

## MỤC LỤC

### Chương 1. Thí nghiệm đất - đá cát

- 1.1. Thí nghiệm đất
- 1.2. Thí nghiệm đá (*các thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của vật liệu đá*)
- 1.3. Thí nghiệm cát (*thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu cát*)
- 1.4. Các phương pháp thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của vật liệu gia cố bằng chất kết dính vô cơ.

### Chương 2. Các phương pháp thí nghiệm nhựa đường

- 2.1. Phương pháp thí nghiệm xác định độ kim lún của nhựa đường
- 2.2. Phương pháp thí nghiệm xác định độ kéo dài của nhựa đường
- 2.3. Phương pháp thí nghiệm xác định nhiệt độ hoá mềm của nhựa đường (*phương pháp vòng và bi*)
- 2.4. Phương pháp thí nghiệm xác định nhiệt độ bắt lửa, nhiệt độ bốc cháy của nhựa đường
- 2.5. Phương pháp thí nghiệm xác định lượng tổn thất sau khi đun nóng nhựa đường
- 2.6. Phương pháp thí nghiệm xác định lượng hoà tan của nhựa đường trong trichloroethylene
- 2.7. Phương pháp thí nghiệm xác định tỷ trọng và khối lượng riêng của nhựa đường
- 2.8. Phương pháp thí nghiệm xác định độ dính bám của nhựa đường với
- 2.9. Phương pháp thí nghiệm xác định hàm lượng Paraphin trong nhựa đường (*theo DIN - 52015*)

### Chương 3. Thí nghiệm bê tông nhựa

- 3.1. Xác định khối lượng thể tích của bê tông nhựa
- 3.2. Xác định khối lượng thể tích và khối lượng riêng của các cốt liệu trong bê tông nhựa
- 3.3. Xác định khối lượng riêng của bê tông nhựa bằng phương pháp tỷ trọng và bằng phương pháp tính toán
- 3.4. Xác định độ rỗng cốt liệu và độ rỗng dư của các hỗn hợp bê tông nhựa ở trạng thái đầm chặt
- 3.5. Xác định độ bão hòa nước của bê tông nhựa
- 3.6. Xác định hệ số trương nở của bê tông nhựa sau khi bão hòa nước
- 3.7. Xác định cường độ chịu nén tới hạn của bê tông nhựa
- 3.8. Xác định hệ số ổn định nước và ổn định nhiệt của bê tông nhựa
- 3.9. Xác định độ bền chịu nước của bê tông nhựa khi bão hòa nước lâu

- 3.10. Xác định độ bền và độ dẻo của bê tông nhựa theo phương pháp Marshall
- 3.11. Xác định hàm lượng nhựa và thành phần hạt trong hỗn hợp bê tông nhựa bằng phương pháp chiết suất và sàng

#### Chương 4: Thí nghiệm hiện trường phục vụ công tác kiểm tra đánh giá chất lượng đường ô tô

- 4.1. Các chỉ tiêu chủ yếu phục vụ cho việc kiểm tra, đánh giá chất lượng đường ô tô sau khi thi công
- 4.2. Đo độ bằng phẳng mặt đường bằng thước 3m
- 4.3. Đo độ bằng phẳng mặt đường theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế IRI (international roughness index)
- 4.4. Thí nghiệm xác định độ nhám của mặt đường đo bằng phương pháp rắc cát
- 4.5. Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi của áo đường mềm bằng cần đo vòng benkelman

#### Chương 5. Xi măng và các phương pháp thí nghiệm kiểm tra chất lượng

- 5.1. Khái niệm chung
- 5.2. Một số tính chất cơ bản của xi măng Portland
- 5.3. Các phương pháp thí nghiệm kiểm tra chất lượng xi măng

#### Chương 6. Hỗn hợp bê tông và bê tông

- 6.1. Khái niệm chung
- 6.2. Các tính chất của hỗn hợp bê tông
- 6.3. Tính chất của bê tông
- 6.4. Yêu cầu nguyên vật liệu dùng cho bê tông
- 6.5. Các phương pháp thí nghiệm kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông và bê tông.
- 6.6. Các phương pháp thí nghiệm xác định tính chất của bê tông

#### Chương 7. Thép - cáp

- 7.1. Khái niệm chung về vật liệu thép
- 7.2. Tính chất cơ lý cơ bản của thép
- 7.3. Thép cốt cho bê tông và thép dùng cho kết cấu xây dựng
- 7.4. Các phương pháp thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của thép
- 7.5. Tính chất cơ lý của cáp (dự ứng lực) và phương pháp thử

#### Phụ lục

## **CHƯƠNG I: THÍ NGHIỆM ĐẤT-ĐÁ CÁT**

### **1.1. THÍ NGHIỆM ĐẤT**

#### **1.1.1. Giới thiệu chung:**

Chất lượng của nền móng công trình giao thông phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng vật liệu sử dụng vào công trình và các phương pháp kiểm tra chất lượng công trình sau khi thi công.

Chất lượng của vật liệu sử dụng vào công trình được đánh giá dựa vào các chỉ tiêu cơ lý của chúng.

Chất lượng sau khi thi công được đánh giá thông qua kết quả các thí nghiệm kiểm tra tại hiện trường hoặc kết hợp giữa hiện trường và trong phòng.

Như vậy, các thí nghiệm, kiểm tra các tính chất cơ lý của vật liệu; các thí nghiệm kiểm tra chất lượng công trình giúp ích cho các vấn đề sau:

- Nâng cao chất lượng và tuổi thọ công trình.
- Đẩy nhanh tiến độ thi công công trình.
- Giảm giá thành công trình.

***Việc thí nghiệm, kiểm tra bao gồm những phần việc sau đây:***

- Kiểm tra nền tự nhiên.
- Kiểm tra chất lượng vật liệu, giúp cho việc tuyển chọn mỏ vật liệu.
- Kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu, cung cấp số liệu cho thiết kế kết cấu.
- Các thí nghiệm kiểm tra chất lượng sau thi công.

***Các thí nghiệm chính, cần thiết phục vụ cho các mục đích trên đây:***

- Phân tích thành phần hạt bằng phương pháp sàng.
- Độ ẩm.
- Chỉ số dẻo (bao gồm giới hạn chảy và giới hạn dẻo)
- Khối lượng thể tích (tự nhiên và khô)
- Khối lượng riêng hạt.
- Góc nội ma sát - lực dính.
- Hệ số nén lún.
- Thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn.
- Thí nghiệm chỉ số CBR.
- Thí nghiệm phễu rót cát.
- Thí nghiệm phao kiểm tra độ chặt.
- Và các chỉ tiêu tính dẫn.

#### **1.1.2. Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của đất**

### **1.1.2.1. Các khái niệm cơ bản về đất.**

#### **1.1.2.1.1 Bản chất của đất**

Đất là hệ phân tán rời, vụn, xốp, lỗ rỗng trong đất chứa đầy khí và nước.

Trong đất thường có 3 pha:

- Pha rắn : là các hạt khoáng chất và hữu cơ.
- Pha rắn đóng vai trò quyết định trong việc chịu lực của đất
- Pha lỏng: trong đất chủ yếu là nước, tồn tại dưới các dạng nước hút ẩm, nước liên kết, nước tự do. Pha lỏng có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng chịu lực của đất làm cho tính chất cơ lý của đất thay đổi
- Pha khí: trong đất là không khí hoặc các hợp chất khí hữu cơ. Nếu thông thương với bên ngoài, khí dễ dàng thoát ra nên pha khí không có ảnh hưởng đến tính chất của đất, nhưng nếu bị giam hãm kín trong đất thì có ảnh hưởng đến tính thấm nước và khả năng chịu lực của đất.

Pha rắn ít thay đổi theo thời gian. Khi nước bay hơi hết chỉ còn lại 2 pha rắn và khí pha khí lúc này chiếm toàn bộ phần rỗng. Khi toàn bộ phần rỗng chứa đầy nước : đất chỉ có 2 pha lỏng và rắn, lúc này gọi là bão hoà hoàn toàn.

#### **1.1.2.1.2. Phân loại đất:**

Đất là một thể phân tán tập hợp các hạt khoáng có kích thước khác nhau, theo kích thước, gọi tên đất như sau:

- Hạt cuội: có kích thước lớn hơn 200mm
- Hạt dăm sạn: có kích thước 40mm - 200mm
- Hạt sỏi: có kích thước 2mm - 40mm.
- Hạt cát: có kích thước 0,05mm - 2,0mm
- Hạt bụi: có kích thước 0.005mm - 0.05mm
- Hạt sét: có kích thước <0.005mm.

Trong thực tế đất có thể bao gồm nhiều loại cỡ hạt khác nhau từ một vài mm đến hàng chục, hàng trăm mm, nhưng cũng có thể chỉ gồm một vài cỡ hạt có kích thước gần nhau.

Việc phân loại đất (cho mục đích xây dựng) được căn cứ chủ yếu vào các yếu tố sau:

- Thành phần hạt.
- Tính dẻo của thành phần hạt mịn.

Phân loại một cách chi tiết có nhiều loại đất khác nhau, nhưng tổng quát có thể chia ra 4 nhóm như sau:

**Bảng 1.1**

<b>Tên đất</b>	<b>Lượng hạt sét (%)</b>	<b>Chỉ số dẻo (%)</b>
Đất sét	$\geq 30$	$\geq 17$

Sét pha	30-10	17-7
Cát pha	$\leq 10$	Không đáng kể
Cát	Không đáng kể	Không xác định được

### 1.1.2.2. Các thí nghiệm

#### Thí nghiệm xác định độ ẩm độ ẩm

\* Định nghĩa : Độ ẩm của đất là hàm lượng nước có chứa trong đất được biểu thị bằng khối lượng nước và khối lượng đất khô và tính bằng phần trăm.

Độ ẩm của đất được xác định theo công thức:

$$W = \frac{P_n}{P_k} \cdot 100(\%)$$

Hoặc : 
$$W = \frac{P_w - P_k}{P_k} \cdot 100(\%)$$

$P_n$  : Khối lượng nước chứa trong đất (g)

$P_k$  : Khối lượng đất khô (g)

$P_w$  : Khối lượng nước và đất (g)

Có nhiều cách khác nhau để xác định độ ẩm, ví dụ như

\* Phương pháp sấy khô bằng tủ sấy điện :

- Phương pháp này thực hiện ở phòng thí nghiệm.
- Nhiệt độ sấy là  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Thời gian sấy:
  - + Đối với đất loại sét : 8 giờ
  - + Đối với đất loại cát pha: 6 giờ
  - + Đối với đất cát : 4 giờ

Khi đất có chứa thạch cao và đất có chứa lượng hữu cơ lớn hơn 5% thì nhiệt độ sấy là  $80^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$  cho tới khi khối lượng không đổi (Thường phải sấy khoảng 24 giờ liên tục).

\* Phương pháp đốt cồn :

Phương pháp đốt cồn là phương pháp dùng cồn để làm bay hơi nước thay cho phương pháp sấy, áp dụng trong điều kiện hiện trường.

Cho mẫu vào khay hoặc đĩa (loại nông lòng). Đổ cồn vào mẫu đất với lượng vừa ướt bề mặt mẫu.

Châm lửa đốt cháy cồn. Trong quá trình đốt cháy cồn có thể dùng que kim loại khoắng qua lại để hơi nước chóng thoát ra (cần cẩn thận để hạt đất không bị bắn ra ngoài). Khi ngọn lửa tắt, đổ thêm cồn và đốt tiếp.

Cứ như vậy cho đến khi khối lượng mẫu không đổi (nước đã bay hơi hết). Thông thường thì đốt từ 3 đến 4 lần - chấp nhận là đất đã khô.

Chú ý ngọn lửa cồn có màu xanh nên khó nhìn rõ. Phải cẩn thận tránh hỏa hoạn và tai nạn.

*\* Các phương pháp khác :*

Hai phương pháp nêu trên là 2 phương pháp thường dùng, ngoài ra còn nhiều phương pháp khác, ví dụ:

Phương pháp bình lắc- phương pháp dùng đất đèn trong bình lắc để xác định độ ẩm. Phương pháp này có hướng dẫn cụ thể trong bộ dụng cụ

Phương pháp làm khô đất bằng cách rang trên bếp dầu, bếp ga... Tại hiện trường, khi khó khăn có thể dùng phương pháp này, về mặt nguyên tắc như phương pháp đốt còn đã nêu.

### **1.1.2.3. Giới hạn dẻo và giới hạn chảy**

*\* Khái niệm và định nghĩa :*

Đối với loại đất sét (đất có tính dính) khi độ ẩm của đất thay đổi thì trạng thái của đất sẽ thay đổi. Chẳng hạn khi độ ẩm tăng dần thì trạng thái của đất sẽ chuyển dần từ trạng thái cứng sang dẻo rồi chảy.

Khi đất chuyển từ trạng thái cứng sang trạng thái dẻo thì giá trị độ ẩm lúc đó gọi là độ ẩm giới hạn dẻo ( $W_d$ ). (thường gọi tắt là giới hạn dẻo).

Khi đất chuyển từ trạng thái dẻo sang trạng thái chảy thì giá trị độ ẩm lúc đó gọi là độ ẩm giới hạn chảy ( $W_{ch}$ ) (thường gọi tắt là giới hạn chảy).

### **HÌNH**

Qui ước rằng:

#### **a- Giới hạn chảy:**

\* Theo TCVN - Giới hạn chảy ( $W_{ch}$ ) là độ ẩm ứng với điều kiện một quả dọi hình nón tiêu chuẩn sau 10 giây có thể xuyên sâu được 10mm do trọng lượng bản thân (Phương pháp Vaxiliep).

\* Theo AASHTO - Giới hạn chảy (LL) độ ẩm ứng với điều kiện 2 mảnh đất ở trong bát đất dính vào nhau 1 khoảng dài 1.0 - 1.2cm sau 25 nhát đập là độ ẩm giới hạn chảy (phương pháp Cazagrande).

#### **b- Giới hạn dẻo:**

\* Theo cả 2 hệ qui trình TCVN; AASHTO: Giới hạn dẻo là độ ẩm của đất khi lăn được thành que có đường kính 3mm thì que đất bắt đầu rạn nứt hoặc tự đứt thành những đoạn ngắn có chiều dài khoảng từ 3 đến 10mm (có lẽ vì thế nên ở nước ta còn gọi là giới hạn lăn).

Giới hạn dẻo và giới hạn chảy là chỉ tiêu dùng làm căn cứ để phân loại đất và đánh giá trạng thái của đất.

Có thể tóm tắt cách xác định như sau:

Đất dùng để thí nghiệm giới hạn chảy và giới hạn dẻo chỉ dùng loại lọt qua sàng 0,5 (0,425)mm.

**Đất hong khô gió** (không được sấy); làm tơi vụn bằng chày cao su (không nghiền vỡ các hạt) cho qua sàng 1 mm. Loại bỏ phần trên sàng.

Lấy một lượng đất lọt qua sàng vừa đủ làm thí nghiệm (khoảng gần đầy bát con ăn cơm) cho vào bát. Nhào trộn với nước cát thật đều bằng dao thép lưỡi mỏng, đàn hồi tốt - 1 phần nhỏ trộn đến dẻo - dành làm giới hạn lặn; phần còn lại thêm nước trộn đến gần chảy - dành làm giới hạn chảy. Dem ủ mẫu trong một ngày đêm.

Phương pháp dùng dụng cụ Vaxiliev hoặc Casagrande xác định giới hạn chảy, dùng tấm kính mờ lặn que đất xác định giới hạn dẻo.

**c. Chỉ số dẻo và độ sệt của đất.**

Chỉ số dẻo và độ sệt của đất không phải là chỉ tiêu thí nghiệm mà là chỉ tiêu tính toán.

Chỉ số dẻo là chỉ tiêu đánh giá tính dẻo của đất dính (đất loại sét). Chỉ số dẻo được biểu thị bằng hiệu số độ ẩm giới hạn chảy và độ ẩm giới hạn dẻo.

$$I_p = W_{ch} - W_d \text{ hoặc } IP = LL - PL$$

**HÌNH**

Chỉ số dẻo là chỉ tiêu dùng để phân loại đất. Độ sệt (B) là chỉ tiêu đánh giá trạng thái của đất dính. Nó được xác định trên cơ sở giá trị độ ẩm và các giới hạn chảy - dẻo của đất (các giới hạn Atterberg).

Độ sệt B tính theo công thức sau:

$$B = \frac{W - W_d}{I_d} \text{ hoặc } B = \frac{W - PL}{PI}$$

B : Là độ sệt (chỉ số sệt).

Kí hiệu theo TCVN :

W: Độ ẩm tự nhiên của đất (%).

$W_d$  : Độ ẩm giới hạn dẻo (%).

$I_d$  : Chỉ số dẻo (%).

Theo qui trình AASHTO :

W : Độ ẩm tự nhiên của đất (%).

PL : Độ ẩm giới hạn dẻo (%).

PI : Chỉ số dẻo (%).

**1.1.3. Khối lượng thể tích**

**Định nghĩa :**

Khối lượng thể tích (còn gọi là Dung trọng) là khối lượng của một đơn vị thể tích được xác định theo công thức sau:

$$\gamma = \frac{P}{V}$$

$\gamma$  : Khối lượng thể tích (tính bằng g/cm<sup>3</sup>, kg/dm<sup>3</sup>, T/m<sup>3</sup>)

P : Khối lượng của mẫu (g, Kg, T)

V : Thể tích mẫu (cm<sup>3</sup>, dm<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>)

Khi ở trạng thái tự nhiên, đất thường ẩm - P xác định được là P<sub>w</sub> (ẩm), vì vậy khi đó khối lượng thể tích là khối lượng thể tích ẩm - kí hiệu là  $\gamma_w$ .

$$\gamma = \frac{P}{V} \text{ g/cm}^3$$

Khi đất khô - P xác định được là  $P_k$  (P khô) vì vậy khi đó khối lượng thể tích là khối lượng thể tích khô-kí hiệu là  $\gamma_k$  - thường xác định bằng cách tính toán, theo quan hệ với khối lượng thể tích ẩm như sau:

$$\gamma_k = \frac{\gamma_w}{(1 + 0.01W)} \text{ g/cm}^3$$

$\gamma_k$  : Khối lượng thể tích khô

$\gamma_w$  : Khối lượng thể tích ẩm (tự nhiên)

w : ĐỘ ẩm (tính đổi ra thập phân)

Có nhiều cách để xác định khối lượng thể tích như sau:

*a. Phương pháp dao vòng :*

Theo phương pháp này dùng dao vòng bằng thép có kích thước hình học xác định trước đóng mẫu vào dao vòng - Thể tích bên trong của dao chính là thể tích của mẫu - V.

\* Mẫu đóng dao vòng được gạt bằng hai đầu ngang với thành dao vòng.

\* Cân mẫu đất để xác định khối lượng -  $P_{dw}$ .

Khối lượng thể tích ướt của mẫu được tính theo công thức:

$$\gamma_w = \frac{P}{V} \text{ g/cm}^3$$

*Trong đó:*

$P_w$  : Khối lượng đất ướt (g)

V : Thể tích của dao vòng ( $\text{cm}^3$ )

Trường hợp muốn xác định khối lượng thể tích khô thì phải xác định độ ẩm của nó và tính theo công thức sau:

$$\gamma_k = \frac{\gamma_w}{1 + w} \text{ g/cm}^3$$

*b. Phương pháp dùng phao thử độ chặt (Phao ka-va-li-ep)*

Phao thử độ chặt là dụng cụ chuyên dùng để xác định khối lượng thể tích ướt và khối lượng thể tích khô.

Phao thử độ chặt có một số đặc điểm cần chú ý sau:

- Thể tích của dao vòng lấy mẫu  $200\text{cm}^3$ .
- Khối lượng cân trong nước của bình đeo dụng mẫu 117g.
- Khi lắp bình đeo, dao vòng vào vòi phao nổi thì phao cân bằng ở vạch 1.2 của thang  $\gamma_w$ .

\* Cách xác định khối lượng thể tích bằng phao thực hiện như sau.

Lấy mẫu vào dao vòng, gạt phẳng hai đầu ngang với thành dao vòng.

*Bước 1* : xác định khối lượng thể tích ướt  $\gamma_w$ :

- Tháo mẫu, bóp vụn toi, cho vào trong phao nổi. Thả phao nổi trong nước. Chờ ổn định. Đọc chỉ số khối lượng thể tích ướt trên thang  $\gamma_w$ .



**Bước 2 :** Xác định khối lượng thể tích khô  $\gamma_k$

- Đổ mẫu đất từ phao nổi vào bình đo. Đổ nước để làm tan rã các hạt đất.
- Lắp phao nổi với bình đo đựng đất.
- Thả phao vào trong nước. Tùy theo loại đất mà đọc trị số khối lượng thể tích khô ở một trong 3 thang còn lại.

Nếu là cát thì đọc thang có trị số  $\gamma = 2,60 \text{ g/cm}^3$

Nếu là đất pha cát thì đọc thang có trị số  $\gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$

Nếu là đất loại sét thì đọc thang  $\gamma = 2,70 \text{ g/cm}^3$

**c. Phương pháp dùng phễu rót cát**

Phương pháp này có thể dùng để xác định khối lượng thể tích cho các loại đất, thường hay dùng cho đất cấp phối, đá dăm, cát lẫn sỏi sạn... Phương pháp này dựa vào đặc điểm của cát đều hạt, nó không thay đổi thể tích (hoặc khối lượng thể tích không đổi) khi chuyển từ bình đựng này sang bình đựng khác.

Cát đem dùng là loại đều hạt lọt qua sàng 1mm và nằm trên sàng 0,5mm, được sấy khô - Gọi là *Cát chuẩn*.

Cách xác định gồm tóm tắt các bước sau:

*Hình 1.3. Bộ thí nghiệm phễu rót cát. a- Chuẩn bị*

*Xác định Khối lượng thể tích cát chuẩn* (Dùng trọng cát chuẩn)

Dùng bình thể tích có vạch chuẩn, đổ cát chuẩn đến vạch đã định- đó là thể tích cát chuẩn ( $V_{cc}$ ). Cân lượng cát trong bình ( $P_{cc}$ ) xác định khối lượng thể tích cát chuẩn theo công thức:

$$\gamma_{cc} = \frac{P_{cc}}{V_{cc}} \text{ g/cm}^3$$

**Xác định thể tích phễu :**

Thể tích phễu là thể tích bao gồm phễu và (ra cỡ, xác định như sau:

**a- Xác định bằng cách:**

Trải giấy hoặc tấm lót lên mặt bàn phẳng, đặt đĩa cỡ lên đó.

Đổ cát chuẩn đầy bình tổng, sau đó úp phễu lên đĩa cỡ.

Mở van cho cát chảy từ bình tổng sang phễu và (ra cỡ, khi đầy, cát sẽ ngừng chảy.

Khoá van lại đem cân phần cát còn lại trong bình tổng-  $P_{ct}$

Cân phần cát đã chảy sang phễu và đĩa cỡ -  $P_c$  Phễu.

Khi đó có thể xác định thể tích phễu bằng 1 trong 2 cách:

- Đong phần cát trong phễu và đĩa cỡ bằng bình đong có khắc vạch.
- Tính theo công thức:

$$V_{ph} = \frac{P_{ph}}{\gamma_{cc}} \text{ cm}^3$$

Trong đó:  $V_{ph}$  - Thể tích phễu (gồm cả đĩa cỡ) ( $cm^3$ )  
 $P_{ph}$  : Khối lượng cát trong phễu và đĩa cỡ (g)  
 $\gamma_{cc}$  - Khối lượng thể tích cát chuẩn ( $g/cm^3$ )

*b- Thí nghiệm:*

Tạo phẳng tại vị trí thí nghiệm, đặt đĩa cỡ, đóng ghim cho chắc, đào hố có đường kính đúng đường kính trắng của đĩa cỡ (chính là bằng đường kính miệng phễu).

- Chiều sâu hố đào khoảng 2/3 bề dày lớp vật liệu thí nghiệm.
- Lấy toàn bộ mẫu đất từ hố đem cân để xác định khối lượng -  $P_w$
- Đổ cát vào phễu: Cân xác định khối lượng toàn bộ:  $P_{tổng}$
- Đặt phễu lên vừa khít đĩa cỡ. Mở van cho cát chảy vào trong hố. Khi cát ngừng chảy, khoá lại đem cân khối lượng cát còn lại -  $P_{còn}$  :

Tính thể tích của hố  $V_h$  theo công thức

$$V_h = \frac{P_T - P_c}{\gamma_{cc}} \cdot V_{ph}$$

Trong đó:  $V_h$ : Thể tích hố đào  
 $V_{ph}$ : Thể tích phễu  
 $P_T$ : Tổng lượng cát ban đầu  
 $P_c$  : Khối lượng cát còn lại sau khi rót theo công thức vào hố+phễu

Và khối lượng thể tích  $\gamma_w$  tính theo công thức

$$\gamma_w = P_w / V_h$$

$\gamma_{cc}$ : Khối lượng thể tích cát chuẩn  
 $P_w$ : Khối lượng đất trong hố đào  
 $\gamma_w$ : Khối lượng thể tích ẩm.

Muốn xác định khối lượng thể tích khô, phải xác định độ ẩm, rồi tính theo công thức đã nêu ở phần trên.

*Ví dụ :* Theo số liệu thí nghiệm tại hiện trường

Đất đào từ hố cân được  $P_w$ : 2415g

Cát đổ vào bình cân được là ( $P_T$ ): 6892g

Sau khi thí nghiệm cân được là ( $P_c$ ): 3612g

Độ ẩm xác định tại hiện trường là ( $W$ ): 12%

Biết - Thể tích phễu là: 998  $cm^3$

- Khối lượng thể tích cát chuẩn là: 1.42  $g/cm^3$

Xác định khối lượng thể tích khô  $\gamma_k$  theo công thức trên như sau:

$$* \text{ Tính thể tích hố đào } V_h = \frac{P_{tổng} - P_{con}}{\gamma_{cc}} - V_{ph} = \frac{6892 - 3612}{1.42} - 998 = 1311.9 cm^3$$

Tính khối lượng thể tích  $\gamma_w$  tính theo công thức

$$\gamma_w = P_w / V_h = 2415 / 1311.85 = 1.84 \text{ g/cm}^3$$

Và khối lượng thể tích  $\gamma_k$  tính theo công thức

$$\gamma_k = \gamma_w / (1 + w) = 1.84 / (1 + 0.12) = 1.64 \text{ g/cm}^3$$

*d) Phương pháp dụng cụ màng mỏng :*

Dụng cụ màng mỏng được sử dụng để xác định thể tích của hố đào.

Về mặt nguyên tắc giống phương pháp rót cát. Tức là xác định thể tích của hố đào bằng cách xác định thể tích nước lấp đầy hố (trong màng cao su mỏng).

Đây là một dụng cụ chuyên dùng gồm một bình có khắc vạch và xác định sẵn thể tích, màng mỏng bằng cao su có tính đàn hồi cao, bền, lắp vào bình.

Để xác định thể tích hố phải thực hiện theo các bước sau:

- Đặt dụng cụ lên vị trí cần xác định khối lượng thể tích. Cho nước vào bình đã lắp sẵn bao mỏng.
- Bóp quả bóng cao su để tạo một áp lực nhỏ để cho màng mỏng áp chặt vào bề mặt. Đọc trên bình vị trí của ngăn nước V<sub>1</sub>.
- Nhấc phần trên của bình ra. Đào một hố trong phạm vi của dụng cụ. Lấy toàn đất đã đào đem cân xác định khối lượng P<sub>w</sub>. Đặt bình trở lại vị trí cũ. Tạo áp lực để làm căng màng mỏng áp sát thành hố. Đọc trị số ngăn nước ở thành bình V<sub>2</sub> khối lượng thể tích của hố đào tính theo công thức.

$$V_h = V_1 - V_2$$

Khi đó khối lượng thể tích tại vị trí kiểm tra được tính theo công thức :

$$\gamma_w = \frac{P_w}{V_1 - V_2} \text{ g / cm}^3$$

*Trong đó:*

$\gamma_w$  : Khối lượng thể tích ướt.

P<sub>w</sub> : Khối lượng đất ẩm.

V<sub>1</sub> : Thể tích ban đầu của nước trong bình.

V<sub>2</sub> : Thể tích sau cùng của nước trong bình.

#### **1.1.4. Khối lượng riêng :**

##### **1.1.4.1. Định nghĩa.**

Khối lượng riêng là khối lượng của 1 đơn vị thể tích phần đặc (không bao gồm phần rỗng giữa các hạt).

Khối lượng riêng là chỉ tiêu được sử dụng để tính toán một số đặc trưng vật lý khác: tính hệ số rỗng, tính hệ số bão hoà, phân tích thành phần hạt.

Khối lượng riêng được xác định theo công thức tổng quát sau:

$$\gamma_r = \frac{P_{dk}}{V_{dk}} \text{ (g / cm}^3\text{)}$$

*Trong đó :*

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng (g/cm<sup>3</sup>).

$P_{dk}$ : Khối lượng đất khô (g)

$V_{dk}$ : Thể tích các hạt cát đất ( $cm^3$ )

#### **1.1.4.2. Tóm tắt cách làm như sau:**

- Mẫu đem sấy khô, nghiền nhỏ mẫu đất cho lọt hết qua sàng 1mm.
- Cân lấy một lượng khoảng 10g -  $P_{dk}$
- Đổ đất vào bình định chuyên dùng, thêm nước cất tới quá nửa bình.
- Đun sôi khoảng 60 phút để làm rời các hạt.
- Sau đó đổ đầy nước cất (hoặc đổ đầy nước tới vạch định mức).
- Để nguội, Cân xác định khối lượng (gồm khối lượng bình, nước và đất-  $P_2$ . Đồng thời xác định nhiệt độ của nước trong bình.
- Cân khối lượng bình đó đựng đầy nước cất ở cùng nhiệt độ (hoặc đổ đầy tới vạch định mức) –  $P_1$

Khối lượng riêng của đất tính theo công thức sau:

$$\gamma_r = \frac{P_{dk}}{(P_1 + P_{dk}) - P_2} \gamma_n \quad (g/cm^3)$$

Trong đó :

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng của mẫu TN ( $g/cm^3$ )

$P_{dk}$ : Khối lượng đất khô (g).

$P_1$  : Khối lượng bình + nước cất (g).

$P_2$  : Khối lượng bình + đất + nước cất (g).

$\gamma_n$  : Khối lượng riêng của nước ở nhiệt độ thí nghiệm.

#### **1.1.5. Độ rỗng và hệ số rỗng**

Độ rỗng và hệ số rỗng không phải là chỉ tiêu thí nghiệm mà là chỉ tiêu tính toán từ kết quả khối lượng thể tích và khối lượng riêng.

Độ rỗng của đất là phần thể tích rỗng có trong một đơn vị thể tích được biểu thị bằng tỷ số giữa thể tích phần rỗng và thể tích toàn bộ và được xác định theo công thức sau:

$$n = \frac{V_r}{V} = 1 - \frac{\gamma_k}{\gamma_r} \cdot 100\%$$

$n$  : Độ rỗng của đất (%)

$V_r$  : Thể tích phần rỗng.

$V$  : Thể tích toàn bộ mẫu.

$\gamma_k$  : Khối lượng thể tích khô ( $g/cm^3$ )

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng ( $g/cm^3$ ).

Hệ số rỗng là phần thể tích rỗng so với phần thể tích đặc, biểu thị bằng tỷ số thể tích phần rỗng và thể tích phần đặc và được tính theo công thức:

$$e = \frac{V_r}{V_d} = \frac{\gamma_r}{\gamma_k} - 1$$

*Trong đó :*

$e$  : Hệ số rỗng

$V_r$  : Thể tích phần rỗng.

$V_d$  : Thể tích phần đặc.

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng ( $\text{g/cm}^3$ ).

$\gamma_k$  : Khối lượng thể tích khô ( $\text{g/cm}^3$ ).

Chỉ tiêu hệ số rỗng được sử dụng để đánh giá mức độ chặt chẽ của đất và để tính lún, tính mô đun biến dạng theo thí nghiệm nén lún không nở hông.

#### **1.1.6. Độ bão hoà.**

Chỉ tiêu độ bão hoà hay hệ số no nước được sử dụng để nói lên mức độ ẩm ướt hay nói đúng hơn mức độ nước chứa trong lỗ rỗng nhiều hay ít. Đây là chỉ tiêu tính toán từ các chỉ tiêu vật lý khác của đất.

Độ bão hoà được biểu thị bằng tỷ số giữa độ ẩm tự nhiên và độ ẩm toàn phần của đất. Độ ẩm toàn phần là độ ẩm ứng với các điều kiện toàn bộ các lỗ rỗng trong đất đều chứa đầy nước.

$$G = \frac{W}{W_{TP}} = \frac{\gamma_r \cdot W_{yk}}{\gamma_n (\gamma_r - \gamma_k)} \cdot 100\%$$

Công thức thường dùng như sau:

$$G = \frac{W \cdot \gamma_r}{e} \times 100\%$$

*Trong đó:*

$G$  : Độ bão hoà. Tính theo số thập phân hoặc phần trăm.

$W$  : Độ ẩm tự nhiên (%).

$W_{tp}$  : Độ ẩm toàn phần (%).

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng của đất ( $\text{g/cm}^3$ ).

$\gamma_n$  : Khối lượng thể tích ( $\text{g/cm}^3$ ).

$e$  : Hệ số rỗng tự nhiên của đất

#### **1.1.7. Thành phần hạt của đất**

***Khái niệm chung :***

Đất đá cát bao gồm các nhóm hạt vật liệu khác nhau về kích cỡ- mỗi nhóm đó có thuộc tính cơ- lý khác nhau, ảnh hưởng đến chất lượng công trình - Kích cỡ các hạt và hàm lượng của chúng trong mẫu gọi là Thành phần hạt -Thành phần hạt vì vậy được chọn là 1 trong 2 yếu tố (cùng với chỉ số dẻo) để quyết định gọi tên của vật liệu.

Phân tích thành phần hạt là phân chia thành các nhóm hạt và xác định khối lượng của từng nhóm hạt đó, xác định hàm lượng của mỗi nhóm tham gia trong mẫu.

Có nhiều phương pháp để phân tích thành phần hạt.

*a. Phương pháp sàng :* Áp dụng cho các hạt có kích cỡ lớn hơn 0,1mm. Nội dung của phương pháp này như sau:

- \* Lấy mẫu đại diện, sấy khô.
- \* Cân xác định khối lượng tổng-  $P_t$ .
- \* Dùng cối sứ, chày đầu bọc cao su làm tơi vụn các hạt đất (nhưng không được làm vỡ các hạt).
- \* Sàng qua các cỡ sàng theo thứ tự từ lớn tới nhỏ. Xác định khối lượng các hạt nằm lại trên từng cỡ sàng, tính ra phần trăm của các nhóm hạt. Từ đó tính được phần trăm tích lũy trên các sàng và phần trăm lọt qua sàng.

Cần chú ý: Dùng mắt sàng nào là phụ thuộc vào mục đích và yêu cầu của việc phân loại. Khối lượng mẫu thí nghiệm phụ thuộc vào kích cỡ hạt. Hạt càng lớn, hàm lượng càng nhiều thì khối lượng càng lớn.

*b. Phương pháp chìm lắng trong nước:* Áp dụng cho cỡ hạt có kích thước nhỏ hơn 0,1mm.

Phương pháp này dựa trên nguyên lý sau:

Mẫu đất khi bỏ vào trong nước sẽ phân tán ra tạo thành một dạng huyền phù.

Do trọng lượng bản thân, các hạt đất sẽ chìm lắng xuống. Hạt to chìm lắng trước, hạt nhỏ chưa lắng sau. Tốc độ chìm lắng của các hạt đất được tính theo công thức Stock

$$V = \frac{\Delta - \Delta_n}{1800\eta} \cdot g \cdot D^2$$

*Trong đó:*

$V$  : Tốc độ chìm lắng (cm/g.y)

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng của đất (g/cm<sup>3</sup>).

$\gamma_n$  : Khối lượng riêng của nước (g/cm<sup>3</sup>).

$g$  : Gia tốc rơi tự do (cm/gy<sup>2</sup>).

$\eta$  : Độ nhớt của dung dịch huyền phù phụ thuộc vào nhiệt độ.

$D$  : Đường kính tương đương của hạt đất (mm).

Theo phương pháp này có thể dùng tỷ trọng kế hoặc ống hút pipet để xác định thành phần hạt.

+ Nội dung chủ yếu của phương pháp tỷ trọng kế.

Lấy một mẫu đất có khối lượng xác định. Cho vào nước cất làm phân tán các hạt.

Dùng tỷ trọng kế xác định tỷ trọng của huyền phù ở các thời điểm khác nhau. Từ đó xác định được cự ly chìm lắng. Cùng với việc xác định trị số khối lượng riêng của đất khối lượng riêng của nước, nhiệt độ của dung dịch sẽ xác định được đường kính hạt và phần trăm cỡ hạt đó.

$$D = \sqrt{\frac{1800\eta \cdot S}{(\gamma_r - \gamma_n) \cdot g \cdot t}}$$

$$x = \frac{\gamma_r (\gamma_n - 1)}{\gamma_r (\gamma_r - 1)} \cdot \frac{C}{b} \cdot R$$

*Trong các công thức trên:*

D: Đường kính hạt đất (mm).

$\eta$  : Độ nhớt của dung dịch.

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng của đất (g/cm<sup>3</sup>).

$\gamma_n$  : Khối lượng riêng của nước (g/cm<sup>3</sup>).

g : Gia tốc rơi tự do (cm/gy<sup>2</sup>).

b : Khối lượng mẫu đất đem phân tích bằng tỷ trọng kế.

C : Phần trăm hàm lượng lọt qua sàng 0.25mm của mẫu đem phân tích bằng tỷ trọng kế.

R : Tỷ trọng của dung dịch (số đọc ở tỷ trọng kế) đã được hiệu chỉnh.

S : Cự ly chìm lắng.

t : Thời gian chìm lắng.

Để đơn giản việc tính toán và nhanh chóng có được kết quả trong các tài liệu hướng dẫn người ta lập thành đồ giải hoặc các bảng số để tra nhanh chóng giá trị D và x.

Từ kết quả thí nghiệm đem biểu thị thành phần các cỡ hạt trên tọa độ của lôgarit (với trục hoành là Lôgarit đường kính các hạt) sẽ có được biểu đồ thành phần hạt.

Từ thành phần hạt, giới hạn chảy, chỉ số dẻo mà đặt tên gọi. Theo quy định của các bảng tiêu chuẩn phân loại.

### ***Cách thực hiện:***

#### ***a. Phương pháp sàng:***

Hong khô gió mẫu đất. Dùng chày cao su và cối sứ làm tơi vụn các hạt đất. Sấy khô mẫu đất đến khối lượng không đổi. Bằng phương pháp chia tư lấy mẫu đại diện để thí nghiệm. Khối lượng mẫu tùy thuộc vào kích cỡ và hàm lượng các hạt như sau:

Đất không có cỡ hạt lớn hơn 2mm: 100g.

Đất có chứa cỡ hạt trên 2mm hàm lượng dưới 10%: 500g.

Đất có chứa cỡ hạt trên 2mm hàm lượng từ 10-30%: 100g.

Đất có chứa cỡ hạt trên 2mm hàm lượng nhiều hơn 30%: 2000g.

Trường hợp là mẫu cấp phối, nhiều sỏi sạn khối lượng mẫu là 500g.

- Cho đất vào bộ sàng tiêu chuẩn, đã lắp sẵn theo thứ tự sàng mắt to ở trên sàng mắt nhỏ ở dưới. (Nếu khối lượng lớn có thể chia thành nhiều mẻ). Dùng máy để lắc (hoặc nếu sàng bằng tay thì sàng từng chiếc một). Những hạt còn lại trên các sàng được lấy ra cho vào cốc sứ dùng chày cao su để nghiền, sau đó cho vào chính sàng đó để sàng tiếp cho đến khi không còn hạt lọt sàng nữa thì thôi.

Với các hạt sỏi lớn có thể dùng chổi lông để quét các hạt mịn dính trên đó.

Cân xác định khối lượng còn lại trên từng sàng. Cộng tất cả các khối lượng trên các sàng và phần lọt sàng. Nếu chênh lệch khối lượng so với ban đầu không quá 1% thì điều chỉnh lại khối lượng cho đúng. Nếu chênh lệch trên 1% thì phải làm lại thí nghiệm.

*Ghi chú:* Cũng có thể dùng nước để sàng. Trong trường hợp này cần chú ý không để các hạt đất trôi ra ngoài. Và phần hạt lọt qua sàng cuối cùng được xác định bằng hiệu số khối lượng ban đầu và tổng khối lượng còn lại trên các sàng sau khi đã sấy khô.

*b. Phương pháp dùng tỷ trọng kế.* Phương pháp này chỉ áp dụng cho cỡ hạt từ 0,1 đến 0,002mm.

- hong khô đất : Dùng chày cao su nghiền tơi vụn mẫu đất trong cối sứ. Cho qua sàng 0,5mm. Phần trên sàng 0,5mm đem phân tích bằng phương pháp sàng.

- Phần lọt sàng 0,5mm được sấy khô.

Cân một khối lượng đất để làm thí nghiệm tỷ trọng kế chính xác tới 0,01g, đất sét lấy 20g, á sét lấy 30g, á cát lấy 40g.

- Kiểm tra xem mẫu đất có chứa muối hoà tan hay không. Nếu có chứa muối hoà tan thì phải rửa sạch các muối hoà tan (xem mục xác định tổng hàm lượng muối).

- Mẫu đất sau khi đã rửa sạch muối. Cho vào bình tam giác đổ nước cất vào để ngâm trong 1 ngày đêm. Cho vào đó 1cm<sup>3</sup> dung dịch amôniac nồng độ 25%. Đun sôi trong 1 giờ. Để nguội.

Lọc huyền phù qua sàng 0,25 và 0,1mm. Lượng hạt còn lại trên sàng 0,25 và 0,1mm đem sấy khô và xác định khối lượng.

- Phần huyền phù lọt sàng 0,1mm cho vào ống đong 1000mm. Cho thêm nước cất để cho đủ 1000cm<sup>3</sup>.

- Nhắc que khuấy ra để yên. Thả tỷ trọng kế vào ống đong đựng huyền phù ở các thời điểm 30 giây, 1 phút, 2 phút, 5; 15; 30; 60; 120 phút (Đọc trị số tỷ trọng của huyền phù ở các thời điểm trên, sau mỗi lần đọc tỷ trọng kế xong lại lấy tỷ trọng kế ra).

*c. Tính toán.*

+ Khi phân tích bằng sàng.

- Tính hàm lượng còn sót lại trên từng sàng (hàm lượng các nhóm hạt).



$$X_i = \frac{P_i}{P} \cdot 100\%$$

$P_i$  : Khối lượng còn lại riêng biệt trên từng sàng (g).

$P$  : Khối lượng toàn bộ (g).

- Tính hàm lượng tích lũy trên các sàng.

$$A_i = \sum X_i$$

$X_i$  : Là tổng hàm lượng các hạt trên các sàng từ sàng lớn nhất đến sàng thứ

i.

Tính hàm lượng lọt qua các sàng

$$B_i = 100 - A_i$$

+ Khi phân tích bằng tỷ trọng kế:

- Tính hàm lượng các cỡ hạt trên sàng 0,5 (nếu có).
- Tính hàm lượng các cỡ hạt trên sàng 0,25 và 0,1mm của mẫu thí nghiệm tỷ trọng kế.
- Dùng biểu đồ Casagrande xác định đường kính và hàm lượng các cỡ hạt.
- Tính phần trăm các cỡ hạt có.xét đến cỡ hạt cho toàn bộ có xét đến cỡ hạt lớn hơn 0,5mm (nếu có).

Vẽ biểu đồ.

- Dùng biểu đồ nửa logarit biểu thị thành phần hạt của mẫu thí nghiệm.

#### **1.1.8.1. Thí nghiệm đầm nén đất, tìm khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất của mẫu.**

##### **1.1.8.1. Khái niệm và định nghĩa**

Một loại đất, khi đầm nén với cùng một năng lượng giống nhau, nhưng độ ẩm khác nhau độ chặt đạt được sẽ khác nhau - tức là Khối lượng thể tích đạt được sau khi đầm nén khác nhau.

Nếu biểu thị mối quan hệ giữa khối lượng thể tích khô của đất đầm nén với độ ẩm của nó lúc đầm nén thì sẽ có được một đường cong dạng parabol ngược. Toạ độ của đỉnh đường cong là giá trị Khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất. Do vậy, có thể định nghĩa gần đúng như sau:

**Độ ẩm tốt nhất ( $W_o$ )** là độ ẩm mà khi đầm nén ở độ ẩm đó thì độ chặt (khối lượng thể tích) đạt được sẽ cao nhất.

**Khối lượng thể tích khô lớn nhất ( $\gamma_k$ )** là khối lượng thể tích khô đạt được khi đầm nén đất ở độ ẩm tốt nhất trong dụng cụ đầm nén tiêu chuẩn.

Cần lưu ý rằng khái niệm “tốt nhất” và “lớn nhất” không phải là tuyệt đối. Vì nếu thay đổi công đầm nén tính cho một đơn vị thể tích (bằng cách thay đổi số lần đầm, chiều cao tằm rơi, khối lượng quả nặng, kích thước cối đầm nén...) thì khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất sẽ thay đổi. Nhìn chung, khi tăng công đầm nén khối lượng thể tích khô lớn nhất sẽ tăng lên và độ ẩm tốt nhất

sẽ giảm xuống. Trong thực tế, Khối lượng thể tích khô lớn nhất được dùng làm căn cứ để xác định độ chặt sau khi thi công; Độ ẩm tốt nhất được dùng làm căn cứ không chế độ ẩm trong quá trình đầm nén đất.

Thí nghiệm này còn gọi là thí nghiệm xác định quan hệ giữa khối lượng thể tích khô và độ ẩm hoặc gọi là **Thí nghiệm Đầm chặt tiêu chuẩn**.

Cùng một loại đất nhưng độ ẩm khác nhau được đầm nén với cùng một năng lượng giống nhau, độ chặt đạt được sẽ khác nhau (khối lượng thể tích đạt được sau khi đầm nén khác nhau). Và như vậy, đất chỉ đạt được độ chặt lớn nhất khi ở độ ẩm được xác định là tốt nhất.

Nếu biểu thị mối quan hệ giữa khối lượng thể tích khô của đất đầm nén với độ ẩm của nó lúc đầm nén thì sẽ có được một đường cong dạng parabol ngược. Toạ độ của đỉnh đường cong là khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất (Do vậy, có thể định nghĩa: Khối lượng thể tích khô lớn nhất ( $\gamma_{kmax}$ ) là khối lượng thể tích khô đạt được khi đầm nén đất ở độ ẩm tốt nhất với một công đầm nén tiêu chuẩn).

Cần lưu ý rằng khái niệm “tốt nhất” và lớn nhất chỉ là tương đối. Vì nếu thay đổi công đầm nén tính cho một đơn vị thể tích thì khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất sẽ thay đổi. Nhìn chung công đầm nén lớn thì khối lượng thể tích khô lớn nhất cao và độ ẩm tốt nhất giảm.

Khối lượng thể tích khô lớn nhất là chỉ tiêu dùng làm căn cứ để xác định độ chặt.

Độ ẩm tốt nhất là chỉ tiêu dùng làm căn cứ không chế độ ẩm trong quá trình đầm nén đất.

Thí nghiệm này còn gọi là Thí nghiệm xác định quan hệ giữa khối lượng thể tích khô và độ ẩm hoặc gọi là thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn.

#### ***Nội dung của thí nghiệm bao gồm các việc:***

Đầm nén đất ở những độ ẩm khác nhau trong dụng cụ thí nghiệm theo công nhất định.

Xác định khối lượng thể tích khô đạt được ứng với độ ẩm đó.

Xác định mối quan hệ giữa khối lượng thể tích và độ ẩm từ đó tìm được trị số khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất.

Hiện nay trên thế giới có nhiều tiêu chuẩn thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn, ví dụ. Việt nam có TCVN 4201, Mỹ có tiêu chuẩn AASHTO -T99, AASHTO – T180, Nhật có JIS và ... Mỗi tiêu chuẩn khác nhau có khác nhau chút ít về kích cỡ về công đầm cũng như một số chi tiết khác. Tuy nhiên, về mặt nguyên tắc là như nhau.

Tại nước ta phổ biến nhất đang sử dụng là các phương pháp đầm chặt tiêu chuẩn theo qui trình TCVN 4201 - Việt Nam & AASHTO - Mỹ.

Một số đặc điểm của dụng cụ đang dùng ở nước ta được giới thiệu qua *bảng* 1.3.

Qua số liệu ở bảng cho ta thấy có một số khác nhau về thể tích cối đầm nén. Khối lượng chày, chiều cao rơi và năng lượng đầm nén tính cho một đơn vị thể tích. Những sự khác nhau đó sẽ dẫn đến sự khác nhau về kết quả thí nghiệm. Do vậy, khi chọn phương pháp thí nghiệm cần chú ý thực hiện đúng yêu cầu của người thiết kế.

**Bảng 1.2. Đặc điểm các dụng cụ đầm nén tiêu chuẩn**

Kích thước và đặc điểm	Theo tiêu chuẩn VN	Loại tiêu chuẩn AASHTO-T99	Loại cải tiến AASHTO-T180
Đường kính khuôn (mm)	100	101.6	152
Chiều cao khuôn chính (mm)	127	16.43	116.43
Thể tích khuôn chính (cm <sup>3</sup> )	1000	1000	2303.35
Khối lượng chày (kg)	2,5	2,495	4,563
Chiều cao tằm rơi (cm)	30	30,48	45,7

**Chuẩn bị mẫu thí nghiệm :**

- Đất thí nghiệm đem hong khô gió hoặc sấy khô ở 50<sup>0</sup>C;
- Làm tơi đất bằng vồ gỗ, chày cao su.
- Nếu đất có chứa cỡ hạt lớn hơn 5mm (hoặc >20mm) thì sàng, để riêng tính lượng % phần hạt đó chứa trong mẫu và thí nghiệm xác định khối lượng riêng hạt ( $\gamma_r$ ) sau đó thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn riêng cho phần lọt sàng.
- Phần hạt lọt sàng được chia ra 5-6 phần, mỗi phần khoảng 3kg (nếu thí nghiệm theo phương pháp A) hoặc 6kg (nếu thí nghiệm theo phương pháp B).
- Mỗi phần tạo cho nó có độ ẩm chênh nhau 2%, phải ước lượng để sao cho chỉ cần thí nghiệm 5 hoặc 6 lần là có kết quả để vẽ được đường cong xác định được trị số độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất.

**A. Thí nghiệm:**

- Chọn bộ khuôn cối theo qui định.
- Lập bảng ghi kết quả thí nghiệm đầm chặt.

**Bảng 1.3**

TT	Độ ẩm (%)				Khối lượng (g)	Khối lượng thể tích (g/cm <sup>3</sup> )	
	P <sub>w</sub>	P <sub>k</sub>	P <sub>h</sub>	W	P <sub>dw</sub>	$\gamma_w$	$\gamma_k$

*Trong đó:*P<sub>w</sub> : Khối lượng đất ướt (g)P<sub>k</sub> : Khối lượng đất khô (g)P<sub>h</sub> : Khối lượng hộp (g)

W : Độ ẩm (%)

P<sub>dw</sub> : Khối lượng đất sau khi đầm (g) $\gamma_w$  : Khối lượng thể tích đất ướt (g/cm<sup>3</sup>) $\gamma_k$  : Khối lượng thể tích đất khô (g/cm<sup>3</sup>).*1) Đầm chặt mẻ đất thứ nhất:*

Tạo độ ẩm thích hợp cho mẻ thứ nhất: Đối với đất thường là ở độ ẩm nhỏ hơn. Giới hạn dẻo khoảng 5-6%, hoặc bằng cảm tính khi nắm chặt đất trong bàn tay, có thể dính được vào với nhau, khi bóp nhẹ đất đã tơi ra; Đối với cát thường được chọn ở độ ẩm khoảng 10% hoặc bằng cảm tính khi nắm chặt bắt đầu có nước thấm ra trên lòng bàn tay là được.

Cho đất đã trộn ẩm vào khuôn, bắt đầu đầm chặt tiêu chuẩn.

Có thể mô tả phương pháp đầm theo TCVN như sau :

+ *Đầm chặt mẻ đất thứ nhất :*

\* Lớp thứ nhất cho đất đầy khoảng 2/3 chiều cao thân cối. Đầm với số chày như sau :

Đất loại sét 40 chày/1 lớp

Đất cát pha 30 chày/1 lớp

Đất cát 25 chày/1 lớp.

\* Lớp thứ hai cho đất gần đầy thân cối. Đầm như lớp 1

\* Lắp khuôn phụ vào, đổ đất gần đầy miệng khuôn phụ. Đầm như lớp 1.

- Kết thúc 3 lớp đầm, cẩn thận nhấc khuôn phụ ra, gạt bỏ phần thừa trên miệng khuôn cối, làm sao cho phần mặt mẫu phải phẳng. Cân xác định khối lượng của phần đất đã được đầm chặt ( $P_{w1}$ ) với độ chính xác đến 1 gam.

- Tháo mẫu ra khỏi khuôn, lấy một ít ở phần giữa mẫu đem xác định độ ẩm ( $W_1$ ).

+ *Đầm chặt mẻ đất thứ hai:*

Tạo độ ẩm cho đất của mẻ thứ hai cao hơn mẻ thứ nhất là 2%.

Cho đất đã trộn ẩm vào khuôn, chia thành 3 lớp, tiến hành đầm như sau:

\* Lớp thứ nhất cho đất đầy khoảng 2/3 chiều cao thân cối. Đầm với số chày như sau:

Đất sét béo (có  $I_d > 30\%$ ) - 50 chày/1 lớp

Đất loại sét 40 chày/1 lớp

Đất cát pha 30 chày/1 lớp

Đất cát 25 chày/1 lớp.

\* Lớp thứ hai cho đất gần đầy thân cối. Đầm như lớp 1.

\* Lắp khuôn phụ vào, đổ đất gần đầy miệng khuôn phụ. Đầm như lớp 1.

- Kết thúc 3 lớp đầm, cẩn thận nhấc khuôn phụ ra, gạt bỏ phần thừa trên miệng khuôn cối, làm sao cho phần mặt mẫu phải phẳng. Cân xác định khối lượng của phần đất đã được đầm chặt ( $P_{w2}$ ) Với độ chính xác đến 1 gam.

Tháo mẫu ra khỏi khuôn, lấy một ít ở phần giữa mẫu đem xác định độ ẩm ( $W_2$ )

+ *Đầm chặt mẻ đất thứ ba và các phần còn lại, tiếp theo :*

Tạo độ ẩm cho đất của mẻ thứ ba và các mẻ sau sao cho độ ẩm của mẻ sau lớn hơn mẻ trước 2% là được.

Các bước tiếp theo làm tương tự như mẻ 1 & mẻ 2, để có các cặp giá trị  $P_{w3}$  &  $W_3$  và các cặp giá trị  $P_w$  -  $W$  tương ứng sau đó.

Quá trình đầm chặt các mẻ đất sẽ có giá trị  $P_{dw}$  của mỗi mẻ tăng dần lên khi độ ẩm tăng lên. Đến một lúc nào đó (khoảng mẻ đất thứ tư, thứ năm) khi độ ẩm tăng lên mà giá trị khối lượng  $P_{dw}$  giảm xuống thì làm tiếp một mẻ nữa - tức là có 2 giá trị  $P_{dw}$  nhỏ đi sau giá trị  $P_{dw}$  đạt được lớn nhất - thì dừng thí nghiệm.

Tất cả các phương pháp theo tiêu chuẩn như AASHTO T99, AASHTO T180 hoặc JIS... đều dựa trên nguyên tắc như trên. Khác nhau về số lớp, số chày đầm cho 1 lớp (đọc kỹ trong các qui trình thí nghiệm)

*Chú ý: - Trộn thật đều mẫu, sau đó mới chia thành các phần riêng biệt.*

- Khi đầm phải nâng quả búa lên hết tầm cao, để rơi tự do xuống mẫu.
- Chỉ có TCVN công đầm của các loại đất khác nhau, các tiêu chuẩn kia công như nhau cho tất cả các loại đất (khi áp dụng 1 tiêu chuẩn).

## **B. Tính toán :**

- Sau khi đầm, thu được các cặp giá trị trên *bảng 1.3*
- Tiến hành tính toán các số liệu ở các cột trong *bảng 1.4*, theo các công thức sau:

a. *Tính độ ẩm theo công thức:*

$$W \frac{(P_w - P_k)}{(P_k - P_h)} \cdot 100\%$$

b. *Tính khối lượng thể tích đất ướt ( $\gamma_w$ ) theo công thức:*

$$\gamma_w \frac{P_w}{V}, (g/cm^3)$$

c. *Tính khối lượng thể tích đất khô ( $\gamma_k$ ) theo công thức:*

$$\gamma_k \frac{\gamma_w}{(1 + 0.01W)}, (g/cm^3)$$

*Trong đó các giá trị:*

- $P_w$ ;  $P_k$ ;  $P_h$ ;  $W$  như đã nêu trên,
- $V$ : thể tích khuôn thí nghiệm đầm chặt TC.

d. *Vẽ biểu đồ:*

Dựa vào các số liệu đã có trong *bảng 2* trên đây;

Tiến hành vẽ biểu đồ quan hệ giữa Độ ẩm - Khối lượng thể tích khô. Toạ độ. Đỉnh đường cong trên biểu đồ cho biết giá trị của độ ẩm tốt nhất và Khối lượng thể tích khô lớn nhất, của phần mẫu thí nghiệm gọi là  $\gamma'_{kmax}$  &  $W'_{tn}$

## **C. Hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm:**

a- *Theo phương pháp tính toán:*

\* Hiệu chỉnh Khối lượng thể tích khô lớn nhất:

Nếu trong mẫu đất có chứa hạt lớn hơn 5mm chiếm trên 3%, phải loại trừ khi đầm nện, thì dùng các công thức hiệu chỉnh sau đây để tính toán:

$$\gamma_{k \max} = \frac{\gamma'_{k \max} \cdot \gamma_r}{\gamma_r - 0,01m (\gamma_r - \gamma'_{k \max})}$$

Hiệu chỉnh Độ ẩm tốt nhất :

$$W_{tn} = W'_{tn} (1-m)$$

*Trong đó:*

$\gamma_{k \max}$  : Khối lượng thể tích khô của đất có chứa hạt lớn hơn 5mm (hoặc 20mm) (g/cm<sup>3</sup>)

$\gamma'_{k \max}$  : Khối lượng thể tích khô của đất có chứa hạt nhỏ hơn 5mm (hoặc 20mm)(g/cm<sup>3</sup>)

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng của thành phần hạt lớn hơn 5mm (hoặc 20mm) (g/cm<sup>3</sup>)

W : Độ ẩm của đất chỉ có hạt nhỏ hơn 5mm (hoặc 20mm) (%)

W : Độ ẩm của đất chỉ có chứa hạt lớn hơn 5mm (hoặc 20mm) (%)

m : Hàm lượng của các hạt lớn hơn 5mm (hoặc 20mm)(%)

Tuy nhiên cần lưu ý rằng giá trị m- tức là lượng hạt > 5mm (hoặc 20mm) chứa trong mẫu có thể là bao nhiêu đó, nhưng nếu mẫu có giá trị lớn quá sẽ không phù hợp với thực tế.

Do vậy thực tế ở Việt nam có giá trị hạn chế cho m là  $m \leq 30\%$

Theo các phương pháp AASHTO cho phép m tới  $m \leq 50\%$

$$W = W (1 - m)$$

*b - Theo phương pháp toán đồ:*

### 1.1.9. Độ chặt của đất

Độ chặt của đất là chỉ tiêu tính toán, biểu thị mức độ đạt được về độ chặt so với độ chặt tối đa, được xác định bằng tỷ số giữa khối lượng thể tích khô ( $\gamma_k$ ) và khối lượng thể tích khô lớn nhất.

$$K = \frac{\gamma_k}{\gamma_{k_{\max}}}$$

Độ chặt của đất có thể biểu thị bằng số thập phân hoặc phần trăm.

Riêng đối với cát, đôi khi độ chặt được đánh giá bằng hệ số độ chặt tương đối và tính toán theo công thức sau :

$$D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

$e_{\max}$  : Hệ số rỗng lớn nhất (ứng với trạng thái rời xốp nhất).

$e_{\min}$  : Hệ số rỗng nhỏ nhất (ứng với trạng thái chặt chẽ nhất).

$e$  : Hệ số rỗng tự nhiên.

Khi	$D = 0$	Cát rời rạc nhất
	$D = 0 \div 0.33$	rời rạc
	$D = 0.33 \div 0.66$	chặt vừa
	$D = 0.66 \div 1.00$	chặt

### 1.1.10 Sức chống cắt của đất

#### **Khái niệm :**

Khi chịu tác dụng của tải trọng ngoài, trong đất sẽ có sự chuyển dịch các hạt đất theo một mặt nào đó. Khi đó dọc theo mặt trượt xuất hiện ứng suất tiếp. Khi ứng suất tiếp vượt quá khả năng chống trượt của đất thì mẫu đất bị phá vỡ, khả năng chống trượt được biểu thị bằng chỉ tiêu sức chống cắt.

Sức chống cắt của đất bao gồm lực dính và lực ma sát (Lực dính của đất là lực liên kết kiến trúc của các hạt chỉ có trong đất dính).

Lực ma sát xuất hiện khi có sự trượt của các hạt đất lên nhau.

Mối liên hệ giữa sức chống cắt với lực dính và lực ma sát được biểu thị bằng công thức sau:

Đối với đất dính:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi + C$$

Đối với đất rời rạc

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi$$

Trong các công thức trên:

$\tau$  : Sức chống cắt ( $\text{daN/cm}^2$ )

$\phi$  : Góc ma sát trong của đất (độ).

$C$  : Lực dính kết của đất ( $\text{daN/cm}^2$ ).

$\sigma$  : áp lực nén thẳng đứng lên mẫu đất ( $\text{daN/cm}^2$ ).



C $\sigma$  : Là các thông số của sức chống cắt, nó thay đổi phụ thuộc vào loại đất, độ ẩm, và được dùng để tính toán sự ổn định của mái dốc, tính áp lực đất.

Xác định sức chống cắt tức là xác định giá trị của lực dính C và góc ma sát. Thí nghiệm thực hiện trên mẫu đất nguyên dạng (hoặc mẫu chế bị) theo những điều kiện khác nhau do thiết kế quy định:

- Cắt nhanh không nén chặt trước (không cố kết trước).
- Cắt nhanh có nén chặt trước (cố kết trước).
- Cắt chậm có nén chặt trước.

### **Thí nghiệm :**

Để xác định sức chống cắt của đất cần nên mẫu được một cấp lực nhất định. Sau đó cắt mẫu đất (theo một mặt phẳng nhất định (phương pháp cắt phẳng) hoặc nén một trục (phương pháp nén một trục), hoặc nén theo 3 trục cho tới khi mẫu bị phá hoại (phương pháp dùng máy nén 3 trục).

Với những cấp áp lực nén trước khác nhau sức chống cắt sẽ khác nhau. Vẽ biểu đồ quan hệ giữa sức chống cắt và áp lực nén. Từ đó sẽ tính được góc  $\varphi$  và giá trị lực dính C.

Có thể thí nghiệm theo mô hình.

Cắt phẳng (cắt theo mặt phẳng cho trước) kiểu ứng biến hoặc ứng lực.

Cắt 3 trục.

Phương pháp thực hiện.

a. *Cắt trên máy cắt phẳng* (máy cắt kiểu ứng biến hoặc ứng lực). Nếu không cố kết trước thì tiến hành cắt ngay. Nếu là cắt nhanh thì cắt mẫu với tốc độ 1mm/phút cho đến khi mẫu phá hoại.

Nếu phải cố kết mẫu dưới áp lực  $\delta$  thì duy trì lực nén đó cho tới khi đạt yêu cầu về mức độ cố kết. Sau đó tiến hành cắt như bình thường. Nếu quy định phải cắt chậm thì tốc độ cắt là 0.01mm/phút (hoặc chậm hơn) cho tới khi mẫu phá hoại.

Lực phá hoại mẫu là giá trị lớn nhất đọc được trên đồng hồ đo biến dạng.

Tiến hành như vậy trên 3-4 mẫu, mỗi mẫu nén theo một cấp lực thẳng đứng khác nhau. Vẽ biểu đồ sức chống cắt theo áp lực thẳng đứng. Qua đó xác định được lực dính C,  $\tan \varphi$  và tính ra góc  $\varphi$ .

b. *Thí nghiệm trên máy nén ba trục*

Mẫu thí nghiệm hình trụ có  $h=2d$ . Mẫu được bao kín bằng màng cao su mỏng, đặt vào trong buồng kín.

Cho tác dụng một áp lực đều khắp mọi hướng (lực  $\sigma_3$ ) sau đó cho tác dụng một lực theo phương pháp thẳng đứng cho tới, khi mẫu phá hoại (lực  $\sigma_1$ ).

Cũng thực hiện như vậy trên 3-4 mẫu, mỗi mẫu cho tác dụng với một lực  $\sigma_3$  khác nhau, và do đó sẽ có được lực  $\sigma_1$  khác nhau. Vẽ các đường tròn ứng suất theo

từng cặp  $\sigma_1$   $\sigma_3$  vẽ đường bao các đường tròn ứng suất. Đó là đường biểu diễn của phương trình.

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi + C$$

Từ đó xác định được các thông số C,

**c. Thí nghiệm nén 1 trục nở hông tự do:**

Ngoài hai phương pháp nêu trên, đôi khi cũng còn xác định C,  $\sim$  bằng thí nghiệm nén 1 trục. Theo thí nghiệm này mẫu cũng có dạng hình trụ chiều cao bằng 2 lần đường kính. Mẫu để ở trạng thái tự nhiên không dùng màng cao su bọc ngoài. Nén mẫu dọc trục cho tới khi mẫu phá hoại, đồng thời đo sự giảm chiều cao của mẫu.

Khi mẫu phá hoại quan sát góc nghiêng tạo thành giữa mặt trượt với phương nằm ngang. Lực dính C và góc ma sát trong xác định theo công thức:

$$C \frac{\sigma}{2} \times \frac{1}{\operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\sigma}{2})}$$

$$\varphi = 2\alpha - 90^\circ$$

Trong đó :  $\sigma$  áp dụng nén vỏ mẫu tính theo công thức:

$$\sigma = \frac{P(H - \Delta H)}{A.H} \text{ daN/cm}^2$$

P : Lực nén vỡ mẫu, daN.

H : Chiều cao mẫu thí nghiệm, cm.

H : Sự giảm chiều cao mẫu khi chịu nén, cm.

A : Diện tích tiết diện ngang mẫu nén diện tích chịu nén ban đầu ( $\text{cm}^2$ ).

$\alpha$  : Góc nghiêng tạo thành giữa mặt trượt với mặt phẳng nằm ngang.

**1.1.11 Hệ số nén lún của đất (nén không nở hông).**

*Khái niệm:*

Khi có tải trọng tác dụng đất sẽ bị lún xuống do các hạt đất dịch chuyển đến vị trí mới dồn đẩy khí và nước thoát ra chỉ tiêu hệ số nén lún được dùng để biểu thị cho mức độ lún ngót dưới tác dụng của tải trọng. Hệ số nén lún của đất trong điều kiện không nở hông được biểu thị bằng tỷ số của sự thay đổi hệ số rỗng với sự thay đổi lực tác dụng theo công thức:

$$a = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1}$$

a : Hệ số nén lún không nở hông  $\text{cm}^2/\text{daN}$ .

$P_2, P_1$  : áp lực tác dụng lên mẫu đất  $\text{daN/cm}^2$ .

$e_1, e_2$  : Hệ số rỗng ứng với cấp lực  $P_1, P_2$

Hệ số nén lún là chỉ tiêu dùng để tính lún. Để xác định được hệ số nén lún phải xác định được hệ số rỗng ứng với từng cấp lực thông qua thí nghiệm nén lún

mẫu đất trong điều kiện không nở hông. Mẫu có kết cấu nguyên dạng, đặt trong dao vòng.

**Thí nghiệm :**

Lấy mẫu đất vào dao vòng chuyên dụng xác định khối lượng thể tích và độ ẩm ban đầu của đất.

Lắp dao vòng vào hộp nén, mặt trên và mặt dưới của mẫu có lót 2 tờ giấy thấm nước và 2 viên đá thấm nước.

Đặt hộp nén lên máy lắp đồng hồ để theo dõi lún. Cho tải trọng tác dụng lên mẫu theo từng cấp. Cấp ban đầu lấy bằng 0,5 hoặc 1daN/cm<sup>2</sup> (nếu đất quá yếu thì bằng 0,25 daN/cm<sup>2</sup>). Các cấp sau tăng dần. Số cấp tải trọng từ 4-5 cấp. Cấp lực lớn nhất phải cao hơn cấp tải trọng thiết kế 1-2 daN/cm<sup>2</sup>. Tải trọng tác dụng lên mẫu là các quả cân đặt lên hệ thống đòn bẩy.

Sau khi cho tải trọng tác dụng theo dõi độ lún của mẫu ở các thời điểm sau: 1,2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 60 phút. 2, 3, 6, 12, 24 giờ. Sau đó cứ 12 giờ đọc một lần cho đến khi ổn định mới đặt cấp tải trọng tiếp theo. Được coi là ổn định trong khoảng thời gian 12 giờ độ lún của mẫu không vượt quá 0,01mm.

Sau cấp tải trọng cuối cùng sẽ lần lượt dỡ tải theo từng cấp và theo dõi sự hồi phục biến dạng. Khi sự hồi phục ổn định mới được dỡ tải cấp tiếp theo.

**Tính toán**

- Hệ số rỗng ban đầu

$$\varepsilon_0 = \frac{\gamma_r (1 + w)}{\gamma_w}$$

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng g/cm<sup>3</sup>.

$\gamma_w$  : Khối lượng thể tích nước, g/cm<sup>3</sup>.

W : Độ ẩm (đổi ra số thập phân).

- Hệ số rỗng của các cấp lực được xác định theo công thức:

$\varepsilon_i = \varepsilon_0 - \sigma \varepsilon_i$  : Là độ giảm hệ số rỗng ở cấp lực thứ i.

$$\sigma \varepsilon_i = \frac{\sigma H_i}{H_0} (1 + \varepsilon_0)$$

$\sigma H_i$  : Độ lún của mẫu ở cấp lực thứ i.

$H_0$  : Chiều cao ban đầu.

**Chú ý:** Độ lún đọc ở trên đồng hồ còn bao gồm cả sự biến dạng của dụng cụ, do đó phải hiệu chỉnh, xác định biến dạng riêng của máy để xác định độ lún thực của mẫu.

Sau khi có được các trị số  $\varepsilon$  ứng với các cấp áp lực. Từ đó tính được hệ số nén lún  $a$  theo từng cấp.

Từ kết quả thí nghiệm tính được trị số môđun biến dạng của đất theo công thức  $E_0 = \frac{(1 - \xi)(1 + 2\xi)}{(1 + \xi)} \times \frac{1 + \varepsilon_0}{a}$

$\varepsilon_0$  : Hệ số rỗng ban đầu.

a: Hệ số nén lún ở cấp lực đã cho.

$\xi$  : Hệ số áp lực hông

Với đất á cát  $\xi = 0,35 - 0,41$

á sét  $\xi = 0,5 \div 0,70$

Sét  $\xi = 0,7 \div 0,74$

#### 1.1.12. Chỉ số sức chịu tải “CBR”

*Khái niệm :*

Chỉ số sức chịu CBR (từ viết tắt của California Bearing Ratio) là chỉ số biểu thị sức chịu tải của đất và vật liệu. dùng trong tính toán thiết kế kết cấu của áo đường theo phương pháp của AASHTO. Chỉ số CBR được tính bằng % theo tỷ số giữa lực tác dụng lên mẫu và lực tiêu chuẩn để ấn mũi xuyên ngập tới độ sâu 0,1 hoặc 0,2 inch (tương đương 2,5 và 5mm) với độ xuyên là 0,05 inch/phút (1,27mm/phút). Lực tiêu chuẩn là giá trị lực thí nghiệm trên mẫu cấp phối đá dăm chuẩn của phòng thí nghiệm đường bộ California Mỹ.

Như vậy có thể hiểu chỉ tiêu CBR là sức chịu của vật liệu nào đó bằng bao nhiêu phần trăm so với vật liệu tiêu chuẩn của phòng thí nghiệm đường bộ bang California Mỹ.

*Cách tiến hành :*

- Trước hết phải có mẫu để thí nghiệm: Mẫu này có thể lấy tại hiện trường, nhưng trong thực tế chủ yếu là chế bị tại phòng thí nghiệm theo 1 trong 2 cách:

- Chế bị theo độ chặt định trước

Chế bị theo 3 độ chặt bất kỳ (tương ứng với số công đầm qui định là 10-30-65 chày/1 lớp).

Mẫu thí nghiệm chỉ sử dụng cỡ hạt lọt qua sàng 19mm. Nếu cỡ hạt lớn hơn thì thay cỡ hạt đó bằng cỡ hạt lọt sàng 19mm và nằm trên sàng 4,75 với hàm lượng tương ứng.

Mẫu được đầm chặt theo số lớp như khi thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn, loại chày sử dụng để đúc mẫu đương nhiên cũng phải cùng loại như khi đầm chặt tiêu chuẩn.

Nếu thí nghiệm ở trạng thái bão hoà thì đem ngâm nước trong 96 giờ, khi ngâm phải dùng các vòng gia tải để đè lên mặt mẫu. Khối lượng vòng gia tải lấy bằng khối lượng các lớp vật liệu nằm ở bên trên và không được nhỏ hơn 4,54kg.

*Chú ý:* - Nếu mẫu có tính trương nở thì khi ngâm mẫu cần đo kiểm tra mức độ trương nở của vật liệu.

Mức nước khi ngâm phải cao hơn 2cm so với mặt mẫu.

Đặt mẫu lên máy nén. Đặt các vòng gia tải. Đặt pít tông nén vào giữa và cho tác dụng trước 1 lực bằng 10 lb. Coi đó là giá trị 0 ban đầu.

Cho máy nén hoạt động, tốc độ dịch chuyển của pít tông là 0,05 inch/phút.

Ghi lấy giá trị lực ứng với độ xuyên sâu là 0.625; 1.2; 2.0; 2.5; 5.0; 7.5; 10.0 và 12.5mm.

Sau khi kết thúc thí nghiệm xác định độ ẩm của mẫu.

Vẽ biểu đồ quan hệ giữa lực ấn pít tông và độ ngập sâu của pít tông trên loại biểu đồ riêng. Từ đó xác định được giá trị lực ứng với độ xuyên sâu 0,1 (2.5mm) và 0,2 inch (5.0mm).

- Tính trị số CBR theo công thức.

$$CBR = \frac{P \text{ mẫu thử}}{P \text{ mẫu chuẩn}} \times 100\%$$

Trong đó: P thử - áp lực của mẫu thử

P chuẩn - áp lực của mẫu chuẩn

Cần phải tính giá trị CBR của mẫu ở 2 điểm ứng với độ xuyên sâu vào mẫu của mũi xuyên là 2.5mm và 5.0mm theo công thức sau:

$$CBR (2.5) = \frac{P \text{ thử}}{69} \times 100\%$$

$$CBR (5.0) = \frac{P \text{ thử}}{103} \times 100\%$$

Chọn trị số CBR lớn hơn trong 2 trị số vừa tính làm giá trị đặc trưng cho vật liệu đó.

**Ví dụ : 1 mẫu thí nghiệm có số liệu sau**

Lượng lún (mm)	0.625	1.2	2.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5
Lực (daN)	196	454	704	910	1344	1716	1788	18.62
Áp lực (daN/cm <sup>2</sup> )	9.8	22.7	35.2	45.5	67.2	85.8	89.4	93.1

## 1.2 THÍ NGHIỆM ĐÁ (Các thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của vật liệu đá)

### 1.2.1. Khái niệm về vật liệu đá thiên nhiên:

Vật liệu đá thiên nhiên dùng trong xây dựng được khai thác từ đá nguyên khối hoặc từ sản phẩm phong hoá bị cuốn trôi và lắng đọng lại ở lòng sông suối.

Đá thiên nhiên nguyên khối được phân thành 3 loại chính theo điều kiện hình thành.

#### 1.2.1.1. Đá Mắc ma:

Là loại đá được tạo thành từ khối dung nham nóng chảy từ trong lòng trái đất phun lên lớp vỏ trái đất rồi nguội đi mà thành. Tùy theo vị trí, đá Mác ma được phân thành các loại:

- Mác ma xâm nhập sâu: Dung nham phun lên nằm sâu trong lớp vỏ trái đất rồi nguội dần từ từ, vì thế đã kết tinh đều đặn, đặc chắc, cường độ rất cao gồm đá granít, diorit syenit gabrô.

- Mác ma trên mặt: Dung nham phun lên trên bề mặt rồi nguội dần mà thành. Do tiếp xúc với khí quyển nên nguội nhanh, không đều, kết tinh không hoàn toàn, tinh thể không đều hạt. Cường độ tương đối cao. Gồm các loại poocphia, địa ba, ba dan...

- Mác phun ra ngoài: Dung nham phun trào lên không khí rồi nguội lại mà thành. Do tiếp xúc nhiều với không khí, nguội nhanh không kịp kết tinh nên có độ rỗng lớn xếp cường độ thấp, gồm các loại tro núi lửa, đá bột tuff núi lửa.

#### **1.2.1.2. Đá trầm tích:**

Đá trầm tích được hình thành do quá trình lắng đọng từ các khoáng chất hoà tan trong nước, rồi kết tủa lại hoặc từ các loại đá khác bị phong hoá vụn nát, rồi cuốn trôi theo dòng nước và lắng đọng.

Đá trầm tích được chia thành các loại.

- Trầm tích hoá học: Do các chất hoà tan trong nước kết tủa lại, lắng đọng mà thành như đá vôi, thạch cao...

- Trầm tích cơ học: Do đất đá phong hoá vụn nát bị nước cuốn trôi rồi lắng đọng ở dạng tự nhiên như cuội sỏi, cát, đất rời, hoặc lắng đọng lại và được gắn kết bằng các chất kết dính tự nhiên như cuội kết, sa thạch, sét kết...

- Trầm tích hữu cơ: Do xác động vật, thực vật lắng đọng lại và được gắn kết bằng các chất kết dính tự nhiên như đá vôi, sò, đá đi-a tô nit.

#### **1.2.1.3. Đá biến chất:**

Được tạo thành từ đá Mác ma. Đá trầm tích dưới tác dụng của nhiệt độ cao hay áp suất lớn làm thay đổi cấu trúc và tính chất đá biến chất có cường độ rất cao, độ chặt lớn. Đá biến chất gồm các loại đá hoa, diệp thạch, quắc zít.

Tính chất cơ lý của vật liệu đá thiên nhiên rất khác nhau, phụ thuộc vào nguồn gốc, quá trình hình thành, mức độ phong hoá, vị trí, thể nằm...

Các tính chất cơ lý của đá thiên nhiên và các vật liệu thành phần khai thác từ chúng có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng chịu lực của công trình.

Vật liệu đá dùng trong xây dựng là sản phẩm rất đa dạng bao gồm các loại

- Đá học dùng để xây tường kê, móng trụ cầu, áp mái dè đập.

- Đá dăm các loại để làm các lớp áo đường ôtô, lớp ba lát đường sắt, làm chất liệu cho bê tông các cấu kiện dầm, cột, cọc, mố trụ cầu dầm, sàn, panen. tường kê...

- Đá dăm, cuội sỏi, cát dùng làm chất liệu cho bê tông nhựa, bê tông xi măng.

- Bột khoáng dùng trong bê tông nhựa.

- Đá dăm cấp phối, cuội sỏi cấp phối dùng làm móng đường.

### 1 2.2. Một số yêu cầu đối với vật liệu liên quan đến vấn đề đảm bảo chất lượng:

Chất lượng của công trình (sản phẩm xây dựng) phụ thuộc nhiều vào chất lượng của vật liệu có những yếu tố chủ yếu sau đây liên quan đến chất lượng của vật liệu.

#### 1.2.2.1 Cường độ của đá gốc.

Đá gốc để sản xuất vật liệu đá dăm dùng trong xây dựng phải có cường độ chịu nén cao khả năng chống mài mòn lớn.

Thông thường, với mỗi công trình cụ thể (mỗi gói thầu) có yêu cầu về chất lượng vật liệu đá riêng, cụ thể. tuy nhiên có thể tham khảo qui định chung của Bộ GTVT như sau:

*Bảng 1.4. Quy định về cường độ của đá gốc*

Đối tượng sử dụng	Cường độ chịu nén tối thiểu	
	Đá trầm tích	Đá mác ma biến chất
Dùng làm các lớp móng đường	600	600
Làm mặt đường đá dăm, đá dăm láng nhựa, đá dăm thấm nhập nhựa	600	800
Làm chất liệu bê tông nhựa		
Lớp trên	800	1000
Lớp dưới	600	800
Làm cốt liệu bê tông xi măng	700	800

Ngoài yêu cầu về cường độ chịu nén còn có yêu cầu về cường độ chống mài mòn, biểu thị bằng độ hao mòn (độ bền khi va đập) thí nghiệm trong thùng quay Lốt ăng giò lét (LA).

*Bảng 1.5. Chỉ tiêu độ hao mòn LA (theo 22TCN 252 - 98)*

Cấp phối đá dăm loại I	Loại tầng mặt	Móng trên	Móng dưới
	Cấp cao A <sub>1</sub>	≤ 30	Không dùng
	Cấp cao A <sub>2</sub>	≤ 30	Không dùng
Cấp phối đá dăm loại II	Cấp cao A <sub>1</sub>	Không dùng	≤ 30
	Cấp cao A <sub>2</sub>	≤ 30	≤ 30
	Cấp cao B <sub>1</sub>	≤ 30	≤ 30

Tuy nhiên, trong thực tế yêu cầu về cường độ, độ mài mòn thực ra phụ thuộc theo yêu cầu của từng công trình cụ thể, đương nhiên cũng gần với yêu cầu nêu trên đây.

#### **1.2.2.2. Kích cỡ, thành phần hạt, hình dạng hạt.**

Vật liệu đá dùng cho các công trình xây dựng phải có kích thước phù hợp với từng loại cấu kiện, loại kết cấu (nghĩa là cỡ hạt lớn nhất hoặc nhỏ nhất không vượt quá trị giá cho phép đối với kết cấu đó).

Quy định này nhằm đảm bảo cho việc thi công được thuận lợi đạt được độ chặt cần thiết và cường độ đồng đều.

Thành phần hạt (hàm lượng các nhóm hạt) phải nằm trong đường bao giới hạn (đường bao cấp phối tốt nhất) thì khi đầm nén mới đạt được độ chặt cao (tỷ lệ rỗng thấp) và khả năng chịu lực mới tốt và ổn định.

Các hạt phải có hình dạng đồng đều theo các hướng (dạng hình khối). Lượng hạt thoi dẹt không vượt quá giá trị cho phép. Chẳng hạn lượng hạt thoi dẹt quy định đối với bê tông xi măng không được vượt quá 25%, bê tông nhựa không quá 15 %, đá dăm cấp phối loại I không quá 10%, đá dăm cấp phối loại II không quá 15%.

Các hạt vật liệu có bề mặt nhám, cạnh sắc đều có khả năng dính bám tốt với chất kết dính và có ma sát tốt chống lại sự chuyển dịch các hạt khi chịu tác dụng của ngoại lực. Với yêu cầu này khi dùng loại cuội sỏi tròn cạnh, nhất thiết phải được nghiền vỡ.

#### **1.2.2.3. Yêu cầu về độ sạch.**

Cốt liệu đá cát bột khoáng phải sạch. Hàm lượng hạt bụi sét lẫn trong đó không được vượt quá giá trị cho phép nêu ở *bảng 1.8*. Chỉ tiêu về độ sạch rất quan trọng, phải được kiểm tra thường xuyên kịp thời, và phải có biện pháp xử lý khi vật liệu không thoả mãn yêu cầu.

#### **1.2.2.4. Quy định về thành phần hạt của vật liệu**

a. Đối với đá dăm dùng cho bê tông xi măng (dùng cho mặt đường bê tông xi măng).

b. Kích cỡ hạt:

Thành phần cỡ hạt phải thoả mãn yêu cầu:

Cỡ hạt	Hàm lượng trên sàng tích lũy
$D_{min}$	90-100
$1/2 (D_{max} + D_{min})$	40-70
$D_{max}$	0,10
$1,25D_{max}$	0

Đối với đá dăm cấp phối thì tùy theo yêu cầu của từng hạng mục công trình của mỗi gói thầu.

Tiêu chuẩn chung nên tham khảo 22 TCN 252-98 của Bộ Giao thông vận tải.



**Bảng 1.6. Cốt liệu cho bê tông nhựa**

Loại bê tông nhựa	Cỡ hạt lớn nhất đánh dịnh	Vị trí của các lớp BTN	Lượng lọt qua sàng %													Lượng nhựa tính theo % cốt liệu
			Theo bộ sàng lỗ tròn (*) (mm)													
			40	315	25	20	15	10	5	2.5	1.25	0,63	0,315	0,14	0,071	
			Theo bộ sàng ASTM (inch)													
			1(1/4)	1	3/4	5/8	3/4	5/16	Nº5	Nº10	Nº8	Nº35	Nº50	Nº100	Nº200	
			Theo bộ sàng ASTM (cm)													
31.5	25.0	19.0	16.0	12.5	8.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.3	0.16	0.075				
Bê tông nhựa chặt (BTNC)																
Hạt nhỏ BTNC 10	10	Lớp trên					100	95-100	43-57	31-44	22-33	16-24	12-18	8-13	6-11	5.5-6.5
Hạt nhỏ BTNC 15	15	Lớp trên hay lớp dưới				100	95-100	65-75	43-57	31-44	22-33	16-24	12-18	8-13	6-11	5.5-6.5
Hạt trung BTNC 20	20	Lớp trên hay lớp dưới			100	95-100	81-89	65-75	43-57	31-44	22-33	16-24	12-18	8-13	5-10	5.0-6.0
Hạt trung BTNC 25	25	Lớp dưới		100	95-100		76-84	60-70	43-57	31-44	22-33	16-24	12-18	8-13	5-10	5.0-6.0
Hạt cát BTNC 5	5(6)	Via hè, lán xe đạp, thô sơ						100	95-100	68-83	45-67	28-50	18-35	11-23	8-14	7.0-9.0
Bê tông nhựa rỗng (BTNR)																
Hạt trung BTNR 25	25	Lớp dưới hay lớp móng trên		100	95-100	-	-	50-70	30-50	20-35	13-25	9-18	6-13	4-9	0-4	4.5-5.5
Hạt lớn BTNR 31,5	31.5	Lớp móng	100	95-100	75-95	-	55-75	40-60	25-45	15-35	-	5-18	4-14	3-8	0-4	4.0-5.0
Hạt lớn BTNR 40	40	Lớp móng	95-100		75-95	-	55-75	40-60	25-45	15-35	-	5-18	1-14	3-8	0-4	4.0-5.0
Ghi chú: (*) : Bộ sàng lỗ tròn tiêu chuẩn gồm các sàng lỗ tròn từ 0,63mm trở lên, sàng lỗ vuông từ 0,315mm trở xuống																
Lớp trên : Lớp trên của mặt đường bê tông nhựa 2 lớp (Wearing course)																
Lớp dưới : Lớp dưới của mặt đường bê tông nhựa 2 lớp (Binder course)																
Lớp móng trên : Phần trên của tầng móng (Base)																
Lớp móng dưới : Phần dưới của tầng móng (Subbase)																

**Bảng 1.7. Bột khoáng nghiền từ đá cacbonat dùng cho bê tông nhựa**

<i>Các chỉ tiêu</i>	<i>Trị số</i>	<i>Phương pháp thí nghiệm</i>
Thành phần cỡ hạt, % khối lượng - Nhỏ hơn 1,25mm - Nhỏ hơn 0,315mm - Nhỏ hơn 0,071mm	100 ≥90 ≥90 (1)	22TCN 58 - 84
2. Độ rỗng, % thể tích	≥35	22TCN 58 - 84
3. Độ nở của mẫu chế tạo bằng hỗn hợp bột khoáng và nhựa, %	≥2,5	22TCN 58 - 84
4. Độ ẩm, % khối lượng	≥1,0	22TCN 58 - 84
5. Khả năng hút nhựa của bột khoáng KHN (lượng bột khoáng có thể hút hết 15g bi tum mức 60/70)	≥40	NFP 98-256
6. Khả năng làm cứng nhựa của bột khoáng (Hiệu số nhiệt độ mềm của vữa nhựa với tỷ lệ 4 nhựa mức 60/70 và 6 bột khoáng theo trọng lượng, với nhiệt độ mềm của nhựa cùng mức 60/70)	10 <sup>0</sup> ≤ΔTNDM ≤20 <sup>0</sup> C (2)	22TCN 63 – 84 (Thí nghiệm vòng và bi)
<b>Ghi chú :</b> (1) Nếu bột khoáng xay từ đá có R nén >400daN/cm <sup>2</sup> thì cho phép giảm đi 5%. (2) Thí nghiệm chưa bắt buộc.		

**Bảng 1.8. Quy định về độ sạch của vật liệu**

<i>Loại vật liệu và đối tượng tường dùng</i>	<i>Hàm lượng hạt sét không quá (%)</i>
- Đá dăm dùng cho mặt đường đá dăm nước, láng nhựa, thấm nhập nhựa.	2
- Đá dăm dùng cho bê tông nhựa	0,05
- Đá dăm dùng cho bê tông xi măng	2
- Cát dùng cho bê tông nhựa	0,5

### 1 2.3. Các phương pháp thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ lý của vật liệu đá

#### 1.2.3.1. Khối lượng thể tích của đá

1.2.3.1.1. Khối lượng thể tích của đá là khối lượng của một đơn vị thể tích của đá nguyên khai. Được xác định bằng tỷ số giữa khối lượng và thể tích của mẫu đá theo công thức chung sau:

$$\gamma = \frac{G}{V_0} \text{ g/cm}^3$$

γ : Khối lượng thể tích g/cm<sup>3</sup>.

G : Khối lượng khô của mẫu (g).

$V_0$  : Thể tích tự nhiên của mẫu ( $\text{cm}^3$ ).

Đơn vị tính còn có thể là  $\text{kg}/\text{dm}^3$ , hoặc  $\text{T}/\text{m}^3$ .

#### 1.2.3.1.2. Dụng cụ thí nghiệm:

- Cân kỹ thuật
- Tủ sấy
- Dụng cụ ngâm bão hoà
- Các dụng cụ thông thường khác.

#### 1.2.3.1.2. Phương pháp tiến hành.

Tạo mẫu theo kích thước xác định (thường kết hợp với mẫu thí nghiệm cường độ) Hoặc cũng có thể dùng mẫu có hình dạng, kích thước bất kỳ.

- Sấy khô mẫu, sau đó đem cân để xác định khối lượng mẫu  $G$ .
- Xác định thể tích mẫu.

+ Nếu mẫu có hình dạng, kích thước xác định (mẫu hình trụ, mẫu hình lập phương) thì đo các kích thước rồi tính ra thể tích.

+ Nếu mẫu có hình dạng và kích thước bất kỳ thì việc xác định thể tích được thực hiện bằng phương pháp cân trong nước (bọc sáp cân trong nước hoặc ngâm bão hoà cân trong nước). Cũng có khi không dùng cân, mà chỉ cần xác định định mức nước dâng lên khi thả mẫu vào trong nước.

a. Với phương pháp bọc sáp cân trong nước cách làm như đã nêu ở phần trước.

b. Với phương pháp ngâm bão hoà cân trong nước thì thực hiện như sau:

Ngâm mẫu trong 2 giờ ở điều kiện tự nhiên, vớt mẫu ra lau khô bề mặt

- Cân trong không khí mẫu đã ngâm nước.
- Cân trong nước mẫu đã ngâm nước.

Khối lượng thể tích theo công thức sau:

$$\gamma = \frac{G\gamma_n}{G_1 - G_2}$$

$\gamma$  : Khối lượng thể tích đặc của đá ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

$G$  : Khối lượng khô của mẫu đá (g).

$G_1$  : Khối lượng cân trong không khí của mẫu ngâm nước (g).

$G_2$  : Khối lượng cân trong nước của mẫu ngâm nước (g).

$\gamma_n$  : Khối lượng riêng của nước ứng với nhiệt độ của nước lúc cân. Thường có thể lấy gần đúng ở mọi nhiệt độ là  $1 (\text{g}/\text{cm}^3)$ .

c. Phương pháp đơn giản xác định thể tích mẫu theo thể tích nước dâng lên trong ống đong. Dùng một bình có khắc vạch (ống đong) đổ nước cất vào ống đến một khắc vạch xác định. Các mẫu đá sau khi sấy khô và xác định được khối lượng  $G$ , được cho vào ngâm trong nước 2 giờ. Vớt mẫu ra lau khô bề mặt cho mẫu vào trong ống đong. Đọc trị số mức nước dâng lên trong ống đong. Hiệu số hai số đọc mực nước sau và trước khi bỏ mẫu ở trong ống đong là thể tích mẫu.

$$\gamma = \frac{G}{m_1 m_2}$$

$m_1, m_2$  : mực nước trong ống dong trước và sau khi cho mẫu và thử.

#### **1.2.3.2. Khối lượng thể tích xốp của đá dăm**

##### **1.2.3.2.1. Định nghĩa :**

Khối lượng thể tích xốp của đá dăm là khối lượng của một đơn vị thể tích xốp (bao gồm cả phần rỗng giữa các viên đá). Được biểu thị bằng tỷ số giữa khối lượng của mẫu thí nghiệm và thể tích của tập hợp các hạt (thể tích xốp).

$$\gamma = \frac{G}{V_x}$$

$G$  : Khối lượng mẫu trong thùng đựng (kg)

$V_x$  : Thể tích xốp (thể tích thùng đựng) ( $\text{dm}^3$ ).

##### **1.2.3.2.2. Dụng cụ.**

- Cân loại 50kg (có độ chính xác tới 10g hoặc 50g).
- Thùng đựng có thể tích xác định 2, 5, 10 và 20 lít (thể tích thùng phụ thuộc vào kích cỡ đá).
- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ.
- Phễu chứa mẫu.

##### **1.2.3.2.3. Cách tiến hành.**

Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi, khối lượng mẫu đem sấy tùy thuộc vào kích cỡ hạt. Hạt càng lớn khối lượng càng nhiều (khoảng từ 10 - 50kg).

Đổ mẫu sấy vào phễu chứa. Đặt thùng đựng dưới miệng phễu. Mở cửa phễu để vật liệu rơi vào thùng đựng đến lúc đầy. Dùng thanh gỗ hoặc sắt gạt ngang bằng mặt thùng. Nếu cần xác định khối lượng thể tích xốp được lèn lên chặt, thì cho rung thùng đựng mẫu rồi mới gạt bằng mẫu.

Tùy thuộc kích cỡ hạt mà dùng loại thùng đựng có kích thước phù hợp (cỡ đá 10mm dùng thùng 2 lít, cỡ đá 20mm dùng thùng 5 lít, cỡ 40mm dùng thùng 10 lít, cỡ đá 70 dùng thùng 20 lít).

Cân xác định khối lượng của mẫu ở trong thùng và tính kết quả theo công thức:

$$\gamma = \frac{G_1 - G_2}{V_t}$$

$\gamma$  : Khối lượng thể tích xốp ( $\text{kg}/\text{dm}^3$ ).

$G_1$  : Khối lượng thùng và mẫu (kg)

$G_2$  : Khối lượng thùng không (kg)

$V_t$  : Thể tích của thùng đựng ( $\text{dm}^3$ )

#### **1.2.3.3. Độ rỗng của đá nguyên khai và độ rỗng của đá dăm.**

##### **1.2.3.3.1. Độ rỗng của đá**

Là chỉ tiêu tính toán từ chỉ tiêu khối lượng thể tích đặc và khối lượng riêng biểu thị cho phần rỗng rất nhỏ trong mẫu vật liệu. Độ rỗng của đá nguyên khai được xác định theo công thức sau và tính bằng %.

$$V_r = (1 - \frac{\gamma}{\gamma_r}) \times 100 (\%)$$

#### 1.2.3.3.2. Độ rỗng của đá dăm.

Cũng là chỉ tiêu tính toán từ khối lượng thể tích xốp và khối lượng thể tích đặc, biểu thị cho phần lỗ rỗng giữa các hòn đá dăm, được xác định theo công thức sau và tính bằng phần trăm

$$V_H = (1 - \frac{\gamma_x}{\gamma}) \times 100 (\%)$$

$V_r$  : Độ rỗng của đá nguyên khai (%)

$V_H$  : Độ rỗng của đá dăm (%)

$\gamma$  : Khối lượng thể tích đặc ( $\text{g/cm}^3$ )

$\gamma_x$  : Khối lượng thể tích xốp của đá dăm ( $\text{g/cm}^3$ )

$\gamma_r$  : Khối lượng riêng của đá ( $\text{g/cm}^3$ )

#### 1.2.3.4. Thành phần hạt.

##### 1.2.3.4.1. Khái niệm:

Đá dùng trong xây dựng là các loại đá được nghiền vỡ từ đá nguyên khối thành các cỡ hạt có kích thước khác nhau. Đá dùng cho bê tông nhựa, bê tông xi măng hoặc đá cấp phối dùng làm lớp móng đường thường bao gồm nhiều kích cỡ lớn nhỏ khác nhau, có như vậy sau khi đầm lèn mới đạt được độ chặt chẽ cao, độ hồng thấp. Tùy thuộc vào đối tượng sử dụng vật liệu có những yêu cầu khác nhau về thành phần hạt.

Thành phần hạt làm hàm lượng các nhóm hạt có trong vật liệu. Phân tích thành phần hạt là tiến hành phân tích loại các nhóm hạt và xác định hàm lượng của chúng.

##### 1.2.3.4.2. Dụng cụ thí nghiệm chủ yếu.

Bộ sàng tiêu chuẩn: Mỗi loại vật liệu dùng một sàng tiêu chuẩn khác nhau. Ví dụ:

- Đá dùng cho bê tông xi măng thì dùng các cỡ sàng 70; 40; 20; 0,5mm.
- Đá dùng cho bê tông nhựa thì dùng các cỡ sàng 40; 25; 20; 10; 5; 2,5mm hoặc 3/4"; 3/8" sàng số 4.
- Vật liệu cấp phối đá dùng các cỡ sàng: 50; 40; 25 (20); 10 (15); 5; 2; 0.5 và 0.074 hoặc 2"; 1,5"; 1-3/8" số 4; 10; 40 và 200.

Vật liệu cát dùng các sàng.

5; 2,5; 1,25; 0~3; 0.31; 0,14; 0.74.

Cân kỹ thuật.

- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt.

##### 1.2.3.4.3. Phương pháp tiến hành.

Lấy mẫu thí nghiệm đại diện cho sản phẩm cần kiểm tra. Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi. Cân lấy một khối lượng đủ để làm thí nghiệm. Khối lượng mẫu thử tùy thuộc và tích cỡ hạt lớn nhất có trong đó. Kích cỡ càng lớn. khối lượng càng nhiều. Ví dụ theo quy định hiện hành thì khối lượng mẫu thử như sau:

Đối với đá dăm tùy theo kích cỡ 2000-5000g

Đối với cấp phối đá 3000 -5000g

Đối với cát 500 -5000g

Đối với bột khoáng 200g

Làm tơi vụn các kết thể, để các hạt rời nhau ra bằng chày cao su hoặc vồ gỗ. Sau đó lần lượt cho qua các sàng từ lớn đến nhỏ. Cho khởi động máy lắc hoặc lắc tay cho đến khi không còn có hạt nào lọt qua từng các cỡ sàng nữa mới thôi.

Cân xác định khối lượng còn sót lại trên từng cỡ sàng.

Từ kết quả cân khối lượng trên từng sàng tính hàm lượng sót lại riêng biệt trên từng sàng.

$$A_i = \frac{G_i}{G}$$

G : Khối lượng mẫu thí nghiệm

$A_i$  : Hàm lượng sót riêng biệt trên sàng thử có.

Sau đó tính hàm lượng tích lũy trên từng sàng, bằng tổng số hàm lượng sót riêng biệt.

$$B_i = \sum A_i = A_1 + A_2 + \dots + A_i$$

- Từ kết quả tính được, đem biểu thị trên toạ độ nửa lôgarit. Đối chiếu với yêu cầu để nhận xét chất lượng theo tiêu chuẩn thành phần hạt.

*Ghi chú :*

a. Khi thí nghiệm đá dăm dùng cho bê tông xi măng để đánh giá chất lượng về thành phần hạt thì phải xác định được cỡ hạt lớn nhất  $D_{\max}$  cỡ hạt nhỏ nhất  $D_{\min}$  và cỡ hạt  $1/2 (D_{\max} + D_{\min})$ . Cỡ hạt  $D_{\max}$  lấy theo cỡ sàng nhỏ nhất trong các cỡ sàng có hàm lượng tích lũy không quá 100%.

Ví dụ : Có 2 sàng 40 và 70mm có hàm lượng tích lũy trên sàng 40 là 9% và trên sàng 70 là 5% thì cỡ  $D_{\max}$  sẽ là 40mm. Cỡ hạt  $D_{\min}$  lấy theo cỡ sàng lớn nhất trong các cỡ sàng có hàm lượng lọt sàng không quá 10%.

Ví dụ : Có 2 cỡ sàng 10mm và 5mm, lọt qua sàng 10mm là 8,5%, lọt qua sàng 5mm là 4% thì  $D_{\min}$  sẽ là 10mm. Giá trị  $1/2 (D_{\max} + D_{\min})$  lấy theo cỡ sàng gần nhất.

b. Đối với mẫu, cát sau khi phân loại xong các nhóm hạt, thì phải xác định mô đun độ lớn của cát. Để tính mô đun độ lớn của cát, chỉ sử dụng loại hạt đã lọt qua sàng 5mm.

Như vậy nếu có cỡ hạt lớn hơn 5mm phải tách nó ra. Xác định hàm lượng để biết chứ không dùng để tính mô đun độ lớn). Phần lọt sàng 5mm đem thí nghiệm xác định hàm lượng sót tích lũy trên các sàng.

Mô đun độ lớn tính theo công thức:

$$M_k = \frac{A_{25} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,30} + A_{0,15}}{100}$$

c. Khối lượng mẫu thí nghiệm dùng trong công thức tính hàm lượng sót riêng biệt của từng sàng, có thể được tính theo tổng số khối lượng của tất cả các cỡ hạt (bao gồm tổng lượng sót trên các sàng và lọt qua sàng nhỏ nhất).

d. Khối lượng của mẫu thí nghiệm dùng trong công thức tính hàm lượng sót riêng biệt của từng sàng có thể được tính theo hàm lượng của tất cả các nhóm hạt phải là 100%.

#### **1.2.3.5. Hàm lượng cát tương đương (Độ bền theo PP Cát tương đương).**

##### **1.2.3.5.1. Khái niệm:**

Hàm lượng cát tương đương là chỉ tiêu biểu thị hàm lượng cỡ hạt có trong mẫu cát. Chỉ tiêu này gián tiếp nói lên mức độ bền của vật liệu. Hàm lượng cát tương đương được biểu thị bằng thể tích giữa hàm lượng cát với thể tích toàn bộ mẫu khi ngâm và lắng đọng tự do trong nước và tính bằng %.

##### **1.2.3.5.2. Dụng cụ:**

- Ống đong bằng chất dẻo chuyên dùng.
- Ống rửa, Bình đựng nước.
- Máy lắc.
- Sàng có lỗ 5mm, 2mm.
- Cân kỹ thuật.
- Các dụng cụ thông thường khác (tủ sấy, đồng hồ bấm giây...)
- Dung dịch rửa (nước cất, can xi clorua, gly xêrin, foóc man đê hít).

##### **1.2.3.5.3. Cách tiến hành.**

- Mẫu thí nghiệm được hong khô, cho qua sàng 2 mm (hoặc 5mm). Cân lấy 120
- Đổ dung dịch rửa vào ống đong đến vạch quy định đổ mẫu vào ống đong ngâm trong 10 phút. Dùng máy lắc hoặc lắc tay (lắc ngang qua lại 90 lần).
- Dùng ống rửa và dung dịch để rửa phần hạt sét bụi tránh khỏi hạt cát (làm từ dưới lên). Khi mực nước ngang với thành ống thì rút ống rửa ra khỏi.
- Hàm lượng cát tương đương được tính theo công thức:

$$E_s = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

$h_2$  : Chiều cao phần hạt

$h_1$  : Chiều cao toàn bộ

##### **Ghi chú:**

Vì chiều cao  $h_1$  thay đổi theo thời gian nên phải không ché thời điểm lúc đọc (Để yên trong 20 phút thì đọc, không được đọc trước hoặc chậm hơn qui định).

- Mẫu thí nghiệm chỉ hong khô gió. Không được sấy ở nhiệt độ cao.
- Nhiệt độ thí nghiệm nên không ché trong khoảng 20-25<sup>0</sup>.

### 1.2.3.6. Hàm lượng bụi sét trong vật liệu

#### 1.2.3.6.1. Định nghĩa.

Hàm lượng bụi sét trong vật liệu là chỉ tiêu đánh giá độ bền của vật liệu, được xác định bằng tỷ số giữa khối lượng các hạt bụi và hạt sét dính bám trên bề mặt các hạt đá và lẫn trong vật liệu với khối lượng toàn bộ mẫu và tính bằng phần trăm.

Để xác định hàm lượng bụi sét ta dùng phương pháp rửa và phương pháp ống hút pipet. Nhưng thông dụng và đơn giản nhất vẫn là phương pháp rửa.

#### 1.2.3.6.2. Dụng cụ thí nghiệm.

- Thùng rửa hoặc chậu.
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 1g.
- Tủ sấy có bộ phận không chế nhiệt.

#### 1.2.3.6.3. Tiến hành thử nghiệm:

- Sấy khô mẫu thử đến khối lượng không đổi, cân lấy một khối lượng 3-5kg (Tuỳ theo kích thước hạt lớn hay nhỏ mà lấy nhiều hay ít).

- Cho mẫu vào thùng rửa hoặc chậu rửa. Đổ nước ngập quá 2cm, ngâm trong nửa giờ; Sau đó dùng que khuấy đảo cho cát bụi sét long ra.

Để yên trong 2 phút cho các hạt cát chung lắng xuống. Mở nút xả hoặc gạt phần nước đục ra. Chú ý không để các hạt cát bị cuốn theo nước ra ngoài. Tiếp tục đổ nước vào để rửa cho đến khi nước trong thì thôi.

Vớt mẫu ra đem sấy khô hoàn toàn sau đó cân xác định khối lượng mẫu sau khi rửa.

Tính hàm lượng bụi, bùn, sét theo công thức:

$$B = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100(\%)$$

B : Hàm lượng bụi sét tính bằng phần trăm.

M<sub>1</sub> : Khối lượng ban đầu (g).

M<sub>2</sub> : Khối lượng sau khi rửa (g).

Thí nghiệm 2 mẫu lấy giá trị trung bình.

### 1.2.3.7. Cường độ chịu nén của đá.

#### 1.2.3.7.1. Khái niệm chung.

Cường độ chịu nén của đá là chỉ tiêu biểu thị khả năng chống lại lực nén vỡ của đá nguyên khai, được xác định bằng phương pháp nén cho đến khi vỡ mẫu đá đã được gia công đúng quy định về đường kính và chiều cao mẫu. Cường độ chịu nén được xác định theo công thức:

$$R_n = \frac{P}{F} \text{ daN/cm}^2$$

R<sub>n</sub> : Cường độ chịu nén dọc trục daN/cm<sup>2</sup>

P : Lực nén vỡ mẫu (tải trọng tác dụng lên mẫu khi mẫu phá vỡ) daN

F : Diện tích mặt chịu nén (diện tích mặt cắt ngang mẫu) cm<sup>2</sup>

#### 1.2.3.7.2. Dụng cụ thí nghiệm



- Dụng cụ khoan cắt, tạo mẫu thí nghiệm (máy khoan lấy mẫu nguyên dạng, máy cắt).

- Máy nén thuỷ lực 100 : 200 tấn.

- Thước đo.

#### 1.2.3.7.3. Cách tiến hành.

- Tạo mẫu thí nghiệm: Dùng máy khoan tạo mẫu hình trụ đường kính 40-50mm.

Cắt phẳng 2 đầu, mặt cắt song song nhau. Mẫu có chiều cao bằng đường kính. Trường hợp không có máy khoan lấy mẫu, thì dùng máy cắt để tạo mẫu hình lập phương kích thước mỗi cạnh 40:50mm. Khi khoan lấy mẫu phải chú ý để sao cho mặt phẳng chịu nén song song với mặt phân lớp (hướng tác dụng của lực thẳng góc với mặt phân lớp).

- Sấy khô mẫu trong 1 giờ (nếu thí nghiệm xác định cường độ khi khô) hoặc ngâm trong nước trong thời gian 12 giờ nếu thí nghiệm mẫu bão hoà).

- Nén mẫu bằng máy thí nghiệm thuỷ lực với tốc độ gia tải không chế trong khoảng 5-10 daN/cm<sup>2</sup>-giây. Cho đến khi mẫu vỡ. Ghi lấy giá trị lực mẫu vỡ.

- Tính cường độ chịu nén theo công thức ở trên. Nếu là mẫu khô đó là cường độ chịu nén khô, nếu là mẫu ngâm nước đó là cường độ chịu nén mẫu bão hoà.

- Hệ số hoá mềm của mẫu là tỷ số giữa cường độ mẫu ngâm nước và cường độ mẫu khô và tính toán theo công thức:

$$n = \frac{R_{bh}}{R_k}$$

n : Hệ số hoá mềm (tính theo số thập phân).

R<sub>bh</sub> : Cường độ mẫu bão hoà, daN/cm<sup>2</sup>.

R<sub>k</sub> : Cường độ của mẫu khô, daN/cm<sup>2</sup>.

*Ghi chú:* Khi mẫu nén không đảm bảo được yêu cầu chiều cao bằng đường kính, thì kết quả phải được hiệu chỉnh lại như sau:

$$R = \frac{9R'}{7 + \frac{h}{d}} \text{ daN/cm}^2$$

R : Cường độ chịu nén quy về mẫu chuẩn, daN/cm<sup>2</sup>.

R' : Cường độ chịu nén quy về mẫu thực tế d # h

d : Đường kính mẫu hình trụ.

h : Chiều cao mẫu hình trụ.

- Thí nghiệm 3-5 mẫu lấy giá trị bình quân.

#### 1.2.3.8. Độ hao mòn Đờ van của đá dăm.

##### 1.2.3.8.1. Khái niệm

Độ hao mòn là sự vỡ hạt của các viên đá dăm do sự va chạm của các hòn đá với nhau. Độ hao mòn Đờ van là sự vỡ hạt của các viên đá được xác định bằng thí nghiệm trong thùng quay Đờ van.

#### 1.2.3.8.2. Dụng cụ:

- Thùng quay Đờ van có tốc độ quay 30 vòng trong một phút.
- Cân kỹ thuật.
- Tủ sấy 200°C có bộ phận khống chế nhiệt.

#### 1.2.3.8.3. Phương pháp thực hiện.

- Chọn những viên đá có kích thước 40-60mm có nhiều cạnh. Lấy khoảng 50 viên (khoảng 5kg).
- Sấy khô đến khối lượng không đổi, cân xác định khối lượng ban đầu.
- Cho mẫu đá vào thùng quay Đờ van. Cho máy quay 10.000 vòng với tốc độ quay 30 vòng/phút.
- Khi quay đủ số vòng, lấy mẫu ra, dùng sàng 5mm để sàng các hạt mảnh vỡ lọt qua.
- Rửa sạch các hòn đá còn lại trên sàng 5mm.
- Sấy khô đến khối lượng không đổi cân xác định khối lượng.
- Độ hao mòn Đờ van tính theo công thức:

$$D = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100 (\%)$$

D : Độ bao mòn đờvan (%)

G<sub>1</sub> : Khối lượng ban đầu (g)

Thí nghiệm 2 mẫu lấy kết quả theo giá trị bình quân.

#### 1.2.3.9. Độ hao mòn Lót-ănggiolét (L.A) của đá dăm - Thí nghiệm thùng quay L.A

##### 1.2.3.9.1. Khái niệm.

Độ hao mòn LA của đá dăm là mức độ vỡ hạt của đá dăm do tác động va đập của các hòn đá với nhau. Cộng thêm tác dụng va đập của các hòn bi thép lên các hòn đá dăm. Độ hao mòn LA của đá dăm được xác định bằng thí nghiệm thùng quay LA.

Độ hao mòn LA khác độ hao mòn Đờ van ở chỗ.

- Sự vỡ hạt của các hòn đá do sự va đập của các hòn bi thép.
- Các viên đá đem thí nghiệm gồm một số loại kích cỡ khác nhau.

##### 1.2.3.9.2. Quy trình thí nghiệm :

\* Chọn phương pháp thí nghiệm :

- Các viên đá đem thí nghiệm gồm một số loại kích cỡ khác nhau, Kích cỡ hạt có trong mẫu quyết định phương pháp thí nghiệm độ mài mòn. Việc lựa chọn phương pháp thí nghiệm dựa theo bảng sau:

**Bảng 1.9**

Cỡ hạt (mm)		Phương pháp thí nghiệm và khối lượng qui định cho từng phương pháp thí nghiệm (g)						
Lọt sàng	Trên sàng	A	B	C	D	E	F	G
76.2	63.5					2500		
63.5	50.8					2500		

50.8	38.1					5000	5000	
38.1	25.4	1250					5000	5000
25.4	19.1	1250						5000
19.1	12.7	1250	2500					
12.7	9.52	1250	2500					
9.52	6.35			2500				
6.35	4.76			2500				
4.76	2.38				5000			
<b>Tổng cộng</b>		<b>5000</b>	<b>5000</b>	<b>5000</b>	<b>5000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>

Khi đã quyết định phương pháp thí nghiệm cần lấy đủ số viên bi qui định cho mỗi phương pháp theo bảng sau:

**Bảng 1.10**

Nhóm cỡ hạt	Số lượng viên bi	Tổng khối lượng bi (gam)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15
E	12	5000 ± 25
F	-	-
G	-	-

\* Các bước tiến hành:

Đá sau khi sàng qua các cỡ sàng theo qui định tại *bảng 1.9*, đem rửa sạch, sấy khô rồi cân lấy lượng theo qui định của phương pháp đã chọn- ghi lấy số lượng chính xác.

Theo *bảng 1.9 & 1.10* Cân lấy lượng đá, chọn số viên bi theo qui định.

Đổ vào thùng quay. Đặt chế độ tự động cho máy quay liên tục, theo tốc độ qui định đến hết số vòng quy qui định.

Dừng máy, lấy mẫu ra, rửa mẫu qua sàng 1.7mm.

Phần còn lại trên sàng đem sấy khô, cân xác định khối lượng sau khi quay, vỡ hạt.

Độ mài mòn Lót -Anggiolét tính theo công thức sau:

$$LA = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 (\%)$$

LA : Độ hao mòn Lót Ăng giolét (%)

P<sub>1</sub> : Khối lượng mẫu ban đầu.

P<sub>2</sub> : Khối lượng mẫu sau khi thí nghiệm.

### **1.3 THÍ NGHIỆM CÁT (Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu cát)**

#### **1.3.1 Phương pháp lấy mẫu (theo TCVN 337-1986)**

##### **1.3.1.1.1. Mẫu cát dùng để kiểm tra chất lượng cát được lấy từ các lô cát**

Trên các bãi khai thác, lô cát là khối lượng cát do một cơ sở sản trong một lúc. Nếu cát được sản xuất theo từng cỡ hạt riêng biệt thì lô cát là khối lượng cát của cùng một cỡ hạt được sản xuất trong một ngày. Lô cát tại các kho được quy định với khối lượng không quá 500T (350m<sup>3</sup>).

##### **1.3.1.1.2 Lấy mẫu ban đầu :**

Trên các băng chuyền mẫu ban đầu được lấy theo định kỳ từ 0,5 đến 1 giờ và lấy trên suất chiều ngang băng chuyền cát. Nếu cát đồng nhất thì thời gian giữa hai lần lấy có thể kéo dài hơn.

Mẫu ban đầu của cát chứa trong kho được lấy từ nhiều điểm khác nhau theo chiều cao đồng cát từ đỉnh xuống tới chân, sao cho mẫu lấy ra đại diện cho cả lô cát

Nếu cát ở trong các bể chứa thì phải lấy cả trên mặt và dưới đáy bể.

Mỗi lô cát lấy từ 10 đến 15 mẫu ban đầu.

*1.3.1.1.3. Các mẫu ban đầu sau khi đã lấy theo mục 1.3.1.1.2 được gộp lại, trộn kỹ và rút gọn theo phương pháp chia tư. Đổ cát lên một tấm kính hay đĩa tròn, san phẳng và kẻ hai đường thẳng vuông góc để chia mẫu thành bốn phần đều nhau. Lấy hai phần bất kỳ đối đỉnh nhau, gộp lại làm một. Sau đó lại trộn kỹ và rút gọn như trên cho tới khi đạt được khối lượng cần thiết.*

Rút gọn mẫu bằng thùng chứa có hai máng nhỏ chuyên dùng. Đổ mẫu cát vào thùng chứa, san phẳng rồi mở máng cho cát chảy theo hai phía ra ngoài. Dùng một nửa (khối lượng cát của một máng) để tiếp tục rút gọn như thế cho tới khi đạt được khối lượng cần thiết kích thước mỗi máng nhỏ phải lớn hơn 1,5 lần kích thước hạt cát lớn nhất.

*1.3.1.1.4. Từ mẫu trung bình theo mục c lấy ra mẫu thí nghiệm cho từng chỉ tiêu :*

Cho phép xác định nhiều chỉ tiêu từ một mẫu thử nếu trong quá trình thử tính chất của cát không bị thay đổi.

Dùng mẫu cát sau khi đã xác định khối lượng thể tích để xác định tiếp các chỉ tiêu hàm lượng cỡ hạt và hàm lượng chung bùn, bụi, sét.

Khối lượng cát còn lại được dùng làm mẫu lưu.

*1.3.1.1.5. Mẫu cát được cân chính xác tới 0,1%.*

*1.3.1.1.6. Khối lượng không đổi của mẫu sau khi sấy trong tủ từ 105 đến 110<sup>0</sup>C là khối lượng mà hiệu số giữa hai lần cân kế tiếp nhau không lớn hơn 0,1% khối lượng mẫu. Thời gian hai lần cân kế tiếp nhau không nhỏ hơn 3 giờ.*

*1.3.1.1.7. Trước khi tiến hành thí nghiệm phải để các thiết bị thử, cát và nước có nhiệt độ trong phòng mới thử.*

### **1.3.2. Phương pháp xác định thành phần khoáng vật**

Chỉ tiêu này ít khi phải tiến hành. Khi Thật cần thiết có thể gửi mẫu đến các phòng phân tích chuyên môn (Trung tâm Khoa học công nghệ Quốc gia).

### **1.3.3. Phương pháp xác định khối lượng riêng**

#### ***1.3.3.1. Thiết bị thử :***

- Bình khối lượng riêng (hình 1);
- Cân kỹ thuật với độ chính xác 0,01g;
- Bình hút ẩm;
- Tủ sấy;
- Bếp cách cát hoặc bếp cách thủy.

#### ***1.3.3.2. Chuẩn bị mẫu thử***

- Lấy 30g mẫu theo TCVN 337: 1986 rồi sàng mẫu qua sàng có kích thước mắt sàng 5mm.

- Sấy mẫu thử ở nhiệt độ 105- 110<sup>0</sup>C đến khối lượng không đổi theo TCVN 337: 1986, sau khi sấy, mẫu được để nguội trong bình hút ẩm đến nhiệt độ phòng rồi đem trộn đều và chia làm 2 phần để tiến hành thử 2 lần song song nhau.

#### ***1.3.3.3. Tiến hành thử***

1) Đổ mỗi mẫu thử vào một bình khối lượng riêng đã rửa sạch, sấy khô và cân sẵn ( $m_1$ ) cân bình khối lượng riêng chứa mẫu cát ( $m_2$ ). Đổ nước cất có nhiệt độ phòng vào bình khối lượng riêng ngập đến khoảng 2/3 thể tích bình. Lắc đều bình chứa mẫu cát và nước rồi đặt hơi nghiêng lên bếp cách cát hay bếp cách thủy và đun sôi trong khoảng 15 - 20 phút để đuổi hết bọt khí ra khỏi bình. Cũng có thể đuổi hết bọt khí ra khỏi bình bằng cách hút không khí tạo chân không trong bình hút ẩm.

2). Sau khi đuổi hết bọt khí ra khỏi bình, lau sạch xung quanh bình và để nguội đến nhiệt độ phòng. Đổ thêm nước cất vào bình đến vạch định mức ở cổ bình rồi cân bình chứa cát và nước cất ( $m_3$ ) sau đó đổ mẫu thử ra, rửa sạch bình, đổ nước cất vào đến vạch định mức rồi lại cân ( $m_4$ ).

#### **1.3.3.4. Tính kết quả**

1) Khối lượng riêng của từng mẫu ( $p$ ), tính bằng  $g/cm^3$  chính xác đến  $0,01g/cm^3$ .  
Tính theo công thức:

$$P = \frac{(m_2 - m_1) \cdot p_n}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}$$

Trong đó:

$m_1$  : Khối lượng bình không, tính bằng g.

$m_2$  : Khối lượng bình chứa cát, tính bằng g.

$m_3$  : Khối lượng bình chứa cát và nước cất, tính bằng g.

$m_4$  : Khối lượng bình chứa nước cất, tính bằng g.

$p_n$  : Khối lượng riêng của nước cất lấy bằng  $1g/cm^3$ .

2). Khối lượng riêng của cát là trung bình cộng kết quả của hai lần thử khi kết quả của hai lần thử chênh lệch nhau không quá  $0,02g/cm^3$ .

Trường hợp kết quả của hai lần thử chênh lệch nhau quá  $0,02g/cm^3$  thì phải xác định lần thứ ba và khi đó khối lượng riêng của cát là trung bình cộng kết quả của hai lần thử có kết quả gần nhau.

### **1.3.4. Phương pháp xác định khối lượng thể tích xốp và độ xốp**

#### **1.3.4.1 Thiết bị**

- Ống đong dung tích 1 lít (kích thước bên trong: đường kính 108mm);
- Cân kỹ thuật;
- Tủ sấy;
- Thuốc lá kim loại;
- Loại sàng có kích thước mắt sàng 5mm.

#### **1.3.4.2. Chuẩn bị mẫu thử**

Lấy 5-10 kg (tùy theo lượng sỏi trong cát) mẫu theo TCVN 337:1986 rồi sấy đến khối lượng không đổi. Sau đó để nguội mẫu đến nhiệt độ phòng rồi sàng qua lưới sàng có kích thước mắt sàng mm.

#### **1.3.4.3. Tiến hành thử**

Lấy cát đã chuẩn bị ở trên, đổ từ độ cao 10cm vào ống đong sạch, khô và cân sẵn cho đến khi cát tạo thành hình chóp trên miệng ống đong, dùng thuốc kim loại gạt ngang miệng ống rồi đem cân.

#### **1.3.4.4. Tính kết quả**

1) Khối lượng thể tích xốp của cát (pv) tính bằng kg/m<sup>3</sup>, chính xác đến 10 kg/cm<sup>3</sup> theo công thức:

$$\rho_v = \frac{m_2 - m_1}{v}$$

Trong đó:

m<sub>1</sub> : Khối lượng ống đong, tính bằng kg.

m<sub>2</sub> : Khối lượng ống đong chứa cát ngang miệng, tính bằng kg.

v : Thể tích ống đong, tính bằng m<sup>3</sup>

2) Tiến hành thử hai lần hai mẫu thử khác nhau. Khối lượng thể tích xốp của cát là trung bình cộng kết quả của hai lần thử.

3) Xác định độ xốp của cát dựa vào kết quả thử khối lượng riêng theo TCVN 339:1986 và khối lượng thể tích xốp (pv) theo mục 4.4.1. Độ xốp của cát (X<sub>0</sub>) tính bằng % chính xác tới 0,1%, theo công thức:

$$X_0 = 1 - \frac{\rho_v}{\rho \times 1000} \times 100$$

Trong đó:

ρ<sub>v</sub> : Khối lượng thể xốp của cát, tính bằng kg/m<sup>3</sup>.

ρ : Khối lượng riêng của cát, tính bằng g/cm<sup>3</sup>.

#### **1.3.5. Phương pháp Xác định độ ẩm**

##### **1.3.5.1. Thiết bị**

- Cân kỹ thuật
- Tủ sấy.

##### **1.3.5.2. Tiến hành thử**

- Lấy mẫu theo TCVN 337:1986, khối lượng mỗi mẫu không nhỏ hơn 0,5kg.
- Đổ mẫu thử vào một bình đem cân bằng cân ký thuật chính xác đến 0,1%.
- Sấy mẫu thử đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105 -110<sup>0</sup>C theo TCVN 337: 1986 rồi cân mẫu thử sau khi sấy theo 2.2

##### **1.3.5.3. Tính kết quả**

1) Độ ẩm của mỗi mẫu thử (W) tính bằng %, chính xác đến 0,1% theo công thức

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\%$$

Trong đó:

m<sub>1</sub> : Khối lượng mẫu thử trước khi sấy khô, tính bằng (g)

m<sub>2</sub> : Khối lượng mẫu thử sau khi sấy khô, tính bằng (g)

2) Độ ẩm của cát là trung bình cộng kết quả của hai lần thử.

#### **1.3.6. Phương pháp xác định thành phần hạt và mô đun độ lớn**

##### **1.3.6.1. Thiết bị thử**

- Cân Kỹ thuật
- Bộ lưới sàng có kích thước mắt sàng là 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14mm.

- Tủ sấy.

#### **1.3.6.2. Tiến hành thử**

1) Lấy 2 kg cát theo TCVN 337:1986 rồi sấy ở nhiệt độ 105 – 110<sup>0</sup>C đến khối lượng không đổi.

2). Sàng mẫu đã chuẩn bị ở mục 1.3.6.1 qua sàng có kích thước mắt sàng 10 và 5mm.

3). Cân khối lượng hạt còn lại trên sàng (M<sub>10</sub> và M<sub>5</sub>) và tính tỷ lệ phần trăm lượng hạt sỏi chứa trong cát có kích thước cỡ hạt 5 -10 mm và lớn hơn 10 mm (S<sub>10</sub>) chính xác đến 0,1% theo công thức

$$S_{10} = \frac{M_{10}}{M} \times 100 \qquad S_5 = \frac{M_5}{M} \times 100$$

Trong đó :

M<sub>10</sub> : Khối lượng sỏi còn lại trên sàng có kích thước mắt sàng là 1 mm, tính bằng g.

M<sub>5</sub> : Khối lượng sỏi còn lại trên sàng có kích thước mắt sàng là 5mm, tính bằng g

M : Khối lượng mẫu thử, tính bằng (g).

4) Lấy lượng cát dưới sàng có kích thước mắt sàng 5mm. Để xác định thành phần hạt cát không có sỏi, khi đánh giá chất lượng của cát thì việc xác định này tiến hành sau khi đã rửa cát. Khi đó lượng bụi, bẩn cũng tính vào lượng lọt qua sàng có kích thước mắt sàng nhỏ nhất và tính vào khối lượng của mẫu thử. Khi thử đồng loạt có phép sàng thử với khối lượng 500g (không có sỏi) sau khi đã rửa cát.

Khi kiểm tra chất lượng của cát. Cho phép sàng mẫu thử không cần phải rửa trước trừ trường hợp thử cát có chứa nhiều tạp chất đất sét.

5) Sàng mẫu thử đã chuẩn bị được ở trên qua bộ lưới sàng có kích thước mắt sàng 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14mm. Có thể tiến hành sàng bằng tay hay bằng máy. Khi sàng bằng tay thì thời gian kéo dài đến khi kiểm tra thấy trong 1 phút lượng cát lọt qua mỗi sàng không lớn hơn 0,1 % khối lượng mẫu thử.

Cho phép xác định thời gian sàng bằng phương pháp đơn giản sau: Đặt tờ giấy xuống dưới mỗi lưới sàng rồi sàng đều, nếu không có cát lọt qua sàng thì thôi không sàng nữa.

Khi sàng bằng máy thì thời gian đó được quy định từng loại máy theo kinh nghiệm.

Cân lượng cát còn lại trên mỗi lưới sàng chính xác đến 1 %.

#### **1.3.6.3. Tính kết quả**

1). Lượng sót riêng (a<sub>i</sub>) trên sàng kích thước mắt i được tính bằng (%), chính xác đến 0,1 % theo công thức :

$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100$$

Trong đó:

m<sub>i</sub> : Khối lượng cát còn lại trên sàng kích thước mắt i, tính bằng g.



$m$  : Khối lượng mẫu thử trên sàng, tính bằng g

2) Lượng sót tích lũy  $a_i$  trên sàng kích thước mắt  $a_i$  là tổng lượng sót trên sàng có kích thước mắt sàng lớn hơn nó và phần sót trên bản thân nó. Lượng sót tích lũy bằng %, chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots a_i$$

Trong đó:

$a_{2,5} \dots a_i$  : Lượng sót riêng trên các sàng có kích thước mắt sàng từ 2,5 đến kích thước mắt sàng  $i$ , tính bằng %.

$a_i$  : Lượng sót riêng trên sàng kích thước mắt  $i$ , tính bằng (%).

3) Mô đun độ lớn của cát ( $M$ ) trừ sỏi có kích thước hạt lớn hơn 5mm được tính chính xác tới 0,1 theo công thức:

$$M = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Trong đó:

$A_{2,5}$  ;  $A_{1,25}$  ;  $A_{0,63}$  ;  $A_{0,315}$  ;  $A_{0,14}$  Lượng sót tích lũy trên các sàng kích thước mắt sàng tương ứng là: 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14mm.

4) Kết quả xác định thành phần hạt của cát được ghi vào bảng sau và được biểu diễn bằng biểu đồ dạng đường cong gấp khúc như biểu đồ sau:

**Bảng 1.11**

Phần còn lại trên sàng (%)	Kích thước mắt sàng (mm)					Lượng cát qua sàng 0,14mm
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Lượng sót riêng trên mỗi sàng	$a_{2,5}$	$a_{1,25}$	$a_{0,63}$	$a_{0,315}$	$a_{0,14}$	$a_{0,14}$
Lượng sót tích lũy trên sàng	$A_{2,5}$	$A_{1,25}$	$A_{0,63}$	$A_{0,315}$	$A_{0,14}$	
	5	5	3		4	

### 1.3.7. Phương pháp xác định thành phần hàm lượng chung bụi, bùn, sét

#### 1.3.7.1 Xác định hàm lượng chung bụi, bùn, sét bằng cách rửa (Phương pháp trọng tài)

##### 1.3.7.1.1. Thiết bị

- Cân kỹ thuật;
- Tủ sấy;
- Bình rửa cát (hình 1) hay thùng trụ chiều cao 300mm có ống xi phông.
- Đồng hồ bấm giây.

##### 1.3.7.1.2. Chuẩn bị mẫu thử.

Lấy mẫu rồi sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi theo TCVN 337:1986, sau đó cân 1000g cát đã được sấy khô để làm thí nghiệm.

##### 1.3.7.1.3. Tiến hành thử

1) Đổ mẫu thử vào bình rồi đổ nước sạch vào cho tới khi chiều cao lớp nước nằm trên cát đạt tới khoảng 200mm. Ngâm cát trong nước khoảng 2 giờ thỉnh thoảng lại khuấy đều một lần, cuối cùng khuấy mạnh một lần nữa rồi để yên trong 2 phút sau đó đổ nước đục ra chỉ để lại trên cát trong lớp nước khoảng 30mm. Lại đổ nước sạch

vào đến mức quy định và tiếp tục rửa cát như vậy cho đến khi nước đổ ra không còn vẩn đục nữa.

2). Dùng bình rửa (*hình 1.1*) hay thùng trụ có ống xi phông để rửa cát. Khi dùng bình rửa thì phải có nước vào bình cho đến khi nước trào qua vòi trên, còn nước đục thì tháo nước ra bằng hai vòi dưới (*hình 1.1*).

Khi dùng thùng trụ thì tháo nước ra bằng ống xi phông, đầu ống phải giữ cách mặt khoảng 30mm.

3). Sau khi rửa cát xong, sấy khô đến khối lượng không đổi theo TCVN 337: 1986.

#### **1.3.7.1.4. Tính kết quả**

Hàm lượng chung bụi, bùn, sét chứa trong cát (Sc) tính bằng phần trăm (%) chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$Sc = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

*Trong đó :*

m : Khối lượng mẫu khô trước khi rửa, tính bằng g.

m<sub>1</sub> : Khối lượng mẫu khô sau khi rửa, tính bằng g.

#### **1.3.7.2. Xác định hàm lượng bụi, bùn, sét bằng phương pháp nhanh.**

##### **1.3.7.2.1. Thiết bị :**

- Cân kỹ thuật,
- Thùng đựng có vòng vạch mức bên trong ứng với dung tích 5 lít và 10 lít
- Thùng trụ không có vòng vạch mức;
- Tủ sấy
- Bộ lưới sàng có kích thước mắt sàng 0,63 và 0,14mm
- Bình trụ bằng kim loại (*hình 2*) dung tích 1000 ml có lỗ quan sát (2 cái)
- Pipet định mức 50ml bằng kim loại

##### **1.3.7.2.2. Tiến hành thử**

1) Lấy 1000g cát theo TCVN 337:1986. Đổ mẫu vào thùng không có vòng vạch mức lấy 5 lít nước đổ vào thùng khoảng 4,5 lít, số còn lại dành để sau này tráng thùng. Ngâm nước trong cát 10 -15 phút trộn đều cát vài lần để rửa hết đất sét và bụi chứa trong cát. Sau đó đổ nước vào cát ở thùng lên trên 2 lưới sàng đặt trên chiếc thùng có vạch mức, sàng trên có kích thước mắt sàng 0,63mm sàng dưới có kích thước mắt sàng là 0,1mm.

2) Để nước đục trong thùng lắng xuống và đổ cẩn thận nước trong ở bên trên sàng thùng không có vòng vạch mức và dùng nước đó để rửa cát trên sàng. Lấy một phần của lượng nước dành lại ở trên để tráng thùng không có vòng vạch mức và cũng đổ nước đó sang thùng có vòng vạch mức làm sao cho mức nước trong thùng đạt tới mức 5 lít. Trường hợp chưa đạt tới mức 5 lít thì đổ thêm vào đó cho đạt tới mức 5 lít.

3) Sau đó, khuấy đều nước đục trong thùng, dùng phễu đổ ngay nước đó sang 2 chiếc thùng trụ bằng kim loại dung tích 1000ml (*hình 1.2*). Khi đó, vẫn tiếp tục khuấy

đều không còn cặn đọng lại. Nước trong mỗi bình trụ phải đạt tới vạch định mức trên lỗ quan sát.

Dùng thìa thủy tinh hay thìa kim loại khuấy đều nước đục trong bình, hoặc đập nắp lại rồi lắc đều lên.

Sau khi khuấy đều nước trong bình, bấm đồng hồ giây cho chạy và để yên bình trong 15 phút. Trước khi kết thúc thời gian đó độ 5 - 10 giây cho pipet vào bình như sau:

Dùng ngón tay bịt chặt đầu trên pipet, còn đầu dưới cắm vào nước sâu 190mm. Mở ngón tay ra để nước chảy vào pipet rồi lại dùng ngón tay bịt chặt đầu ống lại.

Lấy pipet ra khỏi bình mở ngón tay cho 50ml nước chảy vào cốc đã sấy khô và cân sẵn.

4). Cô nước đục chứa trong cốc trong tủ sấy ở nhiệt độ 105 - 110°C. Cân cốc chứa bột đã cô đặc bằng cân kỹ thuật chính xác đến 0,01g. Cũng làm như vậy đối với bình thứ 2.

#### *1.3.7.2.3. Tính kết quả*

l). Hàm lượng chung bụi, bùn sét chứa trong mẫu thử (S), tính bằng (%), chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$Sc = \frac{100(m_2 - m_1)}{m} \times 100$$

*Trong đó:*

m: Khối lượng mẫu thử, tính bằng g.

m<sub>1</sub>: Khối lượng cốc dùng để cô đặc, tính bằng g.

m<sub>2</sub>: Khối lượng cốc chứa bột đã cô đặc của 50ml nước đục, tính bằng g.

2) Hàm lượng chung bụi, bùn, sét trong cát là trung bình cộng kết quả của hai lần thử (lấy từ hai bình trụ).

3) Trong trường hợp có nhiều đất sét và bụi, bản thì thể tích nước để rửa cát là 10 lít thay cho 5 lít trong trường hợp trên và nước đổ vào thùng cũng phải đạt tới mức 10 lít. Khi đó kết quả thử, tính bằng phần trăm theo công thức:

$$Sc = \frac{200(m_2 - m_1)}{m} \times 100$$

### **1.3.8. Phương pháp xác định hàm lượng sét**

#### *1.3.8.1. Thiết bị và thuốc thử*

- Cân kỹ thuật,
- Ống nghiệm 100ml (2 cái);
- Ống xi phong bằng thủy tinh, một đầu cong hình chữ U; nối liền với ống cao su có cặp hãm (2 cái) hoặc pipet 100ml
- Đũa thủy tinh đầu bịt cao su;
- Nhiệt kế,
- Tủ sấy;
- Dung dịch amôniắc 25 %

#### *1.3.8.2. Chuẩn bị mẫu thử*

Lấy mẫu theo TCVN 337 : 1986 rồi sấy khô nhiệt độ 105-100<sup>0</sup>C đến khối lượng không đổi (TCVN 337 : 1986). Sau đó sàng mẫu qua sàng có kích thước lỗ 5mm.

- Lấy hai mẫu cát ở phần lọt qua sàng với khối lượng mỗi mẫu là 250g.

### 1.3.8.3. Tiến hành thử

1) Đổ dung dịch vào bình thủy tinh dung dịch 1000 ml, sau đó đổ 500ml nước sạch và 3-4ml amôniắc 25% vào mỗi bình. Dùng đũa thủy tinh đầu bịt cao su khuấy mạnh dung dịch.

Lại tiếp tục dùng đũa khuấy kỹ dung dịch chứa trong bình rồi đổ thêm vào đó một lượng nước sạch cho đến khi đạt tới vạch định mức 1000ml. Lắc đều dung dịch và dùng đũa khuấy vài lần lần cách nhau 2-3 phút một.

Sau khi khuấy xong, xác định nhiệt độ trong phòng và để yên các bình trong một thời gian như quy định trong bảng dưới đây:

**Bảng 1.12**

Nhiệt độ	15	17	20	22	25
Thời gian cần thiết để dung dịch lắng xuống	2 giờ	1 giờ 54'	1 giờ 45'	1 giờ 40'	1 giờ 34'

2) Dùng pipet lấy 100 ml nước đục ở độ sâu loomm trong mỗi bình, cách tiến hành thử như sau:

Độ một phút trước khi kết thúc thời gian để lắng, dùng pipet hoặc ống xi phông đầy nước cất, một đầu uốn cong hình chữ U cắm vào bình chứa cát và nước sao cho cho miệng pipet hoặc miệng đầu uốn cong của ống xi phông cách mặt nước khoảng 100 mm.

Khi dùng ống xi phông thì mở cặp hãm ở ống cao su cho nước chảy ra ngoài, bỏ đi 10-15ml chất lỏng đầu tiên rồi mới lấy 100ml nước đục. Lượng nước lấy bằng pipet hay ống xi phông cho vào ống nghiệm 100ml.

3) Cân ống nghiệm chứa chất lỏng (ml) chính xác đến 0,01g sau đó đổ nước đục ra và đổ nước cất vào ống nghiệm đến vạch định mức rồi lại cân (m2).

### 1.3.8.4. Tính kết quả

1) Hàm lượng đất sét chứa trong mẫu thử, tính bằng phần trăm, chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$S = 16,67 \times \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100$$

Trong đó :

m: Khối lượng mẫu thử, tính bằng g.

m<sub>1</sub>: Khối lượng ống nghiệm chứa nước đục, tính bằng g.

m<sub>2</sub>: Khối lượng ống nghiệm chứa nước cất, tính bằng g.

Hàm lượng đất sét chứa trong cát là trung bình cộng kết quả của hai lần thử.

## 1.3.9. Phương pháp xác định hàm lượng tạp chất hữu cơ

### 1.3.9.1. Thiết bị thử và thuốc thử

- Cân kỹ thuật;

- Bếp cách thủy
- Bình trụ bằng thủy tinh trong suốt, dung tích 250ml (đường kính trong từ 36-40ml) (2 cái);

- Dung dịch natri hydroxyt kỹ thuật 3%;
- Thang màu để so sánh.

#### *1.3.9.2. Tiến hành thử*

- Cân 250g mẫu cát theo TCVN 337 : 1986.
- Đổ mẫu thử vào bình trụ dung tích 250ml, đến mức 130ml đổ dung dịch NaOH 3% vào cho đến mức 200ml. Khuấy mạnh hỗn hợp trong bình và để yên trong 24 giờ.

Trong thời gian đó, cứ 4 giờ kể từ lúc bắt đầu thử lại khuấy 1 lần. Nếu đủ thời gian thì đem so sánh màu chất lỏng trên cát với thang màu chuẩn.

Khi chất lỏng trên cát không có màu rõ rệt để so sánh thì đem chung bình hỗn hợp trên bếp cách thủy trong 2-3 giờ ở nhiệt độ 60 - 70°C rồi lại so sánh như trên.

#### *1.3.9.3. Đánh giá kết quả*

Hàm lượng tạp chất hữu cơ độc đánh giá bằng cách so màu dung dịch trên cát với thang màu chuẩn theo một trong những kết luận sau :

- Sáng hơn màu chuẩn .
- Ngang màu số một
- Ngang màu chuẩn
- Ngang màu số hai
- Sẫm hơn màu số hai

### **1.3.10 Phương pháp xác định hàm lượng sunfat và sunfit**

#### *1.3.10.1. Thiết bị và thuốc thử*

- Cân kỹ thuật;
- Lưới sàng (4900 lỗ/cm<sup>2</sup>);
- Cân phân tích;
- Bình hút ẩm;
- Tủ sấy;
- Cốc nung (dung tích 500ml);
- Máy khuấy;
- Bếp điện;
- Lò nung;
- Máy lắc
- Bình đong (dung tích 1000ml);
- Thuốc thử (chất chỉ thị bai clorua);
- Metyl đỏ.

#### *1.3.10.2. Chuẩn bị mẫu thử*

Lấy theo TCVN 337:1986.

- Sàng mẫu qua lưới sàng có kích thước mắt sàng 5mm để loại bỏ những hạt sỏi

ra.

Lấy 400g cát đem nghiền nhỏ cho lọt qua lưới sàng (4900 lỗ/cm<sup>2</sup>). Từ đó lấy 200g cát đã nghiền nhỏ chia làm 2 phần để tiến hành thử 2 lần song song. Số cát đã nghiền còn dư lại dùng để thăm dò SO<sub>3</sub> trước khi định lượng.

#### **1.3.10.3. Tiến hành thử**

1) Thử thăm dò: Đổ 40 - 50g cát đã nghiền vào cốc 500ml cho thêm vào 250ml nước cất khuấy đều trong thời gian trên 4 giờ sau đó nhỏ 2-3 giọt axit clohydric và 5ml bari clorua vào cốc, đun tới 50°C rồi để yên trong 4 giờ. Khi trong cốc đó lắng chất mầu trắng tức là trong cát có chứa các muối gốc sunfat, sunfit. Lúc đó cần tiến hành thử để xác định hàm lượng SO<sub>3</sub>.

2) Lấy 100g cát đã sấy khô đến khối lượng không đổi và đã nghiền nhỏ cho lọt qua lưới sàng (4900 lỗ/cm<sup>2</sup>). Đổ mẫu thử vào bình có 500ml nước cất, đút nút kín, bọc sấp bên ngoài và lọc đều trong thời gian không ít hơn 4 giờ. Sau đó lại khuấy đều và lọc qua giấy lọc. Lấy 100ml dung dịch đã lọc, cho vào cốc nung có chứa 250ml nước cất, nhỏ 4 - 5 giọt chất chỉ thị mầu vào đó để cho dung dịch biến mầu. Nhỏ xít clohydric (HCl) vào cốc cho đến khi dung dịch có mầu đỏ thì lại nhỏ 4-5 giọt chất chỉ thị mầu vào đó. Đun dung dịch đến gần sôi, đổ 15ml bari clorua (BaCl<sub>2</sub>) 10% vào cốc rồi trộn đều lên. Muốn cho bari sunfat (BaSO<sub>4</sub>) kết tinh nhiều thì đem đun dung dịch tới 60 - 70°C trong 2 giờ rồi để yên trong vài giờ nữa hoặc để cách đêm.

Lọc dung dịch qua giấy lọc không tro đã nhúng nước, tráng cốc bằng nước lọc và cũng đổ lên giấy lọc cho cạn đọng ban trên giấy lọc.

Bỏ giấy lọc cạn vào chén nung đã rửa sạch và cân sẵn. Đặt chén nung vào lò nung có nhiệt độ 700 - 800°C trong 15-20 phút. Lấy chén ra để nguội trong bình hút ẩm đến nhiệt độ phòng rồi đem cân bằng cân phân tích, chính xác đến 0,0001g.

#### **1.3.10.4. Tính kết quả**

Hàm lượng SO<sub>3</sub> chứa trong mẫu thử (P) tính bằng phần trăm (%) chính xác đến 0,01% theo công thức:

$$P = \frac{5(m_1 - m_2)}{m} \times 100 \times 0,343$$

Trong đó :

m: Khối lượng mẫu thử, tính bằng (g).

m<sub>1</sub>: Khối lượng chén chứa cặn, tính bằng (g).

m<sub>2</sub>: Khối lượng không chén chứa cặn, tính bằng (g).

0,343 - Hệ số chuyển BaSO<sub>4</sub> thành SO<sub>3</sub>

### **1.3.11. Phương pháp xác định hàm lượng mi ca**

#### **1.3.11.1. Thiết bị thử**

- Tủ sấy;
- Bộ sàng cát: 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14mm;
- Giấy nhám (có thể dùng giấy in rônê...) khổ giấy 330 x 210mm;
- Đũa thuỷ tinh.

#### **1.3.11.2. Chuẩn bị mẫu thử**

- Cân 300g mẫu thí nghiệm theo TCVN 337 : 1986, rồi sấy đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C – 110°C. Để nguội mẫu đến nhiệt độ phòng.

Sàng cát qua sàng có kích thước lỗ 5mm. Cân 200g cát dưới sàng rồi chia hai phần, mỗi phần 100g.

#### **1.3.11.3. Tiến hành thử**

1) Dùng 100g cát đã chuẩn bị ở trên, sàng qua sàng: 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14mm. Bỏ các hạt dưới sàng 0,14mm. Cát còn lại trên mỗi sàng để riêng.

2) Đổ lượng cát trên từng sàng đổ mỗi lần từ 10 đến 15g lên mặt giấy nhám, dùng dũa thủy tinh gạt mỏng cát trên giấy rồi- nghiêng tờ giấy đổ nhẹ cát sang tờ giấy khác các hạt mica còn dính lại trên giấy để riêng ra một chỗ. Làm như vậy nhiều lần, đến khi tổng khối lượng mica dính lại trên giấy sau mỗi lần thêm một cỡ hạt không quá 0,02g.

3) Tách xong mica choi cỡ hạt thì gộp toàn bộ lượng mica đã tách được và tiến hành tách lại loại bỏ các hạt cát nhỏ còn lẫn vào.

4) Làm xong tất cả các cỡ hạt thì gộp lại toàn bộ lượng mica của cả mẫu đem cân bằng cân phân tích.

#### **1.3.11.4. Tính khí quả**

1) Hàm lượng mica trong cát ( $m_c$ ) tính bằng (%) chính xác đến 0,01% theo công thức :

$$m_c = \frac{m_1}{m} \times 100$$

Trong đó :

m: Khối lượng cát đem thử, tính bằng (g).

$m_1$ : Khối lượng mica của cả mẫu thử, tính bằng (g).

2) Hàm lượng mica của cát tính bằng trung bình cộng kết quả hai lần thử song song

### **1.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU GIA CỐ BẰNG CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ.**

#### **1.4.1. Khái niệm chung về vật liệu gia cố.**

Đất, cát cấp phối . . . là những vật liệu rời vụn, phân tán, khả năng chịu lực của chúng giảm nhanh chóng khi gặp nước. Để nâng cao khả năng chịu lực và tính ổn định đối với nước, người ta dùng các chất kết dính để gia cố. Chất kết dính có nhiều loại: Vô cơ như vôi, xi măng, tro bay nhà máy điện đốt than xỉ lò cao nhà máy luyện thép; hữu cơ có: nhựa đường nhựa cao phân tử.

Vật liệu gia cố bằng chất kết dính là loại vật liệu hỗn hợp gồm đaquát cát, cấp phối được làm rời vụn rồi trộn đều với chất kết dính theo tỷ lệ nào đó, rồi được lèn chặt ở độ ẩm thích hợp, dùng làm các lớp kết cấu áo đường ô tô, sân bay, bến bãi... Chất kết dính dùng gia cố có thể sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp nhiều loại. Dùng loại kết dính nào để gia cố, trước hết phải tùy thuộc vào bản chất của vật liệu đem gia cố và khả năng cung cấp chất kết dính. Xi măng và vôi là loại được sử dụng phổ biến nhất. Vôi dùng để cải thiện tính chất của đất sét, đất chua và dùng làm khô đất Xi măng chủ

yếu được dùng gia cố vật liệu hạt thô như cấp phối sỏi ong các loại cát có thể dùng xi măng gia cố đất á sét, khi đó cần thiết có chất phụ gia để nâng cao hiệu quả đất gia cố xi măng. Chất kết dính phải được phân bố đều trong hỗn hợp. Vì thế phải làm rơi vụn các kết thể đất trước khi đưa chất kết dính vào trong đất và trộn đều. Vật liệu đất, cát, cấp phối là loại rời vụn và chất kết dính với xi măng là chất kết dính thuỷ lực, nên vai trò của độ ẩm trong hỗn hợp rất quan trọng để đảm bảo được yêu cầu của quá trình đông kết, biến cứng và đầm chặt, nghĩa là độ ẩm phải phù hợp độ ẩm tốt nhất.

Các chỉ tiêu cường độ của vật liệu gia cố vôi, xi măng tăng theo tỷ lệ chất kết dính. Nhưng khi hàm lượng chất kết dính tăng, sẽ làm tăng khả năng xuất hiện các khe nứt do co ngót. Vì thế hàm lượng chất kết dính phải được cân nhắc, để sao cho vừa đủ đảm bảo được yêu cầu chịu lực đối với vị trí của lớp vật liệu gia cố trong kết cấu áo đường. Tỷ lệ chất kết dính dùng gia cố được chọn lựa trên cơ sở các kết quả thí nghiệm, xác định các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu hỗn hợp, sao cho vừa thoả mãn yêu cầu kỹ thuật, vừa kinh tế. Khi tính toán thiết kế kết cấu áo đường, sân bãi vật liệu gia cố được coi là vật liệu nửa cứng. Các chỉ tiêu cường độ được xem xét phải bao gồm các chỉ tiêu: Cường độ chịu nén; cường độ kéo uốn hoặc cường độ ép chế, mô đun đàn hồi. Cường độ của vật liệu đất gia cố chỉ hình thành sau quá trình đầm chặt và được dưỡng hộ cẩn thận. Việc lèn chặt hỗn hợp phải kết thúc trước khi chất kết dính bắt đầu đông kết.

#### **1.4.2. Xác định chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp vật liệu gia cố bằng chất kết dính**

##### ***1.4.2.1. Khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tốt nhất của hỗn hợp.***

###### ***1.4.2.1.1. Khái niệm:***

Hỗn hợp vật liệu gia cố bằng chất kết dính vôi xi măng là loại vật liệu rời vụn vì vậy việc đầm chặt đất chỉ đạt hiệu quả ở độ ẩm thích hợp đó là độ ẩm tốt nhất. Khi thực hiện việc đầm nén ở dụng cụ cối đầm nén với một công quy ước nào đó đối với loại hỗn hợp đất gia cố thường được thực hiện tuân theo các qui trình đầm chặt như đối với đất thông thường nó cũng có kết quả là ở giá trị độ ẩm tốt nhất, chỉ số khối lượng thể tích khô sẽ cao nhất. Đó là khối lượng thể tích khô lớn nhất. Chỉ tiêu khối lượng thể tích khô lớn nhất là căn cứ dùng để kiểm tra đánh giá độ chặt của hỗn hợp, và chỉ tiêu độ ẩm tốt nhất là chỉ tiêu để khống chế độ ẩm lúc thi công.

###### ***1.4.2.1.2. Cách thực hiện:***

Quá trình thí nghiệm xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tốt nhất cũng tương tự như với đất thông thường. Chỉ có một số điểm cần chú ý như sau:

- Chất kết dính đưa vào trộn khô với đất trước cho đều rồi mới cho nước vào để trộn tiếp.

- Sau khi trộn với nước xong, chưa đầm nén ngay mà đem ủ bằng khăn bông ẩm hoặc để trong môi trường ẩm trong thời gian 4 giờ, nếu dùng chất kết dính xi măng hoặc 24 giờ nếu dùng chất kết dính là vôi. Sau thời gian này đem đầm nén, theo số lớp và số lần đầm nén mỗi lớp theo quy định.

- Sau mỗi lần đầm nén, xác định khối lượng thể tích và độ ẩm của hỗn hợp. Tính ra khối lượng thể tích khô.



- Vẽ đồ thị quan hệ độ ẩm - khối lượng thể tích khô, xác định trị số khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tốt nhất.

#### **1.4.2.2. Cường độ chịu nén của đất gia cố**

##### **1.4.2.2.1. Khái niệm:**

Cường độ chịu nén của đất gia cố, là khả năng chống lại lực nén, được biểu thị bằng tỷ số giữa lực nén dọc trục đến khi vỡ, với diện tích mặt chịu nén. Mẫu thí nghiệm cường độ chịu nén có dạng hình trụ có kích thước tương tự như khi thí nghiệm xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tốt nhất. Mẫu được chế bị ở độ ẩm tốt nhất, và hệ số đầm nén  $K = 0.95$  và được bảo dưỡng ở môi trường ẩm trong thời gian quy định.

##### **1.4.2.2.2. Dụng cụ thí nghiệm:**

- Các khuôn tạo mẫu.
- Dụng cụ đầm nén.
- Các loại cân kỹ thuật.
- Máy nén thủy lực 5 - 20 tấn

##### **1.4.2.2.3. Cách tiến hành:**

###### **a. Chế biến mẫu thí nghiệm:**

Để thí nghiệm bất kỳ một chỉ tiêu nào của vật liệu gia cố, cần phải chế bị mẫu.

Việc chế bị mẫu về cơ bản cần thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật theo qui định của công trình.

Thường trong thực tế, yêu cầu mẫu phải đạt độ ẩm bằng độ ẩm tốt nhất, mẫu phải có độ chặt đạt độ chặt qui định đạt được của hạng mục công trình.

Để đạt được 2 yêu cầu đó, cần biết 2 công thức sau:

1) Công thức tính lượng nước cần thiết để mẫu đạt độ ẩm thiết kế.

$$N = P \times (W_{tk} - W_{bđ})$$

Trong đó:

N : Lượng nước cần thêm -  $cm^3$

P : Lượng đất sử dụng để thí nghiệm – gram

$W_{tk}$  : Độ ẩm thiết kế.

$W_{bđ}$  : Độ ẩm hiện có của mẫu đất.

2) Công thức tính lượng đất cần thiết để đúc 1 cục mẫu:

$$P = V.K.\gamma_{k_{max}} (1 + W_{tk})$$

Trong đó: P - Lượng đất đủ cho 1 mẫu thí nghiệm

K - Độ chặt yêu cầu của hạng mục công trình hoặc của kỹ sư trưởng.

$\gamma_{k_{max}}$  - Khối lượng thể tích lớn nhất

$W_{tk}$  - Độ ẩm thiết kế

###### **b. Thí nghiệm:**

###### **\* Thí nghiệm cường độ chịu nén:**

- Mẫu chế bị xong đem cho vào bảo dưỡng ở môi trường ẩm trong thời gian 7, 14 hoặc 28 ngày tùy theo yêu cầu cần đánh giá chỉ tiêu cường độ ở tuổi nào.

Tuỳ theo yêu cầu mẫu có thể đem thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên, hoặc đem ngâm mẫu trong nước trong thời gian 4 ngày.

Đặt mẫu thí nghiệm lên máy nén. Cho lực tác dụng với tốc độ dịch chuyển của pittông 3mm/phút cho đến khi vỡ.

Cường độ chịu nén tính theo công thức:

$$R = P_{\max}/f \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

$P_{\max}$ : Lực nén vỡ mẫu daN.

$F$ : Diện tích mặt chịu nén (diện tích cắt ngang mẫu)  $\text{cm}^2$ .

Từ giá trị cường độ mẫu tự nhiên và mẫu ngâm nước xác định hệ số hoá mềm theo công thức sau:

$$K_m = R_{bh}/R$$

$K_m$ : Hệ số hoá mềm.

$R_{bh}$ : cường độ chịu nén mẫu bão hoà

$R$ : Cường độ chịu nén mẫu khô.

**\* Cường độ ép chẻ:**

1) Khái niệm: Cường độ ép chẻ là khả năng chống lại lực nén vỡ tác dụng theo mặt bên dọc theo đường sinh, bàn nén là mặt phẳng. Lực nén có tác dụng chẻ vỡ mẫu theo mặt phẳng xuyên tâm. Mẫu thí nghiệm hình trụ có kích thước đường kính bằng chiều cao và bằng 5cm (đối với đất mịn, hoặc cát gia cô) Hoặc đường kính bằng chiều cao và bằng 10cm (đối với cấp phối gia cô).

2) Dụng cụ:

- Khuôn tạo mẫu có kích thước xác định.
- Các dụng cụ tạo mẫu
- Máy nén 5 - 20 tấn
- Các loại cân kỹ thuật

3) Cách thực hiện:

Chuẩn bị mẫu thí nghiệm theo kích thước đã cho, đầm nén mẫu ở độ ẩm tốt nhất đến độ chặt yêu cầu. Bảo dưỡng mẫu trong điều kiện tương tự như khi làm thí nghiệm nén.

Mẫu đủ tuổi đem thí nghiệm ép chẻ, đặt mẫu lên bàn nén. Bàn nén có chiều dài bằng chiều cao mẫu và chiều rộng bàn nén 10mm. Mặt bàn nén phẳng. Nén mẫu với tốc độ tương tự thí nghiệm cường độ chịu nén cho đến lúc mẫu vỡ. Ghi lấy giá trị lực nén vỡ mẫu.

Cường độ ép chẻ xác định theo công thức:

$$R_{ec} = K.P/D.H \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

$P$ : Lực nén vỡ mẫu khi ép chẻ daN.

$D$ : Đường kính của mẫu -(cm).

$H$ : Chiều cao mẫu (cm)

$K$ : Với vật liệu chất kết dính là loại vô cơ.

**\* Cường độ kéo khi uốn của đất gia cố:**

1) Khái niệm:

Cường độ kéo khi uốn đất gia cố là khả năng chống lại lực kéo khi thí nghiệm uốn mẫu kiểu đầm. Mẫu thí nghiệm có kích thước 4x4x16cm. Mẫu được đầm nén ở độ ẩm tốt nhất, đến độ chặt yêu cầu và được bảo dưỡng trong môi trường ẩm đủ thời gian quy định.

2) Dụng cụ:

- Bộ khuôn đúc mẫu.
- Dụng cụ đúc tạo mẫu thí nghiệm (khay, bay trộn)
- Máy thí nghiệm kéo uốn hoặc máy nén.

3) Cách thực hiện :

- Đất được làm tơi vụn và cho qua sàng 5mm. Trộn đất với chất dính theo tỷ lệ đã chọn. Cho thêm nước theo tỷ lệ có độ ẩm tối nhất, trộn đều. Cách chuẩn bị đất thực hiện như khi xác định độ ẩm tốt nhất.

- Đúc mẫu theo độ chặt yêu cầu, bằng lực động hoặc tĩnh. Mẫu đúc xong đem bảo dưỡng trong môi trường ẩm trong thời gian quy định.

- Mẫu bảo dưỡng đủ thời gian đem thí nghiệm trên máy kéo uốn hoặc máy nén. Mẫu kê trên 2 gối, lực tác dụng đặt giữa mẫu.

- Cho lực tác dụng mẫu cho tới khi mẫu phá hoại.
- Cường độ kéo uốn tính theo công thức:

$$R_{ku} = 3/2 \cdot PL/A^3 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

P : Lực uốn gãy mẫu (daN)

L : Khoảng cách 2 gối đỡ (cm)

A : Cạnh ngang của mẫu (cm)

**\* Mô đun đàn hồi của đất gia cố xi măng:**

1) Khái niệm:

Dưới tác dụng của lực nén, vật liệu sẽ biến dạng (lún) khi lực thôi tác dụng biến dạng sẽ hồi phục trở lại. Khả năng chống lại biến dạng hồi phục (đàn hồi) được biểu thị bằng chỉ tiêu mô đun đàn hồi. Trị số mô đun đàn hồi được xác định bằng tỷ số giữa lực tác dụng và biến dạng đàn hồi do lực đó gây ra. Mô đun đàn hồi được dùng để tính toán chiều dày kết cấu áo đường.

2) Dụng cụ :

- Khuôn tạo mẫu.
- Máy nén kiểu đòn bẩy.
- Các dụng cụ để tạo mẫu và bảo dưỡng mẫu.
- Các dụng cụ thí nghiệm thông thường khác.

3) Cách tiến hành :

- Chuẩn bị vật liệu tương tự như khi thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ khác.

- Đúc mẫu thí nghiệm. Mẫu có dạng hình trụ có đường kính bằng chiều cao.  $D = H = 10\text{cm}$ . Đúc mẫu ở độ ẩm tốt nhất, đến độ chặt quy ước.

- Bảo dưỡng mẫu trong môi trường ẩm đủ số ngày quy định.

- Đưa mẫu lên máy nén. Lắp bàn nùi, lắp đồng hồ biến dạng. Lực tác dụng lên mẫu lấy bằng giá trị tải trọng thiết kế mà vật liệu đó phải chịu, hoặc lấy bằng 20% tải trọng khi nén dọc trục đến phá hoại. Đường kính bàn nén lấy bằng đường kính nén mẫu (nén nở hông tự do) hoặc nhỏ hơn đường kính mẫu, 1/4 đường kính (nén cục bộ). Lực tác dụng đặt trong 2 phút, sau đó dỡ tải. Ghi lấy số đọc ở đồng hồ đo biến dạng khi có trọng tải và khi dỡ tải.

Quá trình này lặp đi lặp lại nhiều lần cho tới khi trị số biến dạng đàn hồi ổn định (chênh lệch giữa 2 lần đo liên tiếp nhỏ hơn 0,01 mm).

- Trị số mô đun đàn hồi tính theo công thức:

Khi đường kính bàn nén bằng đường kính mẫu (nén một trục nở hông tự do)

$$E_{dh} = p.D/l \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

P : lực tác dụng trên 1 đơn vị diện tích daN/cm<sup>2</sup>

D : Đường kính mẫu

L : Biến dạng đàn hồi

+ Khi đường kính bàn nén nhỏ hơn đường kính mẫu (nén cục bộ)

## CHƯƠNG 2: CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM NHỰA ĐƯỜNG

### 2.1. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ KIM LÚN CỦA NHỰA ĐƯỜNG

#### 2.1.1. Định nghĩa, phạm vi áp dụng

1) Độ kim lún của nhựa đường là độ lún tính bằng phần mười milimet mà một kim tiêu chuẩn xuyên thẳng đứng vào mẫu nhựa đường trong điều kiện nhiệt độ, thời gian và tải trọng quy định.

2) Thí nghiệm độ kim lún của nhựa đường được tiến hành ở nhiệt độ  $25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 5 giây với tổng trọng lượng gia tải là  $100\text{g} \pm 0,1\text{g}$ .

3) Khi muốn thí nghiệm độ kim lún của nhựa đường ở các nhiệt độ khác, các thông số về trọng lượng kim xuyên và thời gian thí nghiệm tương ứng dẫn ở *bảng 2.1*.

4) Phương pháp này dùng để xác định độ kim lún của nhựa đường đặc có độ kim lún dưới 350, của nhựa đường lỏng sau khi đã chưng cất tới  $360^{\circ}\text{C}$  và của nhũ tương nhựa đường sau khi đã tách nước.

#### 2.1.2. Thiết bị thí nghiệm

##### 2.1.2.1. Thiết bị đo độ kim lún

Một thiết bị chuẩn cho phép trục xuyên chuyển động lên xuống dễ dàng không có ảnh hưởng của ma sát. Có một đồng hồ đo xuyên khắc vạch và kim đồng hồ để xác định dễ dàng và chính xác độ lún của kim xuyên tới 0,1 mm.

##### 2.1.2.2 Kim xuyên

Kim xuyên được chế tạo từ thép đã tôi cứng và không gỉ. Phải hiệu chỉnh để trọng lượng của kim và trục là  $50 \pm 0,05\text{g}$ . Khi thí nghiệm, trục, kim sẽ được gia tải bằng một vật nặng đảm bảo tổng trọng lượng (kim, trục, vật nặng) là  $100 \pm 0,1\text{g}$ .

Kim tiêu chuẩn có chiều dài khoảng 50mm (2in), đường kính kim (l-0,02mm) và đầu hình côn của kim tạo góc 8,7- 9,70.

Mũi kim xuyên có đường kính  $3,2 \pm 0,05\text{mm}$ , dài  $38 \pm 1\text{mm}$ . Ở cuối của mũi kim xuyên có khoan lỗ hay làm phẳng cạnh để điều chỉnh trọng lượng.

##### 2.1.2.3. Cốc mẫu

Cốc bằng kim loại hình trụ đáy phẳng, có nắp đậy, có các kích thước chủ yếu sau :

- Đường kính 55mm, sâu 35mm dùng cho nhựa đường có độ kim lún -200 (dung tích quy ước 90 ml).

- Đường kính 70mm, sâu 45mm dùng cho nhựa đường có độ kim lún >200 (dung tích quy ước 175ml).

##### 2.1.2.4. Chậu đựng nước (bồn nước bảo ôn nhiệt)

Sử dụng để duy trì nhiệt độ của mẫu nhựa đường không sai khác quá  $0,1^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ thí nghiệm.

Thể tích nước trong chậu không được nhỏ hơn 10 lít. Chiều cao của chậu không được nhỏ hơn 200mm.

Nước trong chậu phải sạch, không chứa dầu và chất hữu cơ. Tốt nhất là dùng nước cất đã khử ion.

Khi không có bồn điều chỉnh nhiệt độ tự động thì khi thí nghiệm phải chuẩn bị sẵn nước đá và nước sôi để điều chỉnh nhiệt độ nước trong chậu hoặc bồn tự tạo cùng với nhiệt kế.

Bồn nước bảo ôn nhiệt  $25 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  có dung tích không nhỏ hơn 10 lít, trong bồn có có giá đỡ đặt cách đáy không nhỏ hơn 50mm và sao cho mặt mẫu sau khi kê trên giá ngập dưới mặt nước ít nhất 100mm. Mẫu thí nghiệm được tiến hành trong bồn thì giá phải đủ chắc chắn.

#### *2.1.2.5. Bình chứa cốc mẫu nhựa đường*

Bình hình trụ, đáy phẳng bằng kim loại, hoặc thuỷ tinh chắc chắn.

Đường kính trong của bình không được nhỏ hơn 90mm, độ sâu của bình không được nhỏ hơn 55mm.

#### *2.1.2.6. Nhiệt kế*

Nhiệt kế thuỷ tinh 500C được chuẩn hoá có vạch chia sai số tối đa  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

#### *2.1.2.7. Đồng hồ đo thời gian*

Loại đồng hồ điện tử hoặc cơ khí bấm giây, bảo đảm đo được đến 0,1s và có độ chính xác  $\pm 0,1\text{s}$  trong một phút.

#### *2.1.2.8. Dụng cụ cấp nhiệt*

Bếp ga, bếp điện hoặc bếp dầu hoả để đun nóng chảy nhựa đường.

#### *1.2.9. Thiết bị điều hoà nhiệt độ trong phòng*

### **2.1.3. Chuẩn bị mẫu**

#### *2.1.3.1. Tạo mẫu*

Mẫu nhựa đường thí nghiệm được đun nóng cẩn thận để không nóng cục bộ cho đến khi chảy lỏng nhưng không được cao hơn 90°C so với nhiệt độ hoá mềm. Khuấy liên tục để tránh tạo bọt khí và không đun mẫu quá 30 phút.

Rót nhựa đường vào các cốc chứa mẫu đến cách miệng cốc khoảng 5mm. Đậy nắp để chống nhiễm bẩn. Để nguội trong không khí ở nhiệt độ không quá  $30^{\circ}\text{C}$  và không nhỏ hơn  $15^{\circ}\text{C}$  với thời gian từ 1 đến 1,5 giờ đối với cốc có dung tích 90ml và từ 1,5 đến 2 giờ đối với cốc có dung tích 175ml. Nếu nhiệt độ tự nhiên của không khí trong phòng thí nghiệm không đạt trong khoảng nêu trên, phải sử dụng điều hoà nhiệt độ.

#### *2.1.3.2. Duy trì mẫu ở nhiệt độ tiêu chuẩn*

Trong trường hợp không có bồn bảo ôn mẫu tự động thì có thể dùng nước đá và nước sôi để duy trì nhiệt độ của nước trong chậu là  $25^{\circ}\text{C}$ . Ngâm các cốc chứa nhựa đường vào chậu nước trong thời gian từ 1 giờ đến 1,5 giờ với cốc có dung tích quy ước 90ml và từ 1,5 giờ đến 2 giờ với cốc có dung tích quy ước 175ml với điều kiện mặt mẫu phải ngập dưới mặt nước ít nhất 100mm và đáy cốc phải kê cách đáy chậu là 50mm.

### **2.1.4. Thí nghiệm**

1) Kiểm tra để bảo đảm chắc chắn rằng thiết bị xuyên ổn định, bằng phẳng. Lau sạch kim bằng giẻ mềm có tẩm dung môi phù hợp (hoặc dầu hoả). Lau khô kim bằng giẻ mềm, lắp kim vào trục, lắp quả gia tải để đảm bảo tổng tải trọng là  $\pm 0,1g$ .

2.a) Nếu thí nghiệm được tiến hành trong bồn nước bảo ôn, đặt mẫu thẳng dưới thiết bị xuyên và làm bước 3.

2.b) Nếu làm ngoài ở ngoài bồn nước bảo ôn nhiệt thì dùng nước ở nhiệt độ thí nghiệm đổ vào bình chứa mẫu sau đó chuyển cốc mẫu từ chậu nước sang bình chứa mẫu sao cho cốc mẫu ngập hoàn toàn trong nước của bình chứa mẫu (ngập ít nhất 10mm). Đặt bình chứa mẫu có chứa cốc mẫu vào để thiết bị xuyên và tiến hành thí nghiệm ngay.

3) Điều chỉnh sao cho đầu mũi kim xuyên vừa chạm sát mặt mẫu. Chỉnh kim đồng hồ đo lún về vị trí 0. Nhanh chóng mở chét hãm để kim xuyên vào mẫu nhựa đường đồng thời bấm đồng hồ đo thời gian. Sau 5 giây, đóng chét hãm và điều chỉnh thiết bị để đọc được trị số độ kim lún.

4) Thí nghiệm ít nhất là 3 mũi xuyên tại các điểm cách thành cốc và cách nhau ít nhất 10mm.

Trường hợp không tiến hành trong bồn nước bảo ôn, sau mỗi lần thí nghiệm (xuyên), phải chuyển cốc mẫu trở lại chậu nước rồi lắp lại nội dung ở 2.b.

Đối với mẫu thí nghiệm có độ kim lún  $\leq 200$ , sau mỗi lần xuyên, có thể rút kim lên, lau sạch và khô mũi kim để dùng cho lần xuyên sau đó.

Đối với mẫu thí nghiệm có độ kim lún  $\geq 200$ , sử dụng 3 mũi kim để thí nghiệm liên tục ứng với 3 vị trí. Sau khi thí nghiệm xong mới rút các mũi kim lên.

*Ghi chú: Các thông số nhiệt độ, trong lượng kim xuyên và thời gian thí nghiệm độ kim lún ở các điều kiện đặc biệt khác dẫn ở bảng 2.1:*

**Bảng 2.1**

Nhiệt độ ( $^{\circ}C$ )	Trọng lượng kim xuyên (gam)	Thời gian, giây
0	200	60
4	200	60
46,1	50	5

#### **2.1.5. Báo cáo kết quả thí nghiệm**

1) Độ kim lún, tính theo đơn vị 1/10mm, là trị số nguyên trung bình của ba lần xuyên với một mẫu thử.

2) Sai số cho phép giữa các lần đo không được vượt quá các số liệu ở bảng 3. Nếu vượt quá các giá trị ở *bảng 2.2*, phải làm lại thí nghiệm.

**Bảng 2.2. Sai số cho phép giữa các lần đo**

Độ kim lún	0÷49	50÷149	150÷249	250÷350
Hiệu số giữa trị số cao nhất và thấp nhất của 1 mẫu thí nghiệm	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 6$	$\pm 8$

## **2.2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ KÉO DÀI CỦA NHỰA ĐƯỜNG**

### **2.2.1. Định nghĩa, phạm vi áp dụng**

1) Độ kéo dài của vật liệu nhựa đường là khoảng cách đo được, tính bằng đơn vị centimet, từ thời điểm bắt đầu mẫu bị kéo dài ra cho đến khi vừa đứt trong điều kiện vận tốc và nhiệt độ qui định.

2) Thí nghiệm được tiến hành khi hai đầu khuôn mẫu được kéo tách ra với vận tốc là 50mm/phút  $\pm 5\%$  ở nhiệt độ  $250^{\circ}\text{C} \pm 0,50^{\circ}\text{C}$ .

3) Khi muốn xác định độ kéo dài ở nhiệt độ thấp thì thí nghiệm được tiến hành ở nhiệt độ  $4^{\circ}\text{C}$  và Vận tốc kéo dài là 10 mm/phút.

4) Vật liệu thí nghiệm là nhựa đường đặc, của nhựa đường lỏng sau khi đã chưng cất tới  $360^{\circ}\text{C}$  và của nhũ tương nhựa đường sau khi đã tách nước.

### **2.2.2. Thiết bị thí nghiệm**

#### *1) Khuôn*

Khuôn chuẩn được chế tạo bằng vật liệu đồng, tấm đáy của khuôn phẳng và nhẵn để khuôn tiếp xúc hoàn toàn với đáy. Cần có 3 khuôn cho một lần thí nghiệm.

#### *2) Bồn nước bảo ôn nhiệt*

Bồn nước bảo ôn nhiệt nhằm duy trì nhiệt độ của nước theo qui định, không sai khác quá  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . Thể tích của nước trong bình không được nhỏ hơn 10 lít, nước trong bình không được chứa dầu, vôi và các chất hữu cơ khác. Khuôn mẫu sẽ được giữ trên tấm kim loại có khoan lỗ đặt trong bình bảo đảm cho mẫu cách đáy bình 50mm và cách mặt nước không nhỏ hơn 100mm.

#### *3) Máy thí nghiệm*

Máy thí nghiệm được chế tạo bảo đảm vận tốc kéo mẫu ổn định, không thay đổi theo qui định, máy có độ ổn định lớn, không rung trong quá trình thí nghiệm.

#### *4) Nhiệt kế*

Nhiệt kế dùng để đo nhiệt độ của nước trong bình giữ mẫu và nước trong máy thử nghiệm có vạch chia sai số tối đa  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

#### *5) Thiết bị gia nhiệt*

Có thể dùng bếp điện hoặc bếp ga để đun chảy vật liệu nhựa đường.

#### *6) Cốc chứa nhựa đường*

Loại cốc có thể dùng để đựng nhựa đường khi đun nóng chảy.

#### *7) Dao gọt*

Loại dao phẳng, bản rộng ít nhất là 38mm dùng để cắt nhựa đường tách ra khỏi khuôn.

### **2.2.3. Trình tự thí nghiệm**

1) Chuẩn bị khuôn: Xoa đều vadolin vào tấm đáy và mặt trong của hai mảnh khuôn nhỏ phía bên hông, lắp khuôn vào tấm đáy.

2) Đun nóng chảy nhựa đường: Duy trì nhiệt độ tối thiểu để hoá lỏng hoàn toàn nhựa đường trong cốc chứa. Tránh đun nóng cục bộ, khuấy đều nhựa đường lỏng tránh tạo bọt khí.



3) Đổ nhựa đường lỏng vào khuôn: Rót đều nhựa đường lỏng sau khi đã lọc qua rây N<sup>o</sup> 50 (300 $\mu$ m) vào khuôn sao cho nhựa đường chảy thành dòng từ sau ra trước và từ đầu này đến đầu kia của khuôn cho đến khi đầy quá mặt khuôn. Để nguội mẫu ở nhiệt độ trong phòng khoảng 30 - 40 phút. Sau đó đặt toàn bộ khuôn mẫu vào trong bồn nước bảo ôn, duy trì ở nhiệt độ qui định trong thời gian 30 phút. Lấy khuôn mẫu ra khỏi bồn, dùng dao đã hơi nóng gạt cẩn thận phần nhựa đường thừa trên mặt mẫu sao cho bằng mặt.

4) Giữ mẫu ở nhiệt độ chuẩn (bảo dưỡng mẫu): Đặt mẫu trở lại bồn bảo ôn, duy trì ở nhiệt độ qui định trong thời gian 85 - 90 phút. Sau đó nhấc mẫu ra, tháo tấm đáy và các mặt khuôn xung quanh và thí nghiệm ngay.

5) Thí nghiệm :

Trong khi thí nghiệm nước ở trong thùng máy phải ở nhiệt độ tiêu chuẩn qui định, lượng nước phải bảo đảm ngập cả mặt trên và mặt dưới của mẫu 25mm.

Lắp mẫu vào máy, đóng công tắc cho máy kéo dài làm việc, theo dõi để đọc và ghi trị số kéo dài của mẫu tại thời điểm mẫu bị đứt (Tại thời điểm đọc, tiết diện sợi chỉ nhựa đường gần như bằng không).

Nếu cần thiết có thể sử dụng một dung dịch nào đó như NaCl hoặc methylic thay cho nước ở thùng máy, điều chỉnh trọng lượng riêng của dung dịch sao cho nhựa đường không nổi lên bề mặt và cũng không chìm xuống đáy thùng máy trong thời gian thử nghiệm.

#### **2.2.4. Báo cáo kết quả thí nghiệm**

1) Độ kéo dài (tính theo cm) là trị số trung bình của kết quả đọc sau 3 lần thí nghiệm ứng với 3 mẫu.

2) Sai số cho phép giữa các lần thí nghiệm không được chênh nhau quá 10%.

### **2.3. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ HOÁ MỀM CỦA NHỰA ĐƯỜNG (PHƯƠNG PHÁP VÒNG VÀ BI)**

#### **2.3.1. Định nghĩa, phạm vi áp dụng**

1) Một viên bi thép đặt trên mặt mẫu nhựa đường được chứa trong khuôn có kích thước định sẵn và toàn bộ được đặt trong một bình chứa “chất lỏng” nung nóng với tốc độ qui định. Nhiệt độ hoá mềm của nhựa đường là nhiệt độ mà ở đó mẫu nhựa đường đủ mềm vì chảy dẻo để viên bi thép, có trọng lượng và kích thước quy định, bọc nhựa đường rơi xuống với khoảng cách 25,4mm (01 in).

2) “Chất lỏng” sử dụng trong thí nghiệm này có thể được chọn từ 1 trong 3 loại sau tùy theo nhiệt độ hoá mềm của nhựa đường:

- Ethylene glycol: nhiệt độ hoá mềm của nhựa đường từ 30<sup>o</sup>C đến 110<sup>o</sup>C và nhiệt độ ban đầu của nước trong bình là 5<sup>o</sup>C  $\pm$  1<sup>o</sup>C;

- Nước cất: Nhiệt độ hoá mềm của nhựa đường từ 30<sup>o</sup>C đến 80<sup>o</sup>C và nhiệt độ ban đầu của nước trong bình là 5<sup>o</sup>C  $\pm$  1<sup>o</sup>C;

- USP glycerin: nhiệt độ hoá mềm của nhựa đường từ 80<sup>o</sup>C đến 157<sup>o</sup>C và nhiệt độ ban đầu của nước trong bình là 30<sup>o</sup>C  $\pm$  1<sup>o</sup>C.

(Nội dung dưới đây trình bày ứng với "chất lỏng" được chọn là Ethylene glycol)

3) Phương pháp này nhằm xác định nhiệt độ hoá mềm của nhựa đường đặc, nhựa đường lỏng sau khi đã chưng cất đến  $360^{\circ}\text{C}$  và nhũ tương nhựa đường sau khi đã tách nước.

### 2.3.2. Thiết bị thí nghiệm

#### 1) Khuôn mẫu

Hai vành khuôn tròn chuẩn bằng đồng có đường kính trong  $15,9 \pm 0,3\text{mm}$  và chiều cao  $6,4 \pm 0,4\text{mm}$  để chứa nhựa đường.

#### 2) Bì thép

Hai viên bì thép tròn có đường kính  $9,5 \pm 0,03\text{mm}$ , nặng  $3,50 \pm 0,05\text{ gam}$ .

#### 3) Vòng dẫn hướng

Vòng dẫn hướng của bì thép có 3 hoặc 4 vít để định tâm.

#### 4) Khung treo (Giá treo)

Khung treo để giữ khuôn chứa mẫu, vòng dẫn hướng và bì thép ngập lơ lửng trong bình chứa ethylene glycol.

#### 5) Bình chứa ethylene glycol

Bình thủy tinh chịu nhiệt có dung tích 800ml để chứa ethylene glycol.

#### 6) Dụng cụ cấp nhiệt

Bếp cồn hay dầu hỏa có lưới amiăng, điều chỉnh được nhiệt độ.

#### 7) Nhiệt kế

Nhiệt kế thủy ngân  $200^{\circ}\text{C}$ , có Vạch chia sai số tối đa  $0,50^{\circ}\text{C}$ .

#### 8) Dao cắt

Dao dùng để cắt phẳng mặt mẫu nhựa đường.

#### 9) Vật liệu và hoá chất cần dùng

- Ethylene glycol có điểm sôi giữa  $193^{\circ}\text{C}$  -  $204^{\circ}\text{C}$ ;
- Vadolin (glixerin) để bôi trơn;
- Nước đá;

### 2.3.3. Chuẩn bị mẫu

1) Đun nóng mẫu nhựa đường cẩn thận sao cho không để nóng chảy cục bộ, khuấy đều để tránh tạo bọt khí. Nhiệt độ đun nóng không quá  $50^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ hoá mềm dự kiến và không được đun mềm quá 30 phút.

2) Đặt 2 vòng lên bản đáy có bôi trơn bằng vadolin. Đổ nhựa đường đã đun vào 2 vòng cho đầy. Để nguội trong không khí 30 phút, sau đó dùng dao nóng gạt phẳng mặt mẫu nhựa đường.

### 2.3.4. Thí nghiệm

1) Đổ ethylene glycol vào bình thủy tinh với chiều cao dung dịch khoảng  $105 \pm 3\text{mm}$ . Lắp khuôn mẫu, vòng dẫn hướng bì thép và nhiệt kế vào giá treo. Ngâm giá treo vào bình sao cho mặt trên khuôn mẫu cách mặt trên của dung dịch lớn hơn 50mm và mặt dưới mẫu cách đáy đúng 5.08mm. Treo nhiệt kế sao cho bầu thủy ngân ngang đáy vòng mẫu nhưng không chạm vòng.

2) Duy trì nhiệt độ của dung dịch trong bình có chứa vòng mẫu ở nhiệt độ quy định  $1^{\circ}\text{C}$  trong 15 phút bằng cách thích hợp (để bình trong thùng nước đá). Sau đó dùng oanh kẹp đưa viên bi đã làm lạnh trước đó vào vị trí vòng dẫn hướng đặt phía trên khuôn mẫu. Nới các vít của vòng dẫn hướng sao cho viên bi nằm đúng ở giữa mặt mẫu.

3) Gia nhiệt ở đáy bình với tốc độ ổn định  $1^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ . Tất cả thí nghiệm mà trong đó việc tăng nhiệt độ quá giới hạn cho phép ở trên đều bị loại.

4) Ghi lại nhiệt độ hoá mềm của mỗi một trong 2 vòng và bi mà ở thời điểm đó viên bi bọc nhựa đường rơi chạm tới tấm đáy của giá treo.

### **2.3.5. Báo cáo kết quả thí nghiệm**

1) Báo cáo chính xác tới  $0,5^{\circ}\text{C}$  số liệu trung bình nhiệt độ hoá mềm của 2 vòng và bi.

2) Nếu sự chênh lệch về nhiệt độ hóa mềm của 2 vòng và bi (trong 1 lần thí nghiệm) sai khác quá  $1^{\circ}\text{C}$  đối với nước và  $2^{\circ}\text{C}$  đối với ethylene glycol thì phải làm lại thí nghiệm.

3) Trong kết quả phải ghi rõ loại dung dịch nào được sử dụng. Kết quả thí nghiệm nhiệt độ hoá mềm khi sử dụng ethylene glycol sai khác so với sử dụng nước cất theo công thức:

$$Sp(\text{nước}) = 0,974118 \times Sp(\text{ethylene glycol}) - 1,44459^{\circ}\text{C}$$

## **2.4. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BẮT LỬA, NHIỆT ĐỘ BỐC CHÁY CỦA NHỰA ĐƯỜNG**

### **2.4.1. Định nghĩa, phạm vi áp dụng**

1) Nhiệt độ bắt lửa là điểm nhiệt độ thấp nhất tại áp suất khí quyển 760mm Hg mà ở đó ngọn lửa thí nghiệm làm cho mẫu bốc hơi và cháy dưới điều kiện quy định của thí nghiệm.

2) Nhiệt độ bốc cháy là điểm nhiệt độ thấp nhất trong điều kiện thí nghiệm mà tại đó mẫu bị cháy trong thời gian 5 giây.

3) Phương pháp này dùng để xác định nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy của nhựa đường đặc bằng thiết bị và quy trình mô tả sau đây.

#### **2.4.2. Thiết bị**

##### **1) Giá đỡ mẫu**

Một giá đỡ tiêu chuẩn có các vị trí để đặt cốc mẫu, nhiệt kế, có bộ phận gia nhiệt phía trước (bếp ga, đèn cồn).

##### **2) Cốc mẫu**

Một cốc mẫu chuẩn bằng đồng có đường kính trong  $63 \pm 1\text{mm}$ , chiều sâu  $33 \pm 1\text{mm}$ .

##### **3) Nhiệt kế**

Nhiệt kế đo được tới  $400^{\circ}\text{C}$ , có vạch chia sai số tối đa  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

##### **4) Đồng hồ bấm giây**

### **2.4.3. Chuẩn bị mẫu**

l) Rửa sạch và làm khô cốc mẫu. Đặt cốc mẫu vào vị trí định vị trên giá đỡ. Lắp nhiệt kế vào giá đỡ ở vị trí thẳng đứng tại tâm của cốc, bảo đảm đáy bầu nhiệt kế cách đáy cốc 6-7mm.

2) Đổ mẫu nhựa đường thí nghiệm đã hâm nóng thành dạng lỏng vào cốc mẫu với chiều cao thấp hơn miệng cốc 9-10mm. Để mẫu nguội và ổn định ở nhiệt độ bình thường trong thời gian 30 phút với nhựa đường đặc.

#### **2.4.4. Thí nghiệm**

l) Châm lửa đèn đốt thí nghiệm, điều chỉnh ngọn lửa để đạt được tốc độ gia nhiệt  $14^{\circ}\text{C}$ - $17^{\circ}\text{C}$ /phút cho đến khi nhiệt độ của mẫu tăng xấp xỉ dưới nhiệt độ bốc cháy  $56^{\circ}\text{C}$  (hoặc khi nhiệt độ của mẫu đạt xấp xỉ  $120^{\circ}\text{C}$ ). Sau đó hạ lửa từ từ để tốc độ gia nhiệt chỉ còn  $5^{\circ}\text{C}$ -  $6^{\circ}\text{C}$ /phút trong suốt quá trình còn lại.

2) Khi nhiệt độ của mẫu tăng xấp xỉ đến điểm dưới nhiệt độ bốc cháy  $28^{\circ}\text{C}$  (hoặc khi nhiệt độ của mẫu đạt xấp xỉ  $150^{\circ}\text{C}$ ) thì bắt đầu phóng lửa hoặc hơ que lửa trên mặt mẫu nhựa đường không cao hơn 2mm trên mép trên của cốc. Có thể cho ngọn lửa đi theo đường thẳng hay đường vòng tròn có bán kính không nhỏ hơn 150mm và đi theo một hướng. Lập lại thao tác tại các thời điểm khi nhiệt độ mẫu tăng lên từng  $2^{\circ}\text{C}$  (hoặc 20 giây 1 lần).

3) Cứ làm như vậy và quan sát đến khi nào ngọn lửa đi qua mặt mẫu nhựa đường làm bốc lên một ngọn lửa xanh mà khi rút que ra (hoặc ngừng phóng lửa) thì ngọn lửa xanh tắt ngay thì ghi lại nhiệt độ. Đó là nhiệt độ bắt lửa.

4) Nếu muốn tìm thêm nhiệt độ bốc cháy thì tiếp tục gia nhiệt với tốc độ  $5^{\circ}\text{C}$ - $6^{\circ}\text{C}$ /phút và lặp lại các thao tác như trên. Khi nào ngọn lửa xanh xuất hiện trên bề mặt mẫu bị tẩm và tồn tại ít nhất là 5 giây thì ghi lại nhiệt độ. Đó là nhiệt độ bốc cháy.

#### **2.4.5. Tính toán và báo cáo kết quả thí nghiệm**

l) Nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy được báo cáo chính xác tới  $2^{\circ}\text{C}$ .

2) Trong trường hợp áp suất không khí tại thời điểm thí nghiệm khác 760mmHg, việc hiệu chỉnh nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy được thực hiện theo công thức sau:

$$T + C + 0,03 (760 - P), ^{\circ}\text{C}$$

*Trong đó:*

- T: Nhiệt độ bắt lửa hoặc nhiệt độ bốc cháy hiệu chỉnh;
- C: Nhiệt độ bắt lửa hoặc nhiệt độ bốc cháy tại thời điểm thí nghiệm chính xác đến  $2^{\circ}\text{C}$ ;
- P: áp suất khí quyển tại thời điểm thí nghiệm.

### **2.5. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH LƯỢNG TỒN THẤT SAU KHI ĐUN NÓNG NHỰA ĐƯỜNG**

#### **2.5.1. Định nghĩa, phạm vi áp dụng**

l) hương pháp bao gồm việc xác định sự tồn thất khối lượng (không kể nước) của nhựa đường khi đun nóng như mô tả dưới đây.

2) Phương pháp kiểm tra này chỉ cung cấp giá trị tương đối về khả năng bay hơi của nhựa đường dưới các điều kiện kiểm tra.

3) Tổn thất về khối lượng được xác định bằng sự so sánh trước và sau khi đun 50g nhựa đường đựng trong một hộp có đường kính 55mm trong 5 giờ ở 163<sup>0</sup>C.

### **2.5.2. Thiết bị thí nghiệm**

#### *1) Lò xấy*

Lò xấy điện có thể tăng được nhiệt lên tới 180<sup>0</sup>C. Ngoài ra, nó còn phải thoả mãn những yêu cầu sau:

- Lò xấy có hình chữ nhật với kích thước mỗi chiều bên trong nhỏ nhất là 13in (330mm). Lò xấy có một cửa trước có bản lề khít.

- Cửa phía trước của lò xấy chứa một cửa sổ có kích thước ít nhất là 4-4in (100x100mm) gồm 2 tấm kính cách nhau 1 khoảng không. Một nhiệt kế thẳng đứng đặt ở vị trí xác định trong khoảng không giữa 2 tấm kính cho phép đọc nhiệt độ mà không cần mở cửa lò xấy. Lò xấy có thể có 1 cửa thủy tinh để có thể theo dõi diễn biến của quá trình.

- Lò xấy phải có bộ phận thông hơi thích hợp để đối lưu không khí.

#### *2) Giá quay*

Lò xấy có một giá quay hình tròn bằng kim loại. Giá được treo lên 1 trục thẳng đứng ở giữa tâm lò xấy. Giá quay bằng cơ học với tốc độ 5 ÷ 6 vòng/phút.

#### *3) Nhiệt kế*

Nhiệt kế thủy ngân 200<sup>0</sup>C, có Vạch chia sai số tối đa 0,5<sup>0</sup>C.

#### *4) Cốc mẫu*

Cốc mẫu bằng kim loại hoặc thủy tinh hình trụ có đáy phẳng và kích thước bên trong của nó là: đường kính 55mm, sâu 35mm.

### **2.5.3. Chuẩn bị mẫu**

Mẫu được khuấy và lắc đều hay làm ấm lên nếu cần.

Kiểm tra mẫu thí nghiệm, nếu có lẫn nước, cần tách nước bằng phương pháp thích hợp trước khi thí nghiệm sự tổn thất trong quá trình đun nóng hoặc thay thế bằng những mẫu khác không có nước.

### **2.5.4. Thí nghiệm**

Cân chính xác tới 0,01g khối lượng của hộp đựng mẫu (A). Cho 50g nhựa đường vào hộp đựng mẫu. Làm mát mẫu ở nhiệt độ trong phòng trước khi cân. khối lượng ban đầu. Cân chính xác tới 0,01g khối lượng của cả mẫu và cốc mẫu (B). Gia nhiệt lò xấy đến 163<sup>0</sup>C. Đặt cốc mẫu vào giá quay trong lò xấy. Đóng cửa lò xấy và bật máy để giá chứa mẫu quay với tốc độ 5-6 vòng/phút. Giữ nhiệt độ ở 163 ± 1<sup>0</sup>C trong 5 giờ. Thời gian 5 giờ này bắt đầu tính từ khi nhiệt độ đạt tới 162<sup>0</sup>C và không được để mẫu trong lò xấy quá 15 phút (tổng cộng quá 5 giờ 15').

Kết thúc giai đoạn sấy nóng, lấy mẫu từ trong lò xấy đưa ra làm mát mẫu ở nhiệt độ trong phòng. Cân chính xác tới 0,01g khối lượng của hộp và mẫu (C).

Xác định nhiệt độ bằng một nhiệt kế được đỡ bởi trụ của giá tròn, cách chu vi trong của giá 19mm, đáy của bầu nhiệt kế ở cách mặt giá treo khoảng 6mm.

### **2.5.5. Tính toán và báo cáo kết quả thí nghiệm**

Lượng tổn thất sau khi đun nóng nhựa đường được tính toán theo công thức sau:

Khi khối lượng tổn thất lớn hơn 5%, báo cáo kết quả thu được cần phải hiệu chỉnh theo *bảng 2.3*.

**Bảng 2.3. Trị số hiệu chỉnh tổn thất khối lượng của nhựa đường khi đun nóng**

Lượng tổn thất thí nghiệm được (%)	Trị số hiệu chỉnh	Số hiệu báo cáo chính xác lượng tổn thất (%)
5,0	$\pm 0,50$	$4,50 \div 5,50$
5,5	$\pm 0,51$	$4,99 \div 6,01$
6,0	$\pm 0,52$	$5,48 \div 6,52$
10	$\pm 0,60$	$9,40 \div 10,60$
15	$\pm 0,70$	$14,30 \div 15,70$

*Ghi chú:*

- Để thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu khác của nhựa đường sau khi đun nóng, phần nhựa đường còn lại sau thí nghiệm đun nóng này được giữ lại và sử dụng tùy theo các yêu cầu của tiêu chuẩn kiểm tra liên quan.

- Trong điều kiện bình thường, những mẫu có khoảng nhiệt độ bốc hơi giống nhau có thể cùng được kiểm tra chung trong một lần thí nghiệm.

- Các mẫu có khoảng nhiệt độ bốc hơi khác nhau lớn phải được kiểm tra riêng.

- Khi độ chính xác đòi hỏi không cao, một mẫu vật liệu nên kiểm tra 1 lần.

- Kết quả thu được của các mẫu có dấu hiệu sủi bọt trong quá trình kiểm tra phải được loại bỏ.

## **2.6. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH LƯỢNG HOÀ TAN CỦA NHỰA ĐƯỜNG TRONG TRICHLOROETHYLENE**

### **2.6.1. Định nghĩa và phạm vi áp dụng**

1) Lượng hoà tan của nhựa đường trong trichloroethylene, được tính bằng phần trăm, là tỷ số giữa khối lượng nhựa đường tan hết trong dung môi trichloroethylene và khối lượng nhựa ban đầu đưa vào dưới điều kiện thí nghiệm và thiết bị quy định dưới đây.

2) Cho mẫu nhựa đường có khối lượng biết trước hoà tan trong trichloroethylene - rồi được lọc qua lưới lọc sợi thuỷ tinh. Thu phần vật liệu không hoà tan được của nhựa đường, rửa sạch, sấy và cân.

3) Phương pháp này là một phép đo độ hoà tan của nhựa đường đặc có ít hoặc không có chất khoáng. Phần hoà tan được trong Trichloroethylene biểu thị thành phần dính kết hữu hiệu của nhựa đường.

### **2.6.2. Dụng cụ và vật liệu**

1) *Bộ dụng cụ lọc bao gồm:*

Cốc nung được tráng men bên trong và bên ngoài trừ mặt ngoài của đáy. Kích thước của đường kính ở trên đầu phải bằng 44mm và đáy thót lại bằng 36mm độ sâu bằng 28mm. Xem hình 6.

- Lưới lọc bằng sợi thủy tinh 3.2cm.
- Bình lọc có dung tích 250ml hoặc 500 mm.
- Ống lọc có đường kính bên trong 40-42mm.
- Ống cao su hoặc bộ gá để giữ cho cốc ở trên ống lọc.
- Bộ dụng cụ hút chân không thích hợp với cốc có thể được sử dụng.

2) *Bình chứa mẫu có dung tích 125ml.*

$$T = \frac{B - C - A}{B - A} \cdot 100\%$$

3) *Tủ sấy có khả năng cung cấp nhiệt độ  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$*

4) *Bình hút ẩm.*

5) *Cân phân tích.*

6) *Dung dịch Trichloroethylene*

*Chú ý:* Trichloroethylene là một chất độc nên khi thí nghiệm phải bố trí thông gió tốt.

### **2.6.3. Thí nghiệm**

1) Đặt cốc nung trên tấm đệm bằng thủy tinh vào tủ sấy và sấy ở nhiệt độ  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  trong 15 phút. Sau đó, ẽ cốc nguội đi trong bình hút ẩm và đem cân chính xác đến 0,1mg. Giữ cốc trong bình hút ẩm cho đến khi sử dụng.

2) *Chuẩn bị mẫu :*

Nếu mẫu ở trạng thái đặc thì phải gia nhiệt làm lỏng nhựa đường nhưng không được cao hơn  $111^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ hoá mềm. Thông thường, nhiệt độ để tiến hành thí nghiệm này không phải là cực hạn và nó có thể được tiến hành ở nhiệt độ không khí trong phòng thí nghiệm Tuy nhiên, đối với phép thử tiêu chuẩn, bình và mẫu ở trạng thái dung dịch phải được đặt trong thùng nước ổn nhiệt  $38 \pm 0,25^{\circ}\text{C}$  trong một giờ trước khi thí nghiệm lọc.

3) Chuyển khoảng 2g mẫu sang bình chứa mẫu đã cân bì. Để nguội bình và mẫu đến nhiệt độ của môi trường và cân chính xác tới 1 mg.

4) Cho 100ml Trichloroethylene vào bình từng lượng nhỏ và khuấy liên tục (lắc) cho đến khi mẫu tan hết, không còn mẫu dính vào bình. Kiểm tra vật liệu không được hoà tan ít nhất 15 phút.

5) Đặt cốc nung đã chuẩn bị và cân trước vào trong một ống lọc. Làm ướt lưới lọc sợi thủy tinh bằng Trichloroethylene rồi gạn dung dịch (nhựa đường + trichloroethylene) qua lưới lọc sợi thủy tinh của cốc nung. *Có thể có hoặc không sử dụng bơm hút chân không.*

Khi dung dịch đã được chảy (hút) cạn qua lưới lọc, rửa bình chứa bằng một lượng nhỏ dung môi. Chuyển tất cả chất không hòa tan vào cốc nung. Tráng kỹ bình chứa, rửa chất không hòa tan trong cốc nung bằng dung môi cho đến khi chất lọc được thực tế không có màu, sau đó hút mạnh để lấy đi dung môi còn sót lại.

Lấy cốc nung ra khỏi ống, rửa sạch đáy cốc và đặt cốc nung lên đầu một tủ sấy hoặc trên bề mặt nước cho đến khi hết hoàn toàn mùi Trichloroethylene.

Đặt cốc vào một tủ sấy ở nhiệt độ  $110^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  trong ít nhất 20 phút, để nguội trong bình hút ẩm  $30 \pm 5$  phút và cân. Thao tác sấy được lặp lại cho đến khi trọng lượng coi như không đổi (sai số - 0,3mg).

Các lưới lọc chỉ được dùng một lần.

#### **2.6.4. Tính toán và báo cáo kết quả thí nghiệm**

1) Tính toán lượng hoà tan (%) từ lượng không hoà tan (%) của mẫu mẫu nhựa đường trong dung môi như sau:

Lượng không hoà tan  $= a/b \times 100$  (%).

Lượng hoà tan  $= 100 - [a/b \times 100]$  (%).

Trong đó: a là lượng không hoà tan (gam);

b là tổng lượng mẫu (gam).

2) Đối với trường hợp trị số không hòa tan nhỏ hơn 1%, báo cáo chính xác tới 0,01%; đối với trường hợp trị số không hòa tan bằng 1% hoặc lớn hơn, báo cáo chính xác là 0,1%.

### **2.7. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TỶ TRỌNG VÀ KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA NHỰA ĐƯỜNG**

#### **2.7.1. Định nghĩa, phạm vi áp dụng**

1) Tỷ trọng của nhựa đường là tỷ số giữa khối lượng của nhựa đường và khối lượng của nước có cùng một thể tích bằng nhau và ở nhiệt độ như nhau  $25^{\circ}\text{C}$  hoặc  $15,6^{\circ}\text{C}$ .

2) Khối lượng riêng của nhựa đường là khối lượng của nhựa đường trong một đơn vị thể tích ở nhiệt độ  $25^{\circ}\text{C}$  hoặc  $15,6^{\circ}\text{C}$ . Đơn vị là  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

3) Phương pháp này dùng để xác định tỷ trọng và khối lượng riêng của nhựa đường bằng dụng cụ bình tỷ trọng (pycnometer).

#### **2.7.2. Thiết bị**

1) *Bình tỷ trọng:*

Bình thủy tinh chịu nhiệt dạng hình trụ hoặc hình côn có nút thủy tinh đường kính 22-26mm đáy khít. Bình thủy tinh có cả nút nặng không quá 40g và có dung tích từ 24 đến 30ml.

2) *Chậu nước ổn nhiệt:*

Chậu có thể duy trì được nhiệt độ thí nghiệm với độ chính xác đến  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

3) *Nhiệt kế*

Nhiệt kế thủy tinh  $60^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$ , có vạch chia sai số tối đa  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

4) *Cốc thủy tinh :*

Cốc thủy tinh có dung tích 600ml để chứa nước cất.

5) *Nước cất đã khử Ion.*

#### **2.7.3. Chuẩn bị dụng cụ**

1) Đổ nước cất vào cốc thủy tinh 600ml một lượng sao cho khi ngâm bình tỷ trọng vào cốc thì nước cất ngập bình ít nhất là 40mm.



2) Ngâm cốc thuỷ tinh vào chậu nước ổn nhiệt với mức nước trong chậu sao cho thấp hơn mặt cốc và đáy của cốc thuỷ tinh ngập ở độ sâu lớn hơn 100mm. Kẹp cố định cốc thuỷ tinh.

3) Giữ nhiệt độ của chậu nước với sự chênh lệch không quá  $0,1^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ thí nghiệm.

#### **2.7.4. Hiệu chỉnh bình tỷ trọng**

1) Lau sạch và làm khô bình tỷ trọng, cân bình tỷ trọng có cả nút chính xác đến 1mg. Gọi trị số đọc đó là A.

2) Nhấc cốc thuỷ tinh khỏi chậu nước. Đổ nước cất hoặc nước khử Ion vào đầy bình tỷ trọng và đẩy nhẹ nút thuỷ tinh vào bình tỷ trọng. Đặt toàn bộ bình tỷ trọng vào trong cốc và đẩy chắc chắn nút bình lại. Chuyển cốc có chứa bình tỷ trọng vào chậu nước.

3) Giữ bình tỷ trọng trong nước với thời gian không ít hơn 30 phút. Nhấc bình tỷ trọng ra, ngay lập tức lau khô đỉnh của nút và xung quanh bình bằng khăn khô, cân bình tỷ trọng có chứa nước cất với độ chính xác đến 1mg. Gọi trị số đọc đó là B.

*Chú ý: 1. Việc hiệu chỉnh chỉ tương ứng với một nhiệt độ nhất định.*

*2. Chỉ lau khô đỉnh của nút 1 lần.*

#### **2.7.5. Tiến hành thí nghiệm**

##### *1) Chuẩn bị mẫu nhựa đường*

Đun mẫu nhựa đường cẩn thận, khuấy đều để tránh nóng cục bộ và khử bọt khí. Đun cho đến khi nhựa đường đủ lỏng để có thể rót vào bình nhưng không quá  $111^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ hoá mềm của nhựa và không lâu quá 30 phút.

##### *2) Rót nhựa đường*

Rót nhựa đường lỏng vào trong bình tỷ trọng khô, sạch, ẩm khoảng 3/4 dung tích của bình rồi đẩy nút lại.

*Chú ý: Không để cho nhựa đường dính vào thành bình phía trên kể từ bề mặt phần nhựa rót vào, và không để tạo bọt trong nhựa đường.*

3) Duy trì nhiệt độ thí nghiệm cho bình tỷ trọng có chứa nhựa đường trong thời gian lớn hơn 40 phút. Cân bình tỷ trọng có chứa nhựa đường cả nút chính xác đến 1mg. Gọi trị số đọc đó là C.

4) Nhấc cốc thuỷ tinh khỏi chậu nước. Mở nút bình tỷ trọng có chứa nhựa đường, rót nước cất vào đầy, đẩy nhẹ nút lại và tránh tạo bọt khí trong bình. Cho bình tỷ trọng trở lại cốc và ấn chặt nút bình. Chuyển toàn bộ cốc có chứa bình tỷ trọng vào trong chậu nước.

5) Duy trì nhiệt độ thí nghiệm cho bình tỷ trọng có chứa nhựa đường trong chậu nước với thời gian lớn hơn 30 phút. Nhấc bình tỷ trọng ra, lau khô như ở 4.3 và cân chính xác đến 1mg. Gọi trị số đọc đó là D.

#### **2.7.6. Tính toán**

##### *1) Tỷ trọng của nhựa đường*

$$\Delta_{nd} = \frac{C - A}{(B - A) - (D - C)}$$

Trong đó:

- A : Khối lượng của bình tỷ trọng rỗng và nút;
- B : Khối lượng của bình tỷ trọng chứa đầy nước;
- C : Khối lượng của bình tỷ trọng chứa nhựa đường;
- D : Khối lượng của bình tỷ trọng có chứa nhựa đường và nước.

2) *Khối lượng riêng nhựa đường, g/cm<sup>3</sup>.*

$$\gamma_{nd} = \Delta_{nd} \times \gamma_n$$

Trong đó:  $\gamma_{nd}$  - Khối lượng riêng của nước lấy theo bảng 2.4.

*Bảng 2.4. Khối lượng riêng của nước*

Nhiệt độ thí nghiệm	Khối lượng riêng của nước (g/cm <sup>3</sup> )
15,6 <sup>0</sup> C	0,9990
25,6 <sup>0</sup> C	0,9971

#### **2.7.7. Báo cáo kết quả thí nghiệm**

1) Tỷ trọng và khối lượng riêng của nhựa đường được tính toán vào báo cáo chỉ tiêu đến 3 số sau dấu phẩy ở nhiệt độ thử nghiệm 25<sup>0</sup>C hoặc 15,6<sup>0</sup>C.

2) Kết quả thí nghiệm giữa 2 mẫu của một người thí nghiệm có độ chênh lệch không được vượt quá trị số sau:

- Thí nghiệm ở nhiệt độ 25<sup>0</sup>C thì chênh lệch không quá 0,002;
- Thí nghiệm ở nhiệt độ 15,6<sup>0</sup>C thì chênh lệch không quá 0,003.

### **2.8. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ DÍNH BÁM CỦA NHỰA ĐƯỜNG VỚI ĐÁ**

#### **2.8.1. Định nghĩa, phạm vi áp dụng**

1) Phương pháp mô tả dưới đây dùng để xác định khả năng dính bám của nhựa đường đối với đá thông qua việc xác định cấp độ dính bám của nhựa đường đối với đá sau khi đun trong nước sôi 10 phút.

2) Đây là một chỉ tiêu tương đối tổng hợp phản ánh trực tiếp khả năng dính bám của nhựa đường đối với đá, phụ thuộc vào không những chất lượng của nhựa đường mà cả chất lượng của đá dăm.

#### **2.8.2. Thiết bị thí nghiệm**

- Cốc mỏ 1000ml
- Bếp điện hoặc ga
- Đồng hồ bấm giây
- Tủ sấy
- Chỉ buộc
- Giá treo mẫu

#### **2.8.3. Chuẩn bị mẫu**

Mẫu nhựa đường dùng trong thí nghiệm.

Chọn khoảng 20 viên đá dăm có kích cỡ 30-40mm, rửa sạch bằng nước.

#### **2.8.4. Thí nghiệm**

- Sấy khô 10 viên đá ở 105<sup>0</sup>C tới khi ổn định khối lượng.
- Buộc dây vào từng viên đá và đưa vào tủ sấy ở nhiệt độ làm việc của nhựa đường dùng thí nghiệm trong khoảng thời gian 60phút. Nhiệt độ làm việc tùy thuộc vào cấp độ kim lún của nhựa đường, đối với loại nhựa 60/70 là 120-125<sup>0</sup>C, loại nhựa 40/60 là 130-135<sup>0</sup>C.

Nhúng từng viên đá vào vào nhựa đường cũng đã được đun nóng tới nhiệt độ làm việc. Thời gian nhúng 15 giây.

Treo những viên đá đã nhúng nhựa lên giá treo trong 15 phút để nhựa thừa chảy bớt và đá nguội đi ở điều kiện trong phòng thí nghiệm.

Nhúng từng viên đá vào cốc mở có nước cất đun sôi trong 10 phút. Trong thời gian nước sôi, viên đá không được chạm vào thành cốc.

Nhấc các viên đá ra và quan sát ngay từng viên, đánh giá độ dính bám của nhựa trên mặt viên đá theo 5 cấp quy định.

#### **2.8.5. Báo cáo kết quả thí nghiệm**

Độ dính bám của nhựa với đá được đánh giá theo 5 cấp như sau:

- + ) Cấp 5 - dính bám rất tốt: Màng nhựa còn lại đầy đủ bao bọc toàn bộ bề mặt viên đá.
- + ) Cấp 4 - dính bám tốt: Màng nhựa lẫn vào nước sôi không đáng kể, độ dày mỏng của nhựa còn lại trên mặt đá không đều nhưng không lộ đá.
- + ) Cấp 3 - dính bám trung bình: Cá biệt từng chỗ trên mặt đá màng nhựa bị bong nhưng nói chung bề mặt vẫn giữ được màng nhựa.
- + ) Cấp 2 - dính bám kém: Màng nhựa bong ra và lẫn vào nước, mặt đá dăm không dính với nhựa nhưng nhựa chưa nổi lên mặt nước.
- + ) Cấp 1 dính bám rất kém: Màng nhựa bong ra khỏi viên đá và lẫn hoàn toàn vào nước, mặt đá dăm sạch, toàn bộ nhựa nổi lên mặt nước.

Độ dính bám của mẫu nhựa đường với đá được xác định theo trị số trung bình độ dính bám của 10 viên đá được dùng trong thí nghiệm.

#### **2.8.6. Sử dụng phụ gia tăng khả năng dính bám**

Có thể sử dụng các loại phụ gia cho nhựa đường nhằm tăng khả năng dính bám của nhựa đường đối với đá.

Nội dung thí nghiệm và đánh giá khả năng dính bám của nhựa đường có phụ gia đối với đá cũng được tiến hành như trên. Kết quả báo cáo cần ghi rõ chủng loại và liều lượng phụ gia đã dùng trong thí nghiệm.

### **2.9. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG PARAPHIN TRONG NHỰA ĐƯỜNG (THEO DIN - 52015)**

#### **2.9.1. Định nghĩa và phạm vi áp dụng**

1) Phương pháp thí nghiệm này được sử dụng để xác định hàm lượng Paraphin chứa trong nhựa đường.

2) Lượng Paraphin trong nhựa đường bao gồm các hydrocacbon kết tinh trong hỗn hợp ete/ethanol ở âm  $20^{\circ}\text{C}$  thu được tuân theo một trình tự thí nghiệm tiêu chuẩn dưới đây và có điểm nóng chảy trên  $25^{\circ}\text{C}$ .

### **2.9.2. Dụng cụ, thiết bị và thuốc thử**

1. Cân có độ chính xác tới  $\pm 5\text{mg}$ .
2. Cân, có độ chính xác tới  $\pm 0.5\text{mg}$ .
3. Tủ xây có thể đạt tới nhiệt độ  $150^{\circ}\text{C}$  hoặc cao hơn.
4. Nhiệt kế các loại.
5. Đèn cấp nhiệt (bun sen).
6. Bồn làm lạnh.
7. Bộ chưng cất bao gồm: bình chưng và bình ngưng được nối với nhau bằng ống dẫn thủy tinh xuyên qua nút Lie đáy kín.
8. Thấu thủy tinh (bình giữ khô).
9. Bình lọc 500ml và bộ hút chân không.
10. Chậu (khay) bay hơi
11. Phễu.
12. Miếng lọc hình tròn đặt vào phễu.
13. Bình rửa bằng thủy tinh có vòi phun, dung tích 500ml.
14. Thước đo trụ.
15. Ete khan.
16. Ethanol nguyên chất.
17. Cồn kỹ thuật.
18. Dầu tiêu chuẩn FAM, phù hợp với tiêu chuẩn DIN 51 635.
19. Acetone.
20. Nước đá.
21. Dio xide cacbone thể rắn.

### **2.9.3. Trình tự thí nghiệm**

1) Rót khoảng  $25\pm 1\text{g}$  nhựa đường đã được đun chảy lỏng vào trong bình chưng và cân chính xác tới 10mg (ký hiệu là mb). Lắp đặt hệ thống chưng cất bao gồm: đèn bunsen với lưới tản nhiệt, bình chưng, bình ngưng, bồn làm lạnh, ống dẫn thủy tinh và nút Lie. Đèn bunsen đặt cách đáy bình chưng cất 150mm. Bình ngưng được nhúng sâu vào trong hỗn hợp nước và đá làm lạnh.

2) Nung nóng bình chưng cất bằng ngọn lửa đèn bunsen. Điều chỉnh ngọn lửa sao cho giọt chưng cất đầu tiên được tạo ra sau 3 đến 5 phút. Tiếp tục quan sát và điều chỉnh ngọn lửa để khống chế tốc độ chưng cất: cứ mỗi giây lại có một giọt từ ống dẫn rơi xuống bình ngưng. Khi không còn giọt nào nữa rơi ra trong khoảng 10 giây, tiếp tục duy trì ngọn lửa nhỏ khoảng vài phút đến khi bình chưng cất rực đỏ thì dừng lại. Toàn bộ quá trình chưng cất diễn ra không quá 15 phút.

3) Sau khi chưng cất, hâm ấm đồng thời lắc nhẹ bình ngưng để chất chưng cất được đồng đều và làm nguội bình ngưng.

*Chú ý:* Không được chuyển chất ngưng tụ còn sót lại trong ống dẫn vào bình ngưng

4) Dem cân chất chung cất được trong bình ngưng với độ chính xác tới 10mg (ký hiệu là md). Lấy một lượng sản phẩm chung cất khoảng 2-4g, cân chính xác tới  $\pm 5$ mg (ký hiệu là mE) cho vào trong ống nghiệm để thí nghiệm tiếp theo.

5) Hoà tan lượng chất chung cất trong ống nghiệm trên (lượng mE) bằng  $25 \pm 1$ ml ete, sau đó cho thêm vào ống nghiệm  $25 \pm 1$ ml ethanol. Đậy kín ống nghiệm bằng nút có nhiệt kế xuyên qua (để đo nhiệt độ dung dịch) và đặt ống nghiệm này vào một bồn làm lạnh. Nước trong bồn được làm lạnh bằng cách cho thêm Dio xide carbon thể rắn dạng hạt nhỏ. Để đảm bảo giữ được nhiệt độ của mẫu thí nghiệm ở âm  $20^0\text{C}$  thì nhiệt độ nước trong bồn làm lạnh cần hạ xuống tới khoảng âm  $22 \pm 1^0\text{C}$ .

6) Chuẩn bị 20ml hỗn hợp ete và ethanol với tỉ lệ 1:1 trong bình rửa có vòi phun để làm sạch rửa ống nghiệm. Dem nhúng bình rửa này vào trong bồn làm lạnh để hạ nhiệt độ xuống âm  $20 \pm 0,5^0\text{C}$ .

7) Đặt phễu có một miếng lọc hình tròn vào trong bồn làm lạnh. Đổ nhanh chất chung cất đã kết tinh trong ống nghiệm ở âm  $20 \pm 0,5^0\text{C}$  vào phễu lọc. Dùng chất rửa đã làm lạnh ở nhiệt độ là âm  $20 \pm 0,5^0\text{C}$  để rửa ống nghiệm và để rửa chất kết tinh nằm trên bộ lọc. Chia đều chất rửa cho 3 lần rửa. Hỗ trợ cho quá trình lọc bằng một quá trình hút nhẹ với áp suất chân không không nhỏ hơn 50mbar. Nhiệt độ của mẫu được giữ không đổi ở âm  $20 \pm 0,5^0\text{C}$  trong suốt quá trình lọc.

8) Ngay khi quá trình lọc ngừng lại, dùng oanh để lấy miếng lọc ra, và đặt nó vào trong 1 cái phễu đặt trên 1 khay bay hơi. Cân toàn bộ khay chính xác tới 0,5mg. Hoà tan lượng paraffin tinh chế lưu trên miếng lọc bằng cách phun cẩn thận dầu nóng FAM tiêu chuẩn lên nó. Những lượng paraffin còn dính trên nhiệt kế hoặc thành ống nghiệm cũng được gom lại và hoà tan theo cách trên.

9) Làm bay hơi hỗn hợp paraffin tinh chế ở khay bay hơi bằng cách đặt nó trên một bồn nước và thổi một luồng khí nhẹ trên mặt khay để tránh không cho paraffin tinh chế còn lỏng tràn ra. Phần còn lại sau quá trình bay hơi được làm khô ở trong tủ sấy ở nhiệt độ  $20 \pm 0,5^0\text{C}$  trong khoảng  $15 \pm 1$  phút. Lấy paraffin tinh chế ra, để nguội đến khi gần đặc quánh thì hoà tan nó với 15ml acetone bằng cách hơi nóng nhẹ và lắc cẩn thận khay bay hơi.

10). Nhúng khay có chứa dung dịch acetone/paraffin vào trong bồn nước ổn nhiệt ở  $15 \pm 0,5^0\text{C}$  và tiến hành lọc để tách lượng paraffin kết tinh ra. Quá trình lọc tương tự như khi tiến hành lọc dung dịch paraffin/Ete/Ethanol. Rửa khay, nhiệt kế và bộ lọc vài lần bằng  $30 \pm 1$ ml acetone đã chuẩn bị trước ở  $15 \pm 0,5^0\text{C}$ . Phun cẩn thận dầu nóng FAM tiêu chuẩn lên lượng paraffin tinh chế được ở trên để hoà tan chúng, rồi chứa chúng trong bồn bay hơi đã sử dụng ở trên. Sau đó cho chất lỏng thu được bay hơi trong điều kiện có 1 luồng khí nhẹ ở trên bồn nước.

11) Làm khô toàn bộ lượng paraffin kết tinh thu được ở trên bằng cách để chúng vào tủ sấy ở nhiệt độ  $125 \pm 5^0\text{C}$  trong khoảng  $15 \pm 1$  phút. Sau khi làm nguội

chúng trong bình giữ khô, cân xác định khối lượng với độ chính xác tới 0,5mg (gọi là khối lượng mA). Nếu khối lượng (mA) không nằm trong khoảng 50 tới 100 mg phải tiến hành lại thí nghiệm bằng cách thay đổi lượng chung cất ban đầu (mE).

12). Xác định điểm đông đặc của paraffin bằng nhiệt kế xoay, phù hợp với tiêu chuẩn DIN 5 1 556 và báo cáo kết quả thí nghiệm.

#### **2.9.4. Tính toán và báo cáo kết quả thí nghiệm**

1) Tính hàm lượng paraffin trong mỗi mẫu thí nghiệm theo phần trăm khối lượng (%) theo công thức sau:

$$C = \frac{mD \times mA}{mB \times mE} \times 100\%$$

*Trong đó:*

C : Hàm lượng paraffin (%).

mB: Khối lượng mẫu ban đầu đem chưng cất (g).

mD: Khối lượng sản phẩm thu được sau chưng cất (g).

mE: Khối lượng sản phẩm chưng cất đem thí nghiệm tiếp để tách paraffin (g).

mA: Khối lượng paraffin thu được (g).

2) Nếu kết quả thu được từ hai mẫu thí nghiệm không khác nhau quá 0.3% khối lượng thì lấy giá trị trung bình của kết quả hai mẫu. Ngược lại, cần tiến hành thí nghiệm 1 mẫu thứ 3 có khối lượng nhựa đường là 25g và lấy trị số trung bình của hai kết quả gần nhau nhất nhưng với điều kiện kết quả của 2 mẫu này cũng không được chênh lệch nhau quá 0.3% khối lượng. Nếu kết quả của 2 mẫu thí nghiệm đầu cùng chênh lệch đều về hai phía so kết quả của mẫu thứ ba thì lấy kết quả của mẫu thứ 3.

3) Nếu không thể thu được giá trị trung bình từ 3 mẫu thí nghiệm trên trong những điều kiện xác định (điều kiện 4.2 không thoả mãn) thì loại bỏ cả kết quả của 3 mẫu đó và tiến hành lại với 2 mẫu thí nghiệm mới.

4) Giá trị hàm lượng paraffin tính bằng phần trăm khối lượng, lấy đến 1 số thập phân.

#### **2.9.5. Độ chính xác**

Những đặc điểm sau được sử dụng để đánh giá độ tin cậy của kết quả:

Nếu cùng 1 người tiến hành lặp lại thí nghiệm trên cùng 1 bộ thiết bị trong cùng 1 điều kiện thì kết quả hai lần thí nghiệm phải không chênh lệch nhau quá 0.3%.

Nếu hai thí nghiệm được tiến hành độc lập trong hai phòng thí nghiệm khác nhau thì kết quả hai thí nghiệm phải không chênh lệch nhau quá 1.0%.

### **CHƯƠNG 3: THÍ NGHIỆM BÊ TÔNG NHỰA**

#### **3.1. XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH CỦA BÊ TÔNG NHỰA**

##### **3.1.1. Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm gồm có :**

- Cân thủy tinh hoặc cân kỹ thuật có độ chính xác đến  $\pm 0,01g$  kèm theo các phụ kiện để cân trong nước.

Chậu men hay thủy tinh có dung tích 1÷31 lít.

3.1.1.2. Trước khi thí nghiệm, phải đúc sẵn 3 mẫu ở trong khuôn theo các phương pháp quy định và lưu mẫu ở  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Sau đó lau nhẵn cho hết những hạt cát, sạn còn bám vào mẫu.

3.1.1.3. Đem cân mẫu trong không khí với độ chính xác đến  $\pm 0,01\text{g}$  rồi nhúng mẫu vào trong chậu nước có nhiệt độ  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  trong 30 phút. Lấy mẫu ra khỏi chậu nước, lau cho khô rồi cân trong không khí. Sau đó, đem cân tiếp mẫu trong nước có nhiệt độ  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

3.1.1.4. Khối lượng thể tích của bê tông nhựa tính chính xác đến  $0,01\text{g}/\text{cm}^3$ , được xác định theo:

$$\gamma = \frac{G_0 \gamma_{RN}}{G_1 - G_2}, (\text{g}/\text{cm}^3)$$

*Trong đó:*

$G_0$ : Khối lượng mẫu cân được trong không khí (g)

$G_1$ : Khối lượng mẫu cân trong không khí sau khi nhúng mẫu vào nước 30 phút (g)

$G_2$ : Khối lượng mẫu cân trong nước sau khi đã nhúng vào nước 30 phút (g).

$\gamma_{RN}$ : KL riêng của nước, lấy bằng  $1\text{g}/\text{cm}^3$

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả trong 3 lần thí nghiệm đối với cùng 1 loại mẫu thử; độ chênh lệch giữa các kết quả trong các lần thí nghiệm không được vượt quá  $0,02\text{g}/\text{cm}^3$ .

## 3.2. XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH VÀ KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA CÁC CỐT LIỆU TRONG BÊ TÔNG NHỰA

3.2.1 Trên cơ sở đã biết khối lượng thể tích của bê tông nhựa và biết các hàm lượng của vật liệu khoáng chất và bitum trong hỗn hợp bê tông nhựa, khối lượng thể tích của các cốt liệu, tính chính xác đến  $0,01\text{g}/\text{cm}^3$  được xác định theo:

$$\gamma_0 = \frac{\gamma \cdot q_0}{q_0 - q_B}, (\text{g}/\text{cm}^3)$$

*Trong đó:*

$\gamma$ : Khối lượng thể tích của bê tông nhựa ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$q_0$ : Hàm lượng vật liệu khoáng chất trong bê tông nhựa tính theo % khối lượng hỗn hợp

$q_B$ : Hàm lượng bitum trong hỗn hợp, tính theo tỷ lệ % của khối lượng vật liệu khoáng chất.

3.2.2. Trên cơ sở đã biết khối lượng riêng của từng thành phần cốt liệu trong bê tông nhựa thì khối lượng riêng trung bình của các cốt liệu trong bê tông nhựa, tính chính xác đến  $0,01\text{g}/\text{cm}^3$ , được xác định theo công thức:

$$\gamma_0 = \frac{100}{\frac{q_2}{\gamma_{R2}} + \frac{q_3}{\gamma_{R3}} + \dots + \frac{q_n}{\gamma_{Rn}}} (\text{g}/\text{cm}^3)$$

*Trong đó:*

$\gamma_{R2}, \gamma_{R3}, \gamma_{Rn}$  : Khối lượng riêng của từng thành phần cốt liệu (đá, cát và bột khoáng) tính theo  $\text{g/cm}^3$ .

$q_2, q_3, \dots, q_n$ : Hàm lượng của từng thành phần cốt liệu trong hỗn hợp bê tông nhựa, tính theo % khối lượng hỗn hợp.

### **3.3. XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA BÊ TÔNG NHỰA BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỶ TRỌNG VÀ BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN**

#### **3.3.1. Dụng cụ, thiết bị và hoá chất thí nghiệm gồm có:**

- Bình tỷ trọng (bình có khối lượng riêng có dung tích 250 hay 500  $\text{cm}^3$ ).
- Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 0,01g.
- Máy hút chân không.
- Nhiệt kế thủy ngân bằng thủy tinh có chia độ đến lợc.
- Châu để rửa.
- Ống nhỏ giọt.
- Nước cất.
- Dung dịch có phụ gia thấm ướt.

3.3.2. Đập nhỏ các mẫu bê tông nhựa (lấy từ mặt đường, từ máy trộn hay phòng thí nghiệm khi cần xác định thành phần phối hợp hợp lý của vật liệu) cho đến kích cỡ không lớn hơn 10cm rồi cân 2 mẫu thí nghiệm từ 50 đến 200g (tùy theo kích cỡ lớn nhất của vật liệu khoáng chất) với độ chính xác đến 0,01g. Trước khi cân cũng phải đập nhỏ các hạt lớn của mẫu đến kích cỡ giới hạn như trên.

3.3.3. Đổ nước cất có hòa thêm chất phụ gia thấm ướt vào bình đo đã được làm sạch và khô đến vạch ngấn ở cổ bình và giữ bình ở nhiệt độ  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  trong 30 phút.

Sau đó, nếu mức nước trong bình thay đổi thì điều chỉnh mức nước trong bình cho đến vạch ngấn và cân lại lần thứ hai khối lượng bình đó có chứa nước.

3.3.4. Bỏ mẫu hỗn hợp bê tông nhựa vào bình đo đã được lau sạch và sấy khô rồi cho vào bình 0,4g (30 giọt) dung dịch chất phụ gia thấm ướt có nồng độ 50%. Sau đó đổ nước cất có hòa thêm chất thấm ướt (15g dung dịch 50% cho 1 lít nước) đến 1/3 dung tích bình đã chứa mẫu. Lắc nhẹ bình đo rồi đặt vào trong máy hút chân không có áp suất còn lại là 10 mm thủy ngân trong 1 giờ. Lấy bình đo ra đổ thêm nước cất và hòa chất thấm ướt cho đến vạch ngấn ở cổ bình và giữ bình ở nhiệt độ  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  trong thời gian 30 phút rồi đem cân lại khối lượng bình đo có chứa mẫu và nước.

3.3.5. Khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông nhựa, xác định bằng phương pháp tỷ trọng kế, tính chính xác đến  $0,01\text{g/cm}^3$  có giá trị như sau:

$$\gamma_{RH} = \frac{G_0 \cdot \gamma_{RN}}{G_0 + G_1 - G_2} \quad (\text{g/cm}^3)$$

*Trong đó:*

$\gamma_{RH}$  : Khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông nhựa cần tìm.

$G_0$  : Khối lượng mẫu thử (đã đập nhỏ) (g)

$G_1$  : Khối lượng bình có chứa nước đến vạch ngấn ở cổ (g)

$G_2$  : Khối lượng bình có chứa mẫu và nước đến vạch ngấn ở cổ (g)



$\gamma_{RN}$  : Khối lượng riêng của nước, lấy bằng  $1\text{g/cm}^3$

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả của 2 mẫu thử, độ chênh lệch giữa 2 kết quả này không được vượt quá  $0,01\text{g/cm}^3$ , nếu Vượt quá giới hạn này thì phải làm lại thí nghiệm.

*Chú ý:*

+ Khi xác định khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông nhựa theo phương pháp tỷ trọng kế cần dùng nước cất có chứa chất phụ gia thấm ướt là một chất có hoạt tính bề mặt nhằm cải thiện tính thấm ướt trên bề mặt của cả cốt liệu hỗn hợp. Chất phụ gia thấm ướt được pha chế với nước cất với tỷ lệ 1/1 .

+ Khi cần xác định khối lượng riêng của bê tông nhựa lấy từ mặt đường hay máy trộn mang về, chỉ được phép thí nghiệm theo phương pháp tỷ trọng kế. Còn khi cần xác định khối lượng riêng của bê tông nhựa chế thử trong phòng thí nghiệm nhằm lựa chọn được thành phần phối hợp hợp lý của vật liệu thì có thể dùng cả theo phương pháp tỷ trọng hay tính toán trực tiếp ra kết quả.

+ Theo phương pháp tính toán trực tiếp, dựa trên cơ sở đã biết khối lượng riêng của các cốt liệu trong bê tông nhựa (xác định theo 3.2.2.), khối lượng riêng của bitum và hàm lượng các vật liệu thành phần trong hỗn hợp thì khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông nhựa, tính chính xác đến  $0,01\text{g/cm}^3$ , được xác định theo:

$$\gamma' = \frac{q_0 + q_B}{\frac{q_0}{\gamma_{R0}} + \frac{q_B}{\gamma_{RB}}} (\text{g/cm}^3)$$

*Trong đó :*

$\gamma_{R0}$  : Khối lượng riêng trung bình của các cốt liệu trong hỗn hợp bê tông nhựa ( $\text{g/cm}^3$ )

$\gamma_{RB}$  : Khối lượng riêng của bitum ( $\text{g/cm}^3$ ) (có thể lấy bằng 1)

$q_0$  : Hàm lượng vật liệu khoáng chất trong hỗn hợp bê tông nhựa (% theo khối lượng).

$q_B$  : Hàm lượng bitum trong hỗn hợp bê tông nhựa (% theo khối lượng).

### **3.4. XÁC ĐỊNH ĐỘ RỖNG CỐT LIỆU VÀ ĐỘ RỖNG DƯ CỦA CÁC HỖN HỢP BÊ TÔNG NHỰA Ở TRẠNG THÁI ĐẦM CHẶT**

3.4.1. Độ rỗng cốt liệu  $V_{R0}$  của bê tông nhựa, tính chính xác đến 0,1% thể tích, được xác định bằng tính toán theo:

$$V_{R0} \left( 1 - \frac{\gamma}{\gamma_{R0}} \right) \times 100 (\%)$$

*Trong đó :*

$\gamma_0$  : Khối lượng thể tích của các cốt liệu ( $\text{g/cm}^3$ )

$\gamma_{R0}$  : Khối lượng riêng trung bình của các cốt liệu trong bê tông nhựa ( $\text{g/cm}^3$ )

3.4.2. Trên cơ sở đã biết khối lượng thể tích và khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông nhựa, độ rỗng dư  $V_R$  của bê tông át phan, tính chính xác đến 0,1% thể tích, được xác định bằng tính toán theo:

$$V_R \left( 1 - \frac{\gamma}{\gamma_{RH}} \right) \times 100 (\%)$$

*Trong đó :*

$\gamma$  : Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông nhựa ( $\text{g/cm}^3$ )

$\gamma_{RH}$  : Khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông nhựa ( $\text{g/cm}^3$ ).

### 3.5. XÁC ĐỊNH ĐỘ BẢO HÒA NƯỚC CỦA BÊ TÔNG NHỰA

#### 3.5.1. Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm gồm có:

Cân thủy tinh hoặc cân kỹ thuật có độ chính xác đến 0,1g kèm theo các phụ kiện để cân trong nước.

- Máy hút chân không.
- Nhiệt kế thủy ngân bằng thủy tinh có chia độ đến lợc.
- Chậu đựng nước có dung tích 2,5 : 3l ít.

3.5.2. Dùng tiếp các mẫu và các kết quả đã thí nghiệm về khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông át phan để thực hiện thí nghiệm này. Ngâm mẫu vào trong chậu nước có nhiệt độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  mức nước trong chậu phải cao hơn mặt mẫu quá 3cm.

3.5.3. Đặt chậu có mẫu ngâm dưới nắp thủy tinh của máy hút chân không rồi dùng bơm hút không khí trong bình cho đến áp lực còn lại trong bình bằng 10-15mm thủy ngân và giữ nguyên trị số áp lực này trong 1 giờ 30phút nếu mẫu thí nghiệm thuộc loại bê tông nhựa nóng và ẩm hay trong 30 phút nếu mẫu thuộc loại bê tông nhựa nguội. Sau đó, cho áp lực tăng trở lại mức bình thường và lưu mẫu tiếp ở trong chậu đựng nước có nhiệt độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 1 giờ nếu mẫu là loại bê tông nhựa nóng và ẩm, trong 30 phút nếu mẫu là loại bê tông nhựa nguội.

Sau đó, lấy mẫu ra khỏi nước, dùng giẻ mềm lau khô và cân mẫu trong không khí rồi cân trong nước với mức chính xác đến 0,01g. Việc cân mẫu bảo hòa nước trong nước sẽ cho phép xác định được thể tích mẫu bảo hòa và tính được hệ số trương nở sau này.

3.5.4. Các mẫu đã cân sau khi làm bảo hòa nước trong chân không lại được ngâm vào nước có nhiệt độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  trong 10:15 phút độ sau đó tiến hành thí nghiệm về cường độ chịu nén của mẫu.

3.5.5. Độ bảo hòa nước của bê tông nhựa, biểu thị tỷ lệ giữa thể tích nước do mẫu hấp thụ thêm ở chế độ bảo hòa nước quy định như trên so với thể tích mẫu ban đầu, được xác định chính xác đến 0,1% theo công thức sau đây:

$$W = \frac{G_3 - G_0}{G_1 - G_2} \times 100 (\%)$$

Trong đó:

$G_0$  : Khối lượng mẫu khô (không bảo hòa nước) cân trong không khí (g),

$G_1$  : Khối lượng mẫu cân trong không khí sau khi ngâm mẫu vào nước 30 phút (g)

$G_2$  : Khối lượng mẫu cân trong nước sau khi ngâm mẫu vào nước 30 phút như trên (g)

$G_3$  : Khối lượng mẫu cân trong không khí sau khi ngâm mẫu bảo hòa nước trong chân không (g),

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả ở 3 lần thí nghiệm theo cùng một mẫu thử. Trị số lớn nhất và bé nhất của 3 kết quả này không được chênh nhau quá 0,5%.

### 3.6. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TRƯỞNG NỞ CỦA BÊ TÔNG NHỰA SAU KHI BẢO HÒA NƯỚC

3.6.1. Hệ số trương nở của bê tông nhựa, biểu thị tỷ lệ giữa độ tăng thể tích của mẫu sau khi bảo hòa nước so với thể tích ban đầu của mẫu, được xác định trực tiếp bằng tính toán thông qua các kết quả thí nghiệm về khối lượng thể tích và độ bão hòa nước của bê tông nhựa và thông qua việc tiếp tục cân trong nước mẫu thử để bảo hòa nước trong chân không.

3.6.2. Hệ số trương nở của bê tông nhựa, tính chính xác đến 0,1% được xây dựng theo :

$$H = \frac{(G_3 - G_4) - (G_1 - G_2)}{G_1 - G_2} \times 100 (\%)$$

Trong đó:

$G_1, G_2, G_3$  : Có ý nghĩa như đã nêu ở mục 3.5.5 trên đây.

$G_4$  : Khối lượng mẫu cân trong nước sau khi đã ngâm bão hòa.

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả đối với 3 mẫu thí nghiệm cùng loại, độ chênh lệch giữa các Kết quả cao nhất và thấp nhất không được vượt quá 0,2%.

### 3.7. XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN TỚI HẠN CỦA BÊ TÔNG NHỰA

3.7.1. Dụng cụ, thiết bị và vật tư thí nghiệm gồm có:

- Máy nén truyền động cơ học có công suất  $5T \div 10T$ .
- Nhiệt kế có độ chia đến  $1^{\circ}C$ .
- Bình để ổn định nhiệt khi lưu mẫu có dung tích 3 : 5 lít hoặc trên 5 lít.
- Chậu đựng nước có dung tích 3 : 8 lít.
- Nước đá (để điều chỉnh nhiệt độ).

3.7.2. Trước hết, tạo mẫu và lưu mẫu thí nghiệm theo một trong các phương pháp đã nêu.

Thông thường, khi thí nghiệm về cường độ chịu nén, cần đúc sẵn 9 viên mẫu: 1 tổ gồm 3 mẫu để thí nghiệm nén mẫu khô ở nhiệt độ  $20 \pm 2^{\circ}C$  một tổ gồm 3 mẫu để thí nghiệm nén mẫu khô ở nhiệt độ  $60 \pm 2^{\circ}C$  và một tổ gồm 3 mẫu để thí nghiệm nén mẫu bão hòa nước.

3.7.3 Trước khi thí nghiệm, cần lưu mẫu ở nhiệt độ quy định  $20 \pm 2^{\circ}C$  hoặc  $60 \pm 2^{\circ}C$  tùy theo yêu cầu thí nghiệm, lưu mẫu trong chậu nước có dung tích 3:8 lít (tùy theo số lượng và kích thước mẫu) trong 1 giờ mẫu thuộc loại bê tông nhựa nóng và ẩm hay lưu mẫu trong bình để ổn định nhiệt bằng không khí có dung tích 3 . 8 lít trong 2 giờ nếu mẫu thuộc loại bê tông nhựa át phan nguội.

Khi không có bình để ổn định nhiệt chuyên dụng thì đặt mẫu vào trong 1 bình bằng gỗ hay sứ đặt trong lòng 1 bình khác có kích thước lớn hơn rồi đổ nước có nhiệt độ  $20 \pm 2^{\circ}C$  hoặc  $60 \pm 2^{\circ}C$  vào giữa thành của hai bình này để lưu mẫu.

3.7.4. Khi thí nghiệm về cường độ chịu nén tới hạn sau khi bảo hòa nước thì tiếp tục đặt các mẫu đã cân trong không khí và cân trong nước vào trong nước có nhiệt

độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  hoặc  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$  trong vòng 10÷15 phút và dùng vải mềm hoặc giấy thấm lau khô mẫu trước khi đưa lên máy.

3.7.5. Khi dùng máy nén truyền động cơ học với tốc độ biến dạng của mẫu là  $3\pm 0,5\text{mm/phút}$  để ép mẫu, cần điều chỉnh cho tốc độ di động của tấm kẹp dưới của máy là  $3\text{mm/phút}$  và cần trang bị cho máy loại lực kế có thể xác định chính xác tải trọng phá hoại đến  $0,5\text{kg/cm}^2$  và đến  $1,0\text{kg/cm}^2$  đối với mẫu có cường độ chịu nén tới hạn lớn hơn  $15\text{kg/cm}^2$ . Để duy trì được nhiệt độ cần thiết của mẫu khi tiếp xúc với các tấm kim loại ép, cần đặt 2 tấm lót bằng giấy dai ở 2 đầu mẫu để ngăn cách mẫu với tấm ép.

Đặt mẫu thí nghiệm vào giữa tấm kẹp dưới của máy, sau đó hạ tấm kẹp trên xuống cách mặt trên của mẫu 1 đến 1,5cm. (Cũng có thể làm được việc này bằng cách nâng dần tấm kẹp dưới lên). Sau khi đặt mẫu vào đúng vị trí cần thiết, điều khiển động cơ điện cho máy nén hoạt động để tăng tải trọng từ từ cho đến khi mẫu bị phá hoại thì hạ tải cho trở về số 0.

3.7.6. Để nâng cao độ chính xác khi làm thí nghiệm nén mẫu, nên đặt thêm một tấm ép có khớp bằng bi thép lên trên mặt mẫu để đảm bảo cho áp lực nén phân bố được đều đặn trong trường hợp mẫu hơi bị vát (hai mặt đá mẫu không song song với nhau).

3.7.7. Cường độ chịu nén tới hạn ( $R_{\text{ép}}$ ) của bê tông nhựa lấy chính xác đến  $0,1\text{kg/cm}^2$ , được xác định theo:

$$R_{\text{eps}} = \frac{P}{F} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

*Trong đó :*

P : Tải trọng phá hoại (KG), lấy theo trị số lớn nhất do đồng hồ đo lực ghi được khi thí nghiệm ở nhiệt độ  $20^{\circ}\text{C}$  hoặc  $60^{\circ}\text{C}$ .

F : Diện tích mặt cắt ngang của mẫu ( $\text{cm}^2$ ).

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các lần thí nghiệm đối với 3 mẫu thử cùng loại. Kết quả của từng mẫu này không được chênh nhau quá 10%.

*Ghi chú:* Khi không có máy nén truyền động cơ học để khống chế được tốc độ biến dạng của mẫu không thay đổi, có thể dùng máy nén thủy lực có công suất tới 10T với tốc độ chuyển dịch của pít tông là  $3\pm 0,5\text{mm/phút}$  để thực hiện thí nghiệm nhưng không được phép dùng máy nén thủy lực truyền động bằng tay.

### **3.8. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ ỔN ĐỊNH NƯỚC VÀ ỔN ĐỊNH NHIỆT CỦA BÊ TÔNG NHỰA**

3.8.1. Qua các thí nghiệm về nén mẫu khô ở nhiệt độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  và nén mẫu bão hòa nước trong chân không ở nhiệt độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  hệ số ổn định nước của bê tông át phan, tính chính xác đến 0,01, được xác định theo:

$$R_N = \frac{R_{\text{B20}}}{R_{\text{K20}}}$$

*Trong đó:*

$R_{B20}$  : Cường độ chịu nén tới hạn của bê tông nhựa sau khi ngâm bão hòa nước trong chân không ở  $20^{\circ}\text{C}$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$R_{K20}$  : Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu bê tông nhựa khô ở  $20^{\circ}\text{C}$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

3.8.2. Hệ số ổn định nhiệt tính chính xác đến 0,01 được xác định theo:

$$R_1 = \frac{R_{K60}}{R_{K20}}$$

*Trong đó:*

$R_{K60}$  : Cường độ chịu nén tới hạn của bê tông nhựa khô ở  $60^{\circ}\text{C}$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$R_{K20}$  : Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu bê tông nhựa khô ở  $20^{\circ}\text{C}$ .

### **3.9. XÁC ĐỊNH ĐỘ BỀN CHỊU NƯỚC CỦA BÊ TÔNG NHỰA KHI BÃO HÒA NƯỚC LÂU**

#### **3.9.1. Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm gồm có:**

- Cân thủy tinh hoặc cân kỹ thuật có các phụ kiện để cân trong nước.
- Máy hút chân không.
- Nhiệt kế thủy ngân có chia độ đến lợc.
- Máy nén truyền động cơ học có công suất lớn hơn 5T.
- Bình để ổn định nhiệt khi lưu mẫu có dung tích 3 : 5 lít hoặc trên 5 lít.
- Chậu đựng nước có dung tích 3 : 5 lít.

3.9.2. Độ bền chịu nước của bê tông nhựa khi bão hòa nước lâu là 1 chỉ tiêu cơ lý tổng hợp xác định theo 3 đặc trưng: hệ số trương nở, cường độ chịu nén tới hạn và hệ số ổn định nước của mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước trong chân không và tiếp sau đó đã được ngâm trong nước có nhiệt độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  trong 15 ngày đêm. Vì vậy, đối tượng để thí nghiệm chính là những viên mẫu đã dùng để thí nghiệm về độ bão hòa nước như ở phần trên.

3.9.3. Sau khi đã cân mẫu khô trong không khí và trong nước để xác định khối lượng thể tích và sau khi đã ngâm mẫu bão hòa nước trong máy hút chân không để xác định độ bão hòa nước chuyển mẫu sang 1 chậu đựng nước có nhiệt độ khống chế trong khoảng  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  để tiếp tục ngâm mẫu trong 15 ngày đêm.

Sau đó vớt mẫu ra, lau khô bằng vải mềm rồi đem cân mẫu trong không khí và trong nước để xác định hệ số trương nở.

Sau đó, lại đặt mẫu vào trong nước có nhiệt độ  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  trong khoảng 15 phút rồi vớt làm thí nghiệm nén để xác định cường độ chịu nén tới hạn và hệ số ổn định nước.

3.9.4. Hệ số trương nở khi bão hòa nước lâu của bê tông nhựa tính chính xác đến 0,1% được xác định theo:

$$H_L = \frac{(G_5 - G_6) - (G_1 - G_2)}{G_1 - G_2} \times 100 (\%)$$

*Trong đó :*

$G_1$  : Khối lượng mẫu cân trong không khí sau khi ngâm mẫu vào nước 30 phút

$G_2$ : Khối lượng mẫu cân trong nước sau khi ngâm mẫu vào nước 30 phút

$G_5$ : Khối lượng mẫu cân trong không khí sau bão hòa nước và ngâm tiếp vào nước 15 ngày đêm (g).

$G_6$ : Khối lượng mẫu cân trong nước sau bão hòa nước và ngâm tiếp vào nước 15 ngày đêm (g).

3.9.5. Cường độ chịu nén tới hạn khi bão hòa nước lâu của bê tông nhựa, tính chính xác đến  $0,1 \text{ kg/cm}^2$ , được xác định theo:

$$R_{BL} = \frac{P}{F} (\text{kg/cm}^2)$$

*Trong đó:*

P : Tải trọng phá hoại mẫu bão hòa và được ngâm tiếp vào nước 15 ngày đêm, xác định theo đồng hồ đo lực của máy nén (kg).

F : Diện tích mặt cắt ngang của mẫu ( $\text{cm}^2$ ).

3.9.6. Hệ số ổn định nước khi bão hòa nước lâu, của bê tông nhựa, tính chính xác đến 0,01 được xác định theo:

$$R_{NL} = \frac{R_{BL}}{R_{K20}}$$

*Trong đó:*

$R_{BL}$  : Cường độ chịu nén tới hạn khi bão hòa nước lâu ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$R_{K20}$  : Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu bê tông nhựa khô ở  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  ( $\text{kg/cm}^2$ ).

### **3.10. XÁC ĐỊNH ĐỘ BỀN VÀ ĐỘ DẸO CỦA BÊ TÔNG NHỰA THEO PHƯƠNG PHÁP MARSHALL**

#### **3.1.0.1. Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm gồm có:**

- 1 máy nén chuyên dụng theo Marshall hay máy nén 5T truyền động cơ học có thể khống chế tốc độ nén 50mm/phút.
- 1 khuôn gá mẫu theo Marshall có kèm đồng hồ đo độ dẻo.
- 1 chậu đáy bằng có dung tích 8 ÷ 10 lít, cao 150mm.
- 1 nhiệt kế  $100^\circ \text{C}$  có độ chính xác  $0,1^\circ \text{C}$ .
- Nước sôi và nước lạnh để khống chế nhiệt độ.

3.1.0.2. Đặt mẫu Marshall đã chuẩn bị vào chậu nước có nhiệt độ  $60^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$  đối với bê tông nhựa có chất kết dính là nhựa đặc và  $40^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$  đối với bê tông nhựa dùng chất kết dính là nhựa lỏng sao cho mẫu ngập hoàn toàn trong nước và cách mặt nước cũng như thành, đáy chậu ít nhất là 30mm, giữ mẫu như vậy trong 60 + phút, sau đó lấy mẫu ra dùng giẻ mềm lau nhẹ cho khô nước trên mẫu.

3.1.0.3. Vệ sinh khuôn gá bằng dầu hỏa, bôi nhẹ dầu nhờn vào 2 trục dẫn để tăng độ linh động của khuôn gá. Lắp đồng hồ đo độ dẻo. Đặt khuôn gá lên máy ép, sau đó đặt mẫu đã xử lý vào khuôn gá sao cho mẫu tiếp xúc đều với cả hai mặt khuôn. Điều chỉnh kim đồng hồ đo độ dẻo về 0.

3.1.0.4. Đặt máy nén ở tốc độ 50mm/phút. Mở máy và theo dõi đồng hồ đo lực của máy nén và đồng hồ đo độ dẻo của khuôn gá. Ghi lại độ lớn của lực và độ chảy của mẫu khi mẫu bị phá hoại.

3.10.5. Quá trình thí nghiệm phải kết thúc trong vòng 90 giây kể từ lúc lấy mẫu ra khỏi chậu dưỡng hộ.

3.10.6. Độ bền theo Marshall tính bằng (dan) là độ lớn của lực khi phá hoại mẫu có kích thước tiêu chuẩn đọc trực tiếp trên đồng hồ đo lực của máy nén.

Kết quả thí nghiệm độ bền theo Marshall được làm tròn như sau:

Độ lớn độ bền theo Marshall	Trị số làm tròn
Dưới 500 daN (kg)	$\pm 10$ daN
500 ÷ 1000	$\pm 20$
Trên 1000	$\pm 50$

3.10.7. Độ dẻo theo Marshall, tính bằng 1/10 mm là độ lớn của mẫu bị dẹt lại khi mẫu bị phá hoại, đọc trực tiếp trên đồng hồ đo độ dẻo lắp trên khuôn gá.

3.10.8. Độ cứng quy ước được tính theo công thức:

$$A \frac{10P}{l}$$

Trong đó :

P : Độ bền Marshall (tải trọng phá hoại) (daN)

l : Độ dẻo (tính theo l/10mm)

3.10.9. Độ bền và độ dẻo Marshall phải xác định theo kết quả trung bình của ba lần thí nghiệm đối với các mẫu cùng loại. Độ sai lệch giữa các lần thí nghiệm không được quá 10%.

*Ghi chú :* Nếu chiều cao của mẫu thí nghiệm khác với chiều cao của mẫu tiêu chuẩn thì độ bền theo Marshall phải nhân với một hệ số hiệu chỉnh  $\mu$  lấy theo hình vẽ. Bê tông nhựa được xem là đạt yêu cầu kỹ thuật để xây dựng đường khi mối tương quan giữa độ bền và độ dẻo theo Marshall của nó phải nằm trong vùng giới hạn theo hình vẽ trong quy trình thí nghiệm.

### **3.11. XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG NHỰA VÀ THÀNH PHẦN HẠT TRONG HỖN HỢP BÊ TÔNG NHỰA BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHIẾT SUẤT VÀ SÀNG**

#### **3.11.1. Dụng cụ, thiết bị và hoá chất thí nghiệm**

- Dụng cụ xóc lét
- Ống ngưng lạnh
- Bếp cát
- Bếp thủy chung
- Chén sứ
- Giấy lọc
- Bông nõn
- Dung môi: êtylen...
- Bộ sàng tiêu chuẩn

3.11.2. Trước khi thí nghiệm cần chuẩn bị mẫu như sau:

Đổ hỗn hợp bê tông nhựa vào một vỏ bao hình trụ làm bằng 2-3 lớp giấy lọc đã được sấy khô và cân trước (kể cả lượng bông nõn dùng trong thí nghiệm) với độ chính



xác đến 0,01g, sau đó phủ bông nòn lên mặt hỗn hợp rồi cân lại toàn bộ (với độ chính xác 0,01g) và đặt vào dụng cụ xóc lét. Đổ dung môi vào bình thủy tinh của dụng cụ.

Đặt bao đựng hỗn hợp cần thiết vào trong ống chiết ở mức cao hơn miệng ống xi phông của ống chiết 1cm. Mỗi phần trên của ống chiết với ống ngưng lạnh nghịch và nối phần dưới với bình thủy tinh có chứa dung môi.

3.11.3. Đốt nóng bình đựng dung môi trên bếp cát cho đến nhiệt độ sôi của dung môi. Hơi dung môi ngưng tụ trong ống ngưng lạnh chảy liên tục vào hỗn hợp bê tông nhựa để hoà tan nhựa đường và tách nhựa đường ra khỏi hỗn hợp, sau khi chảy đầy ống chiết, dung môi sẽ chảy theo ống xi phông xuống bình thủy tinh.

Quá trình tách nhựa đường kéo dài cho đến khi dung môi tích tụ trong ống chiết đã biến màu.

Lấy phần lõi ra khỏi ống chiết và đem sấy khô trong tủ ổn định nhiệt ở nhiệt độ 50-60°C cho đến khi khối lượng không thay đổi.

Sau khi ngưng chiết, đem chung cát dung dịch hoà tan nhựa đường trên bếp thủy chung và sấy phần còn lại trong tủ ổn định nhiệt 50-60°C hay trong tủ ổn định chân không ở nhiệt độ 35-40°C cho đến khi khối lượng không đổi.

3.11.4. Khi so sánh với tỉ lệ 100% là khối lượng bê tông nhựa thì hàm lượng nhựa đường  $q$  trong hỗn hợp bê tông nhựa lấy từ mặt đường về, tính chính xác đến 0.1% được xác định theo công thức:

$$q = ((G - G_1) / g) \times 100 (\%)$$

Còn khi so sánh với tỉ lệ 100% là khối lượng phần khoáng trong bê tông nhựa thì lại được xác định theo:

$$q = (G - G_1) / [g - (G - G_1)] \times 100 (\%)$$

Trong đó :

$g$  - Khối lượng bê tông nhựa tính theo gam,

$G$  - Khối lượng bình thủy tinh với cặn, bitum sau khi chung cát dung dịch và sấy khô, tính theo gam,

$G_1$  Khối lượng bình không, tính theo gam.

Hàm lượng bitum là trị số trung bình của các kết quả thí nghiệm đồng thời với cùng một mẫu thử. Sai số hai kết quả này không được vượt quá 0.2%.

3.11.5. Trong trường hợp các hạt khoáng vật nhỏ nhất hỗn hợp bê tông nhựa lọt qua ống chiết xuống dung dịch cần phải chặt cẩn thận dung dịch ra khỏi bình thủy tinh đem rửa phần cặn còn lại bằng một lượng dung môi mới đến khi biến màu. Chuyển chất chứa trong bình thủy tinh sang chén sứ đã cân trước khối lượng. Chặt cẩn thận dung dịch thừa rồi đốt nóng ở nhiệt độ sôi của dung môi để bay hơi dung môi còn lẫn trong cặn.

Khối lượng các hạt nhỏ lọt quá giấy lọc được xác định bằng hiệu số giữa khối lượng chén sứ có chứa cặn với khối lượng chén không. Khối lượng các hạt nhỏ này phải được thêm vào khối lượng phần khoáng, vật còn lại đã thu sau khi tách nhựa đường.

3.11.6. Hàm lượng nhựa đường trong hỗn hợp bê tông nhựa cũng xác định bằng hiệu số giữa khối lượng mẫu thử của hỗn hợp bê tông nhựa với khối lượng phần khoáng vật còn lại đã thu được sau khi tách nhựa đường ra khỏi bê tông nhựa.

3.11.7. Thành phần hạt của bê tông nhựa là thành phần hạt khoáng (kể cả bột khoáng) thu được trong thí nghiệm sau khi phân tích nhờ bộ sàng tiêu chuẩn như đã nêu ở trên./.

## **CHƯƠNG 4:**

### **THÍ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG PHỤC VỤ CÔNG TÁC KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐƯỜNG Ô TÔ**

#### **4.1. CÁC CHỈ TIÊU CHỦ YẾU PHỤC VỤ CHO VIỆC KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐƯỜNG Ô TÔ SAU KHI THI CÔNG**

Chất lượng đường Ô tô được biểu thị và đánh giá qua 3 chỉ tiêu chính sau:

##### **4.1.1. Độ bằng phẳng mặt đường.**

Độ bằng phẳng mặt đường có thể định nghĩa là sai lệch theo phương thẳng đứng của bề mặt mặt đường so với một mặt chuẩn. Những sai lệch này phản ánh biến dạng lồi lõm theo phương thẳng đứng của bề mặt đường, có ảnh hưởng đến đặc tính động lực của xe cộ, ảnh hưởng đến chất lượng chạy xe.

Độ bằng phẳng là nhân tố chủ yếu ảnh hưởng đến năng lực phục vụ của đường, đó cũng là vấn đề quan tâm trước tiên của những người sử dụng đường.

Chất lượng thi công nền, móng mặt đường kém: không đủ độ chặt, bề mặt các lớp vật liệu nền, móng không bằng phẳng... dẫn tới mặt đường kém bằng phẳng. Qua thời gian, dưới tác động của xe cộ và môi trường, độ bằng phẳng mặt đường càng kém đi, dẫn tới chất lượng chạy xe, giá thành vận doanh ngày càng tăng lên.

##### **4.1.2. Độ nhám mặt đường:**

Độ nhám mặt đường hoặc khả năng chống trơn trượt của mặt đường phản ánh tính năng sử dụng mặt đường về mặt an toàn chạy xe. Độ nhám mặt đường là một chỉ tiêu quan trọng của đường Ô tô có ý nghĩa quyết định đến hiệu quả khai thác, đảm bảo an toàn cho xe chạy với vận tốc thiết kế ngày càng cao, nhất là trong điều kiện ẩm ướt, trên các đường Ô tô cấp cao và đường cao tốc.

##### **4.1.3. Mô đun đàn hồi mặt đường:**

Là nhân tố chủ yếu phản ánh tính năng sử dụng của đường về mặt kết cấu. Thông qua chỉ tiêu mô đun đàn hồi có thể xác định được sức chịu tải mặt đường tại thời điểm đo và qua đó có thể xác định được tuổi thọ còn lại của đường, từ đó dự báo được thời điểm cần tiến hành cải tạo, đồng thời cung cấp thông tin tin cậy cho việc thiết kế tăng cường.

Do tác dụng lặp của tải trọng của các phương tiện giao thông cộng thêm với các yếu tố bất lợi của môi trường, chất lượng của đường Ô tô theo thời gian không ngừng suy giảm. Trong quá trình khai thác, các chỉ tiêu: độ bằng phẳng, độ nhám, mô đun đàn hồi mặt đường càng giảm đi, các hiện tượng hư hỏng mặt đường dần xuất hiện và cuối cùng dẫn tới trạng thái hư hỏng đến mức con đường không thể tiếp tục khai thác một cách hiệu quả được nữa.

Các giải pháp duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa tăng cường đường nếu được áp dụng đúng lúc và thích đáng thì tính năng sử dụng của mặt đường có thể sẽ có khả năng khôi phục một phần, thậm chí còn được tăng thêm.

Việc quyết định thời điểm duy tu thích hợp, lựa chọn giải pháp pháp duy tu, bảo dưỡng và giải pháp tiến hành tăng cường hoặc cải tạo đường chỉ có hiệu quả kinh tế

cao nếu có các dữ liệu tin cậy về điều tra phân tích tình trạng mặt đường hiện có và các dự báo về tính năng sử dụng trước mắt và tương lai của mặt đường.

Việc kiểm tra chất lượng đường Ô tô sau khi thi công với 3 chỉ tiêu: độ bằng phẳng, độ nhám, mô đun đàn hồi mặt đường là cần thiết. Ngoài ra, việc thí nghiệm với 3 chỉ tiêu trên còn nhằm mục đích thu thập số liệu để phục vụ cho việc lập kế hoạch duy tu bảo dưỡng, sửa chữa nâng cấp đường Ô tô trong thời kỳ khai thác.

## **4.2. ĐO ĐỘ BẰNG PHẪNG MẶT ĐƯỜNG BẰNG THƯỚC 3 MÉT**

### **4.2.1. Phạm vi áp dụng:**

Kiểm tra độ bằng phẳng hình học của mặt đường và độ bằng phẳng của các lớp cấu tạo mặt đường (các lớp nền, các lớp móng đường) sau khi thi công để phục vụ cho công tác nghiệm thu các lớp này.

### **4.2.2. Quy trình thí nghiệm:**

Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 16-79 “Quy trình kỹ thuật đo độ bằng phẳng mặt đường bằng thước dài 3 mét”.

### **4.2.3. Dụng cụ thí nghiệm:**

*4.2.3.1 Thước dài 3 mét:* Thước dài 3 m được dùng làm đường thẳng chuẩn để xác định độ bằng phẳng của mặt đường. Thước dài 3 m phải đảm bảo thẳng, nhẹ và đủ cứng. Độ võng ở giữa thước do trọng lượng bản thân gây ra không được lớn hơn 0.5mm. Nên chế tạo thước bằng hợp kim nhôm hay có thể dùng loại gỗ tốt (chắc, khô, không cong, không vênh).

*4.2.3.2 Nêm:* là dụng cụ được chế tạo với kích thước (chiều cao) định sẵn theo 5 nấc: 3mm, 5mm, 7mm, 10mm và 15mm (*xem hình 4.1*) được dùng để xác định nhanh khe hở giữa cạnh dưới của thước dài 3 m với mặt đường.

*4.2.3.3. Dụng cụ bảo vệ an toàn giao thông:* biển báo; cờ hiệu...

#### 4.2.4. Trình tự thí nghiệm:

1) Trên bề mặt đường (hoặc bề mặt lớp nền, móng đường), tại trắc ngang cần kiểm tra, đặt thước dài 3m song song với trục đường ở 3 vị trí: tim đường, ở bên phải và bên trái tim đường cách mép đường 1m để đo độ bằng phẳng.

2) Mỗi vị trí đặt thước, dọc theo thước cứ cách mỗi khoảng 50cm (tại những vị trí đã được đánh dấu trên thước) kể từ đầu thước, đo khe hở giữa cạnh dưới của thước với mặt đường bằng cách đẩy nhẹ nhàng nêm vào khe hở để đọc trị số khe hở tương ứng. Các khe hở này được lấy tròn theo các trị số 3mm, 5mm, 7mm, 10mm, 15mm.

3) Ghi các kết quả đo được ở mỗi vị trí vào sổ ghi.

#### 4.2.5. Đánh giá kết quả:

Căn cứ vào kết quả đo, so sánh các giá trị chiều cao của số khe đã đo với tiêu chuẩn qui định ở *bảng 4.1* để đánh giá chất lượng về độ bằng phẳng hình học của lớp được kiểm tra.

**Bảng 4.1. Qui định về chất lượng độ bằng phẳng của mặt đường (theo phương pháp dùng thước dài 3m).**

MỨC ĐỘ BẰNG PHẪNG ĐẠT ĐƯỢC		
Rất tốt	Tốt	Đạt yêu cầu
LỚP MẶT VÀ MÓNG ĐÁ DẠM CẤP PHÔI		
Tất cả khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 10mm	70% khe hở đo được không vượt quá 10mm phần còn lại không vượt quá 15mm	Tất cả khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 15mm
LỚP MÓNG VÀ MẶT DÙNG NHỰA ĐƯỜNG		
Tất cả khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 7mm	70% số khe hở không vượt quá 7mm phần còn lại không vượt quá 10mm	Tất cả khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 10mm
LỚP MÓNG VÀ MẶT ĐƯỜNG ĐÁ DẠM (SÓI) ĐEN		
Tất cả khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 5mm	70% số khe hở không vượt quá 5mm phần còn lại không vượt quá 7mm	Tất cả khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 7mm

MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA VÀ BÊ TÔNG XI MĂNG		
70% số khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 3mm phần còn lại không vượt quá 5mm	50% số khe hở không vượt quá 3mm phần còn lại không quá 5mm	Tất cả khe hở giữa mặt đường và thước không vượt quá 5mm
<i>Chú thích: (*) Cho phép 5% số khe hở vượt quá trị số qui định, nhưng khe hở lớn nhất không được vượt quá 2 lần trị số qui định.</i>		

### **4.3. ĐO ĐỘ BẰNG PHẪNG MẶT ĐƯỜNG THEO CHỈ SỐ ĐỘ GỒ GHỀ QUỐC TẾ IRI (INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX)**

#### **4.3.1. Phạm vi áp dụng :**

Kiểm tra và đánh giá độ bằng phẳng mặt đường phục vụ cho công tác: nghiệm thu, khảo sát thiết kế tăng cường, xây dựng ngân hàng dữ liệu đường Ô tô dự báo đầu tư sửa chữa nâng cấp đường Ô tô.

#### **4.3.2. Quy trình thí nghiệm:**

Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 277-01 “Tiêu chuẩn kiểm tra và đánh giá độ bằng phẳng mặt đường theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế IRI”.

#### **4.3.3. Khái niệm, định nghĩa thuật ngữ:**

4.3.3.1. Chỉ số độ gồ ghề IRI (International Roughness Index): Là chỉ số biểu thị mức độ gồ ghề mặt đường theo chuẩn quốc tế. IRI là một mô phỏng toán học và được tính toán thông qua mô hình toán học “một phần tư xe” biểu thị phản ứng xóc của xe với mặt cắt dọc đường khi một xe Ô tô chuẩn (xe Golden Car) chạy trên đường với tốc độ chuẩn là 80km/h. Đơn vị của IRI thường sử dụng là m/km và có giá trị từ 0 (m/km) đến 20 (m/km).

4.3.3.2. Độ lớn của giá trị IRI phụ thuộc vào tình trạng gồ ghề bề mặt của mặt cắt dọc đường. Mặt đường càng kém bằng phẳng, IRI càng lớn. Trên cơ sở số liệu mặt cắt dọc đường cụ thể đã đo, giá trị IRI sẽ được tính toán thông qua phần mềm chuyên dụng kèm theo thiết bị đo.

#### **4.3.4. Phương pháp đo IRI và yêu cầu kỹ thuật của thiết bị:**

Việc xác định độ bằng phẳng mặt đường theo IRI, tùy thuộc vào thiết bị hiện có, sẽ sử dụng một trong hai phương pháp đo sau:

##### **4.3.4.1. Phương pháp đo gián tiếp:**

4.3.4.1.1. Là phương pháp đo không đưa ra trực tiếp giá trị IRI của toàn bộ tuyến đường thí nghiệm mà phải gián tiếp xác định IRI thông qua phương trình thực nghiệm được thiết lập trên cơ sở quan hệ giữa giá trị độ xóc và giá trị IRI đo được trên các đoạn đường ngắn chọn trước gọi là các đoạn định chuẩn.

4.3.4.1.2. *Thiết bị:* Phương pháp đo gián tiếp phải sử dụng kết hợp 2 loại thiết bị: thiết bị đo mặt cắt dọc chuyên dụng và thiết bị đo xóc kiểu phản ứng. Các thiết bị đo xóc kiểu phản ứng có ưu điểm là tốc độ đo nhanh, nhưng không đưa ra trực tiếp giá trị IRI mà chỉ đưa ra giá trị độ xóc; ngược lại các thiết bị đo mặt cắt dọc chuyên dụng có tốc độ đo chậm, nhưng lại đưa ra giá trị IRI của đoạn đo.

a) Thiết bị đo mặt cắt dọc chuyên dụng: thường dùng để xác định IRI trên các đoạn định chuẩn. Các thiết bị này phải có đủ các tính năng kỹ thuật sau:

- Đo được cao độ mặt cắt dọc của đường một cách tuần tự, liên tục với khoảng cách bước đo không đổi (thông thường hoặc 100mm, hoặc 300mm, hoặc 12inch).
- Độ chính xác của phép đo cao độ phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,5mm.
- Có bộ vi xử lý kèm theo phần mềm chuyên dụng để thu thập, lưu trữ và xử lý số liệu đo.

Trên cơ sở số liệu mặt cắt dọc đường cụ thể đã đo, giá trị IRI sẽ được tự động tính toán và hiển thị thông qua phần mềm chuyên dụng kèm theo thiết bị đo.

Các thiết bị thuộc loại này có thể là Dipstick, TRL Profile Beam, Walking Profilometer... hoặc các loại thiết bị khác có tính năng tương tự.

b) Thiết bị đo xóc kiểu phản ứng: Thường dùng để xác định độ bằng phẳng mặt đường trên toàn tuyến thông qua giá trị độ xóc. Các thiết bị này thường được lắp trên rơ móc chuẩn hoặc lắp trên xe Ô tô con, có các tính năng kỹ thuật sau:

- Có khả năng đo được độ dịch chuyển tương đối giữa sàn xe và trục xe (độ xóc) khi xe chạy trên đường.

- Kết quả đo được thể hiện qua trị số độ xóc cộng dồn trên các khoảng chiều dài không đổi định trước (thông thường từ 100m đến 1000m) và được lưu trữ trên băng giấy hay các tập tin trên máy tính xách tay kèm theo.

- Tùy thuộc vào loại thiết bị mà kết quả đo được thể hiện qua đơn vị sau: m/km, mm/km, mm/m hoặc số/km.

Các thiết bị loại này có thể là May Ride Meter, Bump Integrator Unit... hoặc các loại khác có tính năng tương tự.

#### 4.3.4.2. Phương pháp đo trực tiếp:

4.3.4.2.1. Là phương pháp đo đưa ra trực tiếp giá trị IRI của toàn bộ tuyến đường thí nghiệm. Do tốc độ đo nhanh và cơ động nên phương pháp này thích hợp với việc đo độ bằng phẳng theo IRI trên đường cấp cao.

4.3.4.2.2. *Thiết bị:* Bao gồm các loại thiết bị đo kiểu mặt cắt dọc chuyên dụng đo với tốc độ cao, có khả năng đo được mặt cắt dọc chính xác của đường và trực tiếp đưa ra giá trị IRI thông qua phần mềm tính toán chuyên dụng kèm theo. Hệ thống thiết bị đo bao gồm các bộ phận chủ yếu đảm bảo các tính năng kỹ thuật sau:

a). Bộ phận đo gia tốc chuyển dịch thẳng đứng:

- Có khả năng thu nhận và xử lý được các số liệu gia tốc chuyển dịch thẳng đứng biến thiên một cách liên tục, tuần tự với khoảng cách các điểm đo cách đều nhỏ hơn hay bằng 250 mm do mặt đường không bằng phẳng.

Có khả năng kiểm tra, hiệu chỉnh thông qua phần mềm điều khiển thiết bị.

Sai số của phép đo phải nhỏ hơn 0,01g (g: đơn vị trọng lực).

b). Bộ phận đo cao độ bề mặt mặt đường: là bộ phận đo theo nguyên lý “không tiếp xúc” bằng tia la-de (laser), sóng siêu âm hoặc hệ quang học nhằm xác định chiều cao từ thiết bị đo gắn trên thân xe đến bề mặt mặt đường khi xe chạy. Bộ phận đo cao độ phải có các tính năng kỹ thuật sau:

- Có khả năng thu nhận và xử lý số liệu đo cao độ liên tục, tuần tự theo suất dọc hành trình khảo sát với khoảng cách các điểm đo cách đều nhỏ hơn hay bằng 250mm.

- Có khả năng kiểm tra, hiệu chỉnh thông qua phần mềm điều khiển thiết bị.

- Có khả năng đo được độ dịch chuyển theo chiều thẳng đứng >100mm.

- Sai số của phép đo: phải nằm trong giới hạn  $\pm 0.5$  mm.

c) Bộ phận đo chiều dài và vận tốc xe: Phải đảm bảo các tính năng kỹ thuật sau:

- Phải có khả năng đo và hiển thị được liên tục chiều dài cộng dồn khi xe chạy.

- Phải hiển thị được vận tốc chạy xe trong quá trình đo.
- Phải có khả năng hiệu chỉnh thông qua phần mềm quản lý thiết bị.
- Độ chính xác của phép đo chiều dài: nằm trong giới hạn  $\pm 0.1\%$ .

d). Máy tính xách tay: Máy tính phải có cấu hình đủ mạnh để truy nhập, xử lý liên tục các tín hiệu đo theo thuật toán đã được lập trình và lưu trữ các số liệu đo trong ổ đĩa cứng. Phần mềm chuyên dụng phải có các chức năng cơ bản sau:

- Quản lý và định chuẩn các bộ phận đo của hệ thống thiết bị.
- Thu nhận và xử lý các tín hiệu đo một cách tuần tự, liên tục trong suốt quá trình đo.
- Ghi lại các số liệu về gia tốc chuyển dịch thẳng đứng của thân xe, cao độ bề mặt mặt đường, chiều dài cộng dồn của hành trình xe đo, vận tốc của xe đo.
- Tính toán và hiển thị kết quả đo trị số IRI theo từng làn xe với chiều đoạn không đổi tùy chọn (thông thường từ 100m đến 1000m).
- Cho phép người điều khiển đưa vào các sự kiện trên dọc tuyến khảo sát như: vị trí cột Km, vị trí đầu, cuối cầu, vị trí hư hỏng...

#### **4.3.5. Trình tự đo IRI theo phương pháp đo gián tiếp:**

Việc đo độ bằng phẳng mặt đường theo IRI bằng các thiết bị theo phương pháp đo gián tiếp tiến hành theo trình tự sau:

##### *4.3.5.1. Kiểm tra hiệu chỉnh thiết bị đo và xe đo:*

Trước khi tiến hành đo, phải kiểm tra hiệu chỉnh thiết bị và xe đo để đảm bảo độ tin cậy của kết quả đo. Các hạng mục kiểm tra như sau:

*4.3.5.1.1. Kiểm tra thiết bị đo mặt cắt dọc chuyên dụng:* Cần phải kiểm tra trước về tình trạng làm việc của thiết bị để đảm bảo thiết bị hoạt động tốt, đảm bảo độ chính xác của phép đo cao độ phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,5mm. Việc kiểm tra phải tuân thủ theo đúng hướng dẫn sử dụng của thiết bị đo.

Việc kiểm tra độ chính xác của phép đo cao độ với thiết bị Dipstick, TRL Profile Beam được tóm tắt như sau:

- Với TRL Profile Beam: Chọn vị trí sàn nhà lát gạch hoặc sàn bê tông phẳng. Lắp đặt và cân chỉnh thiết bị. Nâng bánh xe đo để dứt khỏi hộp định chuẩn (do hãng sản xuất cung cấp) đã biết chiều dày vào vị trí thẳng góc với bánh xe đo. Hạ bánh xe đo So sánh số đọc hiển thị trên màn hình đo và chiều dày đã biết để xác định độ chính xác xem có nhỏ hơn 0,5 mm. Lặp lại các bước trên 2 lần nữa với 2 mặt khối hộp đã biết chiều dày.

- Với Dipstick: Chọn vị trí sàn nhà lát gạch hoặc sàn bê tông phẳng. Đặt thiết bị đo với 2 chân đo vuông góc với mặt sàn. Ghi số đọc hiển thị trên màn hình đo. Số đọc này biểu thị chênh cao giữa 2 chân đo. Dùng phấn vạch theo chu vi của 2 chân đo để đánh dấu. Nâng và xoay ngược thiết bị để khi hạ xuống, 2 chân đo đối ngược nhau và trùng khít với 2 vòng tròn đánh dấu. Ghi số đọc hiển thị trên màn hình đo. So sánh 2 số đọc với nhau để xác định độ chính xác xem có nhỏ hơn 0,5 mm.

*4.3.5.1.2. Kiểm tra các thông số kỹ thuật của xe đo:* Là các loại xe con hoặc xe du lịch loại nhỏ (8-15 chỗ), đảm bảo các điều kiện sau:



- Tổng tải trọng xe: bao gồm tải trọng của bản thân xe và những người thí nghiệm. Cần duy trì và đảm bảo tổng tải trọng của xe không đổi trong suốt quá trình thí nghiệm.

- Áp lực hơi của 4 bánh xe: Cần kiểm tra hàng ngày bằng đồng hồ đo áp lực để đảm bảo áp lực của các bánh xe đo không đổi trong suốt quá trình thí nghiệm. Áp lực lốp bánh xe lựa chọn theo quy định của nhà sản xuất ở điều kiện xe chạy bình thường, lốp bơm không quá căng hoặc quá yếu (thông thường áp lực lốp từ 1,8-2,6 daN/cm<sup>2</sup> tùy thuộc loại xe).

Khi lốp xe đã cũ, mòn hoặc trước khi bắt đầu một đợt thí nghiệm dài ngày cần phải lắp lốp mới. Sau khi lắp lốp mới cần phải chạy xe trước 1-2 tuần trước khi tiến hành thí nghiệm.

3). *Kiểm tra thiết bị đo độ xóc mặt đường kiểu phản ứng*: Sau khi lắp đặt thiết bị trên Ô tô hoặc móc kéo theo, tiến hành kiểm tra các hạng mục sau:

- Kiểm tra đồng hồ đo chiều dài của xe: Để đánh giá độ chính xác của đồng hồ đo chiều dài của xe đo. Cách tiến hành như sau:

- Lựa chọn một đoạn đường thẳng, độ dốc dọc nhỏ hơn 3%, chiều dài ít nhất 1km. Tiến hành đo chính xác chiều dài bằng thước thép hoặc thước vải. Đánh dấu điểm đầu và điểm cuối của đoạn đo bằng sơn.

- Chạy xe với vận tốc không đổi ít nhất 3 lần trên đoạn đường thẳng đó. Ghi lại số đọc của đồng hồ cự ly của xe đo trên mỗi lần chạy.

- So sánh giữa giá trị trung bình của các số đọc trên đồng hồ cự ly với chiều dài thực. Nếu sai số nằm trong khoảng  $\pm 1\%$  thì đồng hồ đo hành trình của xe đo đảm bảo chính xác. Nếu sai số vượt quá giá trị cho phép cần thiết phải tiến hành kiểm tra lại hoặc hiệu chỉnh lại đồng hồ đo chiều dài.

*Ghi chú 1* : Với một số thiết bị đo độ xóc kiểu phản ứng có kèm theo phần mềm hiệu chỉnh chiều dài thì tiến hành hiệu chỉnh theo chỉ dẫn sử dụng thiết bị kèm theo. Phải đảm bảo sai số giữa giá trị trung bình về chiều dài của 3 lần chạy xe kiểm tra hiển thị trên máy tính so với chiều dài thực nằm trong khoảng  $\pm 1\%$ . Trong trường hợp này, chiều dài hành trình chạy xe khi thí nghiệm là chiều dài hiển thị trên máy tính.

Kiểm tra đồng hồ đo vận tốc của xe đo: Để đánh giá độ chính xác của đồng hồ đo vận tốc của xe đo. Cách tiến hành như sau:

- Chạy xe với vận tốc không đổi (thường là vận tốc dự kiến sẽ đo xóc sau này) ít nhất 3 lần trên đoạn đường thẳng đã biết trước khoảng cách (đoạn thẳng đã đo ở điểm 3 trên).

- Dùng đồng hồ bấm dây ghi lại thời gian của mỗi lần chạy, tính vận tốc thực của mỗi lần chạy. Đồng thời ghi lại số đọc vận tốc trên đồng hồ vận tốc của xe trên mỗi lần chạy tương ứng.

So sánh giá trị trung bình của số đọc trên đồng hồ vận tốc của xe với vận tốc trung bình cộng của các lần chạy. Nếu sai số nằm trong khoảng  $\pm 3$  km/h thì đồng hồ vận tốc của xe đo được coi là đủ độ chính xác, nếu sai số vượt quá giá trị  $\pm 3$  km/h thì cần thiết phải kiểm tra đồng hồ vận tốc và tiến hành hiệu chỉnh lại

*Ghi chú 2:* Nếu việc hiệu chỉnh chiều dài được tiến hành bằng phần mềm như ghi chú 1 và vận tốc chạy xe đã hiển thị trên màn hình máy tính thì không cần phải thực hiện việc kiểm tra đồng hồ vận tốc. Trong trường hợp này, vận tốc chạy xe khi thí nghiệm là vận tốc hiển thị trên máy tính.

**4.3.5.2. Thiết lập phương trình tương quan thực nghiệm giữa IRI và độ xóc cộng dồn:** Việc thiết lập tương quan thực nghiệm giữa IRI và độ xóc cộng dồn được tiến hành trên các đoạn đường định chuẩn và được tiến hành theo các bước sau:

**4.3.5.2.1. Lựa chọn vận tốc định chuẩn:**

Vận tốc định chuẩn là vận tốc khi đo xóc trên các đoạn định chuẩn. Vận tốc định chuẩn được lựa chọn sẽ là vận tốc dự kiến sau này khi đo xóc trên toàn tuyến.

Tuỳ thuộc vào tình trạng giao thông thực tế trên tuyến đo để lựa chọn vận tốc định chuẩn sao cho xe đo xóc có khả năng chạy đúng tốc độ dự kiến. Cần 1 thí sát trước bằng Ô tô trên toàn tuyến để lựa chọn vận tốc định chuẩn cho phù hợp. Phải lựa chọn 2 đến 3 vận tốc định chuẩn dự kiến, trong đó có 1 vận tốc chủ đạo là vận tốc của dòng xe trên các đoạn đường có tình trạng lưu thông bình thường và 1 đến 2 vận tốc dự phòng là vận tốc hạn chế trong ónh trạng lưu thông khó khăn ở những đoạn đường qua vùng dân cư. Vận tốc nhỏ nhất lựa chọn là 25 km/h.

- Nếu có thể được, nên chọn vận tốc định chuẩn phù hợp với khuyến nghị của loại thiết bị đo xóc kiểu phản ứng do nhà sản xuất cung cấp.

**4.3.5.2.2. Lựa chọn các đoạn đường định chuẩn:** Cần lựa chọn ít nhất 4 đoạn đường để định chuẩn. Các đoạn định chuẩn được lựa chọn sao cho giá trị độ gồ ghề mặt đường của các đoạn đó bao phủ được toàn bộ thang độ gồ ghề của toàn tuyến đường cần thí nghiệm (độ xóc và IRI đo được ở các đoạn đó bao hàm giá trị max, min và các giá trị trung gian của toàn tuyến). Để việc lựa chọn các đoạn định chuẩn được chính xác, cần thiết phải thí sát trước tình trạng độ gồ ghề mặt đường toàn tuyến. Mỗi đoạn định chuẩn lựa chọn cần đảm bảo các thông số kỹ thuật sau:

- Chiều dài đoạn định chuẩn ít nhất là 200m, thông thường là 300m.

Đoạn định chuẩn phải nằm trên đường thẳng, độ dốc dọc không quá 2%, mặt đường đủ rộng để đảm bảo xe chạy với vận tốc không đổi trên đoạn.

Tình trạng gồ ghề bề mặt của đoạn cần phải đồng đều- trên dọc cả chiều dài đoạn, đảm bảo tránh phân chia thành các đoạn nhỏ cục bộ có tình trạng gồ ghề bề mặt khác nhau.

- Bề mặt của đoạn định chuẩn không bị rút, vỡ hoặc ổ gà.

- Trên một đoạn định chuẩn không được xen kẽ các loại mặt đường khác nhau: cứng, mềm hoặc lớp phủ rải bằng máy và bằng tay dẫn tới sẽ có thuộc tính gồ ghề khác nhau. Đầu và cuối đoạn định chuẩn cần phải được đánh dấu bằng sơn.

**4.3.5.2.3. Thí nghiệm xác định IRI của các đoạn định chuẩn:** Sử dụng thiết bị đo mặt cắt dọc chuyên dụng để đo IRI trên các đoạn định chuẩn. Với mỗi đoạn định chuẩn, trình tự tiến hành như sau:

- Đánh dấu điểm đầu và cuối của đoạn định chuẩn.

- Dùng sơn hoặc phấn vạch 2 đoạn thẳng song song dọc theo đường trên đoạn định chuẩn. Khoảng cách từ đoạn thẳng gần lề đến mép lề thông thường từ 80 cm đến 100cm, khoảng cách giữa 2 đoạn thẳng bằng chiều rộng của hai vệt bánh xe thí nghiệm đo xóc phản ứng.

- Dùng thiết bị đo mặt cắt dọc chuyên dụng để đo IRI trên hai vệt đã vạch của đoạn định chuẩn. Kết quả đo sẽ đưa ra hai giá trị IRI tương ứng với 2 vệt bánh xe.

Giá trị IRI của đoạn định chuẩn sẽ được tính là trung bình cộng của hai giá trị IRI tương ứng với vệt đo.

*4.3.5.2.4. Xác định giá trị độ xóc cộng dồn trên các đoạn định chuẩn:* Sử dụng thiết bị đo xóc kiểu phản ứng để đo độ xóc cộng dồn trên các đoạn định chuẩn. Với mỗi đoạn định chuẩn, với mỗi vận tốc định chuẩn (2 đến 3 vận tốc đã dự kiến ở)

*4.3.5.2.1. Trình tự đo xóc được tiến hành như sau:*

- Xe có gắn thiết bị đo xóc được chạy ít nhất là 5 lần trên đoạn đường định chuẩn.

Chú ý đảm bảo xe chạy đúng vận tốc, vệt bánh xe trùng với vệt sơn hoặc phấn đã vạch trên đường. Để đảm bảo vận tốc xe chạy trên đoạn đường định chuẩn đúng theo dự kiến, xe phải xuất phát cách điểm đầu đoạn định chuẩn ít nhất là 200m.

- Ghi lại các giá trị độ xóc cộng dồn của các lần đo.
- Tính giá trị độ xóc cộng dồn trung bình của các lần đo. Độ xóc cộng dồn trung bình của đoạn là trung bình cộng của các giá trị đo xóc của các lần đo trên đoạn.

*Ghi chú 3:* Nếu giá trị độ xóc cộng dồn của một lần chạy nào đó sai khác quá 10% so với giá trị độ xóc cộng dồn trung bình thì huỷ bỏ kết quả của lần chạy đó và chạy thêm cho đủ 5 lần. Tính toán lại giá trị độ xóc cộng dồn trung bình.

*4.3.5.2.5. Thiết lập phương trình tương quan thực nghiệm giữa IRI và độ xóc cộng dồn:*

Các phương trình tương quan thực nghiệm ứng với mỗi vận tốc định chuẩn được xác lập trên cơ sở các cặp số liệu đo trên các đoạn định chuẩn: độ gồ ghề IRI, độ xóc cộng dồn trung bình. Việc thiết lập phương trình tương quan thực nghiệm giữa IRI và độ xóc, xác định hệ số tương quan thực nghiệm R (hoặc hệ số tương quan thực nghiệm bình phương R<sup>2</sup>) được thực hiện bằng các công cụ toán học như phần mềm Excel hoặc các phần mềm tính toán tương tự. Có thể tham khảo cách lập tương quan thực nghiệm và xác định trị số R<sup>2</sup> bằng phần mềm Excel ở phụ lục.

- Phương trình tương quan giữa IRI và độ xóc cộng dồn thường có dạng bậc nhất hoặc bậc hai. Hệ số tương quan thực nghiệm R của phương trình phải lớn hơn 0,9 (hoặc hệ số tương quan thực nghiệm bình phương R<sup>2</sup> phải lớn hơn 0,81).

Nếu R < 0,9, cần thiết phải tiến hành các công tác sau: kiểm tra lại thiết bị, bổ xung thêm các thí nghiệm trên các đoạn định chuẩn đã chọn; chọn thêm đoạn định chuẩn mới...

*Ghi chú 4 :* Các phương trình tương quan thực nghiệm trên chỉ đảm bảo độ chính xác trong khoảng thời gian xe đo xóc hoạt động ít hơn 1 tháng hoặc quãng

đường xe đo xóc này hoạt động nhỏ hơn 3000 kém. Ngoài thời gian hoặc quãng đường đo trên, cần thiết phải thiết lập lại tương quan thực nghiệm trước khi đo mới.

#### **4.3.5.3. Đo độ bằng phẳng trên toàn tuyến :**

Tiến hành chạy xe có lắp thiết bị đo xóc mặt đường kiểu phản ứng trên các làn xe của tuyến đường. Trong quá trình thí nghiệm cần phải tuân thủ đúng các điều sau:

Chỉ được phép chạy xe đo xóc với các tốc độ định chuẩn đã lựa chọn. Tùy thuộc vào điều kiện thực tế lúc đo, có thể chỉ sử dụng một tốc độ định chuẩn chủ đạo để đo cho toàn tuyến hoặc phải sử dụng thêm tốc độ định chuẩn dự phòng cho các đoạn đường có tình trạng lưu thông khó khăn. Nếu trên một đoạn đường nào đó phải chạy xe với tốc độ định chuẩn dự phòng thì việc đo phải được thực hiện riêng, tránh tình trạng thay đổi tốc độ đo từ đoạn này sang đoạn khác.

Vận tốc xe đo phải giữ không đổi so với vận tốc khi định chuẩn (sai số giữa vận tốc định chuẩn và vận tốc đo khi thí nghiệm không được tranh nhau quá  $\pm 3\text{km/giờ}$ ).

- Chạy đúng làn cần đo, không chạy lấn sang làn xe khác.
- Trong quá trình đo xóc, cần đánh dấu các vị trí cần ghi nhớ như: cột cây số, các vị trí đầu cầu và cuối cầu, đoạn đường xấu...
- Nếu tại đoạn đường nào đó, do trở ngại giao thông nên xe đo xóc không chạy được đúng với vận tốc định chuẩn dự kiến thì phải hủy kết quả và tiến hành đo lại.

#### **4.3.5.4. Tính toán và báo cáo kết quả thí nghiệm đo độ bằng phẳng IRI:**

**4.3.5.4.1. Tính toán độ bằng phẳng IRI:** Trên cơ sở kết quả thí nghiệm đo xóc, căn cứ vào tốc độ của xe đo trên từng đoạn mà sử dụng phương trình tương quan thực nghiệm giữa IRI và độ xóc cộng dồn tương ứng với vận tốc định chuẩn đã thiết lập để tính ra giá trị IRI.

**4.3.5.4.2. Báo cáo kết quả:** Trong hồ sơ báo cáo kết quả phải nêu rõ các nội dung sau:

- Chiều dài và đặc điểm của tuyến thí nghiệm.
- Các thiết bị thí nghiệm và tính năng kỹ thuật.
- Lý trình và tình trạng mặt đường của các đoạn định chuẩn.
- Các kết quả thí nghiệm trên các đoạn định chuẩn, các phương trình tương quan thực nghiệm tương ứng với từng vận tốc thí nghiệm.
- Vận tốc thí nghiệm thực tế.
- Bảng và đồ thị kết quả IRI chi tiết của từng làn xe theo từng đoạn đường có chiều dài không đổi (từ 100 m đến 500 m), IRI trung bình của từng làn xe, IRI trung bình của từng đoạn đường theo các cột Km và theo các đoạn đồng đều thống kê.
- Các ghi chú cần ghi nhớ: cột Km, đoạn hư hỏng, đoạn qua cầu, đoạn giao đường sắt

*Ghi chú 5:* Kết quả tính toán và báo cáo IRI trên các đoạn không bao hàm các giá trị IRI của các đoạn đặc biệt như đoạn qua cầu, đoạn giao với đường sắt...

#### **4.3.6. Trình tự đo IRI theo phương pháp đo trực tiếp :**

Việc thí nghiệm kiểm tra độ bằng phẳng mặt đường bằng các thiết bị theo phương pháp đo trực tiếp được tiến hành theo trình tự sau:

#### **4.3.6.1. Kiểm tra hiệu chỉnh hệ thống thiết bị đo và xe đo:**

Tiến hành lắp đặt thiết bị theo đúng hướng dẫn của nhà sản xuất. Trước khi tiến hành đo trên toàn tuyến, cần phải kiểm tra hiệu chỉnh hệ thống thiết bị và xe đo để đảm bảo độ tin cậy của kết quả đo. Các hạng mục kiểm tra như sau:

##### **4.3.6.1.1. Kiểm tra bộ phận đo cao độ bề mặt của mặt đường:**

- Tiến hành kiểm tra trước tình trạng làm việc của thiết bị đo cao độ để đảm bảo thiết bị hoạt động tốt, không mắc sai số.

- Trình tự kiểm tra, định chuẩn được tiến hành theo chỉ dẫn của nhà sản xuất thiết bị.

- Sai số của phép đo phải nằm trong giới hạn  $\pm 0.5$  mm.

- Nếu sai số vượt quá giá trị cho phép cần kiểm tra lại hoặc hiệu chỉnh thiết bị thông qua phần mềm điều khiển thiết bị.

##### **4.3.6.1.2. Kiểm tra bộ phận đo gia tốc chuyển dịch thẳng đứng:**

Tiến hành kiểm tra trước về tình trạng làm việc của bộ phận đo gia tốc chuyển dịch thẳng đứng để đảm bảo thiết bị hoạt động tốt, không mắc sai số. Việc kiểm tra bộ phận đo chuyển gia tốc chuyển dịch thẳng đứng được tiến hành theo đúng hướng dẫn sử dụng thiết bị.

- Sai số của phép đo phải nhỏ hơn 0,01g (g: đơn vị trọng lực).

- Nếu sai số vượt quá giá trị cho phép cần kiểm tra lại hoặc hiệu chỉnh thiết bị thông qua phần mềm điều khiển thiết bị.

4.3.6.1.3. Kiểm tra các thông số kỹ thuật của xe đo: Thực hiện như với *điểm*

4.3.6.1.4. Kiểm tra bộ phận đo hành trình xe chạy: Thực hiện như trong *điểm*

4.3.6.1.5. Kiểm tra bộ phận đo vận tốc: Thực hiện như trong *điểm 4.3.5.1.3*

4.3.6.1.6. Kiểm tra sự làm việc của toàn bộ hệ thống:

- Sau khi hoàn thành các bước kiểm tra trên, tiến hành đo thử trên một đoạn đường đủ dài (thông thường là 2 km) để kiểm tra, đánh giá sự hoạt động bình thường của toàn bộ hệ thống đo.

Trong quá trình chạy thử, nếu kết quả đo hiển thị đầy đủ và liên tục trên màn hình máy tính (thời gian đo, vận tốc đo, giá trị IRI đo được) và các số liệu đo được lưu trữ thì hệ thống đo được xem là hoạt động bình thường, có thể tiến hành việc đo độ bằng phẳng trên toàn tuyến. Nếu có bất kỳ sự trục trặc, cần kiểm tra, tìm nguyên nhân và biện pháp khắc phục.

*Ghi chú 6:* Đơn vị thí nghiệm phải xuất trình tài liệu kỹ thuật của thiết bị để khẳng định thiết bị đưa ra đo được trực tiếp giá trị IRI.

#### **4.3.6.2. Đo độ bằng phẳng trên toàn tuyến:**

Tiến hành chạy xe đo có gắn hệ thống thiết bị đo độ bằng phẳng mặt đường trên mỗi làn xe của tuyến đường cần thử nghiệm. Trong quá trình chạy xe phải đảm bảo tuân thủ đúng các yêu cầu sau:

- Chạy đúng làn cần đo, không chạy lấn sang làn xe khác.
- Vận tốc xe chạy khi đo phải đảm bảo nằm trong phạm vi vận tốc cho phép quy định của thiết bị.
- Nếu tại đoạn đường nào đó, do trở ngại giao thông dẫn đến vận tốc chạy xe nằm ngoài khoảng vận tốc cho phép thì phải hủy kết quả và tiến hành đo lại.
- Trong quá trình thí nghiệm, cần đánh dấu các vị trí cần ghi nhớ như: cột cây số, các vị trí đầu và cuối cầu đoạn đường xấu...

#### **4.3.6.3. Báo cáo kết quả đo độ bằng phẳng IRI:**

Báo cáo kết quả như in!tốc 4.3.5.4.2.

### **4.3.7. Tiêu chuẩn đánh giá:**

#### **4.3.7.1. Phục vụ công tác nghiệm thu:**

##### **4.3.7.1.1. Với đường xây dựng mới:**

Độ bằng phẳng mặt đường bê tông nhựa và bê tông xi măng khi nghiệm thu hoàn công phải đảm bảo đạt được độ bằng phẳng với giá trị IRI tùy thuộc vào cấp đường thỏa mãn yêu cầu quy định trong *bảng 4.2*.

**Bảng 4.2. Yêu cầu về trị số IRI đối với đường xây dựng mới**

<b>Loại đường</b>	<b>IRI yêu cầu (m/km)</b>
Đường cao tốc cấp 120, cấp 100 và cấp 80	$IRI \leq 2,0$
Đường ô tô cấp 80	$IRI \leq 2,2$
Đường cao tốc cấp 60, đường ô tô cấp 60	$IRI \leq 2,5$

#### 4.3.7.1.2. Với đường cải tạo, nâng cấp:

Độ bằng phẳng mặt đường bê tông nhựa và bê tông xi măng khi nghiệm thu hoàn công phải đảm bảo đạt được độ bằng phẳng với giá trị IRI tùy thuộc vào cấp đường thỏa mãn yêu cầu quy định trong *bảng 4.3*.

**Bảng 4.3. Yêu cầu về trị số IRI đối với đường cải tạo, nâng cấp**

Loại đường	IRI yêu cầu (m/km)
Đường cao tốc cấp 120, cấp 100 và cấp 80	$IRI \leq 2,5$
Đường ô tô cấp 80	$IRI \leq 2,8$
Đường cao tốc cấp 60, đường ô tô cấp 60	$IRI \leq 3,0$

#### 4.3.7.2. Phục vụ công tác quản lý, lập kế hoạch duy tu bảo dưỡng:

Chất lượng mặt đường theo chỉ tiêu IRI phục vụ cho công tác quản lý, lập kế hoạch duy tu bảo dưỡng đường ô tô được phân thành 4 cấp: tốt, khá, kém và rất kém với giá trị IRI tùy thuộc vào loại mặt đường và cấp đường theo *bảng 4.4*.

**Bảng 4.4. Trị số IRI phục vụ công tác quản lý, lập kế hoạch duy tu bảo dưỡng**

Loại mặt đường	Cấp đường	Tình trạng mặt đường			
		Tốt	Khá	Kém	Rất kém
Cấp cao A1: bê tông nhựa chặt, bê tông xi măng đổ tại chỗ	Đường cao tốc cấp 120, cấp 100 và cấp 80; Đường ô tô cấp 80	$IRI \leq 2$	$2 < IRI \leq 4$	$4 < IRI \leq 6$	$6 < IRI \leq 8$
	Đường cao tốc cấp 60, đường ô tô cấp 60	$IRI \leq 3$	$3 < IRI \leq 5$	$5 < IRI \leq 7$	$7 < IRI \leq 9$
	Đường ô tô cấp 40 và cấp 20	$IRI \leq 4$	$4 < IRI \leq 6$	$6 < IRI \leq 8$	$8 < IRI \leq 10$
Cấp cao A2: bê tông nhựa rải nguội, rải ẩm; thấm nhập nhựa, đá dăm nước láng nhựa	Đường ô tô cấp 60	$IRI \leq 4$	$4 < IRI \leq 6$	$6 < IRI \leq 8$	$8 < IRI \leq 10$
	Đường ô tô cấp 40 và cấp 20	$IRI \leq 5$	$5 < IRI \leq 7$	$7 < IRI \leq 9$	$9 < IRI \leq 11$
Cấp thấp B1: đường đá dăm nước có lớp bảo vệ rời rạc, đá gia cố CKDVC có láng nhựa	Đường ô tô cấp 40 và cấp 20	$IRI \leq 6$	$6 < IRI \leq 9$	$9 < IRI \leq 12$	$12 < IRI \leq 15$
Cấp thấp B2: đường đất cải	Đường ô tô cấp 40 và cấp 20	$IRI \leq 8$	$8 < IRI \leq 12$	$12 < IRI \leq 16$	$16 < IRI \leq 20$

thiện, đường đất gia cố CKDVC hoặc CKDHC có lớp hao mòn và bảo vệ					
---	--	--	--	--	--

**4.3.7.3. Chất lượng độ bằng phẳng mặt đường** dưới tác dụng của xe chạy và ảnh hưởng của môi trường sẽ suy giảm theo thời gian kể từ lúc đưa đường ô tô vào khai thác. Cần có kế hoạch kiểm tra chất lượng độ bằng phẳng IRI hàng năm nhằm phục vụ cho công tác dự báo mức độ suy giảm độ bằng phẳng mặt đường và lập kế hoạch duy tu sửa chữa mặt đường.



## PHỤ LỤC

**Ví dụ thiết lập tương quan thực nghiệm giữa IRI và giá trị độ xóc cộng dồn trên các đoạn đường định chuẩn bằng phần mềm Exel (Phục vụ cho việc đo IRI theo phương pháp gián tiếp)**

- Thiết bị đo trắc dọc chuyên dụng: Dipstick
- Thiết bị đo độ xóc: Bump Integrator Unit lắp trên xe Hyundai
- Đoạn đường định chuẩn: 4 đoạn
- Vận tốc định chuẩn dự kiến: 2 (vận tốc chủ đạo 45 km/h; vận tốc dự phòng 30 km/h).

### 1. Kết quả đo trên các đoạn định chuẩn:

Dùng thiết bị Dipstick đo trên 4 đoạn định chuẩn, mỗi đoạn đo 2 vệt. Kết quả đo IRI: IRI vệt trong, IRI vệt ngoài và IRI trung bình của 4 đoạn định chuẩn được chi tiết ở bảng 1.

Dùng thiết bị Bump Integrator Unit lắp trên xe Hyundai đo xóc trên 4 đoạn định chuẩn, mỗi đoạn chạy 2 tốc độ (45 km/h và 30 km/h), mỗi tốc độ chạy 5 lần. Kết quả đo xóc: độ xóc cộng dồn qua mỗi lần chạy, độ xóc cộng dồn trung bình ứng với 2 tốc độ đo của 4 đoạn định chuẩn được- chi tiết ở *bảng 4.5*.

***Bảng 4.5. Kết quả đo xóc và IRI trên các đoạn định chuẩn***

Đoạn định chuẩn	IRI (m/km)			Giá trị độ xóc cộng dồn qua các lần đo (số/km)						Trung bình (số/km)	
	Vệt trong	Vệt ngoài	Trung bình	Tốc độ đo km/h	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	Tốc độ đo (km/h)	
										45	30
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Km 26+100-	2.02	2.11	2.065	45	20	22	22	21	22	21.4	
Km 26+300				30	17	16	15	16	15		15.8
Km 71+500-	3.26	3.35	3.305	45	38	38	37	36	38	37.4	
Km 71+800				30	35	34	33	34	35		34.2
Km 27+600-	7.21	7.33	7.27	45	61	62	62	62	61	61.6	
Km				30	58	57	57	56	56		56.

127+900											8
Km 52+000-	4.68	4.59	4.63 5	45	46	47	47	46	45	46. 2	
Km 352+300				30	42	41	41	43	42		41. 8

## 2. Lập phương trình tương quan thực nghiệm giữa IRI và độ xóc :

Căn cứ vào giá trị IRI trung bình và độ xóc trung bình, sử dụng phần mềm Excel để xác định phương trình thực nghiệm và giá trị hệ số tương quan bình phương  $R^2$ , cụ thể như sau :

### **2.1. Tương quan thực nghiệm giữa IRI và độ xóc với tốc độ định chuẩn $V=45$ km/h:**

Được thiết lập dựa trên cơ sở các giá trị đã đo IRI trung bình và độ xóc trung bình tương ứng ở cột (4) và cột (11) của bảng 1.

Sử dụng phần mềm Excel để thiết lập đồ thị, xác định phương trình thực nghiệm và hệ số tương quan bình phương  $R^2$ . phương trình tương quan giữa IRI (m/km) và độ xóc (số/km) với vận tốc định chuẩn 45km/h được xác định là:

$$\text{IRI} = 0,1302 \cdot (\text{Độ xóc}) - 1,1044; (R^2 = 0,9625) (*)$$

Đồ thị tương quan thực nghiệm vẽ bởi phần mềm Excel được chi tiết ở hình sau.

### **2.2. Tương quan thực nghiệm giữa LRI và độ xóc với tốc độ định chuẩn $V=30$ km/h:**

Thiết lập tương tự như với mục 2.1, nhưng sử dụng giá trị của các cột (4) và cột (12) của bảng 1. Phương trình tương quan giữa IRI (m/km) và độ xóc (số/km) với vận tốc định chuẩn 30km/h được xác định là :

$$\text{IRI} = 0,1268 \cdot (\text{Độ xóc}) - 0,3905; (R^2 = 0,9396) (**)$$

Việc vẽ đồ thị tương quan thực nghiệm thực hiện tương tự như mục 2.1.

### **3. Sử dụng phương trình tương quan thực nghiệm để xác định IRI toàn tuyến :**

Tiến hành đo xóc bằng thiết bị Bump Integrator Unit lắp trên xe Hyundai trên tuyến. Chạy xe đo với tốc độ 45 km/h trên các đoạn đường có tình trạng lưu thông bình thường (đã dự kiến trước). Sử dụng phương trình tương quan (\*) để tính đổi giá trị đo xóc trên các đoạn đo về giá trị IRI.

Trên các đoạn đường có tình trạng lưu thông khó khăn (đã dự kiến trước), chạy xe đo với tốc độ 30 km/h. Sử dụng phương trình tương quan (\*\*) để tính đổi giá trị độ xóc trên các đoạn đo về giá trị IRI.

## **4.4. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ NHÁM CỦA MẶT ĐƯỜNG ĐO BẰNG PHƯƠNG PHÁP RẮC CÁT**

### **4.4.1. Phạm vi áp dụng:**

Kiểm tra và đánh giá độ nhám mặt đường phục vụ cho công tác: nghiệm thu mặt đường mới hoặc để đánh giá chất lượng của mặt đường hiện đang khai thác có lớp phủ mặt là bê tông nhựa hoặc bê tông xi măng.

### **4.4.2. Quy trình thí nghiệm:**

Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 278-01 “Quy trình thí nghiệm xác định độ nhám của mặt đường đo bằng phương pháp rắc cát”.

### **4.4.3. Nguyên lý đo :**

Một thể tích cát xác định được đổ ra trên mặt đường khô ráo và sạch. Dùng một bàn xoa đáy cao su xoa vòng tròn theo một chiều nhằm để cát lấp đầy vào các lỗ của bề mặt mặt đường cho đến khi cát không lan ra được nữa và tạo thành một mảng cát hình tròn.

Độ nhám bề mặt biểu thị bằng giá trị chiều sâu trung bình bằng cát H (mm), là tỷ số giữa thể tích cát đã biết trên diện tích mảng cát được xoa. Giá trị H càng lớn thì mặt đường càng nhám.

#### **4.4.4 Vật liệu và dụng cụ thí nghiệm:**

**1) Cát chuẩn:** Cát dùng để thử nghiệm cần phải khô, sạch, tròn cạnh và có đường kính cỡ hạt nằm giữa hai cỡ sàng 0.15-0.30 mm. Cát được đựng trong hộp kín để tránh ẩm.

**2) Ống đong cát:** Bằng kim loại hoặc chất dẻo, có thể tích bên trong là 25cm<sup>3</sup>, một đầu ống được bịt kín. ống đong cát phải đủ bền, không biến dạng.

**3) Bàn xoa cát:** Hình tròn, bằng gỗ, đường kính 6.0-7.5cm, dày khoảng 2.0cm. Mặt đáy của bàn xoa được phủ một lớp cao su mỏng, mặt trên có núm để cầm

**4) Một bàn chải sắt cứng và một bàn chải lông mềm** để quét sạch mặt đường trước khi rải cát.

**5) Các tấm chắn gió thích hợp** đặt trên mặt đường khi thí nghiệm để che cho cát không bị gió thổi hoặc luồng không khí xoáy do phương tiện giao thông chạy trên đường gây ra.

**6) Một thước dài khắc vạch tới 500 mm.**

**7) Một chiếc cân trong phòng thí nghiệm có số đọc đến 0,1gam** để kiểm tra thêm, đảm bảo lượng cát dùng cho các lần đo bằng nhau cả về khối lượng và thể tích.

#### **4.4.5. Trình tự thí nghiệm:**

##### **4.4.5.1. Vị trí thử nghiệm:**

Được chọn tại các vệt xe chạy, theo hướng cùng với chiều xe chạy. Tại các vị trí đo nhám, mặt đường cần phải khô, bề mặt đồng đều, không chứa những đặc điểm cá biệt như vết nứt, các mối nối. Không được thí nghiệm khi mặt đường ẩm ướt.

##### **4.4.5.2. Mật độ thí nghiệm:**

Khi phân chia mặt đường thành những đoạn được xem là đồng nhất về nhám phải đưa vào số liệu thu thập được qua khảo sát thực tế ngoài hiện trường do các kỹ sư có kinh nghiệm thực hiện. Chọn một đoạn đại diện có chiều dài từ 500 đến 1000 mét trên đoạn đồng nhất để đo độ nhám. Mỗi đoạn đại diện chọn tối thiểu 10 điểm đo/1 làn xe.

Khi tuyến đường cần đánh giá không có được các số liệu cơ sở để áp dụng cách chia mặt đường thành những đoạn được xem là đồng nhất về nhám thì có thể đo rải đều trên toàn tuyến với mật độ trung bình tối thiểu 10 điểm đo/1 làn xe/km.

**4.4.5.3. Chuẩn bị mặt bằng thí nghiệm:** Quét sạch mặt đường bằng bàn chải sắt cứng, dùng bàn chải lông mềm dọn đi các mảnh vụn, căn bã sót lại hoặc các hạt cốt liệu dính kết rời rạc khỏi mặt đường. Nếu trời có gió, phải đặt các tấm chắn gió xung quanh diện tích thử nghiệm để cát khỏi bay.

**4.4.5.4. Đong cát, đổ đầy cát nói trên vào ống đong** có thể tích đã biết rồi gõ nhẹ đáy của ống đong nhiều lần trên một mặt cứng. Cho thêm cát vào ống đong cho đầy tới miệng rồi dùng thước rà gạt phẳng.

**4.4.5.5. Đổ cát từ ống đồng lên mặt đường tại vị trí thí nghiệm.** Dùng bàn xoa có bít cao su, san cát từ trong ra ngoài theo hình xoắn ốc để tạo thành một mảng cát tròn liên tục. Xoa cho đến khi mảng cát không còn khả năng lan ra nữa thì dừng lại.

#### **4.4.6. Tính toán và xử lý kết quả:**

4.4.6.1. Đo và ghi đường kính của hình tròn mảng cát tại ít nhất bốn vị trí cách đều nhau trên mỗi đường bao chu vi của hình tròn cát. Tính đường kính trung bình của mảng cát thí nghiệm, lấy tròn đến từng mm để làm trị số tính toán.

4.4.6.2. Chiều sâu trung bình đo bằng cát tại mỗi vị trí đo ( $h_{itb}$ ) được xác định bằng tỷ số giữa thể tích cát đã biết  $V$  và diện tích mảng tròn cát  $S$ , được xác định như sau :

$$h_{itb} = \frac{V}{S} = \frac{4V}{\pi D^2}$$

Trong đó:

$h_{itb}$  : Tính bằng mm và lấy đến 2 trị số sau dấu phẩy;

$V$  : Thể tích cát đã biết, đựng trong ống đồng ( $25000\text{mm}^3$ );

$D$ : Đường kính trung bình của mảng cát thí nghiệm đã đo, tính theo mm.

4.4.6.3. Chiều sâu trung bình bằng cát của đoạn mặt đường được xem là đồng nhất, được tính bằng trung bình số học của tất cả các giá trị chiều sâu trung bình đo bằng cát ( $h_{itb}$ ) tại các điểm đo trong đoạn.

$$H_{tb} = \sum_{i=1}^n h_{itb}$$

Với :  $n$  là số lượng các điểm đo trong đoạn.

4.4.6.4. Trường hợp nếu mảng cát đo có dạng hình elíp quá dẹt (Giá trị hai trục nhỏ nhất và lớn nhất của mảng cát chênh nhau quá 1,2 lần) thì loại bỏ kết quả đo ở những điểm này và thí nghiệm lại.

#### **4.4.7. Tiêu chuẩn đánh giá:**

Đối chiếu giá trị chiều sâu trung bình cát ( $H_{tb}$ ) của mặt đường đã đo với các giá trị quy định của *bảng 4.6* để đánh giá chất lượng về nhám của các đoạn đường hiện có phục vụ cho công tác nghiệm thu.

***Bảng 4.6. Tiêu chuẩn quy định về chiều sâu trung bình cấu trúc vĩ mô của mặt đường đo bằng phương pháp rắc cát***

Chiều sâu trung bình $H_{tb}$ (mm)		Đặc trưng độ nhám của bề	Phạm vi áp dụng
Khu vực có tổng lượng mưa trung bình hàng <1300mm	Khu vực có tổng lượng mưa trung bình hàng năm $\geq 1300\text{mm}$		
$H_{tb} < 0.20$	$H_{tb} < 0.20$	Rất nhẵn	Không nên dùng
$0.20 \leq H_{tb} < 0.30$	$0.20 \leq H_{tb} < 0.40$	Nhẵn	$V < 80 \text{ Km/giờ}$
$0.40 \leq H_{tb} < 0.70$	$0.40 \leq H_{tb} < 0.80$	Trung bình	$80 \leq V < 20 \text{ Km/giờ}$
$0.80 \leq H_{tb} < 1.10$	$0.80 \leq H_{tb} < 1.20$	Thô	$V < 1.20 \text{ Km/giờ}$

$H_{tb} > 1.10$	$H_{tb} > 1.20$	Rất thô	Đường qua nơi địa hình đi lại khó khăn, nguy hiểm
-----------------	-----------------	---------	---

## 4.5. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN ĐÀN HỒI CỦA ÁO ĐƯỜNG MỀM BẰNG CẦN ĐO VÕNG BENKELMAN

### 4.5.1. Phạm vi áp dụng :

Kiểm tra và đánh giá cường độ tổng thể nền mặt đường của kết cấu áo đường mềm thông qua chỉ tiêu mô đun đàn hồi nhằm phục vụ cho công tác nghiệm thu mặt đường mới hoặc để đánh giá chất lượng của mặt đường hiện đang khai thác.

Quy trình kỹ thuật này thay thế cho phụ lục 5 của 22 TCN-21 1-93 “Phương pháp thử nghiệm và đánh giá cường độ áo đường mềm theo độ võng đàn hồi đo trực tiếp dưới bánh xe”.

### 4.5.2. Quy trình thí nghiệm:

Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 251-98 “Quy trình thử nghiệm xác định mô đun đàn hồi chung của áo đường mềm bằng cần đo vồng Benkelman”.

### 4.5.3. Dụng cụ thí nghiệm :

**4.5.3.1. Cần đo vồng Benkelman:** Có chiều dài từ gối tựa phía trước đến mũi đo ít nhất là 2,5m. Sai số giữa chuyển vị thẳng đứng trực tiếp ở mũi đo so với kết quả đo được ở chuyển vị thẳng đứng ở cuối cánh tay đòn phía sau của cần đo (có xét đến tỷ lệ các cánh tay đòn cần đo) không vượt quá 5%. Trên cần có gắn thêm bộ phận rung động hoặc không.

**4.5.3.2. Xe đo vồng:** Là một ô tô tải có trục sau là trục đơn, bánh đôi với khe hở tối thiểu giữa hai bánh đôi là 5cm. Các thông số của trục sau xe đo chỉ được sai lệch 5% so với tiêu chuẩn quy định ở *bảng 4.7*.

**Bảng 4.7. Các thông số của trục sau xe đo tiêu chuẩn**

Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn quy định
Trọng lượng trục	$Q = 10.000 \text{ daN}$
Áp lực bánh xe xuống mặt đường	$p = 6,0 \text{ daN/cm}^2$
Đường kính tương đương của vệt bánh đôi	$D = 33\text{cm}$

Để đảm bảo tải trọng của xe đo, dùng đá dăm làm vật chất tải, vật chất tải phải đối xứng, cân bằng, không bị thay đổi vị trí và giữ nguyên tải trọng không thay đổi trong suốt quá trình đo vồng mặt đường. Yêu cầu phải có bạt che để vật chất tải không bị nước mưa thấm ướt.

### 4.5.3.3. Chuyển vị kế (thiên phân kê) để đo chuyển vị.

**4.5.3.4. Dụng cụ dùng để kiểm tra và hiệu chuẩn độ chính xác của cần Benkelman.**

### 4.5.3.5. Nhiệt kế, búa, đục dùng để đo nhiệt độ của mặt đường.

**4.5.3.6. Kích thủy lực có thang chia áp lực** không lớn hơn  $0,2 \text{ daN/cm}^2$  để cân xác định trọng lượng trục sau xe (nếu không có trạm cân) và đo diện tích tiếp xúc của vật bánh xe với mặt đường.

**4.5.3.7. Giấy kẻ ô li để đo diện tích tiếp xúc của vật bánh xe với mặt đường.**

**4.5.3.8. Các dụng cụ bảo đảm an toàn giao thông: bánh, biển báo, chóp, cờ,...**

**4.5.4. Công tác chuẩn bị:**

**4.5.4.1. Chia đường thành các đoạn đồng nhất, chọn đoạn đại diện trên mỗi đoạn đồng nhất:**

Chia đường thành các đoạn đồng nhất: Các đoạn được coi là đồng nhất khi có các yếu tố sau đây giống nhau: Loại hình mặt đường theo điều kiện gây âm, trạng thái bề mặt áo đường, kết cấu mặt đường, loại lớp đất nền trên cùng, lưu lượng xe chạy v.v... Các số liệu này sẽ được lấy từ hồ sơ của đường ở các cơ quan quản lý và các số liệu thu thập được qua khảo sát thực tế ngoài hiện trường do nhóm chuyên gia có kinh nghiệm thực hiện (xem mẫu biểu số - phụ lục của tiêu chuẩn 22 TCN 251-98).

Chọn đoạn đại diện trên mỗi đoạn đồng nhất. Đoạn đại diện có chiều dài từ 500 đến 1000 mét. Mỗi đoạn đại diện chọn lấy 20 điểm đo. Với những đoạn đồng nhất đặc biệt ngắn nhưng có tính chất khác hẳn các đoạn xung quanh (điều kiện địa chất thủy văn phức tạp hoặc các đoạn đất mềm yếu), thậm chí nhỏ hơn 100 mét cũng phải đo đủ tối thiểu 15 điểm.

Nếu tuyến đường cần đánh giá không có được các số liệu cơ sở để áp dụng cách chia đường thành các đoạn đồng nhất thì phải đo như sau:

Đối với thiết kế kỹ thuật: đo rải đều trên toàn tuyến với mật độ 20 điểm đo/km.

Đối với dự án khả thi và quản lý khai thác đường ô tô: mật độ đo  $5 \text{ điểm/km} \div 10 \text{ điểm/1 km}$ .

**4.5.4.2. Chọn vị trí các điểm đo:**

Các điểm đo vồng thường được bố trí ở vệt bánh xe phía ngoài (cách mép mặt đường 0,6-1,2 mét) là nơi thông thường có độ vồng cao hơn các vệt bánh phía trong. Trường hợp nếu quan sát bằng mắt thấy: lúc ở vệt bánh xe phía trong, lúc lại ở vệt bánh xe phía ngoài mặt đường có tình trạng xấu hơn, sẽ phải dùng hai cần đo vồng, đo cùng một lúc ở cả hai vệt bánh xe để lấy trị số lớn hơn làm giá trị độ vồng đại diện cho mặt cắt của làn xe.đo. Với đường nhiều làn xe, khi quan sát bằng mắt thấy tình trạng mặt đường trên các làn khác nhau, phải đo vồng cho làn yếu nhất. Trị số đo ở mỗi vị trí của làn đó sẽ đại diện cho độ vồng tại mặt cắt ngang của đường.

Tiến hành đánh dấu sơn vào các vị trí cần đo. Điểm thứ nhất và điểm đo thứ 20 nên lấy trùng vào mặt cắt lý trình (cột Km hoặc các cọc có đơn vị trăm mét - cọc H).

**4.5.4.3. Chuẩn bị cần đo vồng:** Trước mỗi ca làm việc phải kiểm tra độ chính xác của cần đo bằng cách đối chiếu kết quả đo chuyển vị thẳng đứng trực tiếp ở mũi đo với kết quả đo được ở chuyển vị thẳng đứng ở cuối cánh tay đòn phía sau của cần đo có xét đến tỷ lệ các cánh tay đòn cần đo). Nếu kết quả sai khác nhau quá 5% thì

phải kiểm tra lại các liên kết ở các mối nối, khớp quay và mức độ trơn nhẩy của cần đo.

#### 4.5.4.4. Chuẩn bị xe đo:

Xe đo vồng phải thỏa mãn các yêu cầu ở điểm 4.5.3.2.

Tải trọng trục sau của xe đo được xác định bằng thiết bị cân xe (tại các trạm cân hoặc cân chuyên dụng) hoặc dùng kích thủy lực có đồng hồ đo áp lực được tiêu định và thang chia áp lực không lớn hơn 0,2 daN/cm<sup>2</sup>. Thường xuyên đo kiểm tra để giữ cho áp lực hơi trong bánh xe không đổi trong suốt quá trình đo vồng mặt đường.

Trước mỗi đợt đo phải kiểm tra lại diện tích vệt bánh đôi  $S_b$  bằng cách bôi mỡ vào lốp và kích trục sau xe lên, quay phần lốp xe có mỡ xuống phía dưới cho in vệt lốp lên giấy kẻ ly (bằng cách hạ kích) để xác định diện tích phần có mỡ trên giấy kẻ ô li (cm<sup>2</sup>).

Đường kính tương đương của vệt bánh xe đo vồng  $D_b$  được tính theo công thức:

$$D_b = 1,13\sqrt{S_b} \text{ (cm)}$$

Tính áp lực bánh xe xuống mặt đường  $P_b$  :

$$P_b = \frac{Q}{2S_b} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

Trong đó:  $Q$  là trọng lượng trục sau của xe đo (daN).

#### 4.5.5. Đo độ vồng mặt đường dọc tuyến:

##### 4.5.5.1. Đo độ vồng của mặt đường:

Cho xe đo tiến vào vị trí đo vồng, đặt đầu đo của cần tỷ lên mặt đường ở giữa khe hở của cặp bánh đôi trục sau xe đo, cho thanh cần rung nhẹ, theo dõi kim chuyển vị kể cho tới khi độ vồng ổn định (trong 10 giây kim không chuyển dịch quá 0,01 mm) thì ghi lấy số đọc ban đầu ở chuyển vị kể ( $i_0$ ).

Cho xe đo chạy chậm lên phía trước với tốc độ khoảng 0,5 m/giây cho đến khi trục sau của bánh xe cách điểm đo ít nhất 5 mét, cho thanh cần rung nhẹ, theo dõi chuyển vị kể cho tới khi độ vồng ổn định, ghi lấy số đọc cuối ở chuyển vị kể ( $i_5$ ).

Hiệu số của hai số đọc ở chuyển vị kể nhân với tỷ số chuyển của cần đo là trị số độ vồng đàn hồi của mặt đường tại điểm đo ( $L_i$ ).

Phải ghi rõ lý trình của điểm đo, thời tiết, điều kiện gây ẩm và các nhận xét về tình trạng mặt đường tại điểm đo vào mẫu biểu thí nghiệm.

Không đo tại các điểm quá xấu (cao su, nứt .v.v. không đại diện cho khu vực cần đo độ vồng, các điểm này ghi lại để xử lý cao su, ổ gà).

Để tránh hiện tượng bức xạ nhiệt của mặt trời tới cần đo và hiện tượng cần đo bị lún vào mặt đường nhựa ở nhiệt độ cao gây ảnh hưởng tới kết quả đo, không nên đo vồng vào khoảng thời gian nhiệt độ mặt đường lớn hơn 40°C.

**4.5.5.2. Đo nhiệt độ mặt đường:** Để hiệu chỉnh các kết quả đo vồng về nhiệt độ tính toán sau này, phải đo nhiệt độ không khí và nhiệt độ mặt đường, khoảng 1 giờ một



lần, trong suốt thời gian đo vòng dọc tuyến. Việc đo nhiệt độ mặt đường chỉ yêu cầu thực hiện đối với đường có lớp mặt phủ nhựa > 5cm. Cách đo như sau:

Dùng búa và đục nhọn tạo thành một hố nhỏ sâu chừng 45mm ở mặt đường gần vị trí đo vòng.

Đổ nửa hố nước hay glyxerin, đợi chừng vài phút.

Dùng nhiệt kế đo nhiệt độ của chất lỏng trong hố cho đến khi nhiệt độ không thay đổi thì ghi trị số nhiệt độ đo ( $T^0C$ ).

Chú ý: Tránh không để vị trí đo bị bóng của xe tô hay vật gì làm ảnh hưởng đến kết quả.

**4.5.5.3. Công tác đảm bảo an toàn:** Phải tổ chức chắn đường trong khi đo bằng các barie có treo biển báo. Phải chú ý bảo đảm an toàn trong quá trình đo. Các thành viên tham gia đo đặc kể cả lái xe đều phải được huấn luyện kỹ nghiệp vụ đo.

#### **4.5.6. Xử lý kết quả đo vòng:**

##### **4.5.6.1. Xử lý kết quả đo vòng:**

*4.5.6.1.1. Độ vòng tính toán tại vị trí thử nghiệm thứ (i) đại diện cho mặt cắt ngang của mặt đường ( $L_{itt}$ ) được xác định theo công thức:*

$$L_{itt} = Kq \cdot Km \cdot Ki \cdot L_i \quad (1)$$

*Trong đó:*

$L_i$  : Độ vòng của mặt đường đo được tại vị trí thử nghiệm thứ i (mm) khi chưa xét đến các yếu tố ảnh hưởng của tải trọng xe đo, mùa đo bất lợi và nhiệt độ của mặt đường khi đo.

$Kq$  : Hệ số hiệu chỉnh kết quả đo theo các thông số trục sau xe đo vòng về kết quả của trục sau xe ô tô tiêu chuẩn:

$$Kq = \frac{p \cdot D^{1,5}}{p \cdot D^{1,5}} \quad (2)$$

$P_b$  : Tính áp lực bánh xe xuống mặt đường ( $daN/cm^2$ ),

$D_b$  : Đường kính tương đương của vệt bánh xe đo vòng (cm),

$P$  : áp lực bánh xe tiêu chuẩn xuống mặt đường ( $daN/cm^2$ ),  $p = 6 daN/cm^2$ ,

$D$  : Đường kính tương đương của diện tích vệt bánh xe tiêu chuẩn (cm),  $D:33cm$ ,

$Km$  : Hệ số hiệu chỉnh độ vòng về mùa bất lợi nhất trong năm, có thể xác định như sau (xem phụ lục của tiêu chuẩn 22 TCN 251-98).

+ Với loại hình kết cấu nền mặt đường hạn chế được tác dụng của các nguồn gây ẩm-loại hình I (nền đường không có nước ngập thường xuyên, mực nước ngầm thấp hơn đáy mặt đường 1,5m khi nền đắp bằng đất á sét và sét hay 0,8m khi nền đắp bằng á cát, phải thoát nước mặt tốt. Nếu có nước ngập từng thời gian không quá 3 tháng thì lẽ phải được đắp bằng đất á sét hoặc sét với độ chặt  $K > 0.95$  và lẽ phải rộng hơn 1,5-2,0m. Kết cấu áo đường phải có tầng mặt không thấm nước và tầng móng bằng vật liệu kín như đất nền chặt với  $K = 0.95-0.98$  hoặc bằng đất, cát gia cố chất liên kết) hoặc chịu tác động của nguồn gây ẩm nhưng không thay đổi theo mùa, độ vòng của kết cấu áo đường sẽ không phụ thuộc vào độ ẩm mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ :  $Km=1$ .

+ Với loại hình kết cấu nền mặt đường chịu tác động của các nguồn gây âm thay đổi theo mùa-loại hình II hoặc III (nền đường đắp thấp, lề hẹp bằng đất á cát đầm chặt kém, có nước ngầm thường xuyên, thoát nước mặt không tốt và chịu ảnh hưởng của nước ngầm. Kết cấu áo đường có tầng mặt thuộc loại thấm nước, móng là loại không kín), hệ số chuyển đổi mùa Km có thể lấy theo *bảng 4.8*.

**Bảng 4.8. Hệ số chuyển đổi mùa đối với vùng đồng bằng miền Bắc**

Tình trạng bề mặt của đường	Mùa	Tháng	Hệ số Km
Mặt đường kín không bị rạn nứt	Xuân	2 – 4	1.06
	Hè – Thu	5 – 9	1.00
	Đông	10 – 1	1.14
Mặt đường đã rạn nứt bị thấm nước	Xuân	2 – 4	1.18
	Hè – Thu	5 – 9	1.00
	Đông	10 – 1	1.47

Kt : Hệ số hiệu chỉnh độ võng ở nhiệt độ đo về nhiệt độ tính toán [ $T_{tt} = 30^0C$ ] được xác định như sau:

$$K_t = \frac{1}{A\left(\frac{T}{30} - 1\right) + 1}$$

Với A là hệ số tùy thuộc vào tính ổn định nhiệt của bề dày lớp sử dụng nhựa: Bê tông nhựa chặt có bột đá lấy  $A = 0.35$ ; bê tông nhựa không có bột đá hoặc lớp đá dăm thấm nhập nhựa lấy  $A = 0.30$ .

Trường hợp tầng mặt sử dụng nhựa bi tum có bề dày lớn hơn, có thể tham khảo đồ thị xác định hệ số hiệu chỉnh độ võng ở nhiệt độ đo ( $T^0C$ ) về nhiệt độ tính toán ở  $10^0C$  của quy trình BCH-46-83 để hiệu chỉnh độ võng về nhiệt độ tính toán ở  $30^0C$  theo công thức sau:

$$K_t = \frac{K_{T \rightarrow 10}}{K_{30 \rightarrow 10}}$$

Trong đó :

+  $K_{T \rightarrow 10}$  : Hệ số chuyển đổi độ võng ở nhiệt độ đo ( $T^0C$ ) về  $10^0C$

+  $K_{30 \rightarrow 10}$  : Hệ số chuyển đổi độ võng ở nhiệt độ tính toán  $30^0C$  về  $10^0C$

(tra biểu đồ hình 4.2)

4.5.6.1.2. Sau khi đã xác định được độ võng tính toán của các điểm đo ( $L_{tt}$ ), phải loại bỏ các sai số thô ra khỏi tập hợp các giá trị thu thập được trên từng đoạn bằng các tiêu chuẩn loại trừ quan sát cực trị của lý thuyết xác suất thống kê (xem phụ lục II tiêu chuẩn 22 TCN 251-98).

**4.5.6.2. Xác định độ võng đặc trưng và mô đun đàn hồi đặc trưng cho mỗi đoạn đường thí nghiệm:**

4.5.6.2.1. Trị số độ võng đàn hồi đặc trưng ( $L_{dt}$ ) của từng đoạn đường thử nghiệm được tính theo công thức:

$$L_{dt} = L_{tb} + K.\delta \quad (3)$$

Trong đó:

$L_{tb}$  : Độ võng trung bình của đoạn thử nghiệm (mm):

$$L_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{itt}}{n}$$

$\delta$  : Độ lệch bình phương trung bình của đoạn thử nghiệm (mm):

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{itt} - L_{bt})^2}$$

- K: Hệ số xác suất lấy tùy thuộc vào cấp hạng đường:
- Đường cao tốc, đường cấp I, đường trục chính toàn thành của đô thị: K = 2,0
- Đường cấp II, đường chính khu vực của đô thị: K = 1,64
- Đường cấp III: K = 1,3
- Đường cấp IV, đường phố của đô thị: K = 1,04

4.5.6.2.2. *Trị số mô đun đàn hồi đặc trưng của trung đoạn đường thử nghiệm ( $E_{dh}$ ) xác định theo công thức sau :*

$$E_{dh} = 0,693 \cdot \frac{p \cdot D \cdot (1 - \mu^2)}{L_{dt}}$$

Trong đó:

P : áp lực bánh xe tiêu chuẩn xuống mặt đường,  $p = 6 \text{ daN/cm}^2$ .

D : Đường kính tương đương của diện tích vệt bánh xe tiêu chuẩn,  $D=33 \text{ cm}$

L : Hệ số poat-xông,  $\mu=0,3$ .

$L_{dt}$ : Độ võng đàn hồi đặc trưng.

## CHƯƠNG 5:

### XI MĂNG VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

#### KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG

### 5.1. KHÁI NIỆM CHUNG

#### 5.1.1 Định nghĩa, phân loại:

\* **Định nghĩa:** Xi măng thuộc loại chất kết dính vô cơ, có khả năng thực hiện các phản ứng thủy hoá đông rắn với nước. Nó được sản xuất bằng cách nung các nguyên liệu đến nhiệt độ tạo khoáng thích hợp được bán thành phẩm Klahke, sau đó nghiền mịn Klahke thành dạng bột khô.

\* **Phân loại:** Người ta phân loại xi măng theo nhiều cách, tùy theo mục đích riêng.

- a. Nếu phân loại theo thành phần khoáng hoá ta có các loại xi măng sau:
  - Xi măng Pooclang - ký hiệu PC
  - Xi măng Pooclang hỗn hợp - ký hiệu PCB
  - Xi măng Alumin (xi măng trắng)
- b. Nếu phân loại xi măng theo mác chịu nén ta có các loại xi măng sau:
  - Xi măng thường: PC30, PC40, PCB30, PCB40.
  - Xi măng mác cao: PC50, PC60, PCB 50, PCB60...
  - Xi măng mác thấp : PC20, PC15 , PCB20 , PCB15...
- c. Nếu phân loại theo công dụng của xi măng ta có các loại sau:
  - Xi măng thường
  - Xi măng bền Sulphate
  - Xi măng chịu nhiệt
  - Xi măng chịu axit.

Trong số các loại xi măng, loại được dùng phổ biến nhất hiện nay là PCB30 và PCB40.

#### 5.1.2. Thành phần của xi măng Pooclang (Portland):

Xi măng Pooclang có thành phần hoá học như sau:

Cao chiếm tỷ lệ 60%÷68%

SiO<sub>2</sub> chiếm tỷ lệ 21%÷24%

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> chiếm tỷ lệ 4%÷7%

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> chiếm tỷ lệ 2%÷4 %

MgO chiếm tỷ lệ <4,5%

SO<sub>3</sub> chiếm tỷ lệ <3,5%

Thành phần khoáng chính của xi măng Portland gồm:

C<sub>3</sub>S (3CaO.SiO<sub>2</sub> - Tricanxit Silicat): 37%÷60%

C<sub>2</sub>S (2CaO.SiO<sub>2</sub> - Bicanxit Silicat): 15%÷37%

C<sub>3</sub>A (3CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Tricanxit Aluminat): 10%÷18%

C<sub>4</sub>AF (4CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Tetracaxit Fero 7%÷15% Aluminat):

Và một số thành phần khác: CaO, MgO, CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O,..

## 5.2 MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA XI MĂNG PORTLAND

### 5.2.1 Phản ứng thủy hoá - Xi măng đóng rắn với nước:

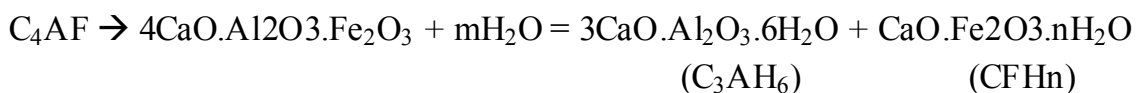
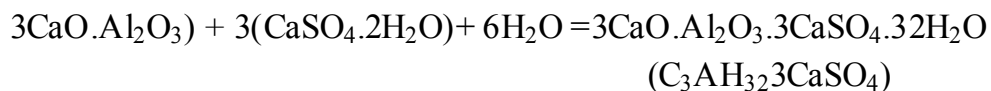
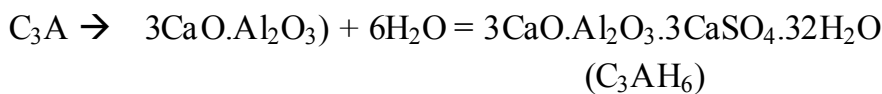
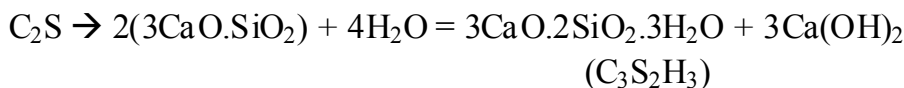
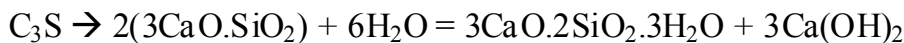
Xi măng gặp nước, sẽ xảy ra sự đóng rắn, quá trình diễn ra 03 giai đoạn:

#### ***Giai đoạn 1: Quá trình hoà tan***

Xi măng hoà tan trong nước tạo ra dung dịch, dung dịch nhanh chóng trở nên bão hoà, rồi quá bão hoà dung dịch ở trạng thái rất đậm đặc, tạo nên hồ xi măng. Hồ xi măng có tính lưu động cao, dễ tạo hình.

#### ***Giai đoạn 2.: Quá trình ngưng keo***

Trong hệ xi măng - nước xảy ra phản ứng thủy hoá tạo thành sản phẩm là các hợp chất Hydrat sau:



Quá trình thủy hoá diễn ra, hồ xi măng mất dần nước, đồng thời tính dẻo giảm dần, tương ứng hệ dung dịch chuyển thành hệ ngưng keo.

#### ***Giai đoạn 3: Quá trình kết tinh***

Trong hệ ngưng keo xuất hiện các tinh thể rắn, các tinh thể phát triển và liên kết với nhau chuyển thành hệ kết tinh rắn có cường độ.

Như vậy diễn biến của quá trình thủy hoá đã đưa hệ xi măng - nước từ hệ dung dịch, chuyển qua dung dịch quá bão hoà, rồi hệ huyền phù - chuyển thành hệ ngưng keo - và cuối cùng chuyển thành hệ kết tinh rắn.

Tương ứng tính chất của hệ xi măng - nước diễn biến như sau: Hồ xi măng có tính chảy dẻo - sang hệ có tính nhớt cao và tính dẻo giảm đáng kể (hệ bắt đầu đông kết) - sang một hệ mà tính dẻo cơ bản đã mất (hệ kết thúc đông kết) - cuối cùng hệ có tính cứng của vật rắn (có cường độ).

### 5.2.2. Độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng và lượng nước tiêu chuẩn

Các xi măng khác nhau có nhu cầu nước khác nhau. Cho nên với cùng một lượng nước, các xi măng khác nhau sẽ tạo ra hồ xi măng có độ dẻo khác nhau. Do vậy người ta phải qui định một trạng thái dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng gọi là độ dẻo tiêu chuẩn.

Độ dẻo tiêu chuẩn là một trạng thái dẻo của hồ xi măng có độ cắm sâu của kim Vi ka (Hình 5.1) với đường kính  $\phi = 10 \pm 0,05$  mm rơi tự do trong 30 giây và cắm sâu vào trong hồ từ 33mm đến 35mm (tức cắm sâu cách đáy khâu từ 5÷7mm).

Lượng nước để hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn gọi là lượng nước tiêu chuẩn. Lượng nước tiêu chuẩn được tính bằng đơn vị phần trăm khối lượng (%) của nước so với xi măng.

### **5.2.3. Thời gian đông kết xi măng:**

Có hai thông số kỹ thuật về thời gian đông kết là :

Thời gian bắt đầu đông kết ( $t_{BĐĐK}$ )

Thời gian kết thúc đông kết ( $t_{KTĐK}$ )

*Thời gian bắt đầu đông kết* là khoảng thời gian kể từ thời điểm bắt đầu xi măng trộn với nước đến thời điểm mà kim Vika với đường kính  $\phi = 1,13 + 0,05$  mm cắm sâu vào hồ xi măng ở độ sâu cách đáy khâu Vika 4-1 mm trong 30 giây.

Thời điểm bắt đầu đông kết là thời điểm tương ứng với hồ xi măng bị mất đáng kể tính dẻo. Mọi công việc thi công như trộn, vận chuyển, tạo hình, đầm chặt... đều phải tiến hành trước đó.

*Thời gian kết thúc đông kết* là khoảng thời gian kể từ thời điểm bắt đầu xi măng trộn với nước đến thời điểm mà kim Vi ka (đường kính như trên) cắm sâu vào hồ xi măng được 0,5mm trong 30 giây.

Thời điểm kết thúc đông kết là thời điểm tương ứng với hồ xi măng đã hình thành pha rắn đá xi măng và bắt đầu có cường độ.

### **5.2.4. Cường độ và mác xi măng:**

Xi măng phản ứng thủy hoá tạo thành đá xi măng có cường độ. Cường độ đá xi măng phụ thuộc vào thành phần khoáng hoá của Kianhke, độ mịn của xi măng, điều kiện môi trường và thời gian bảo quản xi măng.

*Cường độ đặc trưng của đá xi măng* là cường độ nén. Cường độ nén tiêu chuẩn của đá xi măng được xác định trên cơ sở mẫu vữa xi măng tiêu chuẩn gồm:

Tỷ lệ thành phần khối lượng vữa: Xi măng: Cát tiêu chuẩn: Nước = 1:3:0 5

Mẫu vữa tiêu chuẩn: 40 x 40 x 160 (mm)

Cường độ đá xi măng phát triển không đều. Ba ngày đầu cường độ phát triển nhanh, sau đó bắt chậm lại. Sau 7 ngày phát triển chậm hơn nữa, đến 28 ngày cường độ ổn định tuy vẫn còn phát triển nhưng rất chậm.

*Mác xi măng* (mác theo cường độ nén) được xác định trên cơ sở cường độ nén tiêu chuẩn-ở tuổi 28 ngày và được quy định các loại mác như sau:

PC30, PC40, PC50

PCB30, PCB40, PCB50...

Mác PC 30 nghĩa là xi măng Portland thường, có cường độ nén tiêu chuẩn 28 ngày tối thiểu đạt 30 MPa.

### **5.2.5. Tính ổn định thể tích của xi măng:**

Trong quá trình đóng rắn, hồ xi măng bị thay đổi thể tích (nở hoặc co thể tích). Nếu sự thay đổi đó lớn thì xi măng kém ổn định thể tích, đá xi măng sẽ bị nứt vỡ và bị suy giảm cường độ.

### **5.2.6. Độ mịn xi măng:**

Xi măng có kích thước hạt càng nhỏ (tức độ mịn càng cao) thì xi măng càng dễ hoà tan và dễ thực hiện các phản ứng thủy hoá và cho cường độ cao.

Xi măng có kích thước hạt càng nhỏ thì diện tích bề mặt riêng của chúng càng lớn (diện tích bề mặt riêng là tổng diện tích xung quanh của các hạt của 1 gam xi măng, ký hiệu  $S_r$ , được tính theo đơn vị  $\text{cm}^2/\text{gam}$ ).

#### **5.2.7. Khối lượng riêng và khối lượng thể tích:**

*Khối lượng riêng* của xi măng Portland thường:

$$\delta_a = 3,05 \div 3,15 \text{g/cm}^3$$

*Khối lượng thể tích* của xi măng phụ thuộc vào trạng thái lèn chặt của nó. ở trạng thái lèn chặt qui định tiêu chuẩn gọi là khối lượng thể tích xi măng ở trạng thái rời xốp ( $\delta_{0,x}$ )

Khối lượng  $\delta_{0,x}$  của xi măng Portland thường:

$$\delta_{0,x} = \sim 1.100 \text{kg/m}^3$$

### **5.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG XI MĂNG**

#### **5.3.1. Khái quát:**

Để đánh giá chất lượng xi măng cần phải xác định các chỉ tiêu cơ lý sau:

- Độ mịn xi măng
- Khối lượng đơn vị của xi măng
- Thời gian đông kết xi măng
- Cường độ và mác xi măng
- Độ ổn định thể tích xi măng.

Mỗi khi dự định khai thác sử dụng nguồn xi măng, mỗi lô xi măng được đưa về công trường, khi dùng xi măng để thiết kế thành phần bê tông, xi măng để lưu kho quá thời hạn (từ 3 tháng trở lên kể từ ngày sản xuất) thì nhất thiết phải tiến hành thí nghiệm để xác định các chỉ tiêu trên.

#### **5.3.2 Phương pháp thí nghiệm xác định độ mịn xi măng:**

Hiện tại chúng ta sử dụng hai phương pháp xác định độ mịn xi măng là:

- Phương pháp sàng tiêu chuẩn
- Phương pháp đo bề mặt riêng.

##### **5.3.2.1. Phương pháp sàng tiêu chuẩn:**

*a. Dụng cụ, thiết bị :*

- Sàng tiêu chuẩn có kích thước lỗ sàng 0,08 mm
- Cân kỹ thuật có thể cân chính xác đến 0,01g
- Tủ sấy có nhiệt độ trên  $100^0\text{C}$  và có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ
- Chổi quét mặt sàng.

*b. Cách tiến hành:*

Dùng cân kỹ thuật cân lấy 50g xi măng đã sấy khô ở  $105 \div 110^0\text{C}$  trong 2 giờ và để nguội trong bình chống ẩm. Dùng sàng tiêu chuẩn sàng xi măng, có thể sàng bằng máy hoặc bằng thủ công.

Cách sàng như sau: Cho xi măng đã sấy khô để nguội vào sàng, đẩy nắp lại. Dùng tay lắc sàng với tốc độ 25 cái/phút. Sau 01 phút lại xoay sàng đi một góc 60°. Thỉnh thoảng dùng chổi quét mặt sàng.

Kết thúc sàng khi mà lượng lọt sàng không quá 0,05g/phút. Sau đó đem cân phần xi măng sót trên sàng được khối lượng  $m_1$  (g).

*c. Tính toán và báo cáo kết quả thử.*

Độ mịn của xi măng ( $D_m$ ) được tính theo đơn vị (%) khối lượng và tính theo công thức:

$$D_m = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100(\%)$$

Trong đó:  $m_1$  : khối lượng xi măng còn sót lại trên sàng (g)

$m_0$  : khối lượng mẫu thử (50g)

$D_m$  : tính chính xác đến đơn vị.

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của hai lần thí nghiệm.

\* *Báo cáo kết quả thử* : Kết quả thử được báo cáo bằng văn bản trong đó cần nêu được nội dung: Khối lượng xi măng sót trên sàng, phần trăm khối lượng của lượng sót trên sàng, chính xác đến đơn vị. Mặt khác báo cáo kết quả thử cần có các thông tin sau:

- Ngày, giờ và nơi lấy mẫu
- Ngày, giờ thử
- Phương pháp thử
- Đơn vị yêu cầu thử
- Đơn vị thử
- Chữ ký của người thử, người kiểm tra và xác nhận của đơn vị thử.

#### **5.3.2.2 Phương pháp đo bề mặt riêng:**

*a). Dụng cụ, thiết bị:*

- Thiết bị xác định bề mặt riêng (hình 5.3)
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0,01g

*Hình 5.3. Thiết bị xác định bề mặt riêng của xi măng*

*b). Cách tiến hành :*

Trước khi thử mẫu, xi măng được sấy khô ở nhiệt độ 105÷110°C trong 2 giờ.

Lấy một đĩa có lỗ thông khí, trên (ra đặt một miếng giấy lọc rồi đặt đĩa đó vào ống của thiết bị thử. Đổ xi măng lên tấm giấy lọc, đặt một miếng giấy lọc thứ hai lên mặt lớp xi măng. Dùng tay ấn pittông ép mẫu thử xuống vị trí quy định.

Tạo chân không trong bình, mở van điều chỉnh. Khi mực chất lỏng trong nhánh kín dâng đến vạch quy định thì đóng van lại.

Do không khí thấm qua xi măng nên mực chất lỏng trong nhánh kín hạ dần xuống. Khi mực chất lỏng đến vạch kẻ ở bầu phình trên thì bắt đầu bấm giây đồng hồ. Khi mực chất lỏng xuống đến vạch nằm giữa hai bầu phình thì dừng đồng hồ và đọc thời gian “giây”.

*c) Tính toán và báo cáo kết quả:*



Bề mặt riêng của xi măng Sr được tính bằng đơn vị  $\text{cm}^2/\text{g}$  và tính theo công thức :

$$S_r = \frac{K}{\gamma_a} \sqrt{\frac{m^3}{(1-m)^2}} \sqrt{\frac{10}{h}} \sqrt{T}$$

*Trong đó:*

K : hằng số của máy (ghi trong lý lịch máy)

m : hệ số xếp của xi măng trong ống ( $m = 0,48 + 0,01$ )

h : độ nhớt động học của không khí ở nhiệt độ thí nghiệm

T: Thời gian tính bằng giây ghi được của thí nghiệm

Kết quả thử là trung bình cộng của hai lần thí nghiệm.

### **5.3.3. Phương pháp thí nghiệm xác định khối lượng đơn vị xi măng**

#### **5.3.3.1 Phương pháp thí nghiệm xác định khối lượng riêng xi măng:**

*a. Dụng cụ, thiết bị:*

- Bình đo tỷ trọng (hình 5.4)
- Phễu thuỷ tinh
- Cân kỹ thuật có thể cân chính xác đến 0,01g
- Tủ sấy có nhiệt độ trên  $100^\circ\text{C}$  và có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ
- Dầu hoả
- Bình chống ẩm.

*b. Cách tiến hành:*

Đổ dầu hoả vào bình tỷ trọng đến vạch “0”, giữ ổn nhiệt trong nước ( $27 \pm 2^\circ\text{C}$ )

$$\gamma_a = \frac{m}{V} \quad (\text{g}/\text{cm}^3)$$

*Trong đó :*

m : Khối lượng mẫu thử (g)

V : Thể tích xi măng ( $\text{cm}^3$ )

Khối lượng riêng xi măng ( $\gamma_a$ ) được tính bằng đơn vị  $\text{cm}^3$  và được tính với độ chính xác 0,01g/ $\text{cm}^3$ .

Kết quả phép thử được tính bằng trung bình cộng của hai lần thử.

#### **\* Báo cáo kết quả thử :**

Kết quả cần nêu được nội dung thể tích xác định của xi măng và khối lượng riêng của mỗi lần thí nghiệm và kết quả  $\gamma_a$  trung bình.

Ngoài ra, các thông tin khác tương tự như trên.

#### **5.3.3.2. Phương pháp thí nghiệm xác định khối lượng thể tích xi măng**

Khối lượng thể tích xi măng phụ thuộc vào trạng thái lèn chặt nhiều hay ít của nó. Vì vậy người ta phải quy định trạng thái lèn chặt tiêu chuẩn. Đó là trạng thái sau khi được rót rơi tự do từ phễu cách mặt bình đong 50 mm. Khối lượng thể tích xi măng ở trạng thái tiêu chuẩn đó gọi là khối lượng xi măng ở trạng thái rời xốp, ký hiệu:  $\gamma_{0,x}$

*a. Dụng cụ, thiết bị:*

- Bình đong có thể tích 1000 cm<sup>3</sup>
- Phễu rót xi măng
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0,01g
- Tủ sấy có nhiệt độ trên 100<sup>0</sup>C và có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ
- Thước kim loại có chia vạch mm
- Dao thép mỏng.

*b. Cách tiến hành:*

Sấy khô xi măng (*như trên*) để nguội. Đặt bình đong dưới phễu tiêu chuẩn ở độ cao sao cho cuống phễu cách mặt bình đong 50mm.

Khoá cuống phễu lại, cho xi măng đã sấy khô vào đáy phễu. Sau mở khoá cuống phễu, thả cho xi măng rơi tự do đến đầy có ngọn bình đong.

Dùng dao thép xẻ đôi chóp và gạt xi măng thừa sang hai bên và cân bình đong chứa xi măng được mg.

*c. Tính toán và báo cáo kết quả:*

Khối lượng rời xộp của xi măng được tính theo:

$$\gamma_{0,x} = \frac{m}{V} \quad (\text{g/cm}^3)$$

*Trong đó :*

m: khối lượng xi măng (g)

V: thể tích bình đong (cm<sup>3</sup>)

Khối lượng thể tích rời xộp của xi măng được đo bằng đơn vị g/cm<sup>3</sup> và với độ chính xác 0,01g/cm<sup>3</sup>.

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của hai lần thí nghiệm.

*\* Báo cáo kết quả:*

Báo cáo kết quả cần nêu được nội dung: Khối lượng m và  $\gamma_{0,x}$  của mỗi lần thí nghiệm và  $\gamma_{0,x}$  trung bình.

Các thông tin khác tương tự như trên.

### 5.3.4. Phương pháp thí nghiệm xác định độ bền nén - Mác xi măng

#### a. Dụng cụ thiết bị

- *Máy trộn gồm:* Một thùng bằng thép không gỉ, dung tích 5 lít, thùng được gắn vào khung máy. Một cánh trộn bằng thép có thể quay xung quanh trục riêng của nó và chuyển động kiểu hành tinh xung quanh trục của thùng trộn. Hai chiều quay ngược chiều nhau. Máy trộn vận hành với hai tốc độ qui định sau:

V thấp chuyển động quay của cánh  $140 \div 5$  chuyển động hành tinh  $62 \div 5$

V cao chuyển động quay của cánh  $285 \div 10$  chuyển động hành tinh  $125 \div 10$

- Khuôn tiêu chuẩn 40x40x160(mm) có độ cứng cao (HV200 - độ cứng Vicker)

- *Bàn dẫn gồm:* Một bàn hình chữ nhật được gắn chặt với hai tay đòn tỳ trên một trục quay cách tâm bàn 800mm. Tâm phía dưới của mặt bàn được gắn một vấu nổi, dưới vấu là một chốt hãm. Khi vấu nổi tỳ trên chốt hãm thì mặt bàn trên phải nằm ngang, cao trình của một trong 4 góc bất kỳ không chênh quá độ cao trung bình là 1mm. Khi đặt khuôn trên bàn cần có kẹp để giữ chặt khuôn với bàn.

Tổng khối lượng của bàn (kể cả tay đòn, khuôn rỗng, phễu, kẹp là  $20 \div 0,5$ kg.

Vấu và chốt hãm phải làm bằng thép tôi, có trị số cứng vicker là HV500.

Khi vận hành bàn sẽ được nâng lên bởi cam và được rơi tự do từ độ cao 15 mm  $\pm 0,3$ mm.

Cam được quay bằng một động cơ điện với tốc độ đều 1 vòng/1 giây để đảm bảo một chu kỳ dẫn là 60 lần dẫn/60 3 giây.

Máy thử độ bền uốn: máy phải đảm bảo tải trọng 10 KN với độ chính xác  $\pm 0,1\%$  kèm theo máy có 3 gối tựa con lăn 45-50mm.

Máy thử độ bền nén: Máy phải có năng lực phù hợp, trục của mẫu khi nén phải trùng hoặc song song với trục của máy và nén phải đúng tâm.

Phải có đệm truyền tải (hay tấm ép) làm bằng thép cứng với độ cứng vicker HV 600. Độ dày ít nhất 10mm, kích thước chiều rộng  $40\text{mm} \pm 1$ , chiều dài ít nhất 40mm.

#### b. Cách tiến hành

Thành phần vữa

+ Cát tiêu chuẩn là cát thiên nhiên giàu silic (hàm lượng dioxyt silic  $\geq 98\%$ ) gồm các hạt tương đối tròn cạnh. Cấp phối hạt nằm trong giới hạn qui định sau:

Kích thước lỗ sàng (mm) (lỗ vuông)	Lượng sót trên sàng (%)
2	0
1,6	$7 \pm 5$
1	$33 \pm 5$
0,5	$67 \pm 5$
0,16	$87 \pm 5$
0,08	$99 \pm 5$
độ ẩm	$< 0,2\%$

+ Xi măng: Xi măng mở bao nếu để lâu hơn 24 giờ mới thử thì phải được lưu giữ trong thùng kín.

+ Nước: Để thử nghiệm công nhận phải dùng nước cất, còn với các thử nghiệm khác dùng nước uống.

+ Thành phần vữa thử:

Tỷ lệ X: C tiêu chuẩn : N = 1 : 3 : 0,5

Một mẻ trộn cho một nhóm mẫu gồm 3 viên mẫu gồm

X:  $450\text{g} \pm 2\text{g}$

C:  $1350\text{g} \pm 5\text{g}$

N:  $225\text{g} \pm 1\text{g}$

- Chế tạo vữa

+ Định lượng vật liệu: Xi măng, cát, nước và các thiết bị có cùng nhiệt độ phòng. Xi măng và cát được cân với độ chính xác  $\pm 0,1\text{g}$ , nước định lượng với độ chính xác  $\pm 0,1\text{ml}$ .

+ Trộn: Đổ nước vào cối và thêm xi măng, khởi động máy trộn ở tốc độ thấp, trộn trong 30 giây. Sau đó cho từ từ cát (từ nhóm hạt lớn nhất) vừa cho vừa trộn trong 30 giây nữa. Sau đó bật máy trộn ở tốc độ cao, trộn trong 30 giây.

Dùng máy trong 90 giây, và dùng bay nạo, vun vữa. Tiếp tục trộn ở tốc độ cao thêm 60 giây nữa.

- Chế tạo mẫu thử

Mẫu tiêu chuẩn: Mẫu lăng trụ, kích thước  $40 \times 40 \times 160\text{mm}$

Đúc mẫu: Khuôn và phễu được kẹp chặt vào bàn dẫn.

Rải vữa vào các ngăn khuôn làm hai lớp (mỗi lần khoảng 300g). Dùng bay lớn rải lớp thứ nhất, sau lên lớp đó bằng cách dằn 60 cái. Dùng bay nhỏ để đổ lớp thứ hai, rồi dằn thêm 60 cái nữa. Nhẹ nhàng nhấc khuôn chứa vữa ra khỏi bàn dẫn, tháo phễu gạt bỏ vữa thừa làm bằng mặt.

Bảo dưỡng mẫu thử:

Đậy nắp khuôn. Đặt các khuôn lên giá nằm ngang trong phòng ẩm (nhiệt độ  $27^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm tương đối  $\leq 90\%$ ).

Tháo khuôn: Đối với các phép thử 24 giờ; mẫu tháo ra phải thử ngay không được để lâu quá 20 phút. Đối với các phép thử có tuổi lớn hơn 24 giờ, tháo khuôn thực hiện ở thời gian từ 20 đến 24 giờ sau khi đổ.

Bảo dưỡng trong nước: Các mẫu được đặt trên lưới, ngâm trong nước sao cho xung quanh mẫu có lớp nước không nhỏ hơn 5cm. Nếu đặt mẫu nằm ngang thì đặt theo vị trí như khi đổ mẫu, ở nhiệt độ phòng  $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Dùng nước máy và đổ đầy bể lần đầu, thỉnh thoảng bổ xung nước. Trong thời gian ngâm mẫu không được phép thay hết nước.

Tuổi của mẫu thử

Tính tuổi mẫu kể từ khi trộn xi măng với nước và tuổi được giới hạn như sau:

$24\text{ giờ} \pm 15\text{ phút}$  (1 ngày)

48 giờ  $\pm$  30 phút (2 ngày)

72 giờ  $\pm$  45 phút (3 ngày)

7 ngày  $\pm$  2 giờ

\* *Tiến hành thử*

Đặt mẫu để thực hiện phép thử uốn vận hành máy với tốc độ gia tải  $50 \pm 10$  N/s.

Nửa lạng trụ gãy sau khi thử uốn được dùng để thử nén. Dùng mặt tiếp xúc với thành khuôn làm mặt nén. Diện tích nén qua tấm đệm truyền tải  $40 \times 40$  (mm).

Tăng tải với tốc độ  $2400 \pm 200$  (N/s) suốt quá trình cho đến khi phá hoại ( $P_{\max}$ )

**c. Tính toán và báo cáo kết quả**

Độ bền nén  $R_n$  được xác định theo công thức:

$$R_n = \frac{P_{\max}}{F_0}$$

*Trong đó:*

$P_{\max}$  là tải trọng tối đa phá hoại mẫu, N

**d. Mác của xi măng (mác theo cường độ nén)**

Dựa trên cơ sở cường độ nén tiêu chuẩn 28 ngày của xi măng. Tiêu chuẩn Việt nam qui định một số mác của xi măng sau:

PC30; PC40; PC50.

PCB30; PCB40; PCB50,

Cụm chữ PC chỉ xi măng portland, còn cụm chữ PCB chỉ xi măng portland hỗn hợp, cụm số kèm theo chỉ cường độ nén tiêu chuẩn 28 ngày tối thiểu phải đạt theo đơn vị Mpa (thí dụ 30 hay 40 Mpa).

5.3.5. Thí nghiệm xác định độ ổn định thể tích của xi măng (*Phương pháp Le chaterlie - TCVN...*)

**a. Dụng cụ thiết bị :**

- Khuôn Lechaterlie bằng đồng hoặc thép không gỉ, có khe hở  $\geq 5$ mm và hai tấm kính đáy.

- Cân kỹ thuật với độ chính xác 0,1 g

- Ống đong nước có chia thể tích đến ml.

- Bay chải trộn bằng đồng hoặc thép không gỉ.

- Thùng lược, chum hấp mẫu.

- Thước đo độ dài có chia mm.

- Dao thép mỏng.

**b. Cách tiến hành**

Dùng cân lấy 100g xi măng cùng với lượng nước tiêu chuẩn để tạo ra hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn. Đặt khuôn lechaterlie lên tấm kính và để khuôn ở trạng thái không có khe hở và cho hồ xi măng vào khuôn đã được lau một lớp dầu mỏng, cho hồ xi măng điền đầy khuôn, dùng dao thép gạt phần thừa và làm bằng mặt khuôn và đáy tấm kính. Dùng thước đo chính xác đến mm để đo khoảng cách  $\Delta l$  của 2 đầu càng.

Cho khuôn chứa hồ xi măng vào thùng dưỡng hồ ở nhiệt độ tiêu chuẩn trong thời gian  $24 \pm 2$  giờ. Lấy mẫu ra đo khoảng cách giữa hai càng lần 2 là  $\Delta 2$ .

Cho khuôn chứa mẫu vào thùng luộc đun sôi 4 giờ. Sau lấy mẫu ra để nguội, đo khoảng cách giữa hai càng lần 3 là  $\Delta 3$ .

*c. Tính toán và báo cáo kết quả đo*

Xác định độ nở thể tích của xi măng trong các trường hợp sau:

- Độ nở thể tích xi măng trong môi trường ẩm:  $\Delta a = \Delta 2 - \Delta 1$
- Độ nở thể tích xi măng toàn phần:  $\Delta a = \Delta 3 - \Delta 1$

Độ nở thể tích  $\Delta$  được đo bằng đơn vị mm, chính xác đến đơn vị kết quả phép thử được xác định bằng trung bình cộng của 2 lần thí nghiệm.

*d. Yêu cầu kỹ thuật của xi măng về độ ổn định thể tích*

Theo yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN... yêu cầu về độ ổn định thể tích của xi măng  $\Delta \leq 10\text{mm}$ .

\* Đối với phương pháp thử xác định độ ổn định thể tích xi măng, ngoài phương pháp thử trên còn có phương pháp trọng tải (đúc mẫu bánh đa xi măng).

## CHƯƠNG 6: HỖN HỢP BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG

### 6.1. KHÁI NIỆM CHUNG

#### 6.1.1 Khái niệm bê tông:

Bê tông (bê tông xi măng) thuộc loại vật liệu đá nhân tạo, tạo thành từ một hỗn hợp các nguyên vật liệu gồm: Cát liệu (đá dăm hoặc sỏi và cát), chất kết dính xi măng, nước và một số chất phụ trợ khác.

*Vật liệu bê tông có hai khái niệm :* hỗn hợp bê tông và bê tông

- Hỗn hợp bê tông bao gồm tập hợp các vật liệu thành phần khô được trộn với nước. Hỗn hợp bê tông được gắn liền với một đặc tính quan trọng là tính lưu động.

- Bê tông chỉ trạng thái của bê tông sau khi đã kết thúc đông kết. Bê tông được gắn liền với một đặc tính quan trọng là cường độ (trong đó chất kết dính xi măng đã chuyển thành đá xi măng).

#### 6.1.2 Phân loại:

Người ta phân loại bê tông theo nhiều cách tùy theo mục đích, chẳng hạn:

##### **a. Phân loại bê tông theo đặc điểm chất kết dính:**

Bê tông Silicat (chất kết dính vôi).

- Bê tông tức bê tông xi măng (chất kết dính là xi măng)
- Bê tông nhựa (chất kết dính là nhựa asphalt)
- Bê tông Polimer (chất kết dính là các Polimer)
- Bê tông hỗn hợp (chất kết dính có từ hai loại chất kết dính trở lên như bê tông xi măng - Polimer).

##### **b. Phân loại bê tông theo đặc điểm của cốt liệu :**

- Bê tông cốt liệu đặc
- Bê tông cốt liệu rỗng
- Bê tông cốt liệu đặc biệt (bê tông cốt liệu Samôt, bê tông cốt liệu kim loại, bê tông cốt liệu sợi thép, sợi Polimer...).

##### **c. Phân loại bê tông theo đặc điểm của khối lượng thể tích :**

- Bê tông nặng ( $\gamma_0 = 2.200 \div 2.500 \text{ kg/m}^3$ )
- Bê tông đặc biệt nặng ( $\gamma_0 > 2.500 \text{ kg/m}^3$ )
- Bê tông nhẹ ( $\gamma_0 = 500 \div 1.800 \text{ kg/m}^3$ )
- Bê tông đặc biệt nhẹ ( $\gamma_0 < 500 \text{ kg/m}^3$ ).

##### **d. Phân loại bê tông theo công dụng:**

- Bê tông thường
- Bê tông thủy công
- Bê tông đường
- Bê tông đặc biệt (bê tông chịu nhiệt, bê tông chịu axit, bê tông chống phóng xạ)

### 6.2. CÁC TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG

#### 6.2.1. Tính công tác:

*Tính công tác* của hỗn hợp bê tông gắn liền với khả năng thi công của nó, bao gồm tính dễ tạo hình, tính dễ trộn, tính dễ đổ và tính dễ đầm chặt của hỗn hợp bê tông. Tính chất quan trọng nhất của hỗn hợp bê tông là độ lưu động.

*Độ lưu động* của hỗn hợp bê tông biến thiên khá rộng. Trên cơ sở độ lưu động đó người ta phân hỗn hợp bê tông thành các loại (*hình 6.1*)

- Hỗn hợp bê tông dẻo.
- Hỗn hợp bê tông khô.
- Hỗn hợp bê tông tự đầm.

#### **6.2.2. Tính đồng nhất:**

*Tính đồng nhất* của hỗn hợp bê tông phụ thuộc vào nhiều yếu tố nhưng quan trọng nhất là lượng nước trộn. Hỗn hợp bê tông nếu có lượng nước trộn quá ít sẽ không đủ độ lưu động và hỗn hợp trở nên không đồng nhất. Nhưng khi lượng nước trộn cao quá khả năng giữ nước của chúng thì trong hỗn hợp bê tông sẽ xuất hiện nước tự do lớn và sinh ra sự phân tầng, tách nước và làm mất tính đồng nhất của hỗn hợp bê tông.

### **6.3. TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG**

#### **6.3.1 Cường độ bê tông:**

Bê tông có thể làm việc chịu nén, chịu kéo, chịu uốn, chịu xoắn... nhưng khả năng chịu nén của nó là tốt nhất. Cường độ nén của bê tông phát triển không đều. Thời gian đầu (từ 1 đến 14 ngày) cường độ phát triển nhanh, sau đó phát triển chậm lại và sau 28 ngày cường độ phát triển chậm hơn, ổn định.

Sự phát triển cường độ nén của bê tông theo quy luật hàm số logarit:

$$\frac{R}{R_{28}} = \frac{1g_n}{1g_{28}}$$

*Trong đó :*

$n$  : tuổi của bê tông tính bằng ngày (24 giờ) và  $n > 3$

$R_n$ : cường độ nén của bê tông ở tuổi  $n$  ngày

$R_{28}$ : cường độ nén của bê tông ở tuổi 28 ngày.

Ngoài cường độ nén người ta cũng sử dụng cường độ kéo của bê tông. Cường độ kéo của nó thấp hơn nhiều so với cường độ nén. Đối với bê tông thông thường, cường độ kéo chỉ bằng khoảng 10 - 12% giá trị của cường độ nén.

#### **6.3.2. Mác bê tông:**

Trên cơ sở của cường độ nén tiêu chuẩn ở độ tuổi 28 ngày của bê tông, người ta định mức theo cường độ chịu nén của bê tông nh sau:

M10, M15, M20, M25, M30, M35,....

*Trong đó:*

M: là ký hiệu chỉ mức của bê tông.

Chỉ số bên cạnh chỉ cường độ nén tiêu chuẩn ở tuổi 28 ngày tối thiểu phải đạt được biểu thị bằng MPa.

Tương tự ta có mức bê tông theo cường độ chịu kéo: M3,0 ; M3,5 ; M4,0; M4,5....



### 6.3.3. Tính biến dạng của bê tông.

Bê tông được xếp vào loại vật liệu đàn hồi dẻo và do vậy biến dạng của nó gồm hai phần: Biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

Tuy nhiên, biến dạng đàn hồi của bê tông không lớn và xảy ra rất nhanh. Thường biến dạng đàn hồi của bê tông chỉ xảy ra trong phạm vi ứng suất nhỏ ( $\leq 0,2$  giá trị cường độ nén giới hạn của bê tông).

Biến dạng đàn hồi bê tông tuân theo định luật Hooke:

$$\varepsilon_{dh} = \frac{\sigma}{E} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Trong đó:

$\varepsilon_{dh}$  : là biến dạng đàn hồi tương đối của bê tông

$\sigma$  : là ứng suất của bê tông trong miền đàn hồi

$E$  : là mô đun đàn hồi của bê tông

Nếu ứng suất vượt quá 0,2 cường độ giới hạn của bê tông thì ở bê tông đã xuất hiện biến dạng dư, nghĩa là ngoài biến dạng đàn hồi trong bê tông còn có “biến dạng dẻo”. Tuy vậy biến dạng dẻo của bê tông cũng rất nhỏ. Cho nên tính đàn hồi dẻo của bê tông không cao, vì thế bê tông rất gần với “vật liệu giòn”.

Biến dạng của bê tông

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

Trong đó:

$\varepsilon_b$  : là biến dạng tổng cộng của bê tông

$\varepsilon_{dh}$  : là biến dạng đàn hồi của bê tông

$\varepsilon_d$  : là biến dạng dẻo của bê tông

Biến dạng tổng cộng của bê tông ( $\varepsilon_b$ ) cũng không lớn. Cho nên biến dạng của bê tông trước khi phá hoại thường chỉ bằng 0,5÷1,5mm/m.

### 6.3.4. Tính co ngót của bê tông.

Trong quá trình đông rắn bê tông thường phát sinh biến dạng thể tích do hiện tượng co và nở. Bê tông nở thể tích trong môi trường ẩm cao và bị co lại trong môi trường khô, nhiệt. Tuy nhiên giá trị tuyệt đối về độ co thường lớn hơn độ nở, nên cuối cùng bê tông thường bị co ngót.

Độ co ngót phát triển mạnh trong thời -gian đầu và bị giảm dần theo thời gian. Độ co ngót của đá xi măng lớn hơn của bê tông.

## 6.4. YÊU CẦU NGUYÊN VẬT LIỆU DÙNG CHO BÊ TÔNG

### 6.4.1. Xi măng:

Trừ những trường hợp đặc biệt còn nói chung xi măng dùng cho bê tông là xi măng Portland và xi măng Pooc-lăng hỗn hợp đảm bảo yêu cầu kỹ thuật TCVN 2682:1992 và TCVN 6260:1997.

### 6.4.2. Cát:

Cát dùng cho bê tông có thể là cát tự nhiên hoặc cát nhân tạo, có kích thước hạt từ 0,14 ÷ 5mm, thông thường dùng cát vàng.

Thành phần hạt của cát được xác định theo bộ sàng tiêu chuẩn gồm:

$$D = 2,5/1,25/0,63/0,31/0,14 \text{ (mm)}$$

Thành phần cấp phối hạt của cát nằm trong phạm vi của biểu đồ bao sau:

Kích thước hạt cát ảnh hưởng đáng kể đến tính chất của bê tông. Kích thước hạt cát được đánh giá qua đại lượng môđun độ lớn  $M_{dl}$ .

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,31} + A_{0,14}}{100}$$

Trong đó :

$A_i$ : là lượng sót tích lũy, tính bằng % và  $i = 2,5; 1,25;$

$A_i = \sum a_i$

$a_i$ : là lượng sót riêng biệt.

Lượng tạp chất trong cát cần phải được hạn chế như hàm lượng bụi, bùn, sét (lọt qua sàng 0,14 mm)  $\geq 3\%$  cát liệu cát dùng cho bê tông phải theo yêu cầu kỹ thuật TCVN 1770 - 1980.

#### 6.4.3. Cốt liệu: Đá dăm, sỏi

Cốt liệu đá dăm, sỏi, sỏi dăm dùng cho bê tông có kích thước hạt từ 5÷70 mm và cỡ thể đến 150mm. Thành phần hạt của cốt liệu lớn được xác định bằng bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước mắt sàng  $D$  như sau:

$$D = 70 / 40 / 20 / 10 / 5 \text{ (mm)}$$

Thành phần cấp phối hạt của cốt liệu lớn phải trong phạm vi cho phép của biểu đồ bao sau:

Cần phải không chế hàm lượng các hạt phi tiêu chuẩn của cốt liệu lớn như:

- Hàm lượng hạt thoi, dẹt  $\geq 10\%$
- Hàm lượng các hạt mềm, yếu  $\geq 10\%$

Cũng phải loại bỏ hoặc hạn chế đến mức thấp nhất các dị vật và tạp chất có hại trong cốt liệu lớn như đất cục, đất sét, gỗ và bùn, bụi, tạp chất hữu cơ.

Nói chung tính chất của cốt liệu lớn phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 1771-1986.

Ngoài ra, kích thước  $D_{max}$  phải thỏa mãn  $\geq 1/3$  kích thước nhỏ nhất của kết cấu, trong một số trường hợp cho phép  $\geq 1/2$  và đối với cốt pha trượt  $D_{max} \geq 1/10$ ,  $D_{max}$  cũng  $\geq 3/4$  khoảng cách nhỏ nhất giữa các cốt thép.

Đồng thời  $D_{max}$  cũng quyết định đến việc lựa chọn máy trộn bê tông. Nếu  $D_{max} \leq 70\text{mm}$  thì được phép dùng máy trộn dung tích  $\leq 0,8\text{m}^3$ , nhưng nếu  $D_{max} > 70\text{mm}$  phải dùng máy trộn  $> 0,8\text{m}^3$ .

$D_{max}$  cũng còn quyết định đến các thông số khác chẳng hạn khi vận chuyển bê tông bằng đường ống hoặc phải đổ bê tông dưới nước thì yêu cầu  $D_{max} \geq 1/3$  đường kính trong của vòi bơm hoặc ống vòi voi.

#### 6.4.4. Nước trộn bê tông.

Nước dùng để chế tạo bê tông hoặc bảo dưỡng phải đảm bảo  $PH \leq 4$ , nước không chứa dầu mỡ, đường và các chất chứa chất gây ăn mòn cốt thép quá hàm lượng cho phép.

#### 6.4.5. Phụ gia bê tông

Ngày nay có rất nhiều loại phụ gia nhưng nhìn chung có hai loại chính là phụ gia hoá dẻo và phụ gia khoáng hoạt tính. Cách sử dụng và sự lựa chọn nên căn cứ vào tính năng của phụ gia.

## **6.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HỖN HỢP BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG**

### **6.5.1. Khái quát**

Chất lượng của hỗn hợp bê tông được đánh giá qua các chỉ tiêu kỹ thuật như sau:

- 1) Độ sụt (hoặc độ cứng, độ chảy)
- 2) Độ tách nước, tách vữa
- 3) Khối lượng thể tích
- 4) Hàm lượng bọt khí
- 5) Thành phần hỗn hợp bê tông.

Tương tự như hỗn hợp bê tông, chất lượng của bê tông được đánh giá thông qua các chỉ tiêu kỹ thuật:

- 1) Cường độ nén và mác của bê tông
- 2) Cường độ kéo khi uốn
- 3) Độ hút nước
- 4) Độ chống thấm và mác chống thấm
- 5) Độ co ngót (hoặc nở)
- 6) Khối lượng thể tích
- 7) Môđun đàn hồi
- 8) Co ngót, từ biến.

### **6.5.2. Phương pháp thí nghiệm xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông**

#### **a. Dụng cụ thiết bị**

- Côn đo độ sụt: Côn hình nón cụt, kích thước như hình 2-4, kèm theo que đầm thép  $\phi 16$ ,  $l=600\text{mm}$  và phễu. Côn có hai loại: côn số 1 và côn số 2 như sau:

<b>Loại côn</b>	<b>d (mm)</b>	<b>D (mm)</b>	<b>H (mm)</b>
No 1	100	200	300
No 2	150	300	450

Thước kim loại: 2 cái, có chia vạch (mm)

Bồn trộn, bay, xẻng.

#### **b. Cách tiến hành**

Trước khi đo, các dụng cụ thiết bị: Côn, phễu, que đầm cần được lau ẩm bằng dẻ ướt. Đặt côn trên nền phẳng, cứng không thấm nước. Đổ hỗn hợp bê tông vào côn qua phễu làm 3 đợt, mỗi đợt ứng với  $1/3$  chiều cao côn.

San bằng mặt hỗn hợp bê tông, dùng que đầm để đầm chặt, chọc 25 cái đều trên toàn bộ bề mặt. Lớp đầu đầm chạm đáy, các lớp sau đầm sao cho que đầm chọc vào lớp trước 2 - 3cm.

Đầm xong, làm bằng mặt, thận trọng nhắc côn lên theo phương thẳng đứng ra khỏi khối đổ. Đặt côn sang bên cạnh. Dùng hai thước kim loại đo hiệu độ cao SN giữa chiều cao của côn thử so với chiều cao khối hỗn hợp bê tông.

*c. Tính toán và báo cáo kết quả :*

Độ sụt của hỗn hợp bê tông là hiệu SN, tính bằng (cm), tính chính xác đến 0,5cm. Kết quả thử là trung bình cộng của hai lần thí nghiệm, nếu sai khác giữa hai lần đo không quá 2 cm đối với hỗn hợp bê tông dẻo (SN - 8cm) và không quá 3cm đối với hỗn hợp bê tông dẻo cao (SN>8cm).

Nếu dùng côn số (No.1) thì kết quả đo trực tiếp là kết quả của phép thử.

Nếu dùng côn số 2 (No.2) thì kết quả của phép thử là kết quả đo trực tiếp phải nhân với hệ số k-0,67.

Côn số No.1 sử dụng với  $D_{\max} \leq 40\text{mm}$

Côn số No.2 sử dụng với  $D_{\max} \geq 40\text{mm}$

**\* Báo cáo kết quả**

Kết quả thử cần có nội dung: Độ sụt của mỗi lần là độ sụt trung bình.

Ngoài ra báo cáo còn phải có các nội dung khác như đã trình bày ở trên.

### **6.5.3. Phương pháp thí nghiệm xác định độ cứng của hỗn hợp bê tông**

Trường hợp nếu hỗn hợp bê tông có độ sụt bằng "0" (tức hỗn hợp bê tông không độ sụt) thì hỗn hợp bê tông thuộc phạm vi của hỗn hợp bê tông khô và khi đó không dùng chỉ tiêu "độ sụt" để xác định độ linh động mà phải thay bằng chỉ tiêu "độ cứng".

Độ cứng của hỗn hợp bê tông khô được đo bằng đơn vị "giây" được đo bằng thiết bị "nhót kế Vebe" hoặc bằng thiết bị Skramtaev" (hình 6.5b)

#### **a. Dụng cụ, thiết bị**

Nhót kế Vebe (hoặc thiết bị Skramtaev) gồm thùng chứa hỗn hợp bê tông được gắn trên một bàn chấn động và một côn thử độ sụt.

- Đồng hồ bấm giây
- Que đầm
- Bồn trộn, bay, xẻng.

#### **b. Cách tiến hành**

Đặt côn thử độ sụt vào trong thùng chứa và đổ hỗn hợp bê tông vào côn rồi đầm như đã làm với độ sụt, rút côn ra ngoài.

Cho bàn rung hoạt động đồng thời bấm đồng hồ bấm giây. Đầm chấn động cho đến khi khối đổ hỗn hợp bê tông được san phẳng trong thùng chứa thì bấm đồng hồ, ghi lại thời gian (số giây) mà máy đầm rung đã hoạt động.

#### **c. Tính toán và báo cáo kết quả**

\* *Kết quả đo:* Độ cứng ( $D_c$ ) của hỗn hợp bê tông khô được tính bằng thời gian thử "giây", chính xác đến đơn vị. Kết quả được tính bằng trung bình cộng của hai lần thí nghiệm.

**\* Báo cáo kết quả:**

Nội dung cần báo cáo là số giây xác định của mỗi lần thí nghiệm và số giây trung bình của hai lần thử.

#### **6.5.4. Phương pháp thí nghiệm xác định độ tách nước của hỗn hợp bê tông**

##### **a. Dụng cụ thiết bị**

Thùng đựng hình trụ có nắp đáy, dung tích 5 lít hoặc 15 lít có đường kính trong bằng chiều cao (tương ứng 186mm và 267mm), loại 5 lít dùng cho hỗn hợp bê tông có  $D_{\max} < 40\text{mm}$ .

- Thiết bị đầm rung có tần số = 2800-3000 vòng/phút, biên độ 0,35 - 0,50 mm, que đầm loại  $\phi 16$ ,  $l = 600\text{mm}$ .
- Cân kỹ thuật có thể cân chính xác đến 50 g.
- Thước đo độ dài có chia vạch chính xác mm
- Ống đong nước loại dung tích 250ml.
- Pipét loại 5ml.

##### **b. Cách tiến hành**

Đầm và đổ hỗn hợp bê tông trong thùng được thực hiện theo một trong các trường hợp sau:

- Đối với hỗn hợp bê tông có độ sụt  $< 9\text{cm}$
- Ta đổ hỗn hợp bê tông vào thùng làm 2 lần, mỗi lần chiếm một nửa chiều cao, kẹp chặt thùng trên bàn rung và cho đầm rung hoạt động cho đến khi thoát hết bọt khí lớn và nổi hồ xi măng.
- Cuối cùng làm bằng mặt mẫu
- Đối với những hỗn hợp bê tông có độ sụt  $> 10\text{cm}$

Ta đổ hỗn hợp bê tông vào thùng làm hai lớp, dùng que đầm, đầm đều trên mặt (bình quân 10 cm<sup>2</sup> chọc một lần đầm).

Cuối cùng làm bằng mặt mẫu

Mức hỗn hợp sau khi đầm lớp cuối không chế thấp hơn miệng thùng 10mm.

Đậy nắp thùng và giữ yên tĩnh trong 1,5 giờ. Sau đó dùng Pipét hút hết lượng nước nổi trên bề mặt vào ống đong đo thể tích hoặc dùng thước đo chiều cao của lớp nước nổi phía trên (đo tại 3 vị trí và lấy giá trị trung bình)

##### **c. Tính toán và báo cáo kết quả**

Độ tách nước ( $T_n$ ) được tính theo công thức:

$$T_n = \frac{V_n}{V} \cdot 100 (\%)$$

$$T_n = \frac{h}{H} \cdot 100 (\%)$$

Trong đó:

$V_n$  : là thể tích nước tách ra tính bằng ml

$V$  : là thể tích hỗn hợp bê tông ban đầu, ml

$H$  : là chiều cao của lớp nước tách ra, mm

$H$  là chiều cao hỗn hợp bê tông ban đầu, mm

Độ tách nước được tính bằng trung bình cộng của hai lần thí nghiệm, đơn vị tính là %, tính chính xác đến 1%.

*\* Báo cáo kết quả*

Nội dung kết quả cần báo cáo là chiều cao lớp nước hoặc thể tích nước bị tách ra ở mỗi lần thí nghiệm.

Độ tách nước của mỗi lần thí nghiệm và độ tách nước trung bình.

Các thông tin khác tương tự như trước.

**6.5.5. Phương pháp thí nghiệm xác định độ tách vữa của hỗn hợp bê tông.**

**a. Dụng cụ thiết bị**

- Khuôn thép kích thước: 200 x 300 mm
- Bàn rung, tần số 2800 - 3000 vòng phút, biên độ 0,35 - 0,50 mm
- Que đầm  $\phi 16$ ,  $l = 600$  mm
- Cân kỹ thuật có thể cân chính xác tới 50g
- Thước dài chia vạch đến mm
- Sàng tiêu chuẩn, kích thước lỗ sàng 5 mm
- Tủ sấy  $200^{\circ}\text{C}$  có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ.
- Khay sắt

**b. Cách tiến hành**

Đầm và đổ hỗn hợp bê tông trong khuôn (cách làm tương tự như trường hợp xác định độ tách nước). Sau đó tiến hành đầm rung hỗn hợp bê tông trong khuôn.

Với hỗn hợp bê tông có độ sụt  $< 5\text{cm}$ , thời gian rung 100 giây

Với hỗn hợp bê tông có độ sụt  $> 5\text{cm}$ , thời gian rung 25 giây

Sau khi rung, chia khối hỗn hợp bê tông làm hai phần trên và dưới độ cao  $10 \div 0,5\text{cm}$ , mỗi phần cho vào một khay và cân mỗi phần hỗn hợp bê tông đó.

Cho mỗi phần hỗn hợp bê tông lên sàng, dùng nước rửa khay và lọc nước để rửa lọc vữa qua sàng cho đến khi nước rửa hết đục.

Phần cốt liệu sót trên sàng đem sấy khô đến khối lượng không đổi, rồi đem cân lên.

**c. Tính toán và báo cáo kết quả**

Lượng vữa trong mỗi phần được tính toán theo công thức

$$V = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100(\%)$$

Trong đó:

$m$  là khối lượng hỗn hợp bê tông ở mỗi phần (phần trên hoặc phần dưới), (g)

$m_1$  là khối lượng cốt liệu đã được sấy khô tương ứng, (g)

$V$  là lượng vữa ở mỗi phần. Độ tách vữa  $T_v$  được tính theo công thức:

$$T_v = \frac{\Delta V}{\Sigma V} \cdot 100 \quad (\%)$$

Trong đó:

$\Delta V$  là chênh lệch phần trăm lượng vữa giữa phần trên và phần dưới (%)

$\Sigma \Delta V$  là tổng phần trăm lượng vữa ở cả hai phần (%)

$T_v$  là độ tách vữa của hỗn hợp bê tông, là giá trị trung bình cộng của hai lần thí nghiệm. Tính bằng đơn vị % khối lượng, tính chính xác đến 1%.

**\* Báo cáo kết quả thí nghiệm**

Báo cáo trình bày lượng vữa ở mỗi phần và hiệu khối lượng vữa giữa 2 phần, độ tách vữa của mỗi thí nghiệm và giá trị trung bình của 2 lần thử.

Các thông tin khác tương tự như trước.

**6.5.6. Phương pháp thí nghiệm xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông**

**a. Dụng cụ thiết bị**

Khuôn kim loại hình trụ có đường kính trong bằng chiều cao, dung tích 5 lít hoặc 15 lít (tương ứng dùng cho loại có  $D_{\max} < 40\text{mm}$  và  $D_{\max} > 40\text{ mm}$ , khuôn có đường kính trong 186 và 267 mm)

Cho phép dùng khuôn đúc mẫu thử cường độ bê tông để kiểm tra khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông)

Thiết bị đầm rung có tần số 2800-3000 vòng/phút và biên độ 0,35- 0,50mm

Cân kỹ thuật có thể cân chính xác tới 50g

Thước thép dài 400 mm, có chia vạch tới mm

**b. Cách tiến hành**

Cân xác định khối lượng của thùng hoặc khuôn chính xác tới 0,2%. Đổ và đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn như trong thí nghiệm tách nước, tách vữa.

Đầm xong dùng thước gạt phần thừa và làm bằng mặt tới mặt khuôn.

Dùng giẻ lau, lau sạch hỗn hợp dính ngoài khuôn, rồi cân khuôn có chứa hỗn hợp bê tông chính xác đến 0,2%.

**c. Tính toán và báo cáo kết quả**

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông được tính theo công thức

$$\gamma_0 = \frac{m - m_1}{V}$$

Trong đó:

$m$  là khối lượng khuôn và hỗn hợp bê tông, kg

$m_1$  là khối lượng của khuôn, kg

$V$  là thể tích của khuôn,  $\text{m}^3$

$\gamma_0$  được tính bằng  $\text{kg}/\text{m}^3$ , chính xác đến 10 kg

**\* Báo cáo kết quả thí nghiệm**

Nội dung báo cáo của kết quả gồm khối lượng của hỗn hợp bê tông trong khuôn, khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông,  $\gamma_0$  của mỗi lần thí nghiệm và giá trị  $\gamma_0$  trung bình cộng của hai lần thí nghiệm.

Các thông tin khác tương tự như các thí nghiệm trước.

**6.6. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG**

Chất lượng của bê tông được đánh giá qua các chỉ tiêu kỹ thuật sau:

- Cường độ nén và mác của bê tông
- Cường độ kéo khi uốn

- Độ hút nước
- Độ chống thấm và mác chống thấm
- Độ mài mòn
- Độ co ngót, từ biến
- Môđun đàn hồi
- Khối lượng thể tích

#### **6.6.1. Phương pháp thí nghiệm xác định cường độ nén**

##### *a. Dụng cụ thiết bị*

- Máy nén có thể nén với lực từ 100 - 300 tấn, hợp chuẩn
- Thước kim loại đo độ dài chia vạch đến mm và thước đo góc vuông.
- Đệm truyền tải (trong trường hợp nén mẫu nửa dầm) bằng thép dày  $20 \pm 2$  mm, diện tích tiếp xúc với mẫu: 100x100, 150x150, 200x200mm

##### *b. Cách tiến hành*

Chuẩn bị mẫu thử, mẫu tiêu chuẩn theo TCVN là mẫu lập phương kích thước 150x150x150(mm). Cường độ bê tông được xác định theo tuổi và trạng thái (cường độ tiêu chuẩn qui định xác định ở trạng thái bão hoà). Cường độ được xác định theo nhóm mẫu, mỗi nhóm gồm ba viên mẫu (nhóm mẫu khoan cắt từ kết cấu cho phép 2 viên, việc đúc mẫu tương tự như trường hợp xác định độ tách nước ở trên). Mẫu đúc xong được bảo dưỡng trong khuôn 16-24 giờ, phủ ẩm ở nhiệt độ phòng. Sau khi tháo khuôn, được bảo dưỡng tiếp trong điều kiện tiêu chuẩn  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  độ ẩm 95-100% cho đến khi thử nén.

Chọn mặt chịu nén, không dùng mặt hở khi đúc mẫu làm mặt chịu nén. Độ phẳng của mặt mẫu cho phép  $\geq 0,05$  mm/100mm. Sai số góc vuông của mặt nén, kiểm tra theo độ lệch của một cạnh góc vuông so với góc vuông chuẩn 1mm/100mm. Trường hợp mẫu trụ phải làm capping mặt hở khi đúc của mẫu.

Xác định diện tích chịu nén, đo chính xác đến mm các cặp cạnh song song của một mặt chịu nén (hoặc các cặp đường kính vuông góc của một mặt mẫu trụ) và lấy giá trị trung bình. Xác định diện tích của hai mặt chịu nén rồi lấy giá trị trung bình. Đặt mẫu lên máy nén sao cho tâm của mặt chịu lực của mẫu trùng với tâm của thớt nén.

Chọn thang lực thích hợp, sao cho lực phá hoại trong khoảng 20-80% giá trị lớn nhất của thang lực.

Vận hành máy cho mặt trên của mẫu được tiếp xúc từ từ với thớt nén. Tăng tải liên tục với vận tốc không đổi:  $(0,6 \pm 0,4 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s})$ , tùy theo mác bê tông đến khi mẫu bị phá hoại. Lực  $P_{\max}$  là tải trọng phá hoại mẫu.

##### *c. Tính toán và báo cáo kết quả*

Cường độ nén viên mẫu được tính theo công thức:

$$R = \alpha \cdot \frac{P_{\max}}{F} \text{ (MPa)}$$

Trong đó:



$P_{\max}$  là tải trọng phá hoại mẫu, N  
 $F$  là tiết diện chịu nén của mẫu,  $\text{mm}^2$ .

$\alpha$  là hệ số quy đổi viên mẫu phi tiêu chuẩn về tiêu chuẩn. Giá trị  $\alpha$  của một số mẫu phi tiêu chuẩn cho trong bảng sau:

Hình dạng kích thước mẫu (mm)	Giá trị $\alpha$
Mẫu lập phương	
100 x 100 x 100	0,91
150 x 150 x 150	1,00
200 x 200 x 200	1,05
300 x 300 x 300	1,10
Mẫu trụ (dxh)	
71,4 x 143	1,16
100 x 200	1,16
150 x 300	1,20
200 x 400	1,24

Đối với mẫu trụ nếu chiều cao  $h < 2d$  thì ngoài hệ số  $\alpha$ , công thức tính cường độ nén còn được nhân thêm với hệ số  $\beta$  phụ thuộc vào tỷ lệ  $h/d$ , giá trị  $\beta$  cho trong bảng sau:

$h/d$	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
$\beta$	0.99	0.98	0.97	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89

Cường độ nén ở mỗi tuổi được tính bằng trung bình cộng của một nhóm mẫu. Trong một nhóm mẫu nếu giá trị cường độ của các viên lệch so với giá trị của viên trung bình quá 15% thì loại bỏ giá trị của 2 viên lớn hơn và nhỏ hơn viên trung bình.

Đối với nhóm mẫu 2 viên thì cường độ được tính bằng trung bình cộng của chúng.

\* Báo cáo kết quả cần có nội dung sau:

- Mác bê tông thiết kế
- Tuổi và trạng thái mẫu thử, điều kiện bảo dưỡng
- Kích thước mẫu
- Tiết diện chịu nén, tải trọng phá hoại của từng viên
- Cường độ chịu nén của từng viên và cường độ nén trung bình của nhóm mẫu.
- Các thông tin khác tương tự như trước

## 6.6.2. Phương pháp thí nghiệm xác định cường độ kéo khi uốn

### a. Dụng cụ thiết bị

- Máy thử uốn hoặc kéo uốn vạn năng và bộ gá, phụ kiện. Máy có một dầm thép cứng nằm ngang trên đó có hai gối tựa con lăn đường kính 25-30mm (một gối cố định và một gối di động), trên đó đặt mẫu thử.

Một dầm thép phụ có hai gối truyền tải đặt trên mẫu và một khớp cầu truyền lực nén xuống dầm thép phụ, chiều dài của dầm thép phụ  $\frac{1}{2}$  chiều dài mẫu. Độ võng của dầm phụ khi chịu tải phải  $<1/500$  khẩu độ uốn.

Thước kim loại có vạch chia mm.

### **b. Cách tiến hành**

Chuẩn bị mẫu thử: Xác. định cường độ kéo khi uốn theo nhóm mẫu tương tự như thường hợp cường độ nén. Mẫu tiêu chuẩn là dạng dầm kích thước 150x150x600(mm).

Việc đúc mẫu, bảo dưỡng mẫu, tuổi và trạng thái khi xác định cường độ kéo khi uốn tương tự như trường hợp nén mẫu.

Xác định kích thước mẫu, tiết diện chịu uốn chính xác đến mm. Mỗi kích thước được xác định bằng trung bình cộng của hai cạnh trên hai mặt đối diện. Đánh dấu các điểm đặt lực trên mẫu và đặt mẫu lên máy uốn như hình 2-7. Sai số giữa các điểm đặt lực không được quá 0,5mm.

Chọn thang lực, vận hành máy và tăng tải với tốc độ không đổi:  $0,06 \pm 0,04 \text{ n/mm}^2 \cdot \text{s}$  ( $0,6 \pm 0,4 \text{ daN/cm}^2 \cdot \text{s}$ ) tùy theo mác bê tông. Uốn cho tới khi gãy mẫu và xác định được giá trị lực  $P_{\max}$ .

### **c. Tính toán và báo cáo kết quả**

Cường độ kéo khi uốn của viên mẫu được tính theo công thức

$$R_{K/u} = \gamma \frac{P_{\max} l}{ab^2} \quad (\text{MPa})$$

Trong đó :

$P_{\max}$  là tải trọng uốn gãy mẫu, N

$l$  là khoảng cách giữa 2 gối tựa, mm

$a$  là chiều rộng tiết diện ngang của mẫu, mm

$b$  là chiều cao tiết diện ngang của mẫu, mm

$\gamma$  là hệ số qui đổi đối với mẫu phi tiêu chuẩn về tiêu chuẩn, giá trị của  $\gamma$  cho trong bảng sau :

Kích thước mẫu dầm (mm)	Giá trị $\gamma$
100 x 100 x 400	1,05
150 x 150 x 600	1x00
200 x 200 x 800	0x95

Nếu sau khi uốn mẫu bị gãy ở trong khoảng  $1/3$  ở giữa khẩu độ uốn thì phép thử hợp chuẩn, nếu gãy ngoại thì không hợp chuẩn.

Cách xử lý số liệu thí nghiệm tương tự như trường hợp nén.

TCVN cho phép dùng nửa viên mẫu sau khi thử cường độ kéo khi uốn để xác định cường độ nén của bê tông bằng cách sử dụng đệm truyền tải.

Cường độ kéo dọc trục của bê tông có thể được tính qua cường độ kéo khi uốn theo công thức:  $R_K = 0,58.R_{KU}$

### **\* Báo cáo kết quả:**

Báo cáo kết quả cần có nội dung:

- Mác bê tông
- Tuổi, trạng thái mẫu thử, điều kiện bảo dưỡng
- Kích thước mẫu dầm, tiết diện ngang
- Tải trọng uốn gãy từng mẫu
- Cường độ kéo khi uốn từng mẫu và cường độ kéo khi uốn trung bình.
- Các thông tin khác tương tự như trước.

#### **6.6.3. Phương pháp thí nghiệm xác định độ hút nước của bê tông**

##### **a. Dụng cụ thiết bị**

- Thùng ngâm mẫu
- Tủ sấy có khả năng sấy ở trên 100<sup>0</sup>C và có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ.
- Cân kỹ thuật có thể cân chính xác đến 1g.
- Khăn lau mẫu.

##### **b. Cách tiến hành**

Chuẩn bị một nhóm mẫu gồm 3 viên, dùng giẻ lau sạch bụi bẩn bám trên mẫu. Đặt các viên mẫu vào thùng ngâm và đổ nước ngập đến 1/3 chiều cao mẫu, ngâm trong một giờ. Tiếp tục đổ nước ngập đến 2/3 chiều cao mẫu và ngâm trong một giờ nữa. Cuối cùng đổ nước ngập mẫu 5cm và ngâm cho đến trạng thái bão hoà, bằng cách cứ 24 giờ vớt mẫu ra lau khô và cân 1 lần cho đến khi hai lần cân kế tiếp lệch nhau không quá 0,2% và cân ở trạng thái bão hoà được  $G$  (g).

Đem sấy khô mẫu ở 105-110<sup>0</sup>C đến khối lượng không đổi và cân được  $G_0$  (g)

##### **c. Tính toán và báo cáo kết quả**

Độ hút nước của bê tông được tính theo công thức:

$$H_b = \frac{G - G_0}{G_0} 100 (\%)$$

Trong đó:

$G$  là khối lượng viên mẫu bão hoà, g

$G_0$  là khối lượng viên mẫu ở trạng thái khô, g

$H_b$  được tính bằng trung bình cộng của nhóm mẫu, theo đơn vị % khối lượng và chính xác đến 0,1%.

##### **\* Báo cáo kết quả**

Nội dung báo cáo cần nêu khối lượng bão hoà và khối lượng khô của từng viên mẫu. Độ hút nước của từng viên mẫu và độ hút nước trung bình.

Các thông tin tương tự như trước.

#### **6.6.4. Phương pháp thí nghiệm xác định độ mài mòn của bê tông.**

##### **a. Dụng cụ thiết**

- Máy mài chuyên dụng và cát mài (cát mài là hỗn hợp gồm khoảng 7% bột đá mài, 60 - 70% tinh thể ô xít nhôm còn lại là tinh thể ô xít silic).
- Cân kỹ thuật có thể cân chính xác đến 0,1g
- Thước kẹp có độ chính xác 0,1mm

##### **b. Cách tiến hành.**

Chuẩn bị nhóm mẫu gồm 3 viên mẫu khối lập phương hoặc hình trụ  $d=h$ , kích thước 70,7mm. Cân mẫu thử chính xác đến 0,1g. Chọn mặt mẫu để mài mòn, đo kích thước để xác định kích thước diện tích chịu mài mòn.

Trải 20g cát mài khô trên vành mài. Đặt mẫu vào khuôn và đè gối tựa của đòn bẩy lên tâm mặt trên của mẫu, dùng các quả cân gia tải cho đủ áp lực  $0,6 \text{ daN/cm}^2$ .

Khởi động máy cho đĩa quay, khi quay đủ 30m đường mài, dừng máy quét bỏ phần cát mài cũ, thay 20g cát mài mới, tiếp tục cho máy mài hoạt động. Cứ như vậy thực hiện đủ 5 lần thay cát mài với tổng số đường mài là 150m thì được một chu kỳ mài.

Sau một chu kỳ mài nhắc mẫu ra xoay mẫu 90o rồi lại mài một chu kỳ thứ hai. Tiến hành như vậy đủ 4 chu kỳ mài. Sau đó lấy mẫu ra lau sạch và đem cân chính xác đến 0,1g.

*c. Tính toán và báo cáo kết quả*

Độ mài mòn của bê tông  $M_b$  được tính theo công thức:

$$M_b = \frac{G_0 - G_4}{F} \quad (\text{g/cm}^2)$$

*Trong đó:*

$G_0$  là khối lượng mẫu trước khi mài, g

$G_4$  là khối lượng mẫu sau bốn chu kỳ mài, g

$F$  là diện tích mặt mẫu bị mài,  $\text{cm}^2$

Độ mài mòn  $M_b$  là giá trị trung bình cộng của nhóm mẫu sau khi đã xử lý số liệu sai lệch quá 15% như trên.

**\* Báo cáo kết quả**

Nội dung báo cáo cần nêu rõ khối lượng từng viên mẫu trước và sau khi thử, diện tích mặt mài từng viên, trạng thái mẫu mài. Kết quả thử độ mài mòn của từng viên và độ mài mòn trung bình.

Các thông tin khác tương tự như trước.

## CHƯƠNG 7: THÉP - CẤP

### 7.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ VẬT LIỆU THÉP

Vật liệu kim loại được chia làm hai loại: Kim loại đen và kim loại màu. Trong đó kim loại đen được dùng nhiều trong xây dựng công trình giao thông.

Kim loại đen là loại hợp kim của hai cấu tử chủ yếu là sắt (Fe) và cacbon (C), ngoài ra còn một lượng nhỏ các cấu tử khác như S, P, Sn, Cu... Kim loại đen gồm hai loại là: Gang và Thép mà sự khác nhau chủ yếu là hàm lượng cacbon trong hợp kim.

- Gang có hàm lượng cacbon chiếm 2-6%
- Thép có hàm lượng cacbon chiếm < 2%

Hàm lượng cacbon có ảnh hưởng lớn đến tính chất của thép, nên dựa vào hàm lượng cacbon trong đó người ta phân thép thành 3 nhóm

- Thép cacbon cao (hàm lượng cacbon : 2 - 0,6%)
- Thép cacbon trung bình (hàm lượng cacbon : 0,6 - 0,25%)
- Thép cacbon thấp (hàm lượng cacbon < 0,25%)

Thép có hàm lượng cacbon cao cho cường độ thép cao, nhưng tính dẻo của thép giảm và tính giòn tăng. Vì thế nên trong các kết cấu chịu tải trọng động thường dùng thép có hàm lượng cacbon thấp.

Ngoài ra còn có thép hợp kim. Đó là loại thép ngoài Fe và C người ta còn đưa vào thành phần của thép một số nguyên tố khác với một tỷ lệ xác định (Cr, Mn, Ni, Si, W, Mo,...) nhằm tạo ra một số tính chất cơ lý riêng.

### 7.2. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CƠ BẢN CỦA THÉP

#### 7.2.1. Tính biến dạng

Khi chịu tác dụng của tải trọng (chẳng hạn tải trọng kéo) thì thép bị biến dạng (chẳng hạn biến dạng dãn dài) và thép diễn ra qua ba giai đoạn biến dạng: Biến dạng đàn hồi, biến dạng chảy và biến dạng phá hoại.

a) Biến dạng đàn hồi. Đặc điểm là biến dạng xuất hiện khi có tải trọng tác dụng và khi ngừng tác dụng tải trọng thì biến dạng cũng biến mất. Tương quan giữa tải trọng tác dụng (P) và biến dạng đàn hồi (dãn dài  $\epsilon$ ) là đường thẳng bậc nhất (đoạn oa).

b) Biến dạng chảy. Khi tải trọng tác dụng vượt quá giới hạn đàn hồi thì trong thép xuất hiện biến dạng dẻo (biến dạng chảy). Tương quan giữa tải trọng tác dụng

(P) và biến dạng dãn dài ( $\epsilon$ ) không còn là đường thẳng bậc nhất nữa, mà đã chuyển thành đường cong đặc biệt có đoạn nằm ngang (đoạn ab).

c) Giai đoạn phá hoại. Khi tải trọng tác dụng đạt đến giá trị cực đại ( $P_{\max}$ ) thì trong thép xuất hiện vết nứt, vết nứt mở rộng, dẫn đến thép bị phá hoại đứt.

Biến dạng dãn dài của thép: Độ dãn dài tuyệt đối ( $\Delta l$ ) và độ dãn dài tương đối ( $\delta$ ).

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100(\%)$$

Trong đó:

$\Delta l$  là độ dãn dài tuyệt đối, mm

$l_0$  là độ dài ban đầu, mm

$\delta$  là độ dãn dài tương đối, tính bằng %

### 7.2.2. Độ bền của thép

#### a) Độ bền kéo

Khi thép chịu tác dụng của lực kéo cho ta đường cong đặc trưng như (hình 7.1) và cho ta ba đại lượng đặc trưng về cường độ của thép.

##### 1) Giới hạn đàn hồi ( $\sigma_n$ )

Giới hạn đàn hồi là giá trị ứng suất  $\sigma_a$  tương ứng với tải trọng đàn hồi lớn nhất  $P_a$

$$\sigma_a = \frac{P_a}{F_0} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Trong đó:

$P_a$  là tải trọng đàn hồi lớn nhất, N

$F_0$  là tiết diện chịu kéo,  $\text{mm}^2$

##### 2) Giới hạn chảy ( $\sigma_{ch}$ )

Giới hạn chảy là giá trị ứng suất định tương ứng với lực chảy ( $P_{ch}$ ) của thép (ứng với trạng thái chảy khi đó độ dãn dài tiếp tục tăng trong khi lực kéo không đổi)

$$\sigma_a = \frac{P_{ch}}{F_0} \quad (\text{N/mm}^2)$$

##### 3) Giới hạn bền ( $\sigma_b$ )

Giới hạn bền ( $\sigma_b$ ) là ứng suất lớn nhất đạt được của thép tương ứng với tải trọng phá hoại ( $P_{\max}$ )

$$\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_0} \quad (\text{N/mm}^2)$$

#### b) Độ bền uốn

Độ bền uốn của thép là khả năng chịu biến dạng dẻo của nó bằng cách uốn nguội xung quanh một gối uốn có đường kính xác định.

Độ bền uốn được xác định qua góc uốn ( $\alpha$ ) và đường kính gối uốn qui định (C). Sau khi uốn đã đạt đến một góc uốn qui định nếu mặt chịu kéo của thép không xuất hiện vết nứt hoặc rạn nứt ở mức cho phép thì thép đó đạt độ bền uốn.

##### c) Độ bền xung kích (độ dai va đập)

Độ bền xung kích là khả năng chịu tác dụng của tải trọng va đập được thí nghiệm trên mẫu tiêu chuẩn có tiết diện bị va đập là  $1 \times 1 \text{ (cm}^2\text{)}$ .

##### d) Độ cứng

Các loại thép khác nhau có độ cứng khác nhau. Độ cứng của thép hợp kim cao hơn của thép cacbon. Độ cứng của thép cacbon cao, cao hơn độ cứng của thép cacbon thấp.

Độ cứng của thép được xác định bằng các thiết bị đo độ cứng chuyên dụng, có hai thang đo độ cứng thường dùng là:

Độ cứng Brinen (đối với thép có độ cứng thấp)

Độ cứng Rockwen (đối với thép có độ cứng cao; thép hợp kim)

Giới hạn độ cứng của thép xây dựng thông thường: 300-400 độ Brinen. Một số thép hợp kim và cáp thường có độ cứng 40-60 độ Rockwen.

### 7.3. THÉP CỐT CHO BÊ TÔNG VÀ THÉP DÙNG CHO KẾT CẤU XÂY DỰNG

#### 7.3.1. Thép cốt bê tông

Các loại thép tròn cán nóng mặt ngoài nhẵn hoặc có gờ (thép vằn, thép gai) có thể dùng làm cốt thép cho các kết cấu bê tông cốt thép thường hoặc kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực.

Thép tròn làm cốt cho bê tông có các loại đường kính sau:

$$d = 6, 7, 8, 9, 10; 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28; 32, 36, 40$$

Thép vằn là những thanh thép tròn với hai đường gân chạy dọc và các gờ đi theo đường xoắn vít, kích thước các đường gờ và sai lệch cho phép phải theo qui định của tiêu chuẩn.

Dựa trên các tính chất cơ lý, người ta phân cốt thép của bê tông là 4 mức (4 nhóm): CI, CII, CIII, CIV như bảng Sau:

**Bảng 7.1. Phân loại cốt thép của bê tông**

Nhóm cốt thép	Đường kính d (mm)	Giới hạn chảy (N/mm <sup>2</sup> )	Giới hạn bền kéo (N/mm <sup>2</sup> )	Độ giãn dài tương đối (%)	Độ bền uốn $\alpha$ : góc uốn C : đường kính gờ uốn d : đường kính cốt thép
		Không nhỏ hơn	Không nhỏ hơn	Không nhỏ hơn	
CI	6-40	240	380	25	C=0,5d; $\alpha=180^0$
CII	10-40	300	500	19	C=3d; $\alpha=180^0$
CIII	6-40	400	600	14	C=3d; $\alpha=90^0$
CIV	10-40	600	900	6	C=3d; $\alpha=45^0$

#### 7.3.2. Thép dùng cho kết cấu xây dựng

Các loại thép cán nóng được cung cấp dưới dạng thép hình, thép tấm, thép thanh dùng làm các kết cấu thép có mối liên kết bằng phương pháp hàn hoặc bằng phương pháp khác (gọi tắt là thép kết cấu).

Thép kết cấu phần lớn được cung cấp dưới dạng thép tấm, thép hình như thép góc, thép I, thép C, thép ống...

Dựa vào các tính chất cơ lý người ta phân thép kết cấu làm bốn mức (hoặc bốn nhóm) sau : XCT34, X(T)38, XCT42, XCT52 (chữ XCT - chỉ thép kết cấu, chữ số kèm theo (34),...) chỉ hai chữ số đầu của độ bền kéo tối thiểu như : 34 - chỉ 340 N/mm<sup>2</sup>

**Bảng 7.2. Phân loại thép kết cấu**

Nhóm thép kết cấu	Giới hạn chảy (N/mm <sup>2</sup> )	Giới hạn bền kéo (N/mm <sup>2</sup> )	Độ giãn dài tương đối (%)	Độ bền uốn $\alpha$ : góc uốn C: đường kính gờ uốn
-------------------	------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	--

				<b>d : đường kính cốt thép</b>	
XCT34	210	340-440	31	C=0	$\alpha=180^0$
XCT38	230	380-500	25	C=0,5a;	$\alpha=180^0$
XCT42	250	420-500	23	C=2a;	$\alpha=90^0$
XCT52	350	520-620	22	C=2a;	$\alpha=450^0$

Thép kết cấu dùng cho các kết cấu chịu lực tác dụng động ngoài đảm bảo các tính chất cơ lý trên còn phải đảm bảo yêu cầu về độ dai và đập

**Bảng 7.3. Quy định về độ dai và đập của thép kết cấu**

Mức thép kết cấu	Độ dày thép (mm)	Độ dai và đập, không nhỏ hơn, Nm/cm <sup>2</sup>			
		Ở nhiệt độ (+20 <sup>0</sup> C)		Sau khi hóa giá cơ học	
		<i>Dọc</i>	<i>Ngang</i>	<i>Dọc</i>	<i>Ngang</i>
XCT34		100	80	60	40
XCT38	12-40	90	60	60	30
XCT42		80	60	40	30
XCT52		70	50	40	30

*Ghi chú:* Dọc và ngang là chỉ vị trí của mẫu thử song song hoặc vuông góc với hướng cán thép.

## 7.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA THÉP

### 7.4.1. Phương pháp thí nghiệm xác định độ bền kéo

#### a) Dụng cụ thiết bị:

Máy kéo hay máy kéo nén vạn năng có độ chính xác tương ứng với yêu cầu của phép thử và hợp chuẩn.

- Thước dài có vạch chia chính xác đến mm
- Thước kẹp hoặc thước panmer có độ chính xác đến 0,1mm
- Bách phân kế (hoặc thiên phân kế)
- Dẫn kế đo độ dẫn dài

#### b) Cách tiến hành

##### \* Một số quy định chung

Phương pháp thử kéo thép là phương pháp thử kéo tĩnh ở nhiệt độ thường. Phạm vi áp dụng của phương pháp: Phương pháp áp dụng cho các loại thép, trừ thép dây, thép ống và thép tấm có độ dày <0,5mm

Đối với thép cây làm cốt cho bê tông được kiểm tra theo lô bao gồm thép của cùng một nơi sản xuất và lô sản xuất, cùng một kích thước. Khối lượng mỗi lô qui định. Không quá 60 tấn.

##### \* Chuẩn bị mẫu thử

Trong mỗi lô chọn ra 3 mẫu thử cho thí nghiệm kéo.

Theo TCVN 176-66, những thanh cốt thép có d = 6 - 32mm được phép thử kéo trên những mẫu nguyên dạng. Những thanh có đường kính d = 36 - 40mm được thử



kéo trên mẫu sau khi đã gia công nhưng cần tránh làm thay đổi tính chất do gia công quá nhiệt gây ra. Mẫu kéo có thể là mẫu thẳng, có thể là mẫu có vai lượn. Chiều dài tính toán ban đầu lo có thể là mẫu dài hoặc mẫu ngắn có số đo độ dài sau:

$$l_0 = 11,30\sqrt{F}$$

$$l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$$

Trong đó:  $F_0$  là tiết diện chịu kéo (tiết diện ngang của mẫu).

Tiết diện chịu kéo có thể là hình tròn, hình vuông, chữ nhật hoặc đa giác nhưng phải đảm bảo hình dạng và kích thước tiết diện không đổi trong suốt chiều dài tính toán. Đánh dấu chiều dài tính toán lo trên mẫu. Đo chiều dài lo ban đầu, chính xác đến 0,1mm.

Xác định diện tích mặt cắt ngang, cần đo ít nhất là ba vị trí mặt cắt ngang (giữa và hai giá của lo) rồi tính giá trị trung bình cộng, với độ chính xác như sau:

Chính xác đến 0,01mm, đối với những mẫu trụ  $d \leq 10\text{mm}$  và những mẫu dẹt có chiều dày  $\delta \leq 2\text{mm}$ .

Chính xác đến 0,05mm, với những mẫu trụ  $d > 10\text{mm}$  và mẫu dẹt có  $\delta > 2\text{mm}$ .

- Chính xác đến 0,1mm, với những mẫu không gia công.

Tất cả các kích thước đều phải đo trước khi thử, mỗi kích thước cần được đo 3 lần.

Đối với thép có gờ đường kính d được xác định bằng cách cân chính xác khối lượng Q(g) của một thanh dài 1m và tính d theo công thức

$$d^2 = \frac{4Q}{7,85\pi l} \quad (\text{mm})$$

Đưa mẫu vào máy và gá kẹp chắc chắn sao cho trục của mẫu phải song song với trục đứng của máy.

Vận hành máy và tăng tải đều đặn với tốc độ gia tải ở trong khoảng  $3 \div 30\text{N/mm}^2\text{s}$  (tốc độ đặt có tính đến đặc trưng đàn hồi K của máy) cho đến khi mẫu bị phá hoại.

Xác định tải trọng kéo ở hai trạng thái: Lực chảy ( $P_{ch}$ ) ứng với trạng thái chảy và lực bền ( $P_{max}$ ) ứng với trạng thái phá hoại mẫu.

Xác định chiều dài  $l_1$  (khoảng cách đánh dấu ban đầu của lo) bằng cách lấy hai nửa mẫu đã bị đứt, chấp khít lại với nhau sao cho trục mẫu là đường thẳng và đo khoảng cách giữa hai vạch giới hạn của lo ban đầu

### c) Tính toán và báo cáo kết quả

Giới hạn chảy:

$$\sigma_{ch} = \frac{P_{ch}}{F_0} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Giới hạn bền:

$$\sigma_{ch} = \frac{P_{max}}{F_0} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Độ giãn tương đối :

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100 (\%)$$

*Trong đó :*

$P_{ch}$ ,  $P_{max}$  là lực chảy và lực bền khi kéo dọc trục đơn vị tính N, làm tròn số đến đơn vị.

$F_0$  là diện tích chịu kéo của mẫu,  $mm^2$

$L_0, l_1$  là chiều dài tính toán ban đầu và chiều dài tính toán sau khi đứt

Các kết quả  $\sigma_{ch}$ ,  $\sigma_b$  được tính chính xác đến đơn vị (nếu giá trị ứng suất  $\sigma < 1000$  N/mm<sup>2</sup>) và được tính chính xác đến 10 đơn vị (nếu giá trị của ứng suất  $\sigma \geq 100$  N/mm<sup>2</sup>). Độ dẫn dài  $\delta$  được tính chính xác đến đơn vị.

Các kết quả phép thử là trung bình cộng của nhóm mẫu. Nếu mẫu thử bị đứt trong khoảng của  $l_0$  là hợp lý, nếu bị đứt ở ngoài khoảng  $l_0$  không hợp lệ.

*\* Báo cáo kết quả*

Kết quả báo cáo cần có các nội dung: lực chảy, lực bền và chiều dài  $l_1$  của mỗi mẫu, giới hạn chảy ( $\sigma_{ch}$ ) giới hạn bền ( $\sigma_b$ ) độ dẫn dài tương đối ( $\delta$ ) của từng mẫu và giá trị trung bình cộng. Kết luận đối chiếu với mức thép.

Các thông tin khác tương tự như trước.

#### **7.4.2. Phương pháp thí nghiệm xác định độ bền uốn**

##### **a) Dụng cụ thí nghiệm**

- Máy uốn thép hoặc máy kéo nén vạn năng hoặc máy nén có bộ phận gá thích hợp. Các bộ phận phụ trợ như gối uốn, gối đỡ phải là vật liệu thép cứng, đảm bảo kích thước qui định.

- Thước kẹp hoặc thước panmer.

- Thước góc

##### **b) Cách tiến hành**

*Chuẩn bị mẫu thử.*

- Chiều dày mẫu thử có thể lấy bằng chiều dày vật liệu nguyên dạng nếu chiều dày vật liệu  $\leq 25$ mm. Nếu chiều dày vật liệu  $> 25$ mm thì gia công giảm chiều dày bằng cách gia công một mặt mẫu. Nhưng khi uốn phải để bề mặt chưa gia công chịu kéo.

Chiều rộng mẫu thử thường lấy gấp 2 lần chiều dày và bằng (20-30)mm. Nếu chiều dày mỏng ( $< 3$ mm) thì chiều rộng không vượt quá  $20 \pm 5$ mm. Nếu chiều dày  $> 30$ mm thì chiều rộng lấy  $> 30$ mm và thường lấy bằng (30-50)mm

Chiều dài mẫu thử chọn tùy thuộc vào chiều dày và điều kiện thử của máy.

Đặt mẫu lên máy: Đặt mẫu thử giữa 2 gối đỡ và phía dưới gối uốn. Khoảng cách giữa các gối đỡ lấy bằng  $C + (2,5 - 3)a$ , trong đó (C là đường kính gối uốn, a chiều dày mẫu). Khởi động máy để máy tiếp xúc từ từ với gối uốn và truyền lực qua gối uốn. Tăng tải đều đặn với vận tốc gia tải như khi kéo. Tác dụng tải trọng uốn lên mẫu đảm bảo sao cho biến dạng dẻo trong mẫu phát sinh tự do. Uốn cho đến trạng thái qui định thì dừng.

- Đến một góc uốn qui định, hoặc

- Đến khi xuất hiện vết nứt

### ***c) Tính toán và báo cáo kết quả***

Sau khi uốn lấy mẫu ra đo để xác định góc uốn, quan sát trạng thái biến dạng của mẫu, đặc biệt là ở thớ chịu kéo nếu không xuất hiện vết nứt với góc uốn qui định thì thép đạt độ bền uốn.

Các thông tin khác tương tự như trước.

### **7.4.3. Độ bền mối hàn - Phương pháp thử kéo và thử uốn**

#### ***a) Phương pháp thử kéo mối hàn***

Phương pháp thử tương tự như phương pháp thử kéo thép.

**Kết quả thử :** Vị trí đứt mẫu thử có thể ở trên phần kim loại cơ bản, có thể ở tại mối hàn và có thể ở vùng ảnh hưởng nhiệt. Nếu không có yêu cầu riêng thì mẫu đứt ở phần kim loại cơ bản mới hợp chuẩn.

#### ***b) Phương pháp thử uốn mối hàn***

Phương pháp thử tương tự như phương pháp thử uốn thép.

**Kết quả thử:** Đạt yêu cầu khi góc uốn  $\alpha$  lớn hơn hoặc bằng góc uốn qui định. Vết nứt xuất hiện trên mặt chịu kéo của mẫu được chấp nhận, nếu chiều dài của nó không vượt quá 20% chiều rộng của mẫu và gộp lại không lớn hơn 5mm. Góc uốn được xác định với độ chính xác  $\pm 2^0$ .

## **7.5. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA CÁP (DỰ ỨNG LỰC) VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ**

### **7.5.1. Khái niệm chung.**

#### ***a) Một số khái niệm***

- Tào cáp (Strand): là một đơn vị cấu trúc gồm một số sợi thép cáp xác định được bện với nhau theo kiểu xoắn ốc với một bước xoắn không đổi.

- Sợi thép cáp (wire) : là những dây thép tròn cấu tạo nên tào cáp.

- Các dạng tào cáp

Đường kính danh định và diện tích mặt cắt ngang:

Đường kính danh định tào cáp là đường kính qui ước với số đo chính xác đến một phần trăm mm.

Diện tích mặt cắt ngang của tào cáp bằng tổng diện tích mặt cắt ngang của các sợi trong tào.

#### ***b) Phân loại cáp***

Cáp có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau như phân loại theo cấu tạo tào cáp, theo công dụng theo cáp hoặc theo đường kính tào cáp. Ở đây ta xét phân loại theo kiểu tào cáp hay cấu tạo tào cáp (*bảng sau*)

**Bảng 7.4 Phân loại cáp dự ứng lực**

Kiểu tao cáp	Cấp cáp	Loại cáp	Đường kính danh định tao cáp mm	Dung sai cho phép đường kính tao cáp mm
Tao 2 sợi 2x2,9	-	-	5,8	±0,03
Tao 3 sợi 3 x 2,4 3 x 2,9 3 x 3,5	-	-	5,2 6,2 7,5	±0,03
Tao 7 sợi 1+6	Cấp 250 (Cấp A) 1725 MPa	Loại cáp thường Loại tự chùng thấp	6,35 7,94 9,53 11,11 12,70 15,24	±0,03
			9,53 11,11 12,70 15,24	+0,60 -0,15
			12,70 15,24	-
Tao 19 sợi 1+6+12	-	-	19,30 20,30 21,80 28,60	+0,60; - 0,25

### 7.5.2 Tính chất cơ lý của cáp

Trong số các loại cáp, loại được sử dụng nhiều nhất cho bê tông dự ứng lực là loại tao cáp 7 sợi. Tính chất cơ lý cơ bản gồm: giới hạn bền kéo, giới hạn chảy, độ dẫn dài tương đối, mô đun đàn hồi, độ tự chùng, độ chịu mỗi.

Lực chảy được xác định bằng lực kéo ứng với độ dẫn dài tương đối 1% của tao cáp. Độ bền chảy phụ thuộc vào kiểu cáp, cấp cáp, loại cáp (loại cáp thường hay loại tự chùng thấp).

**Độ tự chùng:** Khi chịu kéo lâu dài trong cáp bị mất mát ứng suất do đó xảy ra độ tự chùng của cáp. Độ tự chùng được đo bằng phần trăm dẫn của cáp sau 1000 giờ thí nghiệm dưới tải trọng qui định.

**Độ bền chịu mỗi của cáp:** Độ bền mỗi được xác định qua thử nghiệm trong trường hợp tao cáp chịu ứng suất kéo bằng 70% giới hạn bền kéo tối thiểu qui định và trải qua  $2 \times 10^6$  chu kỳ dao động cáp không bị phá hủy.

**Bảng 7.5. Một số tính chất cơ lý của cáp**

Cấp cáp	φ danh	Giới hạn chảy min KN	Giới hạn kéo mm	Độ dẫn tương	E KN/mm <sup>2</sup>	Độ tự chùng	Độ bền mỗi min
---------	--------	-------------------------	-----------------	--------------	-------------------------	-------------	----------------

	<b>định mm</b>	Loại thường	Loại tự chùng thấp	<b>KN</b>	<b>đổi min %</b>		<b>%</b>	
Cấp 250	6,35 7,94 9,53  11,11 12,70 15,24	34,0 54,7 75,6  102,3 136,2 204,2	36,0 58,1 80,1  108,1 144,1 216,2	40,0 64,5 89,0  120,1 160,1 240,2	3,5	190-200	3,5 (80% lực bền)	2.10 <sup>6</sup> chu kỳ
Cấp 270	9,53 11,11  12,70 15,24	87,0 117,2  156,1 221,5	92,1 124,1  165,3 234,6	102,3 137,9  183,7 267,7	3,5	190-200	2,5	2x16 chu kỳ
Cấp 290	12,70  15,24	-	177,7  252,0	197,4  280,0	3,5	190-200		2.10 <sup>6</sup> chu kỳ

## PHỤ LỤC

### ***Phụ lục 1: CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM XI MĂNG, BÊ TÔNG, THÉP THEO TIÊU CHUẨN AASHTO***

#### **I. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM KIỂM TRA XI MĂNG THEO TIÊU CHUẨN AASHTO VÀ ASTM**

##### **1. Thí nghiệm kiểm tra cường độ nén của xi măng AASHTO T<sub>106-90</sub> (ASTM C 109 - 88)**

###### ***a. Mục đích ý nghĩa :***

Bằng phương pháp xác định cường độ nén của vữa - cát tiêu chuẩn theo qui trình AASHTO T 105 - 90 trên các mẫu lập phương cạnh 50,8 x 50,8 x 50,8 mm (tức 2x2x2 inch) người ta có thể đánh giá được cường độ nén của xi măng hay hoạt tính của xi măng sử dụng.

###### ***b) Phương pháp tóm tắt:***

Vữa để kiểm tra hoạt tính của xi măng có tỷ lệ xi măng: cát tiêu chuẩn = 1 : 2,75 theo trọng lượng. Hỗn hợp khô xi măng và cát được trộn với nước theo tiêu chuẩn qui định.

Đối với xi măng Portland tiêu chuẩn nước qui định được lấy theo qui định sau:

Nước: Xi măng = 0,485

Đối với các loại xi măng khác, nước qui định sẽ được xác định theo độ chảy của hỗn hợp vữa xi măng - cát, đúc trong hình côn tiêu chuẩn, đặt trên bàn dẫn tiêu chuẩn để đạt được độ bệt của bánh vữa đến đường kính qui định  $d = 115\text{mm} - 125\text{mm}$ .

Vữa xi măng đó sẽ được đúc mẫu thử trong khuôn tiêu chuẩn. Sau 20-24 giờ giữ mẫu trong khuôn, sau đó tháo mẫu ra và các mẫu được dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn về nhiệt độ và độ ẩm ( $t^0 = 20 - 27,5^0\text{C}$ , độ ẩm  $< 50\%$ ).

Các mẫu sẽ được xác định cường độ nén ở các tuổi 3; 7 và 28 ngày đêm. Và giá trị cường độ nén R<sub>28</sub> xác định cho hoạt tính xi măng (cường độ nén tiêu chuẩn của xi măng).

###### ***c) Thiết bị dụng cụ :***

- Khuôn đúc mẫu: Khuôn lập phương, liên kết thành một bộ không quá 3 khuôn, kích thước mỗi khuôn 50,8 x 50,8 x 50,8 (mm) (hay 2 x 2 x 2 inch).

- Máy trộn vữa xi măng gồm có thùng trộn, cánh khuấy chạy với hai tốc độ, tốc độ một là  $140 \pm 5$  vòng/phút, tốc độ hai là  $285 \pm 10$  vòng/phút. Thùng trộn có dung tích 4,73 lít.

- Bàn dẫn và khuôn chảy, đáp ứng yêu cầu của AASHTO M152.

- Đầm làm bằng vật liệu không hấp thụ, dài 120 - 150mm, tiết diện ngang 13-25mm.

- Bay trộn bằng lưới thép dài 100 - 150mm có cạnh thẳng

- Thiết bị cân, quả cân, tuân theo yêu cầu của ASTM C<sub>1005</sub>

- Ống đong thủy tinh có chia độ, sai số theo phép +2ml.

- Máy nén. Tải gia tăng cho mẫu thí nghiệm được chỉ định chính xác +1%, mặt các thót nén phải tiếp xúc tốt với mặt mẫu đúc và có độ cứng RHC không nhỏ hơn 60.

## **2. Thí nghiệm xác định nước tiêu chuẩn của xi măng AASHTO T129-88 (ASTM C187-86)**

### **a) Mục đích ý nghĩa :**

Phép thử cho biết lượng nước cần thiết để hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn và cũng cho phép đánh giá được lượng yêu cầu của các loại xi măng khác nhau.

### **b) Phương pháp tóm tắt: (XM = 650gr)**

Xi măng sẽ được trộn với lượng nước cần thiết để sao cho chúng tạo thành hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn.

Độ dẻo tiêu chuẩn là độ dẻo của hồ xi măng được xác định bằng độ cắm sâu của kim Vicat có đường kính 10mm, G = 300g cắm sâu trong hồ xi măng từ  $10 \pm 1$ mm trong thời gian 30 giây. Hồ xi măng được chứa trong khuôn nón cụt có đường kính trong của đáy dưới 70mm, đáy trên 60mm và chiều cao 40mm.

## **3. Thí nghiệm xác định thời gian đông kết của xi măng AASHTO T131-85**

### **a) Mục đích ý nghĩa :**

Phép thử cho biết thời gian cần thiết để hồ xi măng bắt đầu xảy ra sự đông kết và thời gian hoàn thành sự đông kết của hồ xi măng. Chỉ số kỹ thuật này có ý nghĩa đối với quá trình thi công vữa xi măng hoặc bê tông.

### **b) Phương pháp tóm tắt: (lượng XM = 650gr)**

Trước tiên ta chuẩn bị một hồ xi măng có lượng nước nhào trộn là lượng nước tiêu chuẩn của xi măng đo. Hồ xi măng được đặt trong một khâu hình côn tiêu chuẩn (như trường hợp xác định nước tiêu chuẩn xi măng). Người ta dùng kim Vicat với đường kính 1mm thả rơi tự do trong 30 giây để kim cắm sâu vào hồ xi măng.

Thời gian kết thúc đông kết ( $t_{KTDK}$ ) là khoảng thời gian kể từ khi bắt đầu trộn xi măng với nước đến thời điểm kim Vicat chỉ cắm sâu vào hồ xi măng được 1mm trong thời gian 30 giây.

Sau 30 phút đầu kể từ khi trộn xi măng với nước cho kim xuyên lần đầu. Sau đó cứ 15 phút cho kim xuyên một lần đến khi kim xuyên sâu đến độ sâu ( $25\text{mm} \pm 1$ ) trong 30 giây.

Mỗi lần cho kim xuyên lần sau phải cách lần trước 6,4mm và cách mép khâu ít nhất 9,5mm.

Đưa tất cả các số liệu kim lún lên đồ thị và nối các điểm đó lại thành một đường cong. Trên đồ thị có thể xác định độ kim lún ở giá trị 25mm và 1mm.

Điều kiện tiêu chuẩn ( $t^0 = 20 : 27,5^0\text{C}$  và độ ẩm  $< 50\%$ ).

### **c) Thiết bị dụng cụ :**

Thiết bị Vicat: tương tự như thiết bị Vicat trong trường hợp xác định nước tiêu chuẩn xi măng nhưng chỉ khác là bộ phận thanh chạy của Vicat thay cho kim Vicat có đường kính  $d = 10\text{mm}$  thì ở đây được thay bằng kim Vicat có đường kính nhỏ  $d = 1\text{mm}$  dài 50mm.

- Cân kỹ thuật có khả năng cân được 1000g với độ chính xác yêu cầu

- Bình thủy tinh chia độ: Dung tích 200 : 250ml.

#### **4. Xác định độ mịn của xi măng số 100 và sàng số 200 AASHTO T128-86 (ASTM C148-83)**

##### ***a) Mục đích ý nghĩa :***

Phương pháp xác định cho ta độ mịn của xi măng bột bằng cách sàng (rây) và có thể so sánh được độ mịn của các loại xi măng khác nhau hoặc gián tiếp đánh giá được bề mặt riêng của xi măng.

##### ***b) Phương pháp tóm tắt:***

Lấy một lượng xi măng xác định (50g) sấy khô, để nguội trong bình hút ẩm (sấy ở  $105 - 110^{\circ}\text{C}/1$  giờ). Sau đó xi măng đó vào sàng số 100 hoặc 200, đập nắp và cho vào máy sàng, sàng được 5 - 7 phút dừng lại dùng chổi quét đáy sàng và tiếp tục sàng cho đến khi lượng xi măng lọt qua sàng  $> 0,05\text{g}/1$  phút thì dừng lại và đem cân phần còn sót lại trên sàng.

Độ mịn xi măng là tỷ số giữa khối lượng phần lọt qua sàng và khối lượng mẫu ban đầu, tính bằng %, chính xác đến 0,1%.

## **II. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM KIỂM TRA BÊ TÔNG THEO AASHTO VÀ ASTM**

### **1. Thí nghiệm nhiệt độ sụt của hỗn hợp bê tông AASHTO T119-82 (ASTM C143-87)**

##### ***a) Mục đích ý nghĩa:***

Phương pháp cho phép ta xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông cả ở trong phòng thí nghiệm và ở ngoài hiện trường. Phương pháp này xem xét áp dụng cho hỗn hợp bê tông dẻo.

##### ***b) Qui trình tóm tắt:***

Thấm ướt khuôn và đặt khuôn lên mặt bằng không hút nước. Đặt khuôn giữ chắc chắn và đổ bê tông vào thành 3 lớp, mỗi lớp bằng  $1/3$  chiều cao côn.

Dùng dùi đầm chọc 25 lần khắp bề mặt mỗi lớp quay dùi đầm hướng vào tâm. Lớp thứ nhất que đầm chọc sâu tận đáy, đầm tiếp lớp thứ 2, thứ 3, xoa bằng mặt lớp bê tông bằng cách lăn tròn đầm dùi hoặc xoa bằng bay. Ngay lập tức, nhấc khuôn ra khỏi bê tông cẩn thận theo phương thẳng đứng, nhấc khỏi chiều cao mẫu (300mm) trong vòng  $5 \pm 2$  giây.

Đo độ chênh lệch về chiều cao giữa đỉnh của khuôn và chiều cao của khối bê tông bị sụt lỏ, không có khả năng đo độ dẻo và độ dính kết cần thiết thì phép đo bị loại.

##### ***c) Thiết bị dụng cụ :***

- Khuôn đo độ sụt: Khuôn (hay côn đo độ sụt) được làm bằng vật liệu không bị vữa xi măng tác dụng. Đường kính lớn 203mm, đường kính nhỏ (đỉnh) 102mm, chiều cao 305mm. Đáy lớn và đáy nhỏ phải song song với nhau và vuông góc với trục của côn.

- Que đầm bằng thanh thép tròn, đường kính 16mm, dài 600mm, có hai đầu mút tròn hoặc bán khuyên đường kính 3mm.



## **2. Xác định hàm lượng khí trong hỗn hợp bê tông bằng phương pháp nén khí AASHTO T152-90 (ASTM C231-82)**

### ***a) Mục đích ý nghĩa:***

Phương pháp cho phép xác định hàm lượng bọt khí trong hỗn hợp bê tông bằng cách đo đặc sự thay đổi thể tích của hỗn hợp bê tông khi thay đổi áp lực khí nén.

Phương pháp này chỉ áp dụng cho bê tông và vữa làm bằng cát liệu nặng, không áp dụng cho bê tông nhẹ và bê tông xốp.

### ***b) Quy trình tóm tắt:***

\* Chuẩn bị mẫu bê tông: Lấy mẫu bê tông mới trộn, nếu mẫu chứa các hạt cốt liệu thô trên sàng 50mm. Sàng ướt mẫu trên sàng 37,5mm, không cần lau mà đánh vào cốt liệu thô ở lại trên sàng.

\* Quá trình xác định hàm lượng khí:

- Nạp mẫu và cô kết mẫu: Cho mẫu bê tông đã được chuẩn bị vào bình đo thành từng lớp bằng nhau, dùng đầm dùi hoặc đầm rung gạt lần cuối lớp bê tông đã được đầm chặt.

- Đầm cô kết: Cho hỗn hợp bê tông vào bình đo thành 3 lớp bằng nhau về thể tích. Đầm cô kết mỗi lớp 25 lần bằng que đầm lên toàn diện tích mặt. Sau mỗi lớp dùng vò gỗ nhẹ 10 - 15 cái lên mặt để lấp kín các lỗ rỗng.

Nếu đầm rung cho bê tông vào bình thành 2 lớp có thể tích bằng nhau. Cô kết mỗi lớp bằng 3 lần đặt máy rung trên bề mặt bê tông, khi rút đầm rung ra phải kéo léo để không tạo thành túi khí, chỉ đầm rung vừa đủ.

Sau khi cô kết xong dùng thanh thép gạt bằng mặt bê tông.

Có 2 kiểu đo (kiểu A và kiểu B). Nếu không qui định cho phương pháp đo kiểu A hay kiểu B thì sẽ áp dụng đo cho cả phương pháp.

### ***\* Quy trình đo kiểu A:***

Lau sạch miệng bình đo, lắp nắp vào thật khít. Cho nước vào bình qua ống phun cho đến mức nước ở ống 1/2 chuẩn, nghiêng đáy bình 300, lắc vài vòng cho bọt khí tan ra, để bình thẳng trở lại và cho nước vào đến vạch "0", đóng van cột nước lại.

- Gia tải áp lực vượt quá áp lực thí nghiệm  $P_1$ , một chút khoảng 0,2 psi (1,38  $\mu$  Pa) bằng bơm tay. Ngừng bơm, để đồng hồ chỉ áp lực  $P_1$ , đọc mức nước  $H_1$ , xả khí qua van ở đầu cột nước, ghi mực nước  $H_2$ . Ta có hàm lượng khí  $A_1$  bằng  $H_1 - H_2$ .

- Thí nghiệm kiểm tra lại : lặp lại các bước như trên, lấy kết quả hàm lượng khí lần 2 và lấy kết quả trung bình 2 lần đo.

### ***\* Quy trình đo kiểu B :***

Lau sạch miệng bình đo, lắp bộ phận nắp thật khít. Đóng van giữa buồng khí và bình đo. Mở cả 2 vòi ở nắp, dùng xi lanh bơm nước vào qua một van cho đến khi nước ngập vòi, vặn nhẹ đồng hồ đo cho đến khi không khí bị tuột hết khỏi vòi này.

Đóng van dẫn khí trên buồng khí và bơm vào buồng này. Cho đến khi áp lực khí nguội đến nhiệt độ tiêu chuẩn. Ổn định kim đồng hồ tại áp lực ban đầu bằng cách bơm hoặc xả khí. Đóng cả hai vòi trên lỗ qua nắp bình. Mở van khí giữa buồng khí và

bình đo, gõ mạnh các mặt của bình đo cho khí thoát ra khỏi bộ nén cục bộ, gõ nhẹ ở đồng hồ áp suất. Xả áp suất bằng cách mở cả 2 vòi trước khi mở nắp.

\* Tính toán hàm lượng khí

$$A_s = A_1 G$$

*Trong đó:*  $A_s$  là hàm lượng khí của mẫu bê tông thí nghiệm

$A_1$  là hàm lượng khí biểu kiến của mẫu thí nghiệm

G là hệ số điều chỉnh cốt liệu %

- Hàm lượng khí của toàn bộ hỗn hợp:

Khi lấy mẫu thí nghiệm đại diện ta đã tách cốt liệu quá thô bằng sàng ướt để loại hạt cốt liệu lớn hơn 37,5mm. Do vậy hàm lượng khí của toàn bộ hỗn hợp bê tông phải được tính toán như sau :

$$A_t = \frac{100.A_s.V_c}{(100.V_t - A_s.V_c)}$$

*Trong đó:*

$A_t$  là hàm lượng khí của toàn bộ hỗn hợp bê tông, %

$V_c$  là thể tích tuyệt đối của phần vật liệu qua sàng 1,5 inch (37,5mm không chứa khí xác định từ trọng lượng mẻ ban đầu ( $m^3$ )).

$V_t$  là thể tích tuyệt đối của toàn bộ hỗn hợp không chứa khí ( $m^3$ )

$V_a$  là thể tích tuyệt đối của cốt liệu thô hơn 1,5 inch (37,5mm) trong hỗn hợp.

**c) Thiết bị dụng cụ :**

- Đồng hồ đo khí: có 2 kiểu đồng hồ đo: kiểu A và kiểu B

Đồng hồ A: nguyên lý hoạt động của đồng hồ là xác định độ giảm thể tích trong mẫu bê tông qua giám sát mực nước bị tụt xuống dưới áp lực khí đã gia tải.

Khối lượng khí này được so sánh tính theo % thể tích so với mẫu bê tông.

Đồng hồ B: nguyên lý hoạt động của đồng hồ kiểu này là : Cân bằng thể tích khí đã biết tại áp suất cho trước trong buồng khí với thể tích chưa biết của mẫu bê tông.

Vạch chia trên đồng hồ áp lực được hiệu chuẩn và quan sát được tại điểm đạt cân bằng. áp lực công tác của khí (75 + 30psi).

Máy đo còn gồm các bộ phận khác:

+ Bình đo có dung tích ít nhất 0,006  $m^3$

+ Bộ phận nắp: nắp bình được lắp một dụng cụ để đo trực tiếp hàm lượng khí.

Nắp dùng một đồng hồ đo kiểu A, được lắp một ống kim loại có gắn với đồng hồ kiểu B.

+ Bình chuẩn

+ Ống phun

+ Bay

+ Que đầm

+ Vò bằng cao su hoặc nhựa cứng

+ Thanh thép gạt

+ Phễu

- + Bình chuẩn, ống đồng đo thể tích nước
- + Đầm bàn rung
- + Sàng cỡ 37,5mm

### 3. Xác định cường độ nén mẫu bê tông hình trụ AASHTO T22-90 (ASTM C39-86)

#### a) Mục đích ý nghĩa:

Phương pháp xác định độ bền nén của mẫu bê tông hình trụ cũng như mẫu bê tông khoan lấy lõi. Nó chỉ giới hạn cho mẫu có đơn vị trọng lượng trên  $800\text{kg/m}^3$ .

Kết quả dùng làm cơ sở để kiểm tra chất lượng bê tông.

#### b) Phương pháp tóm tắt :

Phương pháp bao gồm tạo lực nén theo một trục lên mẫu bê tông với tốc độ nằm trong giới hạn qui định cho đến khi mẫu bị phá hoại. Giá trị cường độ nén sẽ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như : Kích thước hình dáng của mẫu, mẻ xi măng, qui trình trộn bê tông, phương pháp lấy mẫu, đúc mẫu, thành phẩm của nhà máy, tuổi, nhiệt độ và độ ẩm trong điều kiện thí nghiệm.

Thí nghiệm nén mẫu bão hoà nước phải được làm ngay sau khi lấy mẫu khỏi bể bảo dưỡng.

Mẫu phải được phủ ẩm trong khoảng thời gian chờ đợi nén, và chúng được nén trong điều kiện ẩm.

Tất cả các viên mẫu có tuổi thí nghiệm đã cho trước phải nén ở trong khoảng thời gian cho phép như qui định sau:

Tuổi thí nghiệm	Thời gian cho phép
24 giờ	$\pm 0,5$ giờ hoặc 2,1%
3 ngày	2 giờ hoặc 2,87%
7 ngày	6 giờ hoặc 3,6%
28 ngày	20 giờ hoặc 3,0%
90 ngày	2 ngày hoặc 2,2%

Lau chùi sạch thớt trên và thớt dưới, rồi đặt mẫu lên thớt.

Tốc độ gia tải: Phải gia tải đều và liên tục, không để sốc. Nếu máy thí nghiệm kiểu có cần thì cho chạy với tốc độ 1,3mm/phút khi chạy không tải. Nếu là máy nén thủy lực thì gia tải với tốc độ trong giới hạn ( $0,14 - 0,34 \text{ Kpa} = 0,014 - 0,034 \text{ daN/cm}^2$ ). Trong thời gian gia tải nửa chu kỳ đầu cho phép nâng tốc độ cao hơn.

Không được điều chỉnh tốc độ tại những thời điểm mà mẫu gần đến phá hoại. Sự gia tải tiếp tục cho đến khi mẫu đúc bị phá huỷ và ghi lại tải trọng lớn nhất đạt được và ghi nhận xét kiểu phá huỷ của mẫu.

\* Đúc mẫu:

- Mẫu đúc sẽ không được thí nghiệm nếu đường kính bất kỳ của một mặt lại khác đường kính của mặt kia 2%.

Không có bất kỳ một mặt nào của mẫu nén lại bị lệch góc vuông với trục quá  $0,5^\circ$ . Đầu nào của viên mẫu không bằng phẳng trong khoảng 0,05mm thì được bọc sáp

theo phương pháp T<sub>231</sub>. Đường kính dùng để tính toán diện tích tiết diện phải được xác định chính xác tới 0,25mm, lấy trị số trung bình đo được của 2 đường kính vuông góc nhau tại chiều cao ở tâm của thỏi mẫu.

- Số viên mẫu đo để xác định đường kính trung bình có thể rút gọn xuống 1 viên chung cho 10 viên mẫu, hoặc 3 viên trong ngày, khi sử dụng một cối trộn để đúc mẫu. Khi dùng nhiều mẻ trộn để đúc mẫu phải đo tất cả.

- Độ dài (chiều cao h) phải đo chính xác đến 0,05D, khi tỷ số giữa h và đường kính nhỏ hơn 1,8 hoặc lớn hơn 2,2. .

Tính toán kết quả: Tính toán cường độ chịu nén bằng cách chia tải trọng tối đa cho diện tích tiết diện ngang của viên mẫu và biểu diễn kết quả chính xác tới 69 kpa.

Nếu tỷ số chiều cao trên đường kính mẫu <1,8 thì kết quả nhận được khi nén mẫu phải nhân với hệ số riêng như bảng sau:

h/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Hệ số	0,98	0,96	0,93	0,87

\* Báo cáo :

- Số mẫu
- Kích thước mẫu (cm<sup>3</sup>)
- Diện tích tiết diện ngang (cm<sup>2</sup>)
- Tải trọng tối đa (N, Pound)
- Cường độ chịu nén (KPa)
- Kiểu phá huỷ
- Khuyết tật của mẫu đúc
- Tuổi của mẫu đúc

**c) Thiết bị dụng cụ**

- Máy nén có công suất và tốc độ gia tải như qui định.
- Kiểm tra và chuẩn hoá máy theo yêu cầu qui định.
- Máy phải có 2 thớt bằng thép có mặt cứng.
- Hai mặt thớt phải song song nhau, kích thước ngang phải lớn hơn đường kính mẫu ít nhất 3%. Tâm thớt dưới phải trùng với tâm thớt trên. Thớt đáy phải dày ít nhất 25mm (22,5mm đối với máy cũ).

- Kim chỉ tải trọng: Nén tải trọng được chỉ trên đồng hồ chia độ, có thể đọc được ít nhất là 0,1% của toàn thang đo và điều chỉnh được kim về mức 0 dễ dàng.

Nếu máy đọc tải trọng bằng đồng hồ hiện số phải rõ ràng, khoảng số phải bằng hoặc nhỏ hơn 0,1% của tải trọng toàn thang đó. Độ chính xác của tải trọng do kim chỉ phải nằm trong khoảng 1% cho bất kỳ giới hạn tải trọng đã được kiểm định.

- Độ chính xác của máy phải đáp ứng các đòi hỏi sau : Độ chính xác của máy thí nghiệm phải kiểm tra bằng gia tải 5 thí nghiệm trong đó 4 cái có kết quả như nhau. Sai số giữa hai tải trọng thí nghiệm không được vượt quá 1/3 sai số giữa thí nghiệm tải lớn nhất và tải bé nhất.

Thời gian kiểm định máy có hiệu lực tối đa là 18 tháng, tốt nhất là 12 tháng.

#### 4. Xác định cường độ kéo uốn của bê tông - Khuôn dạng đầm, AASHTO T97-86 (ASTM C78-84)

##### *a) Mục đích ý nghĩa*

Phương pháp thử này cho phép xác định cường độ chịu uốn của bê tông dùng khuôn chữ nhật.

##### *b) Phương pháp tóm tắt :*

Chuẩn bị mẫu thí nghiệm: Các mẫu đúc thí nghiệm phải đáp ứng yêu cầu của AASHTO T23, T126. Các mặt phải có góc vuông trên mặt và dưới đáy. Tất cả các mặt tiếp xúc phải bằng phẳng (không quá 0,05mm).

Đặt mẫu đúc thí nghiệm vào giá đỡ sao cho tâm mẫu trùng với tâm trục máy. Đặt khối gia tải lên bề mặt mẫu đúc tại các điểm thứ 3 trong khoảng giữa các giá đỡ (như hình vẽ).

Sau khi đặt mẫu, cân chỉnh cho máy hoạt động và gia tải liên tục với tốc độ gia tải tăng ổn định giữa 125 và 175 psi (8,8 ÷ 12,32 Kg/cm<sup>2</sup>) trong một phút.

Sau khi mẫu bị phá hủy, tiến hành đo đạc trên mẫu sau khi thí nghiệm. Đo 3 lần cho mỗi chiều (một tại cạnh, một tại tâm), chính xác tới 1,3mm, để xác định chiều rộng trung bình, chiều cao trung bình và đường nứt gãy.

Tính toán kết quả căn cứ vào trạng thái phá hủy mẫu như sau:

Nếu vết nứt bắt đầu trên mặt kéo trong khoảng điểm thứ 3 của chiều dài thì tính mô đun uốn theo:

$$R = \frac{P.L}{b.d^2} \quad (\text{KPa})$$

*Trong đó:*

R là mô đun uốn Psi (KPa)

P là tải trọng tối đa chỉ trên máy (N)

L là chiều dài cánh tay đòn của máy (mm)

b là chiều rộng trung bình của mẫu đúc (mm)

d là chiều cao trung bình của mẫu đúc (mm)

Nếu đường nứt gãy xảy ra ở ngoài khoảng giữa điểm thứ ba của cánh tay đòn mà không quá 5% độ dài cánh tay đòn thì tính mô đun uốn theo;

$$R = \frac{3Pa}{b.d^2} \quad (\text{KPa})$$

*Trong đó:* a là khoảng cách trung bình giữa đường nứt gãy đến giá đỡ gần nhất đo được trên mặt chịu uốn của mẫu đúc (mm)

- Nếu đường nứt gãy xảy ra ở ngoài khoảng giữa điểm thứ ba trên bề mặt uốn mà quá 5% khoảng cách cánh tay đòn thì thí nghiệm bị loại.

Nội dung báo cáo kết quả thử:

+ Loại mẫu thí nghiệm, số thí nghiệm.

+ Kích thước mẫu (chiều rộng trung bình của mẫu, chiều cao trung bình của mẫu, chính xác tới 1,27mm).

+ Chiều dài cánh tay đòn (mm)

- + Tải trọng tối đa (N)
- + Mô đun uốn, chính xác tới 34,5 Kpa .
- + Tuổi của mẫu và các đặc điểm khác

## **5. Xác định cường độ nén của bê tông bằng mẫu sau khi uốn AASHTO T140-70 (BSI881)**

### ***a) Mục đích ý nghĩa :***

Phương pháp cho phép xác định độ bền nén của bê tông dùng phần mẫu của đoạn gãy trong thí nghiệm kéo uốn.

Phương pháp này được ứng dụng trong phòng thí nghiệm như một phương pháp nghiên cứu để xác định độ bền nén tương đối cho các hỗn hợp bê tông khác nhau. Đây không phải là phương pháp thay thế cho AASHTO T<sub>22</sub>.

### ***b) Phương pháp tóm tắt:***

*Chuẩn bị mẫu:* Độ dài của phần mẫu sau khi kéo uốn ít nhất cũng phải lớn hơn chiều rộng là 50mm. Mặt cắt chọn để nén không bị nứt vỡ lõi lõm.

Các mặt phẳng nén của mẫu không được nhỏ quá mặt bằng 0,05mm.

Trong thời gian giữa thí nghiệm mẫu kéo uốn và thí nghiệm mẫu nén vỡ, mẫu phải được giữ trong cùng điều kiện.

Tâm của bàn nén của mẫu phải trùng với tâm của thớt nén của máy.

Tốc độ gia tải phải liên tục và đều. Trong các máy nén thủy lực tốc độ gia tải phải được điều chỉnh ổn định trong giới hạn 35±15psi/giây.

### ***Tính toán kết quả:***

Độ bền nén được tính chính xác tới 10psi. Diện tích tiết diện nén phải lấy giá trị trung bình ít nhất là của 2 kích thước cả ở trên mặt và dưới đáy của mặt nén chính xác tới 0,25mm.

*\* Báo cáo phải nêu được một số đặc trưng sau :*

- Số mẫu đúc
- Kích thước mẫu (mm)
- Diện tích tiết diện ngang (cm<sup>2</sup>)
- Tải trọng lớn nhất (N)
- Tuổi mẫu và đặc điểm bảo dưỡng
- Độ bền nén, chính xác tới 10 psi
- Đặc điểm phá huỷ mẫu

### ***c) Thiết bị dụng cụ:***

Máy thí nghiệm có đủ công suất, đảm bảo tốc độ gia tải như qui định, theo yêu cầu AASHTO T<sub>67</sub>.

- Bàn nén kim loại được gia công hoặc mài có độ dày không nhỏ hơn 19mm, đáp ứng yêu cầu về độ phẳng của mặt nén và độ cứng của thớt nén. Bàn nén phải có kích thước sao cho chúng tiếp xúc hết toàn bộ diện tích mặt mẫu và phải có cùng kích thước như chiều rộng qui ước của mẫu thí nghiệm. Mặt nén không được nhỏ quá 0,025mm so với mặt phẳng với đường kính 152mm.

## 6. Xác định cường độ kéo uốn của bê tông (khuôn hình trụ) AASHTO T198-88 (ASTM C496-86)

### *a) Mục đích ý nghĩa:*

Phương pháp này cho phép xác định cường độ kéo uốn của bê tông bằng mẫu hình trụ hoặc bằng lõi khoan bê tông hình trụ.

### *b) Phương pháp tóm tắt :*

Mẫu thí nghiệm được chế tạo theo AASHTO T23 (hiện trường), AASHTO T<sub>24</sub> (lỗ khoan), AASHTO T<sub>120</sub> (mẫu phòng thí nghiệm).

Đánh dấu mẫu; đánh dấu ở hai đầu của mẫu sao cho đồng trục (thiết bị đánh dấu mẫu dùng để đánh dấu đường qua tâm của mỗi mẫu đúc trên cùng một mặt phẳng đồng trục).

Đo kích thước mẫu, chính xác tới 0,25mm của 3 kích thước. Đường kính (2 đầu và giữa mẫu), kích thước chiều dài của mẫu, chính xác tới 2,56mm, bằng cách lấy giá trị trung bình của hai lần đo theo đường đánh dấu ở hai đầu.

Đặt mẫu vào tâm vị trí nén theo như đánh dấu sao cho tâm của mẫu trùng với tâm của bàn thí nghiệm. Đặt tấm lót trùng với tâm của thớt dưới, đặt mẫu lên tấm lót thứ nhất và đặt tấm lót thứ hai trùng với tâm dọc đường đánh dấu thứ hai mẫu trụ.

Định vị mẫu sao cho tất cả tâm của tấm đệm, tâm của mẫu trực tiếp nằm trên tâm của thớt nén.

*Tốc độ gia tải:* Gia tải đều đặn và liên tục với áp lực 100 - 200psi/một phút cho tới khi mẫu phá hoại và ghi lại áp lực tối đa gây phá hoại mẫu.

*Tính kết quả:* Cường độ kéo uốn bê tông được tính theo

$$T = \frac{2.P}{L.d}$$

*Trong đó:*

T là cường độ kéo uốn (KPa)

P là tải trọng tối đa chỉ trên máy (KN)

L là chiều dài (m)

d là đường kính (m)

*Báo cáo cần đề cập:* Số thí nghiệm

Kích thước mẫu (đường kính, chiều dài)

Tải trọng phá hoại mẫu

### *c) Thiết bị dụng cụ :*

Máy thí nghiệm theo như yêu cầu của AASHTO T<sub>22</sub>

*Tấm lót:* gồm 2 tấm lót đều nhau không khuyết tật, có chiều dày 3mm, rộng 25mm, dài bằng hoặc lớn hơn một chút so với chiều dài mẫu. Tấm lót được đặt giữa mẫu và thớt nén dưới và giữa mẫu với thớt nén trên.

Tấm đỡ phụ hay tấm đệm chỉ sử dụng khi kích thước của đường kính thớt trên và thớt dưới bé hơn chiều cao của mẫu hình trụ, bề mặt của tấm đệm phải thật bằng phẳng trong khoảng giới hạn 0,025mm độ phẳng ở mọi đường tiếp xúc với mặt chịu

lực. Tấm đệm được sử dụng sao cho toàn bộ lực tác động phải được truyền lên mẫu. Tấm đệm dùng ít nhất 50mm.

## **7. Đúc và bảo dưỡng mẫu bê tông trong phòng thí nghiệm AASHTO T126-90 (ASTM C192-88)**

### ***a) Mục đích ý nghĩa :***

Quy trình này mô tả phương pháp đúc mẫu bê tông bằng phương pháp đầm rung và bảo dưỡng mẫu đúc.

### ***b) Qui trình tóm tắt:***

Dạng mẫu hình trụ dùng để thí nghiệm cường độ nén, kéo uốn, mô đun đàn hồi. Các kích thước theo yêu cầu qui định. Đường kính nhỏ nhất 2 inch (50mm) chiều cao 4 inch (100mm) và hoại đường kính 6 inch (150mm) chiều cao 12 inch (300mm) hộp có thể là lăng trụ hay lập phương tùy theo mục đích yêu cầu. Kích thước cốt liệu: Kích thước cốt liệu sẽ quyết định kích thước mẫu sao cho đường kính của cốt liệu thô không được lớn hơn 1/3 đường kính mẫu đúc.

Số lượng mẫu phụ thuộc vào số lượng bê tông cần kiểm tra. Bình thường một thí nghiệm cần ít nhất là 3 mẫu. Với thí nghiệm cường độ nén thường cần tuổi 7; 28 ngày. Với thí nghiệm cường độ uốn cần tuổi 14; 28 ngày. Với xi măng loại III thường thí nghiệm tuổi 1, 3, 7 và 28 ngày, muộn hơn là 3, 6 tháng.

### ***\* Chuẩn bị thí nghiệm***

- Xi măng: Xi măng được bảo quản nơi khô ráo, đựng trong hộp kim loại chống ẩm. Trước khi trộn xi măng cần được sàng qua sàng số 20 hoặc nhỏ hơn để loại trừ hết xi măng cục, trộn đều xi măng rồi chuyển qua thùng chứa.

Cốt liệu: Nhằm loại trừ sự phân tách của các hạt to, cần phải tách riêng từng cỡ hạt, sau đó với mỗi mẻ trộn bê tông lại phải kết hợp lại theo đúng tỷ lệ cỡ hạt yêu cầu.

Trước khi dùng cốt liệu đúc mẫu bê tông phải đảm bảo cốt liệu có độ ẩm đồng đều. Việc xác định trọng lượng của cốt liệu dùng trong mỗi mẻ trộn cần làm theo một trong những qui trình sau:

- Cốt liệu có độ hấp thụ thấp có thể cân trong phòng khô điều hoà.
- Cốt liệu với các cỡ hạt riêng biệt sẽ được cân riêng rồi gộp lại và cho vào thùng chứa và ngâm nước 24 giờ trước khi dùng. Sau khi ngâm xong, gạn nước thừa đó rồi xác định trọng lượng của cốt liệu, trọng lượng nước trộn và nước bị hấp phụ. Độ ẩm của cốt liệu xác định theo AASHTO T142 và T225.

Cốt liệu có thể cho bão hoà, bề mặt đủ ẩm để nước không chảy ra làm mất vật liệu phải xác định đúng độ ẩm để tính toán đúng cốt liệu ẩm. Lượng nước bề mặt phải được tính vào lượng nước trộn.

Cốt liệu có thể lấy ở trạng thái bão hoà - khô bề mặt.

- Phụ gia: Nếu sử dụng phụ gia dạng tan cần hoà tan trong nước khi trộn vào cốt liệu và xi măng. Nếu phụ gia dạng không tan cần trộn với xi măng trước khi trộn với cốt liệu và nước (10% xi măng).

- Nhiệt độ phòng 20-30<sup>0</sup>C theo ASTM E171

### ***\* Trộn bê tông:***



- Hỗn hợp bê tông có thể trộn bằng máy hoặc bằng tay, lượng bê tông tính toán sao cho sau khi trộn đúc mẫu còn dư 10%. Trộn bằng tay không áp dụng cho bê tông khí hoặc bê tông không có khả năng đo độ sụt.

Bê tông trộn tay chỉ giới hạn với mẻ trộn nhỏ ( $0,007\text{m}^3$ )

Trộn bằng máy: Máy dạng thùng, không được thay đổi tần số trộn trong các mẻ bê tông.

Khi trộn bê tông bằng máy: Trước khi quay máy trộn phải cho cốt liệu thô vào nước, -sau đó cho một ít nước và một phần dung dịch phụ gia, sau đó cho cốt liệu nhỏ. Xi măng và nước.

Ban đầu cho máy quay 3 phút, rồi dừng nghỉ 3 phút, tiếp tục cho máy chạy 2 phút cuối cùng.

- Khi trộn bằng tay: Ban đầu trộn xi măng, bột phụ gia, và cốt liệu nhỏ cho đều. Tiếp sau mới cho cốt liệu thô vào và trộn đều. Sau đó thêm nước và dung dịch phụ gia. Rồi trộn cho đến khi bê tông đồng nhất.

- Nếu muốn trộn thêm nước để điều chỉnh độ đặc của bê tông thì phải đổ mẻ bê tông ra và trộn mẻ mới, không được dùng trộn để kiểm tra độ đặc và điều chỉnh nước.

\* *Độ sụt hàm lượng khí*

- Độ sụt của hỗn hợp bê tông theo AASHTO T<sub>119</sub>

- Xác định hàm lượng bọt khí theo AASHTO T<sub>193</sub> hoặc T<sub>132</sub>

\* *Đúc mẫu*: vị trí đúc mẫu phải bằng phẳng, rắn chắc, có thể đầm rung dễ dàng.

Có thể giữ mẫu tại đó ít nhất 24 giờ đầu.

Rót hỗn hợp bê tông, có thể dùng muôi, bay để rót hỗn hợp bê tông vào khuôn. Xúc mẫu sao cho chỗ lấy đại diện cho mẻ bê tông. Sau đó dùng đầm để cố kết bê tông. Lớp cuối cùng phải đầy khuôn sau khi đầm chặt.

***Số lớp bằng số lớp đổ trong mẫu đúc theo qui định bảng sau***

<b>Loại mẫu và chiều cao</b>	<b>Phương pháp đầm</b>	<b>Số lớp</b>	<b>Độ dày tương đối mỗi lớp (mm)</b>
Mẫu trụ	Chày đầm	3 lớp	
Đến 300mm	Chày đầm	3 lớp	
Đến 460	Bàn rung	2 lớp	200
Đến 460	Bàn rung	2 lớp hoặc nhiều hơn	
Mẫu lăng trụ			
Đến 200	Chày đầm	2 lớp	
Đến 200	Chày đầm	3 lớp hoặc nhiều hơn	
			100
Đến 100	Bàn rung	1 lớp	
Đến 200	Bàn rung	2 lớp hoặc nhiều hơn	
			200

**\* Đầm mẫu :**

Để đầm mẫu có thể dùng các phương pháp khác nhau như dùng chày đầm (đầm tay) hoặc dùng bàn rung. Phải trên cơ sở độ sụt để lựa chọn phương pháp đầm.

*Đầm tay:* Dùng cho bê tông có độ sụt >75mm

*Đầm tay hoặc bàn rung:* Dùng cho bê tông có độ sụt từ 25 : 75mm

*Đầm rung:* Dùng cho bê tông có độ sụt <25mm.

*Phương pháp đầm tay:* Cho hỗn hợp bê tông vào khuôn các lớp theo như bảng trên. Còn số chày đầm cho mỗi lớp sẽ theo qui định bảng dưới đây. Lớp đầu đầm xuống đến đáy, các lớp sau đầm sâu khỏi lớp khoảng 12mm đối với lớp có độ dày 100mm và sâu khoảng 25mm đối với lớp dày hơn.

Khi đầm xong dùng bay hoặc vò đầm nhẹ lên mặt khuôn 10-15 lần để xóa các vết chày đầm để lại hoặc làm thoát hết bọt khí.

***Bảng (về số lượng chày đầm khi đúc mẫu)***

<b>Loại khuôn mẫu</b>	<b>Kích thước mẫu</b>	<b>Đường kính chày (mm)</b>	<b>Số lần đầm/lớp</b>
Mẫu hình trụ	Đường kính mẫu (mm)		
	$50 \leq d < 150$ (2÷6 inch)	10	25
	$d = 150$ (6 inch)	16	25
	$d = 200$ (8 inch)	16	50
	$d = 250$ (10 inch)	16	75
Mẫu lăng trụ	Diện tích mặt mẫu (cm <sup>2</sup> )		
	$S \leq 160$ (25 inch) <sup>2</sup>	10	25
	$S = 165 - 310$ (26-49)	10	1/mỗi 7 cm <sup>2</sup>
	$S \geq 320$	16	1/mỗi 4 cm <sup>2</sup>

Khi sử dụng đầm rung cần duy trì khoảng thời gian quần đối với mỗi loại bê tông, loại máy và loại khuôn mẫu. Thông thường thời gian rung cần thiết cho đến khi nào mặt của bê tông được san phẳng, bê tông ngừng sụt.

Nếu dùng đầm rung là đầm dùi thì đường kính của đầu đầm không được lớn hơn 1/3 chiều rộng của khuôn (đối với khuôn lăng trụ) và không được lớn hơn 1/3 đường kính khuôn.

Trong khi đầm không được phép để đầm sát đáy khuôn và cẩn thận khi rút đầm ra (không để lọt khí vào trong mẫu).

- Đối với mẫu hình trụ: Mỗi lớp đầm 3 điểm khác nhau, cho phép đầm xuyên qua lớp này xuống lớp dưới khoảng 25mm. Sau khi đầm xong mỗi lớp có thể dùng vò gõ như ngoài khuôn 10-15 lần để các lỗ trên mặt được lấp đầy.

- Đối với mẫu lăng trụ: Mẫu lăng trụ có chiều dài khác nhau, khoảng cách các điểm đầm không lớn hơn 150mm. Với các khuôn có chiều rộng 150mm có thể đầm làm hai dãy dọc theo khuôn.

- Đối với đầm rung ngoài (dầm bàn): Khuôn mẫu phải đủ cứng để không bị ảnh hưởng đến mẫu đúc.

\* Bảo dưỡng mẫu: Đẩy mẫu sau khi đúc xong bằng vật liệu không thấm nước, thời gian giữ 24 giờ.

Sau  $24 \pm 8$  giờ tháo khuôn để mẫu nơi yên tĩnh, rồi bảo dưỡng trong môi trường ẩm và nhiệt độ  $23 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ , mẫu trong điều kiện bão hoà.

\* Độ chính xác: Trong một phòng thí nghiệm, kết quả của 2 thí nghiệm đúng về độ sụt không vượt quá 0,2 in (5mm), về khối lượng đơn vị 2,5 in<sup>3</sup>/ft<sup>3</sup>, về hàm lượng khí 0,8%, về độ bền nén 7 ngày 574 psi...

## **8. Đúc và bảo dưỡng mẫu bê tông tại hiện trường AASHTO T23-90 (ASTM C31-88)**

### ***a) Mục đích ý nghĩa:***

Phương pháp này cung cấp những thiết bị được tiêu chuẩn hoá để đúc mẫu, bảo dưỡng, bảo quản, vận chuyển mẫu bê tông đúc được thực hiện trong hiện trường.

Mẫu dưới cũng có thể được dùng để giải trình những thông tin cho mục đích sau :

- Kiểm tra thành phần hỗn hợp bê tông trong phòng thí nghiệm và dùng để kiểm tra độ bền bê tông.

- Làm cơ sở để đánh giá độ an toàn về mặt thi công kết cấu.

- Quyết định đồng ý với các giải pháp kỹ thuật thi công và quyết định thời gian đưa kết cấu vào sử dụng.

### ***b) Quy trình tóm tắt:***

#### ***\* Mẫu đúc:***

Mẫu đúc cho độ bền nén, mẫu tiêu chuẩn bằng mẫu trụ kích thước 305x152mm. Mẫu đúc thí nghiệm cường độ kéo uốn hình khối chữ nhật dài ít nhất 50mm, gấp hơn 2 lần chiều cao, tỷ số giữa chiều rộng bằng chiều cao không quá 15. Khuôn tiêu chuẩn có kích thước tiết diện ngang bằng 152x152mm.

Đặt khuôn lên mặt bằng phẳng, dùng bay hoặc lấy hỗn hợp bê tông trộn lại lần nữa và cho vào khuôn đại diện cho bề bê tông. Đầm cố kết bê tông trong khuôn.

Phương pháp đầm chặt, có thể dùng dùi đầm hoặc rung ngoài, cơ sở để chọn phương pháp đầm cố kết là độ sụt. Dùng dùi đầm để cố kết với bê tông có độ sụt lớn hơn 75mm. Rung ngoài nếu bê tông có độ sụt  $25 \pm 75$ mm.

#### ***\* Bảo dưỡng:***

Ngay sau khi đúc giữ mẫu trong khuôn không để mẫu đúc bị mất nước hay bay hơi, có thể phủ mẫu đúc bằng tấm nhựa. Bảo dưỡng mẫu trong không khí tại  $16-27^{\circ}\text{C}$ , trong  $24 \pm 8$  giờ, phải để yên tĩnh. Không được vận chuyển hay dịch chuyển trước 48 giờ đối với mẫu đã tháo khuôn. Mẫu đúc được phép vận chuyển sau 48 giờ tuổi nhưng mẫu được tiếp tục bảo dưỡng.

Bảo dưỡng ban đầu mẫu đúc hình trụ : Ngay sau khi đúc ngâm mẫu vào nước sôi bão hoà tại nhiệt độ  $16-27^{\circ}\text{C}$  trong  $24 \pm 8$  giờ. Tháo khuôn sau  $24 \pm 8$  giờ và tiếp tục bảo dưỡng tiêu chuẩn ở nhiệt độ  $23 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ .

Bảo dưỡng tại công trình, diêm tập kết bê tông càng gần công trình càng tốt vì điều kiện khí hậu gần với công trình thi công.

*\* Vận chuyển mẫu đúc về phòng thí nghiệm*

Không được vận chuyển mẫu đúc về phòng thí nghiệm nếu chưa hoàn thành giai đoạn bảo dưỡng sơ bộ ban đầu.

Trong thời gian vận chuyển phải lót mẫu cẩn thận, tránh va chạm, đổ vỡ hoặc mất độ ẩm. Để tránh mất độ ẩm người ta có thể phủ mẫu bằng ni lông hoặc vùi mẫu trong cát ẩm. Khi phòng thí nghiệm nhận mẫu phải bảo dưỡng mẫu theo điều kiện tiêu chuẩn ở nhiệt độ  $23 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ .

**c) Thiết bị dụng cụ :**

- Khuôn đúc mẫu bê tông được làm bằng thép hoặc vật liệu không hấp thụ, không phản ứng với xi măng hoặc bê tông.

Khuôn phải đủ cứng, kín không bị rỉ nước, luôn giữ nguyên được kích thước hình dạng. Các yêu cầu kỹ thuật của khuôn như đã đề cập ở phần qui trình tạo mẫu trong phòng thí nghiệm.

- Đầm dùi : Có 2 loại cỡ: Dùi đầm to, đường kính 16mm, dài 610mm. Dùi đầm nhỏ, đường kính 10mm, dài 305mm.

Đầm rung chạy điện: Tần số giao động là 7000 dao động/phút. Vỏ bằng cao su hay đầu bọc da : nặng 0,57-0,23 kg.

- Thiết bị đo độ sụt

- Hộp đựng mẫu: đủ dung tích để trộn lại toàn bộ mẫu đúc bằng tay.

- Các dụng cụ kèm theo khác như: bay, dao gạt, thước, thìa muối, xẻng con

vv...

### III THÉP TRÒN VÀ THÉP GAI THEO TIÊU CHUẨN AASHTO

#### 1. Thép tròn và thép gai dùng làm cốt thép - AASHTO M31-89, ASTM C615-87

**a) Mục đích ý nghĩa :**

Tiêu chuẩn kỹ thuật này bao gồm thép trơn và thép có gờ (hay thép gai) dùng làm cốt thép cho bê tông. Kích thước và các yêu cầu của tiêu chuẩn được ghi trong *bảng 1*.

***Bảng 1- Số liệu thép, kích cỡ tiêu chuẩn và kích thước danh nghĩa***

Kích thước danh nghĩa (*)				Yêu cầu về gờ thép		
Trọng lượng danh nghĩa (Lb/ft)	Đường kính (inch)	Diện tích tiết diện (inch) <sup>2</sup>	Chu vi (inch)	Khoảng cách bình quân lớn nhất (inch)	Chiều cao bình quân (inch)	Khoảng trống lớn nhất (inch)
0.376	0.375	0.11	1.178	0.262	0.015	0.143
0.668	0.500	0.20	1.571	0.350	0.020	0.191
1.043	0.625	0.31	1.963	0.437	0.028	0.239
1.502	0.750	0.44	2.356	0.525	0.038	0.286
2.044	0.875	0.60	2.749	0.612	0.044	0.334
2.670	1.000	0.79	3.142	0.700	0.050	0.383
3.400	1.128	1.00	3.544	0.790	0.056	0.431

4.303	1.270	1.27	3.990	0.889	0.064	0.487
5.313	1.410	1.56	4.430	0.987	0.071	0.540
7.65	1.693	2.25	5.320	1.185	0.085	0.648
13.60	2.257	4.00	7.090	1.580	0.102	0.864

\* Kích thước danh nghĩa của thép gai tương đương của thép trơn có cùng trọng lượng (tính bằng foot).

\* Số hiệu của thép dựa trên trị số (1/8 inch) của đường kính danh nghĩa của thép.

Thép có 3 mức ứng suất đàn hồi là 40.000 psi, 60.000 psi và 75.000 psi và được gọi tên Grade 40, Grade 60 và Grade 75.

**b) Yêu cầu về gờ thép:**

Gờ thép phải cách nhau khoảng cách đều, những gờ thép ở phía đối diện của thanh phải tương tự về kích cỡ và hình dạng.

Gờ thép phải ở vị trí sao cho chúng tạo với trục của thanh thép một góc không nhỏ hơn  $45^{\circ}$  (thường  $45^{\circ} \pm 75^{\circ}$ ). Ở phía đối diện của thanh thép thì gờ tại đó sẽ bị đảo ngược về phương hướng. Nếu đường gờ tạo một góc lớn hơn  $70^{\circ}$  thì sự đảo ngược về phương hướng không đạt yêu cầu.

Khoảng cách giữa các gờ thép sẽ không được vượt quá 7/10 đường kính danh nghĩa của thanh thép.

Chiều dài toàn bộ bước của gờ thép (khoảng cách giữa 2 điểm cuối của gờ ở các phía đối diện của thanh thép không được vượt quá 12,5% chu vi danh nghĩa của thanh thép.

**c) Yêu cầu về lực kéo:**

Mẫu thử thép sẽ phải phù hợp với các yêu cầu về tính chất kéo như trong *bảng*

2

**Bảng 2. Yêu cầu về lực kéo**

Chỉ tiêu	Grade 40 <sup>a</sup>	Grade 60	Grade 75 <sup>b</sup>
* Độ bền kéo, tối thiểu (Psi)	70.000	90.000	100.000
Giới hạn chảy, tối thiểu (Psi)	40.000	60.000	75.000
Độ dẫn dài tương đối ở 8 inch tối thiểu (%)			
Thép thanh số 3	11	9	-
4; 5; 6	12	9	-
7; 8	-	8	-
9; 10	-	7	-
11; 14; 18	-	7	6

\* Thép thanh Grade 40 chỉ cung cấp với các số liệu 3; 4; 5; 6

\* Thép thanh Grade 75 chỉ cung cấp với các số liệu 11; 14; 18

Phần trăm của độ dẫn dài tương đối cũng được ghi ở bảng 2

**d) Yêu cầu uốn nguội :**

Mẫu thử uốn nguội sẽ chịu được khi uốn quanh một trục qui định mà không phải sinh vết nứt ở mặt ngoài của phần bị uốn cong. Yêu cầu về độ uốn cong và kích cỡ gờ uốn ghi ở *bảng 3*.

**Bảng 3. Yêu cầu về thí nghiệm uốn nguội**

Thanh thép số	Đường kính gờ uốn (d= đường kính danh nghĩa của mẫu thử)		
	Grade 40	Grade 60	Grade 75
3, 4, 5	3.5d	3.5d	-
6	5.0d	5.0d	-
7, 8	-	5.0d	-
9, 10	-	7.0d	-
11	-	7.0d	7.0d
11, 18	-	9.0d	9.0d

\* Góc thí nghiệm uốn 1 80o (trừ khi ghi chú khác đó)

\* d = đường kính danh nghĩa của mẫu thử

**2. Thay đổi cho phép về trọng lượng**

Thay đổi cho phép về trọng lượng sẽ không vượt quá 6% so với trọng lượng danh nghĩa, trừ đối với những thanh thép loại đường kính nhỏ hơn 3,8 inch (qui định theo ASTM A510).

Thép thanh được đánh giá trên cơ sở trọng lượng danh nghĩa. Trong bất kỳ trường hợp nào việc vượt quá trọng lượng của thép thanh cũng không phải là lý do để loại bỏ.

**Phụ lục 2:**

**MỘT SỐ TIÊU CHUẨN CỦA VIỆT NAM**

**XI MĂNG**

TCVN 4029 - 1985 - Xi măng - Yêu cầu chung về phương pháp thử cơ lý.

TCVN 4787 - 1989 - Xi măng - Phương pháp lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử.

TCVN 4030 - 1985 - Xi măng - Phương pháp xác định độ mịn của bột xi măng.

TCVN 4031 - 1985 - Xi măng - Phương pháp xác định độ dẻo tiêu chuẩn, thời gian đông kết và tính ta dính thể tích

TCVN 6017 - 1995 - Xi măng - Phương pháp thử. Xác định thời gian đông kết và độ ổn định

(ISO 9597 : 1989E)

TCVN 6016 - 1995 - Xi măng - Phương pháp thử. Xác định độ bền .

(ISO 679 : 1989E)

TCVN 6227 - 1996 - Cát tiêu chuẩn ISO để xác định cường độ xi măng

TCVN 4032 - 1985 - Xi măng - Phương pháp xác định giới hạn bền uốn và nén

TCVN 139 - 1991 - Cát tiêu chuẩn để thử xi măng

TCVN 6070 - 1995 - Xi măng parland - Phương pháp xác định nhiệt thủy hoá

### **CÓT LIỆU BÊ TÔNG**

TCVN 337 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp lấy mẫu

TCVN 339 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng riêng

TCVN 340 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích xốp và độ xốp

TCVN 341 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm

TCVN 342 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định thành phần hạt và mô đun độ lớn

TCVN 343 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định thành phần hàm lượng chung bụi, bùn, sét.

TCVN 344 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định hàm lượng sét

TCVN 345 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định hàm lượng tạp chất hữu cơ.

TCVN 4376 - 1986 - Cát xây dựng - Phương pháp xác định hàm lượng mi ca

TCVN 1772 - 1987 - Đá dăm, sỏi - Phương pháp xác định các tính chất cơ lý và tạp chất.

### **HỖN HỢP BÊ TÔNG, BÊ TÔNG**

TCVN 3105 - 1993 - Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử

TCVN 3106 - 1993 - Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt

TCVN 3107 - 1993 - Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp Vebe xác định độ cứng.

TCVN 3108 - 1993 - Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích

TCVN 3109 - 1993 - Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định độ tách vữa và tách nước

TCVN 3110 - 1993 - Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp phân tích thành phần

TCVN 3111 - 1993 - Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định hàm lượng bọt khí

TCVN 3112 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp thử xác định khối lượng riêng

TCVN 3113 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ hút nước

TCVN 3114 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ mài mòn

TCVN 3115 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích

TCVN 3116 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước

TCVN 3117 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ co

TCVN 3118 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén

TCVN 3119 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn

TCVN 3120 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp thử cường độ kéo khi bẻ

TCVN 5726 - 1993 - Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ lắng trụ và mô đun đàn hồi khi nén tĩnh

## **KIM LOẠI**

TCVN 197 - 1985 - Kim loại - Phương pháp thử kéo

TCVN 193 - 1985 - Kim loại - Phương pháp thử uốn

TCVN 5403 - 1991 - Mối hàn - Phương pháp thử kéo

TCVN 540 1 - 1 99 1 - Mối hàn - Phương pháp thử uốn

TCVN 4502- 1991 - Mối hàn - Phương pháp thử va đập

TCVN 4395 - 1986 - Kiểm tra không phá hủy. Kiểm tra mối hàn kim loại bằng tia Rơn ghen và Gam ma

TCXD 165 - 1988 - Kiểm tra không phá hủy - Kiểm tra chất lượng mối hàn ống thép bằng phương pháp siêu âm

TCVN 197 - 1985 - Kim loại .- Phương pháp xác định độ cứng theo phương pháp Rơnghen

TCVN 256 - 1985 - Kim loại - Phương pháp xác định độ cứng theo phương pháp Brinen

TCVN 6284 - 1997 - Thép cốt bê tông dự ứng lực



### ***Phụ lục 3.***

#### **MỘT SỐ TIÊU CHUẨN AASHTO, ASTM**

1. Lấy mẫu và lượng mẫu để thí nghiệm xi măng - AASHTO T127-90 (ASTM C 138-88).
2. Xác định độ mịn của xi măng bằng sàng số 100 và sàng số 200 (150  $\mu\text{m}$  và 75  $\mu\text{m}$ ) - AASHTO T128-86 (ASTM C148-83)
3. Xác định lượng nước tiêu chuẩn của xi măng AASHTO T129-88 (ASTM C187-86) ..
4. Xác định cường độ nén vữa xi măng dùng khuôn tiêu chuẩn lập phương 2 inch (50,8 mm) - AASHTO T106-90 (ASTM C109-88)
5. Xác định thời gian đông kết của hồ xi măng bằng kim Vicat – AASHTO T131-85
6. Xác định cường độ kéo của vữa xi măng - AASHTO T131-87 (ASTM C190-85)
7. Xác định hàm lượng khí trong vữa xi măng (với cát tiêu chuẩn) – AASHTO T137-90 (ASTM C185-88)
8. Máy trộn hồ xi măng, vữa xi măng dẻo - AASHTO T 162-84 (ASTM C305-
9. Xác định dung trọng của hồ xi măng - AASHTO T133-86 (ASTM C188-84)
10. Phân tích cấp phối cát liệu bằng bộ sàng tiêu chuẩn - AASHTO T127-88 (ASTM C136-84)
11. Xác định độ bền của cốt liệu bằng phương pháp sử dụng  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  và  $\text{MgSO}_4$  - AASHTO T104-86 (ASTM C88-76)
12. Xác định khối lượng đơn vị và độ rỗng của cốt liệu - AASHTO T19-88
13. Xác định vật liệu mịn nhỏ hơn sàng số 200 (0,075 mm) trong cát liệu bằng phương pháp rửa - AASHTO T11-90 (ASTM C117-87)
14. Xác định hàm lượng đất sét cục và tạp chất khác trong cốt liệu – AASHTO T122-87 (ASTM C142-78)
15. Xác định độ mài mòn bằng máy Los Angeles - AASHTO T96-87 (ASTM D131-87)
16. Xác định tạp chất hữu cơ trong cát - AASHTO T21-87 (ASTM C40-84)
17. Xác định độ ẩm bề mặt của cát - AASHTO T142-81
18. Lấy mẫu cốt liệu - AASHTO T2-84 (ASTM D75-87)
19. Phương pháp rút gọn mẫu - AASHTO T248-98 (ASTM C702-87)
20. Thí nghiệm độ sụt của hỗn hợp bê tông AASHTO T119-82
21. Xác định hàm lượng khí trong hỗn hợp bê tông bằng phương pháp nén khí AASHTO T152-90 (ASTM C231-82)
22. Đúc và bảo dưỡng mẫu bê tông trong phòng thí nghiệm - AASHTO T126-90 (ASTM C192-88)
23. Đúc và bảo dưỡng mẫu bê tông ở hiện trường - AASHTO T23-90 (ASTM C31-88)
24. Xác định cường độ nén. mẫu bê tông hình trụ - AASHTO T22-90 (ASTM C39-86)

25. Xác định cường độ kéo uốn theo khuôn khối hộp chữ nhật - AASHTO T97- 86 (ASTM C78-84)
26. Xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng mẫu sau khi kéo uốn - AASHTO T140-79 (BS1881)
27. Xác định cường độ kéo uốn của bê tông bằng khuôn hình trụ – AASHTO T198-88 (ASTM C496-86)
28. Nước dùng cho chế tạo bảo dưỡng vữa, bê tông và xi măng – AASHTO
29. Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của các sản phẩm thép - AASHTO T2448-90 (ASTM A370-88a)
30. Sợi thép kéo nguội cho cốt thép bê tông - AASHTO M32-90 (ASTM A82-88a).
31. Thép tròn và thép gai cho cốt thép bê tông - AASHTO M31-89 (ASTM A615-87).
32. Cáp thép 7 sợi không vỏ bọc tạo ứng suất cho bê tông dự ứng lực - AASHTO M203-90 (ASTM A416-88).