãi là phương châm của thể xác và là tro nguội của tâm hồn. Ngạn ngữ Đức.
3. Đức tính đáng quý nhất của người phụ nữ là sự dịu dàng. Karl Marx.
4. Con nhỏ làm ta không ngon giấc. Con lớn thường làm ta giật mình. Văn Tuế.

VTH sưu tầm