

Lời nói đầu

Tiêu chuẩn TCXDVN 301 : 2003 do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng biên soạn, Vụ Khoa học Công nghệ Bộ Xây dựng trình duyệt, Bộ trưởng Bộ Xây dựng ban hành theo Quyết định số: 15 ngày 24 / 6 / 2003

Đất xây dựng - Phương pháp phóng xạ xác định độ ẩm và độ chặt của đất tại hiện trường.

Nuclear Method for Determination moisture content and compaction coefficient of soil in situ.

1. Phạm vi áp dụng.

- 1.1. Phương pháp này dùng để xác định nhanh khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng thể tích khô, độ ẩm và độ đầm chặt tại hiện trường của đất dính và rời được đầm chặt hoặc ở trạng thái tự nhiên của lớp bề mặt bằng thiết bị phóng xạ.
- 1.2. Phương pháp này dùng cho việc kiểm tra chất lượng và nghiệm thu công tác đất đầm nện tại các công trường xây dựng. Phạm vi **hiệu quả** của kết quả thí nghiệm cho phương pháp phóng xạ là 30 cm chiều dày lớp đất.
- 1.3. Các giá trị đo được từ thí nghiệm này được dùng với hệ đơn vị đo chuẩn [SI].

2. Tiêu chuẩn viện dẫn

- 1) TCVN 4201:1995 Phương pháp xác định độ chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm.
- 2) TCVN 4196:1995 Phương pháp xác định độ ẩm của đất trong phòng thí nghiệm.
- 3) ASTM 2922-91 Standard test methods for Density of soil and soil — Aggregate in place by Nuclear Methods (Shallow depth).
- 4) ASTM D3017- 88 Standard test Method for water content of soil and rock in place by Nuclear methods (shallow depth).

3. Các thuật ngữ:

- 3.1 Khối lượng thể tích khô của đất là khối lượng của phần cốt đất trên đơn vị thể tích đất (ρ_k , Mg/m³).
 - 3.1.1 Khối lượng thể tích tự nhiên của đất được hiểu là khối lượng tổng cộng của phần cốt đất và nước trên đơn vị thể tích đất tự nhiên (ρ_w , Mg/m³).
 - 3.1.2 Khối lượng thể tích ẩm là khối lượng của nước trên đơn vị thể tích đất. Giá trị này khác với độ ẩm (w , %).
- 3.2 Khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm được dùng trong tiêu chuẩn này là đại lượng để mô tả các thí nghiệm nhằm phân biệt với các đại lượng dẫn xuất của chúng là khối lượng thể tích khô và độ ẩm.

3.3 Hệ số đầm chặt (K) của đất là tỷ số giữa khối lượng thể tích khô của đất tại hiện trường và khối lượng thể tích khô lớn nhất, được xác định theo công thức:

$$K = \frac{\rho_k}{\rho_{\max}^k} \quad (1)$$

trong đó: K - Hệ số đầm chặt,

ρ_k - khối lượng thể tích khô của đất tại hiện trường.

ρ_{\max}^k - khối lượng thể tích khô lớn nhất của đất được xác định bằng thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm.

4. Nguyên lý của phương pháp phóng xạ

4.1 Đo khối lượng thể tích tự nhiên:

Phương pháp dựa trên sự yếu dần của tia gamma xuất phát từ một nguồn gamma (thường ở đầu dò di động) do ảnh hưởng của tán xạ Compton và hấp thụ điện-quang. Cường độ của tia gamma khi tới đầu thu (thường được gắn cố định ở bản đáy của máy) tỷ lệ thuận với mật độ điện tử. Tương tác giữa tia gamma và nguyên tử vật liệu càng mạnh thì vật liệu bị chiếu tia càng đặc chắc. Điều này cho ta biết khối lượng thể tích tự nhiên của đất thông qua việc xác định cường độ tia gamma khi truyền qua môi trường đất trên cơ sở so sánh với một biểu giá trị chuẩn thích hợp.

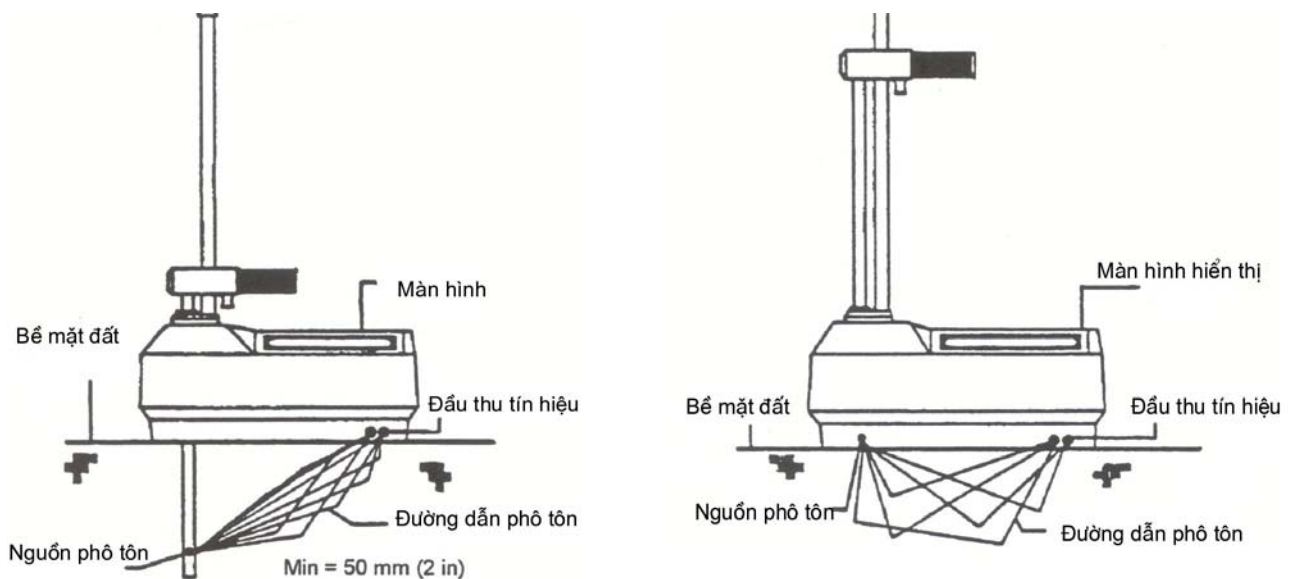
Theo nguyên tắc này, có hai cách đo khối lượng thể tích tự nhiên:

- Phương pháp phóng xạ truyền trực tiếp:

+ Nguồn tia gamma được gắn ở đầu dò di động và được đưa xuống dưới sâu vào vị trí cần đo.

+ Đầu thu tia gamma được gắn cố định vào bản đáy của máy.

+ Tia gamma thu được ở đầu thu từ nguồn phát sau khi đã đi qua môi trường vật liệu cần đo.



Hình 4.1 Sơ đồ nguyên lý đo truyền trực tiếp

Hình 4.2 Sơ đồ nguyên lý đo tán xạ ngược

- Phương pháp tán xạ ngược:

+ Nguồn tia gamma được gắn ở đầu dò thường đặt ở vị trí dưới bản đáy của máy.

+ Đầu thu tia gamma được gắn cố định vào bản đáy của máy.

+ Tia gamma thu được ở đầu thu từ nguồn phát sau khi đã đi vào môi trường vật liệu cần đo và tán xạ ngược trở lại bề mặt tiếp xúc giữa môi trường cần đo và máy.

4.2 Đo khối lượng thể tích ẩm:

Phương pháp dựa trên sự giảm tốc của neutron xuất phát từ một nguồn neutron nhanh do va chạm, chủ yếu với các hạt nhân hydro. Bằng cách đo số lượng các neutron bị làm chậm do quá trình tương tác với nguyên tử hydro khi đi qua môi trường vật liệu có thể xác định số lượng nguyên tử hydro có trong vật liệu. Trên cơ sở số đếm nguyên tử hydro này cho ta biết lượng nước có mặt trong khối đất, thông qua so sánh với một biểu chuẩn (với giả định nước là nguồn hydro chủ yếu trong đất).

Ghi chú: Cả nguồn neutron cũng như đầu thu thường được cố định ở các vị trí gần bản đế của máy và cách biệt với thiết bị đo dung trọng tự nhiên. Do đó, mặc dù việc đo khối lượng thể tích ẩm và đo dung trọng tự nhiên được tiến hành riêng rẽ, thiết bị đo thường được thiết kế sao cho cả hai thí nghiệm được tiến hành đồng thời, bất kể dung trọng tự nhiên được xác định bằng phương pháp trực tiếp hay tán xạ ngược.

5. Phương pháp xác định:

Để xác định được hệ số đầm chặt, cần xác định được hai thông số: khối lượng thể tích khô tại hiện trường và khối lượng thể tích khô lớn nhất của đất.

+ Khối lượng thể tích khô lớn nhất: Chỉ tiêu này được xác định trong phòng thí nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN 4201:1995.

+ Khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng thể tích khô và độ ẩm tại hiện trường được xác định bằng phương pháp phóng xạ.

5.1 Thiết bị thí nghiệm:

5.1.1 Các bộ phận chính của máy:

- 1) Máy đo phóng xạ bề mặt đã lập được đường chuẩn dùng để đo khối lượng tự nhiên, khối lượng thể tích ẩm. Máy bao gồm: nguồn phóng xạ được bảo vệ bảo đảm an toàn trong quá trình sử dụng và bảo quản, các đầu thu và thiết bị đọc, pin điện, cần nguồn có thể kéo ra được để đưa vào lỗ khoan trong đất.
- 2) Các khối chuẩn làm bằng vật liệu thích hợp dùng để kiểm tra vận hành của máy và để lập các điều kiện số đếm tiêu chuẩn phát sinh. Các khối chuẩn sẽ được đánh số cùng với số máy và sẽ không được đổi giữa các máy với nhau.
- 3) Dụng cụ để chuẩn bị khu vực thí nghiệm bao gồm dụng cụ để san phẳng bề mặt đất ở chỗ thí nghiệm như xẻng, cuốc, dao cắt, cọc thép và búa hoặc mũi khoan thích hợp để tạo lỗ thí nghiệm cho phương pháp truyền trực tiếp đo dung trọng tự nhiên□

5.1.2 Các bộ phận liên quan:

- 1) Hộp đựng máy khi vận chuyển.
- 2) Sổ theo dõi để ghi số liệu hiệu chuẩn và sự ổn định của kết quả thí nghiệm.
- 3) Kết quả lập đường chuẩn: có thể được thể hiện ở dạng biểu đồ và được lưu trữ trong bộ nhớ của hệ thống đọc.
- 4) Sổ tay hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất, chứng chỉ hiệu chuẩn.
Một số đặc trưng cơ bản của thiết bị đo được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1: Một số đặc trưng kỹ thuật của thiết bị dùng để đo độ chặt tại hiện trường

Số TT	Các đặc tính của máy	Giới hạn cho phép
1	Nguồn phát xạ gama	10 m Ci (370 μ Bq) Xesi 137
2	Nguồn Nơtron	50m Ci (1.85x10 ⁻³ μ Bq) Americium 241/Be
3	Mức phóng xạ tại tay cầm	< 0.1 mrem/h
4	Tính năng đo	đo được khối lượng thể tích khô, độ ẩm và hệ số độ chặt K
5	Phạm vi đo	khối lượng thể tích 1.120 g/cm ³ đến 2.73 g/cm ³ độ ẩm: 0 đến 0.64g/cm ³
6	Độ chính xác	khối lượng thể tích: < 0.0034 g/cm ³ Độ ẩm: < 0.005 g/cm ³
7	Nhiệt độ sử dụng	-10°C đến +70°C

5.1.3 Các máy phóng xạ chỉ có chức năng đo khối lượng thể tích tự nhiên cũng có thể được dùng để làm thí nghiệm này, miễn là nó đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

5.1.4 Yêu cầu về an toàn và sử dụng thiết bị:

- Thiết bị hạt nhân dùng cho phương pháp này là nguồn phát ra các tia phóng xạ, nên trước khi sử dụng máy cần phải có hiểu biết về các nguy hiểm của nó và phải tuân thủ đúng các quy định của Nhà nước về an toàn lao động đối với các loại thiết bị này.
- Các nguồn phóng xạ và cần nguồn của máy phải được bảo vệ bảo đảm an toàn trong quá trình sử dụng và bảo quản.
- Hạn chế thời gian sử dụng máy tới mức tối thiểu để giảm bớt ảnh hưởng phóng xạ.
- Việc vận hành thiết bị này phải do các kỹ thuật viên có chuyên môn thực hiện và phải có các dụng cụ chuyên dùng kèm theo.
- Việc xử lý và sửa chữa phải do các kỹ thuật viên chuyên môn tiến hành và có các dụng cụ chuyên dùng.

5.1.5 Hiệu chuẩn và ổn định thiết bị trước khi thí nghiệm:

Máy phải được hiệu chuẩn lại sau mỗi lần sửa chữa lớn mà có thay nguồn, đầu thu hoặc các bộ phận chính khác.

a) Xây dựng đường chuẩn:

Cần tiến hành xây dựng các loại đường chuẩn sau:

- Đường chuẩn đo khối lượng thể tích tự nhiên;
- Đường chuẩn đo khối lượng thể tích ẩm;

Việc xây dựng đường chuẩn như trên cần lặp lại 3 tháng 1 lần khi việc thí nghiệm được tiến hành liên tục, với một số đường chuẩn cụ thể trong một thời gian dài hơn thời gian trên theo phụ lục A của tiêu chuẩn này.

b) Hiệu chuẩn máy:

- + Tiến hành hiệu chuẩn máy đo trên các khối chuẩn cho mỗi phương pháp đo khi bắt đầu và kết thúc mỗi ngày làm việc. Thủ tục này cũng phải được lặp lại sau 8 giờ làm việc liên tục, nhưng nếu có thể được thì nên lặp lại thường xuyên hơn.
- + Duy trì ghi chép các số liệu này thường xuyên. Khi máy bị tắt thì phải lặp lại thủ tục tiêu chuẩn hoá.
- + Tiến hành hiệu chuẩn theo quy trình ở phần B.1 phụ lục B của tiêu chuẩn.

c) Ổn định máy:

Tiến hành kiểm tra sự ổn định của máy cho mỗi phương pháp đo ít nhất 1 tháng 1 lần khi máy được sử dụng thường xuyên hàng ngày và ít nhất 3 tháng 1 lần cho các trường hợp khác. Trình tự ổn định máy tuân theo các bước ở phần B.2 phụ lục B của tiêu chuẩn này.

5.2 Quy trình đo:

5.2.1 Quy định chung:

- Những quy định sau đây được chia ra tùy theo phương pháp vận hành máy để đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất. Việc đo bổ sung khối lượng thể tích ẩm đối với các máy có trang bị thêm tính năng này có thể tiến hành đồng thời khi đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất.
- Khi khối lượng thể tích ẩm tính bằng khối lượng nước trên đơn vị thể tích được yêu cầu riêng, thì làm theo quy trình thí nghiệm bằng phương pháp tán xạ ngược, bỏ qua các thao tác liên quan đến khối lượng thể tích tự nhiên và nguồn gamma dùng đo khối lượng thể tích tự nhiên nằm ở vị trí hộp bảo vệ.

5.2.2 Quy trình đo khối lượng thể tích tự nhiên bằng phương pháp truyền trực tiếp:

- 1) Hiệu chuẩn máy đo theo trình tự ở phụ lục B.
- 2) Chọn và chuẩn bị chỗ để xác định khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm:

- Không thí nghiệm đồng thời gần vị trí máy khác ít nhất 7m và cách bất kỳ một công trình nào ít nhất 1,5m.
- Khi phải làm thí nghiệm cách vách hào hay một công trình nào đó dưới 1,5m để có thể xét đến ảnh hưởng của hiện tượng phản xạ, điều quan trọng là phải tiến hành hiệu chuẩn máy (xem ở phụ lục B) trong khoảng 10mm cách điểm thí nghiệm với máy đặt theo hướng máy khi thí nghiệm. Giữ cho máy nằm cách bất kỳ một tia chiếu đứng nào ít nhất 150mm.

3) Dọn sạch nơi thí nghiệm, làm phẳng bề mặt.

4) Dùng ống dẫn hướng và khoan tạo một lỗ đến độ sâu thích hợp để cho nguồn vào. Độ sâu của lỗ phải lớn hơn độ sâu của điểm định xác định khối lượng thể tích tự nhiên. (Xem hướng dẫn của nhà sản xuất để xác định độ sâu thích hợp). Đánh dấu bề mặt đất để đặt máy chính xác so với vị trí lỗ đặt nguồn.

5) Đặt máy vào chỗ thí nghiệm, đế máy phải tiếp xúc hoàn toàn với mặt đất. Đế của máy phải sạch, không được dùng tay để lau bản đế của máy.

6) Đưa nguồn vào trong lỗ đến độ sâu lựa chọn theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

7) Kéo máy quay theo hướng sao cho nguồn phóng xạ áp sát vào thành hố và gần nhất với đầu thu được gắn trong máy.

8) Thao tác theo hướng dẫn của nhà sản xuất để đọc được khối lượng thể tích tự nhiên và cả khối lượng thể tích ẩm nếu yêu cầu. Cả hai giá trị này cần được đọc sau khoảng thời gian đo ít nhất 1 phút, dùng bộ phận định thời gian đặt sẵn trong máy.

Nếu thí nghiệm được lặp lại ở một vị trí lân cận theo chiều thẳng đứng và kết quả được xác định theo giá trị trung bình thì đỉnh của thí nghiệm thứ 2 sẽ ngang với độ sâu đã chọn để đưa nguồn vào trong thí nghiệm thứ nhất.

9) Lấy số đọc hiện trường của khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm ở từng vị trí thí nghiệm và ghi lại nếu cần thiết.

Hiệu chỉnh giá trị hiện trường nếu thấy cần thiết bằng đường chuẩn đã lập sẵn. Một số máy có gắn bộ vi xử lý lưu trữ các đường chuẩn của người sử dụng để có thể tự động hiệu chỉnh số liệu hiển thị.

10) Kéo nguồn trở về hộp bảo vệ, đóng cửa hộp. Dùng bộ thiết bị đo phóng xạ gamma để kiểm tra độ phóng xạ của môi trường. Độ phóng xạ này phải nằm trong giới hạn cho phép của nhà sản xuất.

5.2.3 Quy trình đo khối lượng thể tích tự nhiên và độ ẩm bằng phương pháp tán xạ ngược:

1) Theo các trình tự các bước 1), 2), 3), 5) nêu ở mục 5.4.2.

2) Theo sách hướng dẫn của nhà sản xuất để đọc khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm, cả hai giá trị này cần được đọc sau khoảng thời gian đo ít nhất 1 phút bằng bộ định thời gian gắn sẵn trong máy.

Khi cần thiết, có thể xoay máy xung quanh trục của cân nguồn và làm thêm một số lần đo. Thông thường giữa hai lần đo, máy được xoay một góc 180° và tính giá trị trung bình của hai lần đo.

Nếu muốn tăng phạm vi vùng đất cần kiểm tra có thể lặp lại thí nghiệm ngay tại vùng kề bên (theo chiều thẳng đứng hoặc nằm ngang) và tính giá trị trung bình của 2 kết quả.

3) Lấy số đọc khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm tại vị trí thí nghiệm và ghi lại nếu cần.

Hiệu chỉnh giá trị hiện trường nếu thấy cần thiết bằng đường chuẩn. Một số máy có gắn bộ vi xử lý lưu trữ các đường chuẩn của người sử dụng để có thể tự động hiệu chỉnh số liệu hiển thị.

4) Kéo nguồn trở về hộp bảo vệ, đóng cửa hộp. Dùng bộ thiết bị đo phóng xạ gamma để kiểm tra độ phóng xạ của môi trường. Độ phóng xạ này phải nằm trong giới hạn cho phép của nhà sản xuất.

5.3 Tính toán, chỉnh lý kết quả đo:

5.3.1 Khối lượng thể tích khô:

Khối lượng thể tích khô ρ_k (Mg/m³) được xác định theo công thức sau:

a) Khi xác định bằng máy phóng xạ: (2)

$$\rho_k = \rho_w - m$$

Trong đó: ρ_w khối lượng thể tích tự nhiên của đất (Mg/m³) xác định bằng máy phóng xạ

m — khối lượng thể tích ẩm, tức khối lượng nước trên đơn vị thể tích đất, (Mg/m³) xác định bằng máy phóng xạ.

b) Khi xác định độ ẩm trong phòng thí nghiệm:

$$\rho_k = \frac{100\rho_w}{100 + W} \quad (3)$$

Trong đó: ρ_w khối lượng thể tích tự nhiên của đất (Mg/m³) xác định bằng máy phóng xạ

W - độ ẩm của đất (%), xác định bằng phương pháp xác định độ ẩm trong phòng thí nghiệm theo TCVN 4196:1995.

5.3.2 Độ ẩm: Tính độ ẩm W (%) theo công thức:

$$W = \frac{100m}{\rho_w - m} \quad (4)$$

Trong đó: ρ_w khối lượng thể tích tự nhiên của đất (Mg/m³) xác định bằng máy phóng xạ.

m — Khối lượng thể tích ẩm của đất, tức là khối lượng nước trên đơn vị thể tích đất (Mg/m^3), xác định bằng phương pháp phóng xạ.

5.3.3 Hệ số độ chặt K:

- Sau khi xác định được khối lượng thể tích khô tại hiện trường và khối lượng thể tích khô lớn nhất của đất, hệ số độ chặt K được xác định theo công thức (1) của tiêu chuẩn này.
- Một số máy khi đo tại hiện trường, sẽ tự động tính toán và cho ra giá trị hệ số độ chặt K.

6. Báo cáo thí nghiệm:

Báo cáo thí nghiệm phải có các thông tin sau:

- 1) Mục đích của thí nghiệm;
- 2) Kiểu máy và số hiệu của máy đo phóng xạ sử dụng tại hiện trường;
- 3) Phương pháp đo đã sử dụng;
- 4) Khối lượng thể tích tự nhiên của đất tại hiện trường (Mg/m^3) chính xác tới $0,01 \text{ Mg/m}^3$;
- 5) Kết quả độ ẩm của đất (%) chính xác tới $0,01(\%)$ (nếu có);
- 6) Kết quả khối lượng thể tích khô của đất (Mg/m^3), chính xác tới $0,01(\text{Mg/m}^3)$ (nếu có);

Phụ lục A
(Bắt buộc)

Phương pháp lập đường chuẩn

A.1 Đường chuẩn để đo khối lượng thể tích tự nhiên:

A.1.1 Lập đường chuẩn để đo khối lượng thể tích tự nhiên của nhà sản xuất. Việc này được tiến hành theo tiêu chuẩn số ASTM D2922. Việc này phải được kiểm tra lại 24 tháng một lần bằng cách dùng ít nhất 3 khối có khối lượng thể tích chuẩn như đã mô tả trong ASTM D2922.

A.1.2 Lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường để xác định khối lượng thể tích tự nhiên của đất. Việc lập đường chuẩn cho mỗi máy đo phóng xạ được tiến hành theo điểm này, cho mỗi cách đo phải được tiến hành cho từng thí nghiệm và cho từng độ sâu thí nghiệm nếu dùng cách đo trực tiếp. Phương thức lập đường chuẩn tùy thuộc vào tính chất của thí nghiệm và được phân loại như sau:

A.1.2.1 Thí nghiệm để so sánh:

Thí nghiệm này không yêu cầu phải lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường nếu kết quả thu được chỉ để so sánh và áp dụng cho một vị trí nhất định. Trong báo cáo chỉ cần nêu rõ thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp thí nghiệm so sánh và không lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường.

A.1.2.2 Thí nghiệm xác định giá trị tuyệt đối:

Tiến hành thí nghiệm ban đầu trước khi dùng máy phóng xạ ở bất kỳ vị trí nào hoặc khi có sự thay đổi đáng kể về loại đất. Để làm việc này, cần chọn một vị trí thích hợp và tiến hành ít nhất 3 thí nghiệm dung trọng bằng máy phóng xạ, sau đó làm một số thí nghiệm hiện trường bằng các phương pháp khác (như phương pháp dao vòng, thay thế cát,...). Nếu kết quả thí nghiệm hiện trường thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn 3% so với kết quả đo bằng máy phóng xạ thì việc hiệu chỉnh lại đường chuẩn của nhà sản xuất là không cần thiết. Khi sự chênh lệch lớn hơn 3% thì cần hiệu chỉnh lại đường chuẩn của nhà sản xuất.

A.1.2.3 Thí nghiệm theo yêu cầu cho đất đầm nén:

Khi dùng máy phóng xạ để thí nghiệm đối với đất đầm nén, cần thiết tiến hành lập đường chuẩn ban đầu tại chỗ bằng thí nghiệm một hộp chứa như nêu dưới đây với đất được chế bị ở khối lượng thể tích bằng giới hạn dưới của khối lượng thể tích tự nhiên yêu cầu $\pm 2\%$.

A.1.3 Lập đường chuẩn để xác định khối lượng thể tích tự nhiên:

Cần ít nhất 5 thí nghiệm lập đường chuẩn riêng rẽ đối với loại đất đã chọn như mô tả dưới đây với các khối lượng thể tích tự nhiên khác nhau của đất, sao cho bao trùm hết giới hạn cần biết và càng rải đều càng tốt. Có 2 phương pháp lựa chọn:

A.1.3.1 Lập đường chuẩn bằng phương pháp hộp chứa:

- 1) Chọn một hộp chứa thích hợp có thành cứng và đáy không biến dạng khi có đất vào và đầm nén, có kích thước đủ lớn để không phải thay đổi tốc độ đếm nếu nó bị phình ra.

Ghi chú: Các hộp có kích thước đáy khoảng 500 mm dài, 380 mm rộng là thích hợp đối với các loại máy hiện đang được dùng (1990). Với phương pháp truyền trực tiếp, độ sâu của thùng phải thích ứng với độ sâu của mẫu mà ở đó sẽ tiến hành lập đường chuẩn đất; trong trường hợp này độ sâu của hộp phải bằng 450 mm. Với phương pháp tán xạ ngược thì độ sâu tối thiểu là 230mm là thích hợp.

- 2) Đặt hộp rỗng sạch lên trên một nền phẳng cứng. Đo kích thước bên trong của hộp đến sai số 1mm và tính dung tích bên trong của hộp. Xác định khối lượng hộp rỗng, nếu các số liệu này được dùng để tính tổng khối lượng đất cho vào hộp.
- 3) Chuẩn bị một khối đất đã chọn trong hộp, sao cho đất có khối lượng thể tích nằm trong khoảng khối lượng thể tích yêu cầu (xem ghi chú). Mép trên của khối đất vừa bằng với mép trên của hộp. Từ tổng khối lượng đất đã cho vào hộp và dung tích của hộp tính ra khối lượng thể tích tự nhiên của đất.

Ghi chú: Khi cho đất vào hộp phải cẩn thận sao cho khối lượng thể tích của đất không bị tăng giảm đáng kể. Trường hợp đối với thí nghiệm truyền trực tiếp thì độ sâu của hộp phải thích ứng với độ sâu của đất thí nghiệm. Sự biến đổi trong phương pháp chuẩn bị, chứ không phải khối lượng thể tích tự nhiên tổng quát, có thể cho số liệu sai; do đó phải rất coi trọng khâu chuẩn bị. Nếu có gì nghi ngờ trong khi lập đường chuẩn thì phải kiểm tra lại bằng một phương pháp khác đã được chấp nhận.

- 4) Trong vòng một giờ sau khi đã đổ đầy đất vào hộp, tiến hành đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất bằng máy phóng xạ theo cách đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất tại hiện trường và phù hợp với phương pháp vận hành được xác lập đường chuẩn.

A.1.3.2 Lập đường chuẩn bằng phương pháp thí nghiệm tại chỗ:

- 1) Chọn một phạm vi đủ để tiến hành ít nhất 5 thí nghiệm và ở đó đất có khối lượng thể tích càng gần với dung trọng của vị trí thí nghiệm càng tốt.
- 2) Đo tại chỗ khối lượng thể tích tự nhiên của đất bằng máy phóng xạ theo đúng cách đã mô tả cho đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất tại hiện trường và phù hợp với phương pháp vận hành được xác lập đường chuẩn.
- 3) Tiến hành tại mỗi điểm thí nghiệm định chuẩn nêu trên một phương pháp thí nghiệm hiện trường thích hợp như phương pháp thay thế cát hoặc dao vòng... để xác định khối lượng thể tích tự nhiên.

A.1.3.3 Rút ra đường chuẩn:

- 1) Vẽ đồ thị quan hệ giữa giá trị khối lượng thể tích tự nhiên của đất thu được từ các thí nghiệm tại chỗ khác nhau, hoặc từ các kích thước hộp đựng và khối lượng đất trong hộp, theo các số đo khối lượng thể tích tự nhiên đo được bằng máy phóng xạ.
- 2) Tính đường bình phương nhỏ nhất gần đúng nhất từ các số liệu và thu được khối lượng thể tích tự nhiên của đất đã hiệu chỉnh theo công thức:

$$\text{Khối lượng thể tích tự nhiên của đất đã hiệu chỉnh} = b \cdot \rho_n \pm a \text{ (Mg/m}^3\text{)}$$

Trong đó: b, a là độ dốc và khoảng cắt tính được bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất.

ρ_n là khối lượng thể tích tự nhiên của đất xác định bằng máy phóng xạ (Mg/m³)

Dùng kết quả phân tích để hiệu chỉnh đường chuẩn của nhà sản xuất, nếu đường chuẩn này được cài đặt trong hệ thống của máy.

A.1.4 Lập lại việc xây dựng đường chuẩn 3 tháng 1 lần khi việc thí nghiệm được tiến hành liên tục, với một số đường chuẩn cụ thể trong một thời gian dài hơn thời gian trên.

A.2 Lập đường chuẩn để đo khối lượng thể tích ẩm:

A.2.1 Đường chuẩn để đo khối lượng thể tích ẩm của nhà sản xuất. Việc này phải được tiến hành ngay từ đầu theo đúng tiêu chuẩn ASTM D3017. Cứ 24 tháng một lần đường chuẩn của nhà sản xuất phải được cơ quan có trách nhiệm về thiết bị hạt nhân kiểm tra lại.

A.2.2 Lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường để đo khối lượng thể tích ẩm. Việc lập đường chuẩn cho mỗi loại thiết bị theo điều này được tiến hành tùy thuộc vào tính chất của thí nghiệm và được phân loại như sau:

A.2.2.1 Thí nghiệm để so sánh:

Thí nghiệm này không yêu cầu phải lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường nếu kết quả thu được chỉ để so sánh và áp dụng cho một vị trí nhất định. Trong báo cáo chỉ cần nêu rõ thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp thí nghiệm so sánh và không lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường.

A.2.2.2 Thí nghiệm xác định giá trị tuyệt đối:

Tiến hành thí nghiệm ban đầu trước khi dùng máy phóng xạ ở bất kỳ vị trí nào hoặc khi có sự thay đổi đáng kể về loại đất. Để làm việc này, cần chọn một vị trí thích hợp và tiến hành ít nhất 2 thí nghiệm bằng máy phóng xạ theo trình tự nêu ở mục B.2.3, ở các khối lượng thể tích ẩm khác nhau rải ra trong phạm vi sẽ sử dụng. Đối với mỗi lần đo bằng máy phóng xạ, cần xác định lượng nước có trong đơn vị thể tích đất bằng một lần đo khối lượng thể tích tự nhiên tiêu chuẩn và đồng thời xác định độ ẩm theo phương pháp mô tả ở tiêu chuẩn TCVN 4196:1995. Nếu kết quả thí nghiệm độ ẩm và dung trọng sai khác so với số đo bằng máy phóng xạ nhỏ hơn 0.01Mg/m^3 nước, và một số kết quả thí nghiệm có giá trị lớn hơn còn một số nhỏ hơn kết quả của máy phóng xạ, thì sự hiệu chỉnh đường chuẩn của nhà sản xuất là không cần thiết. Khi sự chênh lệch lớn hơn 0.01Mg/m^3 nước thì cần hiệu chỉnh lại đường chuẩn đất như nêu ở mục B.2.3. Cần tiến hành 2 thí nghiệm lập đường chuẩn mẫu đất bằng phương pháp hộp chứa hoặc bằng thí nghiệm tại hiện trường.

Ghi chú: Các thí nghiệm tại chỗ có thể cho kết quả với độ phân tán vốn đã vượt quá 0.01Mg/m^3 nước. Do đó cần thiết phải tiến hành thí nghiệm nhiều lần để có hiệu quả đáng tin cậy. Khi có nghi ngờ nào đó thì toàn bộ công việc lập đường chuẩn phải tiến hành lại theo như mô tả ở mục A.2.3.

A.2.2.3 Thí nghiệm theo yêu cầu cho đất đầm nén:

Khi dùng máy phóng xạ để thí nghiệm đối với đất đầm nén, cần thiết tiến hành lập đường chuẩn ban đầu tại chỗ bằng thí nghiệm một hộp chứa như nêu ở mục A.2.3 dưới đây với đất được chế bị ở giới hạn trên của độ ẩm

yêu cầu và ở khối lượng thể tích tự nhiên tối đa có thể đạt được ứng với độ ẩm đó, với khối lượng đất ướt chênh lệch $\pm 2\%$.

A.2.3 Lập đường chuẩn đất đo khối lượng thể tích ẩm.

Trình tự giống như mô tả ở mục A.1.3, chỉ khác ở chỗ là ít nhất phải làm 3 thí nghiệm lập đường chuẩn trên loại đất được chọn với các khối lượng thể tích ẩm khác nhau, bao trùm khoảng giá trị khối lượng thể tích ẩm sẽ dùng.

A.2.3.1 Lập đường chuẩn bằng phương pháp hộp chứa:

1) Chọn một (hoặc nhiều) hộp chứa thích hợp có thành cứng và đáy không biến dạng khi có đất vào và đầm nén, có kích thước đủ lớn để không phải thay đổi tốc độ đếm nếu nó bị phình ra.

Ghi chú: Các hộp có kích thước đáy khoảng 600 mm dài, 460 mm rộng và sâu 450 mm là thích hợp đối với các loại máy hiện đang được dùng.

2) Cho đất vào hộp như nêu ở bước 2,3 mục A.1.3.1, sao cho đất có khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm đồng nhất.

3) Tiến hành đo bằng máy phóng xạ như mô tả ở bước 4, mục A.1.3.1.

4) Tính khối lượng thể tích tự nhiên của khối đất từ thể tích bên trong của hộp và khối lượng của đất ướt. Sau đó lấy một mẫu đại diện đất ướt trong hộp để xác định độ ẩm theo tiêu chuẩn TCVN 4196:1995.

5) Tính khối lượng thể tích ẩm, tức khối lượng nước có trong một đơn vị thể tích đất.

A.2.3.2 Lập đường chuẩn bằng phương pháp thí nghiệm tại chỗ:

Tiến hành theo trình tự như mô tả ở mục A.1.3.2. Sau khi đo bằng máy phóng xạ thì tính khối lượng thể tích ẩm của đất ở cùng chỗ đó bằng một thí nghiệm khác (phương pháp dao vòng, thay thế cát...) và tính độ ẩm tại chỗ của đất theo tiêu chuẩn TCVN 4196:1995.

A.2.3.3 Rút ra đường chuẩn:

1) Dùng 2 tập giá trị khối lượng thể tích ẩm, tức tốc độ đếm hoặc số đo khối lượng thể tích ẩm xác định theo đường chuẩn máy hiện tại và kết quả thu được từ các phương pháp thí nghiệm khác để có được đường chuẩn yêu cầu.

2) Quan hệ thích hợp nhất đối với khối lượng thể tích ẩm là đường thẳng. Sử dụng kết quả phân tích để điều chỉnh lại đường chuẩn của nhà sản xuất khi nó được cài đặt trong máy.

3) Khi các điểm của đường chuẩn mới nằm đồng nhất về một phía của định chuẩn cũ, thì có thể có nước liên kết hoá học trong đất. Một số loại máy có cả thiết bị cho phép điều chỉnh thường xuyên kết quả để dùng trong những trường hợp như vậy.

A.2.4 Lập lại đường chuẩn đất để đo khối lượng thể tích ẩm cứ 3 tháng 1 lần khi thí nghiệm được tiến hành liên tục với một đường chuẩn cụ thể trong một thời gian dài hơn khoảng thời gian này.

Phụ lục B

(Bắt buộc)

Quy trình hiệu chuẩn và ổn định máy**B.1. Quy trình hiệu chuẩn**

- 1) Bật máy và để một lúc cho máy đạt trạng thái ổn định theo chỉ dẫn của nhà sản xuất. Khoảng thời gian này thường không ít hơn 15 phút. Nếu máy dùng liên tục hoặc thỉnh thoảng có ngắt quãng ngắn trong ngày thì không nên tắt máy.
 - Máy phải được đặt cách các máy khác 7m và cách ít nhất 1,5m với bất kỳ công trình lớn nào có ảnh hưởng tới việc đọc máy.
 - Khi phải dùng máy trong hào hẹp hoặc cách tường nhà hoặc cấu trúc lớn dưới 1,5m thì trước mỗi thí nghiệm phải xét đến ảnh hưởng bức xạ của chúng bằng cách xác định tốc độ đếm tiêu chuẩn trên khối chuẩn đặt trong khoảng 10mm tại mỗi điểm sẽ thí nghiệm. Máy phải được đặt cùng chiều như khi thí nghiệm. Giữ cho máy nằm cách ít nhất 150mm đối với bất kỳ một tia chiếu thẳng đứng nào.
- 2) Đặt máy lên khối chuẩn và kiểm tra để chắc chắn nguồn gamma xác định khối lượng thể tích tự nhiên được đặt đúng vị trí. Đối với mỗi loại thí nghiệm (đo khối lượng thể tích tự nhiên hoặc khối lượng thể tích ẩm) phải lặp lại ít nhất 4 lần tốc độ đếm chuẩn cách nhau 1 phút và tính giá trị trung bình. Hoặc nếu máy có sẵn thì đọc một số đo trong khoảng thời gian 4 phút hoặc lâu hơn cũng được. Số đọc này có thể coi là số chuẩn kiểm tra.
- 3) Ghi chép kết quả từng lần kiểm tra hiệu chuẩn, ghi rõ ngày tháng đo vào sổ để có kết quả lưu liên tục.
- 4) Kiểm tra xem giá trị trung bình số học trong mỗi trường hợp có nằm trong giới hạn quy định bằng công thức sau hay không và lưu giá trị N_s trong sổ theo dõi:

$$N_s \leq N_o \pm 2,0 \sqrt{\frac{N_o}{P_c}} \quad (C1)$$

Trong đó: N_s - giá trị trung bình của tốc độ đếm N_s chuẩn hiện tại

N_o - giá trị trung bình của 4 lần đo trước khi máy được đưa vào dùng.

P_c - giá trị định dạng của máy thu biểu thị số lần đếm của máy thu trước khi hiển thị. Giá trị này do nhà sản xuất cung cấp. Nếu trong máy không có giá trị này thì lấy bằng 1.

- 5) Nếu N_s nằm trong giới hạn cho phép nêu trên thì có thể được dùng để xác định tốc độ đếm trong ngày làm việc đó của máy.

- 6) Nếu N_s nằm ngoài giới hạn cho phép thì phải lặp lại ít nhất 2 lần trình tự để xác định tốc độ đếm tiêu chuẩn bình quân. Nếu cả 3 hoặc 2 trong 3 lần thử mà kết quả nằm ngoài giới hạn cho phép thì dừng máy, chờ đến khi sửa được sai sót của máy mới tiếp tục.
- 7) Nếu việc hiệu chuẩn vào cuối ngày làm việc cho giá trị nằm ngoài giới hạn cho phép thì toàn bộ kết quả thu được trong ngày đó coi như không có giá trị.

B.2 Quy trình ổn định máy

- 1) Làm theo trình tự hiệu chuẩn mô tả ở phụ lục C. Nhưng phải lặp lại một loạt ít nhất 16 số đọc của tốc độ đếm chuẩn, mỗi số đọc trong khoảng 1 phút, với máy đặt trên khối chuẩn dành cho mỗi loại thí nghiệm. Không được dịch chuyển máy trong suốt quá trình này.
- 2) Ghi chép riêng từng số đo cho từng nguồn phóng xạ và ngày đo vào sổ theo dõi.
- 3) Xác định độ lệch chuẩn (SD) và xác định giá trị trung bình cho mỗi loạt số đo lặp lại.
- 4) Kiểm tra từng hệ số ổn định, biểu thị bằng độ lệch chuẩn chia cho căn bậc 2 của giá trị trung bình, xem có nằm trong khoảng giới hạn do nhà sản xuất quy định hay không. Chú ý đến mọi giá trị định dạng của máy đã dùng và ghi lại trong sổ theo dõi máy.

Khi hệ số ổn định nằm ngoài giới hạn cho phép của nhà sản xuất hoặc các kết quả liên tiếp thu được có xu hướng phân tán thì dừng sử dụng máy, chờ đến khi sửa xong những hỏng hóc của máy mới tiếp tục.

Phụ lục C
(Tham khảo)
Kết quả thí nghiệm kiểm tra độ chặt của đất
tại hiện trường bằng phương pháp phóng xạ

Tên công trình:
 Vị trí công trình:
 nghiệm:
 Thiết bị sử dụng:
 Đặc điểm của vật liệu kiểm tra:

Hạng mục:
 Đơn vị yêu cầu thí
 Ngày thí nghiệm:

Mẫu kiểm tra			Kết quả thí nghiệm hiện trường			T.N đầm chặt tiêu chuẩn		Hệ số độ chặt
STT	Vị trí T.N	Độ sâu (m)	Độ ẩm tự nhiên	Khối lượng thể tích ẩm	Khối lượng thể tích khô	Khối lượng thể tích khô lớn nhất	Độ ẩm tối ưu	K
			W (%)	m (Mg/m ³)	ρ_K (Mg/m ³)	ρ_{Kmax} (Mg/m ³)	W _{tư}	

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Người kiểm tra

Người thí nghiệm

Phụ lục D
(Tham khảo)

Một số loại máy đo phóng xạ sử dụng ở Việt nam

Loại máy	TROXLER 3440	MC-3-82 No.113082 Portaprobe	MC-1DR Portaprobe
Hãng sản xuất	TROXLER electronic Laboratories INC. USA (Mỹ)	USA(Mỹ)	USA (Mỹ)
Năm sản xuất	1998	-	
Tính năng	Đo khối lượng thể tích khô độ ẩm %	xác định khối lượng thể tích/độ ẩm trên hiện trường để kiểm tra độ chặt của vật liệu.	xác định khối lượng thể tích/độ ẩm trên hiện trường để kiểm tra độ chặt của vật liệu.
Phạm vi đo	khối lượng thể tích: 1.120 đến 2.73 g/cm ³ . Khối lượng thể tích ẩm: 0-0.64g/cm ³ .	khối lượng thể tích: 1.120 đến 2.73 g/cm ³ . Khối lượng thể tích ẩm: 0-0.64g/cm ³ .	khối lượng thể tích: 1.120 đến 2.73 g/cm ³ . Khối lượng thể tích ẩm: 0-0.64g/cm ³ .
Độ chính xác	- đo bề mặt:±0.0034g/cm ³ . - đo sâu: ±0.008 g/cm ³ . - đo độ ẩm: ±0.005 g/cm ³ .	- đo bề mặt:±0.008 g/cm ³ . - đo sâu: ±0.004 g/cm ³ . - đo độ ẩm: ±0.004 g/cm ³ .	- đo bề mặt:±0.004 g/cm ³ . - đo sâu: ±0.004 g/cm ³ . - đo độ ẩm: ±0.004 g/cm ³ .
Nhiệt độ sử dụng	-10-70°C	0-60°C	0-75°C
Loại nguồn sử dụng	DC: 12-14V AC: 110/220V	8 Pin AA NICADS nối tiếp.	hộp 6 pin kiềm loại 6D
Bộ nhớ	Chứa 450 kết quả thí nghiệm. Có thể nạp các số liệu trên qua máy tính.	Chứa 128 kết quả thí nghiệm. Có thể nạp các số liệu trên qua máy tính.	-
Nguồn tia gamma	10m Ci (370μBq) Xesi-137	10m Ci (370μBq) Xesi-137	10m Ci (370μBq) Xesi-137
Nguồn neutron	50m Ci (1.85x10 ⁻³ μBq) Americium	50m Ci (1.85x10 ⁻³ μBq) Americium	50m Ci (1.85x10 ⁻³ μBq) Americium

	241/Be	241/Be	241/Be
Bao học bảo vệ	-	-	Hai lớp bọc CPN 131
Mức phóng xạ tại tay cầm	<0.1 mrem/hr	<0.5mrem/hr (5 μ Sv/hr)	<0.5mrem/hr (5 μ Sv/hr)
Kích thước máy dài x rộng x cao	376 x 231 x 183	358 x 240 x 579mm	358 x 240 x 579mm
Trọng lượng (kg)	13.1	13.6	13.6
Kích thước hộp máy	745 x 353 x 428mm	660 x 381 x 419	660 x 381 x 419

MỤC LỤC

Lời nói đầu	2
1. Phạm vi áp dụng	3
2. Tiêu chuẩn viện dẫn.....	3
3. Các thuật ngữ.....	3
4. Nguyên lý của phương pháp phóng xạ.....	4
4.1 Đo khối lượng thể tích tự nhiên	4
4.2 Đo khối lượng thể tích ẩm	5
5. Phương pháp xác định.....	5
5.1 Thiết bị thí nghiệm	5
5.2 Quy trình đo	7
5.3. Tính toán, chỉnh lý kết quả đo	8
6. Báo cáo thí nghiệm	9
Phụ lục	10
Phụ lục A (bắt buộc) Phương pháp lập đường chuẩn.....	10
A.1 Đường chuẩn để đo khối lượng thể tích tự nhiên.....	10
A.2 Đường chuẩn để đo khối lượng thể tích ẩm.....	12
Phụ lục B (bắt buộc) Quy trình hiệu chuẩn và ổn định máy.....	14
B.1 quy trình hiệu chuẩn.....	14
B.2 Quy trình ổn định máy.....	15
Phụ lục C (tham khảo) Kết quả thí nghiệm kiểm tra độ chặt của đất tại hiện trường bằng phương pháp phóng xạ	16
Phụ lục D (tham khảo) Một số loại máy đo phóng xạ sử dụng ở Việt nam.....	17
Mục lục	18