TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12790:2020

Xuất bản lần 1

ĐẤT, ĐÁ DĂM DÙNG TRONG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG - ĐẦM NÉN PROCTOR

Soils, Aggregates for Transport Infrastructure - Proctor Compaction Test

HÀ NỘI - 2020

Mục lục

Lời nói đầu 4

1 Phạm vi áp dụng 5

2 Tài liệu viện dẫn 5

3 Thuật ngữ và định nghĩa 5

4 Nguyên tắc chung 6

5 Thiết bị, dụng cụ 8

6 Chuẩn bị mẫu 15

7 Đầm mẫu 15

8 Tính toán kết quả 16

9 Báo cáo thử nghiệm 18

10 Phụ lục A (Quy định): Hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm đầm nén trong phòng khi vật liệu có chứa hạt quá cỡ 19

11 Phụ lục B (Quy định): Xác định tỷ trọng khối của hạt quá cỡ 21

12 Phụ lục C (Tham khảo): Hướng dẫn lựa chọn phương pháp đầm nén 24

13 Phụ lục D (Tham khảo): Ví dụ Biểu mẫu báo cáo kết quả thử nghiệm 25

Lời nói đầu

TCVN 12790:2020 được xây dựng trên cơ sở tham khảo hai tiêu chuẩn AASHTO T 99-18, *Standard Method of Test for Moisture-Desity Relations of Soils Using a 2.5-kg (5.50-lb) Rammer and a 305-mm (12-in.) Drop* và AASHTO T 180-18, *Standard Method of Test for Moisture-Desity Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (12-in.) Drop.*

TCVN 12790:2020 do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ Công bố.

Đất, đá dăm dùng trong công trình giao thông - Đầm nén Proctor

Soils, Aggregate Mixtures for Transport Infrastructure - Proctor Compaction Test

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định trình tự thí nghiệm xác định quan hệ giữa độ ẩm đầm nén và khối lượng thể tích khô của vật liệu đất, đá dăm và các loại vật liệu phù hợp khác như đất gia cố, cấp phối đá dăm gia cố, cấp phối thiên nhiên.. dùng trong công trình giao thông.

2 Tài liệu viện dẫn

Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ASTM E 11*, Standard Specification for Wire cloth and Sieves for Testing Purposes (Tiêu chuẩn đối với sàng thí nghiệm).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Công đầm nén tiêu chuẩn (Standard Effort)

Công đầm nén 600 kN.m/m^3 tác dụng lên mẫu vật liệu.

3.2

Công đầm nén cải tiến (Modified Effort)

Công đầm nén 2.700 kN.m/m^3 tác dụng lên mẫu vật liệu.

3.3

Đầm nén Proctor tiêu chuẩn (Standard Proctor Compaction)

Đầm nén vật liệu với công đầm nén tiêu chuẩn, sử dụng chày đầm có khối lượng 2,5 kg, chiều cao rơi 305 mm.

3.4

Đầm nén Proctor cải tiến (Modified Proctor Compaction)

Đầm nén vật liệu với công đầm nén cải tiến, sử dụng chày đầm có khối lượng 4,54 kg, chiều cao rơi 457 mm.

3.5

Tỷ lệ hạt quá cỡ (Oversize Fraction) P_c

Tỷ lệ phần trăm khối lượng hạt nằm trên sàng 4,75 mm hoặc sàng 19,0 mm tùy theo phương pháp đầm nén sử dụng.

3.6

Độ ẩm tốt nhất (Optimum Water Content) W_{op}

Độ ẩm của mẫu đất đạt được khối lượng thể tích khô lớn nhất ứng với công đầm nén quy định.

3.7

Khối lượng thể tích khô lớn nhất (Maximum Dry Unit Weight) γ_{max}

Khối lượng thể tích khô lớn nhất của mẫu vật liệu có độ ẩm tốt nhất được đầm nén theo quy định tại tiêu chuẩn này.

4 Nguyên tắc chung

4.1 Tóm tắt phương pháp thí nghiệm

Vật liệu thí nghiệm sử dụng cho công trình được lấy từ hiện trường đưa về phòng thí nghiệm, loại bỏ hạt quá cỡ (nếu có). Chế bị ẩm vật liệu sau khi loại bỏ hạt quá cỡ để có được một tổ hợp mẫu (thông thường khoảng năm mẫu) có độ ẩm cách nhau một khoảng nhất định sao cho độ ẩm đầm nén tốt nhất nằm ở khoảng giữa của khoảng độ ẩm tạo mẫu. Mẫu được đầm nén thành ba lớp hoặc năm lớp có chiều dày tương đương nhau ứng với công đầm nén tiêu chuẩn hoặc công đầm nén cải tiến. Xây dựng biểu đồ quan hệ độ ẩm đầm nén mẫu - Khối lượng thể tích khô của mẫu đầm chặt từ đó xác định được khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm đầm nén tốt nhất của vật liệu.

4.2 Các phương pháp đầm nén

4.2.1 Đầm nén Proctor tiêu chuẩn có bốn phương pháp đầm nén:

- Phương pháp I-A: dùng cối nhỏ đường kính 101,60 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 4,75 mm;;
- Phương pháp I-B: dùng cối lớn đường kính 152,40 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 4,75 mm;
- Phương pháp I-C: dùng cối nhỏ đường kính 101,60 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 19,0 mm;
- Phương pháp I-D: dùng cối lớn đường kính 152,40 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 19,0 mm.

4.2.2 Đầm nén Proctor cải tiến có bốn phương pháp đầm nén:

- Phương pháp II-A: dùng cối nhỏ đường kính 101,60 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 4,75 mm;
- Phương pháp II-B: dùng cối lớn đường kính 152,40 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 4,75 mm;
- Phương pháp II-C: dùng cối nhỏ đường kính 101,60 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 19,0 mm;
- Phương pháp II-D: dùng cối lớn đường kính 152,40 mm. Vật liệu đầm nén lọt sàng 19,0 mm.

4.2.3 Phương pháp đầm nén áp dụng được quy định cụ thể trong chỉ dẫn kỹ thuật của dự án hoặc quy trình thi công và nghiệm thu đối với vật liệu sử dụng. Nếu không quy định cụ thể thì áp dụng phương pháp I-A với đầm nén Proctor tiêu chuẩn, II-A với đầm nén Proctor cải tiến.

4.2.4 Phương pháp I-A, I-B, II-A, II-B áp dụng đối với vật liệu có lượng hạt trên sàng 4,75 mm không quá 40 %. Phương pháp I-C, I-D, II-C, II-D áp dụng đối với vật liệu có lượng hạt trên sàng 19,0 mm không quá 30 %. Vật liệu nằm trên trên sàng 4,75 mm tương ứng với phương pháp I-A, I-B, II-A, II-B và 19,0 mm tương ứng với phương pháp I-C, I-D, II-C, II-D gọi là hạt quá cỡ.

4.2.5 Khi vật liệu có chứa lượng hạt quá cỡ, kết quả đầm nén được hiệu chỉnh theo hướng dẫn tại Phụ lục A. Nếu không có quy định cụ thể khác trong chỉ dẫn kỹ thuật của dự án hoặc quy trình thi công và nghiệm thu đối với vật liệu sử dụng, vật liệu có chứa hạt quá cỡ không quá 5 % thì không cần hiệu chỉnh.

4.2.6 Thông số kỹ thuật đầm nén Proctor tiêu chuẩn được nêu tại Bảng 1.

Bảng 1 - Các thông số kỹ thuật đầm nén Proctor tiêu chuẩn

Thông số kỹ thuật	Phương pháp đầm nén			
	I-A	I-B	I-C	I-D
Đường kính trong của cối đầm, mm	101,60	152,40	101,60	152,40
Chiều cao cối đầm, mm	116,40			
Khối lượng chày đầm, kg	2,495			
Đường kính chày, mm	50,80			
Chiều cao rơi, mm	305			
Cỡ hạt lớn nhất khi đầm, mm	4,75	4,75	19,0	19,0
Số lớp đầm	3	3	3	3
Số chày đầm / lớp	25	56	25	56
Khối lượng mẫu tối thiểu xác định độ ẩm, g	100	100	500	500

4.2.7 Thông số kỹ thuật đầm nén Proctor cải tiến được nêu tại Bảng 2.

Bảng 2 - Các thông số kỹ thuật đầm nén Proctor cải tiến

Thông số kỹ thuật	Phương pháp đầm nén			
	II-A	II-B	II-C	II-D
Đường kính trong của cối đầm, mm	101,60	152,40	101,60	152,40
Chiều cao cối đầm, mm	116,40			
Khối lượng chày đầm, kg	4,54			
Đường kính chày, mm	50,80			
Chiều cao rơi, mm	457			
Cỡ hạt lớn nhất khi đầm, mm	4,75	4,75	19	19
Số lớp đầm	5	5	5	5
Số chày đầm / lớp	25	56	25	56
Khối lượng mẫu tối thiểu xác định độ ẩm, g	100	100	500	500

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Cối đầm

5.1.1 Có hai loại cối đầm, cối nhỏ và cối lớn. Cối đầm được chế tạo bằng kim loại, hình trụ rỗng, có kích thước như quy định trong 5.1.2 và 5.1.3. Trên cối có lắp một đai cối cao khoảng 60 mm để việc đầm mẫu được dễ dàng hơn. Đai cối bằng kim loại hình trụ rỗng, có đường kính trong bằng đường kính trong của cối. Cối cùng với đai có thể lắp chặt khít vào với đế cối. Đế cối được chế tạo bằng kim loại và có bề mặt phẳng.

5.1.2 Cối nhỏ có đường kính trong là (101,60 mm ± 0,40) mm, chiều cao là (116,40 ± 0,50) mm, thể tích là (943 ± 14) cm^3 (Hình 1).

5.1.3 Cối lớn có đường kính trong là (152,40 ± 0,70) mm, chiều cao là (116,40 ± 0,50) mm, thể tích là (2124 ± 25) cm^3 (Hình 2).

5.2 Chày đầm

5.2.1 Chày đầm thủ công

Có hai loại chày đầm tương ứng với đầm nén Proctor tiêu chuẩn và đầm nén Proctor cải tiến như sau:

- Đầm nén Proctor tiêu chuẩn: chày đầm hình trụ bằng kim loại có khối lượng (2,495 ± 0,009) kg, mặt đầm phẳng hình tròn đường kính (50,80 ± 0,25) mm. Chày được lắp trong một ống kim loại để dẫn hướng và khống chế chiều cao rơi tự do của chày trên mặt vật liệu đầm nén là (305 ± 2) mm. Ống dẫn hướng phải có đường kính trong đủ lớn để chày đầm không bị kẹt. Cách mỗi đầu ống dẫn hướng khoảng 20 mm có khoan bốn lỗ thông khí đường kính tối thiểu 10 mm cách đều nhau (Hình 3).

- Đầm nén Proctor cải tiến: chày đầm hình trụ bằng kim loại có khối lượng (4,536 ± 0,009) kg, mặt đầm phẳng hình tròn đường kính (50,80 ± 0,25) mm. Chày được lắp trong một ống kim loại để dẫn hướng và khống chế chiều cao rơi tự do của chày trên mặt vật liệu đầm nén là (457 ± 2) mm. Ống dẫn hướng phải có đường kính trong đủ lớn để chày đầm không bị kẹt. Cách mỗi đầu ống dẫn hướng khoảng 20 mm có khoan bốn lỗ thông khí đường kính tối thiểu 10 mm cách đều nhau (Hình 4).

5.2.2 Chày đầm cơ khí

Là thiết bị cơ học có các tính năng:

- Khối lượng, kích thước, và chiều cao rơi của chày đầm cơ khí tương đương như chày thủ công được nêu trong 5.2.1;

- Tự động đầm mẫu, có bộ phận tự động xoay chày đầm sau mỗi lần đầm bảo đảm đầm đều mặt mẫu;

- Có bộ phận đếm số lần đầm, tự động dừng đầm khi đến số lần đầm quy định trước.

5.3 Dụng cụ tháo mẫu

Sử dụng kích thủy lực hoặc dụng cụ tương đương để tháo mẫu đã đầm ra khỏi cối.

5.4 Cân

Sử dụng một cân có khả năng cân được đến 15 kg với độ chính xác ± 1 g (để xác định khối lượng mẫu) và một cân có khả năng cân được đến 800 g với độ chính xác ± 0,01 g (để xác định độ ẩm mẫu).

5.5 Tủ sấy

Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ, có khả năng duy trì nhiệt độ trong tủ ở mức (110 ± 5) ^{o}C để sấy khô mẫu.

5.6 Sàng

Sử dụng sàng vuông loại 19,0 mm và 4,75 mm phù hợp với tiêu chuẩn ASTM E 11.

5.7 Thanh thép gạt cạnh thẳng

Sử dụng để hoàn thiện bề mặt mẫu; thanh thép có bề mặt phẳng, chiều dài khoảng 250 mm, có một cạnh được mài vát. Thanh thép phải đủ cứng để đảm bảo bề mặt mẫu phẳng sau khi hoàn thiện mặt mẫu.

5.8 Dụng cụ trộn mẫu

Sử dụng chảo, bay, dao… để trộn đều mẫu với các hàm lượng nước khác nhau.

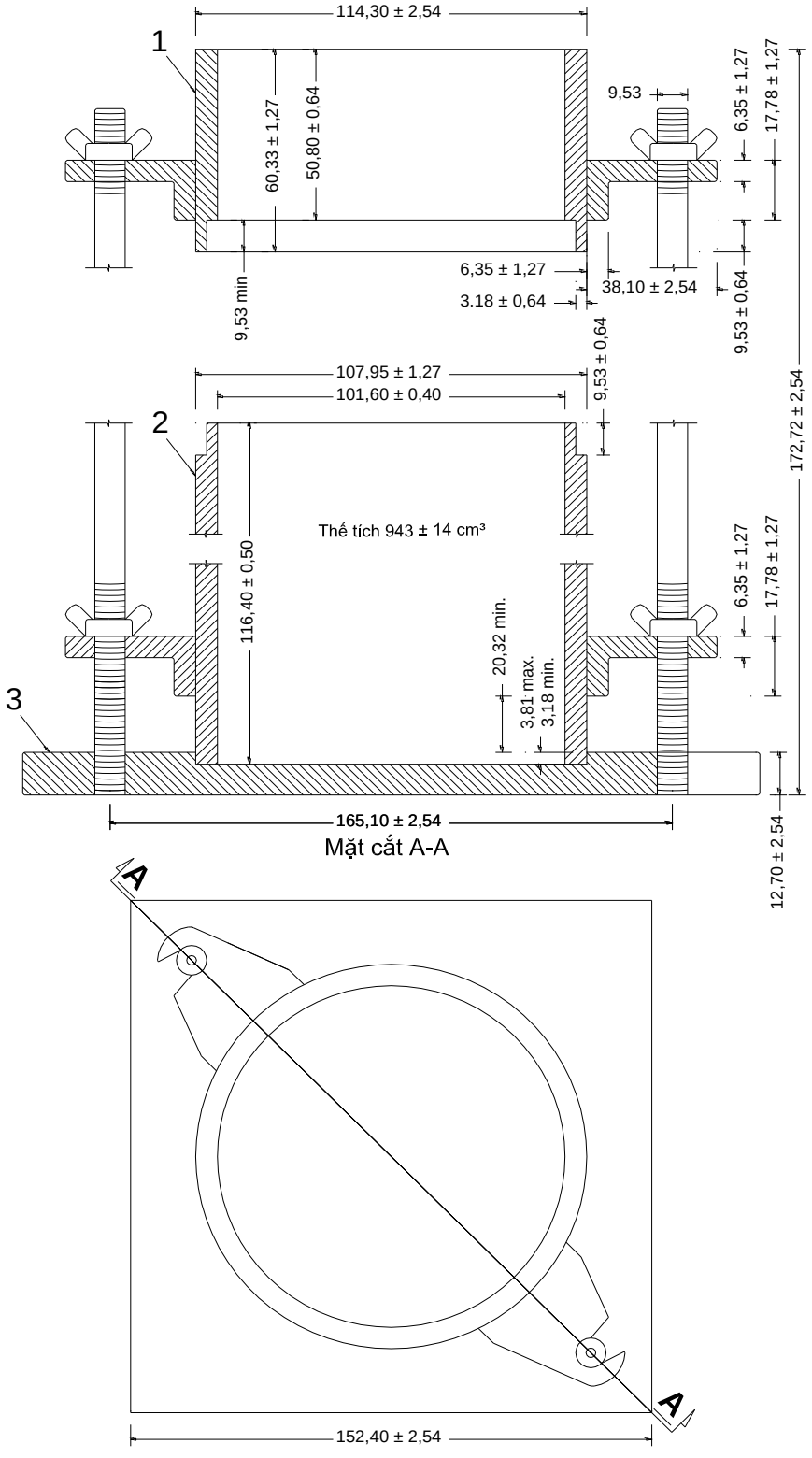
5.9 Dụng cụ làm tơi mẫu

Sử dụng vồ gỗ, chày cao su.. để làm tơi mẫu.

5.10 Hộp giữ ẩm

Hộp giữ ẩm có nắp đậy kín được chế tạo từ vật liệu kim loại không gỉ, có dung tích đủ chứa khối lượng mẫu quy định. Khối lượng mẫu tối thiểu xác định độ ẩm là 100 g và 500 g tương ứng với vật liệu có cỡ hạt $D < 4,75$ mm và $D < 19$ mm. Mỗi thí nghiệm độ ẩm cần một hộp giữ ẩm.

Kích thước tính bằng mm



CHÚ DẪN:

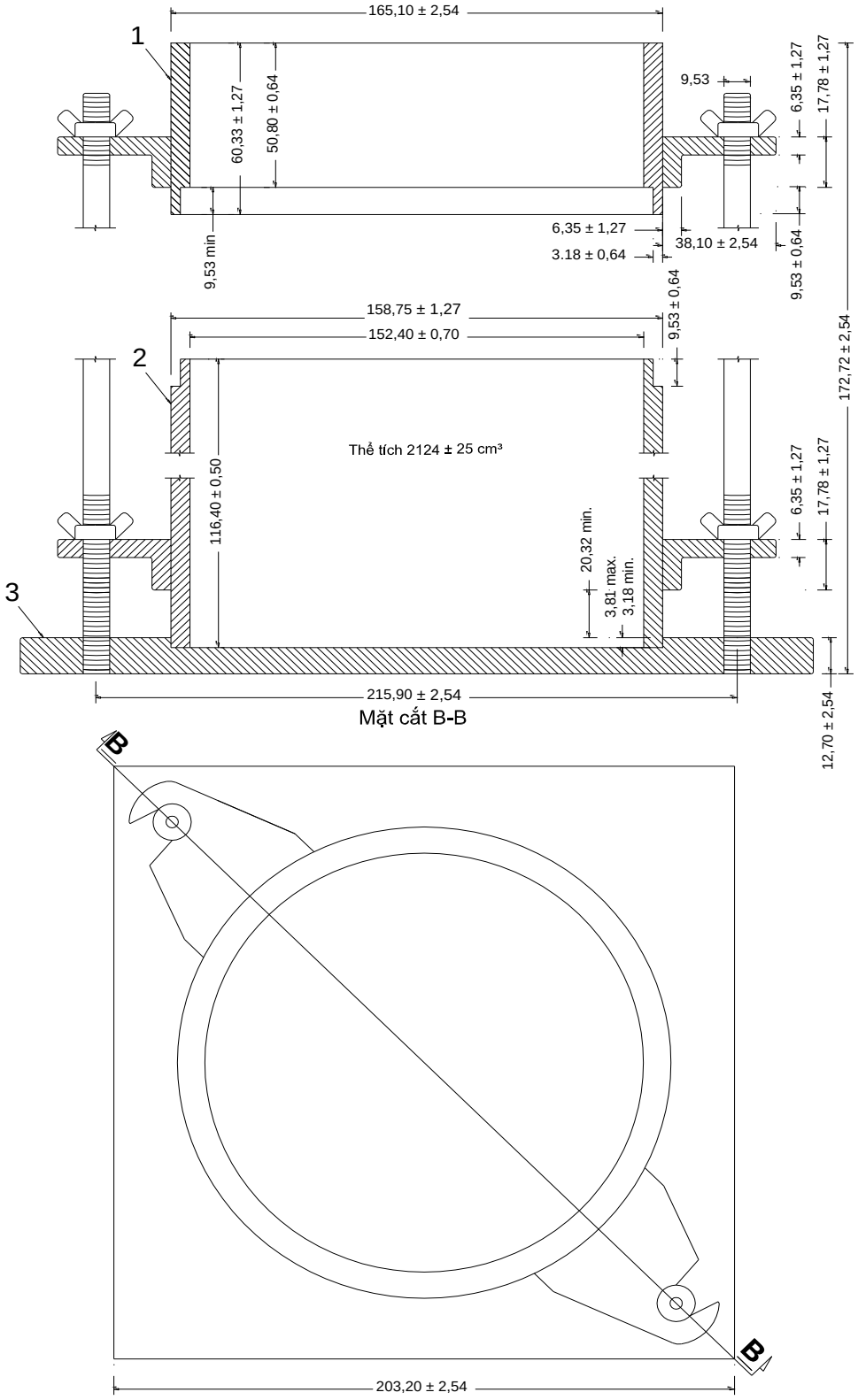
1 Đai cối

2 Thân cối

3 Đế cối

Hình 1 - Cối nhỏ

Kích thước tính bằng mm



CHÚ DẪN:

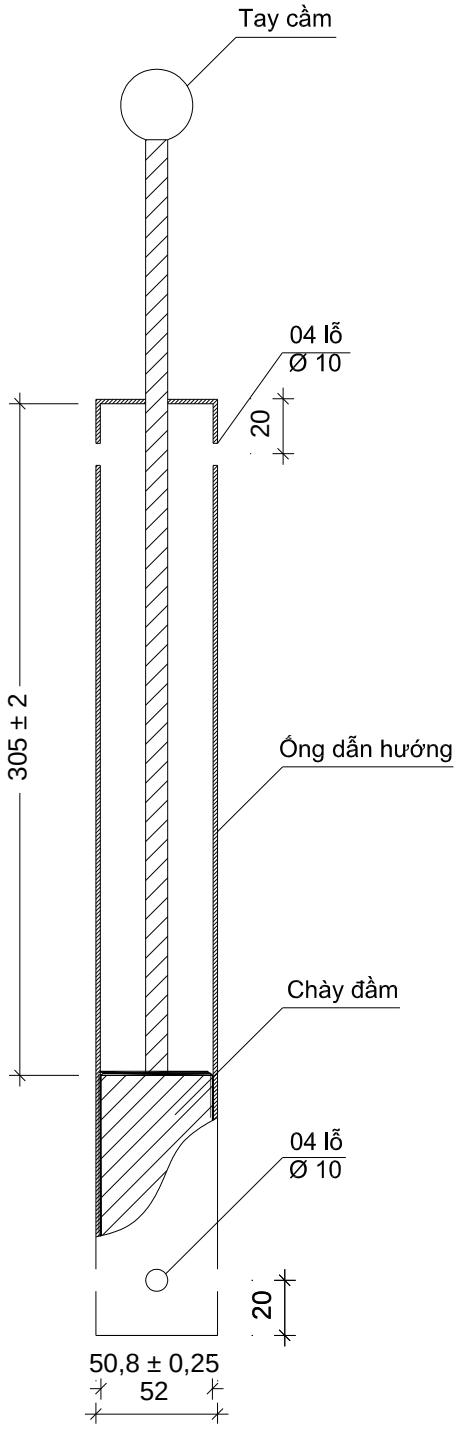
1 Đai cối

2 Thân cối

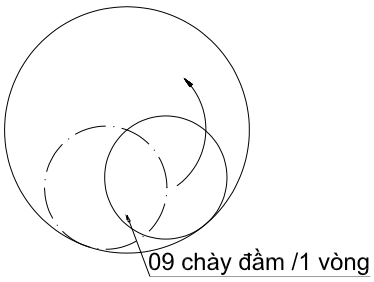
3 Đế cối

Hình 2 - Cối lớn

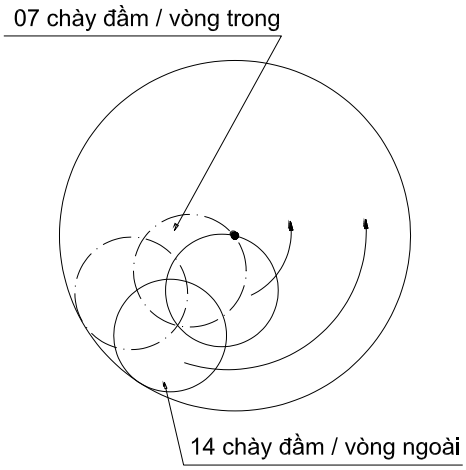
Kích thước tính bằng mm



a) Chày đầm



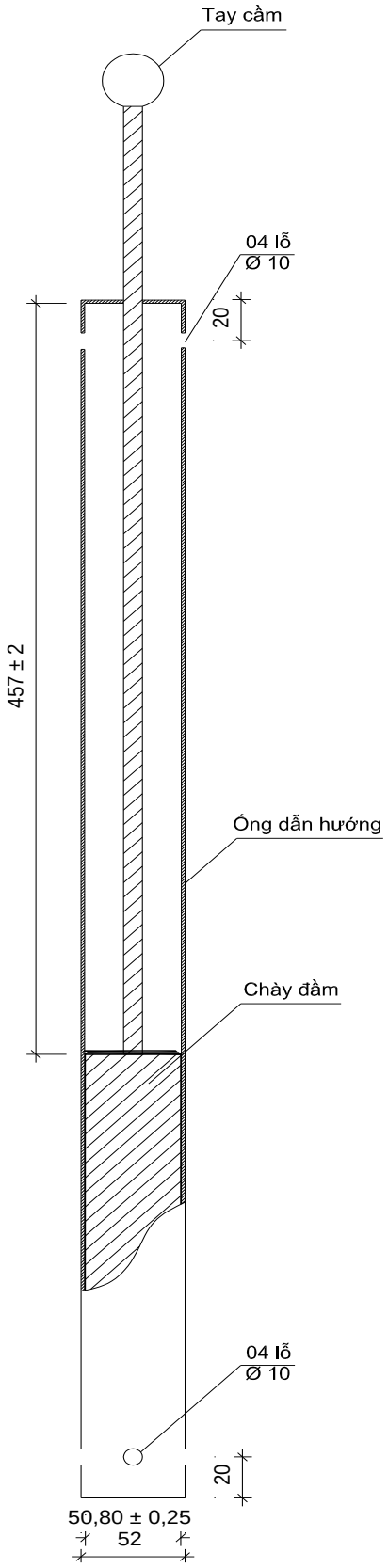
b) Bố trí chày đầm cối nhỏ



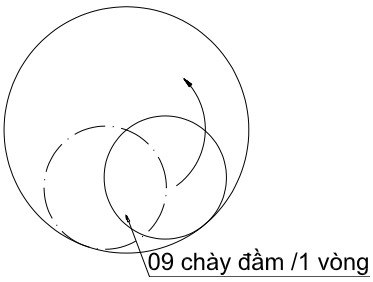
c) Bố trí chày đầm cối lớn

Hình 3 – Chày đầm và sơ đồ đầm nén Proctor tiêu chuẩn

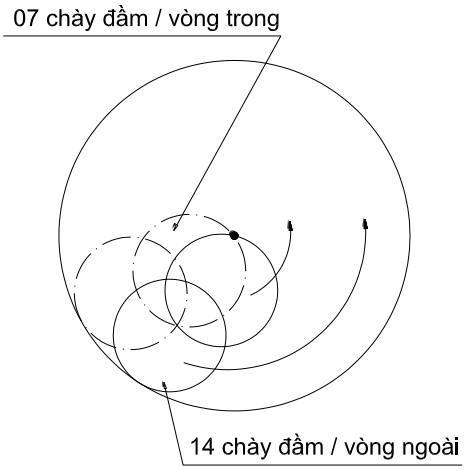
Kích thước tính bằng mm



a) Chày đầm



b) Bố trí chày đầm cối nhỏ



c) Bố trí chày đầm cối lớn

Hình 4 – Chày đầm và sơ đồ đầm nén Proctor cải tiến

6 Chuẩn bị mẫu

6.1 Làm khô mẫu: nếu mẫu ẩm ướt, cần phải làm khô mẫu bằng cách phơi ngoài không khí hoặc cho vào trong tủ sấy, duy trì nhiệt độ trong tủ sấy không quá 60 ^{o}C cho đến khi có thể làm tơi vật liệu. Dùng vồ gỗ đập nhẹ để làm tơi vật liệu, dùng chày cao su nghiền các hạt nhỏ để tránh làm thay đổi thành phần hạt cấp phối tự nhiên của mẫu.

6.2 Sàng mẫu: sàng vật liệu để loại bỏ hạt quá cỡ trên sàng (nếu có):

- Phương pháp I-A, I-B, II-A, II-B: sử dụng sàng 4,75 mm
- Phương pháp I-C, I-D, II-C, II-D: sử dụng sàng 19,0 mm

6.3 Khối lượng mẫu cần thiết: khối lượng tối thiểu vật liệu chế bị mẫu sau khi sàng hạt quá cỡ đối với các phương pháp đầm nén như sau:

- Phương pháp I-A, II-A, I-C, II-C: 15 kg (3 kg x 5 cối);
- Phương pháp I-B, II-B, I-D, II-D: 35 kg (7 kg x 5 cối);

6.4 Tạo ẩm cho mẫu: lấy vật liệu được nêu trong 6.3 chia thành năm phần tương đương nhau. Mỗi phần mẫu được trộn đều với một lượng nước thích hợp để được loạt mẫu có độ ẩm cách nhau một khoảng nhất định sao cho giá trị độ ẩm đầm chặt tốt nhất tìm được sau khi thí nghiệm nằm trong khoảng giữa của năm giá trị độ ẩm tạo mẫu. Đánh số mẫu vật liệu từ 1 đến 5 theo thứ tự độ ẩm mẫu tăng dần. Cho các phần mẫu đã trộn ẩm vào thùng kín để ủ mẫu, với thời gian ủ mẫu là 12 h. Đối với vật liệu rời, không chứa hạt sét như đá dăm cấp phối, cát.., thời gian ủ mẫu là 04 h.

CHÚ THÍCH 1: Việc chọn giá trị độ ẩm tạo mẫu đầu tiên và khoảng độ ẩm giữa các mẫu tham khảo như sau:

- Với đất loại cát: bắt đầu từ độ ẩm 5%, khoảng độ ẩm giữa các mẫu từ 1% đến 2%;
- Với đất loại sét pha: bắt đầu từ độ ẩm 8%, khoảng độ ẩm giữa các mẫu từ 1,5 % đến 2,5 %;
- Với đất sét: bắt đầu từ độ ẩm 10%, khoảng độ ẩm giữa các mẫu hoặc từ 2,5 % đến 4%.
- Với đá dăm cấp phối: bắt đầu từ độ ẩm 1,5%, khoảng độ ẩm giữa các mẫu từ 1% đến 1,5%.

CHÚ THÍCH 2: Có thể xác định độ ẩm tạo mẫu thứ 3 trước bằng kinh nghiệm, đây là độ ẩm gần sát với độ ẩm tốt nhất. Vật liệu với độ ẩm tốt nhất sau khi được nắm chặt lại trong lòng bàn tay sẽ giữ nguyên hình dạng, không bị vỡ rời ra khi mở lòng bàn tay, khi bẻ nhẹ sẽ vỡ gọn làm đôi; Mẫu có độ ẩm lớn hơn độ ẩm tối ưu sẽ dính ướt; mẫu có độ ẩm thấp hơn độ ẩm tối ưu sẽ bở, vỡ. Từ độ ẩm tạo mẫu thứ 3, lựa chọn độ ẩm chế bị 04 mẫu còn lại với khoảng độ ẩm nêu tại CHÚ THÍCH 1.

7 Đầm mẫu

7.1 Chuẩn bị dụng cụ và chọn các thông số đầm nén: căn cứ phương pháp đầm nén quy định, chuẩn bị dụng cụ và lựa chọn các thông số đầm nén nêu tại Bảng 1 và Bảng 2.

7.2 Trình tự đầm mẫu: loạt mẫu đã chuẩn bị theo 6.4 sẽ được đầm lần lượt từ mẫu có độ ẩm thấp nhất cho đến mẫu có độ ẩm cao nhất.

7.3 Chiều dày mỗi lớp và tổng chiều dày sau khi đầm: căn cứ số lớp đầm quy định theo phương pháp đầm nén để điều chỉnh lượng vật liệu đầm mỗi lớp cho phù hợp sao cho chiều dày của mỗi lớp sau khi đầm tương đương nhau và tổng chiều dày của mẫu sau khi đầm cao hơn cối đầm khoảng 10 mm.

7.4 Đầm cối thứ nhất: tiến hành với mẫu có độ ẩm thấp nhất theo trình tự sau:

7.4.1 Lắp cối chặt khít với đế cối. Cân xác định khối lượng cối và đế cối (*M)* chính xác đến 1 g.

7.4.2 Đầm lớp thứ nhất: Lắp đai cối và đặt cối tại vị trí có mặt phẳng chắc chắn, không chuyển vị trong quá trình đầm. Cho một phần mẫu có khối lượng phù hợp vào cối, dàn đều mẫu và làm chặt sơ bộ bằng cách lấy chày đầm hoặc dụng cụ nào đó có đường kính khoảng 50 mm đầm nhẹ đều khắp mặt mẫu cho đến khi vật liệu không còn rời rạc và mặt mẫu phẳng. Khi đầm mẫu chính thức, phải để cho chày đầm rơi tự do và dịch chuyển chày sau mỗi lần đầm nhằm phân bổ các cú đầm đều khắp mặt mẫu (Hình 3, Hình 4). Sau khi đầm xong với số chày quy định, nếu có phần vật liệu bám trên thành cối hoặc nhô lên trên bề mặt mẫu thì phải lấy dao cạo đi và rải đều trên mặt lớp đầm trước khi bổ sung vật liệu để đầm các lớp tiếp theo.

7.4.3 Đầm các lớp tiếp theo: lặp lại quá trình như quy định trong 7.4.2.

7.4.4 Sau khi đầm xong, tháo đai cối ra và làm phẳng mặt mẫu bằng thanh thép gạt sao cho bề mặt mẫu cao ngang với mặt trên của cối. Cân xác định khối lượng của cối, đế cối và mẫu đã đầm nằm trong cối (M_1) chính xác đến 1 g.

7.4.5 Lấy mẫu xác định độ ẩm: đẩy mẫu ra khỏi cối và lấy một lượng vật liệu đại diện (xem Bảng 1, Bảng 2) ở phần giữa khối đất, cho vào hộp giữ ẩm, sấy khô để xác định độ ẩm. Đối với vật liệu thoát nước tốt như cát, cuội sỏi, đá dăm.., sau khi đầm mẫu nếu có hiện tượng rỉ nước tại đáy cối, tiến hành lấy mẫu vật liệu rời (ở chảo trộn) trước khi đầm để xác định độ ẩm.

7.5 Đầm các cối tiếp theo:

7.5.1 Lặp lại quá trình như quy định trong 7.4 đối với các mẫu vật liệu có độ ẩm khác nhau (theo thứ tự độ ẩm mẫu tăng dần) cho đến khi hết loạt năm mẫu.

7.5.2 Quá trình đầm sẽ kết thúc khi giá trị khối lượng thể tích ướt (γ_w) của mẫu giảm hoặc không tăng nữa và có tối thiểu hai mẫu đầm có độ ẩm lớn hơn độ ẩm tốt nhất. Thông thường, thí nghiệm đầm nén được tiến hành với năm cối đầm. Trường hợp khối lượng thể tích ướt (γ_w) của vật liệu cối đầm thứ năm vẫn tăng thì phải tiến hành đầm chặt thêm với cối thứ sáu và các cối tiếp theo.

7.5.3 Trường hợp cần bổ sung mẫu đầm, nếu mẫu vật liệu không bị thay đổi cấp phối một cách đáng kể (thường là mẫu đất) thì có thể sử dụng lại mẫu sau khi đầm. Việc đầm nén lại mẫu được tiến hành như sau:

- Sau khi đầm xong, đập tơi mẫu và trộn thêm một lượng nước thích hợp. Ủ mẫu với thời gian ít nhất là 15 min.

- Tiến hành đầm mẫu như quy định trong 7.4.

8 Tính toán kết quả

8.1 Độ ẩm của mẫu, *W*, tính bằng phần trăm (%), theo công thức:

$$W = \frac{A - B}{B - C} \times 100 \qquad (1)$$

trong đó:

A là khối lượng của mẫu ướt và hộp giữ ẩm, cân chính xác đến 0,01 g;

B là khối lượng của mẫu khô và hộp giữ ẩm, sau khi sấy tại nhiệt độ (110 ± 5) °C đến khi khối lượng không đổi, cân chính xác đến 0,01 g;

C là khối lượng của hộp giữ ẩm, cân chính xác đến 0,01 g.

8.2 Khối lượng thể tích ướt của mẫu, γ_w, tính bằng gam trên xentimét khối (g/cm^3), theo công thức:

$$\gamma_w = \frac{M1 - M}{V} \quad (2)$$

trong đó:

M_1 là khối lượng của mẫu, cối và đế cối, tính bằng gam (g);

M là khối lượng của cối và đế cối, tính bằng gam (g);

V là thể tích của cối, tính bằng xentimét khối (cm^3).

8.3 Khối lượng thể tích khô của mẫu, γ_k, tính bằng gam trên xentimét khối (g/cm^3), theo công thức:

$$\gamma_k = \frac{100\ \gamma_w}{(W+100)} \quad (3)$$

trong đó:

γ_w là khối lượng thể tích ướt của mẫu, tính bằng gam trên xentimét khối (g/cm^3);

W là độ ẩm của mẫu, tính bằng phần trăm (%).

8.4 Vẽ đồ thị quan hệ độ ẩm - khối lượng thể tích khô: với loạt các mẫu đã đầm sẽ có loạt các cặp giá trị độ ẩm - khối lượng thể tích khô tương ứng. Biểu diễn các cặp giá trị này bằng các điểm trên biểu đồ quan hệ độ ẩm - khối lượng thể tích khô, trong đó trục tung biểu thị giá trị khối lượng thể tích khô và trục hoành biểu thị giá trị độ ẩm. Vẽ đường cong trơn qua các điểm trên đồ thị.

8.5 Xác định giá trị độ ẩm đầm chặt tốt nhất (W_{op}) : giá trị trên trục hoành tương ứng với đỉnh đường cong quan hệ độ ẩm - khối lượng thể tích khô (xem Phụ lục D).

8.6 Xác định giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất (γ_{kmax}) : giá trị trên trục tung tương ứng với đỉnh đường cong quan hệ độ ẩm - khối lượng thể tích khô (xem Phụ lục D).

8.7 Xác định giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm đầm nén tốt nhất sau hiệu chỉnh theo hướng dẫn tại Phụ lục A.

CHÚ THÍCH 3: Có thể lấy giá trị độ ẩm của phần hạt quá cỡ W_{qc} = 2 % để tính giá trị độ ẩm đầm nén tốt nhất sau hiệu chỉnh (theo công thức A.5, Phụ lục A) phục vụ cho công tác thi công, thí nghiệm độ chặt đầm nén hiện trường.

9 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải có các thông tin sau:

a) Tên công trình, tên dự án và hạng mục áp dụng;

b) Đơn vị yêu cầu;

c) Nguồn gốc vật liệu;

d) Tiêu chuẩn thí nghiệm, phương pháp đầm nén áp dụng;

e) Độ ẩm đầm chặt tốt nhất, làm tròn đến 0,1 %;

f) Khối lượng thể tích khô lớn nhất trong phòng thí nghiệm, làm tròn đến 0,001 g/cm^3;

g) Tỷ lệ hạt quá cỡ, làm tròn đến 0,1 %;

h) Tỷ trọng khối của hạt quá cỡ, làm tròn đến 0,001;

i) Khối lượng thể tích khô lớn nhất sau hiệu chỉnh, làm tròn đến 0,001 g/cm^3; Độ ẩm đầm nén tốt nhất sau hiệu chỉnh, làm tròn đến 0,1 % (theo hướng dẫn tại Phụ lục A).

Phụ lục A
(Quy định)
Hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm đầm nén trong phòng khi vật liệu có chứa hạt quá cỡ

A.1 Phạm vi áp dụng

Phương pháp hiệu chỉnh này nhằm mục đích xác định được khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm đầm nén tốt nhất của vật liệu có chứa hạt quá cỡ (gọi là khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm đầm nén tốt nhất sau hiệu chỉnh).

A.2 Phương pháp hiệu chỉnh

A.2.1 Lấy mẫu vật liệu đại diện ở hiện trường. Căn cứ vào phương pháp đầm nén trong phòng, lấy sàng phù hợp (4,75 mm hoặc 19,0 mm) để tách mẫu vật liệu thành hai phần: phần vật liệu lọt sàng và phần hạt quá cỡ. Xác định khối lượng ướt, độ ẩm của phần vật liệu lọt sàng và phần hạt quá cỡ.

A.2.2 Xác định khối lượng khô của phần vật liệu lọt sàng và phần hạt quá cỡ

A.2.2.1 Khối lượng khô của phần vật liệu lọt sàng, M_{kls}, tính bằng gam (g), theo công thức:

$$M_{kls} = \frac{100\, M_{wls}}{(100 + W_{ls})} \quad \text{(A.1)}$$

trong đó:

M_{wls} là khối lượng ướt của phần vật liệu lọt sàng, tính bằng gam (g);

W_{ls} là độ ẩm của phần vật liệu lọt sàng, tính bằng phần trăm (%).

A.2.2.2 Khối lượng khô của phần hạt quá cỡ, M_{kqc}, tính bằng gam (g), theo công thức:

$$M_{kqc} = \frac{100 M_{wqc}}{(100 + W_{qc})} \quad \text{(A.2)}$$

trong đó:

M_{wqc} là khối lượng ướt của phần hạt quá cỡ, tính bằng gam (g);

W_{qc} là độ ẩm của phần hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%).

A.2.3 Xác định tỷ lệ của phần vật liệu lọt sàng và hạt quá cỡ

A.2.3.1 Tỷ lệ của phần vật liệu lọt sàng, P_{ls}, tính bằng phần trăm (%), theo công thức:

$$P_{ls} = \frac{100\, M_{kls}}{(M_{kls} + M_{kqc})} \quad \text{(A.3)}$$

trong đó:

M_{kls} là khối lượng khô của phần vật liệu lọt sàng, tính bằng gam (g);

M_{kqc} là khối lượng khô của phần hạt quá cỡ, tính bằng gam (g).

A.2.3.2 Tỷ lệ hạt quá cỡ, P_{ls}, tính bằng phần trăm (%), theo công thức:

$$P_{qc} = \frac{100\, M_{kqc}}{(M_{kls} + M_{kqc})} \quad \text{(A.4)}$$

trong đó:

M_{kls} là khối lượng khô của phần vật liệu lọt sàng, tính bằng gam (g);

M_{kqc} là khối lượng khô của phần hạt quá cỡ, tính bằng gam (g).

A.2.4 Xác định độ ẩm chặt tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất sau hiệu chỉnh (của mẫu hiện trường bao gồm cả phần vật liệu lọt sàng và hạt quá cỡ)

A.2.4.1 Độ ẩm đầm chặt tốt nhất sau hiệu chỉnh, W_{ophc}, tính bằng phần trăm (%), theo công thức:

$$W_{ophc} = \frac{W_{op}P_{ls} + W_{qc}\,P_{qc}}{100} \quad \text{(A.5)}$$

trong đó:

W_{op} là độ ẩm đầm chặt tốt nhất của vật liệu tiêu chuẩn theo kết quả đầm nén trong phòng, tính bằng phần trăm (%);

P_{ls} là tỷ lệ của phần vật liệu tiêu chuẩn, tính bằng phần trăm (%);

P_{qc} là tỷ lệ hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%);

W_{qc} là độ ẩm của phần hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%).

A.2.4.2 Khối lượng thể tích khô lớn nhất sau hiệu chỉnh, γ_{kmaxhc}, tính bằng gam trên xentimét khối (g/cm^3), theo công thức:

$$\gamma_{kmaxhc} = \frac{100\,\gamma_{kmax}\,G_{sb}\gamma_n}{\gamma_{kmax}\,P_{qc} + G_{sb}\gamma_n P_{ls}} \quad \text{(A.6)}$$

trong đó:

γ_{kmax} là khối lượng thể tích khô lớn nhất của vật liệu tiêu chuẩn theo kết quả đầm nén trong phòng, tính bằng gam trên xentimét khối (g/cm^3);

P_{ls} là tỷ lệ của phần vật liệu tiêu chuẩn, tính bằng phần trăm (%);

P_{qc} là tỷ lệ hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%);

G_{sb} là tỷ trọng khối của hạt quá cỡ (xác định theo Phụ lục B);

γ_n là khối lượng thể tích của nước, tính bằng phần trăm (%). Tại nhiệt độ trong phòng thí nghiệm, γ_n = 1,0 g/cm^3.

Phụ lục B
(Quy định)
Xác định tỷ trọng khối của hạt quá cỡ

B.1 Phạm vi áp dụng

Phương pháp này quy định trình tự tiến hành xác định tỷ trọng khối (Bulk Specific Gravity) của hạt quá cỡ.

B.2 Thuật ngữ và định nghĩa

Tỷ trọng khối (Bulk Specific Gravity)

Là tỷ số tính bằng khối lượng trong không khí của một đơn vị thể tích cốt liệu (bao gồm cả phần đặc chắc và phần thấm nước nhưng không bao gồm lỗ rỗng giữa các hạt) chia cho khối lượng trong không khí của nước cất có cùng thể tích tại một nhiệt độ nhất định. Tỷ trọng khối không có thứ nguyên.

B.3 Thiết bị, dụng cụ

B.3.1 Cân: cân phải được thiết kế phù hợp để có thể cân mẫu khi mẫu đang treo trong nước, có độ chính xác 1 g.

B.3.2 Giỏ đựng mẫu làm bằng lưới thép có lỗ nhỏ hơn hoặc bằng 3 mm sao cho không để lọt mẫu cốt liệu. Khi thí nghiệm với cốt liệu có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 37,5 mm thì dung tích giỏ từ 4 L đến 7 L. Khi thí nghiệm cốt liệu lớn hơn thì dung tích giỏ phải lớn hơn.

B.3.3 Thùng nước là loại thùng có dung tích phù hợp để có thể treo toàn bộ giỏ và mẫu trong nước khi làm thí nghiệm. Phải có một ống thoát phía gần miệng thùng để duy trì mực nước trong thùng là cố định trong quá trình thí nghiệm.

B.3.4 Dây treo giỏ là loại dây có đủ độ bền, có đường kính nhỏ nhất có thể để giảm thiểu ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm.

B.3.5 Sàng: sử dụng hai sàng lỗ vuông loại 19,0 mm và 4,75 mm và một vài sàng khác (xem Bảng B.1).

B.4 Chuẩn bị mẫu

B.4.1 Khối lượng mẫu thí nghiệm: theo quy định ở Bảng B.1.

B.4.2 Sàng mẫu: căn cứ phương pháp đầm nén quy định, sử dụng sàng thích hợp để tách hạt quá cỡ (dùng sàng 4,75 mm và 19,0 mm tương ứng với các phương pháp I-A, II-A, I-B, II-B và phương pháp I-C, II-C, I-D, II-D). Rửa sạch phần hạt quá cỡ nằm trên sàng để loại bỏ bụi bám trên bề mặt các hạt cốt liệu quá cỡ.

B.5 Cách tiến hành

B.5.1 Sấy mẫu đến khối lượng không đổi trong tủ sấy tại nhiệt độ (110 ± 5) °C. Sau đó đưa mẫu ra ngoài không khí trong vòng từ 1 h đến 4 h để mẫu nguội (có thể cầm được mẫu, nhiệt độ mẫu khoảng 50 °C).

B.5.2 Ngâm mẫu vào nước trong thời gian khoảng 24 h tại nhiệt độ trong phòng.

B.5.3 Vớt mẫu ra khỏi nước, lăn các hạt cốt liệu trên một cái khăn bông cho đến khi màng nước tự do bám trên mặt hạt cốt liệu đã bị thấm hết. Những hạt cốt liệu to thì phải lau từng hạt một. Cũng có thể sử dụng một cái quạt để thổi đồng thời với việc lau khô. Phải chú ý không để cho phần nước thấm vào trong lỗ rỗng của cốt liệu thoát ra. Sau khi đã lau khô, cân xác định khối lượng mẫu khô bề mặt *(B)* chính xác đến 1 g.

B.5.4 Ngay sau khi cân mẫu, cho mẫu vào giỏ và cân xác định khối lượng mẫu khi treo trong nước. Sau khi giỏ và mẫu đã được treo ngập hoàn toàn trong nước, phải lắc nhẹ giỏ cho khí thoát ra hết để kết quả thí nghiệm được chính xác. Cân xác định khối lượng mẫu trong nước *(C)* chính xác đến 1 g.

B.5.5 Sấy mẫu đến khối lượng không đổi trong tủ sấy tại nhiệt độ (110 ± 5) °C. Sau đó đưa mẫu ra ngoài không khí trong vòng từ 1 h đến 4 h để để mẫu nguội. Sau đó cân xác định khối lượng mẫu *(A)* chính xác đến 1g.

Bảng B.1- Khối lượng mẫu thí nghiệm

Kích cỡ hạt lớn nhất (mm)	Khối lượng mẫu tối thiểu (kg)
19,0	3
25,0	4
37,5	5
50	8
63	12

B.6 Tính toán kết quả

Tỷ trọng khối (bulk specific gravity), G_{sb}, tính theo công thức:

$$G_{sb} = \frac{A}{B - C} \quad \text{(B.1)}$$

trong đó:

A là khối lượng mẫu khô hoàn toàn, tính bằng gam (g);

B là khối lượng mẫu khô bề mặt, tính bằng gam (g);

C là khối lượng mẫu cân trong nước, tính bằng gam (g).

B.7 Báo cáo

B.7.1 Báo cáo kết quả thí nghiệm bao gồm các thông tin sau:

- Loại hạt quá cỡ thí nghiệm (trên sàng 4,75 mm hay trên sàng 19,0 mm);

- Giá trị tỷ trọng khối được làm tròn đến 0,001.

B.7.2 Độ chụm:

B.7.2.1 Sai số giữa hai kết quả thí nghiệm trên cùng mẫu vật liệu do một thí nghiệm viên thực hiện tại một phòng thí nghiệm không vượt quá 0,025.

B.7.2.2 Sai số giữa hai kết quả thí nghiệm thực hiện bởi hai phòng thí nghiệm không vượt quá 0,038.

Phụ lục C
(Tham khảo)
Hướng dẫn lựa chọn phương pháp đầm nén

C.1 Đầm nén Proctor tiêu chuẩn thường áp dụng khi sử dụng trang thiết bị đầm nén có công suất nhỏ.

C.2 Đầm nén cải tiến được áp dụng khi thi công đầm nén bằng thiết bị cơ giới có công suất lớn.

C.3 Lựa chọn phương pháp đầm nén: tham khảo hướng dẫn tại Bảng C.1.

Bảng C.1 - Lựa chọn phương pháp đầm nén

Phương pháp	Phạm vi áp dụng
Phương pháp I-A, II-A	Vật liệu hạt nhỏ, lượng hạt quá cỡ trên sàng 4,75 mm không quá 5% (không phải hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm đầm nén).
Phương pháp I-B, II-B	Đầm nén tạo mẫu CBR đối với vật liệu thỏa mãn phương pháp thí nghiệm I-A, II-A
Phương pháp I-C, II-C	Vật liệu có > 5% lượng hạt trên sàng 4,75 mm và < 5 % lượng hạt trên sàng 19 mm (không phải hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm đầm nén). Phương pháp này tiết kiệm được khối lượng mẫu vật liệu thí nghiệm trong phòng so với phương pháp I-D, II-D.
Phương pháp I-D	– Đất sỏi sạn, đá dăm.. – Đầm nén tạo mẫu CBR đối với vật liệu thỏa mãn phương pháp thí nghiệm I-C, I-D.
Phương pháp II-D	– Đất sỏi sạn, đá dăm cấp phối, cấp phối thiên nhiên, đá dăm gia cố.. (do quy trình thi công và nghiệm thu hoặc chỉ dẫn kỹ thuật quy định đầm nén Proctor cải tiến) – Đầm nén tạo mẫu CBR đối với vật liệu thỏa mãn phương pháp thí nghiệm II-C, II-D.

Phụ lục D

(Tham khảo)

Ví dụ Biểu mẫu báo cáo kết quả thử nghiệm

Logo đơn vị thực hiện

TÊN ĐƠN VỊ THỰC HIỆN

Địa chỉ liên hệ

Số - No.: .....

ĐẦM NÉN PROCTOR

PROCTOR COMPACTION TEST

1. Đơn vị yêu cầu - Client:

2. Công trình - Project:

3. Nguồn gốc mẫu - Sample source: **MSM** - Sample code :

4. Ngày thí nghiệm - Date of test:

5. Tiêu chuẩn thí nghiệm - Test method: TCVN 12790:2019 (Phương pháp I-A)

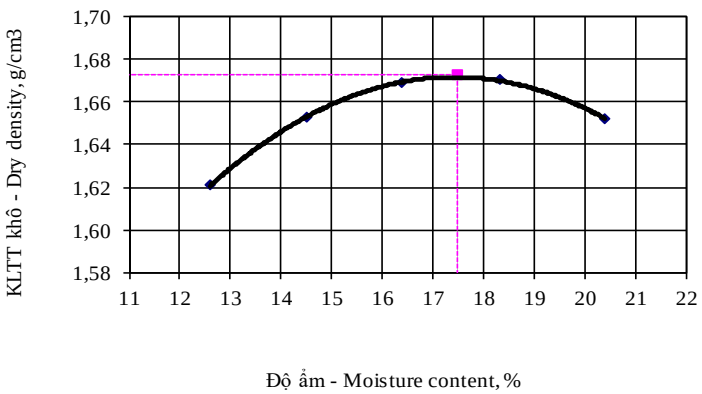
6. Kết quả thí nghiệm - Test results:

I. THÍ NGHIỆM ĐẦM - COMPACTION TEST :

Số lần đầm - No. Compact		1	2	3	4	5
Khối lượng - Weight of mold	g					
Thể tích khuôn - Volum of mold	cm^3					
Khối lượng khuôn + mẫu ướt Weight of wet sample + mold	g					
KLTT ướt - Wet density of sample	g/cm^3					

II. THÍ NGHIỆM ĐỘ ẨM - MOISTURE CONTENT TEST :

Số hộp - No. container						
Khối lượng hộp + mẫu ướt Weight of wet sample + container	g					
Khối lượng hộp + mẫu khô Weight of dry sample + container	g					
Khối lượng hộp - Weight of container	g					
Độ ẩm - Moisture content	%					
Khối lượng thể tích khô - Dry density	g/cm^3					



KẾT QUẢ - RESULT OF TEST

(Chưa hiệu chỉnh - Before corrected)

Độ ẩm tốt nhất - Optimum Moisture content

Wop = (%)

KLTT khô lớn nhất - Maximum Dry Density

γmax = (g/cm^3)

Kết quả - Result of test

(Sau khi hiệu chỉnh - After correction)

Độ ẩm tốt nhất - Optimum Moisture content

Wophc = (%)

KLTT khô lớn nhất - Maximum Dry Density

γkmaxhc = (g/cm^3)

Tỷ lệ hạt quá cỡ *Pqc* (%):

Tỷ trọng khối của hạt quá cỡ *Gsb* :

7. Ghi chú - Note:

8. Những người thực hiện - Operators:

Thí nghiệm - Tested by:

....., ngày ..... tháng ..... Năm.....

PHÒNG THÍ NGHIỆM ....

LABORATORY.....

Tính toán - Calculated by:

Kiểm tra - Checked by: