

Quy trình thí nghiệm

Xác định ứng suất và mô đun biến dạng ngoài hiện trường sử dụng phương pháp kích phẳng¹**ASTM D 4729 - 04**

Tiêu chuẩn này được ban hành với tên cố định D 4729; số đi liền sau tên tiêu chuẩn là năm đầu tiên tiêu chuẩn được áp dụng, hoặc trong trường hợp có bổ sung, là năm sửa đổi cuối. Số trong ngoặc chỉ năm tiêu chuẩn được phê chuẩn mới nhất. Chỉ số trên (ϵ) chỉ sự thay đổi về biên tập theo phiên bản bổ sung hay phê chuẩn lại cuối cùng.

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

- 1.1 Thí nghiệm kích phẳng đo ứng suất tại bề mặt đá. Thí nghiệm này cũng còn để xác định mô đun biến dạng và đặc trưng biến dạng dài hạn (từ biến).
- 1.2 Tất cả các giá trị thu được và tính toán phải tuân thủ các quy định về số thập phân và nguyên tắc làm tròn nêu trong Tiêu chuẩn thực hành D 6026.
- 1.2.1 Phương pháp thí nghiệm trong tiêu chuẩn này dùng để xác định cách thu thập, tính toán hay cách ghi lại các số liệu mà không liên quan trực tiếp đến độ chính xác của số liệu dùng cho quá trình thiết kế hay sử dụng khác, hoặc cả hai. Việc áp dụng các kết quả thu được theo tiêu chuẩn này nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn.
- 1.3 *Hạn chế* - Thí nghiệm kích phẳng đo ứng suất trung bình vuông góc với bề mặt của buồng thí nghiệm. Mức ứng suất không bị xáo trộn phải được xác định bằng diễn giải lý thuyết từ số liệu này.
- 1.4 *Các giả thiết và các yếu tố ảnh hưởng đến số liệu:*
- 1.4.1 Sự giảm ứng suất được giả thiết là một quá trình đàn hồi, thuận nghịch. Trong các vật liệu không đồng nhất và đứt gãy lớn thì giả thiết này không hoàn toàn đúng.
- 1.4.2 Các phương trình giả thiết rằng khối đá đồng nhất và đẳng hướng. Tác động của không đẳng hướng có thể được xác định bằng thí nghiệm theo các hướng khác nhau.
- 1.4.3 Kích phẳng được giả định đạt hiệu suất 100%. Phải xác định các yêu cầu thiết kế và kích thước của mục 7.1 để đảm bảo các yêu cầu này chỉ sai số vài phần trăm.
- 1.4.4 Kích được giả thiết là thẳng hàng với ứng suất chính trên bề mặt của lỗ. Ứng suất cắt không bị xoá bỏ bởi áp lực kích.
- 1.5 Các giá trị trong tiêu chuẩn này theo hệ đơn vị inch-pound.
- 1.6 *Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả vấn đề an toàn liên quan đến sử dụng, nếu có. Đây là trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn phải đảm bảo độ an toàn và tình trạng sức khoẻ phù hợp và những hạn chế áp dụng trước khi sử dụng.*

¹ Phương pháp thí nghiệm này thuộc phạm vi của Ủy ban ASTM D 18 về Đất và Đá và chịu trách nhiệm trực tiếp bởi Tiểu ban D18.02 về Cơ học đá. Lần xuất bản hiện nay được phê duyệt 1 tháng 11, 2004. Xuất bản vào tháng 12 năm 2004. Bản gốc được phê duyệt năm 1987. Lần xuất bản cuối cùng trước đây được phê duyệt năm 1997 là D 4729-87 (1997)

*** Phần tóm tắt về sự thay đổi sẽ được đề cập ở cuối tiêu chuẩn này**

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

2.1 Tiêu chuẩn ASTM: ²

D 653 Thuật ngữ liên quan đến đất, đá và chất lỏng chịu nén.

D 2113 Tiêu chuẩn thực hành về phương pháp khoan lõi kim cương khi khảo sát hiện trường.

D 3740 Tiêu chuẩn thực hành về các yêu cầu tối thiểu đối với các đơn vị được thuê để tiến hành thí nghiệm và/ hoặc kiểm tra đất và đá dùng trong thiết kế và xây dựng công trình.

D 5720 Tiêu chuẩn thực hành về hệ thống đo áp lực bằng bộ chuyển đổi điện tử cho mục đích địa kỹ thuật.

D 6026 Tiêu chuẩn thực hành về sử dụng số chữ số thập phân sau dấu phẩy của các số liệu địa chất.

D 6027 Tiêu chuẩn thực hành về hiệu chuẩn bộ chuyển đổi biến dạng tuyến tính cho mục đích địa kỹ thuật.

² Để tham khảo các tiêu chuẩn ASTM, hãy vào website của ASTM, www.astm.org, hoặc liên hệ với Trung tâm dịch vụ khách hàng ASTM tại service@astm.org. Các thông tin về cuốn *Annual Book of ASTM Standards*, xem chi tiết Tài liệu tiêu chuẩn tóm lược trên trang web của ASTM.

3 THUẬT NGỮ

3.1 Các thuật ngữ dùng trong phương pháp thí nghiệm này tham khảo trong Thuật ngữ D 653.

3.2 *Khái niệm các thuật ngữ dùng trong tiêu chuẩn này:*

3.2.1 *Áp lực khi ngừng kích* – áp lực trong kích phẳng để trả lại đá về vị trí ban đầu.

3.2.2 *Ứng suất bề mặt* - ứng suất tiếp tuyến tại bề mặt của một lỗ mở.

3.2.3 *Ứng suất nguyên trạng* - ứng suất ngoài hiện trường trong khối đá trước khi đào một lỗ mở.

4 TÓM TẮT PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

4.1 Ứng suất hiện trường trong khối đá được làm giảm đi bằng cách cắt vào khối đá một đường rãnh vuông góc với bề mặt của buồng thí nghiệm. Đo biến dạng do ứng suất gây ra bởi việc giảm ứng suất này. Đặt một kích phẳng lên đường rãnh đó và tạo áp

lực cho tới khi trị số biến dạng đo được ở trên bị huỷ bỏ. Ứng suất tác dụng trở lại này xấp xỉ bằng ứng suất trong khối đá tại vị trí thí nghiệm theo phương vuông góc với mặt phẳng kích. Chất tải từng cấp lên kích phẳng và đo biến dạng để xác định các đặc trưng biến dạng của khối đá.

5 Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG

- 5.1 *Các thí nghiệm trong các hướng trục giao*— Kích phẳng xác định được chính xác nhất ứng suất song song với trục dọc của buồng thí nghiệm, bởi vì ứng suất này bị ảnh hưởng ít nhất do xây dựng cửa buồng thí nghiệm. (Ứng suất tiếp tuyến khác được chú trọng hơn). Đồng thời, nếu buồng thí nghiệm nằm trong vùng ứng suất có một trong số các ứng suất lớn hơn nhiều so với các ứng suất khác (gấp 3 hoặc 4 lần), thì các vị trí nhất định trong buồng có thể nằm trong vùng ứng suất nén rất thấp hoặc thậm trí ứng suất kéo. Các thí nghiệm kích phẳng ở các vị trí này có thể cho các kết bất thường hoặc kết quả sai. Do các yếu tố này, buồng thí nghiệm phải có ít nhất hai, tốt hơn là ba phân đoạn thẳng, dài (tối thiểu bằng 4 đến 5 lần đường kính), các phân đoạn này tạo với mỗi phần khác một góc là 90°. Công tác thí nghiệm phải được tiến hành đồng đều trên cả ba phân đoạn đó để đảm bảo cho các kết quả dư và, nếu các kết quả trong 1 phân đoạn có xảy ra bất thường thì phải đảm bảo chương trình tạo ra đủ các kết quả cần sử dụng.

Chú thích 1 – Không đi ngược lại với những khẳng định về độ chính xác và độ lệch của phương pháp này, độ chính xác của phương pháp thí nghiệm này phụ thuộc vào kỹ năng của người thí nghiệm và sự phù hợp của thiết bị thí nghiệm và các tiện ích được sử dụng. Các tổ chức thoả mãn Tiêu chuẩn thực hành D 3740, được xem là có năng lực về kỹ năng và mục tiêu thí nghiệm. Khi sử dụng Tiêu chuẩn này người sử dụng tiêu chuẩn phải chú ý là dù có làm đúng theo Tiêu chuẩn thực hành D 3740 thì cũng không đảm bảo các kết quả là tin cậy. Độ tin cậy của kết quả phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Tiêu chuẩn thực hành D 3740 cung cấp phương tiện đánh giá một vài yếu tố đó.

6 YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG

- 6.1 *Trình độ chuyên môn của người tham gia:*
- 6.1.1 *Người thực hiện thí nghiệm* -Tất cả các cá nhân tham gia vào công tác thí nghiệm, bao gồm các kỹ thuật viên và giám sát viên thí nghiệm đều phải đáp ứng về trình độ chuyên môn.
- 6.1.2 *Người thực hiện khoan và cưa mạch* - Chất lượng khoan và cưa mạch rất quan trọng để đạt được thí nghiệm kích phẳng tốt nhất. Người thực hiện khoan và cưa mạch phải có khả năng thực hiện được độ chính xác yêu cầu để tạo ra đường rãnh và hố khoan tốt nhất.
- 6.2 *Công tác hiệu chỉnh hoạt động của thiết bị* - Phải kiểm tra tất cả các thiết bị và dụng cụ theo các quy định về hoạt động của thiết bị. Nếu không có yêu cầu khác, các quy định của nhà sản xuất về thiết bị phải được xem là quy định hoạt động yêu cầu. Công tác hiệu chỉnh hoạt động thường được tiến hành bằng cách hiệu chuẩn các thiết bị và hệ

thống đo đạc. Phải thực hiện hiệu chuẩn và lập tài liệu theo một trình tự chuẩn như là Tiêu chuẩn thực hành D 5720 và D 6027.

- 6.3 *Các đặc điểm địa chất cục bộ* - Các đặc điểm cục bộ, cụ thể là sự đứt đoạn, vùng chịu cắt,... có thể ảnh hưởng tới trường ứng suất cục bộ. Những thể vùi lớn trong đá cũng có thể gây ảnh hưởng đến cả đặc trưng về ứng suất và biến dạng. Phải lựa chọn thật kỹ lưỡng vị trí thí nghiệm để giảm tối thiểu ảnh hưởng của các đặc điểm này, hoặc phải xem xét đầy đủ nếu quan tâm đến các đặc điểm đó.
- 6.4 *Ảnh hưởng của công tác đào* – Các hoạt động đào bồng thí nghiệm sẽ gây ra hiệu ứng tập trung ứng suất phức tạp do tải phía trên. Thí nghiệm kích phẳng phải được bố trí cách điểm đào ít nhất là ba lần đường kính. Nếu tiến hành đào bồng thí nghiệm bằng các phương pháp cổ điển, sau đó bề mặt thí nghiệm phải được đào bằng kỹ thuật không phá nổ để dọn sạch những vật liệu rời do việc giảm ứng suất hoặc phá nổ.

7 DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ

- 7.1 *Kích phẳng* - Phải thiết kế kích phẳng làm việc trong điều kiện áp lực khoảng vài nghìn pound trên một đơn vị inch vuông khi được lắp đặt hợp lý. Phải chế tạo kích sao cho hai tấm chính dịch chuyển lên nhau theo phương song song trong phạm vi của kích. Phạm vi tối thiểu là 0.25 in. (6 mm). Những loại kích được đề cập trong tiêu chuẩn này phải có dạng hình vuông và diện tích của kích không được nhỏ hơn 2 ft (0.6 m) bề rộng.

Chú thích 2 – Các kiểu kích phẳng khác hiện có trên thị trường có thể cũng phù hợp trong một số trường hợp nhất định. Tiêu chuẩn này chỉ đề cập đến loại kích phẳng cơ bản hình vuông, tuy nhiên vẫn có thể áp dụng các nguyên lý cơ bản đã được trình bày ở đây.

- 7.2 *Thiết bị đo đạc:*

- 7.1.1 *Áp lực* - Phải sử dụng bộ chuyển đổi điện tử hoặc đồng hồ thủy lực để kiểm soát công tác tạo áp lực cho kích phẳng. Bộ chuyển đổi áp lực phải có độ chính xác tối thiểu là $\pm 20 \text{ lbf/in}^2$ ($\pm 0.14 \text{ MPa}$), bao gồm sai số do hệ đọc kết quả và có độ nhạy tối thiểu là 10 lbf/in^2 (0.069 MPa).

- 7.1.2 *Biến dạng* - Thiết bị đo biến dạng được sử dụng là đồng hồ mặt số cơ học, và bộ chuyển đổi điện tử như là LVDTs hoặc đồng hồ đo điện thế tuyến tính. Các thiết bị này có thể cố định hoặc di chuyển được phụ thuộc vào yêu cầu hiện trường. Các thiết bị đo biến dạng phải có độ chính xác tối thiểu là $\pm 0.0001 \text{ in.}$ ($\pm 0.0025 \text{ mm}$) và có độ nhạy tối thiểu là 0.00005 in. (0.0013 mm).

- 7.1.3 *Đồng hồ đặt bên trong* - Đồng hồ đo biến dạng bên trong kích phẳng phải được hiệu chuẩn trước khi lắp vào kích. Phải xác định ảnh hưởng của dầu thủy lực và áp lực xung quanh tăng lên trong đồng hồ trước khi tiến hành thí nghiệm.

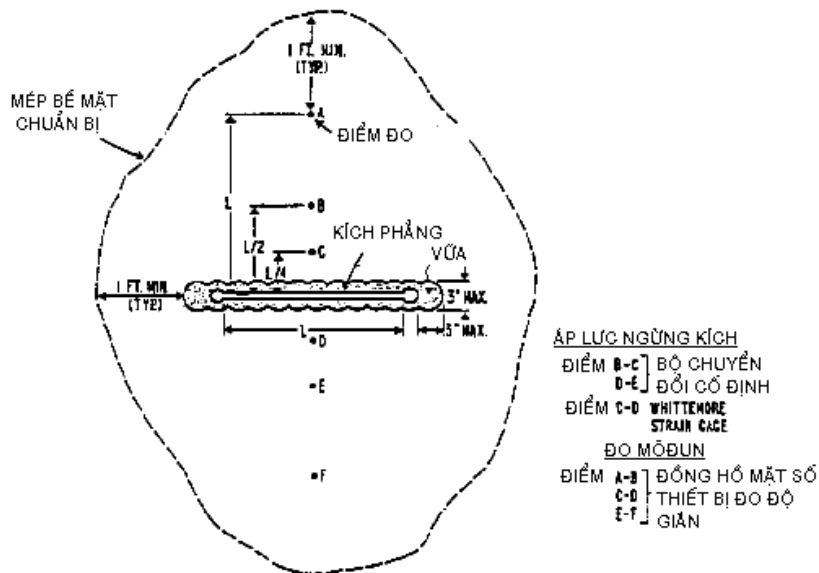
- 7.2 *Vữa* - Nếu sử dụng vữa để gắn kích phẳng vào đường rãnh, thì phải sử dụng loại vữa bằng vật liệu không co ngót, có khả năng đạt cường độ sớm. Vữa này có thể chứa tới 50% cát sạch theo trọng lượng, với đường kính hạt nằm giữa mắt sàng 20- và 60-

Phải sử dụng nước sạch, có thể uống được để chế tạo vữa. Vữa sau khi được bảo dưỡng phải có cường độ lớn hơn ứng suất do tác dụng của kích phẳng. Có thể yêu cầu về môđun của vữa được rút ra từ việc xác định môđun của đá.

- 7.3 *Thiết bị cưa mạch* – Các thiết bị để cưa một đường rãnh trong đá phải dùng loại mà không yêu cầu tâm lớn hoặc lỗ cuối. Các lỗ kích thước lớn có thể gây ra thay đổi đáng kể trường ứng suất được đo.

8 TRÌNH TỰ

- 8.1 *Các nhóm tại từng vị trí thí nghiệm* - Phải tiến hành thí nghiệm ít nhất với một nhóm kích tại mỗi mặt cắt buồng thí nghiệm. Mỗi nhóm phải có ba kích phẳng được lắp nghiêng 45° theo phương nằm ngang và theo phương thẳng đứng. Các kích trong mỗi nhóm phải được đặt trong một vùng của buồng thí nghiệm cách nhau trong vòng 20 ft (6.1 m) dọc theo chiều dài của buồng.
- 8.2 *Chuẩn bị bề mặt:*
- 8.2.1 *Chất lượng đá* – Không được lắp đặt kích phẳng và các thiết bị đo biến dạng trong vật liệu xốp, vỡ, hoặc rỗng. Có thể phát hiện ra loại vật liệu xốp, vỡ, hoặc rỗng qua âm thanh đục và rỗng, khi dùng búa đập vào; và phải loại bỏ các vật liệu này.
- 8.2.2 *Kích thước* - Bề mặt được chuẩn bị phải kéo dài tối thiểu là 1 ft. (0.30 m) qua một đầu của đường rãnh đặt kích và tối thiểu là 1 ft. (0.3m) qua điểm đo ở xa nhất. Bộ chuyển đổi hoặc kích phẳng phải đặt trong bề mặt chuẩn bị 1 ft. (0.3 m) tại một điểm bất kỳ (xem Hình 1).
- 8.2.3 *Phương pháp* – Có thể cần phải khoan tới một chiều sâu đều để chuẩn bị bề mặt đá. Phần đá sót lại giữa các hố khoan phải được dọn bằng cách di chuyển mũi khoan trở đi trở lại cho tới khi bề mặt nhẵn. Một cách khác, đối với đá cứng và tốt, là có thể sử dụng phá nổ có kiểm soát thay đổi rất nhỏ để loại bỏ đá sót lại. Trong các vật liệu mềm hơn, có thể sử dụng các thiết bị nghiền thô, đập nhỏ hoặc máy cắt.
- 8.2.4 *Độ bằng phẳng* – Về lý tưởng thì bề mặt chuẩn bị phải là một mặt phẳng. Độ chênh lệch giữa điểm cao nhất và thấp nhất trên bề mặt chuẩn bị không được lớn hơn 2 in. (50 mm).
- 8.3 *Công tác lắp đặt bộ chuyển đổi và các điểm đo* – Bộ chuyển đổi và các điểm đo phải được lắp đặt trên đường tim vuông góc với bàn kích, trên bề mặt hoặc tại độ sâu như chỉ ra trên hình 1. Bộ chuyển đổi để đo ứng suất phải được lắp đặt trong phạm vi $L/2$ đường rãnh kích phẳng, với L là chiều rộng của kích phẳng.



Hình 1 – Dây kích phẳng để đo, đo tại bề mặt

- 8.4 **Cắt đường rãnh** – Có thể cắt đường rãnh bằng cưa hoặc bằng cách khoan các hố chồng lên nhau trong vật liệu yếu hoặc có tính dễ vỡ. Phải giảm thiểu việc tạo rung động. Đường rãnh phải có chiều rộng không được lớn hơn 3 in. (75 mm), và kéo dài ít hơn 3 in. (75 mm) từ mép của kích phẳng. Nó phải đủ sâu để kích phẳng chôn vào 3 in. (75 mm) tính từ điểm thấp nhất trên bề mặt đá xung quanh đường rãnh. Nếu phải khoan, thì cần chú ý để đảm bảo các hố khoan thẳng và song song nhằm giữ cho đáy của đường rãnh luôn hở để đặt kích phẳng. Phải rửa sạch đường rãnh khỏi tất cả các bụi bẩn và các hạt cưa bằng nước sạch.
- 8.5 **Đo độ chùng** - Phải đo biến dạng ngay khi hoàn thành xong việc tạo rãnh và đo ngay trước khi thí nghiệm. Nếu đá bị biến dạng dưới tác dụng của tải trọng không đổi trong một khoảng thời gian, thì cần phải thực hiện một vài số đọc trung gian để đánh giá ảnh hưởng này.
- 8.6 **Lắp đặt kích phẳng** - Kích phẳng phải được đặt tại tim của đường rãnh và chôn sâu 3 in. (75 mm) từ bề mặt đào để hạn chế khả năng bị nứt trong khi tạo áp lực. Nếu sử dụng vữa, thì phải đổ xung quanh kích và không có lỗ rỗng. Phải lắp đặt kích sao cho có đủ thời gian để vữa đạt được cường độ chịu nén lớn hơn ứng suất kích ước tính lớn nhất.
- 8.7 **Thí nghiệm kích phẳng** – Áp lực kích phẳng phải được nâng lên từng cấp 100 lb/in². (0.7 MPa) cho đến khi ngừng đo. Đọc kết quả biến dạng sau mỗi cấp áp lực. Phải duy trì áp lực lớn nhất trong 15 phút để kiểm tra độ biến dạng theo thời gian; sau 5 phút đọc kết quả biến dạng một lần. Áp lực được giảm từng cấp 100 lb/in² (0.7 MPa) đến giá trị 0, kết hợp với việc đọc kết quả biến dạng sau từng cấp giảm tải. Áp lực bằng 0 phải được duy trì trong 15 phút để kiểm tra độ biến dạng theo thời gian; sau 5 phút đọc kết quả biến dạng một lần. Phải lặp lại chu trình này ít nhất là hai lần khi sử dụng các cấp tăng và giảm áp lực bằng nhau. Ứng suất kích lớn nhất trong các chu trình này càng lớn càng tốt và phải được kỹ sư thí nghiệm hiện trường kiểm tra phụ thuộc vào kích và cường độ của đá và áp lực khi ngừng kích.

8.8 *Yêu cầu đọc kết quả* - Hình 2 và 3 trình bày ví dụ mẫu về bảng dữ liệu thí nghiệm và các loại dữ liệu cần thu thập. Tuy nhiên các yêu cầu về kết quả có thể là riêng biệt theo vị trí thí nghiệm và sẽ được phát triển từ những yêu cầu tối thiểu chỉ ra ở Mục 10, phần Báo cáo.

Xác định ứng suất và môđun biến dạng tại hiện trường
theo phương pháp kích phẳng

Bảng số liệu thí nghiệm

Dự án _____ Thí nghiệm No. _____
 Đặc điểm _____ Vị trí thí nghiệm _____
 Loại đá _____ Hướng _____

Miêu tả về thiết bị	Số hiệu No.	Ngày hiệu chuẩn tiếp theo
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Tóm tắt về kích phẳng, địa chất và số đo hình học:

Hình 2 - Bảng số liệu mô tả vị trí kích phẳng thí nghiệm

9 TÍNH TOÁN

9.1 *Tổng quát* - Việc tính toán ứng suất và môđun biến dạng từ các kết quả kích phẳng chịu ảnh hưởng của sơ đồ chất tải phức tạp của thí nghiệm. Đồng thời, lực tác dụng do kích phẳng không giống với lực ban đầu tác dụng lên đá. Kích chỉ mở rộng theo một hướng, nên các thành phần ứng suất theo phương ngang và ứng suất cắt không được khôi phục. Điều này là đặc biệt quan trọng khi kích không thẳng hàng với ứng suất chính. Một số mô hình và giả thuyết đàn hồi đã được sử dụng để bù lại các trị số này, dẫn đến một số phương pháp chiết giảm hệ số khác nhau và đôi khi còn trái ngược nhau. Các phương trình nêu ra ở đây là một trong số các phương trình được sử dụng phổ biến nhất và đã được chứng minh để tạo ra các kết quả có thể so sánh được với các kết quả từ các phương pháp hiện trường khác. Tuy nhiên, việc phân tích các số liệu này lại phụ thuộc vào các yếu tố hiện trường riêng biệt, như là địa chất và trường ứng suất hiện tại. Trong tương lai, việc phân tích riêng biệt từng thí nghiệm này bằng kỹ thuật số, như phương pháp phần tử hữu hạn có thể là hướng phát triển hiệu quả nhất.

Trong thực tế, đo ứng suất bề mặt được thực hiện đủ gần với đường rãnh để giả thiết ứng suất bề mặt bằng với áp lực khi ngừng kích với sai số cho phép.

Bảng 1-Tỷ số ứng suất bề mặt và áp lực ngừng kích cho 1 m² (1.09 yd²)

Khoảng cách từ đường rãnh	Hệ số Poisson của đá			
	0.10	0.20	0.33	0.50
0	0.99	0.99	0.98	0.92
0.1 L ^A	0.98	0.98	0.94	0.89
0.2 L	1.00	0.98	0.93	0.88
0.3 L	1.04	1.01	0.98	0.93
0.4 L	1.10	1.08	1.02	1.01
0.5 L	1.20	1.17	1.11	1.08
0.6 L	1.31	1.27	1.24	1.18
0.7 L	1.44	1.39	1.37	1.30
0.8 L	1.58	1.52	1.48	1.38
0.9 L	1.71	1.69	1.61	1.46
1.0 L	1.87	1.83	1.73	1.53

9.2.1 Khi đo biến dạng tại các điểm trên hai phía đối diện của đường rãnh kích phẳng, có thể sử dụng lý thuyết và biến dạng đàn hồi để tính toán ứng suất bề mặt. Alexander⁴ giả thiết rằng biến dạng do việc cắt tạo đường rãnh tương tự như biến dạng do mở một ellip hữu hạn trong một tấm đàn hồi chịu tải trọng rải đều, và biến dạng dọc theo chiều dài kích gây ra bởi kích cũng tương tự với biến dạng do mở một ellip mảnh vô hạn. Biến dạng ở một phía của kích, do cắt tạo đường rãnh, W , xác định theo các phương trình sau:

$$W_0 = \frac{SC}{E} \left\{ (1-\nu) \left[\left(1 + \frac{Y^2}{C^2} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{Y}{C} \right] + \left[(1+\nu) \left(1 + \frac{Y^2}{C^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad (1)$$

$$W_1 = \frac{SY_0}{E} \left\{ (1-2\nu) \left[\left(1 + \frac{Y^2}{C^2} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{Y}{C} \right] + \left[(1+\nu) \left(1 + \frac{Y^2}{C^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad (2)$$

$$W_2 = W_1 \cdot \frac{Q}{S} \quad (3)$$

$$W = W_0 + W_1 + W_2 \quad (4)$$

trong đó:

W_0 = biến dạng trên một phía của đường rãnh trong khi cắt một đường rãnh mỏng vô hạn, in. (mm),

W_1 = biến dạng trên một phía của đường rãnh do chiều rộng đường rãnh hữu hạn, in. (mm),

W_2 = biến dạng trên một phía của đường rãnh do ứng suất hai trục, in. (mm),

S = ứng suất của đá vuông góc với kích, lbf/in.² (MPa),

Q = ứng suất của đá song song với kích, lbf/in.² (MPa),

C = một nửa chiều dài đường rãnh, in. (mm),

Y = khoảng cách từ điểm đo đến đường tâm của kích, in. (mm),

Y_0 = một nửa chiều rộng của đường rãnh, in. (mm),

E = môđun biến dạng của khối đá, lbf/in.² (GPa), và

ν = hệ số poisson của khối đá.

Biến dạng do đặt áp lực kích, W_j , được xác định bởi:

$$W_j = \frac{PC_0}{E} \left\{ (1-\nu) \left[\left(1 + \frac{Y^2}{C_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{Y}{C_0} \right] + \left[(1+\nu) \left(1 + \frac{Y^2}{C_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad (5)$$

trong đó:

P = áp lực kích, lbf/in.² (MPa), và

C_0 = một nửa chiều dài của kích, in. (mm),

Tại áp lực ngừng kích:

$$W = W_j \quad (6)$$

³ Tincelin, M. E., "Mesure des pressions de terrains dans les mines de fer de J'Est: Annales de l'Institut Technique de Batiment et des Travaux Publics, "serie: *Sols et Foundations*, No. 58, pp.972-990. Translated by S.H. Britt, U.S. Geological survey open file report No. 28927, Washington, DC, 1953.

⁴ Alexander, L. G., "Field and Laboratory Tests in Rock Mechanics," *Third Australia-New Zealand Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Sydney, Australia, 1960.

9.3 **Môđun biến dạng** – Tính toán môđun biến dạng cũng nằm trong hai loại. Khi đo biến dạng trên một phía của đường rãnh, môđun E được tính toán như sau:⁵

$$E, \text{ lbf/in.}^2 \text{ (GPa)} = (PLR/2\pi\Delta Y) \quad (7)$$

trong đó:

P = áp lực kích, lbf/in.² (MPa),

L = khoảng cách giữa các điểm đo, in. (mm),

R = hệ số phân bố ứng suất, và

ΔY = biến dạng giữa các điểm đo, in. (mm).

Hệ số phân bố ứng suất, R , được tính toán như sau:

$$R = (A_q + \sin A_q) - [\nu(A_q + \sin A_q) + (A_z + \sin A_z) - \nu(A_z - \sin A_z)] \quad (8)$$

trong đó:

ν = hệ số poisson của khối đá, và

A_q, A_z = các góc, tính theo radian, giữa các điểm đo và mép của kích, như hình 4.

Khi tiến hành đo biến dạng ngang với đường rãnh, sắp xếp lại phương trình 5 để tính ra môđun, E :

$$E, \text{ lbf/in.}^2 \text{ (GPa)} = K(P/\Delta Y) \quad (9)$$

trong đó:

P = áp lực kích, lbf/in.² (MPa),

ΔY = biến dạng giữa các điểm đo, in. (mm), và

K = hệ số hình dạng thí nghiệm.

10 BẢO CÁO

- 10.1 Mục đích của phần này là để thiết lập ra các yêu cầu tối thiểu cho một bản báo cáo hoàn thành và báo cáo ứng dụng. Phải bổ sung các chi tiết khác khi phù hợp và thay đổi trật tự các mục nếu cần thiết. Việc áp dụng các kết quả thí nghiệm nằm ngoài phạm vi của phương pháp này, nhưng có thể là một phần không thể thiếu đối với một số chương trình thí nghiệm. Trong trường hợp này, phải bổ sung thêm mục áp dụng mà phù hợp với các thông tin được mô tả sau đây.
- 10.2 *Phần giới thiệu của báo cáo* - Phần giới thiệu nhằm trình bày phạm vi và mục đích của chương trình thí nghiệm và các đặc trưng vật liệu được thí nghiệm.
- 10.2.1 *Phạm vi của chương trình thí nghiệm:*
- 10.2.1.1 *Vị trí và hướng* - Phải trình bày vị trí và hướng của mỗi kích phẳng. Nên trình bày dưới dạng sơ đồ.
- 10.2.1.2 *Cơ sở hợp lý để lựa chọn vị trí thí nghiệm* - Phải trình bày lý do lựa chọn từng địa điểm thí nghiệm⁶.
- 10.2.1.3 *Hạn chế của chương trình thí nghiệm* - Phải trình bày các lĩnh vực quan tâm không thuộc phạm vi của chương trình thí nghiệm và hạn chế của các số liệu trong các trường hợp áp dụng.
- 10.2.2 *Mô tả tóm lược địa chất vị trí thí nghiệm* - Phải mô tả địa chất của mỗi địa điểm thí nghiệm, bao gồm loại đá, nứt đứt gãy, những biến đổi, thể vùi, ... Cần lập bản đồ địa chất chi tiết của buồng thí nghiệm tại vị trí kích phẳng để thể hiện kích và các vị trí đo.

⁵ Dodds, D. J., *Flatjack Tests*, Foundation Sciences, Inc., Report to the Army Corps of Engineers, Missouri River District Laboratory, Portland, Oregon, 1969.

⁶ Panek, L. A., and Stock, J. A., "Development of a Rock Stress Monitoring Station Based on the Flat Slot Method of Measuring Existing Rock Stress," Bureau of Mines Report of Investigation 6537, Department of Interior, Washington, DC.

10.3 Phương pháp thí nghiệm:

10.3.1 *Dụng cụ và thiết bị* - Báo cáo phải đính kèm với danh sách chi tiết các thiết bị thực tế sử dụng cho thí nghiệm. Trong đó ghi rõ tên, số hiệu, và các tiêu chuẩn cơ bản của mỗi loại chính.

10.3.2 *Trình tự* - Phải lập ra trình tự thí nghiệm theo các bước chi tiết.

10.3.3 *Những thay đổi* - Nếu các thiết bị hoặc trình tự thực tế khác với các yêu cầu đã nêu ra trong mục trình tự, thì phải ghi chú lại những thay đổi đó và lý do thay đổi. Phải trình bày ảnh hưởng của những thay đổi đó tới kết quả thí nghiệm.

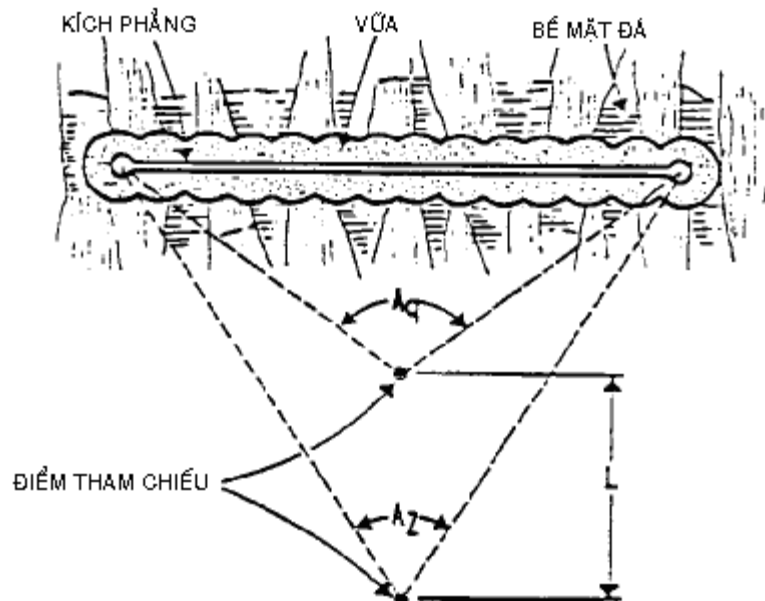
10.4 Cơ sở lý thuyết:

10.4.1 *Các phương trình chiết giảm số liệu* - Tất cả các phương trình để chiết giảm số liệu phải được trình bày rõ ràng và định nghĩa đầy đủ. Bất cứ giả thiết nào trong các phương trình và các hạn chế khi áp dụng phải được ghi chú và trình bày ảnh hưởng của chúng tới kết quả.

10.4.2 Ảnh hưởng do vị trí đặc biệt:

10.4.2.1 *Các giả thiết* - Phải trình bày mức độ mà điều kiện của vị trí thí nghiệm thực tế thoả mãn được với các giả thiết nêu trong các phương trình chiết giảm số liệu.

10.4.2.2 *Các hệ số hiệu chỉnh* - Phải trình bày chi tiết bất cứ hệ số hay phương pháp nào dùng để hiệu chỉnh các số liệu trong trường hợp không lý tưởng.



Hình 4 – Xác định giới hạn hình học để xác định môđun

- 10.5 *Các kết quả:*
- 10.5.1 *Tổng hợp kết quả* - Trình bày dưới dạng bảng về loại đá, hướng, áp lực khi ngừng kích trung bình và các trị số ứng suất bề mặt, các trị số môđun biến dạng trung bình, phạm vi và những điều không chắc chắn.
- 10.5.2 *Kết quả chi tiết* – Trình bày dưới dạng bản vẽ số thứ tự thí nghiệm, loại đá, hướng, biến dạng phục hồi, áp lực khi ngừng kích, ứng suất bề mặt, và các trị số môđun biến dạng.
- 10.5.3 *Đồ thị* - Phải thể hiện đường cong áp lực - biến dạng điển hình đối với từng loại đá.
- 10.5.4 *Các kết quả khác* - Nếu phù hợp, phải bổ sung các kiểu phân tích và trình bày số liệu khác như sau:
- 10.5.4.1 Biểu đồ kết quả.
- 10.5.4.2 So sánh kết quả của thí nghiệm này với kết quả các kiểu thí nghiệm tại hiện trường khác.
- 10.5.4.3 Ước tính về các cấp ứng suất nguyên trạng, và
- 10.5.4.4 So sánh kết quả với các nghiên cứu khác.
- 10.6 *Đánh giá sai số* - Phải phân tích các kết quả bằng các phương pháp thống kê tiêu chuẩn. Phải tính toán những khả năng không chắc chắn với mức độ tin cậy là 95%.
- 10.6.1 *Sai số đo* – Phải đánh giá được các sai số với một thí nghiệm đơn lẻ. Nó bao gồm ảnh hưởng kết hợp của tất cả các kết quả đo áp lực và biến dạng.
- 10.6.2 *Sự thay đổi của khối đá* - Đối với mỗi nhóm các thí nghiệm tương tự, môđun biến dạng trung bình, phạm vi, độ lệch chuẩn, và giới hạn độ tin cậy là 95% với giá trị trung bình phải được tính là giá trị nhỏ nhất.
- 10.6.3 *Mối tương quan theo nhóm* – Khi phù hợp, phải so sánh các phương tiện của các nhóm để xác định xem có sự khác nhau đáng kể giữa các nhóm với mức độ tin cậy 95% hay không.
- 10.7 *Số liệu phụ lục:*
- 10.7.1 *Đường cong áp lực-biến dạng* - Phải trình bày trong phần phụ lục một đường cong áp lực - biến dạng đối với mỗi thí nghiệm.
- 10.7.2 *Bảng số liệu* - Phải trình bày trong phần phụ lục một dạng bảng hoàn chỉnh đối với từng thí nghiệm.

11 ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ SAI SỐ

- 11.1 Do tính chất của đá được thí nghiệm theo phương pháp này, việc tạo ra nhiều địa điểm thí nghiệm có các đặc trưng vật lý đồng đều là không thể thực hiện được hoặc quá tốn kém. Bất cứ sự sai khác nào trong kết quả được quan sát đều có thể là do sự sai khác của địa điểm thí nghiệm hoặc do sự sai khác của người thực hiện hay công tác thí nghiệm tại hiện trường. Tiểu ban D18.12 rất hoan nghênh những đề xuất có khả năng phát triển độ chính xác có thực. Không có trị số tham chiếu nào cho một khối đá bằng phương pháp này được chấp nhận, vì vậy không thể xác định được độ lệch.

12 CÁC TỪ KHOÁ

- 12.1 Từ biến; áp lực thuỷ lực của kích phẳng; ứng suất tại hiện trường; môđun biến dạng.

TÓM TẮT NHỮNG THAY ĐỔI

Phù hợp với các chính sách của Ủy ban D18, phần này chỉ ra vị trí của những thay đổi với tiêu chuẩn này từ lần xuất bản cuối (1997) mà có thể ảnh hưởng đến việc sử dụng tiêu chuẩn này.

- (1) Bổ sung vào Mục 1 cần thiết thông báo về các thông số quan trọng và tiêu chuẩn D 6026.
- (2) Bổ sung câu thứ hai thành mục nhỏ báo trước inch-pound (1.4).
- (3) Bổ sung Tóm tắt những thay đổi sau Mục 11, Từ khoá.
- (4) Bổ sung vào mục 2.1, ASTM D 653, D3740, D 5720, D 6026 và D 6027.
- (5) Bổ sung Mục 3, Thuật ngữ, và đánh số lại các mục sau đó.
- (6) Bổ sung Chú thích 1 vào Mục 4, Ý nghĩa và sử dụng, tham khảo Tiêu chuẩn D 3740, và đánh số lại các chú thích sau đó.
- (7) Trong Mục 5 bổ sung từ người thực hiện công tác cưa, cắt.
- (8) Mục 5.2 bổ sung tham khảo từ D 5720 và D 6027.
- (9) Trong Mục 6, có thể bổ sung một số chi tiết về loại kích phẳng không phải dạng hình vuông.
- (10) Trong mục 7.3, bổ sung các điểm đo và tham khảo mặt bằng bố trí như trong Hình 1.
- (11) Các yêu cầu tối thiểu ở mục 7.8 không giống với các quy định trong phần Báo cáo. Vì vậy, có thể thay đổi từ để chỉ phần Báo cáo với các yêu cầu tối thiểu.
- (12) Mục 10, Độ chính xác và độ lệch, đã thay đổi “mẫu thí nghiệm” thành “địa điểm thí nghiệm” và “thí nghiệm trong phòng” thành “thí nghiệm hiện trường”.
- (13) Hình 2 đã thay đổi tiêu đề từ “Bảng số liệu thí nghiệm” thành “Bảng số liệu mô tả vị trí thí nghiệm kích phẳng”.
- (14) Hình 3 đã thay đổi tiêu đề từ “Bảng số liệu thí nghiệm” thành “Bảng số liệu thí nghiệm kích phẳng”.
- (15) Trong hình 4, sửa lỗi chính tả của từ “đo”.

Hiệp hội ASTM không có chức năng đánh giá hiệu lực của các quyền sáng chế đã xác nhận cùng với bất kỳ một hạng mục nào đề cập trong tiêu chuẩn này. Người sử dụng tiêu chuẩn này phải chú ý rằng việc xác định hiệu lực của bất kỳ quyền sáng chế nào và nguy cơ xâm phạm các quyền này hoàn toàn là trách nhiệm của Hiệp hội.

Tiêu chuẩn này được Ủy ban kỹ thuật có trách nhiệm duyệt lại vào bất kỳ lúc nào và cứ 5 năm xem xét một lần và nếu không phải sửa đổi gì, thì hoặc được chấp thuận hoặc thu hồi lại. Mọi ý kiến đều được khuyến khích nhằm sửa đổi tiêu chuẩn này hoặc các tiêu chuẩn bổ sung và phải được gửi thẳng tới Trụ sở chính của ASTM. Mọi ý kiến sẽ nhận được xem xét kỹ lưỡng trong cuộc họp của Ủy ban kỹ thuật có trách nhiệm và người đóng góp ý kiến cũng có thể tham dự. Nếu nhận thấy những ý kiến đóng góp không được tiếp nhận một cách công bằng thì người đóng góp ý kiến có thể gửi thẳng đến địa chỉ của Ủy ban tiêu chuẩn của ASTM sau đây:

Tiêu chuẩn này được bảo hộ bởi ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Để in riêng tiêu chuẩn (một bản hay nhiều bản) phải liên lạc với ASTM theo địa chỉ trên hoặc 610-832-9585 (điện thoại), 610-832-9555 (Fax), hoặc service@astm.org (e-mail); hoặc qua website của ASTM (www.astm.org).