

Quy trình thí nghiệm

Xác định biến dạng và cường độ của đá yếu bằng thí nghiệm nén một trục tại hiện trường¹

ASTM D 4555 – 01 (Phê duyệt lại 2005)

Tiêu chuẩn này được ban hành với tên cố định D 4555; 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 Phương pháp thí nghiệm này dùng để xác định biến dạng và cường độ của mẫu đá yếu có kích thước lớn ở hiện trường bằng thí nghiệm nén một trục. Các kết quả thí nghiệm có xét đến ảnh hưởng của cả tính nguyên trạng của vật liệu và tính không liên tục trong khối mẫu.
- 1.2 Các giá trị trong tiêu chuẩn này theo hệ đơn vị SI.
- 1.3 *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 khỏe phù hợp và những hạn chế áp dụng trước khi sử dụng.*

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

2.1 *Tiêu chuẩn ASTM:*²

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.

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 1, 2005. Xuất bản vào tháng 11 năm 2005. Bản gốc được phê duyệt năm 1985. Lần xuất bản cuối cùng trước đây được phê duyệt năm 2001 là D 4555-01.

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.

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

3 THUẬT NGỮ

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

- 3.1.1 *Chỉ số chất lượng đá, RQD* – một phương pháp để mô tả về mặt định lượng tính chất của khối đá từ lõi khoan. RQD được xác định bằng cách đo tổng chiều dài của tất cả

các đoạn lõi không bị phong hoá lớn hơn hoặc bằng 100 mm và chia tổng đó cho chiều dài của một lõi khoan nhất định. Chỉ số này được trình bày dưới dạng phần trăm và được dùng để phân loại đá hiện trường.

- 3.1.2 *Đá yếu* – đá có nhiều vết nứt bị phong hoá cách nhau từ 30 đến 500 mm, với các vết nứt được lấp bằng các hạt mịn. Đá yếu có các tính chất của cả đất và đá, phụ thuộc vào điều kiện sử dụng. Cường độ chịu nén nhỏ hơn 35 MPa và RQD nhỏ hơn 50%.

4 Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG

- 4.1 Vì không có một phương pháp nào đáng tin cậy để dự báo tổng chiều dài và số liệu biến dạng của khối đá từ các kết quả thí nghiệm trong phòng trên các mẫu kích thước nhỏ, nên thí nghiệm hiện trường trên các mẫu kích thước lớn là rất cần thiết. Các thí nghiệm này có ưu điểm là các mẫu đá được thí nghiệm trong điều kiện môi trường tương tự như đối với khối đá.
- 4.2 Do cường độ của đá phụ thuộc vào kích thước mẫu thí nghiệm, cần phải tiến hành thí nghiệm một số mẫu (trong phòng hoặc ngoài hiện trường, hoặc cả hai) có kích thước tăng dần cho tới khi tìm được giá trị cường độ gần như là không đổi. Giá trị này được lấy là cường độ của khối đá.^{3, 4}

Chú thích 1 – Không trái ngược lại các phát biểu về độ chính xác và độ lệch của phương pháp thí nghiệm 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. Nói chung, các tổ chức thoả mãn Tiêu chuẩn thực hành D 3740, sẽ được xem như có năng lực về kỹ năng thực hiện và phương pháp thí nghiệm/lấy mẫu/giám sát... 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.

³ Bieniawski, Z. T., và Van Heerden, W. L., "The Significance of Large – Scale In Situ Tests," International Journal of Rock Mechanics Mining Sciences, Vol 1, 1975.

⁴ Heuze, F. E., "Scale Effects in the Determination of Rock Mass Strength and Deformability," Rock Mechanics, Vol 12, 1980, pp 167-192.

5 DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ

- 5.1 *Thiết bị chuẩn bị* - Thiết bị cần thiết để cắt các khối mẫu từ các mặt lộ thiên của nền hiện tại, ví dụ như máy cắt than đá, đục khí nén, hay các dụng cụ cầm tay khác. Không được phép sử dụng thuốc nổ.
- 5.2 *Hệ thống chất tải:*
- 5.2.1 *Kích thủy lực hoặc kích phẳng* - Thiết bị này cần sử dụng khi tác dụng một tải trọng phân bố đều lên toàn bộ mặt trên của các mẫu. Hệ thống chất tải phải có đủ năng lực và hành trình để chất tải lên hệ cho tới khi phá hoại. Tránh sử dụng nhiều kích thủy lực có chung một đường ống cấp.

5.2.2 *Hệ thống bơm thủy lực* - Hệ thống này rất cần thiết để cung cấp dầu cho kích với áp suất yêu cầu, áp suất này được kiểm soát để tạo ra tốc độ chuyển vị hoặc biến dạng không đổi, hơn là tốc độ tăng ứng suất không đổi.

Chú thích 2 – Kinh nghiệm cho thấy rằng việc chất tải có kiểm soát biến dạng tốt hơn là chất tải có kiểm soát ứng suất bởi vì nó làm cho thí nghiệm ổn định hơn, và do vậy an toàn hơn. Điều này là kết quả do tính chất co giãn biến dạng của hầu hết các loại đá và vật liệu giống đá. Một mức ứng suất có thể tương ứng với nhiều giá trị biến dạng khác nhau, với mức biến dạng tiếp tục tăng trong một thí nghiệm. Một biện pháp để đạt được biến dạng đều của mẫu là sử dụng một máy bơm riêng biệt cho từng kích và đặt tốc độ cấp dầu cho mỗi máy bơm giống nhau. Bơm phun dầu diesel tiêu chuẩn được chứng minh là khá phù hợp và có khả năng tạo ra áp lực cung cấp lên tới 100 MPa. Tốc độ cấp dầu cho các máy bơm này có thể được ấn định rất chính xác.

5.3 *Thiết bị đo lực tác dụng và biến dạng của mẫu:*

5.3.1 *Thiết bị đo lực* - Thiết bị này, ví dụ như hộp tải trọng điện, thủy lực hay cơ học, cho phép đo được tải trọng tác dụng với độ chính xác lớn hơn $\pm 5\%$ của giá trị lớn nhất của thí nghiệm.

5.3.2 *Đồng hồ đo* - Đồng hồ đo dạng số, hoặc thiết bị đo chuyển vị tương tự, với các máy móc thô sơ gắn thiết bị, để đo sức căng ở một phần ba tâm của mỗi mặt mẫu với độ chính xác lớn hơn $\pm 10^{-5}$. Phải đo biến dạng theo phương của tải trọng tác dụng và theo phương vuông góc nếu xác định được hệ số Poisson.

5.4 *Thiết bị hiệu chuẩn* – Thiết bị để hiệu chuẩn hệ đo tải trọng và chuyển vị, độ chính xác của công tác hiệu chuẩn phải lớn hơn độ chính xác của các phép đo thí nghiệm quy định ở 5.3.1 và 5.3.2.

6 TRÌNH TỰ

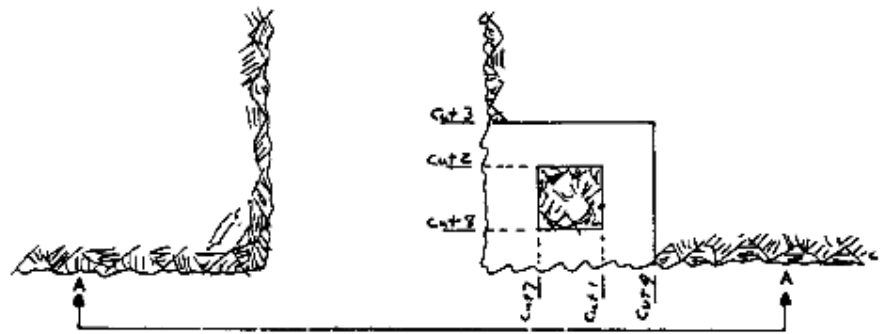
6.1 *Chuẩn bị mẫu:*

6.1.1 Cắt mẫu theo các kích thước yêu cầu từ các mặt đá lộ thiên (Hình 1). Mẫu phải có tỉ số của chiều cao trên bề rộng nhỏ nhất từ 2.0 đến 2.5. Tỉ số của bề rộng mẫu lớn nhất và bề rộng mẫu nhỏ nhất gần bằng 1.0 càng tốt.

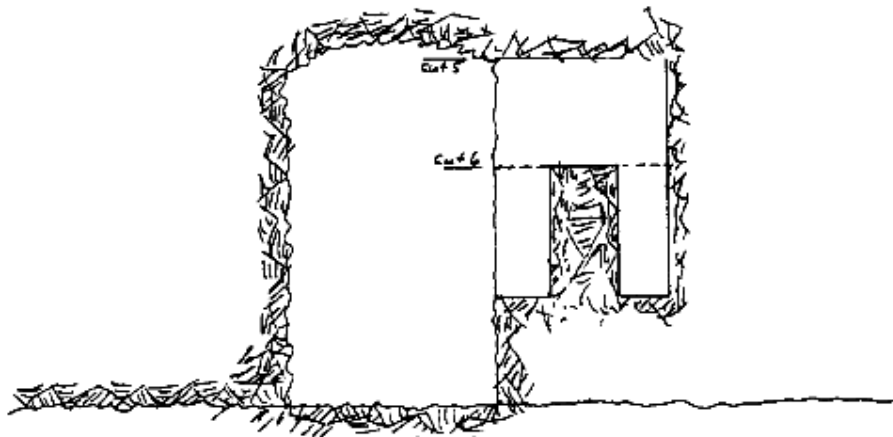
6.1.1.1 Trước hết, loại bỏ những phần đá xốp và đá bị hư hỏng. Tiến hành cắt theo chiều thẳng đứng như mô tả ở Hình 1 để tạo các mặt thẳng đứng của mẫu. Độ đồng đều về kích thước của mỗi mặt mẫu thí nghiệm thẳng đứng không được sai lệch quá 20 mm. Nếu có sai lệch như vậy, thì phải loại bỏ mẫu. Tiến hành cắt theo phương ngang để tạo ra mặt trên cùng của mẫu. Loại bỏ phần đá xốp và đẽo gọt mẫu theo kích thước cuối cùng bằng các dụng cụ cầm tay.

Chú thích 3 – Không thể xác định được kích thước của mẫu bởi vì nó phụ thuộc rất nhiều vào đặc trưng của đá, ví dụ, chiều dày của địa tầng, và mức độ dễ dàng trong việc chuẩn bị các mẫu đó. Nên thực hiện một số thí nghiệm với một mẫu có bề rộng bằng 0.5 m và cần tăng kích thước của các mẫu tiếp theo cho tới khi đạt được một giá trị cường độ gần như không đổi. Có thể mẫu thí nghiệm lớn nhất phải có bề rộng nhỏ

nhất lớn hơn ít nhất 10 lần kích thước trung bình của mảnh vỡ lớn nhất do tính không liên tục.



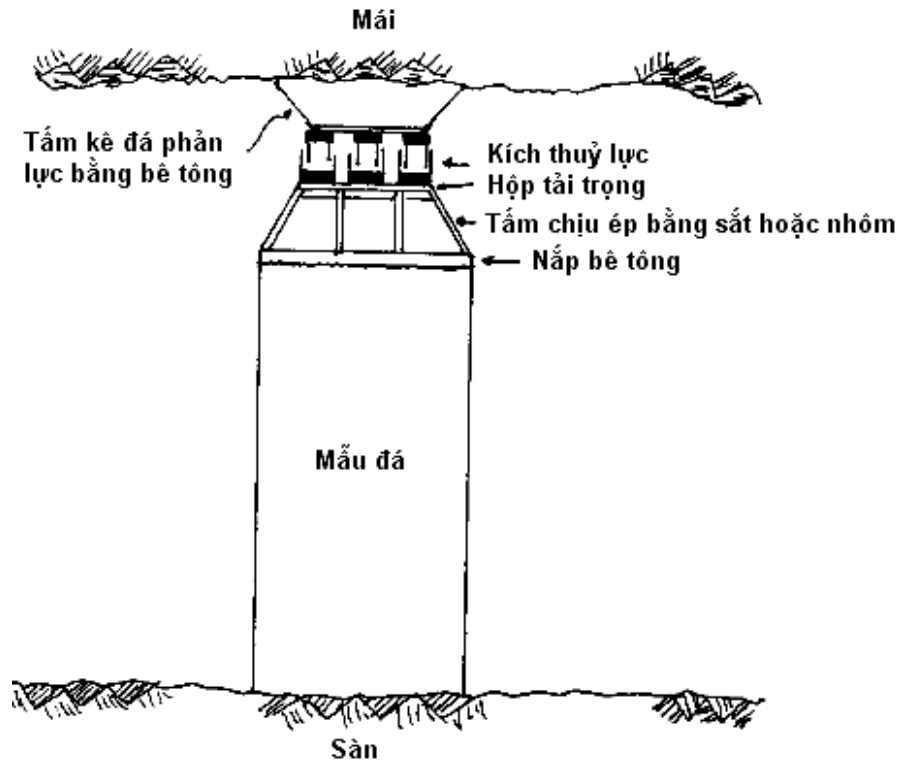
Mặt bằng vị trí thí nghiệm



Mặt cắt A-A

Hình 1 – Trình tự cắt và đào để chuẩn bị mẫu

- 6.1.2 Làm sạch và kiểm tra mẫu. Ghi lại chi tiết cấu trúc địa chất của khối và tính chất các mặt phản lực của khối. Đo các đặc trưng hình học của mẫu, gồm cả đặc trưng hình học của các phát hiện trong khối, với độ chính xác lớn hơn 5 mm. Chuẩn bị ảnh và bản vẽ để minh họa cả đặc điểm địa chất và hình học.
- 6.1.3 Đổ một tấm đá kê bằng bê tông, có cốt thép, để bao lấy mặt trên của mẫu (Hình 2). Tấm đá kê này phải có đủ cường độ chịu được tải trọng tác dụng lớn nhất. Mặt trên của tấm đá kê phải phẳng trong phạm vi $\pm 5^{\circ}$ của mặt phẳng cơ bản của khối.



Hình 2 – Bố trí thí nghiệm

6.1.4 Di chuyển phần đá phía trên mẫu để tạo chỗ trống để đặt kích gia tải. Cắt đá xuống tới tầng có đủ cường độ để đảm bảo phản lực an toàn. Thông thường, phải đổ tấm đá kê phản lực bằng bê tông để phân bố tải trọng lên mái và để ngăn không cho kích bị biến dạng và dịch chuyển trong quá trình thí nghiệm. Mặt dưới của khối phản lực phải phẳng trong phạm vi ± 5 mm và phải song song với mặt trên của mẫu trong phạm vi $\pm 5^\circ$. Bảo dưỡng toàn bộ bê tông trong một thời gian đủ để tạo được cường độ chịu được tải trọng tác dụng lớn nhất.

Chú thích 4 - Nếu không sử dụng một nắp bê tông được thiết kế phù hợp phía trên mẫu, các góc và cạnh của mẫu sẽ bị phá hoại trước khi phần ở tâm bị phá hoại. Khi đó, kích ở góc sẽ dừng hoạt động, và cần kiểm tra lại kết quả thí nghiệm. Nếu có thể, nắp bê tông đó phải được thiết kế để đảm bảo phân bố ứng suất trong các góc một phần ba ở đỉnh và ở đáy của mẫu là gần giống nhau.

6.1.5 Lắp đặt kích gia tải, tấm ép, và thiết bị đo tải trọng và kiểm tra để đảm bảo các bộ phận này hoạt động như dự kiến. Lắp đặt và kiểm tra thiết bị đo chuyển vị. Hiệu chuẩn tất cả các dụng cụ đo đó trước và sau mỗi lần thí nghiệm.

6.2 *Thí nghiệm:*

6.2.1 Tác dụng tải trọng ban đầu bằng khoảng một phần mười của tải trọng thí nghiệm dự tính lớn nhất và kiểm tra kích để đảm bảo kích tiếp xúc chắc chắn với tấm ép chất tải. Kiểm tra lại các thiết bị đo chuyển vị để đảm bảo chúng đã được gắn chắc chắn và hoạt động tốt. Ghi lại số đọc 0 của tải trọng và chuyển vị.

6.2.2 Tăng tải trọng tác dụng lên mẫu bằng cách cấp dầu với cùng một tốc độ chậm và không đổi cho từng kích. Tốc độ biến dạng của mẫu là không đổi qua bề mặt mẫu thí

nghiệm, chẳng hạn như ghi lại tốc độ chuyển vị nằm trong khoảng 5 và 15 mm/giờ ở từng mặt của bốn mặt khối mẫu.

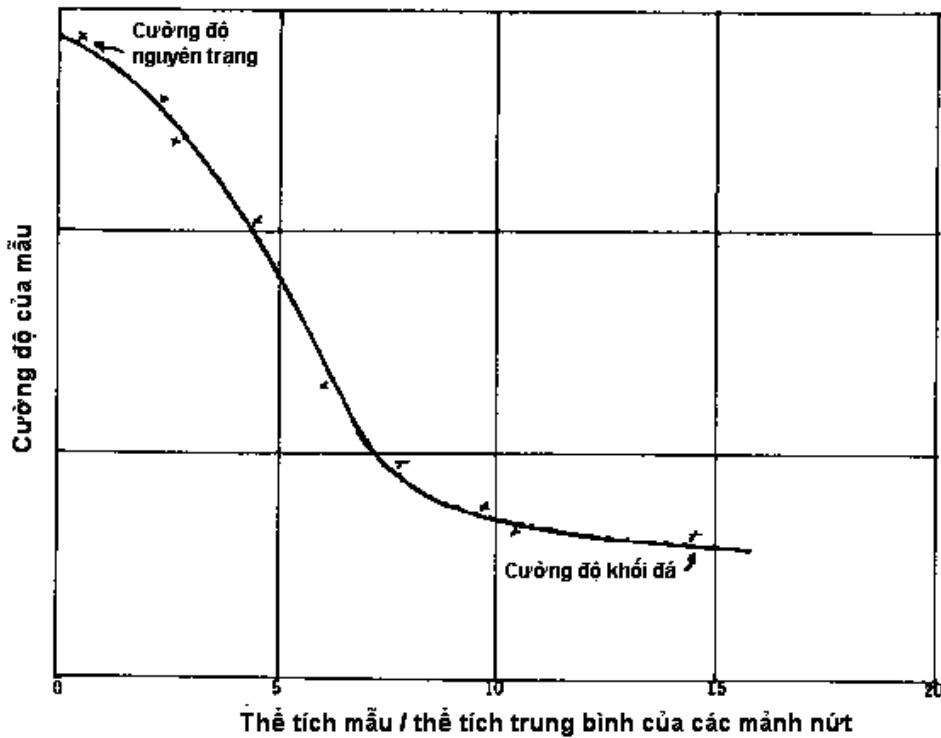
- 6.2.3 Ghi lại số đọc của tải trọng tác dụng và chuyển vị ở các cấp để có thể xác định đủ đường cong tải trọng - chuyển vị hay ứng suất - chuyển vị. Đường cong này phải có ít nhất 10 điểm, cách đều từ 0 đến tải trọng phá hoại.
- 6.2.4 Trừ khi có các quy định khác, phải dừng thí nghiệm khi mẫu bị phá hoại. Sự phá hoại của mẫu được chỉ ra bằng sự giảm áp suất thủy lực xuống nhỏ hơn $\frac{1}{2}$ giá trị tác dụng lớn nhất, hoặc bởi sự không hoà hợp của mẫu đến mức độ mà hệ chất tải trở lên không hiệu quả hoặc nguy hiểm cho thí nghiệm nếu tiếp tục. Phải ghi lại mô hình phá huỷ mẫu và vẽ phác hoạ tất cả các vết nứt phát triển và các mặt phá hoại.

7 TÍNH TOÁN

- 7.1 Tính cường độ chịu nén một trục của mẫu bằng cách chia tải trọng lớn nhất tác dụng lên mẫu trong quá trình thí nghiệm cho diện tích mặt cắt ngang ban đầu của mẫu.
- 7.2 Trừ phi có các quy định khác, mô đun biến dạng của mẫu được tính bằng mô đun tiếp tuyến E_{t50} tại một phần hai cường độ nén một trục lớn nhất. Xác định mô đun này bằng cách vẽ một đường tiếp tuyến với đường cong ứng suất - biến dạng tại 50% tải trọng lớn nhất, trị số đo được của đường tiếp tuyến này gọi là E_{t50} . Thể hiện trên đường cong ứng suất - biến dạng cách xây dựng và tính toán được sử dụng trong việc xác định thông số này, và bất kỳ giá trị mô đun nào khác.
- 7.3 Có thể thí nghiệm một số mẫu có kích thước khác nhau và vẽ đồ thị xu hướng các giá trị cường độ do ảnh hưởng của kích thước, như mô tả ở Hình 3.

8 BÁO CÁO

- 8.1 Báo cáo các thông tin sau:
- 8.1.1 Sơ đồ mô tả chi tiết vị trí mẫu được thí nghiệm, hệ thống mẫu được đánh số đã sử dụng, và vị trí của từng mẫu so với đặc điểm địa chất và hình học của khu vực.
- 8.1.2 Ảnh, bản vẽ và bảng ghi chi tiết đặc điểm địa chất và hình học của mỗi mẫu, tốt nhất là bao gồm dữ liệu thí nghiệm dạng số để đặc trưng cho đá. Đưa ra các chú ý cụ thể đối với mô tả chi tiết về mô hình khe nứt, mặt hướng nằm, và các tính chất không liên tục trong khối mẫu.
- 8.1.3 Mô tả, kèm theo sơ đồ, về thiết bị và phương pháp thí nghiệm đã sử dụng.
- 8.1.4 Kết quả thí nghiệm ở dạng bảng, gồm các giá trị tải trọng và chuyển vị đo được, với tất cả các dữ liệu tính toán, kết quả hiệu chuẩn, và chi tiết tất cả các điều chỉnh đã sử dụng.



Hình 3 – Ví dụ lý thuyết thể hiện kết quả của dữ liệu cường độ

- 8.1.5 Biểu đồ thể hiện tải trọng - biến dạng hoặc ứng suất - biến dạng, bao gồm các điểm thể hiện tất cả các dữ liệu đo được, và một đường cong đi qua các điểm đó. Thể hiện trị số cường độ nén một trục, cùng với tất cả các phép dựng hình đã sử dụng để xác định mô đun biến dạng và các tham số đàn hồi khác. Thể hiện dưới dạng sơ đồ và mô tả cách thức mẫu bị phá hoại.
- 8.1.6 Bảng và biểu đồ tổng hợp thể hiện các giá trị cường độ nén một trục và mô đun biến dạng, và thể hiện sự thay đổi của các giá trị này như là một hàm số của hình dạng, kích thước và đặc điểm của đá được thí nghiệm.

9 ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ SAI SỐ

- 9.1 *Độ chính xác* - Do tính chất của đá được thí nghiệm theo phương pháp này, việc tạo ra nhiều mẫu thí nghiệm có các đặc trưng vật lý đồng đều là không thể thực hiện được hoặc quá tốn kém. Vì vậy, do không thể tiến hành thí nghiệm trên các mẫu để cho cùng một kết quả, Tiểu ban D18.12 không thể xác định được sự khác nhau giữa các thí nghiệm bởi có thể xảy ra bất cứ sự sai khác nào do thay đổi của mẫu cũng như thay đổi về người thực hiện và công tác thí nghiệm trong phòng. Tiểu ban D18.12 rất hoan nghênh những đề xuất có khả năng phát triển độ chính xác có thực.
- 9.2 *Sai số* - 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 sai số.

10 CÁC TỪ KHOÁ

- 10.1 Thí nghiệm nén; biến dạng; thí nghiệm chất tải ứng suất tại hiện trường.

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 (2001) mà có thể ảnh hưởng đến việc sử dụng tiêu chuẩn này.

- (1) Cập nhật thông tin của chú thích 1.
- (2) Cập nhật thông tin của chú thích 2.

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).