

MỤC LỤC

Chương 1: 2_Các nhóm thí nghiệm cơ bản về đất xây dựng đường.....	2
§1 Thí nghiệm dùng để phân loại đất xây dựng đường	2
§2 Thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn . Thí nghiệm Proctor.....	12
§3. Thí nghiệm xác định độ chặt ngoài hiện trường.....	17
§4 Thí nghiệm xác định hệ số sức chịu tải của đất nền (CBR)	22
§ 5. Thí nghiệm xác định môđun đàn hồi của đất nền E_0	30
§6. Giới thiệu các thí nghiệm xuyên.....	33
Chương 2: Một số thí nghiệm về cốt liệu dùng trong xây dựng đường	38
§1 xác định cường độ chịu mài mòn và va đập của cốt liệu đá bằng thí nghiệm log angeles ...	38
§2. thí nghiệm xác định cường độ chịu mài mòn sử dụng	41
thiết bị MICRODEVAL.....	41
§ 3 Thí nghiệm xác định hệ số hạt dẹt của cốt liệu	43
§3 xác định hàm lượng hạt sét trong cốt liệu	45
§4 thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của đá	46
§5. xác định chỉ số đương lượng cát	48
§6. xác định môđun độ lớn của cát.....	49
Chương III: Các phương pháp xác định các tính chất cơ lý của vật liệu gia cố chất kết dính	
vô cơ	51
§1 Thí nghiệm xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất của hỗn hợp.....	51
§2 Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của đất gia cố	52
§3. Thí nghiệm xác định cường độ ép chẻ của đất gia cố.....	53
§4 Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo uốn của đất gia cố	55
§5. Thí nghiệm xác định môđun đàn hồi của đất gia cố.....	56
Chương IV: Các thí nghiệm cơ bản dùng cho BTXM	57
§1 thí nghiệm xác định độ sụt của hỗn hợp Btxm	57
§2 thí nghiệm xác định độ công tác của Btxm	59
§3 thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của Btxm	62
§4 thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo uốn của Btxm	65
Chương v: Các thí nghiệm cơ bản về bê tông nhựa	67
§1 tóm tắt các chỉ tiêu cơ lý của nhựa đường và các thí nghiệm xác định	67
§2 thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của bê tông nhựa	75
§ 3 thí nghiệm Marshall và các ứng dụng	77
§ 3 thí nghiệm tách nhựa từ BTN hoặc hỗn hợp đá trộn nhựa	80
Chương v: một số thí nghiệm về Đặc Tính Mặt Đường	82
§ 1 XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI CỦA MẶT ĐƯỜNG BẰNG CÁCH ĐO ĐỘ VĨNG BẰNG CÂN BENKENMAN	82
§2. xác định môđun đàn hồi của mặt đường bằng tấm ép tĩnh	86
§ 3 xác định môđun đàn hồi của mặt đường bằng thiết bị FWD.....	88
§ 3 Thí nghiệm xác định môđun đàn hồi của kết cấu mặt đường bê tông xi măng bằng phương pháp đo đặc SỐNG Bê MẶT.....	95
§4 Thí nghiệm xác định độ bằng phẳng của mặt đường.....	98
§5 các phương pháp xác định độ nhám mặt đường	99
Phần 2: Đánh giá mặt đường sân bay – Chuẩn đoán các sân bay.....	105

CHƯƠNG 1

CÁC NHÓM THÍ NGHIỆM CƠ BẢN VỀ ĐẤT XÂY DỰNG ĐƯỜNG

§1 THÍ NGHIỆM DÙNG ĐỂ PHÂN LOẠI ĐẤT XÂY DỰNG ĐƯỜNG

I. **Phân loại đất:** Đất là một thể phân tán tập hợp các hạt có kích thước khác nhau bao gồm:

- Hạt cuội có kích thước lớn hơn 200mm
- Hạt dăm sạn có kích thước từ 40 ~ 200mm
- Hạt sỏi có kích thước 2 ~ 40mm
- Hạt cát có kích thước 0.05 ~ 2mm
- Hạt bụi có kích thước 0.005 ~ 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 vào các yếu tố sau:

- Thành phần hạt của đất
- Các giới hạn Atterberg của đất: W_p , W_L , I_p , I_L
- ❖ Dựa vào thành phần hạt phân ra đất hạt thô và đất hạt mịn
- Đất được gọi là hạt thô khi lớn hơn 50% khối lượng của đất có kích thước hạt lớn hơn 0.075mm
- Đất được gọi là hạt mịn khi lớn hơn 50% khối lượng của đất có kích thước hạt nhỏ hơn 0.075mm
- + Đối với đất hạt thô dựa vào thành phần hạt phân thành các phụ nhóm: cuội sỏi, cát hạt thô, cát hạt trung, hạt mịn....
- + Đối với đất hạt mịn dựa vào các giới hạn Atterberg
 - Đất sét $I_p > 17\%$
 - Đất á sét $7\% < I_p \leq 17\%$
 - Đất á cát $I_p \leq 7\%$

1. Thí nghiệm xác định thành phần hạt

* **Mục đích:** Xác định thành phần hạt là phân chia đất thành từng nhóm các cỡ hạt gần nhau về độ lớn và xác định hàm lượng phân trăm của chúng.

❖ **Khái niệm:** Thành phần hạt của đất là hàm lượng các nhóm hạt có kích thước khác nhau trong đất, được thể hiện bằng tỷ lệ % so với mẫu đất khô tuyệt đối đã lấy để phân tích.

- Có 3 phương pháp xác định:

- Phương pháp sàng khô: Xác định các hạt có kích thước lớn hơn 0.5mm
- Phương pháp sàng ướt: Xác định các hạt có kích thước lớn hơn 0.1mm
- Phương pháp tỷ trọng kế: Xác định các hạt có kích thước nhỏ hơn 0.1mm

2. Phương pháp sàng

a) Thiết bị thí nghiệm

- Sàng tiêu chuẩn có ngăn đáy:
- Phương pháp sàng khô: Kích thước mắt sàng 10; 5; 2; 1; 0.5mm
- Phương pháp sàng ướt: Kích thước mắt sàng 10; 5; 2; 1; 0.5; 0.25; 0.1mm
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0.01g
- Bát đựng đất, dao con
- Tủ sấy, cối sứ, chày có đầu bọc cao su
- Máy sàng lắc

b) Chuẩn bị mẫu

- Mẫu thí nghiệm phải là mẫu đại diện nhất của loại đất cần thí nghiệm.
- Mẫu được sấy khô bằng cách hong gió hoặc sấy ở nhiệt độ 50°C
- Nghiền nhỏ mẫu đất trong cối sứ bằng chày có đầu bọc cao su
- Lấy một lượng mẫu tùy loại đất theo phương pháp chia tư: Trộn đều đất đã hong gió rồi rải thành một lớp mỏng trên tờ giấy dày hoặc trên tấm gỗ mỏng. Dùng con dao rạch thành hai đường vuông góc chia bề mặt lớp đất ra thành bốn phần tương đương và sau đó gạt bỏ đất ở hai phần đối xứng ra ngoài. Đất ở hai phần còn lại được trộn đều và tiếp tục làm lại như trên cho đến khi nào khối lượng đất còn lại vào khoảng:

- 100 ~ 200g đối với đất không chứa các hạt có kích thước lớn hơn 2mm
- 300 ~ 900g đối với đất chứa đến 10% các hạt có kích thước lớn hơn 2mm
- 1000 ~ 2000g đối với đất chứa (10 ~ 30)% các hạt có kích thước lớn hơn 2mm
- 2000 ~ 5000g đối với đất chứa trên 30% các hạt có kích thước lớn hơn 2mm
- Trường hợp mẫu cấp phối, nhiều sỏi sạn khối lượng mẫu là 5000g

C) TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

❖ Phương pháp sàng khô:

- Cân chính xác mẫu
- Lắp bộ sàng thành cột với kích thước giảm dần từ trên xuống dưới
- Đổ mẫu vào sàng trên cùng, đập nắp lại, sàng bằng tay hoặc bằng máy
- Trong quá trình sàng, từng nhóm hạt sót lại trên các sàng bắt đầu từ sàng trên cùng được đổ vào cối sứ và nghiền bằng chày có đầu bọc cao su rồi đổ qua chính các sàng đó cho đến khi đạt yêu cầu.

- Để kiểm tra việc sàng lắc các nhóm hạt đã đạt yêu cầu hay chưa cần lấy từng cỡ sàng, sàng bằng tay trên tờ giấy trắng, nếu thấy các hạt rơi xuống thì đổ các hạt đó vào các sàng kế tiếp đến khi không còn nào rơi xuống nữa thì thôi.

- Cân riêng từng nhóm hạt sót lại trên các sàng và đất lọt xuống ngăn đáy lấy tổng khối lượng của tất cả các nhóm hạt và đất lọt xuống ngăn đáy so với khối lượng mẫu ban đầu nếu thấy sai khác quá 1% thì phải làm lại thí nghiệm.

$$\text{Hàm lượng một nhóm hạt } P_m = \frac{m_i}{M} \times 100 (\%)$$

trong đó:

M: Khối lượng mẫu ban đầu

m_i : Khối lượng hạt trên sàng i

❖ Phương pháp sàng ướt

- Cân khối lượng mẫu chính xác sau đó đổ vào bát đã biết trước khối lượng. Dùng nước để làm ẩm và nghiền lại bằng chày có đầu bọc cao su

- Đổ thêm nước vào trong bát khuấy đục huyền phù và để lắng (10 ~15)s

- Gạn nước có chứa những hạt chưa lắng vào sàng có kích cỡ sàng 0.1mm

- Cứ tiến hành đổ nước khuấy đục và đổ lên sàng như vậy cho đến khi nước bên trên các hạt lắng xuống hoàn toàn trong thì thôi.

- Rửa những hạt đất còn sót lại trên sàng 0.1mm trở lại bát

- Sấy khô đất ở trong bát cho đến trạng thái như trạng thái ban đầu của mẫu

- Xác định khối lượng các hạt có kích thước nhỏ hơn 0.1mm bằng hiệu số giữa khối lượng mẫu ban đầu và khối lượng mẫu đất sau khi đã rửa đi các hạt có kích thước nhỏ hơn 0.1mm

- Dùng phương pháp sàng khô xác định nốt thành phần hạt của phần đất còn lại trong bát

3. Phương pháp tỷ trọng kế

- *Mục đích:* Xác định thành phần hạt của đất bằng phương pháp tỷ trọng kế là tiến hành đo mật độ của huyền phù bằng tỷ trọng kế đã được hiệu chỉnh trước.

a) Thiết bị thí nghiệm

- Tỷ trọng kế loại A — B

- Bình tam giác có dung tích 1000 cm³

- Bình hình trụ có dung tích 1000 cm³

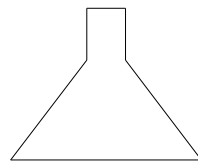
- Que khuấy

- Các phễu có đường kính 2 ~ 3 cm và 14 cm

- Nhiệt kế có độ chính xác 0.5^oC

- Đồng hồ bấm giây

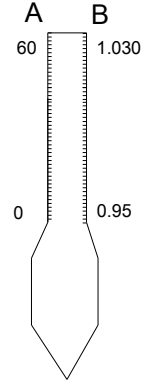
- Bộ phận đun và làm lạnh bằng nước (Hệ thống ống xoắn và bếp điện)



Bình tam giác



Bình hình trụ



Tỷ trọng kế? loại A - B

b) Chuẩn bị mẫu

* Bằng phương pháp chia tư lấy một mẫu đất 200g ở trạng thái khô gió và sàng qua sàng có kích cỡ mắt sàng 10, 5, 2, 1 và 0.5mm. Cân các nhóm hạt bị giữ lại trên các rây và nhóm hạt đã lọt xuống ngăn đáy. Nếu trong mẫu đất không có hạt lớn thì không cần phải sàng qua các rây có lỗ 1 mm và lớn hơn.

* Cũng bằng phương pháp chia tư, lấy một mẫu đất trung bình đã lọt qua rây có kích thước 0.5mm cho vào trong một bát đã biết trước khối lượng và cân bát có chứa đất để xác định khối lượng của đất có cỡ hạt nhỏ hơn 0.5mm dùng để phân tích.

Khối lượng của mẫu đất này được lấy vào khoảng:

- + 20g đối với đất sét
- + 30g đối với đất sét pha
- + 40g đối với đất cát pha.

* Kiểm tra sự ngưng keo kết tủa của huyền phù (Kiểm tra xem muối có bị hoà tan hay không)

- Dùng phương pháp chia tư lấy một mẫu đất khoảng 20g đã lọt qua sàng 0.5mm cho vào bát nghiền cùng với (4 ~ 6) ml nước cất, đun sôi huyền phù khoảng 5 ~ 10 phút

- Đổ dung dịch đã đun sôi vào một ống nghiệm, đổ thêm nước cất vào ống nghiệm để được một thể tích (150 ~ 200)ml, lắc huyền phù rồi để yên sau một thời gian nhất định. Nếu sau đó huyền phù kết tủa, vật kết tủa rơi xuống đáy có kết cấu rời dạng bông và dịch thể trên chất kết tủa trong suốt thì trong đất có muối hoà tan thì phải xử lý trước khi tiến hành phân tích thành phần hạt bằng tỷ trọng kế.

❖ Xử lý muối hoà tan bằng phương pháp rửa

- Đem khối lượng đất dùng phân tích cho vào phễu ở dưới có lót giấy lọc. Đặt phễu lên trên bình tam giác, rót nước cất vào trong phễu để lọc muối hoà tan vào trong bình tam giác.

- Kiểm tra việc rửa muối đã sạch hay chưa như sau:

+ Lấy hai ống nghiệm hứng nước trực tiếp ở đáy phễu, cho vào mỗi ống 2ml dung dịch nước lọc qua phễu rồi cho vào trong ống nghiệm thứ nhất vài giọt HCl 10% và BaCl₂ 5%; cho vào ống nghiệm thứ hai vài giọt AgNO₃ 5% và HNO₃ 10%. Nếu cả hai ống nghiệm đều không thấy kết tủa thì chứng tỏ muối trong đất được rửa sạch.

c) Tiến hành thí nghiệm

- Cho mẫu đất dùng để phân tích vào trong bình tam giác, cho thêm nước cất vào trong bình sao cho lượng nước tổng cộng lớn hơn gấp 10 lần khối lượng mẫu đất và ngâm mẫu trong một ngày đêm.

- Cho thêm vào bình 1ml NH₄OH 25%, đậy bình lại và đun sôi trong thời gian 1h

- Để nguội huyền phù đến nhiệt độ phòng và rót qua sàng 0.1mm vào trong ống đo hình trụ có dung tích 1000ml

- *Chú thích:* Đối với đất có huyền phù kết tủa khi kiểm tra ngưng keo thì sau khi cho mẫu vào bình tam giác và thêm nước theo quy định trên cần tiến hành lắc đều và đổ huyền phù vào ống đo qua rây 0.1mm không cần phải ngâm trong một ngày đêm và cũng không cần phải đun sôi.

- Rửa trôi các hạt trên sàng 0.1mm bằng tia nước vào trong bát và dùng chày có đầu bọc cao su nghiền kỹ.

- Đổ huyền phù vừa mới tạo thành trong bát đó qua sàng 0.1mm vào ống đo. Cứ tiếp tục nghiền đất đọng lại trong bát và đổ huyền phù qua sàng cho đến khi nước ở trên các hạt lắng xuống hoàn toàn trong.

- Cho các hạt đã lọt qua sàng 0.1mm vào trong ống đo và tiến hành phân tích bằng tỷ trọng kế

+ Dùng que khuấy huyền phù trong thời gian một phút (cứ 2s kéo lên đẩy xuống một lần) ghi thời điểm thôi khuấy và sau 20s thì thả tỷ trọng kế vào trong huyền phù, để tỷ trọng kế nổi tự do không chạm vào thành ống đo.

+ Tiến hành đọc đợt đầu mật độ huyền phù tại thời điểm 30s, 1 phút, 2 phút, và 5 phút kể từ khi ngừng khuấy. Thời gian đọc không quá (5 ~7)s.

+ Lấy tỷ trọng kế ra thả vào ống nước cất và khuấy lại huyền phù lần thứ hai, cho tỷ trọng kế vào đọc mật độ của nó ở thời điểm 15 phút, 30 phút, 1.5 h, 2h, 3h, 4h kể từ khi ngừng khuấy.

+ Sau mỗi lần đọc nên lấy tỷ trọng kế ra và đo nhiệt độ của huyền phù

+ Kiểm tra nhiệt độ của huyền phù với độ chính xác 0.5⁰C trong vòng 5phút đầu và sau mỗi lần đo mật độ của nó bằng tỷ trọng kế. Nếu nhiệt độ khác +20⁰C thì phải ghi lại để hiệu chỉnh số đọc của tỷ trọng kế.

d) Xử lý số liệu

❖ Hàm lượng của muối hoà tan

$$P_m = \frac{m_m V(1 + 0.01W)}{m_1 v} \times 100(\%)$$

Trong đó:

P_m : Lượng chứa muối hòa tan

m_m : Khối lượng bình quân của muối trong 2 mẫu nước lọc (g)

v : Thể tích bình quân của 2 mẫu nước lọc ra (ml)

V : Tổng thể tích nước lọc (g)

m_1 : Khối lượng mẫu đất ở trạng thái khô đem ra phân tích (g)

W : Độ ẩm của mẫu đất đem phân tích

❖ Khối lượng thành phần hạt của mẫu đất lấy để phân tích bằng tỷ trọng kế

$$m_0 = \frac{m_1}{1 + 0.01W} \times (1 - 0.01P_m)$$

m_1 : Khối lượng của mẫu đất lấy để phân tích bằng tỷ trọng kế ở trạng thái khô gió (g)

W : Độ ẩm tự nhiên của mẫu đất

❖ Đường kính d của các hạt đã chìm lắng tại thời điểm đọc tỷ trọng kế T được tính như sau

$$d = \sqrt{\frac{1800\eta H_R}{g(\rho - \rho_n)T}}$$

trong đó:

η : Độ nhớt của nước phụ thuộc vào nhiệt độ

ρ : Khối lượng riêng của hạt đất (g/cm³)

ρ_n : Khối lượng riêng của nước = 1 g/cm³

H_R : Cự ly chìm lắng của các hạt có đường kính d kể từ bề mặt của dịch thể đến trọng tâm của bầu tỷ trọng kế ứng với số đọc R trong thời gian T (cm)

T : Thời gian chìm lắng kể từ lúc bắt đầu thôi khuấy cho đến khi đọc số R (s)

❖ Tính lượng chứa phân trăm (P') của các hạt có kích thước nhỏ hơn đường kính nào đó

- Đối với tỷ trọng kế loại B:

$$P' = \frac{\rho R'_B}{(\rho - \rho_n)m_o} (100 - K)$$

- Đối với tỷ trọng kế loại A:

$$P' = \frac{\rho(\rho_o - 1)R'_A}{\rho_o(\rho - 1)} (100 - K)$$

trong đó:

ρ_o : Khối lượng riêng dùng để khắc độ, lấy bằng 2.65 g/cm³

R'_A, R'_B : số đọc đã hiệu chỉnh trên tỷ trọng kế loại A hoặc loại B

+ Với tỷ trọng kế loại A:

$$R'_A = R_A + m_A + n_A - C_A$$

trong đó:

R_A : số đọc tỷ trọng kế loại A

n_A : số hiệu chỉnh mặt cong và độ khắc theo tỷ trọng kế A

m_A : số hiệu chỉnh nhiệt độ theo tỷ trọng kế A

C_A : Số hiệu chỉnh chất phân tán theo tỷ trọng kế A

+ Với tỷ trọng kế loại B:

$$R'_B = R_B + m_B + n_B - C_B$$

trong đó:

R_B : số đọc tỷ trọng kế loại B

n_B : số hiệu chỉnh mặt cong và độ khắc theo tỷ trọng kế B

m_B : số hiệu chỉnh nhiệt độ theo tỷ trọng kế B

C_B : Số hiệu chỉnh chất phân tán theo tỷ trọng kế B

II. Thí nghiệm xác định W_P và W_L

1. Mục đích: Xác định độ ẩm giới hạn chảy và giới hạn dẻo của đất trong xây dựng đường. Áp dụng cho đất hạt sét và đất hạt mịn

* Độ ẩm giới hạn dẻo W_P của đất: Là độ ẩm tương ứng với loại đất thường thấy của loại đất sét có kết cấu bị phá hoại chuyển từ trạng thái cứng sang trạng thái dẻo. Được đặc trưng bởi độ ẩm của đất sau khi đã nhào trộn với nước và lăn thành que có đường kính 3 mm và bắt đầu bị rạn nứt và đứt thành những đoạn có chiều dài (3 ~ 10) mm

* Độ ẩm giới hạn chảy W_L của đất: Là độ ẩm tương ứng với loại đất thường thấy của loại đất sét có kết cấu bị phá hoại chuyển từ trạng thái dẻo sang trạng thái chảy. Được đặc trưng bởi độ ẩm của đất bột nhào trộn với nước mà ở đó quả rọi thẳng bằng hình nón dưới tác dụng của trọng lượng bản thân sau 10s sẽ lún sâu 10mm.

2. Thí nghiệm xác định W_P

a) Thiết bị thí nghiệm

- Sàng tiêu chuẩn có kích cỡ mắt sàng 1mm
- Cối sứ, chày có đầu bọc cao su
- Cân kỹ thuật, tủ sấy, dao để nhào trộn, tấm kính nhám để lăn mẫu

b) Chuẩn bị mẫu

- Dùng phương pháp chia tư lấy khoảng 300g mẫu đất đã hong gió ở điều kiện tự nhiên cho vào cối sứ nghiền bằng chày có đầu bọc cao su

- Cho mẫu đất đã nghiền qua sàng 1 mm và loại bỏ phần trên sàng. Đưa đất đã lọt qua sàng vào bát, rót nước cất vào dùng dao con trộn đều cho đến trạng thái như hồ đặc.

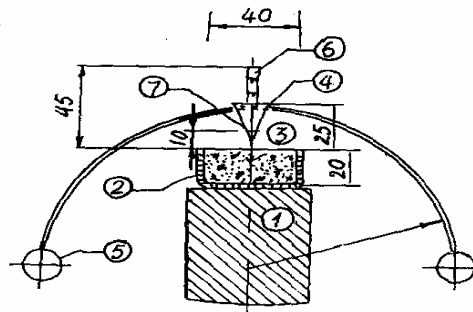
- Sau đó đặt mẫu thí nghiệm vào bình thủy tinh, đậy kín trong khoảng thời gian không ít hơn 2h trước khi đem thí nghiệm

c) Trình tự thí nghiệm

- Dùng dao con nhào kỹ mẫu đất đã được chuẩn bị với nước cát
- Lấy một ít đất và dùng mặt phẳng trong lòng bàn tay lăn đất nhẹ nhàng trên kính nhám cho đến khi thành que tròn có đường kính 3mm
- Nếu với đường kính đó que đất vẫn giữ được liên kết và tính dẻo thì đem về nó thành hòn và tiếp tục lăn đến chừng nào que đất đó đạt đường kính 3mm thì bắt đầu bị rạn nứt ngang và tự nó gãy ra thành những đoạn nhỏ dài (3 ~ 10)mm.
- Nhặt các đoạn của que đất vừa đứt bỏ vào cốc thủy tinh hoặc hộp nhôm đã biết trước khối lượng để xác định độ ẩm.

3) Thí nghiệm xác định W_L **a) Thiết bị thí nghiệm**

- Quả dọi Vaxiliép có khối lượng 76g, góc $\alpha = 30^\circ$, $h = 25\text{mm}$
- Bộ phận thăng bằng gồm 2 quả rọi cân bằng bằng kim loại gắn vào hai đầu của một thanh thép nhỏ uốn thành nửa vòng tròn $\phi 85\text{mm}$ lồng qua và gắn chặt vào đáy quả rọi
- Khuôn hình trụ bằng kim loại không gỉ có đường kính lớn hơn 40mm và chiều cao lớn hơn 20 mm để đựng mẫu đất thí nghiệm
- Đế gỗ để đặt khuôn đựng mẫu thí nghiệm

**Dụng cụ để xác định giới hạn nhão**

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1- Đế gỗ | 5- Quả dọi thăng bằng |
| 2- Khuôn | 6- Tay cân |
| 3- Mẫu đất | 7- Vạch dấu |
| 4- Dụng cụ hình nón 30° | |

b) Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Như thí nghiệm W_p

c) Tiến hành thí nghiệm

- Dùng dao con nhào kỹ lại mẫu và lấy một ít cho vào khuôn hình trụ
- Đặt khuôn đựng mẫu đất lên giá gỗ và đưa quả rọi thăng bằng hình nón lên bề mặt mẫu đất đựng trong khuôn sao cho mũi nhọn vừa chạm bề mặt mẫu đất, thả dụng cụ hình nón để nó tự lún vào trong đất dưới tác dụng của trọng lượng bản thân.

- Nếu sau 10s mà hình nón chưa lún được 10 mm thì độ ẩm của đất chưa đạt W_L trong trường hợp này lấy đất ra khỏi khuôn cho thêm nước vào rồi làm như trên
- Nếu sau 10s mà hình nón lún quá 10mm thì độ ẩm của đất vượt quá W_L thì phải lấy ra để làm khô rồi làm lại thí nghiệm như trên.
- Dùng dao lấy một ít đất cho vào trong hộp nhôm để xác định độ ẩm

❖ Giới hạn chảy được tính theo công thức

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

trong đó: m_1 : Khối lượng đất ẩm và hộp nhôm (g)

m_2 : Khối lượng đất khô và hộp nhôm (g)

m : Khối lượng hộp nhôm (g)

❖ Chỉ số dẻo $I_p = W_L - W_p$

❖ Chỉ số sệt $I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}$

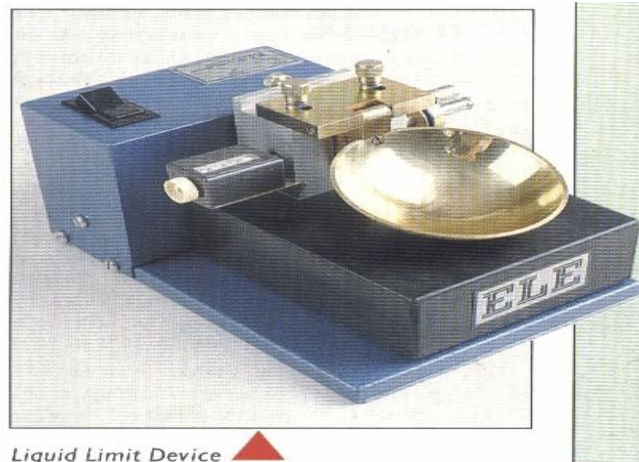
4) Xác định giới hạn chảy bằng dụng cụ Casgrande

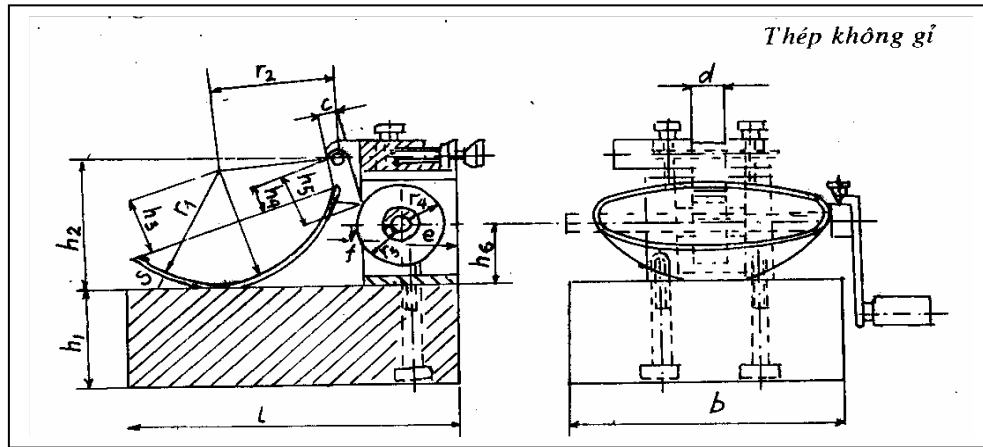
* Giới hạn chảy của đất theo phương pháp Casgrande là độ ẩm của bột đất nhào trộn với nước được xác định bằng dụng cụ quay đập Casgrande khi rãnh đất được khít lại một đoạn gần 13 mm (0.5 inch = 12.7mm) sau 25 nhát đập.

a) Dụng cụ thí nghiệm:

- Đĩa bằng đồng đựng mẫu có khối lượng 200g, được gắn vào trục tay quay và một đế có đệm cao su.

- Que gạt đất để tạo một rãnh đất có chiều sâu 8mm, chiều rộng 2 mm ở phần dưới và 1mm ở phần trên.





b) Chuẩn bị mẫu: Như thí nghiệm xác định W_p

c) Tiến hành thí nghiệm:

- Lấy đất lọt qua sàng 1mm sau khi trộn với nước cát và ủ mẫu xong.
- Đặt dụng cụ Casgrande trên một vị trí vững chắc và cân bằng
- Dùng dao con cho từ từ đất vào bát với 1 chiều dày khoảng 10 ~12mm
- Dùng dụng cụ tạo rãnh, vạch một rãnh hình thang dài 40mm, lắp bát vào bộ phận đập (dụng cụ Casgrande) vuông góc với trục quay
- Quay đập để nâng bát lên và để rơi tự do, tốc độ quay 2vòng/s. Nếu sau 25 lần va đập mà đất ở đáy mép rãnh khép kín lại trên một khoảng dài 13 mm thì đất có độ ẩm phù hợp với yêu cầu
- Lấy khoảng 10g đất ở vùng xung quanh rãnh đã khép kín cho vào hộp nhôm để xác định độ ẩm
- Trường hợp số lần ít hơn mà đất ở đáy rãnh khép kín nghĩa là đất quá ẩm phải làm khô bớt rồi thí nghiệm lại.
- Trường hợp phải đập với số lần nhiều hơn có nghĩa là đất còn khô, phải thêm nước để trộn lại và tiếp tục cho tới khi đạt yêu cầu.
- * Có thể thực hiện bằng cách: Sau mỗi lần đập ghi lấy số lần và lấy mẫu xác định độ ẩm ứng với số lần đó. Với độ ẩm khác nhau, số lần khác nhau sẽ vẽ được biểu đồ quan hệ giữa số lần và độ ẩm. Từ đó xác định được độ ẩm giới hạn chảy ứng với số lần va đập là 25 lần.
- **Chú thích:** Giới hạn chảy của đất xác định theo phương pháp Casagrande (W_C) lớn hơn giới hạn chảy của đất xác định bằng quả rọi thẳng bằng (W_L). Quan hệ giữa W_C và W_L được thiết lập theo công thức:

$$W_L = a W_C - b$$

Trong đó: a và b : các hệ số phụ thuộc vào loại đất. Đối với đất có giới hạn chảy từ 20 đến 100% có thể lấy a = 0.73 và b = 6.47%

§2 THÍ NGHIỆM ĐẦM NÉN TIÊU CHUẨN . THÍ NGHIỆM PROCTOR

I. Mục đích thí nghiệm

- Xác định mối quan hệ độ chặt và độ ẩm của đất từ đó xác định được γ_{max} với công đầm nén xác định, tương ứng với γ_{max} ta sẽ xác định được độ ẩm tốt nhất.

- Độ chặt lớn nhất - Độ chặt tiêu chuẩn là độ chặt tương ứng với khối lượng thể tích khô lớn nhất của mẫu đất sau khi đã được đầm nén với công đầm nén xác định

- Độ ẩm tốt nhất của đất là lượng ngậm nước thích hợp nhất cho sự đầm chặt với công đầm nén xác định để có thể đạt được độ chặt tốt nhất.

1) Các thông số (theo Tiêu chuẩn 22 TCN 333 □ 06)

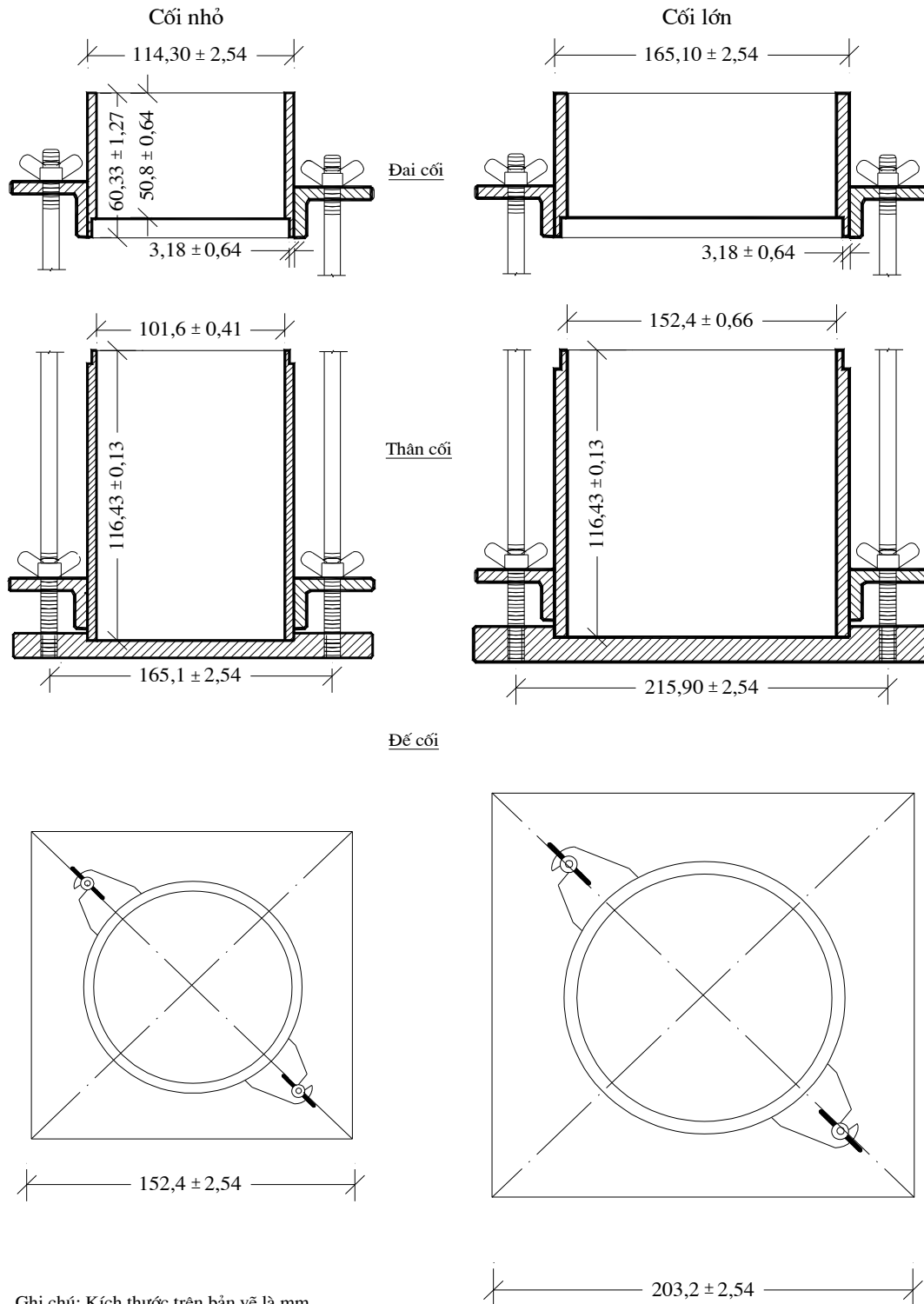
STT	Thông số kỹ thuật	Phương pháp đầm nén			
		Đầm nén tiêu chuẩn (Phương pháp I)		Đầm nén cải tiến (Phương pháp II)	
		Cối nhỏ	Cối lớn	Cối nhỏ	Cối lớn
		- Chày đầm: 2.54kg - Chiều cao rơi: 305mm		- Chày đầm: 4.54kg - Chiều cao rơi: 457mm	
1	Ký hiệu phương pháp	I-A	I-D	II-A	II-D
2	Đường kính trong của cối đầm, mm	101.6	152.4	101.6	152.4
3	Chiều cao cối đầm, mm	116.43			
4	Cỡ hạt lớn nhất khi đầm	4.75	19	4.75	19
5	Số lớp đầm	3	3	5	5
6	Số chày đầm/ lớp	25	56	25	56
7	Khối lượng mẫu xác định độ ẩm, g	100	500	100	500

2) Thiết bị thí nghiệm

- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0.01g
- Sàng
- Tủ sấy
- Dao gạt đất
- Hộp đựng đất

- Một số dụng cụ khác

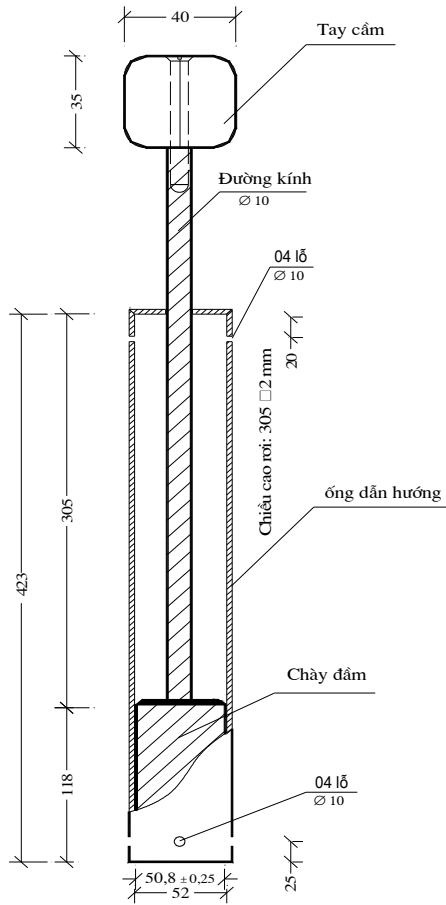
Hình 1. Cối đầm nén



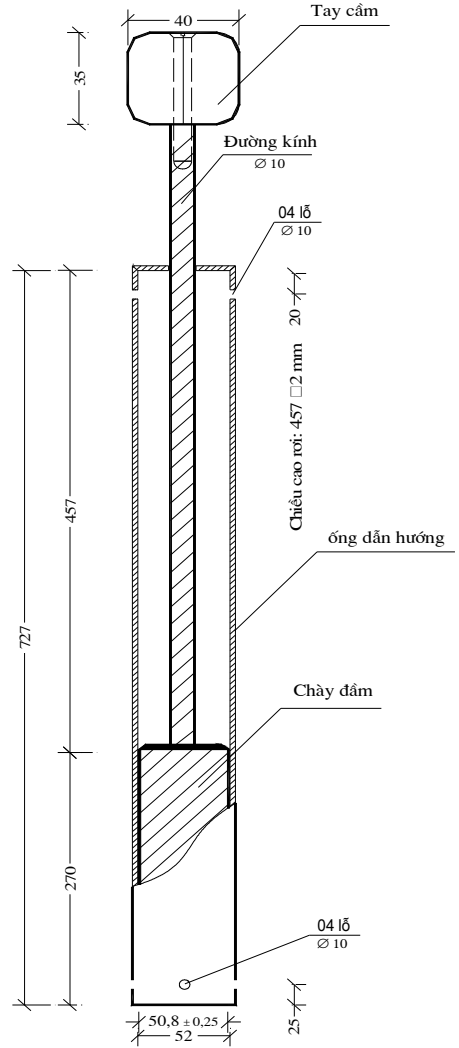
Ghi chú: Kích thước trên bản vẽ là mm

Hình 2. Chày đầm nén

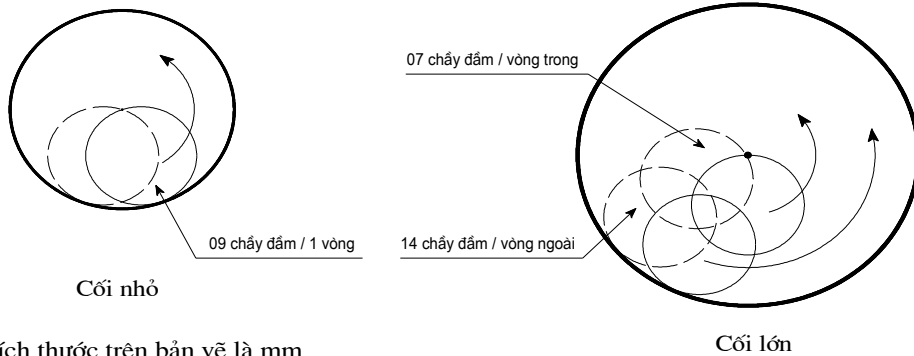
Chày tiêu chuẩn
(Sử dụng cho phương pháp đầm nén I)



Chày cải tiến
(Sử dụng cho phương pháp đầm nén II)



Hình 3. Sơ đồ bố trí chày đầm



Ghi chú: Kích thước trên bản vẽ là mm

- Mẫu được lấy ở hiện trường hong khô bằng gió hoặc sấy ở nhiệt độ 50°C sau đó làm to, sàng đất qua sàng 4.75 hoặc 19mm tùy theo yêu cầu thí nghiệm.

- Khối lượng mẫu cần thiết: Với phương pháp I-A, II-A lấy 15kg (3kg x 5 cối), với phương pháp I-D, II-D lấy 35 kg (7kg x 5 cối)

- Tạo ẩm cho mẫu: Lấy lượng mẫu đã chuẩn bị chia thành 5 phần tương đương nhau, mỗi phần mẫu được trộn đều với một lượng nước thích hợp để được loạt mẫu có độ ẩm cách nhau một khoảng nhất định sao cho giá trị độ ẩm đầm chặt tốt nhất tìm được sau khi thí nghiệm nằm trong khoảng giữa 5 giá trị độ ẩm tạo mẫu. Đánh số mẫu vật liệu từ 1 đến 5 theo thứ tự độ ẩm mẫu tăng dần, cho các phần mẫu đã trộn ẩm vào thùng kín để ủ mẫu với thời gian ủ mẫu khoảng 12 giờ. Với vật liệu đá dăm cấp phối, đất cát thời gian ủ mẫu khoảng 4 giờ.

* **Ghi chú:** Việc chọn giá trị độ ẩm tạo mẫu đầu tiên và khoảng độ ẩm giữa các mẫu có thể như sau:

+ Với đất loại cát: bắt đầu từ độ ẩm 5%, khoảng giữa các mẫu từ 1% đến 2%

+ Với đất loại sét: bắt đầu từ độ ẩm 8%, khoảng giữa các mẫu từ 2% (với đất sét pha) hoặc từ 4% đến 5% (với đất sét)

+ Với cấp phối đá dăm: bắt đầu từ độ ẩm 1.5%, khoảng giữa các mẫu từ 1% đến 1.5%.

4) Tiến hành thí nghiệm

- Cho đất vào cối đã được lắp đặt đầy đủ, đầm theo từng lớp quy định của phương pháp đã chọn. Căn cứ vào số lớp quy định theo phương pháp đầm nén để điều chỉnh lượng vật liệu đầm 1 lớp cho phù hợp sao cho chiều dày của mỗi lớp sau khi đầm tương đương nhau và tổng chiều dày của mẫu sau khi đầm cao hơn cối đầm khoảng 10 mm.

- Quy định: Khi đầm phải được đặt trên nền đất vững chắc trong phòng thí nghiệm được quy định là tấm bê tông có khối lượng không nhỏ hơn 91kg. Ngoài hiện trường được đặt trên mặt cầu, mặt cống bản và mặt đường.

Chu trình đầm phải rải đều.

- Sau khi đầm xong cần thận thoá rời thân trên, để nguyên thân chính và đế cối sau đó dùng dao gạt phẳng đất đến bề mặt thân chính

Cân toàn bộ mẫu đất, thân chính và đế cối được m_1

Gọi m_2 là khối lượng của thân chính và đế cối

V_0 là thể tích lòng trong của thân cối chính (l)

$$\text{Dung trọng ẩm } \gamma_w = \frac{m_1 - m_2}{V_0}$$

- Kịch mẫu ra khỏi cối, lấy một lượng đất vừa đủ ở giữa mẫu đất cho vào hộp nhôm để xác định độ ẩm W

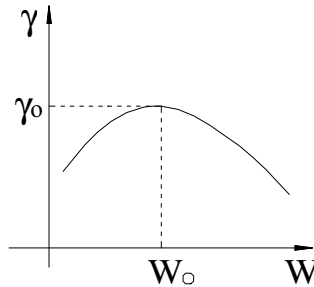
$$\text{Dung trọng khô} \quad \gamma_k = \frac{\gamma_w}{1 + 0.01W}$$

Chú thích: Mỗi lần thí nghiệm phải xác định độ ẩm của đất. Đối với đất loại cát cần lấy mẫu xác định độ ẩm trước khi đầm nén, đối với đất loại sét sau khi cân xong lấy đất ở phần giữa của mẫu đất đã đầm để xác định độ ẩm.

Tiếp tục thí nghiệm như vậy với ít nhất là 5 mẫu đất, mẫu sau có độ ẩm lớn hơn mẫu trước là 2%, nếu thấy khối lượng thể tích khô tăng dần sau đó giảm dần thì mới thôi.

5) Xử lý số liệu

Từ thí nghiệm ta xác định được các độ ẩm W_i tương ứng với các γ_i . Vẽ biểu đồ đường cong đầm nén bằng cách nối gần đúng nhất có thể với các điểm.



6) Một số chú ý

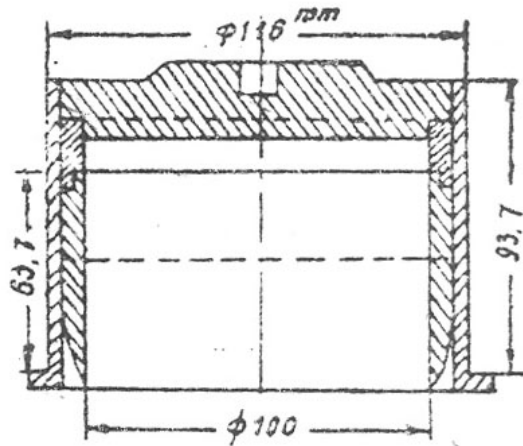
- γ_{\max} và W_{opt} phụ thuộc vào loại đất và công đầm nén
- Công đầm nén tiêu chuẩn 600kN.m/m^3 tương ứng với thiết bị lu (6 — 8)T. Công đầm nén cải tiến 2700kN.m/m^3 tương ứng với thiết bị lu (10 — 16)T
- Nếu công đầm nén tiêu chuẩn cho $\gamma_{\max} = 1$ thì công đầm nén cải tiến cho $\gamma_{\max} = 1.06$ — 1.12
- Độ ẩm tốt nhất theo phương pháp cải tiến nhỏ hơn theo phương pháp tiêu chuẩn (2 — 8)%
- Chú ý: Với vật liệu là đá, sỏi ... ta dùng thí nghiệm Proctor cải tiến còn thí nghiệm Proctor tiêu chuẩn chỉ áp dụng với vật liệu đất.
- Tiến hành hiệu chỉnh khi tỷ lệ hạt quá cỡ lớn hơn 40% lượng hạt nằm trên sàng 4.75mm đối với phương pháp I-A, II-A và lớn hơn 30% lượng hạt nằm trên sàng 19m đối với phương pháp I-D và II-D.

§3. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ CHẶT NGOÀI HIỆN TRƯỜNG

I. Phương pháp dao dai, đốt côn

- 1) **Mục đích:** Xác định độ chặt hay dung trọng ẩm bằng dao dai và xác định độ ẩm bằng cách đốt côn
- 2) **Phạm vi áp dụng:** Chỉ dùng với đất hạt mịn không lẫn nhiều chất hữu cơ, dùng trong những công tác nghiên cứu hoặc các công trình quan trọng.
- 3) **Thiết bị thí nghiệm:**

- Một bộ dao dai
- Búa đóng
- Cân kỹ thuật
- Dao gạt đất
- Các dụng cụ khác



4) Tiến hành thí nghiệm

- Đặt dao dai có phần miệng vát lên trên vị trí cần thí nghiệm
- Đặt mũ dao lên trên, dùng búa đóng đều để dao lún sâu vào trong đất cho đến khi đất ngập đầy dao thì dừng lại.
- Đào đất xung quanh dao lấy nguyên cả dao dai đầy đất lên, gạt bằng hai đầu rồi đem cân xác định khối lượng

$$G_{\text{Đất}} = G_{\text{Đất+dao}} - G_{\text{Dao}}$$

$$V_{\text{Dao}} = V_{\text{Đất}}$$

$$\text{Dung trọng ẩm} \quad \gamma_w = \frac{G_{\text{đất}}}{V_{\text{đất}}}$$

- Xác định độ ẩm bằng phương pháp sấy hoặc đốt côn

$$\text{Xác định dung trọng khô} \quad \gamma_k = \frac{\gamma_w}{1 + 0.01W}$$

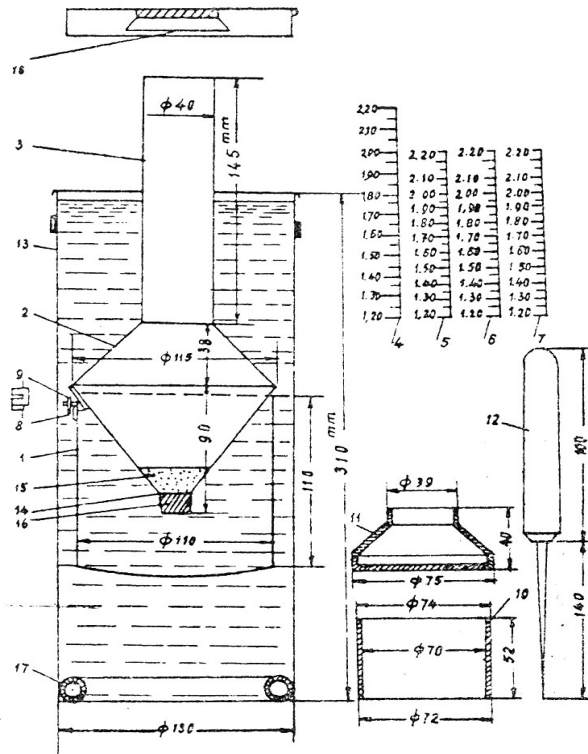
- Sau đó đem so sánh γ_k đã tính được với độ chặt tiêu chuẩn tìm được bằng thí nghiệm Proctor để xem đã đầm nén đến độ chặt yêu cầu hay chưa.

- **Ưu điểm:** Độ chính xác cao
- **Nhược điểm:** Mất nhiều thời gian và tốn kém

II. Phương pháp sử dụng phao Covalep (Phương pháp nhanh)

1) **Phạm vi sử dụng:** Chỉ dùng với đất hạt mịn, đất không lẫn sỏi sạn, không dùng với đất sét béo

2) **Thiết bị thí nghiệm:**



1. Thùng; 2. Phao bằng đồng thau
3. ống phao; 4, 5, 6, 7 các thang đo
8. Móc; 9. Miếng đồng; 10. Dao đai
11. Phễu; 12. Dao gạt đất; 13. Vỏ thùng
14. Các viên chì; 15. Vách ngăn;
16. Nút phao; 17. ống cao su;
18. Đế

3) **Tiến hành thí nghiệm**

❖ Xác định γ_w :

Lấy mẫu đất bằng dao đai cho toàn bộ đất trong dao đai vào trong bình nổi, thả bình nổi vào trong thùng đựng nước sạch. Đọc dung trọng ẩm của đất ở thang thứ nhất có ký hiệu γ_w .

❖ Xác định γ_k

- Đổ toàn bộ đất ở bình nổi vào bình đo

- Cho thêm nước vào bình đo đến khoảng 2/3 bình, dùng dao khuấy cho đất tan hết trong nước và không khí nổi lên hết trên mặt nước. Chờ 2 ~10 phút tùy theo loại đất cho các hạt còn lơ lửng lắng hết xuống đáy.

- Lắp bình đo và bình nổi thả toàn bộ thiết bị vào bình đựng nước tránh không để đất ở trong bình đo tràn hết ra ngoài

- Đọc γ_K trên một trong ba thang tùy loại đất

Thang có vạch 2.7 dùng cho đất sét

Thang có vạch 2.65 dùng cho đất á sét

Thang có vạch 2.6 dùng cho đất á cát

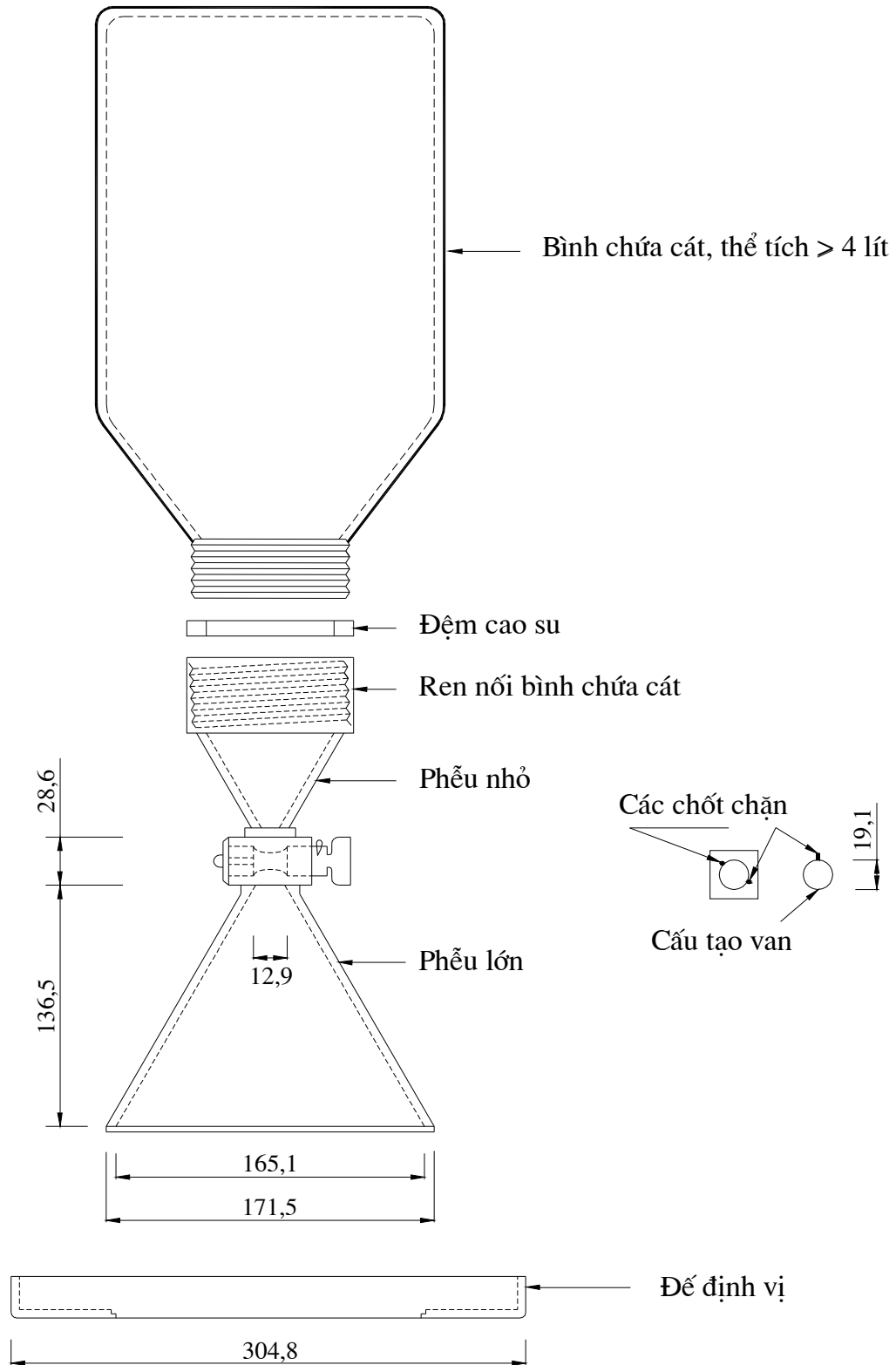
Xác định W
$$W = \frac{\gamma_w - \gamma_K}{\gamma_K}$$

- **Ưu điểm:** Nhanh
- **Nhược điểm:** Độ chính xác kém hơn phương pháp đầu nên dùng để kiểm tra sơ bộ hoặc kiểm tra nhanh các công trình nền đường.

III. Phương pháp rót cát

1. **Phạm vi áp dụng:** Áp dụng được đối với tất cả đất cũng như đá
2. **Thiết bị thí nghiệm:**

Hình 1. Bộ dụng cụ phễu rót cát



Ghi chú: Kích thước trong bản vẽ là mm

3. Chuẩn bị thí nghiệm

- Cát dùng thí nghiệm phải khô, sạch, không kết vón có kích cỡ hạt trong khoảng (0.075 ~ 2)mm theo AASHTO, (0.5 ~ 1)mm theo TCVN

- Xác định dung trọng của cát:

+ Cho cát vào đầy bình, cân toàn bộ thí nghiệm bình và cát được G_1 (kg) và khoá van

+ Chọn một mặt thật phẳng, đặt đĩa đế. Đặt toàn bộ thí nghiệm lên đĩa đế, mở van cho cát chảy xuống đĩa đế. Khi cát ngừng chảy đóng van lại, cân thiết bị và cát còn lại được G_2 (kg)

+ Dung trọng của cát chảy qua lỗ có đường kính 2/3 inch được xác định:

$$\gamma_{\text{cát}} = \frac{G_1 - G_2}{V_{\text{pneu}}} = G_1 - G_2 \quad (\text{g/l})$$

4) Tiến hành thí nghiệm

- Cho cát vào trong bình, đóng van, cân toàn bộ thiết bị và cát được G_3 (kg)

- Đặt đĩa đế lên vị trí cân xác định độ chặt, gim chặt đĩa đế

- Đặt đĩa đế lên vị trí mặt đất đã được làm phẳng, tiến hành đào hố ở trong lòng của đĩa đế sao cho không làm phá hoại kết cấu đất ở trong thành hố, nạo vét sạch hố cho tất cả đất vừa đào được vào bao ni lông tránh rơi vãi và buộc chặt để tránh bốc hơi đem cân được $G_{\text{đất}}$

- Đặt thiết bị lên đĩa đế, mở van cho cát chảy xuống để đào chờ đến khi cát ngừng chảy thì đóng van lại, cân toàn bộ thiết bị và cát còn lại được G_4

$$\text{Thể tích của hố đào: } V_{\text{hố}} = \frac{G_3 - G_4}{\gamma_c} - V_{\text{pneu}} (= 1)$$

$$\text{Dung trọng ẩm của đất: } \gamma_w = \frac{G_{\text{đất}}}{V_{\text{ho}}} \quad (\text{g/ml})$$

- Lấy một lượng đất vừa đủ đi xác định W của đất

$$\gamma_k = \frac{\gamma_w}{1 + 0.01W}$$

Chú ý: Đối với đá dăm tiêu chuẩn không dùng rót cát nếu dùng thì phải có màng cao su, ni lông để cát không chảy vào khe rỗng.

Ngoài ra còn có các phương pháp: Cân trong nước, sử dụng thiết bị có màng mỏng, phương pháp dùng chất đồng vị phóng xạ ...

§4 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH HỆ SỐ SỨC CHỊU TẢI CỦA ĐẤT NỀN (CBR)

I. Ý nghĩa CBR

CBR: Californica Bearing Ratio

CBR: Biểu thị sức chịu tải của đất nền được dùng trong tính toán kết cấu áo đường theo phương pháp AASHTO

- CBR được tính bằng phần trăm giữa lực kháng lại biến dạng của đất nền với lực kháng lại biến dạng của mẫu đá dăm tiêu chuẩn ở 0.1 inch hoặc 0.2 inch

Hoặc CBR được tính bằng phần trăm theo tỷ số giữa lực tác dụng lên mẫu và lực tiêu chuẩn để ấn một mũi xuyên ngập tới độ sâu (0.1 ~ 0.2) inch ở tốc độ 0.05 inch/phút

Lực tiêu chuẩn là giá trị được thí nghiệm trên mẫu đá dăm tiêu chuẩn của phòng thí nghiệm Califoocnia.

$$CBR = \frac{P(0.1) \text{ hoặc } P(0.2) \text{ của đất}}{P'(0.1) \text{ hoặc } P'(0.2) \text{ của DDTC}} \times 100(\%)$$

$$P'(0.1) = 1000 \text{ psi} = 69 \text{ daN/cm}^2$$

$$P'(0.2) = 1500 \text{ psi} = 103 \text{ daN/cm}^2$$

- Mục đích:

- Xác định SCT của đất các loại và cốt liệu đất khi chúng được đầm chặt trong phòng tại độ ẩm tốt nhất và mức độ chặt khác nhau

- Thí nghiệm này giúp chúng ta xác định được chất lượng của vật liệu sử dụng làm nền, móng đường ngoài ra còn được sử dụng để đánh giá cường độ của kết cấu đường ô tô và sân bay trong một số phương pháp thiết kế có sử dụng thông số cường độ theo CBR

II. Thiết bị thí nghiệm:

* Thiết bị:

- Cối CBR (khuôn chế tạo mẫu)

+ Cối dưới (thân chính): Đường kính trong 152.4mm, H = 177.8mm

+ Cối trên H = 51mm

+ Đế cối là một tấm thép được khoét sâu với đường kính thích hợp (bằng đường kính ngoài của thân cối cộng thêm một khoảng dung sai) để dễ cố định với thân cối khi lắp, tại vùng khoét sâu được đục các lỗ nhỏ đường kính 1.6mm để nước dễ thấm vào mẫu khi ngâm trong nước.

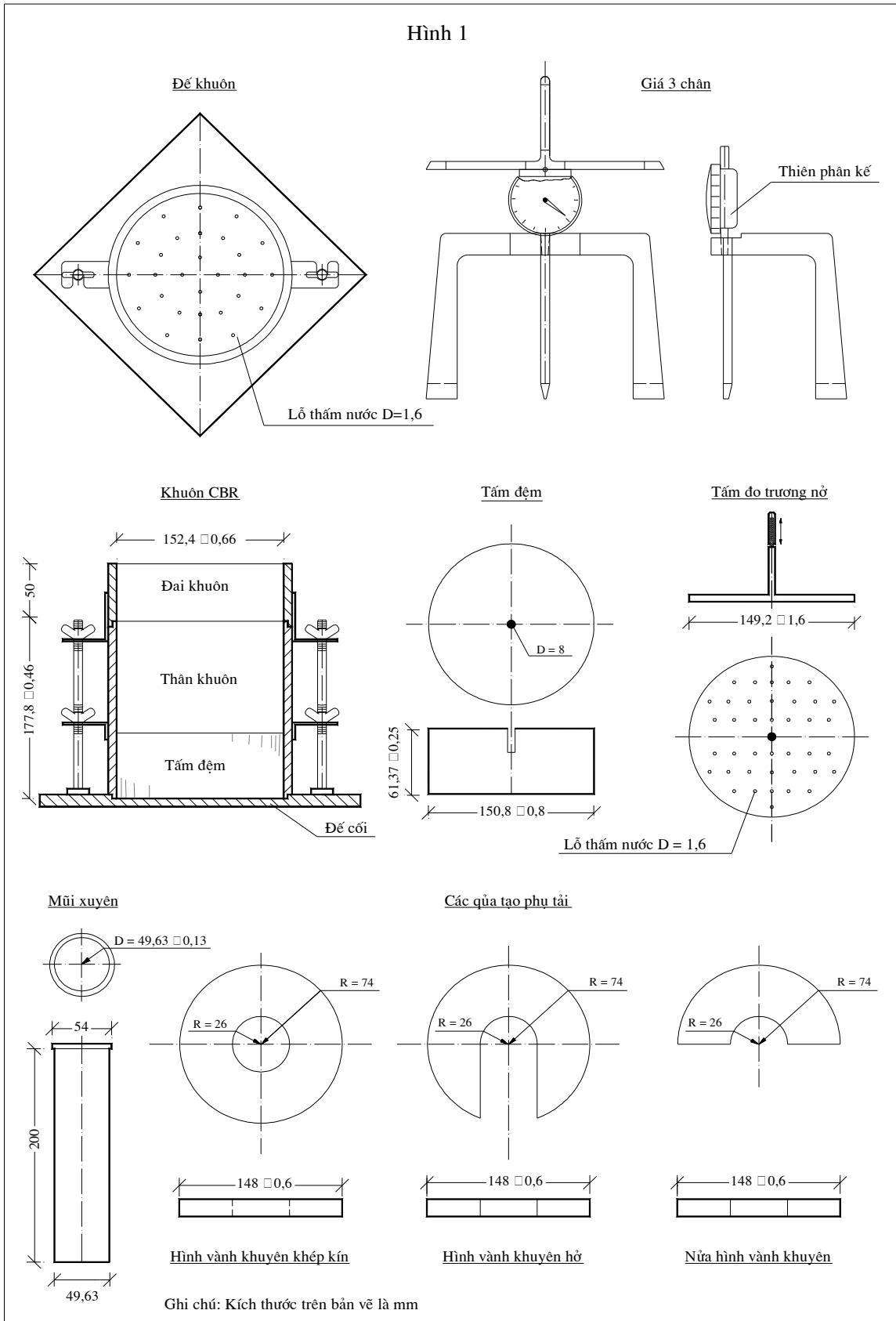
+ Đĩa đệm: D = 150.8mm, H = 61.4mm

- Đầm: Theo quy trình đầm nén tiêu chuẩn

- Bộ phận ngâm mẫu: Bể chứa nước để sao cho mực nước ngập trên mặt mẫu tối thiểu 25mm.

- Tấm đo độ trương nở là một đĩa bằng đồng hình tròn đường kính 149.2 ± 1.6 mm trên đĩa có đục các lỗ nhỏ đường kính 1.6mm ở giữa có gắn một trục vuông góc với đĩa và có vít điều chỉnh được chiều cao của trục.
- Giá đỡ thiên phân kế là giá kim loại kiểu 3 chân hoặc loại có chức năng tương tự dùng để gắn đồng hồ thiên phân kế và có thể đặt vừa lên trên miệng cối
- Tấm gia tải: Hình vành khuyên hoặc hình bán nguyệt
 - + Hình vành khuyên : $D_{ngoài} = 149.2 \pm 1.6$ mm, $D_{trong} = 54$ mm, $m = 2.27$ kg
 - + Hình bán nguyệt: $m = 1.13$ kg
- Pittông nén hình trụ $d = 50$ mm, chiều dài tối thiểu 102mm có thể điều khiển được tốc độ
- Một số dụng cụ khác: tủ sấy, giấy thấm ...

Hình 1



III. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

- Mẫu lấy ở hiện trường hong khô bằng gió hoặc sấy ở nhiệt độ 50°C
- Lấy khoảng 35kg đất đã hong khô và sàng qua sàng 19mm đem làm thí nghiệm Proctor để xác định γ_{\max} và W_{opt} mục đích là để tìm ra giá trị độ ẩm tốt nhất làm cơ sở đầm tạo mẫu CBR và giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất làm cơ sở xác định giá trị độ chặt đầm nén K của mẫu CBR

- Lấy 25kg đất đã hong khô đem làm thí nghiệm CBR
- + Trộn mẫu vật liệu với lượng nước tính toán sao cho độ ẩm của mẫu đạt được giá trị độ ẩm tốt nhất.

- + Lắp khuôn, đặt đĩa phân cách và cho một tờ giấy lọc (được cắt bằng đường kính của đĩa đệm) lên trên tấm đĩa đệm

- + Đất đem thí nghiệm được chia làm 3 phần, mỗi phần khoảng 7kg và làm 3 mẫu thí nghiệm. Mỗi mẫu thí nghiệm được chia làm 3 lớp (đầm bằng chày đầm tiêu chuẩn theo phương pháp I) hoặc 5 lớp (bằng chày đầm cải tiến theo phương pháp II).

Mẫu 1: Đầm 10 chày/lớp

Mẫu 2: Đầm 30 chày/lớp

Mẫu 3: Đầm 65 chày/lớp

Cần chú ý sao cho chiều dày các lớp sau khi đầm bằng nhau, chiều cao mẫu sau khi đầm cao hơn cốt khoảng 10mm

- + Sau khi đầm xong thì tháo thân cốt trên ra, dùng dao gạt đất thừa đến bề mặt thân cốt chính.

- + Đặt một tờ giấy thấm lên trên bề mặt mẫu, tháo thân chính ra khỏi đế cốt, lộn ngược cốt tháo đĩa đệm sao cho mặt mẫu tiếp xúc với mặt giấy thấm.

- + Lấy mẫu vật liệu rời (ở chảo trộn) trước và sau khi đầm để xác định độ ẩm. Độ ẩm của mẫu được tính bằng trung bình cộng của 2 giá trị độ ẩm trước và sau khi đầm

- + Xác định khối lượng thể tích khô của mẫu

- Tiến hành ngâm mẫu:

- + Đặt tờ giấy thấm lên trên bề mặt mẫu, lắp tấm đo trương nở đặt lên mặt mẫu và đặt các tấm gia tải bao gồm tấm hình vành khuyên và 2 tấm hình bán nguyệt lên trên bề mặt mẫu.

- + Đặt giá đỡ thiên phân kế có gắn đồng hồ thiên phân kế để đo trương nở lên trên miệng cốt. Điều chỉnh để chân đồng hồ đo trương nở tiếp xúc ổn định với đỉnh của trục tấm đo trương nở. Ghi lại số đọc trên đồng hồ ký hiệu là S_1 (mm)

- + Cho mẫu vào bể nước để ngâm mẫu duy trì mực nước trong bể luôn cao hơn mặt mẫu 25mm trong thời gian khoảng 96h. Sau thời gian ngâm mẫu ghi lại số đọc trên đồng hồ đo trương nở là S_2 (mm)

$$\text{Độ trương nở} = \frac{h}{h_{bd}} \times 100\%$$

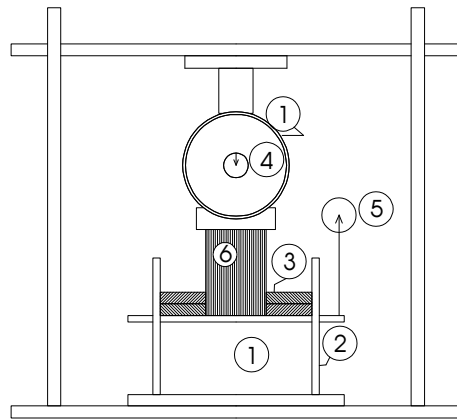
$h_{bd} = 116.43 \text{ mm}$: Chiều cao ban đầu của mẫu

$h = S_1 - S_2$: Độ thay đổi chiều cao sau khi ngâm

+ Vớt mẫu ra khỏi bể ngâm để trong khoảng 15 phút dùng khăn thấm khô nước trên bề mặt mẫu ta được mẫu hoàn chỉnh để thí nghiệm

+ Độ trương nở của đất đánh giá độ ổn định nước của đất không được sử dụng vật liệu có độ trương nở lớn hơn 4%.

IV. Tiến hành thí nghiệm



1. Mẫu đất
2. Khuôn
3. Các tấm gia tải
4. Đồng hồ đo lực
5. Đồng hồ đo biến dạng
6. Pittông n?n
7. Vòng ứng bi?n

- Đặt các tấm gia tải lên mặt mẫu, để tránh hiện tượng lớp vật liệu mềm yếu trên mặt mẫu có thể chèn vào lỗ của tấm gia tải, đặt tấm gia tải hình vành khuyên khép kín lên mặt mẫu sau đó đặt mẫu lên bàn nén. Bật máy để cho đầu bàn nén tiếp xúc với mặt mẫu và gia lực lên mẫu khoảng 44N sau đó tiếp tục đặt hết các tấm gia tải bằng với số tấm gia tải sử dụng khi ngâm mẫu

- Duy trì lực đầu nén tác dụng lên mặt mẫu là 44N, lắp đồng hồ đo biến dạng tiến hành điều chỉnh số đọc của đồng hồ đo lực và đồng hồ đo biến dạng về điểm 0)

- Gia tải: Bật máy để cho đầu nén xuyên vào mẫu với tốc độ quy định 1.27mm/phút (0.05inch/phút). Trong quá trình máy chạy tiến hành ghi chép giá trị lực nén tại các thời điểm xuyên vào mẫu: 0.64; 1.27; 1.91; 2.54; 3.75; 5.08 và 7.62mm, 10.16mm; 12.7mm (0.25; 0.05; 0.075; 0.1; 0.15; 0.2; và 0.3 inch; 0.4inch; 0.5inch)

- Tháo mẫu: sau khi nén xong chuyển công tác về vị trí hạ mẫu, bật máy để hạ mẫu về vị trí ban đầu, nhắc mẫu ra và tháo mẫu.

- Xác định độ ẩm của mẫu sau khi ngâm

V. Xử lý số liệu

- Vẽ biểu đồ quan hệ giữa áp lực nén và chiều sâu ép lún

- Dựa vào đồ thị quan hệ áp lực nén và chiều sâu ép lún xác định các giá trị lực nén ứng với chiều sâu ép lún 2.54mm (kí hiệu là P_1) và 5.08mm (ký hiệu là P_2)

$$CBR_1 = \frac{P_1}{69} \times 100(\%)$$

$$CBR_2 = \frac{P_2}{103} \times 100(\%)$$

trong đó:

CBR_1 là giá trị CBR tính với chiều sâu ép lún 2.54mm (0.1inch), %

CBR_2 là giá trị CBR tính với chiều sâu ép lún 5.08mm (0.2inch), %

P_1 là áp lực nén trên mẫu thí nghiệm ứng với chiều sâu ép lún 2.54 mm, daN/cm²

P_2 là áp lực nén trên mẫu thí nghiệm ứng với chiều sâu ép lún 5.08 mm, daN/cm²

69 là áp lực tiêu chuẩn ứng với chiều sâu ép lún 2.54 mm

103 là áp lực tiêu chuẩn ứng với chiều sâu ép lún 5.08 mm

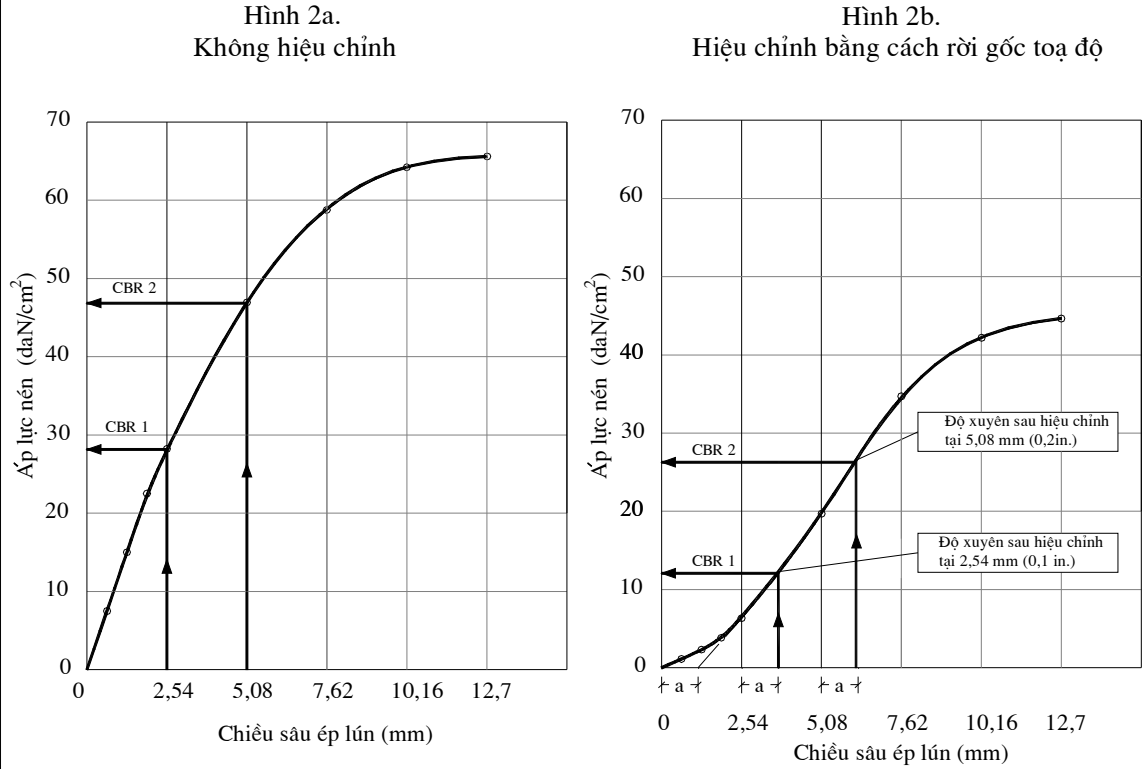
- Xác định CBR của mẫu thí nghiệm: Giá trị CBR_1 được chọn là CBR của mẫu khi $CBR_1 \geq CBR_2$. Nếu $CBR_2 \geq CBR_1$ phải làm lại thí nghiệm nếu làm thí nghiệm đến 3 lần giá trị không thay đổi thì lấy CBR_2 làm CBR của mẫu thí nghiệm

- Xác định chỉ số CBR của vật liệu: Vẽ đồ thị quan hệ CBR - độ chặt K căn cứ kết quả xác định CBR của 3 mẫu và hệ số đầm nén K tương ứng vẽ đường cong quan hệ CBR và K (Hình vẽ)

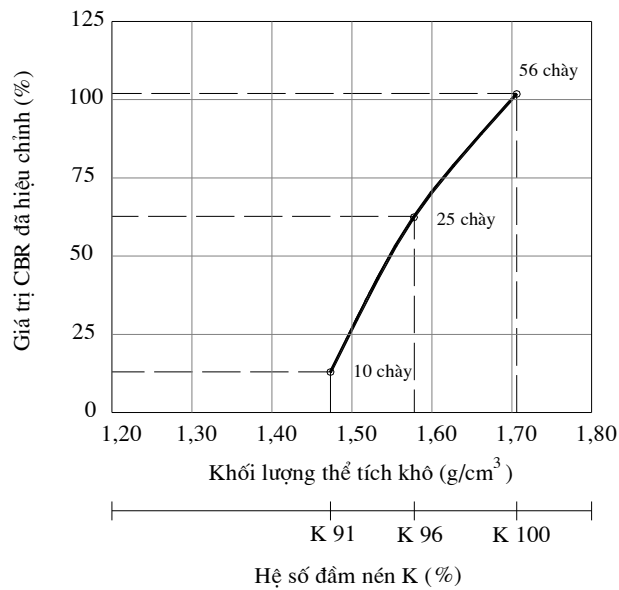
1. Tương ứng mẫu đất sử dụng 10 chày/1lần
2. Tương ứng với mẫu đất sử dụng 30 chày/1lần
3. Tương ứng với mẫu đất sử dụng 65 chày/1lần

CBR chỉ dùng để xác định áo đường mềm theo AASHTO

Hình 2. Biểu đồ quan hệ áp lực nén - chiều sâu ép lún



Hình 3. Biểu đồ quan hệ giữa CBR và khối lượng thể tích khô



MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CBR

TÊN ĐƠN VỊ THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM
PHÒNG THÍ NGHIỆM LAS-XD□ .

SỐ :.....□ □ ./2006/ LAS XD -

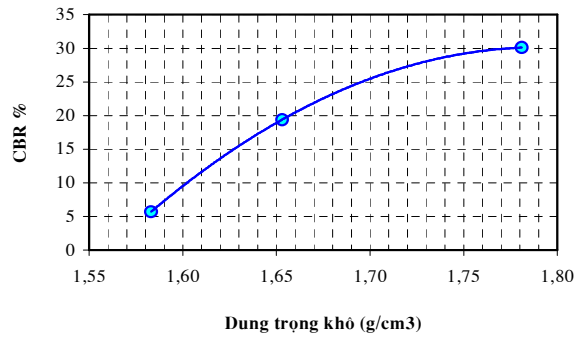
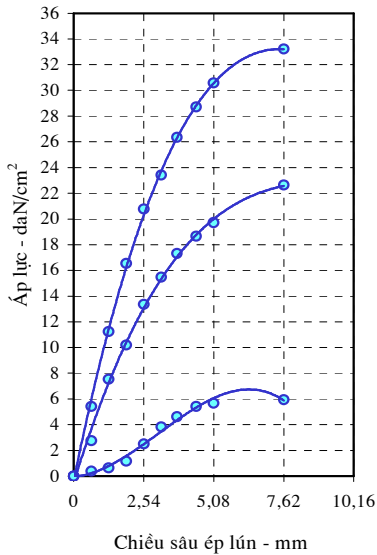
BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CBR

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| 1. Đơn vị yêu cầu: | 2. Công trình: |
| 3. Nguồn gốc mẫu: | 4. Phạm vi sử dụng: |
| 5. Ngày gửi mẫu: | 6. Ngày thí nghiệm: |
| 7. Quy trình: 22 TCN 332-06 | 8. Số hiệu mẫu: |

M1	M2	M3
----	----	----

Kết quả thí nghiệm

Chiều sâu ép lún		Số chày / lớp											
		M1-10 chày				M2-30 chày				M3-65 chày			
		Số đọc	áp lực (daN/cm ²)	CBR (%)	CBR h. chỉnh	Số đọc	áp lực (daN/cm ²)	CBR (%)	CBR h. chỉnh	Số đọc	áp lực (daN/cm ²)	CBR (%)	CBR h. chỉnh
in	mm												
0,025	0,64	1,0	0,4			10,0	2,8			20,0	5,4		
0,050	1,27	2,0	0,6			28,0	7,5			42,0	11,2		
0,075	1,91	4,0	1,2			38,0	10,2			62,0	16,5		
0,100	2,54	9,0	2,5	3,6	3,9	50,0	13,4	19,4	19,4	78,0	20,8	30,1	30,1
0,125	3,18	14,0	3,8			58,0	15,5			88,0	23,4		
0,150	3,75	17,0	4,6			65,0	17,3			99,0	26,3		
0,175	4,45	20,0	5,4			70,0	18,7			108,0	28,7		
0,200	5,08	21,0	5,7	5,5	5,7	74,0	19,7	19,1	19,1	115,0	30,6	29,7	29,7
0,300	7,62	22,0	5,9			85,0	22,6			125,0	33,2		
KL thể tích khô, g/cm ³		1,583				1,653				1,781			
Độ ẩm chế bị, %		19,1				19,2				19,7			
Độ trương nở, %		0,32				0,34				0,37			



Khối lượng thể tích khô lớn nhất = **1,70 (g/cm³)**
 Độ ẩm tốt nhất = **18,8 (%)**
 CBR (%) tại K = 1,00 là 22,0
 K = 0,95 là 12,5
CBR (%) tại K = 0,98 là 19,4

Hà nội, ngày□ .tháng□ □ năm 2006

Đơn vị thực hiện thí nghiệm
(Ký tên, đóng dấu)

Phòng LAS-XD□
(Ký tên, đóng dấu)

Người thí nghiệm:
(Ký tên)

Người kiểm tra:
(Ký tên)

§ 5. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI CỦA ĐẤT NỀN E_0

I. THÍ NGHIỆM TRONG PHÒNG

1. Thí nghiệm nén nở hông tự do

- Mẫu thí nghiệm là mẫu hình trụ được lấy nguyên dạng từ nền đường trong điều kiện độ ẩm bất lợi nhất hoặc mẫu cũng có thể được chế tạo ở trong phòng

- Cho mẫu lên máy nén với bản ép có đường kính $d = 5\text{cm}$, lực nén là lực nén tĩnh. Tăng tải một cấp cho đến trị số ($2 \sim 2.5$) daN/cm^2 và chờ cho tới khi biến dạng của mẫu coi như dừng (biến dạng còn $0.01\text{mm}/5\text{phút}$). Đọc số trên đồng hồ đo biến dạng được λ_1

- Nhả tải hoàn toàn và theo dõi sự phục hồi của biến dạng như dừng, đọc số đo trên đồng hồ đo biến dạng được λ_2

Biến dạng đàn hồi $\lambda = \lambda_1 - \lambda_2$

Trị số môđun đàn hồi được xác định bằng công thức:

$$E_{\text{tn}} = \frac{pH}{\lambda} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

Trong đó:

H: Chiều cao mẫu (cm)

p: áp lực tác dụng lên mẫu khi nén

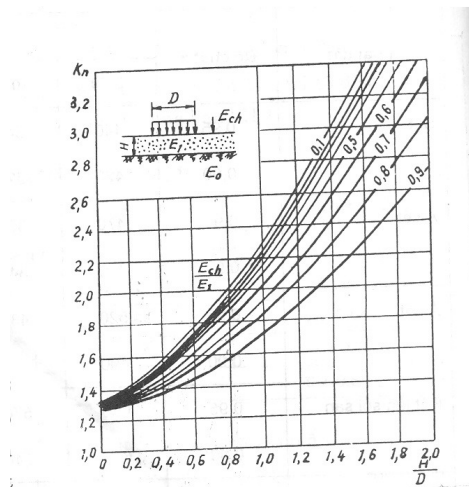
λ : Biến dạng đàn hồi tương ứng với áp lực p

E_{dh} sử dụng phải là kết quả trung bình ít nhất của 3 mẫu thí nghiệm cùng một loại đất, cùng độ ẩm và độ chặt.

Môđun đàn hồi của đất nền được đưa ra tính toán

$$E_0 = K_n \times E_{\text{dh}}$$

K_n : Hệ số chuyển đổi được xác định bằng toán đồ II.2 trong phụ lục 2 TCVN 4054-98



Hình II.2. Toán đồ để xác định hệ số K_n trong công thức II.1 (các ký hiệu như trên sơ đồ tính)

2. Thí nghiệm nén hạn chế nở hông

Xác định theo phương pháp ép lún có hạn chế nở hông bằng máy nén đòn bẩy nhất là trong trường hợp đất kém dính không đúc được mẫu để ép theo cách nở hông tự do.

a) Thiết bị thí nghiệm

- Máy nén đòn bẩy
- Khuôn hình trụ có kích thước 15 x 15 cm
- Tấm ép có đường kính $D = 5\text{cm}$
- Và một số dụng cụ khác

b) Chuẩn bị mẫu

- Đất được lấy nguyên dạng từ nền đường trong điều kiện độ ẩm bất lợi nhất hoặc cũng có thể được chế bị ở trong phòng.

- Trộn đều đất với nước chia làm 3 ~ 4 lần để đổ vào khuôn, mỗi lần đều dùng chày sắt đâm chặt tốt nhất nên tạo mẫu cao hơn mặt khuôn 2cm sau đó dùng dây thép con cắt bằng mặt khuôn để đặt tấm ép khi thí nghiệm.

c) Tiến hành thí nghiệm

- Gia tải từ 3 ~ 4 cấp cho đến 2 ~ 2.5 daN/cm². Ở mỗi cấp gia tải chờ cho biến dạng coi như dừng, đọc số đọc trên đồng hồ đo biến dạng được λ_{1i}

- Nhả tải chờ cho sự phục hồi của biến dạng coi như dừng đọc được trên đồng hồ đo biến dạng là λ_{2i}

(Các cấp áp lực là 0.5 - 1.0 — 1.5 — 2.0 — 2.5 daN/cm²)

- Xác định được các biến dạng đàn hồi λ_i ở các cấp lực khác nhau sau đó vẽ được biểu đồ quan hệ giữa biến dạng đàn hồi và áp lực

$$E_{dh} = \frac{H}{4} \times \frac{PD(1-\mu^2)}{\lambda} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

Trong đó:

λ : Biến dạng đàn hồi ở cấp lực cuối cùng

μ : Hệ số Poatxong $\mu = 0.35$ đối với nền đất

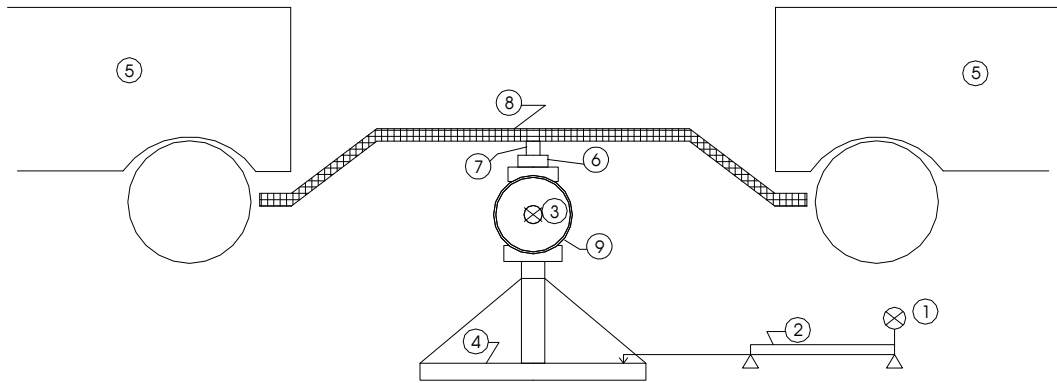
P: áp lực tác dụng

D: Đường kính tấm ép $D = 5\text{cm}$

II. Thí nghiệm ngoài hiện trường

1. Dụng cụ thí nghiệm

- Một xe tải chuyên dụng hoặc hai xe 10T
- Đồng hồ đo lực
- Đồng hồ đo biến dạng
- Tấm ép tĩnh
- Cân Benkenman



Trong đó:

- 1 . Đồng hồ đo biến dạng
2. Cân benkenman
3. Đồng hồ đo lực
4. Tấm ép tĩnh
5. Thùng sau của xe ô tô
6. Kịch thuỷ lực
7. Pittông của kịch
8. Giá đỡ

2. Tiến hành thí nghiệm

- Tác dụng lực lên tấm ép tĩnh cũng bằng cách gia tải từ 3 ~ 4 cấp cho đến (2 ~ 2.5) daN/cm² giống như trong thí nghiệm nén hạn chế nở hông ở trong phòng cũng xác định được biến dạng đàn hồi ở cấp tải lớn nhất

$$\text{Modun đàn hồi} \quad E_0 = \frac{H}{4} \times \frac{PD(1 - \mu^2)}{\lambda}$$

D: Đường kính tấm ép tĩnh D = 60cm

μ : Hệ số Poatxong $\mu = 0.35$ đối với nền đất

§6. GIỚI THIỆU CÁC THÍ NGHIỆM XUYÊN

I. THÍ NGHIỆM XUYÊN TĨNH CPT (CONE PENETRATION TEST)

1. Nguyên lý

Xuyên tĩnh tức là dùng một lực tĩnh để ấn một mũi xuyên hình nón có kích thước nhất định vào trong đất với một tốc độ không đổi. Khả năng chống lại lực xuyên của đất đặc trưng bằng sức kháng đơn vị mũi xuyên gọi tắt là sức kháng mũi xuyên ký hiệu là q_c . Giá trị q_c càng lớn thì độ bền của đất càng cao

2. Phân loại

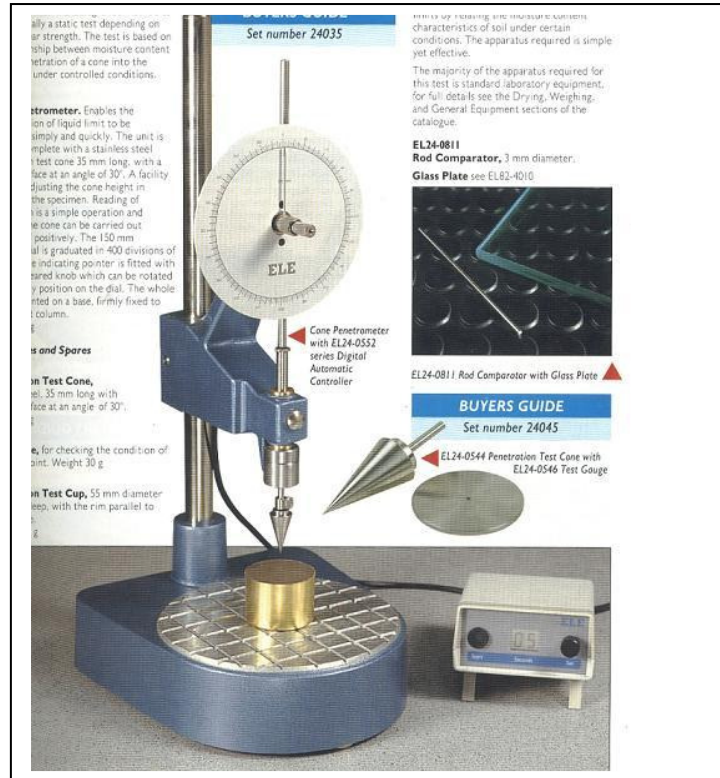
- Theo nguyên lý vận hành phân thành: xuyên tay (các thao tác thực hiện bằng tay, lực nén được tạo ra qua một hệ thống bánh răng — thanh răng) khi chiều sâu khảo sát không lớn và xuyên máy (khi thao tác và lực nén đều thực hiện qua hệ thống thủy lực)

- Theo cách thức truyền thông tin và ghi kết quả đo phân thành xuyên cơ học và xuyên điện

3. Dụng cụ thí nghiệm

- Đầu xuyên : gồm mũi xuyên và măng sông (vỏ bọc) đo ma sát.
- Mũi xuyên là một bộ phận cuối cùng của đầu xuyên có dạng hình nón, góc nhọn mũi xuyên từ 60° — 90° , mũi xuyên gồm các dạng sau:
 - + Mũi xuyên cố định : Khi mũi xuyên chuyển động đồng thời với các bộ phận khác của đầu xuyên và cần xuyên.
 - + Mũi xuyên di động: Khi thí nghiệm xuyên chỉ có mũi xuyên chuyển động còn các bộ phận khác của đầu xuyên và cần ngoài vẫn đứng yên.
 - + Mũi xuyên đơn giản: Là loại mũi xuyên mà phía trên nón là hình trụ có đường kính đáy bằng đường kính đáy mũi xuyên
 - + Mũi xuyên có áo bọc: Loại mũi xuyên mà phía trên nón có áo bọc có chiều dài lớn hơn đường kính đáy mũi xuyên
- Măng sông (vỏ bọc): Đo ma sát là một đoạn ống thép dài 133.7mm có diện tích xung quanh là 150 cm^2 dùng để đo ma sát đơn vị của đất trên thành lỗ xuyên, thường ký hiệu là f_s
 - Hệ thống cần xuyên gồm hai loại cần:
 - Cần ngoài: là các đoạn ống rỗng dùng để ấn định hướng xuyên xuống đất và bảo vệ hệ thống cần trong hoặc cáp điện
 - Cần trong là những đoạn thép đặc, hình vuông dùng để ấn mũi xuyên xuống đất.
 - Hệ thống tạo lực nén: là những thanh xi lanh và piston để tạo ra lực nén tĩnh. Với thiết bị xuyên tay diện tích xi lanh thủy lực là 10 cm^2 còn trong xuyên máy diện tích này là 20 cm^2

- Hệ thống đo và ghi kết quả thường là các đồng hồ đo áp lực. Dựa vào các số đọc, ghi được người ta tính ra được sức kháng mũi xuyên và ma sát đơn vị trên thành lỗ xuyên
- Hệ thống neo giữ ổn định cho thiết bị xuyên trong quá trình thí nghiệm



4. Tiến hành thí nghiệm

- Chỉnh thiết bị xuyên tĩnh về vị trí cân bằng, trục của xuyên phải trùng với phương thẳng đứng
- Tùy theo thiết bị xuyên mà việc xuyên có thể được thí nghiệm liên tục (xuyên điện) hay gián đoạn (trong xuyên cơ học — cứ khoảng 20cm người ta lại đọc số liệu một lần)
- Khi sử dụng đầu xuyên không có vỏ bọc đo ma sát người ta ấn cần và đầu xuyên xuống vị trí cần thí nghiệm. Sau đó ấn cần trong cho mũi xuyên xuyên vào đất một khoảng 4cm để xác định sức kháng mũi xuyên q_c . Ấn tiếp cần ngoài và đầu xuyên xuống một khoảng nhỏ hơn 20cm (thường là 16cm) để xác định tổng sức kháng xuyên thí nghiệm lặp lại cho đến độ sâu kết thúc.
- Khi sử dụng đầu xuyên có vỏ bọc đo ma sát người ta cũng ấn cần và đầu xuyên xuống vị trí cần thí nghiệm, sau đó ấn cần trong cho mũi xuyên vào đất khoảng độ 4 cm để xác định sức kháng mũi xuyên q_c . Số đọc trên áp lực kế lúc này ký hiệu là X, ấn tiếp cần trong để mũi xuyên và vỏ bọc đo ma sát đi sâu vào trong một khoảng 4cm nữa nhằm

xác định tổng sức kháng của mũi xuyên và ma sát của đoạn vỏ bọc đo ma sát. Số đọc trên áp lực kế lúc này được ký hiệu là Y. Cuối cùng ấn cần ngoài để mũi xuyên đóng lại, thí nghiệm được lặp lại cho đến khi kết thúc điểm xuyên.

- Các giá trị đọc được là những giá trị ổn định trên áp lực kế, cần loại trừ các giá trị đột biến trong quá trình thí nghiệm.

5. Kết quả thí nghiệm

- Sức kháng mũi xuyên q_c là sức kháng của đất tác dụng lên mũi xuyên và được xác định bằng cách chia lực tác dụng thẳng đứng Q_c cho tiết diện đáy mũi xuyên A_c

$$q_c = \frac{Q_c}{A_c} \text{ (MPa)}$$

Giá trị q_c trong xuyên tay chính bằng số đọc X trong xuyên máy, sẽ bằng 2X

- Ma sát đơn vị f_s là sức kháng của đất tác dụng lên bề mặt của vỏ bọc đo ma sát của mũi xuyên và xác định bằng cách chia lực tác dụng lên bề mặt của vỏ bọc Q_c cho diện tích bề mặt của vỏ bọc đo ma sát A_s :

$$f_s = \frac{Q_c}{A_s} \text{ (MPa)}$$

Tri số f_s trong xuyên tay được tính từ các số đọc X, Y theo công thức:

$$f_s = \frac{1}{15}(Y - X)$$

Trong xuyên máy:

$$f_s = \frac{1}{7.5}(Y - X)$$

- Chỉ số ma sát R_f là tỷ số giữa ma sát đơn vị và sức kháng mũi xuyên ở cùng một độ sâu thí nghiệm, tính bằng %

$$R_f = \frac{f_s}{q_c} * 100\%$$

Trong phương pháp thí nghiệm xuyên không liên tục cứ 20 cm người ta lại đọc số liệu một lần, từ đó sẽ tính được các giá trị của q_c và f_s tại các chiều sâu khác nhau từ đó vẽ được biểu đồ xuyên tĩnh. Từ đó có thể phân định khá chính xác ranh giới giữa các lớp đất trong khu vực khảo sát và nếu có nhiều điểm xuyên người ta sẽ lập được các mặt cắt địa chất gần đúng của đất qua đó sẽ định hướng cho việc tính toán và thiết kế nền móng công trình.

6. Phạm vi áp dụng: Dùng cho đất dính

II. THÍ NGHIỆM XUYỀN TIÊU CHUẨN SPT (STANDARD PENETRATION TEST)

1. Nguyên lý:

Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn được tiến hành bằng cách dùng một lực động do một quả búa có trọng lượng 63.5kg rơi ở một độ cao nhất định 76.2 cm đập vào ống mẫu tiêu

chuẩn làm cho ống mẫu tiêu chuẩn ngập vào trong đất một chiều sâu nhất định 30cm. Số lần đập búa gọi là chỉ số xuyên tiêu chuẩn SPT (N). Đất càng chặt, càng cứng thì số lần đóng để ống mẫu tiêu chuẩn ngập vào trong một khoảng nhất định càng cao, dựa vào số lần đóng này người ta có thể phán đoán được trạng thái và một số đặc trưng cơ học của đất.

2. Dụng cụ thí nghiệm: Gồm hai bộ phận chủ yếu

- Đầu xuyên: là một ống thép gồm mũi xuyên, ống chẻ mẫu (là hai nửa hình bán nguyệt, có ren ở hai đầu để nối với mũi xuyên và đầu nối) và đầu nối

- Bộ búa đóng dùng để tạo năng lượng đóng mũi xuyên vào đất gồm quả búa, bộ gấp và cần dẫn hướng

+ Quả búa hình trụ tròn xoay bằng thép có lỗ ở chính tâm để có thể rơi trượt tự do theo thanh dẫn hướng

+ Bộ gấp là bộ phận dùng để nâng hạ búa một cách tự động đúng quy định

+ Cần dẫn hướng để định hướng rơi của quả búa gồm có đe và thanh dẫn hướng: Đe là một đế thép tiếp nhận năng lượng rơi của búa truyền xuống mũi xuyên thông qua hệ thống cần khoan. Thanh dẫn hướng có đường kính phù hợp với đường kính lỗ ở giữa búa và có cấu tạo đặc biệt giúp cho bộ gấp nhả búa đúng lúc đạt độ cao rơi quy định.

3. Tiến hành thí nghiệm

Tại mỗi điểm thí nghiệm SPT phải thực hiện các công việc sau:

- Khoan tạo lỗ đến độ sâu thí nghiệm và rửa sạch đáy lỗ khoan.

Việc khoan có thể được tiến hành bằng phương pháp khoan xoay hay guồng xoắn, đường kính lỗ khoan phải đủ lớn (55 ~ 163mm) để giữ thành lỗ khoan ổn định có thể dùng dung dịch sét hay ống vách

Việc làm sạch đáy lỗ khoan có thể được tiến hành bằng sự tuần hoàn của dung dịch khoan

- Lắp bộ búa đóng, kiểm tra bộ gấp và thanh dẫn hướng

- Chọn điểm chuẩn và đo trên cần khoan ba đoạn liên tiếp mỗi đoạn 15cm phía trên điểm chuẩn

- Đóng búa

- Đếm và ghi số búa cần thiết để mũi xuyên ngập trong đất từng đoạn 15cm đã vạch trước trên cần khoan, phải ghi lại số búa cần thiết cho 15cm vượt quá 50cm hay 100cm theo yêu cầu thiết kế

- Sau khi đã đếm và ghi đủ số búa ứng với độ ngập sâu 45cm của mũi xuyên tiến hành cắt đất bằng cách xoay cần khoan, rút mũi xuyên lên mặt đất.

- Tháo ống chẻ mẫu, quan sát và mô tả đất chứa trong đó, chọn mẫu đất đại diện bảo quản mẫu để đem về thí nghiệm một số chỉ tiêu như độ ẩm, thành phần hạt, trọng lượng thể tích.

4. Kết quả thí nghiệm:

- Tại mỗi điểm thí nghiệm SPT, chỉ số N được tính là tổng số búa của 30 cm xuyên sau cùng của mũi xuyên.

- Chỉ số này phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như trạng thái bề mặt của ống mẫu, độ cao mực nước ngầm, độ mài mòn của mũi xuyên, đặc điểm về hình dáng và sự phân bố các lỗ thoát trên đầu xuyên, thời gian dừng khoan và lấy mẫu, độ cứng của cần nối với ống mẫu, sự thiếu chính xác của việc đếm và đo độ sâu ... vì vậy thường phải điều chỉnh số liệu đếm được trong quá trình thí nghiệm.

R. Terzaghi và R. Peck đã đưa ra những hệ số điều chỉnh đối với các số đọc N' cho lớp cát mịn nằm dưới mực nước ngầm như sau:

$$N = 15 + 0.5(N' - 15)$$

5. Phạm vi áp dụng

- Áp dụng đối với đất rời và một ít đất dính
- Đất càng cứng N càng lớn và khi $N > 50$ thì dừng lại

CHƯƠNG 2

MỘT SỐ THÍ NGHIỆM VỀ CỐT LIỆU DÙNG TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG

§1 XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU MÀI MÒN VÀ VA ĐẬP CỦA CỐT LIỆU ĐÁ BẰNG THÍ NGHIỆM LOG ANGELES

1. Mục đích

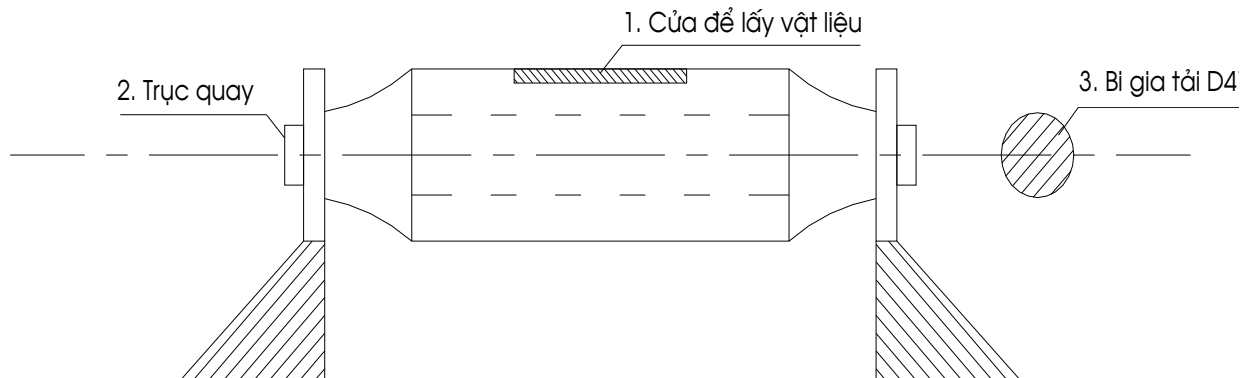
- Xác định cường độ chống mài của đá được biểu thị bằng độ hao mòn do va đập. Từ đó xác định được chất lượng của vật liệu đá và phân loại đá.

2. Khái niệm

Độ hao mòn LA là mức độ vỡ hạt của đá dăm do tác dụng va đập của các hòn đá với nhau và tác dụng va đập của hòn bi thép tác dụng lên hòn đá dăm.

3. Thiết bị thí nghiệm

- Thùng quay Log — Angeles



- Thùng quay bằng kim loại có đường kính 711mm, hình trụ dài 508mm, thùng hình trụ này được lắp lên 2 giá quay quanh một trục nằm ngang được điều khiển bằng động cơ điện với tốc độ 30 ~ 33 vòng / phút.

- Thùng quay có cửa sổ để cho mẫu vào, nắp đậy được thiết kế để cho mặt trong bằng phẳng sao cho khi quay không bị rơi nắp hoặc tiếp xúc khi thí nghiệm.

- Bộ sàng : Mất sàng 37.5 ~ 25.4 ~ 19 ~ 12.5 ~ 9.5 ~ 6.3 ~ 4.75 ~ 1.7 mm

- Cân kỹ thuật

- Tủ sấy

- Bi thép nặng (390 ~ 445)g, đường kính 47mm (46.8mm).

4. Chuẩn bị mẫu

- Mẫu đá được rửa sạch, sấy khô ở 110⁰C, sàng qua các sàng quy định. Lượng mẫu lấy để thí nghiệm phụ thuộc vào thành phần hạt đem thí nghiệm và được xác định như sau:

Bảng thành phần cỡ hạt và khối lượng mẫu

Kích cỡ hạt (mm)		Loại cốt liệu						
Lọt qua	Sốt lại	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			
Số viên bi gia tải		12	11	8	6	12	12	12

5. Tiến hành thí nghiệm

- Cho mẫu vào thùng quay với khối lượng các viên bi gia tải quy định, điều khiển cho thùng quay với tốc độ (30 ~33) vòng/phút

❖ Quay 500 vòng với cốt liệu loại A, B, C, D

❖ Quay 1000 vòng với cốt liệu loại E, F, G

- Sau đó lấy hết cốt liệu ra sàng qua sàng 1.68mm (sàng có rửa nước), lấy toàn bộ lượng sót trên sàng đem sấy khô và cân được khối lượng m_1 (g)

- Gọi khối lượng mẫu ban đầu đem thí nghiệm là m_0
- Chỉ số Los Angeles kí hiệu là LA

$$LA = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\%$$

- LA đặc trưng cho cường độ chống mài mòn và va đập của cốt liệu
- LA phụ thuộc vào loại mặt đường, lớp kết cấu mặt đường và cường độ xe chạy trên đường

❖ *Đánh giá mức độ đồng đều về mặt cường độ chống mài mòn và va đập*

- Cho cốt liệu và bi vào thùng quay, quay 100 vòng với cốt liệu loại A, B, C, D và quay 200 vòng với cốt liệu E, F, G
- Lấy cốt liệu và bi ra sàng trên sàng 1.68mm và không rửa nước, cân lượng sót lại trên sàng được khối lượng m_1' .

$$\text{Xác định được chỉ số } LA_{100} \text{ và } LA_{200} = \frac{m_0 - m_1'}{m_0} \times 100(\%)$$

- Tiếp tục cho cốt liệu và bi vào trong thùng quay nốt 400 vòng còn lại (400 vòng với cốt liệu loại A, B, C, D ; 800 vòng với cốt liệu loại E, F, G)
- Lấy cốt liệu ra và sàng qua sàng 1.68 mm có rửa nước, sau đó sấy khô và cân được khối lượng m_2'

$$\text{Xác định được chỉ số } LA_{500} \text{ và } LA_{1000} = \frac{m_0 - m_2'}{m_0} \times 100(\%)$$

$$\text{So sánh trị số } \frac{LA_{100}}{LA_{500}} \leq 0.2 \quad ; \quad \frac{LA_{200}}{LA_{1000}} \leq 0.2$$

thì cốt liệu được coi là đồng đều về mặt cường độ chịu mài mòn và đập

§2. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU MÀI MÒN SỬ DỤNG THIẾT BỊ MICRODEVAL

1) *Phạm vi áp dụng*: Sử dụng thùng quay Microdeval với các hạt cốt liệu <14mm (Tiêu chuẩn Pháp).

2) *Thiết bị thí nghiệm* (Hình vẽ)



- Thùng quay Deval có tốc độ 30 vòng/phút gồm một bộ bốn ống quay đường kính 200 mm; chiều cao có ích 154 mm, chiều dày thành ống 34mm

- Bốn ống được đặt trên một trục nằm ngang. Mặt trong ống hoàn toàn nhẵn, nắp ống bằng thép dày 8mm và có gioăng kín

3) *Chuẩn bị mẫu*

- Mẫu được rửa sạch đem sấy khô và cân với khối lượng 500g/1ống

Kích cỡ cốt liệu (mm)	Khối lượng gia tải g/1 ống
4 — 6.3	200
6.3 - 10	400
10 - 14	500

4) *Tiến hành thí nghiệm*

- Cho mẫu vào trong ống sau đó đậy nắp lại cho mô-tô quay 10.000 vòng với tốc độ quay 30 vòng/phút

- Do cường độ hao mòn đối với một số loại cốt liệu khi khô và khi có nước là khác nhau nên có thể làm thí nghiệm Microdeval khô hoặc ướt. Nếu làm thí nghiệm ướt thì cho thêm 2.5l nước vào bốn ống.

- Sau khi quay xong lấy cốt liệu ra, sàng qua sàng 1.68 mm có rửa nước, sấy khô cốt liệu đến độ ẩm không đổi sau đó đem cân. Hệ số Microdeval ký hiệu là

$$\text{MDE} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100(\%)$$

Trong đó:

m_0 : Khối lượng ban đầu, g

m_1 : Khối lượng sót lại trên sàng, g

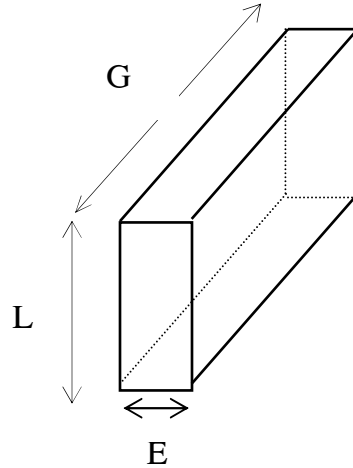
* Nhận xét: Cùng một loại đá $LA > MDE$; $LA \neq MDE$ khác nhau ở chỗ: Trong thí nghiệm Deval có sự vỡ hạt hay bị bào mòn thành bột của các viên đá là do các viên đá với nhau còn trong thí nghiệm LA thì còn có thêm sự va đập mài mòn của các viên bi với các viên đá và chiếm khối lượng chính. Do vậy hệ số LA lớn hơn nhiều hệ số MDA đối với cùng loại đá.

- LA sử dụng nhiều kích cỡ đá
- MDE sử dụng từng loại kích cỡ đá
- Phân loại đá: Bảng phân loại cốt liệu đá

Cấp đá	LA(%)	MDE(%)
A Tốt	< 15	10
B	20	15
C	25	20
D Xấu	30	25
E	40	30

§ 3 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH HỆ SỐ HẠT DẸT CỦA CỐT LIỆU

1) Khái niệm



- Hàm lượng hạt dẹt không được lớn hơn một trị số quy định để đảm bảo khả năng chịu lực đồng đều của cốt liệu.
- Hạt dẹt là hạt có chiều dài lớn hơn 3 lần bề dày của hạt
- Chiều dài L là khoảng cách lớn nhất giữa hai mặt được coi là song song của cốt liệu
- Bề dày E là khoảng cách nhỏ nhất giữa hai mặt được coi là song song của viên cốt liệu
- Độ lớn G là cỡ mắt sàng vuông nhỏ nhất mà hạt cốt liệu lọt qua
- Hệ số hạt dẹt A là tỷ lệ % giữa các hạt có $\frac{G}{E} \geq 1.58$

2) Thiết bị thí nghiệm

- Sàng vuông có kích cỡ mắt sàng: 40 — 31.5 — 25 — 20 — 16 — 12.5 — 10 — 8 — 6.3 — 5 — 4
- Sàng thanh: 20 — 16 — 12.5 — 10 — 8 — 6.3 — 5 — 4 — 3.15 — 2.5
- Cân kỹ thuật



3) Trình tự thí nghiệm

- Sàng qua hai lần sàng

+ Sàng lần 1: Sàng qua sàng vuông để phân loại mẫu thành các cỡ hạt khác nhau có kích thước từ d đến D với $D = 1.25d$

+ Sàng lần 2: Sàng cốt liệu qua sàng thanh với khe hở giữa các thanh là $d/1.58$

Hệ số hạt đẹt là tỷ lệ % của tổng khối lượng các hạt lọt qua sàng thanh so với khối lượng mẫu ban đầu

$$A = \frac{\sum KL_{\text{lọt qua sàng thanh}}}{KL_{\text{ban đầu}}} \times 100(\%)$$

§3 XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG HẠT SÉT TRONG CỐT LIỆU

1) *Khái niệm*

- Hàm lượng bụi sét là chỉ tiêu để đánh giá độ bẩn của cốt liệu được xác định bằng tỷ số giữa khối lượng các hạt bụi và sét dính bám trên bề mặt của các hạt đá và lẫn trong cốt liệu với khối lượng toàn bộ mẫu và được tính bằng (%).

2) *Dụng cụ thí nghiệm*

- Thùng rửa
- Cân kỹ thuật
- Tủ sấy

3) *Trình tự thí nghiệm (Phương pháp rửa)*

- Sấy khô mẫu thử đến khối lượng không đổi cân lấy khoảng 3 ~ 5 kg (tùy theo kích thước hạt lớn hay nhỏ mà lấy nhiều hay ít)

- Cho mẫu vào thùng rửa, đổ nước ngập quá mặt mẫu 20mm, ngâm trong nửa giờ. Sau đó dùng que khuấy cho bụi bẩn và đất cát rửa ra.

- Để yên trong 2 phút cho các hạt cát chìm lắng xuống rồi gạt nước đục nhưng không để các hạt cát bị cuốn theo nước ra ngoài ra, tiếp tục đổ nước vào để rửa cho đến khi nước trong thì thôi.

- Rửa xong đem toàn bộ khối lượng trong thùng sấy khô đến khối lượng không đổi sau đó đem cân xác định khối lượng mẫu sau khi rửa

(chú ý không làm mất các hạt cát nhỏ có lẫn trong mẫu) rồi cân lại

- Hàm lượng hạt sét
$$B = \frac{m - m_1}{m} \times 100(\%)$$

Trong đó:

m: Khối lượng ban đầu, g

m₁: Khối lượng mẫu sau khi rửa, g

§4 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA ĐÁ

1) *Khái niệm*

Cường độ chịu nén của đá được biểu thị khả năng chống lại lực nén vỡ của đá nguyên khai được xác định bằng phương pháp nén cho tới khi vỡ mẫu đá được gia công đúng quy định về d và h.

2) *Thiết bị thí nghiệm*

- Máy khoan, cắt mẫu
- Máy mài, cưa đá
- Máy ép thuỷ lực áp lực 100 ~ 200T
- Bình chống ẩm
- Tủ sấy
- Thước cặp

3) *Chuẩn bị mẫu* (Ba mẫu để ép khô, 3 mẫu để ép bão hoà nước)

- Chọn 6 hòn đá cỡ 20x20x20 cm trở lên để khoan
- Đặt mẫu lên giá khoan, kẹp chặt mẫu trong khi khoan tưới nước vào từ từ để làm ướt lưỡi khoan và làm cho lượng bột đá được tạo thành bị đẩy ra ngoài.
- Khoan xong đưa lên máy cưa, cưa mẫu thí nghiệm có chiều cao bằng đường kính và bằng 50 cm.

- Sau khi gia công xong, đưa mẫu vào sấy ở nhiệt độ 100 ~ 150⁰C cho đến khi khối lượng không đổi rồi đặt vào bình chống ẩm 30 phút đến 1h

- Tính toán tiết diện mẫu được đem thí nghiệm ép

4) *Tiến hành thí nghiệm*

a) *Xác định R_N ở trạng thái khô*

- Đặt mẫu lên máy nén và nén mẫu với tốc độ gia tải 5 ~ 10 daN/cm² cho đến khi mẫu bị phá hoại và ghi lại lúc vỡ mẫu
- Cường độ chịu nén khô của đá

$$R_N = \frac{P_{\max}}{F_0} \text{ (kG/cm}^2\text{)}$$

Trong đó:

P_{\max} : Tải trọng lớn nhất, tác dụng lên mẫu khi bị phá hoại (kG)

F_0 : Tiết diện ngang của mẫu (cm²)

- Trường hợp d # h

$$R_N = \frac{R'_h}{7+2d/h} \text{ (kG/cm}^2\text{)}$$

R'_N : Cường độ chịu nén của mẫu thực tế (d/h = 1)

R_N : Cường độ chịu nén của mẫu đang thí nghiệm

b) Xác định R_N ở trạng thái mẫu bão hoà nước

- Như trường hợp trên nhưng khác ở chỗ: Sau khi sấy thì lại đem ngâm mẫu ngập vào nước trong 12h và sau đó vớt mẫu ra lau khô mới ép

c) Hệ số hoá mềm: Biểu thị mức suy giảm về cường độ chịu nén của đá khi ngâm lần trong nước được xác định theo công thức c sau:

$$n = \frac{R_{BH}}{R_{kho}} < 1$$

R_{BH} : Cường độ chịu nén bão hoà nước

R_K : Cường độ chịu nén khô của đá

b) Phân cấp đá theo TCVN $d = h/2$

- Cấp I $R_N = 1000 \sim 1200 \text{ daN/cm}^2$ Đá rất cứng

- Cấp II $R_N = 800 \sim 1000 \text{ daN/cm}^2$ Đá tương đối cứng

- Cấp III $R_N = 600 \sim 800 \text{ daN/cm}^2$ Đá trung bình

- Cấp IV $R_N \leq 600 \text{ daN/cm}^2$ Đá tương đối mềm, giòn, dễ đập

§5. XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ ĐƯƠNG LƯỢNG CÁT

1) Mục đích

Chỉ số đương lượng cát hay 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.

2) Thiết bị thí nghiệm

- Ống nghiệm
- Ống rửa
- Máy lắc (có thể có)
- Bộ sàng có kích thước mắt sàng 2mm và 5mm
- Cân kỹ thuật
- Dung dịch rửa: Nước cất, glixêrin ...
- Các dụng cụ thông thường khác: tủ sấy, đồng hồ bấm giây ...

3) Tiến hành thí nghiệm

- Mẫu thí nghiệm được hong gió cho qua sàng 2mm hoặc 5mm
- Lấy khoảng 120g đó đổ qua dung dịch rửa vào trong ống nghiệm, đổ mẫu vào ống nghiệm và ngâm mẫu trong 10 phút.
- Dùng máy lắc hoặc lắc bằng tay 90 lần
- Sau đó dùng ống rửa và dung dịch rửa để lùa phần hạt bụi sét tách khỏi hạt cát khi mực nước ngang với thành ống thì rút ống rửa ra khỏi
- Để yên lắng trong khoảng 20 phút. Sau đó đo phần hạt cát lắng đọng và chiều cao toàn bộ phần hạt và phần bụi sét lắng đọng trên.

$$ES = \frac{h_2}{h_1} \times 100(\%)$$

ES 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.

- Chú ý: Mẫu chỉ được hong gió (không sấy)
- Vì chiều cao h_1 thay đổi theo thời gian nên phải khống chế thời điểm lúc đọc (Để yên trong 20 phút thì đọc, không được đọc chậm hơn).
- Nhiệt độ khi thí nghiệm (20 ~ 25)^oC.

§6. XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐỘ LỚN CỦA CÁT

1) Thiết bị thí nghiệm

- Cân kỹ thuật
- Bộ sàng có kích thước mắt sàng 10 — 5 - 2.5 - 1.25 - 0.63 - 0.315 và 0.14 mm
- Tủ sấy

2) Tiến hành thí nghiệm

- Lấy khoảng 2 kg cát rời sấy ở nhiệt độ đến 105⁰C đến 110⁰C đến khối lượng không đổi

- Sàng mẫu cát qua sàng có kích thước mắt sàng 10 và 5mm
- Cân lượng cát còn sót lại trên sàng (M_{10} và M_5) và tính tỷ lệ % lượng hạt sỏi chứa trong cát có kích thước cỡ hạt (5-10) mm — S_5 và lớn hơn 10mm

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

Trong đó:

M_{10} : Khối lượng sỏi còn lại trên sàng 10mm

M_5 : Khối lượng sỏi còn lại trên sàng 5mm

M: Khối lượng mẫu thử

- Lấy 1000g cát dưới sàng có kích thước mắt sàng 5mm để xác định thành phần hạt cát không có sỏi

- Sàng mẫu thử qua bộ sàng có kích thước mắt sàng 2.5 - 1.25 - 0.63 - 0.315 - 0.014, sàng bằng tay hoặc bằng máy.

- Để kiểm tra việc sàng lác đã đạt yêu cầu hay chưa: Đặt một tờ giấy xuống dưới mỗi lưới sàng rồi sàng đều nếu không thấy cát lọt qua sàng thì thôi không sàng nữa.

- Cân lượng sót lại trên mỗi mắt sàng
- Tính toán kết quả
 - Lượng sót riêng (a_i) trên sàng có kích thước mắt i

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

Trong đó:

m_i : Khối lượng còn lại trên sàng kích thước i

m: Khối lượng mẫu thử trên sàng

- Lượng sót tích lũy A_1 trên sàng có kích thước mắt i là tổng lượng sót trên sàng có kích thước mắt sàng lớn nó hoặc bằng nó

$$A_i = a_{2.5} + a_{1.25} + \dots + a_i$$

Trong đó: $a_{2.5}, \dots, a_i$: lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt sàng từ 2.5 đến mắt sàng i

a_i : lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt sàng i

- Modul độ lớn của cát M trừ sỏi có kích thước >5 mm

$$M = \frac{A_{2.5} + A_{1.25} + A_{0.63} + A_{0.315} + A_{0.14}}{100}$$

$A_{2.5}, \dots, A_{0.14}$: Lượng sót tích lũy trên các sàng kích thước mắt sàng 2.5 - 0.14mm

CHƯƠNG III

CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU GIA CỐ CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

§1 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH KHÔ LỚN NHẤT VÀ ĐỘ ẨM TỐT NHẤT CỦA HỖN HỢP

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 cao ở 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 hỗn hợp đất gia cố, nó cũng có kết quả là ở giá trị độ ẩm tốt nhất, trị 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 độ ẩm lúc thi công.

2) Tiến hành thí nghiệm

Quá trình thí nghiệm xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tốt nhất cũng tương tự như đối 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 1h nếu dùng chất kết dính xi măng hoặc 24h 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 trên giấy kẻ ly để xác định trị số khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tốt nhất

§2 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA ĐẤT GIA CỐ

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 mẫu với diện tích của mặt chịu nén.

- Mẫu thí nghiệm có dạng hình trụ có kích thước tương tự như thí nghiệm xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tốt nhất. Mẫu được chế tạo ở độ ẩm tốt nhất, hệ số đầm nén $K = 0.95$ và được bảo dưỡng trong môi trường ẩm trong thời gian quy định.

2) Thiết bị thí nghiệm

- Các khuôn tạo mẫu
- Dụng cụ đầm nén
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0.01g
- Máy nén thủy lực 5 ~ 20T

3) Tiến hành thí nghiệm

- Chuẩn bị mẫu thí nghiệm theo giá trị độ ẩm tốt nhất, tùy theo yêu cầu về độ chặt để tạo mẫu theo quy định (thay đổi số lần đầm nén để mẫu có được độ chặt cần thiết)

- Mẫu đúc xong đem 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 độ tuổi nào.

- Tùy yêu cầu mẫu có thể đem thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên hoặc đem ngâm mẫu trong nước trong thời gian 4 ngày. (Đối với những mẫu để làm thí nghiệm ở trạng thái bão hòa nước cần ngâm vào chậu nước liên tục trong 4 ngày: Ngày đầu mực nước chỉ ngang với một nửa chiều cao mẫu còn ngày thứ hai cho mực nước ngập cao hơn mẫu 1cm. Sau khi ngâm bão hòa lấy ra lau khô bằng khăn ẩm để ngoài không khí 15 phút rồi mới đem thí nghiệm nén).

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

- Cường độ chịu nén tính theo công thức:

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

Trong đó: P_{\max} : Lực nén vỡ mẫu (daN)

F: Diện tích mặt cắt ngang mẫu (cm²)

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

$$K_m = \frac{R_{bh}}{R}$$

trong đó: K_m : Hệ số hoá mềm

R_{bh} : Cường độ chịu nén bão hòa

R: Cường độ chịu nén của mẫu khô

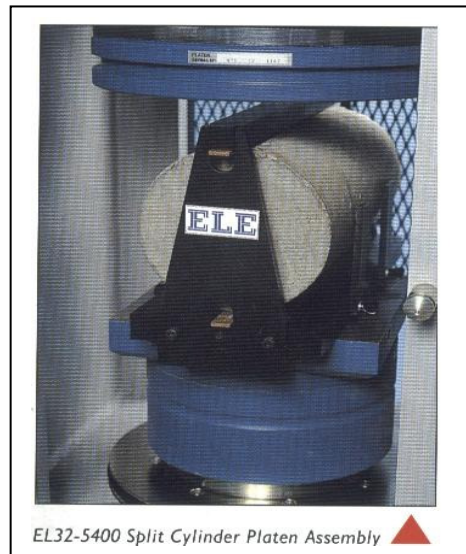
§3. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ ÉP CHẼ CỦA ĐẤT GIA CỐ

1) Khái niệm

- Cường độ ép chẻ là khả năng chống lại lực nén vỡ mẫu 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.

2) Dụng cụ thí nghiệm

- Khuôn tạo mẫu có kích thước xác định
- Các dụng cụ tạo mẫu
- Máy nén 5 ~ 20T
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0.01g



3) Tiến hành thí nghiệm

- Chuẩn bị mẫu $d = h = 5\text{cm}$; $d = h = 10\text{cm}$, đầm nén mẫu ở độ ẩm tốt nhất đến độ chặt yêu cầu.

- Mẫu đúc xong đem bảo dưỡng ở môi trường ẩm trong thời gian 7, 14, 28 ngày tùy theo yêu cầu thí nghiệm

- Mẫu đủ tuổi đem thí nghiệm ép chẻ, đặt mẫu lên bàn nén (bàn nén có chiều dài = chiều cao mẫu, chiều rộng bàn nén = 10cm). Mặt bàn nén phẳng, nén mẫu với tốc độ 3mm/ phút cho đến lúc vỡ mẫu, ghi lại giá trị lực vỡ mẫu

- Cường độ ép chẻ xác định theo công thức

$$R_{ec} = K \frac{P_x}{DH} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

trong đó:

P: lực nén vỡ mẫu khi ép chẻ, daN/cm²

D, H: Đường kính và chiều cao mẫu

$K=2/\Pi$ - đối với vật liệu chất kết dính vô cơ (coi mặt chịu chẻ là nửa diện tích xung quanh của mẫu)

§4 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO UỐN CỦA ĐẤT GIA CỐ

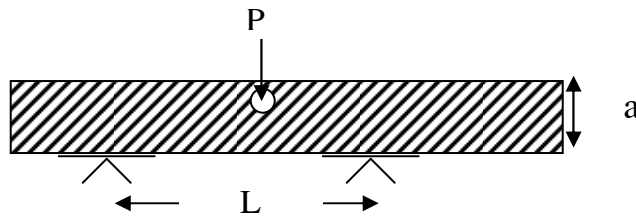
1. Khái niệm

Cường độ chịu kéo khi uốn của đất gia cố là khả năng chống lại lực kéo khi thí nghiệm uốn mẫu kiểu dầm

Mẫu thí nghiệm có kích thước 4x4x16 cm, 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 thí nghiệm

- Bộ khuôn đúc mẫu
- Dụng cụ đúc mẫu thí nghiệm (khay, bay trộn)
- Máy thí nghiệm kéo uốn



3) Tiến hành thí nghiệm

- Đất được làm toỉ vụn và cho qua sàng 5mm, trộn đất với chất kết dính theo tỷ lệ đã cho
- Cho thêm nước theo tỷ lệ có độ ẩm tốt nhất trộn đều.
- Đúc mẫu theo độ chặt yêu cầu bằng lực động hoặc lực tĩnh, mẫu đúc xong đem bảo dưỡng ở 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 lên mẫu cho tới khi mẫu bị phá hoại
- Cường độ chịu kéo uốn tính theo công thức sau:

$$R_{ku} = \frac{3PL_x}{2a^3}$$

Trong đó:

- P: lực uốn gây mẫu (daN)
- L: Khoảng cách 2 gối đỡ (cm)
- a: cạnh ngang của mẫu

§5. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI CỦA ĐẤT GIA CỐ

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 đàn hồi được biểu thị bằng chỉ tiêu môđun đàn hồi. Trị số môđun đàn hồi được xác định bằng tỷ số giữa lực tác dụng và biến dạng đàn hồi do lực đó gây ra. Môđun đàn hồi được dùng để tính toán chiều dày kết cấu áo đường.

2) Dụng cụ thí nghiệm

- Khuôn tạo mẫu
- Máy nén
- Các dụng cụ để tạo mẫu và bảo dưỡng mẫu
- Các dụng cụ khác

3) Tiến hành thí nghiệm

- 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 $d = h = 10\text{cm}$, đúc mẫu ở độ ẩm tốt nhất đến độ chặt quy định
- Bảo dưỡng mẫu trong môi trường ẩm đủ số ngày quy định
- Đưa mẫu lên máy nén, lắp bàn nén, lắp đồng hồ đo 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 lúc phá hoại (20% cường độ chịu nén). Đường kính bàn nén bằng đường kính mẫu (nén nở hông tự do) hoặc nhỏ hơn đường kính mẫu 1/4 đường kính nếu 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 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 3 lần liên tiếp nhỏ hơn 0.01mm)

- Trị số môđun đàn hồi xác định theo công thức:
 - Đường kính bàn nén nhỏ hơn đường kính mẫu (nén 1 trục nở hông tự do)

$$E_{dh} = \frac{PD}{l} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

P: Lực tác dụng trên một đơn vị diện tích

D: Đường kính mẫu

l: Biến dạng đàn hồi

- Khi đường kính bàn nén nhỏ hơn đường kính mẫu (nén cục bộ)

$$E_{dh} = \frac{\Pi PD}{4l} (1 - \mu^2) \quad (\text{daN/cm}^2)$$

μ : Hệ số nở hông, với vật liệu $\mu = 0.35$

CHƯƠNG IV CÁC THÍ NGHIỆM CƠ BẢN DÙNG CHO BTXM

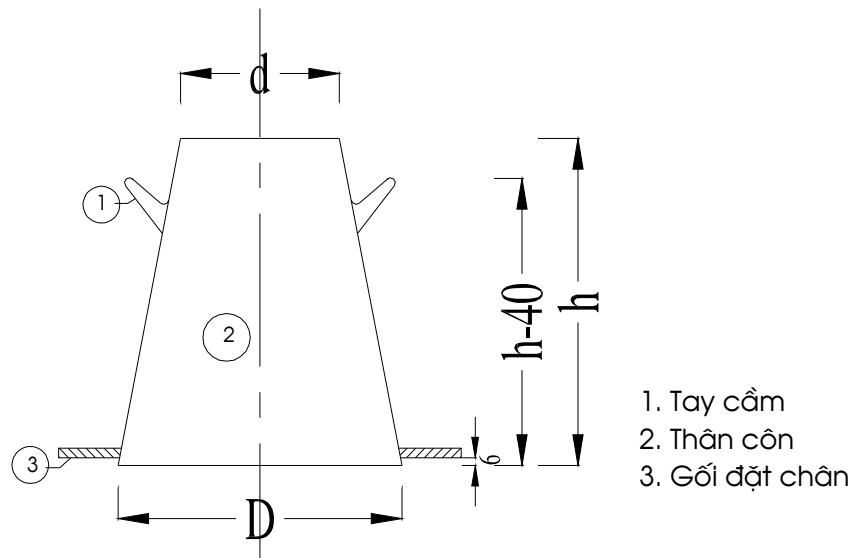
§1 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ SỤT CỦA HỖN HỢP BTXM

1) Khái niệm

- Độ sụt của hỗn hợp BTXM tính bằng cm biểu thị khả năng lưu động của hỗn hợp ngay sau khi đầm nén trong côn tiêu chuẩn.

2) Thiết bị thí nghiệm

- Côn tiêu chuẩn: Có dạng hình chóp cụt
- + Loại N₁: 100x200x300 mm
- + Loại N₂: 150x300x450 mm



- Que đầm: bằng thép tròn và tròn đầu có đường kính 16mm (TCVN) hoặc 10mm (AASHTO) dài 600mm hoặc 650mm.

- Phễu đổ hỗn hợp, thiết bị trộn, thước lá kim loại dài 30cm.

3) Tiến hành thí nghiệm

- Trộn hỗn hợp BTXM theo thành phần thiết kế
- Lấy khoảng 8lít hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu tới 40mm (loại N₁), 24lít hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất tới 70mm
- Đặt côn đã được lau sạch lên nền cứng, phẳng và không thấm nước. Đứng lên gối đặt chân để giữ cho côn cố định trong quá trình đổ và đầm hỗn hợp trong côn.
- Đổ hỗn hợp BTXM vào côn tiêu chuẩn làm 3 lớp, mỗi lớp có chiều cao bằng 1/3 chiều cao của côn.

- Sau khi đổ từng lớp dùng thanh thép tròn chọc đều trên toàn mặt hỗn hợp bê tông từ xung quanh vào giữa. Khi dùng côn N_1 chọc 25 lần/1 lớp, khi dùng côn N_2 chọc 56l/ lớp, lớp đầu chọc sâu xuống đáy lớp sau chọc xuyên tới lớp trước (2~3)cm. Ở lớp thứ 3 vừa chọc vừa cho thêm để giữ mức hỗn hợp luôn đầy hơn miệng côn.

- Sau khi đầm xong lớp thứ 3 san phẳng bằng miệng đáy trên của côn rồi từ từ rút côn theo phương thẳng đứng để hỗn hợp bê tông sụt xuống trong khoảng thời gian 5 ~10(s). Đặt côn sang bên cạnh, đo chênh lệch chiều cao giữa miệng côn với đỉnh cao nhất của khối hỗn hợp

SN = Độ chênh cao đó (cm).

- Đối với côn nhỏ SN = h (cm).

- Đối với cốt lớn SN=2/3h

- Chú ý: Thời gian từ lúc bắt đầu đổ hỗn hợp vào côn cho đến khi nhắc côn ra không được quá 150s

- Dựa vào SN người ta phân ra:

- SN = 1 cm - Bê tông khô

- SN = 1 ~ 4 cm - Bê tông vừa

- SN = 5 ~ 8 cm - Bê tông dẻo

- SN = 9 ~ 12 cm - Bê tông nhão dẻo

- SN = 13 ~ 18 cm - Bê tông nhão

* Khi dùng côn N_2 số liệu đo phải tính chuyển về kết quả đo thử theo côn N_1 bằng cách nhân với hệ số 0.67

§2 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ CÔNG TÁC CỦA BTXM

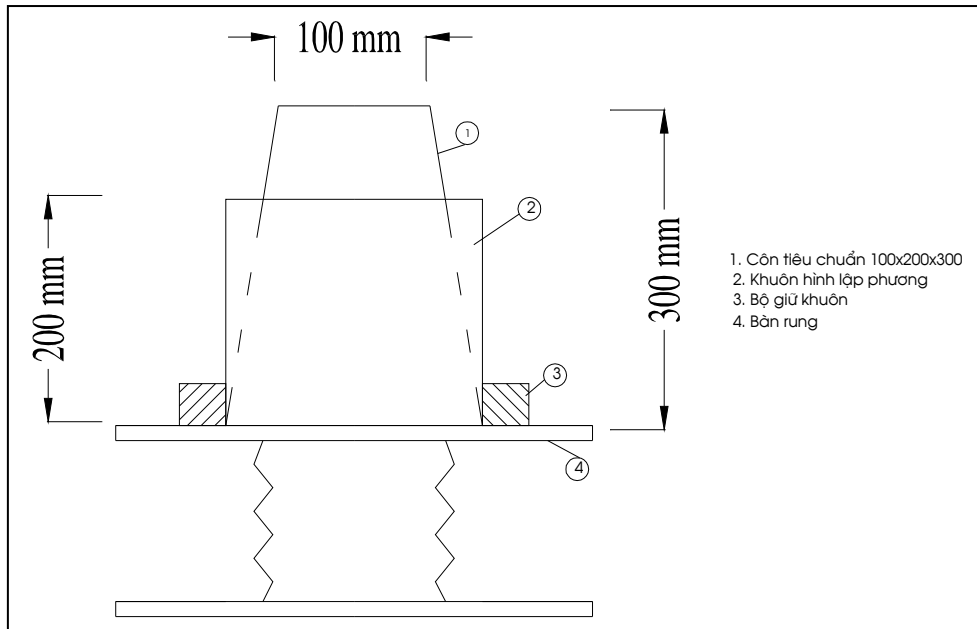
1. Khái niệm

- Độ công tác của hỗn hợp Bê tông xi măng hay còn gọi là độ cứng là đại lượng được tính bằng giây biểu thị thời gian để hỗn hợp BTXM ở trong nhớt kế tiêu chuẩn hoặc ở trong côn hình lập phương dần đều thành mặt phẳng dưới tác dụng của thiết bị rung tần số 2800 ~ 3000 vòng / phút.

- Thí nghiệm xác này áp dụng đối với loại bê tông khô tức là đối với hỗn hợp bê tông không có độ sụt hay áp dụng cho hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất tới 40mm.

3. Phương pháp dùng khuôn hình lập phương

a) Thiết bị thí nghiệm



1. Tiêu chuẩn 100x200x300 mm
2. Khuôn hình lập phương bằng thép 200x200x200 mm
3. Bộ giữ khung
4. Bàn rung

- Thiết bị rung với tần số 2800 ~ 3000 vòng/phút
- Thiết bị trộn và đầm
- Đồng hồ bấm giây

b) Tiến hành thí nghiệm

- Trộn hỗn hợp BTXM theo thành phần thiết kế. Sau đó cho vào khuôn tiêu chuẩn để trong khuôn hình lập phương thành 3 lớp và đầm giống như thí nghiệm xác định SN

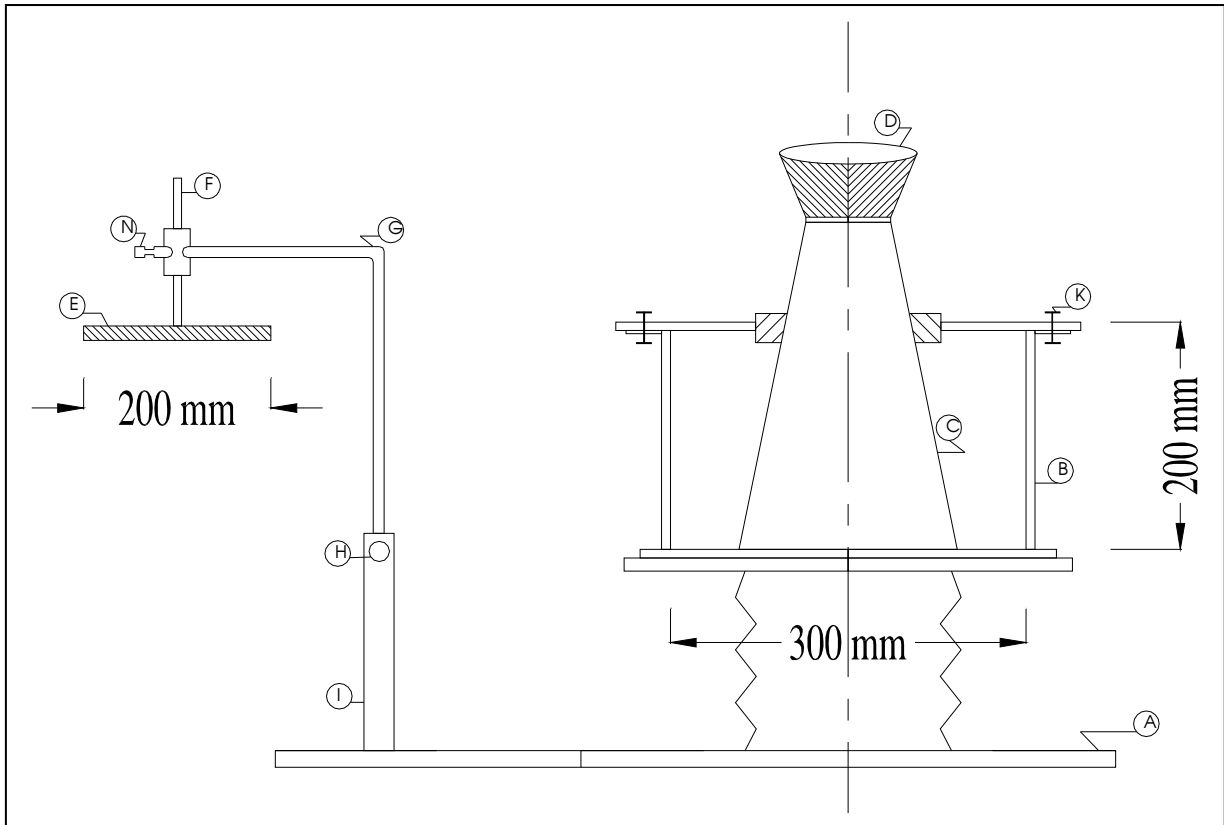
- Sau khi đầm xong và san phẳng bề mặt của côn thì nhấc côn ra và cho thiết bị rung đồng thời tính đồng hồ bấm giây khi vữa bê tông xi măng dần đều trong khuôn hình

lập phương tạo thành mặt phẳng thì dừng lại và tính thời gian. Thời gian đó chính là độ công tác của hỗn hợp BTXM.

- Để quy đổi giá trị theo nhót kế Vebe thì lấy giá trị đó nhân với 0.7

3. Phương pháp dùng nhót kế tiêu chuẩn (Nhót kế Vebe)

a) Thiết bị thí nghiệm



- Nhót kế Vebe được làm bằng thép bao gồm:

+ Một thùng hình trụ B đáy kín cao 200 mm và đường kính trong 301 mm, bên trong đặt một côn để tạo hình hỗn hợp BTXM (C) và một phễu đổ hỗn hợp D. Trên thùng đặt một đĩa mica phẳng E, đĩa này có thể trượt tự do theo phương thẳng đứng nhờ thanh trượt F gắn với một tay đỡ G. Tay đỡ này có thể quay hoặc giữ cố định bởi vít hãm H trong ống cố định I được bắt cố định với bàn rung A. Bàn rung có thể rung với tần số 2800 ~ 3000 vòng/phút. Thùng hình trụ còn có 2 thanh trượt K để kẹp chặt côn khi đầm tạo hình. Tổng khối lượng của đĩa mica E và thanh trượt F là 1000g.

- + Đồng hồ bấm giây và các thiết bị khác.

b) Tiến hành thí nghiệm

- Vệ sinh dụng cụ dùng giẻ ướt lau các phần thiết bị phải tiếp xúc với hỗn hợp BTXM trong quá trình thử.

- Kẹp chặt thùng hình trụ B vào bàn rung A sau đó đặt côn C vào thùng.
 - Đặt phễu D lên trên côn C
 - Trộn hỗn hợp BTXM theo thành phần thiết kế và cho vào côn thành 3 lớp và đầm giống như thí nghiệm xác định độ sụt.
 - Sau khi đầm xong thì tiếp tục đầm bằng đầm rung bằng cách cho thiết bị rung hoạt động cho đến nước trong BTXM chảy ra ở đáy côn thì thôi. Thời gian rung từ 5-30s.
 - Rút phễu D ra san phẳng bề mặt hỗn hợp, tháo các bộ phận kẹp côn và rút côn ra.
 - Mở vít hãm H, xoay tay đỡ G và đĩa mica vào vị trí tâm đĩa trùng với tâm thùng rồi xiết chặt vít hãm H. Từ từ mở vít hãm N hạ đĩa mica xuống mặt trên của khối hỗn hợp sau đó đồng thời bật đầm rung và bấm đồng hồ bấm giây, vừa xi măng sụt đến đâu thì thanh trượt và đĩa mica tụt xuống đến đó, theo dõi sự lún dần của cả khối hỗn hợp và đĩa mica tiến hành rung cho tới khi hồ xi măng vừa phủ kín mặt dưới của đĩa mica thì ngừng rung đồng thời tắt đồng hồ bấm giây ghi lại thời gian đo được chính là độ công tác của hỗn hợp BTXM.
 - Dựa vào độ công tác người ta chia ra:
 - + Độ công tác 180-700s - Bê tông xi măng đặc biệt cứng
 - + 30-180s - Bê tông xi măng cứng
 - + 5-30s - Bê tông xi măng dẻo
- Bê tông làm đường độ công tác = 10~20s

§3 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA BTXM

1. Khái niệm:

- Cường độ chịu nén của bê tông là khả năng chống lại lực nén của BTXM được biểu thị bằng tỷ số giữa lực nén vỡ mẫu với diện tích mặt chịu nén của viên mẫu.

2. Chuẩn bị mẫu

- Quy định về kích thước mẫu: Sử dụng mẫu hình trụ hoặc mẫu hình lập phương và yêu cầu kích thước nhỏ nhất của mẫu phải lớn hơn ba lần đường kính cỡ hạt lớn nhất của mẫu.

+ Mẫu hình lập phương 100 x 100 x 100mm, 150 x 150 x 150mm (mẫu tiêu chuẩn), 200 x 200 x 200mm

+ Mẫu hình trụ: dxh = 100 x 200mm, 150 x 300mm, 200 x 400mm

- Quy định về đầm:

- Đúc mẫu: Mẫu BTXM phải được trộn đều lấy ở giữa thùng trộn hoặc giữa mẻ bê tông vừa trộn đều sau đó đổ vào khuôn và đầm

- Nếu mẫu có độ cứng lớn hơn 20s hoặc SN < 4 cm (Bê tông khô) thì phải đầm bằng đầm rung. Đổ hỗn hợp vào khuôn thành một lớp với khuôn có chiều cao nhỏ hơn 15cm và 2 lớp với khuôn có chiều cao lớn hơn 15cm,

- Đổ xong lớp đầm thì kẹp chặt thành khuôn vào bàn rung và rung với tần số 2800-3000 vòng/phút, biên độ 0.35 ~ 0.5mm và rung cho tới khi bọt khí và hồ ximăng nổi đều. Đổ và đầm như vậy với lớp thứ hai sau đó dùng bay gạt bỏ phần thừa và san phẳng mặt mẫu.

- Nếu như độ công tác từ 10 - 20s hoặc SN = 5 ~ 9cm (Bê tông dẻo) thì có thể đầm bằng đầm rung giống như trên hoặc đầm bằng đầm dùi. Nếu đầm bằng đầm dùi thì sẽ sử dụng loại đầm có tần số 7200 vòng/phút, đường kính của dùi không được lớn hơn đường kính nhỏ nhất của mẫu.

+ Sau khi đổ xong lớp thứ nhất thì thả nhanh và thẳng dùi xuống độ sâu cách đáy khuôn 2 cm và giữ đầm ở vị trí này cho đến khi hồ xi măng nổi đều thì từ từ rút đầm lên. Sau đó đổ tiếp lớp thứ hai 2 và đầm tương tự, thả đầm dùi sâu xuống lớp dưới 2cm.

- Nếu SN > 10cm (Bê tông khô) thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành một lớp với khuôn có chiều cao nhỏ hơn hoặc bằng 10cm, hai lớp với khuôn có h = 10 ~ 20cm, ba lớp với khuôn có chiều cao h > 20cm.

+ Dùng thanh thép tròn đầu đường kính 16mm chọc đều từng lớp

+ Lớp đầu chọc tới đáy, lớp sau chọc sâu xuống lớp dưới 2cm dùng bay gạt phần bê tông thừa và san phẳng mặt mẫu

- Sau khi đúc mẫu xong thì đem bảo dưỡng cả khuôn và mẫu trong môi trường ẩm ở nhiệt độ 20°C trong thời gian ít nhất là 20h (nếu bê tông mac thấp thì thời gian gấp đôi)

- Sau thời gian bảo dưỡng sơ bộ tháo mẫu khỏi khuôn đem mẫu bảo dưỡng tiếp cho đủ số ngày 28 ngày

- Chọn hai mặt chịu nén của mẫu, dùng hồ xi măng mài hoặc làm phẳng mặt chịu nén.

3. Trình tự thí nghiệm

- Xác định diện tích mặt chịu nén của mẫu, lấy giá trị trung bình của hai mặt chịu nén

- Đặt mẫu vào máy nén rồi tăng tải liên tục với tốc độ không đổi bằng 6daN/cm² trong 1s cho đến khi mẫu bị phá hoại

$$R_N = \frac{\alpha P}{F} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

trong đó:

P: Lực nén phá hoại mẫu

F: Diện tích mặt chịu lực

α : Hệ số tính đổi để quy đổi về mẫu có kích thước chuẩn (tra bảng)

Mẫu hình lập phương				
Kích thước mẫu	100x100x100	150x150x150	200x200x200	300x300x300
α	0.91	1	1.05	1.1
Mẫu hình trụ				
Kích thước mẫu	100x200	150x300	200x400	
α	1.17	1.2	1.24	

- Trường hợp đi khoan các mẫu ngoài hiện trường mà $h/D < 2$ thì

$$R_N = \frac{\alpha\beta P}{F} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

β : Hệ số tra bảng phụ thuộc vào h/D

h/D	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
β	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94

• Kiểm tra:

- Trường hợp tổ mẫu bê tông có ba viên mẫu: So sánh R_{\max}^N và R_{\min}^N với R_N của ba viên mẫu trung bình

- + Nếu R_{\max}^N và R_{\min}^N đều lệch quá 15% so với R_N của viên mẫu trung bình thì loại bỏ cả hai kết quả lớn nhất và nhỏ nhất khi đó R_N bằng R_N của viên mẫu còn lại
- + Nếu nh R_{\max}^N và R_{\min}^N đều lệch không quá 15% so với R_N của viên mẫu trung bình thì $R_N = R_N$ của ba viên mẫu
- Trường hợp tổ mẫu bê tông có 2 viên mẫu : $R_N = R_N$ trung bình của hai viên mẫu.

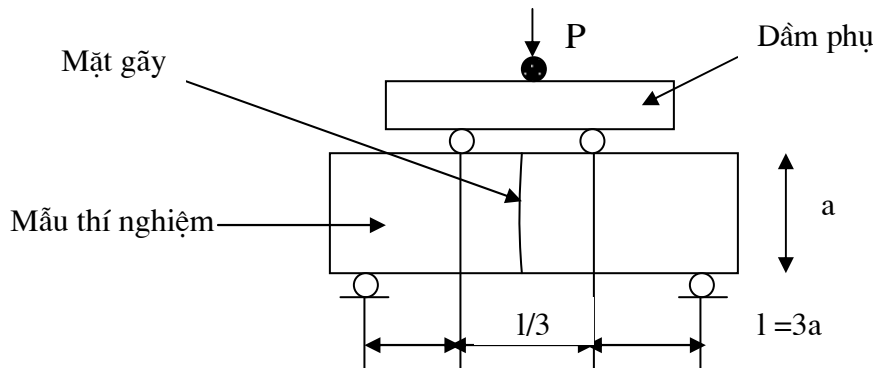
§4 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO UỐN CỦA BTXM

1. Khái niệm:

Đối với mẫu bê tông có kết cấu kiểu dầm thì khi chịu tác dụng của mômen uốn thì trong bê tông sẽ phát sinh lực kéo. Do vậy cường độ chịu kéo uốn của bê tông là khả năng chống lại lực kéo khi thí nghiệm uốn mẫu kiểu dầm

Mẫu thí nghiệm: 100x100x100mm, 150x150x150mm (mẫu chuẩn), 200x200x200mm

2. Thiết bị thí nghiệm:



- Các thiết bị đúc mẫu
- Thước lá bằng kim loại
- Máy uốn bê tông

3. Trình tự thí nghiệm

- Tạo mẫu giống như mẫu nén, khi mẫu đủ độ tuổi thì dùng thước thép đo diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử rồi đặt mẫu lên máy nén, máy nén tựa lên hai gối.

- Gia tải: Lực uốn mẫu tác dụng lên dầm phụ với tốc độ gia tải (0.2~ 0.5)daN/cm² trong 1s cho tới khi mẫu bị phá hoại. Lực tối đa đạt được khi uốn mẫu là tải trọng uốn gãy mẫu.

4. Xử lý kết quả thí nghiệm:

a) Trường hợp mẫu thử có kích thước khác với mẫu chuẩn

$$R_{KU} = \frac{\beta Pl}{a^3} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

trong đó:

β : Hệ số chuyển đổi về mẫu chuẩn

P: Tải trọng phá hoại

l: Khoảng cách giữa hai gối đỡ của mẫu thí nghiệm uốn gãy

Kích thước và hệ số chuyển đổi β trên máy thí nghiệm uốn của mẫu thí nghiệm bê tông chịu kéo

Kích thước đá dăm (cm)	Kích thước mẫu chịu kéo uốn	Chiều dài toàn bộ của mẫu	Khoảng cách l giữa 2 gối của mẫu chịu kéo uốn	Khoảng cách đặt lực (cm)	Hệ số chuyển đổi (β)
7	20x20x80	80	60	20	0.95
5	15x15x60	60	45	15	1.00
3	10x10x40	40	30	10	1.05

b) Trường hợp mẫu thử có kích thước chuẩn 150x150x600mm

- Trường hợp mặt gãy nằm ở giữa khoảng đặt lực thì

$$R_{KU} = \frac{Pl}{a^3} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

Trong đó:

R_{ku} : Cường độ chịu kéo uốn

P: Lực uốn gãy mẫu

l: Khoảng cách giữa 2 gối tựa của mẫu thí nghiệm (cm)

a: Kích thước cạnh của mặt cắt ngang uốn gãy (cm)

- Trường hợp mặt gãy nằm ở ngoài khoảng đặt lực nhưng khoảng cách từ mặt gãy đến gối phụ đặt lực gần nhất không được lớn hơn 5% khoảng cách đặt lực

$$R_{KU} = \frac{3PX}{a^3} \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

trong đó: X: là khoảng cách từ mặt gãy đến gối phụ gần nhất (cm)

- Trường hợp mặt gãy nằm ở ngoài khoảng đặt lực nhưng khoảng cách từ mặt gãy đến gối phụ đặt lực gần nhất lớn hơn 5% khoảng cách đặt lực thì loại bỏ kết quả thí nghiệm.
- Nếu như điểm đặt lực không thông qua dầm phụ mà đặt trực tiếp lên mẫu chính giữa khoảng cách 2 gối và mặt gãy trùng vị trí đặt lực thì

$$R_{KU} = \frac{3PlK}{2a^3} \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

K: Hệ số hiệu chỉnh K=0.8

- Kiểm tra R_{ku} như trường hợp xác định cường độ chịu nén

c) Cường độ chịu kéo dọc trục của bê tông

$$R_K = 0.58R_{KU} = 0.58 * \frac{\beta Pl}{a^3}$$

trong đó:

R_K : Cường độ chịu kéo dọc trục của bê tông (daN/cm²)

0.58: Hệ số chuyển đổi từ cường độ chịu kéo uốn sang cường độ chịu kéo dọc trục của Bê tông

CHƯƠNG V CÁC THÍ NGHIỆM CƠ BẢN VỀ BÊTÔNG NHỰA

§1 TÓM TẮT CÁC CHỈ TIÊU CƠ LÝ CỦA NHỰA ĐƯỜNG VÀ CÁC THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH

I. Độ kim lún của nhựa

1. Khái niệm

Độ kim lún là chiều sâu xuyên kim tiêu chuẩn vào trong nhựa ở nhiệt độ 25°C trong thời gian 5 giây. Độ kim lún là chỉ tiêu biểu thị cho tính quán tính của nhựa đường, độ kim lún là chỉ tiêu chính để phân loại nhựa.

2. Dụng cụ thí nghiệm

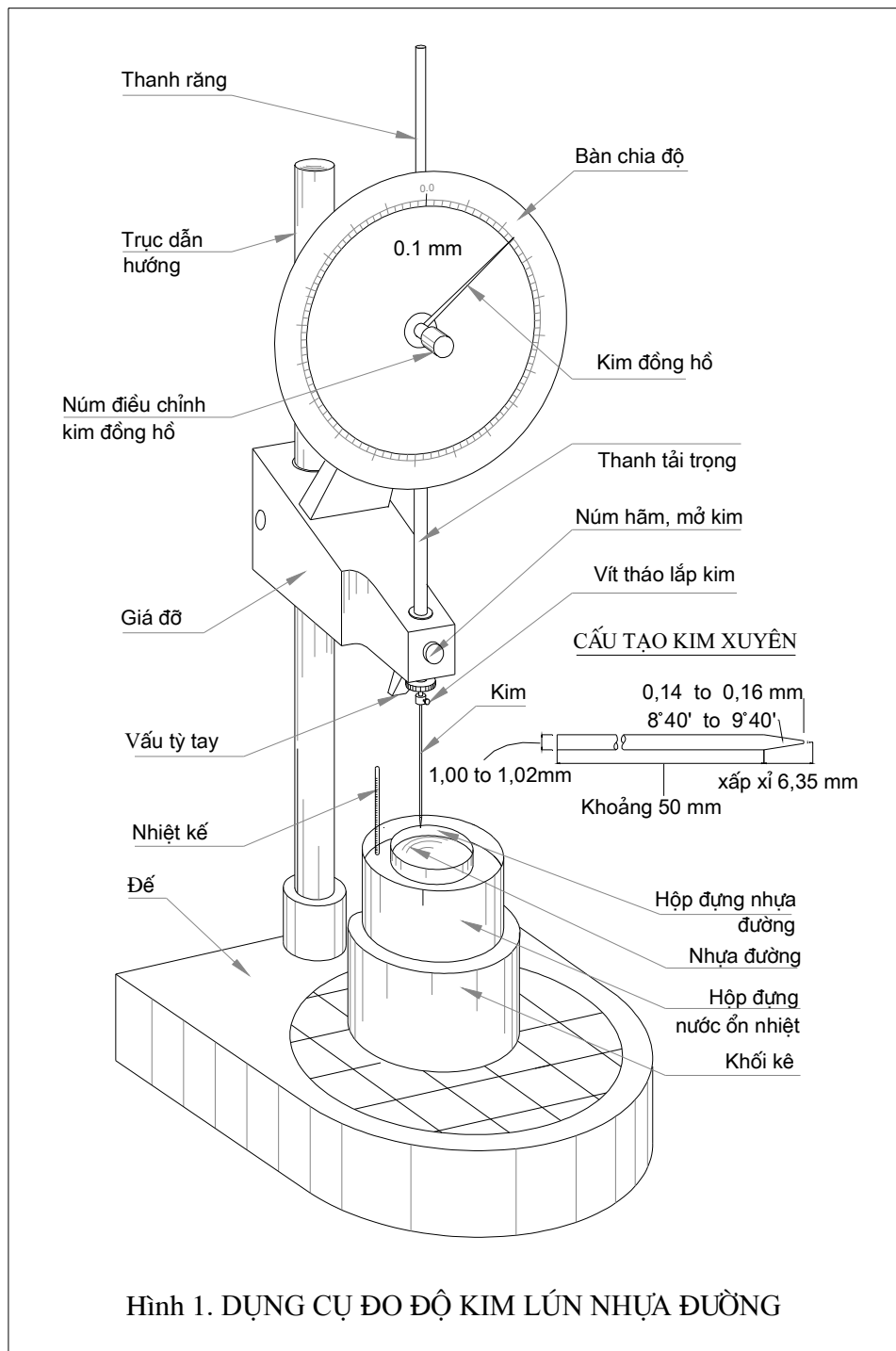
- Dụng cụ đo độ kim lún: Kim xuyên tiêu chuẩn có khối lượng 100g, đường kính 1.01mm mũi nhọn đường kính 0.15 mm
- Nhiệt kế loại 50°C
- Hộp đựng mẫu
- Đồng hồ bấm giây
- Các dụng cụ tạo mẫu
- Các dụng cụ, vật liệu để duy trì, điều chỉnh nhiệt□

3. Trình tự thí nghiệm

- Đun nóng nhựa tới nhiệt độ 110 — 150°C lọc bỏ tạp chất qua rây 0.5mm
- Đổ nhựa vào chén nhôm để nguội đến nhiệt độ không khí, ngâm chén mẫu trong nước có nhiệt độ 25°C trong 1 giờ, mực nước ngập quá mặt mẫu 2 cm.
- Chuyển mẫu nhựa lên dụng cụ thử độ kim lún, điều chỉnh độ kim lún sát mặt mẫu nhựa, điều chỉnh thước đo, bảng số về vị trí không.
- Ấn nút cho kim rơi tự do cắm vào mẫu nhựa sau đúng 5 giây, buông tay để khoá kim lại. Điều chỉnh thước và bảng số, đọc giá trị kim xuyên vào mẫu nhựa. Độ kim lún tính theo đơn vị 1/10 mm. Lấy theo giá trị của 3 lần xuyên ở 3 vị trí.
- Độ kim lún đo bằng độ (1 độ = 0.1mm)
- P càng nhỏ thì độ quán tính của bitum càng cao
- Độ chênh lệch giữa các lần không được vượt quá giá trị trong bảng

Độ kim lún của nhựa (1/10mm)	Độ chênh lệch không quá (1/10mm)
75 — 160	5
25 — 75	3
<25	1

Ghi chú: Độ kim lún xác định cho mẫu nhựa nguyên và mẫu nhựa đã sấy ở 163°C trong thời gian 5h.



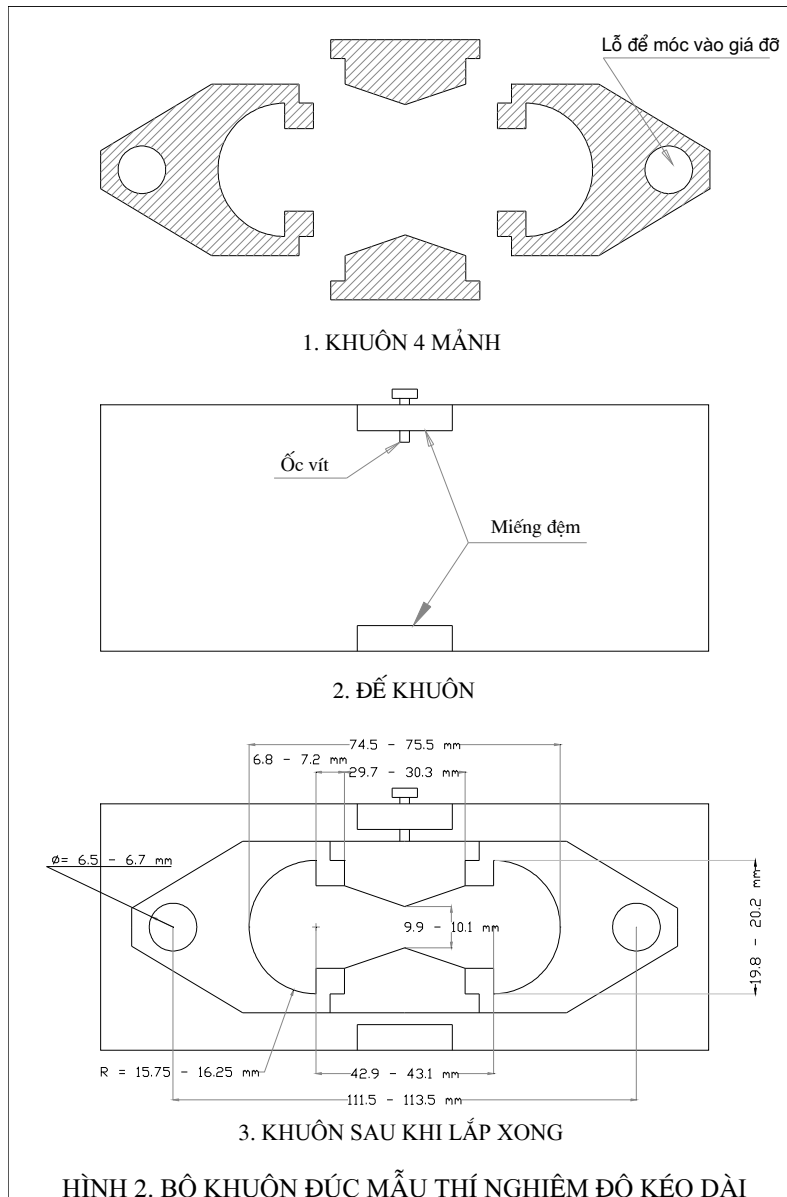
Hình 1. DỤNG CỤ ĐO ĐỘ KIM LÚN NHỰA ĐƯỜNG

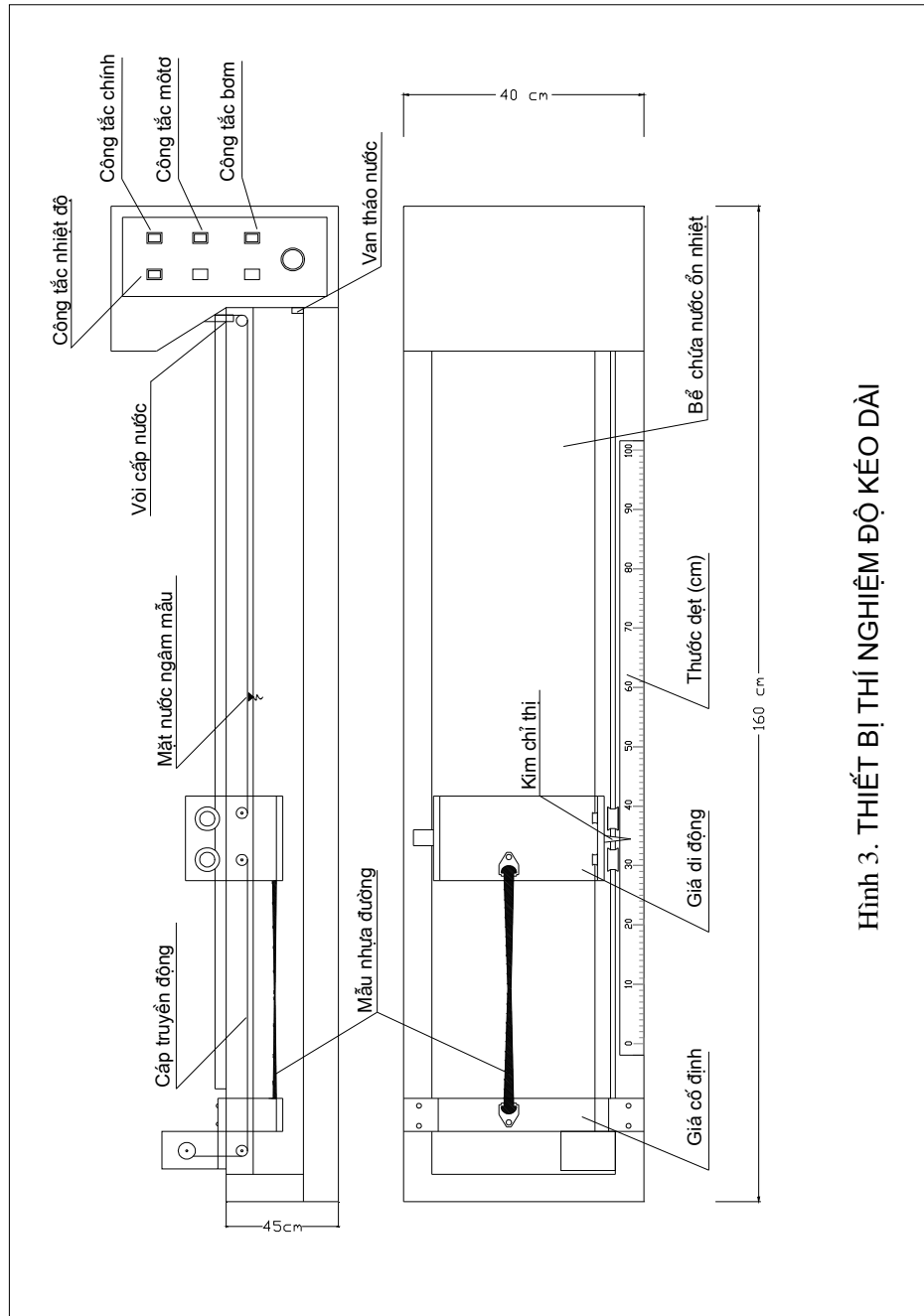
II. Độ kéo dài của nhựa

1) **Khái niệm:** Độ kéo dài của nhựa là chiều dài kéo đứt của mẫu nhựa khi đặt mẫu nhựa trong nước có nhiệt độ 25°C. Độ kéo dài là chỉ tiêu biểu thị cho tính dẻo của nhựa. Độ kéo dài càng lớn thì tính dẻo càng cao.

2) Dụng cụ thí nghiệm

- Máy kéo mẫu nhựa ~ tốc độ kéo khống chế 5 cm/phút
- Khuôn tạo mẫu bằng đồng (khuôn hình số 8).
- Các dụng cụ tạo mẫu
- Các dụng cụ ngâm mẫu điều chỉnh nhiệt
- Các dụng cụ thông thường khác





Hình 3. THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM ĐỘ KÉO DÀI

3) Trình tự thí nghiệm

- Chuẩn bị mẫu nhựa như khi làm thí nghiệm độ kim lún
- Xoa đều vasơlin vào khuôn chú ý là ở phía trong khuôn thì chỉ xoa ở các phần tiếp giáp giữa khuôn với nhau mà không xoa phần tiếp giáp giữa khuôn với nhựa.
- Đổ mẫu nhựa đã chuẩn bị và đã được hâm nóng đến nhiệt độ quy định vào khuôn hình số 8. Sau đó để nguội tới nhiệt độ phòng ít nhất là trong 30 phút rồi mới dùng dao hơ nóng gọt phẳng mặt nhựa ở khuôn.

- Đổ nước có nhiệt độ 25°C vào máy kéo dài, nước ngập trên khung kéo ít nhất là 40mm. Trường hợp mẫu nhựa có trọng lượng riêng dưới 1 thì pha rượu vào nước còn trường hợp mẫu nhựa có trọng lượng riêng lớn hơn 1 thì phải pha thêm muối ăn vào nước. Việc pha chế sao cho trọng lượng riêng của nước bằng trọng lượng riêng của nhựa

- Lắp mẫu vào máy, mẫu chìm trong nước ít nhất 4 cm và nhiệt độ nước phải duy trì đúng 25°C trong suốt quá trình thí nghiệm.

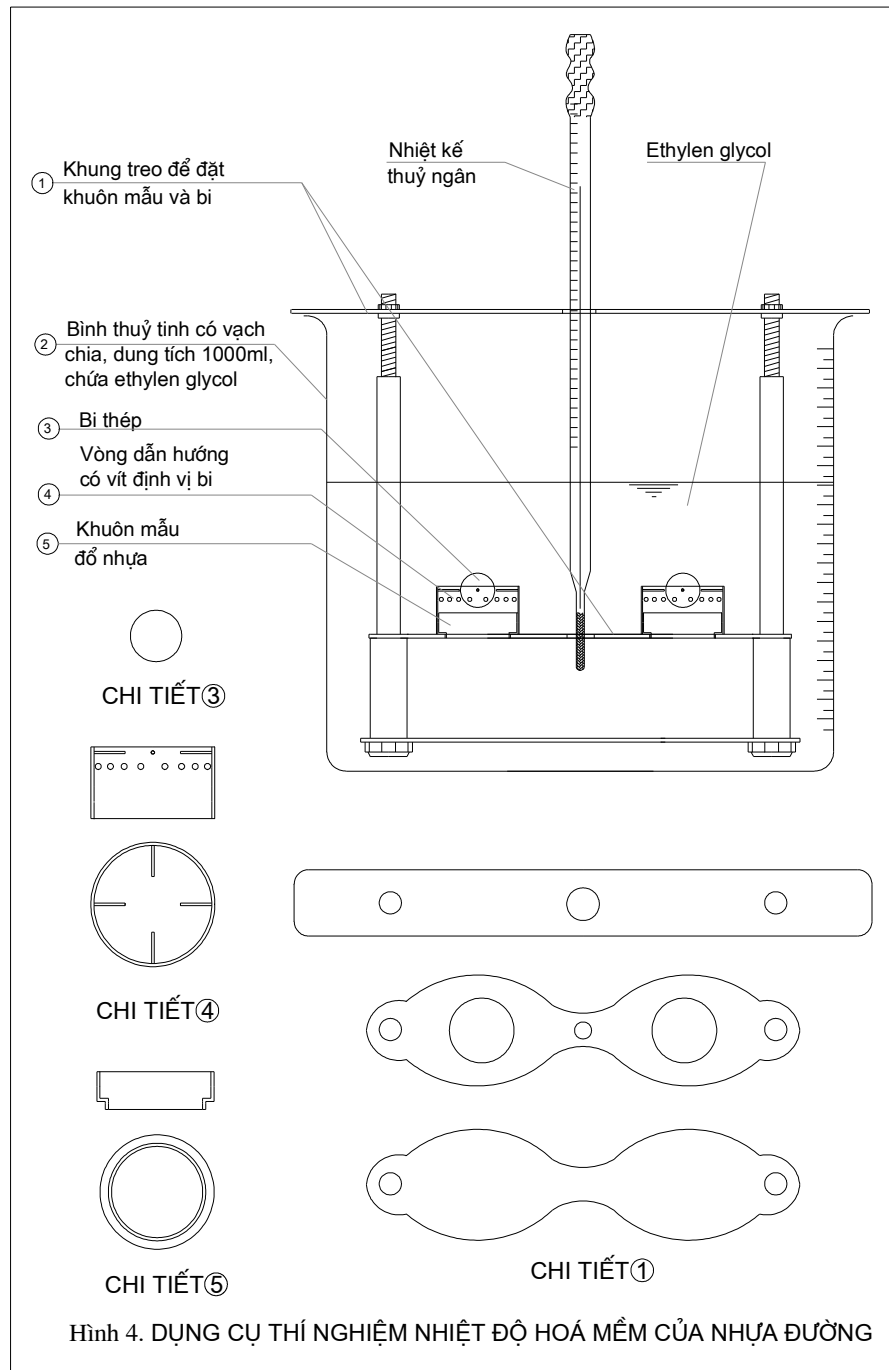
- Cho máy hoạt động kéo đứt mẫu với tốc độ không chế 5 cm/phút. Theo dõi chiều dài lúc mẫu nhựa chưa đứt. Độ kéo dài lấy theo kết quả trung bình của 3 mẫu thí nghiệm đồng thời (chênh lệch chiều dài kéo đứt của 3 mẫu không quá 10%).

III. Nhiệt độ mềm của nhựa

1) **Khái niệm:** Nhiệt độ mềm là nhiệt độ làm cho nhựa chuyển từ trạng thái quánh sang trạng thái lỏng, thể hiện sự nhạy cảm của nhựa đối với nhiệt độ. Nhiệt độ mềm được xác định bằng dụng cụ vòng và bi. Đó là thời điểm viên bi nằm trên mẫu nhựa đặt trong vòng bi nung nóng rơi xuống đáy dụng cụ.

2) **Dụng cụ thí nghiệm**

- Vòng xuyên đựng mẫu nhựa có đường kính trong 12.5mm dày 8 mm
- Bi vòng có đường kính 9.5 mm, khối lượng 3.5g
- Khung treo mẫu
- Nhiệt kế 200°C có độ chính xác 0.5°C
- Đèn cồn có bộ phận điều chỉnh ngọn lửa
- Nước cất hoặc glixerin
- Các dụng cụ khác



3). Trình tự thí nghiệm

- Nhựa đường đun nóng 110 - 160⁰C lọc qua rây
- Đổ mẫu nhựa vào khuôn, dùng dao hơ nóng gạt bằng mặt nhựa trên khuôn để nguội đến nhiệt độ không khí trong 1h
- Lắp mẫu vào khung treo, đặt vào bình thủy tinh đổ nước cất ngập quá mặt mẫu 5cm nước có nhiệt độ ban đầu 5⁰C. Ngâm mẫu ở nhiệt độ này ít nhất là 15 phút rồi đặt bình thủy tinh lên trên ngọn lửa đèn cồn.

- Đốt đèn cồn để gia nhiệt nước trong bình thủy tinh, tốc độ tăng nhiệt độ $5^{\circ}\text{C}/\text{phút}$. Theo dõi nhiệt độ khi viên bi rơi chạm đáy giá treo và ghi lấy nhiệt độ chính xác 0.5°C .

- Lấy trị số trung bình nhiệt độ của hai mẫu thử

Ghi chú: Nếu nhiệt độ mềm vượt quá 80°C thì phải làm lại thí nghiệm, nước cất thay bằng glycerin ở nhiệt độ 30°C với cách làm tương tự

IV. Nhiệt độ hoá cứng

* Khái niệm: Nhiệt độ hoá cứng của bitum là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn được xác định bằng dụng cụ đo độ kim lún. Nhiệt độ hoá cứng là nhiệt độ ứng với độ kim lún bằng 1

* Tính ổn định nhiệt được biểu thị:

$$T = T_m - T_c$$

T_m : Nhiệt độ hoá mềm của bitum

T_c : Nhiệt độ hoá cứng của bitum

T càng lớn tính ổn định nhiệt của bitum càng cao

V. Độ dính bám của nhựa với đá dăm

1) Khái niệm:

Độ dính bám của nhựa với bề mặt của vật liệu đá được đánh giá theo độ bền của màng nhựa trên mặt đá khi nhúng vào nước sôi. Sự dính bám tốt thì màng nhựa không bị bong hoặc bong ít, dính bám kém thì bong nhiều

2.) Dụng cụ thí nghiệm

- Cốc mỏ 1000 ml
- Bếp điện
- Đồng hồ bấm giây, tủ sấy
- Chỉ để buộc
- Giá treo mẫu
- Loại nhựa thí nghiệm: nhựa đặc bitum, nhựa nhũ tương, nhựa lỏng
- Đá: 10 viên đá có kích cỡ (40 ~ 50) mm

3) Trình tự thí nghiệm:

- Chọn 10 viên đá có kích thước đồng đều đường kính 4~5 cm, sấy khô.
- Buộc chỉ từng viên đá, nhúng từng viên đá vào trong nhựa đường đã đun tới nhiệt độ 160°C trong 15 giây nhắc mẫu ra để nguội tới nhiệt độ trong phòng.
- Nhúng từng viên đá bọc nhựa vào trong nước đang đun sôi trong 3 phút
- Nhắc mẫu ra và quan sát bằng mắt và đánh giá độ dính bám theo cấp. Lấy kết quả theo cách đánh giá của toàn bộ các viên đá.

* Cấp dính bám quy định như sau:

- Cấp 1 (rất kém): màng nhựa tách khỏi mặt đá hoàn toàn
- Cấp 2 (Kém) màng nhựa tách khỏi mặt đá gần hoàn toàn (70 ~80)%

- Cấp 3 (trung bình) màng nhựa tách khỏi mặt đá trung bình, độ dày màng nhựa giảm nhưng vẫn còn dính bám được
- Cấp 4 (tốt) màng nhựa tách khỏi mặt đá không đáng kể. Độ dày màng nhựa giảm nhưng vẫn còn dính bám đều tốt với mặt đá
- Cấp 5 (Rất tốt) màng nhựa vẫn còn bao bọc kín toàn bộ bề mặt

VI. Nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy

1. Khái niệm:

Khi đun nóng nhựa đến một nhiệt độ nào đó, khi đó nếu đưa môi lửa vào bề mặt nhựa thì ngọn lửa tắt nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ bắt lửa. Nếu tiếp tục đun nhựa đến nhiệt độ cao hơn lúc này nếu đưa môi lửa lên bề mặt mẫu nhựa thì có ngọn lửa màu xanh rút môi lửa ra ngọn lửa màu xanh vẫn còn tồn tại được trên 5s thì nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ bốc cháy.

2) Dụng cụ thí nghiệm

- Giá có vòng đỡ để đặt chén thí nghiệm
- Một bộ chén sắt gồm 2 chiếc lồng vào nhau qua một lớp cát đệm ở giữa
- Chén trong dày 1 mm, đường kính 61 mm, cao 47 mm
- Chén ngoài đường kính 120 mm, cao 80 mm
- Nhiệt kế 400⁰C
- Đèn cồn hay bếp điện
- Đồng hồ bấm giây
- Một số dụng cụ khác

3) Trình tự thí nghiệm

- Đổ mẫu nhựa đã chuẩn bị sẵn và đã hâm nóng thành dạng lỏng đổ vào chén nhỏ, mặt nhựa thấp hơn miệng chén 12 mm sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng ít nhất là 1h đối với dạng nhựa lỏng hay 30 phút đối với dạng nhựa đặc.

- Đặt chén nhỏ đã đổ nhựa vào trong lòng chén lớn đựng cát, chiều dày của lớp cát đệm giữa hai chén vào khoảng 5 ~ 8 mm và mặt lớp cát đệm quanh chén phải cao ngang với mặt nhựa ở trong chén nhỏ, đặt bộ chén lên bếp để đun nhựa

- Đun nhựa với tốc độ gia nhiệt là 10⁰C/ phút từ khi bắt đầu đun, sau đó hạ lửa từ từ tăng nhiệt với tốc độ tăng nhiệt 4⁰C/ phút đối với nhựa đặc kể từ 100⁰C trở lên và đối với nhựa lỏng từ 35⁰C trở lên. Cũng bắt đầu từ lúc nhiệt độ đạt tới 100⁰C đối với nhựa đặc và 35⁰C đối với nhựa lỏng thì cứ cách 35giây lại đọc nhiệt độ ở nhiệt kế và hơ que lửa là sắt mặt mẫu 1 lần. Cứ làm như vậy và tiếp tục quan sát đến khi nào thấy ngọn lửa đi qua mặt mẫu nhựa làm bốc lên 1 ngọn lửa xanh và khi rút que lửa ra mà ngọn lửa xanh tắt ngay thì ghi lại nhiệt độ, đó là nhiệt độ bắt lửa.

- Tiếp tục gia nhiệt và thử môi lửa như trên cho đến khi nào ngọn lửa xanh trên mặt mẫu nhựa tồn tại ít nhất 5giây thì đọc nhiệt độ đó là nhiệt độ bốc cháy.

§2 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA BÊ TÔNG NHỰA

1. Khái niệm

- Thí nghiệm xác định R_N của bê tông nhựa là chỉ tiêu biểu thị khả năng chống lại tác dụng của lực nén dọc trục tính cho một đơn vị diện tích được đo bằng tỷ số giữa lực nén tác dụng lên mẫu và diện tích mặt chịu nén.

- Cường độ chịu nén được xác định theo những điều kiện sau:

- + Ở nhiệt độ 20⁰C mẫu khô
- + Ở nhiệt độ 20⁰C mẫu bão hoà nước
- + Ở nhiệt độ 60⁰C mẫu khô

- Mẫu thí nghiệm được ngâm ở nhiệt độ tương ứng chênh lệch không quá 2⁰ trong 1 giờ

2. Dụng cụ thí nghiệm

- Máy nén truyền động cơ học có công suất 5~ 10T
- Bình ổn định nhiệt khi lưu mẫu có dung tích 3 ~ 5l hoặc trên 5lít
- Nhiệt kế có độ chia đến 1⁰C
- Chậu đựng nước có dung tích từ 3 ~ 5 lít
- Nước đá để điều chỉnh nhiệt độ

* Chế tạo mẫu thí nghiệm

- Chế tạo mẫu tùy thuộc vào đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu
- + Đường kính cốt liệu lớn nhất bằng 5mm thì mẫu hình trụ $d \times h = 50.5 \times 50.5 \text{mm}$
- + Đường kính cốt liệu lớn nhất bằng 10, 15, 20 mm thì mẫu hình trụ $d \times h = 71.5 \times 71.5 \text{mm}$
- Cân hỗn hợp vật liệu khoáng theo tỷ lệ quy định sau đó rang cốt liệu đến nhiệt độ 130⁰ ~ 160⁰. Đun nóng nhựa đường ở nhiệt độ (130⁰ ~ 150⁰) tùy theo độ kim lún.

- Trộn đều hỗn hợp cốt liệu và nhựa đường trong vòng 5 phút bằng tay hoặc bằng máy sau đó bột khoáng ở dạng nguội được trộn vào hỗn hợp đá nhựa trộn sẵn, khi trộn có thiết bị gia nhiệt ở xung quanh để đảm bảo nhiệt độ không thấp hơn 140⁰C, để nhựa đường bao hết các hạt cốt liệu không có hiện tượng nhựa đường vón cục hoặc bột khoáng vón cục.

- Đốt nóng khuôn ở nhiệt độ 100⁰C sau đó cho hỗn hợp vào khuôn và làm chặt bằng lực tĩnh hoặc lực động hoặc kết hợp giữa tĩnh và động.

+ Áp lực tĩnh: 100daN/cm²/3phút

+ Áp lực động: Sử dụng chày 4.54 kg rơi tự do từ độ cao $h = 46 \text{cm}$ với 100 lần cho cả hai mặt mẫu, mỗi mặt 50 chày.

+ Áp lực tĩnh kết hợp với động: Lực rung tần số 3000 vòng/phút ban đầu dưới áp lực 0.3daN/cm² trong 3phút sau đó thôi rung và nén với áp lực 250daN/cm² trong 3 phút.

- Sau khi đúc xong mẫu thì tháo ván khuôn và giữ mẫu ở nhiệt độ $t = 20^0\text{C}$ trong khoảng 12 ~ 42h trước khi làm thí nghiệm.

4. Trình tự thí nghiệm

*** Khi làm thí nghiệm nén khô**

- Lưu mẫu ở nhiệt độ 60°C hoặc 20°C tùy theo yêu cầu thí nghiệm trong bình ổn định nhiệt trong 1h (khi không có bình ổn định nhiệt thì đặt một bình bằng sứ đặt trong lòng một bình khác có kích thước lớn hơn rồi đổ nước có nhiệt độ 60°C hoặc 20°C vào giữa hai thành bình để lưu mẫu.

*** Khi thí nghiệm nén bão hoà**

- Làm thí nghiệm tương tự như trên rồi tiếp tục lấy các mẫu trên đem ngâm vào trong nước có nhiệt độ 20°C trong vòng 10 ~15 phút sau đó vớt mẫu ra lau khô bề mặt bằng giấy.

- Đặt mẫu lên máy nén và nén mẫu với tốc độ 3mm/phút cho đến khi mẫu bị phá hoại
- Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu bê tông.

$$R_N = \frac{P}{F} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

P: Tải trọng phá hoại khi thí nghiệm ở nhiệt độ 20°C hoặc 60°C

F: Diện tích mặt cắt ngang của mẫu.

- Hệ số ổn định nhiệt

$$K_T = \frac{R_{k60}}{R_{k20}}$$

R_{k60} : Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu BTN khô ở 60°C

R_{k20} : Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu BTN khô ở 20°C

- Hệ số ổn định nước

$$K_N = \frac{R_{B60}}{R_{K20}}$$

R_{B60} : Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu BTN sau khi ngâm bão hoà nước trong chân không ở 20°C

R_{k20} : Cường độ chịu nén tới hạn của mẫu BTN khô ở 20°C

§ 3 THÍ NGHIỆM MARSHALL VÀ CÁC ỨNG DỤNG

1. Khái niệm

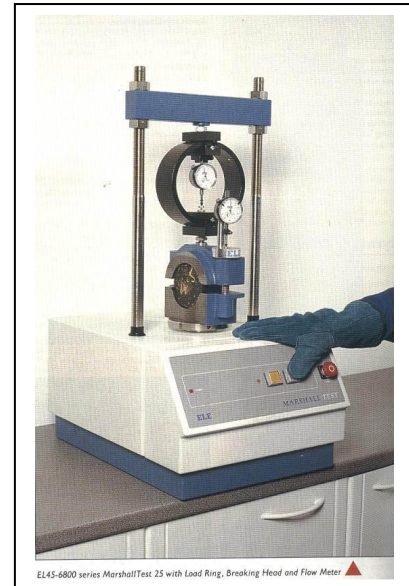
a. Độ bền Marshall (độ ổn định Marshall) là giá trị lực nén phá hoại mẫu có kích thước tiêu chuẩn thí nghiệm theo phương pháp Marshall (nén mẫu theo mặt bên mặt nén cong — mẫu hình trụ đường kính 101.6mm, cao 63.5mm). Độ bền Marshall ký hiệu là S, tính bằng daN

b. Độ dẻo của Bê tông nhựa (Độ chảy Marshall) là độ lớn của mẫu bị nén dẹt lại ứng với thời điểm mẫu bị phá hoại theo thí nghiệm độ bền Marshall của Bê tông nhựa. Độ dẻo ký hiệu F, tính bằng 1/10mm

c. Độ cứng quy ước là giá trị được biểu thị bằng tỷ số giữa độ bền Marshall và độ dẻo của bê tông nhựa.

2. Dụng cụ thí nghiệm

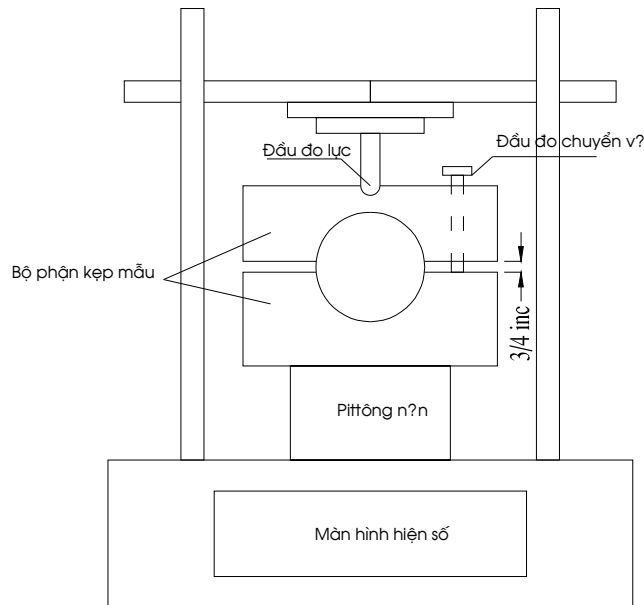
- Máy nén Marshall (máy nén. bàn ép, các đồng hồ đo lực, đo biến dạng)
- Khuôn đúc mẫu đường kính 101.6 mm có kèm đồng hồ đo độ dẻo
- Các dụng cụ để trộn, đúc và tạo mẫu
- Các dụng cụ để ngâm mẫu duy trì nhiệt độ
- Nhiệt kế 100⁰C



3. Chế tạo mẫu

- Chế tạo mẫu tùy thuộc vào đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu
- + Đường kính cốt liệu lớn nhất bằng 40, 25, 20mm thì mẫu hình trụ $d \times h = 101 \times 101 \text{mm}$
- + Đường kính cốt liệu lớn nhất bằng 5, 10, 15mm thì mẫu hình trụ $d \times h = 101.6 \times 63.5 \text{mm}$
- Lấy lượng cốt liệu sạch đã sấy khô với thành phần cấp phối thiết kế với khối lượng theo kích cỡ lớn nhất của cốt liệu trong bê tông nhựa, cho vào sấy khô ở nhiệt độ $140 \sim 160^\circ\text{C}$. (Đường kính cốt liệu lớn nhất bằng 40, 25, 20mm lấy 1800 ~ 1950g trừ đi khối lượng nhựa, đường kính cốt liệu lớn nhất bằng 5, 10, 15mm lấy 1100 ~ 1200g trừ đi khối lượng nhựa)
- Lấy một hàm lượng nhựa theo yêu cầu đun nóng ở nhiệt độ $140 \sim 160^\circ\text{C}$ tùy thuộc vào độ kim lún, cho vào thiết bị trộn đều cốt liệu và nhựa đường. Sau đó bột khoáng ở dạng nguội được trộn vào hỗn hợp đá nhựa đã trộn sẵn. Khi trộn có thiết bị gia nhiệt xung quanh để đảm bảo nhiệt độ không thấp hơn 140°C .
- Cho vào khuôn và đầm, đầm cả hai mặt, đầm xong mặt này thì lật ngược lại đầm tiếp mặt kia. Số lần đầm trên một mặt 50 lần/mặt (theo TCVN 70 lần/mặt)
- Sau khi đầm xong để nguội kích mẫu ra khỏi khuôn và để mẫu ở trong phòng 48h để cho nhựa ở trong lòng mẫu nguội và nhựa có đủ độ cứng.

4) Tiến hành thí nghiệm



- Gia nhiệt mẫu đạt nhiệt độ 60°C bằng cách đem ngâm trong nước 60 phút, mực nước ngập quá mặt mẫu 3 cm

- Lắp mẫu vào bộ phận kẹp mẫu, nén pitông với tốc độ 50mm/phút đến khi mẫu bị phá hoại thu được một lực lớn nhất là P_{max} , P_{max} chính là độ ổn định Marshall (daN, kG) đồng thời đo được biến dạng của mẫu, biến dạng này được gọi là độ chảy Marshall

* **Chú ý:** Trong quá trình thí nghiệm phải làm nhanh để kết thúc công việc trong vòng 90s kể từ khi vớt mẫu ra khỏi thùng ngâm

* Trường hợp mẫu BTN có chiều cao khác chiều cao tiêu chuẩn thì kết quả cuối cùng nhân với hệ số điều chỉnh sau:

h	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
β	1.16	1.13	1.10	1.07	1.04	1.01	0.98	0.96	0.94	0.92	0.9

- Độ chảy F được tính bằng đơn vị 1/10 mm trị số bị nén dẹt lại
- Độ cứng quy ước

$$A = 10S/F$$

trong đó

S: Độ bền Marshall

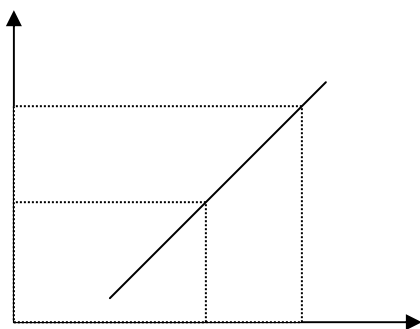
F: Độ chảy Marshall (1/10mm)

Độ bền và độ chảy Marshall lấy theo giá trị trung bình của 3 mẫu, chênh lệch giữa các mẫu không quá 10%.

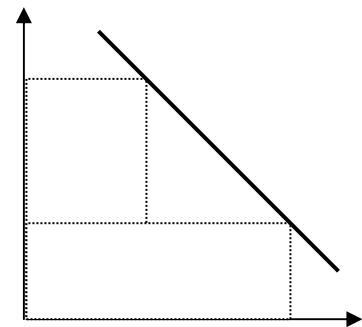
5) ứng dụng

- Dùng để kiểm tra (đánh giá) chất lượng của Bê tông nhựa
Theo TCVN $S \geq 800$ daN
 $F = 20 - 40$ (1/10mm)
- Xác định hàm lượng nhựa tốt nhất cho cấp phối cốt liệu đã có sẵn

F(1/10mm)



% Nhựa

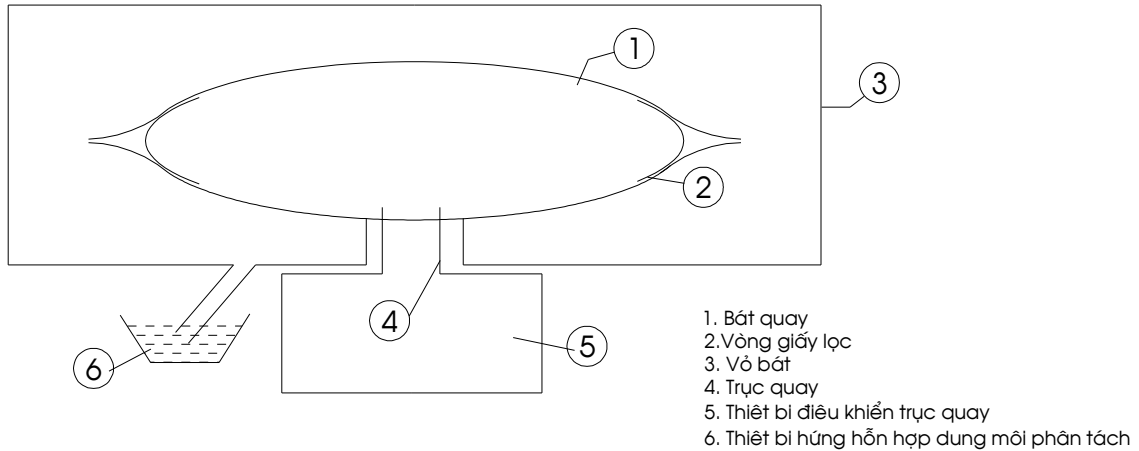


- Xác định hàm lượng nhựa: Lấy lân cận cực đại của biểu đồ 1 nằm trong khoảng cho phép của hai biểu đồ còn lại

§ 3 THÍ NGHIỆM TÁCH NHỰA TỪ BTN HOẶC HỖN HỢP ĐÁ TRỘN NHỰA

I. Phương pháp sử dụng bát quay li tâm

1. Thiết bị thí nghiệm



- Bát quay
- Dung môi phân tách $C_2H_2Cl_2$

2. Chuẩn bị mẫu

- Lấy lượng mẫu quy định tối thiểu
 - BTN cát tối thiểu lấy 0.5 kg
 - BTN hạt mịn lấy 1.5kg
 - BTN hạt trung lấy 3 kg
 - BTN hạt thô lấy 4 kg

3. Tiến hành thí nghiệm

- Sấy khô và cân vòng giấy lọc (thấm) được khối lượng M_1 (kg)
- Đập nhỏ mẫu, cân chính xác khối lượng mẫu được khối lượng M_0 (kg). Gắn vòng giấy lọc vào bát cho mẫu vào và đổ dung môi ngập mẫu, để trong phòng tối thiểu 1h cho mẫu bị giữa ra
 - Điều chỉnh cho trục quay nhanh dần để đạt được tốc độ tối đa 3600 vòng/phút, chờ cho đến khi hết nước thì dừng lại và đổ tiếp dung môi vào quay tiếp, cứ tiến hành như vậy cho đến khi cốt liệu trong bát có màu vàng rơm thì dừng lại.
 - Lấy toàn bộ cốt liệu còn lại trong bát cộng với vòng giấy lọc đem sấy khô và cân được khối lượng M_2 (kg).
 - Xác định hàm lượng bột đá có lẫn trong hỗn hợp dung môi phân tách (hỗn hợp dung môi phân tách lúc này bao gồm: Dung môi, nhựa đường và một phần bột đá)
 - Khuấy đều, xác định chính xác thể tích, lấy ra 100ml đổ ra đĩa cho bay hơi còn lại bã là nhựa đường và bột đá

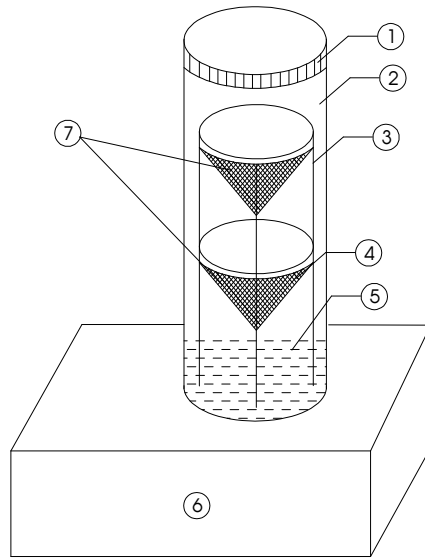
- Đem đốt ở trên ngọn lửa 500 ~ 600^oC còn lại tro, lượng tro còn lại chính là khối lượng bột đá có trong 100ml hỗn hợp dung môi phân tách, từ đó xác định chính xác khối lượng bột đá có lẫn trong hỗn hợp dung môi phân tách là M₃(kg)

- Hàm lượng nhựa

$$\%N = \frac{M_0 + M_1 - M_2 - M_3}{M_0} \times 100(\%)$$

II. Phương pháp sử dụng thiết bị hình nón

1. Thiết bị thí nghiệm



1. Thiết bị làm lạnh
2. Bình thủy tinh chịu nhiệt
3. Vòng giấy lọc
4. Dung môi phân tách
5. Non kim loại có kích thước mắt non 0.3mm
6. Giá kim loại
7. Bếp điện

2. Chuẩn bị mẫu: như phương pháp trên

3. Tiến hành thí nghiệm

- Sấy khô và đem cân giá kim loại, giấy lọc, nón được khối lượng M₁(kg)
- Đập nhỏ mẫu, cân chính xác khối lượng mẫu được khối lượng M₀(kg), cho đều vào trong hai nón, làm lạnh và đun. Trong quá trình đun điều chỉnh nhiệt độ sao cho lượng dung môi ngưng tụ rơi xuống luôn ở mức vừa đầy hai nón. Đun như vậy cho đến khi thấy cốt liệu ở hai nón có màu vàng xám thì thôi.
- Lấy toàn bộ giá, nón, giấy lọc, cốt liệu còn lại trong hai nón đem sấy khô các định được M₂(kg).
- Xác định hàm lượng bột khoáng có trong hỗn hợp dung môi phân tách (như phương pháp trên) được M₃(kg)
- Công thức xác định

$$\%N = \frac{M_0 + M_1 - M_2 - M_3}{M_0} \times 100(\%)$$

CHƯƠNG V

MỘT SỐ THÍ NGHIỆM VỀ ĐẶC TÍNH MẶT ĐƯỜNG

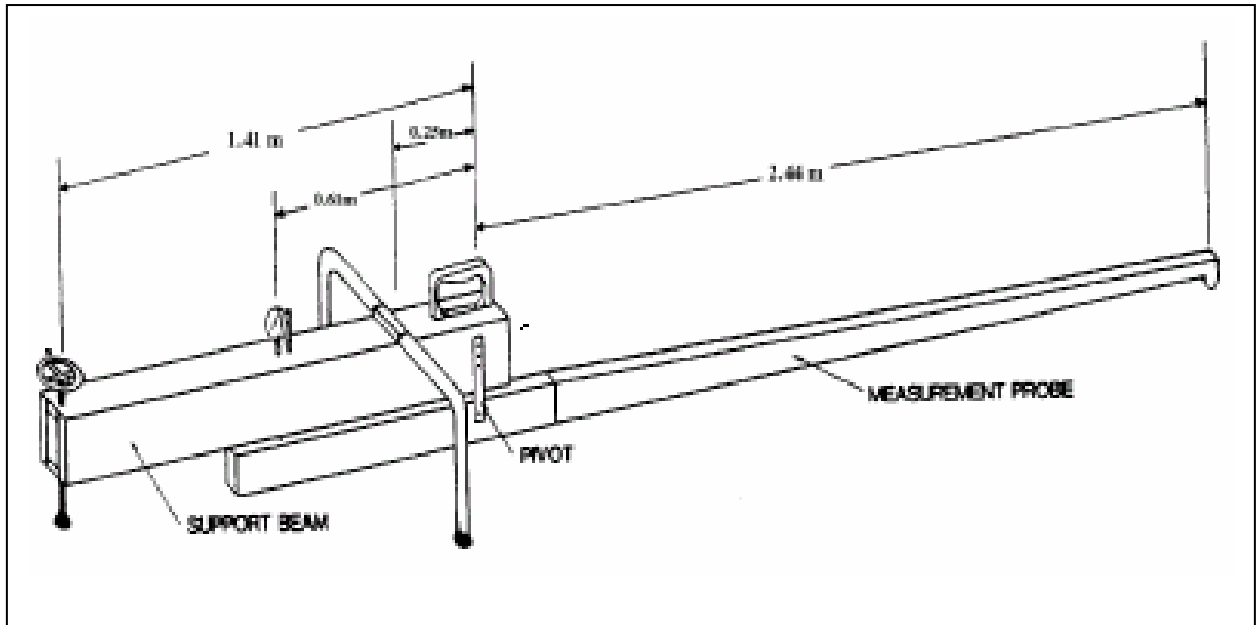
§ 1 XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI CỦA MẶT ĐƯỜNG BẰNG CÁCH ĐO ĐỘ VÔNG BẰNG CÂN BENKENMAN

I. Phạm vi áp dụng

Chỉ sử dụng đối với loại mặt đường liên khối như mặt đường Bê tông nhựa, bê tông xi măng, láng nhựa, thấm nhập nhựa, cấp phối đá dăm gia cố xi măng...

II. Nguyên lý hoạt động

- Cân Benkenman hoạt động theo nguyên lý đòn bẩy. Độ lún ở đầu cân được tính thông qua độ lún ở cuối cân nhân với tỷ lệ cánh tay đòn



- Chân đế được đặt ở vị trí sao cho nằm ngoài chậu vồng của mặt đường

(Hình vẽ)

- Môđun đàn hồi của nền đường

$$E_0 = \frac{\pi PD(1 - \mu^2)}{\lambda} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

- Môđun đàn hồi của mặt đường

$$E_0 = \frac{0.693PD(1 - \mu^2)}{\lambda} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

P: Áp lực của bánh xe tiêu chuẩn tác dụng lên mặt đường = 6daN/cm²

D: Đường kính vệt bánh xe tương đương D= 33cm

λ: Biến dạng đàn hồi đặc trưng trong đoạn đại diện

III. Chuẩn bị đo

1) Chia đường thành những đoạn đồng nhất và chọn đoạn đại diện trên đoạn đồng nhất

- Đoạn đường được coi là đồng nhất khi các yếu tố sau đây là giống nhau: Loại hình mặt đường theo điều kiện gây ẩm, trạng thái bề mặt áo đường, kết cấu áo đường, loại lớp đất nền trên cùng, lưu lượng xe chạy...

- Chọn đoạn đại diện trên đoạn đồng nhất dài 500 ~ 1000m và đo 20 điểm trên một đoạn đại diện

- Nếu đoạn đại diện 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 100m cũng phải đo tối thiểu 15 điểm .

- Nếu tuyến đường cần đánh giá không có các số liệu cơ sở để áp dụng thì cách phân chia đường thành các đoạn đồng nhất thì phải đo như sau:

+ Đối với TKKT: đo rải đều trên toàn tuyến với mật độ đo 20 điểm/1km

+ Đối với LDADT và quản lý khai thác đường : mật độ đo 5 ~10 điểm/1km

2) Chọn vị trí các điểm đo: Thường đo ở các vị trí cách mép phần xe chạy 0.6 ~ 1.2m là nơi thông thường có độ võng cao hơn các vệt bánh xe 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 cân đo độ võng, đo cùng một lúc ở hai vệt bánh xe để lấy giá trị cao hơn làm giá trị độ võng đại diện cho mặt cắt của làn xe đo. Với đường có nhiều làn xe, khi quan sát bằng mắt thấy tình trạng mặt đường trên các làn xe khác nhau, phải đo võng cho làn xe yếu nhất. Trị số đo ở mỗi vị trí của làn đó sẽ đại diện cho độ võng 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 trùng vào mắt cắt lý trình (cột KM, cọc H ...)

3) Chuẩn bị xe đo:

* Các thông số của xe tiêu chuẩn

- Xe tiêu chuẩn $Q = 10T$ (trọng lượng trục) = 10.000 daN

- Áp lực bánh xe xuống mặt đường $p = 6\text{daN/cm}^2$

- Đường kính vệt bánh xe $D = 33\text{ cm}$

* **Xác định các thông số của xe đo:**

- Tải trọng trục sau được cân bằng thiết bị cân xe hoặc dùng kích thủy lực có đồng hồ đo áp lực.

- Chọn một vị trí đường phẳng, kích một bên bánh sau lên bôi dầu mỡ vào đáy của hai lớp, nhét một tờ giấy kẻ ly vào đó hạ kích. Diện tích tiếp xúc giữa bánh xe với mặt đường sẽ được in lên giấy kẻ ly. Kích trục sau lên rút giấy kẻ ly xác định chính xác phần diện tích có mỡ ký hiệu là S_b (cm^2)

- Xác định áp lực thực tế của xe đo tác dụng xuống mặt đường

$$P_{đo} = \frac{Q_{đo}}{2S_b} \text{ (daN)}$$

- Đường kính tương đương của vệt bánh xe:

$$D_b = 1.13\sqrt{S_b} \text{ (cm)}$$

- Các thông số của xe đo chỉ được phép sai số 5% so với xe tiêu chuẩn

4) Tiến hành đo

- Cho xe đo tiến vào vị trí cần đo, đưa đầu cần vào khe hở của cặp bánh đôi trục sau xe đo cho thanh cần rung nhẹ theo dõi kim chuyển vị kế cho tới khi độ võng ổn định (trong 10 giây kim không chuyển dịch quá 0.01mm) thì ghi lấy số đọc ban đầu ở chuyển vị kế λ_0

- Cho xe đo chạy chậm lên phía trước với tốc độ khoảng 0.5m/s đến khi trục sau của bánh xe cách điểm đo ít nhất 5m theo dõi sự phục hồi của biến dạng thông qua đồng hồ đo chuyển vị chờ cho ổn định đọc được số đọc λ_1

- Độ lún đàn hồi ở đầu cần λ

$$\lambda = (\lambda_1 - \lambda_0) * K_c$$

trong đó: K_c là tỷ số truyền của cần đo

Để tránh hiện tượng bức xạ nhiệt của mặt trời tới cần đo và hiện tượng cần đo bị lún vào mặt đường ở nhiệt độ cao gây ảnh hưởng tới kết quả đo, không nên đo võng vào khoảng thời gian nhiệt độ mặt đường lớn hơn 40°C

* Đối với những mặt đường sử dụng nhựa môđun đàn hồi còn phụ thuộc vào nhiệt độ của mặt đường nên phải tiến hành đo nhiệt độ của mặt đường và nhiệt độ không khí khoảng 1h đo một lần trong suốt thời gian đo độ võng dọc tuyến. Việc đo nhiệt độ chỉ yêu cầu thực hiện đối với đường có lớp mặt phủ nhựa ≥ 5 cm. Cách đo như sau:

- Dùng búa và đục nhọn tạo thành một hố nhỏ đường kính 7mm sâu 45mm ở mặt đường gần vị trí đo.

- Đổ nước hay glixêrin vào đợi chừng vài phút

- Dùng nhiệt kế đo nhiệt độ của chất lỏng trong hố chờ cho đến khi nhiệt độ không đổi thì ghi lại nhiệt độ đo (T°C).

IV. Xử lý số liệu

- Độ võng tính toán tại vị trí thử nghiệm i

$$\lambda_{tt}^i = K_q * K_m * K_T * \lambda_{đo}^i$$

Trong đó:

$\lambda_{đo}^i$: Độ võng mặt đường đo được tại vị trí thử nghiệm i chưa xét đến các yếu tố ảnh hưởng của tải trọng xe đo, mùa bất lợi và nhiệt độ của mặt đường khi đo

K_m : Hệ số điều chỉnh độ võng về mùa bất lợi trong năm

K_T : Hệ số điều chỉnh ở nhiệt độ đo về nhiệt độ tính toán

- Biến dạng đàn hồi đặc trưng

$$\lambda_{đt} = \lambda_{TB} + K\delta$$

$$\lambda_{TB} = \sum \lambda_{it}^i / n$$

trong đó:

n: Số điểm đo trên một đoạn đại diện

δ: Độ lệch bình phương trung bình của đoạn đại diện

$$\delta = \sqrt{1/(n-1) \times \sum (\lambda_{it} - \lambda_{it}^i)^2}$$

K: Hệ số suất bảo đảm lấy tùy vào cấp hạng đường

Đường cao tốc, cấp 1 K = 2

Đường cấp II K = 1.64

Đường cấp III K = 1.3

Đường cấp IV K = 1.04

- Môđun đàn hồi đặc trưng của đoạn thử nghiệm

$$E_{dh} = \frac{0.693 p D (1 - \mu^2)}{\lambda_{dt}}$$

Trong đó:

μ : Hệ số Poát xông = 0.3

P: áp lực bánh xe tiêu chuẩn xuống mặt đường, p = 6daN/cm²

D: Đường kính vệt bánh xe tương đương, D= 33cm

λ_{dt}: Độ võng đàn hồi đặc trưng

§2. XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI CỦA MẶT ĐƯỜNG BẰNG TẤM ÉP TĨNH

1) Phạm vi áp dụng

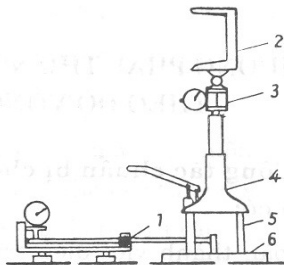
Áp dụng với mặt đường làm bằng các vật liệu rời : Đá dăm, CPDD... và đối với đất nền đường.

2) Dụng cụ thí nghiệm

- Tải trọng làm thí nghiệm:
- Dùng xe tải khung dài hoặc ghép hai xe tải lại để có tải trọng tác dụng hữu ích 6 ~ 8T
- Điểm đặt tấm ép phải nằm ngoài phạm vi ảnh hưởng của bánh xe nghĩa là cách bánh xe 3-4 lần đường kính tấm ép.
- Bộ tấm ép gồm nhiều tấm ép có kích thước khác nhau
 - + Nền đường $D= 60 \text{ cm}$
 - + Móng đường $D=50 \text{ cm}$
 - + Mặt đường $D = 33\text{cm}$

Tấm ép phải có đủ độ cứng để không bị biến dạng khi thí nghiệm. Với yêu cầu này các tấm ép phải có chiều dày khá lớn 4~5 cm như vậy sẽ rất nặng, do vậy có thể gồm 2~3 tấm có chiều dày 2 cm ghép lại và các tấm đặt trên có thể giảm bớt đường kính.

- Kích thủy lực có gắn đồng hồ đo lực có khả năng tạo được lực 10 ~15T
- Đồng hồ đo biến dạng có độ chia 0.01mm
- Giá đỡ có gá lắp đồng hồ đo biến dạng có chiều dài trên 4m, để chân giá đỡ nằm cách xa điểm thí nghiệm
- Đồng hồ đo thời gian



Trong đó:

1. Dầm cứng
2. Khung xe tải
3. Áp lực kế
4. Kích
5. Giá đỡ
6. Tấm ép tĩnh

Hình IV-3. Sơ đồ lắp đặt thiết bị đo ép tại hiện trường hoặc tại máng thí nghiệm

3) Tiến hành thí nghiệm

- San sửa bề mặt điểm thí nghiệm cho thật bằng phẳng, nếu kém bằng phẳng thì dùng cát đều hạt rải đều nhưng chiều dày không được quá 2mm, đặt tấm ép lên, phải làm sao cho tấm ép tiếp xúc tốt với bề mặt.

- Đưa tải trọng đến vị trí thí nghiệm. Đặt kích lên tấm ép, tâm trục pittông kích trùng với tâm của tấm ép, đầu kích tỳ vào xà đỡ của khung xe.

- Lắp kích đặt giá đỡ lấy đồng hồ đo biến dạng và giá đỡ đối xứng nhau qua tấm ép.

- Dùng kích tạo lực tác dụng lên tấm ép để cho tấm ép tiếp xúc với bề mặt. Trị số áp lực quy định như sau:

Nền đường $p=2\text{daN/cm}^2$

Móng đường $p=4\text{daN/cm}^2$

Mặt đường $p=6\text{ daN/cm}^2$

- Nhả tải hoàn toàn chờ cho biến dạng phục hồi hoàn toàn, điều chỉnh đồng hồ đo biến dạng về một số chẵn nào đó.

- Cho tải trọng tác dụng theo từng cấp đều nhau. Số cấp áp lực từ 4 ~ 6 cấp thì đạt đến giá trị như đã nêu ở trên. Ở mỗi cấp áp lực sau khi đồng hồ ổn định thì đọc đồng hồ đo biến dạng sau đó dỡ tải về không. Chờ cho biến dạng phục hồi hết thì ghi lại số đọc ở đồng hồ đo biến dạng. Sau đó tiếp tục gia tải cấp tiếp theo đến cấp tải trọng cuối cùng.

- Biến dạng coi như là phục hồi khi trong khoảng thời gian 1 phút dịch chuyển không quá 0.2mm liên tiếp trong 3 phút. Sau cấp tải trọng cuối cùng thì kết thúc thí nghiệm.

* **Ghi chú:** Thí nghiệm có thể thực hiện gia tải 1 cấp đến trị số tối đa với nhiều lần gia tải và dỡ tải cho đến khi thấy trong 2 lần kế tiếp nhau trị số biến dạng đàn hồi không chênh lệch nhau quá 0.02mm thì kết thúc thí nghiệm, theo cách này có thể từ 3 ~ 4 lần gia tải, dỡ tải là được.

Biến dạng đàn hồi ở cấp áp lực đã cho là hiệu số giữa hai số đọc trên đồng hồ khi có tải và khi dỡ tải: $\lambda_{dh} = \lambda_1 - \lambda_2$

λ_1 : Số đọc trên đồng hồ khi có tải

λ_2 : Số đọc trên đồng hồ khi không có tải

Mô đun đàn hồi của mặt đường

$$E_{dh} = \frac{\Pi p D (1 - \mu^2)}{4 \lambda_{dt}} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

p: Áp lực tác dụng lên bề mặt

D: Đường kính tấm ép (cm)

μ : Hệ số Poisson, với nền đường $\mu = 0.35$, móng $\mu = 0.25$ và mặt đường $\mu = 0.30$

§ 3 XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI CỦA MẶT ĐƯỜNG BẰNG THIẾT BỊ FWD

(Phương pháp đo động Dụng cụ đo độ võng bằng tải trọng rơi)

FWD: Falling weight deflectometer

I. Nguyên lý

- Đây là thiết bị đo võng kiểu xung lực, có khả năng gây ra một tải trọng dạng xung trên mặt đường nhờ tác dụng của một quả nặng Q rơi từ độ cao quy định H xuống một tấm ép đường kính D thông qua bộ phận giảm chấn gây ra một xung lực xác định tác dụng lên mặt đường. Biến dạng (độ võng) của mặt đường ở tấm ép và các vị trí cách tấm ép một khoảng quy định sẽ được các đầu đo cảm biến đo võng ghi lại các số liệu như: xung lực tác dụng lên mặt đường thông qua tấm ép, áp lực tác dụng lên mặt đường (bằng giá trị xung lực chia cho diện tích tấm ép), độ võng mặt đường ở các vị trí quy định (do các đầu cảm biến đo võng ghi lại) là cơ sở để xác định cường độ kết cấu mặt đường.

II. Thiết bị thí nghiệm

a. Thiết bị FWD được lắp trên một chiếc xe moóc và được một xe ô tô tải nhẹ kéo đi trong quá trình di chuyển và đo đạc. Việc điều khiển quá trình đo và thu thập số liệu được tự động thông qua phần mềm chuyên dụng. Tại vị trí cần kiểm tra tấm ép và các đầu đo võng được hạ xuống tiếp xúc với mặt đường. Hệ thống điều khiển nâng khối tải trọng lên độ cao quy định và rơi tự do xuống tấm ép gây ra một xung lực xác định tác dụng lên mặt đường. Các đầu cảm biến đo võng sẽ ghi lại độ võng của mặt đường ở các khoảng cách quy định. Trị số xung lực và độ võng được ghi lại vào file dữ liệu. Sau khi đo xong, tấm ép và các đầu đo võng được nâng lên và thiết bị được di chuyển đến vị trí kiểm tra tiếp theo

b. Bộ phận tạo xung lực

- Khối tải trọng được đưa lên độ cao quy định sau đó rơi tự do thẳng đứng theo một thanh dẫn, đập vào một tấm ép thông qua bộ phận giảm chấn lò xo (hoặc cao su) tạo nên một xung lực tác dụng lên mặt đường tại vị trí đặt tấm ép.

- Thời gian tác dụng của xung lực lên mặt đường phù hợp với điều kiện tác động thực tế của tải trọng lên mặt đường. Thông thường bộ phận giảm chấn được thiết kế có độ cứng phù hợp để đảm bảo thời gian tác dụng của xung lực vào khoảng từ 0.02 giây đến 0.06 giây

c. Tấm ép

- Tấm ép truyền tác dụng của tải trọng lên mặt đường có dạng hình tròn đường kính D = 30cm

- Tấm ép được chế tạo bằng hợp kim, mặt đáy tấm ép có dán một lớp cao su mỏng
- Giữa tâm của tấm ép có lỗ rỗng để đặt các cảm biến

d. Các cảm biến đo võng

- Độ võng trên mặt đường dưới tác dụng của xung lực được đo bằng các đầu đo cảm biến. Số lượng đầu đo võng thông thường là 7 đầu đo, tối thiểu là 5 đầu đo.

- Các đầu đo võng được lắp đặt thẳng hàng trên một giá đỡ dọc theo hướng xe đo. Có một đầu đo đặt tại tâm tấm ép, các đầu đo khác cách tâm một khoảng cách quy định. Thông thường, khoảng cách giữa các đầu đo là 30 cm (khoảng cách giữa các đầu đo đến tâm tấm ép theo thứ tự là: 30, 60, 90, 120, 150, 180 mm...)

- Khi tiến hành đo độ võng bằng thiết bị FWD để xác định môđun đàn hồi của đất nền đường, vị trí cảm biến đo võng có thể thay đổi theo độ cứng và tổng bề dày của kết cấu áo đường nhưng khoảng cách r từ chiếc cảm biến đo võng kề chiếc cảm biến đo võng cuối cùng đến tâm tấm ép phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$r \geq 0.7a_e \quad (1)$$

trong đó:

r : khoảng cách từ chiếc cảm biến đo võng kề chiếc cảm biến đo võng cuối cùng đến tâm tấm ép, cm

a_e : bán kính của bầu ứng suất nằm ở mặt phân cách giữa nền đất với kết cấu mặt đường, a_e được tính theo công thức sau:

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_{IPM}}}\right)^2}$$

trong đó:

a : Bán kính tấm ép của thiết bị FWD, cm

D : Tổng chiều dày các lớp trong kết cấu áo đường nằm phía trên nền đất, cm

E_p : Mô đun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu áo đường nằm phía trên nền đất,

M_R : Môđun đàn hồi của lớp đất nền được tính ngược từ các số liệu đo được bằng thiết bị FWD, MPa

Việc bố trí các cảm biến phải chọn r theo kinh nghiệm (vì chưa có M_r và E_p để tính a_e). Sau khi đã tính ra M_r và E_p từ các kết quả đo độ võng bằng thiết bị FWD phải kiểm tra lại trị số của r đã chọn xem có thỏa mãn công thức (1) hay không. Nếu không thỏa mãn thì được phép lấy số đo ở cảm biến cuối cùng xa nhất để tính toán. Khoảng cách r này theo kinh nghiệm lấy từ 0.9m đến 1.2m. Việc lựa chọn r sao cho tỉ số r/a_e lớn hơn trị số 0.7 và gần 0.7 nhất.

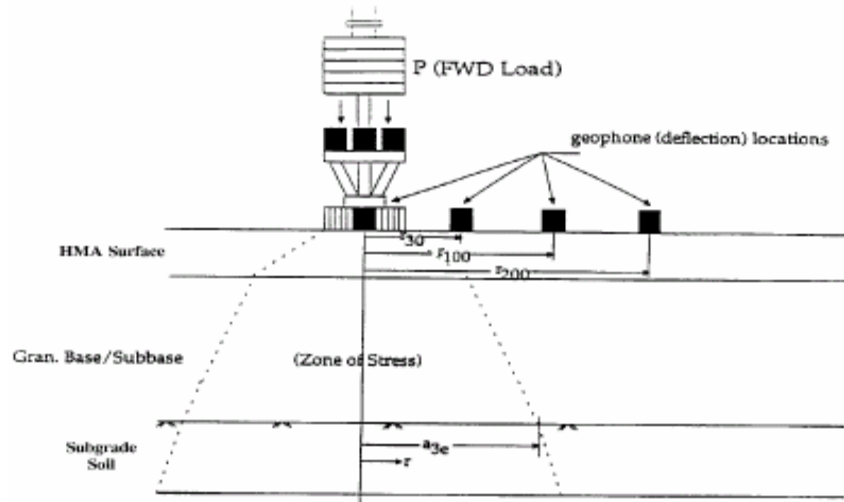
e. Cảm biến đo lực

- Độ lớn của xung lực phụ thuộc vào trọng lượng của quả rơi, độ cao rơi và các yếu tố khác như ma sát giữa quả nặng với thanh dẫn hướng, khả năng tiếp xúc giữa tấm ép và mặt đường ...

- Bộ phận cảm biến đo lực có khả năng đo được giá trị xung lực lớn nhất tác dụng lên mặt đường tại mỗi lần khối tải trọng rơi. Cảm biến đo lực làm việc theo nguyên lý điện trở hoặc hiệu điện thế của dòng điện

e. Hệ thống ghi, lưu trữ và xử lý số liệu

Các dữ liệu như độ lớn tải trọng (xung lực) tác dụng, áp lực tác dụng lên mặt đường, trị số độ võng của mặt đường đo được ... được phần mềm chuyên dụng ghi lại vào máy tính. Các thông tin hỗ trợ khác như nhiệt độ không khí, nhiệt độ mặt đường, khoảng cách giữa các vị trí đo, lý trình đo được lưu lại bằng phần mềm



Hình 3.6 - Sơ đồ bố trí và vùng ứng suất trong mặt đường do thiết bị FWD tạo ra



Hình 3.7 — Thiết bị đo FWD



Hình 3.8 -Thiết bị Dynatest 8000 FWD

III. Mật độ điểm đo

* Nếu tuyến đường cần đánh giá có chiều dài lớn, chia tuyến đường thành các đoạn đồng nhất, tiến hành đo đạc trên đoạn đại diện của mỗi đoạn đồng nhất

- Chia tuyến đường cần đo đạc 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 ẩm,

trạng thái bề mặt áo đường, kết cấu áo đường, chiều dày kết cấu, loại đất nền trên cùng, lưu lượng xe chạy ...

Các số liệu này sẽ được lấy từ hồ sơ của các cơ quan quản lý đường, các số liệu thu thập được qua khảo sát thực tế ngoài hiện trường do nhóm chuyên gia có kinh nghiệm thực hiện.

- Chọn đoạn đại diện trên mỗi đoạn đồng nhất, đoạn đại diện có chiều dài từ 500m đến 1000m. 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, đoạn qua vùng đất yếu, đoạn hư hỏng cục bộ ...) thậm chí nhỏ hơn 100m cũng phải đo đủ tối thiểu 15 điểm.

- Nếu tuyến đường cần đánh giá không có đủ các số liệu cơ sở để áp dụng cách chia đường thành các đoạn đồng nhất quy định hoặc theo yêu cầu cần phải đo đủ với mật độ đồng đều thì quy định mật độ đo như sau:

+ Đối với dự án lập báo cáo đầu tư và quản lý khai thác đường ô tô: mật độ đo từ 5~10 điểm đo/1km

+ Đối với dự án đầu tư (thiết kế cơ sở và thiết kế kỹ thuật): đo rải đều trên toàn tuyến với mật độ 20 điểm đo/1km

- 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 ~1.2m) là nơi thông thường có độ vồng cao hơn các vệt bánh phía trong. Với đường nhiều làn xe, khi quan sát bằng mắt thấy tình trạng mặt đường trên các làn khác nhau phải đo vồng trên làn yếu nhất, trị số đo này sẽ đại diện cho độ vồng tại mặt cắt ngang của đường nhiều làn xe

IV. Tiến hành thí nghiệm

1. Đo độ vồng của mặt đường

- Ô tô kéo thiết bị FWD đến vị trí cần đo độ vồng. Mặt đường tại vị trí đo phải được làm sạch có thể dùng chổi quét tẩm ép và các cảm biến đo vồng tiếp xúc tốt với mặt đường.

- Hạ tẩm ép và hệ cảm biến đo vồng, điều khiển thiết bị để hạ tẩm ép và hệ cảm biến của thiết bị xuống vị trí cần đo. Các cảm biến phải nằm trên một đường thẳng qua tâm tẩm ép, song song với trục tim đường và phải tiếp xúc tốt với bề mặt đường.

- Đo độ vồng:

+ Bước 1: Điều khiển để cơ cấu thủy lực đưa khối tải trọng lên độ cao quy định và thả khối tải trọng rơi đập vấp tẩm ép thông qua bộ phận giảm chấn (lò xo hoặc tấm cao su) để truyền một xung lực xuống mặt đường. Đầu cảm biến đo lực sẽ xác định xung lực gây ra trên đường. Các đầu cảm biến sẽ tự động đo độ vồng của mặt đường ứng với các vị trí quy định. Cần chú ý điều chỉnh độ cao rơi hoặc trọng lượng quả nặng để xung lực tác dụng xuống mặt đường đạt trị số quy định là 40kN.

+ Bước 2: Lắp lại bước 1. So sánh kết quả đo võng ở vị trí tâm tấm ép giữa hai lần đo. Nếu hai kết quả đo võng khác nhau dưới 5% thì kết thúc đo. Sử dụng kết quả đo ở lần 2 làm cơ sở tính toán.

+ Bước 3: Nếu bước 2 không thoả mãn thì lắp lại bước 1 cho đến khi độ võng của hai lần đo liên tiếp không khác nhau quá 5%. Sử dụng kết quả đo lần cuối làm cơ sở tính toán.

+ Bước 4: Nếu việc đo lặp lại như bước 1 thì đến lần thứ 5 mà vẫn không đạt thì cần thực hiện các công tác sau:

./ Kiểm tra lại hệ thống thiết bị thí nghiệm

./ Xem xét lại tình trạng tiếp xúc giữa tấm ép và các đầu đo võng với mặt đường

./ Di chuyển thiết bị đến vị trí mới cách vị trí cũ 1 ~ 2m và tiến hành đo lại

+ Các thông số kỹ thuật của thiết bị và kết quả đo đạc được máy tính ghi lại trong file kết quả.

2. Đo nhiệt độ mặt đường:

Việc đo nhiệt độ mặt đường được tiến hành trong suốt quá trình đo võng dọc tuyến phục vụ cho việc hiệu chỉnh các kết quả đo võng về nhiệt độ tính toán, khoảng 30 phút đo nhiệt độ một lần. Việc đo nhiệt độ mặt đường chỉ thực hiện đối với đường có lớp mặt phủ nhựa lớn hơn hoặc bằng 5 cm. Cách đo như sau:

- Dùng búa và đục nhọn tạo thành một hố nhỏ sâu chừng 45 mm ở mặt đường, gần vị trí đo võng

- Đổ nước hay glixerin vào hố đợi chừng vài phút

- Dùng nhiệt kế đo nhiệt độ của chất lỏng trong hố cho đến khi nhiệt độ không đổi thì ghi trị số nhiệt độ đo ($^{\circ}\text{C}$)

- Chú ý: Tránh không để vị trí đo nhiệt độ bị bóng của xe ô tô hay các vật khác làm ảnh hưởng đến kết quả đo

V. Xử lý kết quả đo võng

1. Xác định Môđun đàn hồi của Nền đường

a. Môđun đàn hồi của nền đường tại một vị trí đo

Trị số Môđun đàn hồi của nền đường M_r của đất nền tại vị trí đo võng bằng thiết bị FWD được tính ngược từ kết quả đo võng theo công thức sau:

$$M_{ri} = \frac{2.4P}{d_{ri} * r}$$

trong đó:

M_r là môđun đàn hồi của lớp đất nền đường tại vị trí đo, MPa

r: Khoảng cách từ điểm đo độ võng đến tâm tấm ép truyền tải trọng (thoả mãn điều kiện $r \geq 0.7a_c$), cm

P tải trọng tác dụng (xung lực), KN

d_r : Độ võng của mặt đường (không điều chỉnh độ về nhiệt độ tính toán của mặt đường) tại điểm cách tâm tấm ép một khoảng là r , cm

b. Môđun đàn hồi đặc trưng của nền đường

$$M_r = \frac{\sum (M_{ri})}{n}$$

trong đó:

M_r : là môđun đàn hồi đặc trưng của nền đường trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm (trong trường hợp đo với mật độ rải đều), Mpa

M_{ri} : Môđun đàn hồi của đất nền tại vị trí thử nghiệm thứ i , MPa

n : Số điểm đo trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm (trong trường hợp đo với mật độ rải đều)

c. Môđun đàn hồi hữu hiệu của nền đường trong thiết kế

Trong tính toán thiết kế trị số môđun đàn hồi hữu hiệu của đất nền được lấy bằng trị số môđun đàn hồi trong tính toán nhân với một hệ số điều chỉnh là $C = 0.33$

$$M_r(\text{tkế}) = 0.33 * M_r$$

trong đó:

$M_r(\text{tkế})$: là môđun đàn hồi hữu hiệu của nền đường dùng trong thiết kế, MPa

M_r : là môđun đàn hồi đặc trưng của nền đường trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm), Mpa

2. Xác định môđun đàn hồi hữu hiệu E_p của kết cấu mặt đường

a. Môđun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu mặt đường tại một vị trí đo

Xác định E_{pi} từ M_r từ các số liệu đo võng bằng FWD và tổng chiều dày D của kết cấu áo đường và trị số độ võng của mặt đường ở tâm tấm ép (d_0)

b. Môđun đàn hồi hữu hiệu đặc trưng của kết cấu mặt đường

$$E_p = \frac{\sum E_{pi}}{n}$$

trong đó:

E_p là môđun đàn hồi hữu hiệu đặc trưng của kết cấu mặt đường trên mỗi đoạn đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm, MPa

E_{pi} là môđun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu mặt đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm

3. Đánh giá tình trạng kết cấu mặt đường

Từ các kết quả đo độ võng của mặt đường bằng thiết bị FWD, đánh giá tình trạng chất lượng mặt đường thông qua chỉ số kết cấu hữu hiệu SN_{eff}

Trị số SN_{eff} được xác định theo công thức sau đây:

$$SN_{\text{eff}} = 0.0093 * D * \sqrt[3]{E_p}$$

trong đó:

SN_{eff} là chỉ số kết cấu hữu hiệu của mặt đường hiện tại
 D : là tổng chiều dày của toàn bộ kết cấu mặt đường, cm
 E_p là môđun đàn hồi hữu hiệu hiện có của kết cấu mặt đường, MPa

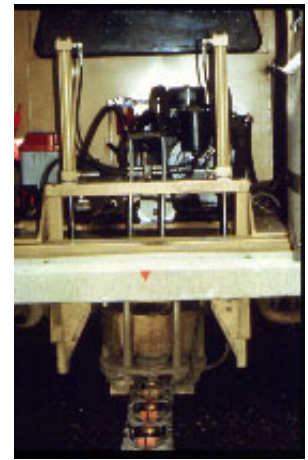
Một số thiết bị đo vồng khác



Hình 3.9 - Thiết bị đo vồng Dynaflect



Hình 3.10 - Thiết bị đo vồng Road Rater



§ 3 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN ĐÀN HỒI CỦA KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐẶC SÓNG BỀ MẶT

1. Cơ sở đo đạc và tính toán

Trong thực tế nhờ sử dụng các thiết bị đo động bố trí ngay tại hiện trường (trên bề mặt hoặc theo chiều sâu lớp vật liệu) hoặc từ kết quả của chương trình tính toán người ta có thể ghi được tập số liệu biến đổi theo thời gian (dữ liệu động) của vận tốc, gia tốc \square tại một, nhiều điểm quan sát nào đó.

Từ kết quả đo đạc này nhờ lý thuyết phân tích phổ và hàm tương quan được áp dụng khá rộng rãi trong kỹ thuật đo lường và xử lý các đại lượng ngẫu nhiên có thể xác định một số đặc trưng động của mặt đường sau: tần số dao động riêng, dạng dao động hoặc một số đặc trưng vật liệu của mặt và móng đường như mô đun đàn hồi

2. Xác định mô đun đàn hồi của các lớp mặt đường

Trên bề mặt lớp vật liệu gia cố đặt nguồn kích thích tạo dao động sóng bề mặt và bố trí hai đầu thu cách nhau một khoảng D . Hai đầu thu được các thông tin: vận tốc, gia tốc, dao động \square Một thiết bị sẽ tiếp tục nhận và lưu giữ tín hiệu từ các đầu đo chuyển về và biểu thị kết quả qua hai đường cong dữ liệu $x(t)$, $y(t)$. Các dữ liệu này được xét trong miền tần số ($X(f)$, $Y(f)$) qua phép biến đổi Fourier nhanh. Các đại lượng $X(f)$ và $Y(f)$ được dùng để tính hàm mật độ phổ chéo của hàm G_{xy} và độ lệch pha.

Vận tốc sóng bề mặt $V_R(f)$ và chiều dài sóng $\lambda_R(f)$ được xác định từ các phương trình sau:

$$t_{(f)} = \theta_{(f)} / (360^\circ \cdot f) \quad (1)$$

$$V_R(f) = D / t_{(f)} \quad (2)$$

$$\lambda_R(f) = V_R(f) / f \quad (3)$$

Trong đó :

$t_{(f)}$: thời gian trễ giữa hai đầu đo (là hàm tần số f)

$\theta_{(f)}$: độ lệch pha của phổ năng lượng tính theo độ

$V_R(f)$: vận tốc sóng bề mặt

D : khoảng cách giữa hai đầu đo

$\lambda_R(f)$: chiều dài bước sóng

Với vật liệu đàn hồi đồng nhất và đẳng hướng các hằng số đàn hồi được xác định qua quan hệ:

$$V_d = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (4)$$

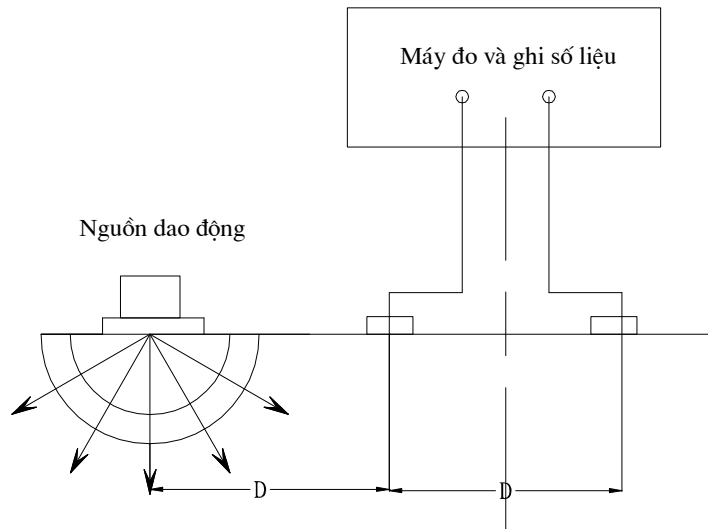
$$\text{Vận tốc sóng ngang được xác định theo : } V_d = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\mu)}} \quad (5)$$

Trong đó: ρ : khối lượng riêng
 E : mô đun đàn hồi của vật liệu
 μ : Hệ số Poisson

$$\text{Hoặc } E = \rho \cdot V_D = G \cdot V_D / g$$

Như vậy gián tiếp thông qua vận tốc sóng đo được có thể xác định được mô đun đàn hồi của tấm Bê tông xi măng hoặc móng của mặt đường bằng vật liệu gia cố xi măng.

Sơ đồ bố trí hiện trường: Có thể bố trí đo đạc tại hiện trường như hình 1:



Phạm vi áp dụng: Phương pháp này có xác định: Đo đạc cho các loại mặt đường bằng vật liệu khác nhau như: bê tông xi măng, bê tông nhựa, mặt và móng bằng các vật liệu gia cố khác □

- Diện tích khu vực đo đạc đủ để bố trí hai đầu đo và nguồn kích thích dao động. Tùy thuộc chiều sâu lớp vật liệu cần xác định mà không chế cự ly giữa hai đầu đo cho phù hợp. Thường bố trí khoảng cách hai đầu đo bằng 1.5 ~ 6 lần chiều sâu lớp vật liệu cần xác định đặc tính vật liệu

Kết quả tính toán bằng số

Từ kết quả của chương trình tính toán cho bài toán động mặt đường BTXM nhiều lớp bằng phương pháp sai phân (do tác giả lập)

Ví dụ: Một lớp BTXM dày 24 cm dưới tác dụng của tải trọng trục xe 10T vuông góc hướng xe chạy, tấm có kích thước 3.5 x 5m. Các thông số tính toán cho lớp BTXM: $E = 250000 \text{ daN/cm}^2$, $\rho = 0.0025 \text{ kG/cm}^3$, các đầu đo thu đặt cách nhau 1.5m. Xác định mô đun đàn hồi của mặt đường

Số liệu thu được từ chương trình tính toán từ tập dữ liệu về gia tốc của hai điểm đo cách nhau $D = 1.5\text{m}$ theo hướng xe chạy dưới tác dụng của tải trọng động $P(t)$

Bằng phương pháp phân tích tương quan và phổ nhờ hỗ trợ của MATLAB kết quả tính toán và phân tích mô tả trong hình 2.

Xác định đặc trưng đàn hồi của mặt đường BTXM

- Thời gian trễ: 0.00068s
- Vận tốc sóng bề mặt: $v = 1.5/0.00068 = 2205\text{m/s}$
- Vận tốc sóng lý thuyết xác định theo (5) $v_{lt} = 2085 \text{ (m/s)}$ (sai số 5.7%)
- Từ vận tốc sóng xác định được E của vật liệu $E = 279566\text{daN/cm}^2$ (sai số 11.8%)
- Với kết quả thu được của nhiều bài toán khi mô đun vật liệu E thay đổi lập được quan hệ giữa E và vận tốc V trong bài toán đang chạy đối chiều với lý thuyết có thể tham khảo trong hình 3

§4 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ BẰNG PHẪNG CỦA MẶT ĐƯỜNG

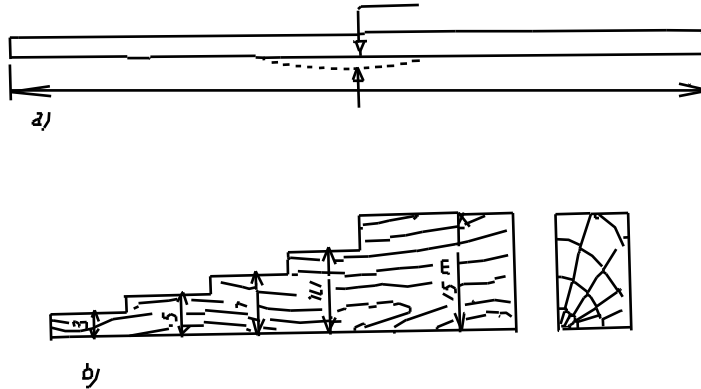
I. Khái niệm

Độ bằng phẳng là sự sai khác về cao độ của mặt đường so với mặt phẳng trắc dọc thiết kế.

Độ bằng phẳng = Σ thay đổi theo chiều đứng / Chiều dài đường (m/km)

II. Phương pháp dùng thước 3 m:

Đo theo chiều dọc tại hai vệt tải trọng sau đo dùng nệm và xác định khoảng cách lồi lõm (Hình vẽ)



Phương pháp đo:

- Trên bề mặt lớp kết cấu cần đo đặt thước dài 3m song song với trục ở 3 vị trí: giữa tim đường, bên phải, bên trái tim đường và cách mép đường 1m để đo độ bằng phẳng.
- Dọc theo thước cứ cách mỗi khoảng 0.5m kể từ đầu thước đo khe hở giữa cạnh dưới của thước và mặt đường bằng cách đẩy nhẹ nệm vào khe hở để đọc trị số khe hở tương ứng. Các khe hở lấy tròn trị số 3 ~ 5 ~ 7 ~ 10 ~ 15 mm

Bảng đo độ bằng phẳng

Rất tốt	Tốt	Đạt yêu cầu
Lớp móng và mặt đường Cấp phối đá dăm		
100% khe hở < 10mm	70% khe hở < 10mm 30% khe hở < 15mm	100% khe hở < 15mm
Móng và mặt xử lý nhựa		
100% khe hở < 7 mm	70% khe hở < 10 mm 30% khe hở < 7mm	100% khe hở < 10mm
Móng và mặt đường bằng hỗn hợp đá trộn nhựa		
100% khe hở < 5mm	70% khe hở < 5mm 30% khe hở < 7mm	100% khe hở < 7mm
Mặt đường nhựa và bê tông xi măng		
70% khe hở < 3mm 30% khe hở < 5mm	50% khe hở < 3mm 50% khe hở < 5mm	100% khe hở < 5mm

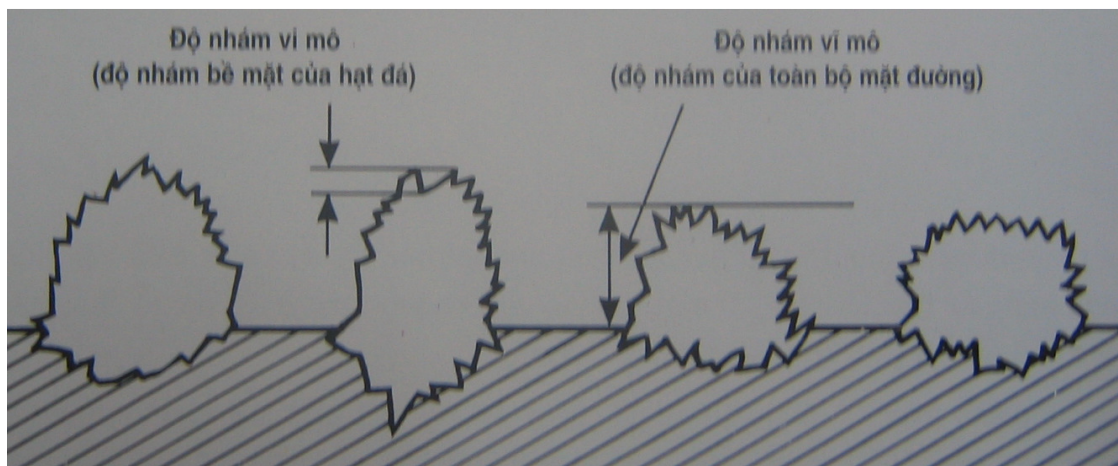
§5 CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ NHÁM MẶT ĐƯỜNG

I. Khái niệm

- Độ nhám mặt đường bao gồm 2 thành phần:
 - + Độ nhám vĩ mô: Được tạo bởi độ gồ ghề của mặt đường
 - + Độ nhám vi mô: Được tạo bởi cấu trúc bề mặt cốt liệu
- Độ nhám tạo nên năng lực chống trơn trượt của mặt đường

II. Phương pháp xác định độ nhám mặt đường

- Phương pháp rắc cát: Xác định độ nhám vĩ mô
- Phương pháp con lăn Anh: Xác định độ nhám vi mô



1) Phương pháp rắc cát

* Phạm vi áp dụng: Chỉ áp dụng cho mặt đường bê tông nhựa và bê tông xi măng.

a/. Công tác chuẩn bị:

✓ Dụng cụ và vật liệu thí nghiệm:

- Cát thí nghiệm: dùng cát khô, sạch, tròn cạnh, cỡ hạt 0,15 - 0,3 mm, cát được đựng trong hộp kín.
- Một ống trụ tròn bằng kim loại có đường kính trong là 20mm, chiều cao ống trụ là 79,5mm để đảm bảo dung tích của ống là 25 cm³, một đầu ống được bịt kín.
- Một bàn xoa cát dạng đĩa dẹt hình tròn bằng gỗ tốt có đường kính 65mm, có núm để cầm, mặt để xoa được phủ bằng một tấm cao su dày 2-3mm
- Tấm chắn để cát không bị bay khi có gió hoặc xe chạy qua.
- Một thước dài khắc vạch đến 500mm

- Một chỗ mềm

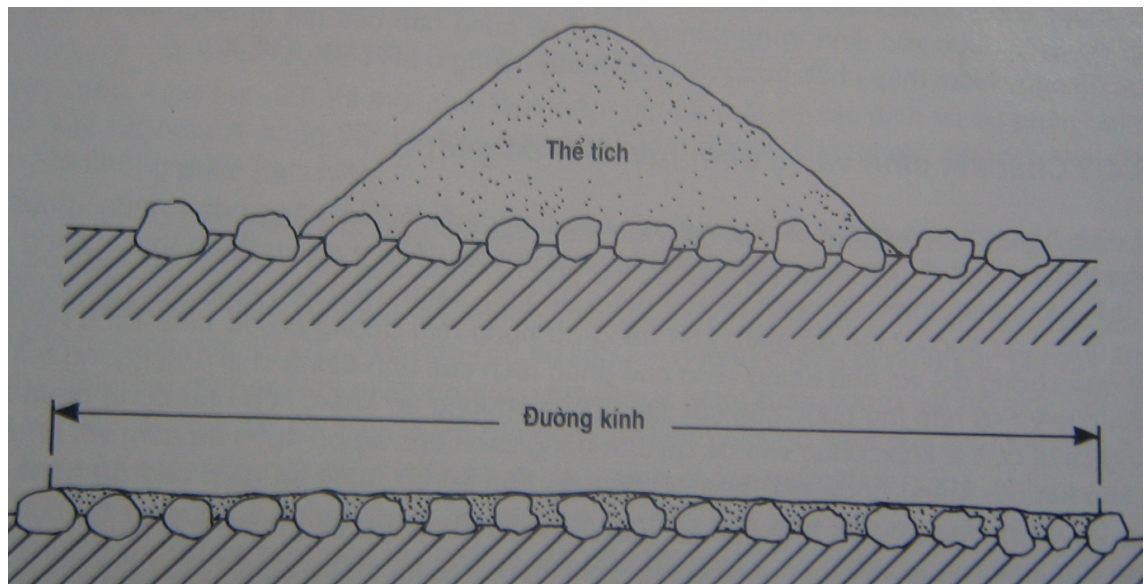
✓ **Vị trí thử nghiệm: chọn tại vị trí vệt bánh xe, theo chiều xe chạy.**

✓ **Mật độ điểm đo:**

- Khi tuyến đường cần đánh giá được phân chia thành những đoạn được xem là đồng nhất về nhám, phải dựa vào kết quả khảo sát thực tế ngoài hiện trường do các chuyên gia có kinh nghiệm thực hiện. Trên đoạn đồng nhất về độ nhám, chọn một đoạn đại diện có chiều dài từ 500 đến 1000 mét. Mỗi đoạn đại diện sẽ 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 / 1km / 1 làn xe .

b/. Tiến hành thí nghiệm:



Hình 3.16 - Thí nghiệm rắc cát xác định độ nhám vĩ mô mặt đường

✓ **Tại vị trí thí nghiệm: tiến hành làm vệ sinh đảm bảo mặt đường sạch, khô ráo.**

- Đong đầy cát vào ống đong đổ cát tại vị trí thí nghiệm bằng cách dựng úp ống trụ và gõ nhẹ vào thành ống cho cát ra hết.

- Đổ cát từ ống đong lên mặt đường và dùng bàn xoa, xoa đều cát từ trong ra ngoài theo hình xoắn ốc để tạo thành một mảng cát tròn liên tục, cát lấp đầy các khe hở trên mặt đường và ngang bằng với đỉnh hạt cốt liệu.

- Đo đường kính của mảng cát. Đường kính mảng tròn cát được đo theo hai hướng vuông góc với nhau. Lấy giá trị trung bình cộng hai trị số đường kính đã đo và làm tròn đến từng 5mm để làm trị số đường kính tính toán.

c/. Tính toán xử lý kết quả.

- ✓ Độ nhám bề mặt được biểu thị bằng giá trị chiều dày trung bình lớp cát nằm trong các khe hở được tính như sau:

$$H_{ITB} = \frac{4 \times V}{\pi \cdot d^2}, \text{ (mm)}$$

Trong đó:

H: chiều dày trung bình lớp cát, (mm).

V: thể tích cát đã biết (25cm^3), tính theo mm^3

d: đường kính trung bình vòng tròn cát (mm).

- ✓ Chiều sâu trung bình cấu trúc vĩ mô của đoạn mặt đường được xem là đồng nhất, được tính bằng trung bình số học của tất cả các giá trị đo trên đoạn đó:

$$H_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{ITB}}{n}, \text{ (mm)}$$

Bảng 3.4 - Tiêu chuẩn quy định về giá trị chiều sâu trung bình cấu trúc vĩ mô của mặt đường đo bằng phương pháp rắc cát

Phạm vi áp dụng	Chiều sâu trung bình H_{TB} , (mm)	
	Khu vực có tổng lượng mưa trung bình/năm <1300mm	Khu vực có tổng lượng mưa trung bình/năm >1300mm
Vận tốc xe chạy $V \leq 80 \text{ km/h}$	$0.2 \leq H_{TB} < 0.3$	$0.2 \leq H_{TB} < 0.4$
$80 \text{ km/h} < V \leq 120 \text{ km/h}$	$0.3 \leq H_{TB} < 0.7$	$0.4 \leq H_{TB} < 0.8$
$V > 120 \text{ km/h}$	$0.8 < H_{TB} \leq 1.1$	$0.8 < H_{TB} \leq 1.2$
Đường qua nơi địa hình khó khăn, nguy hiểm	$H_{TB} > 1.1$	$H_{TB} > 1.2$

2) Thiết bị kiểu chùy lắc (thiết bị con lắc Anh):

a. Đặc điểm:

- Phương pháp thí nghiệm này cho phép xác định độ nhám của mặt đường phụ thuộc vào cấu trúc vi mô của bề mặt áo đường bằng cách đo hệ số ma sát trượt trung bình của con lắc mang tấm cao su tiêu chuẩn, dao động lắc trượt trên mặt đường.

- Phương pháp thí nghiệm này mô phỏng sức kháng trượt giữa bánh xe ô tô và mặt đường khi xe chạy với tốc độ 50 km/h, được sử dụng để nghiệm thu mặt đường mới hoặc khi đánh giá chất lượng của đường hiện đang khai thác có lớp phủ mặt là bê tông nhựa hoặc bê tông xi măng.

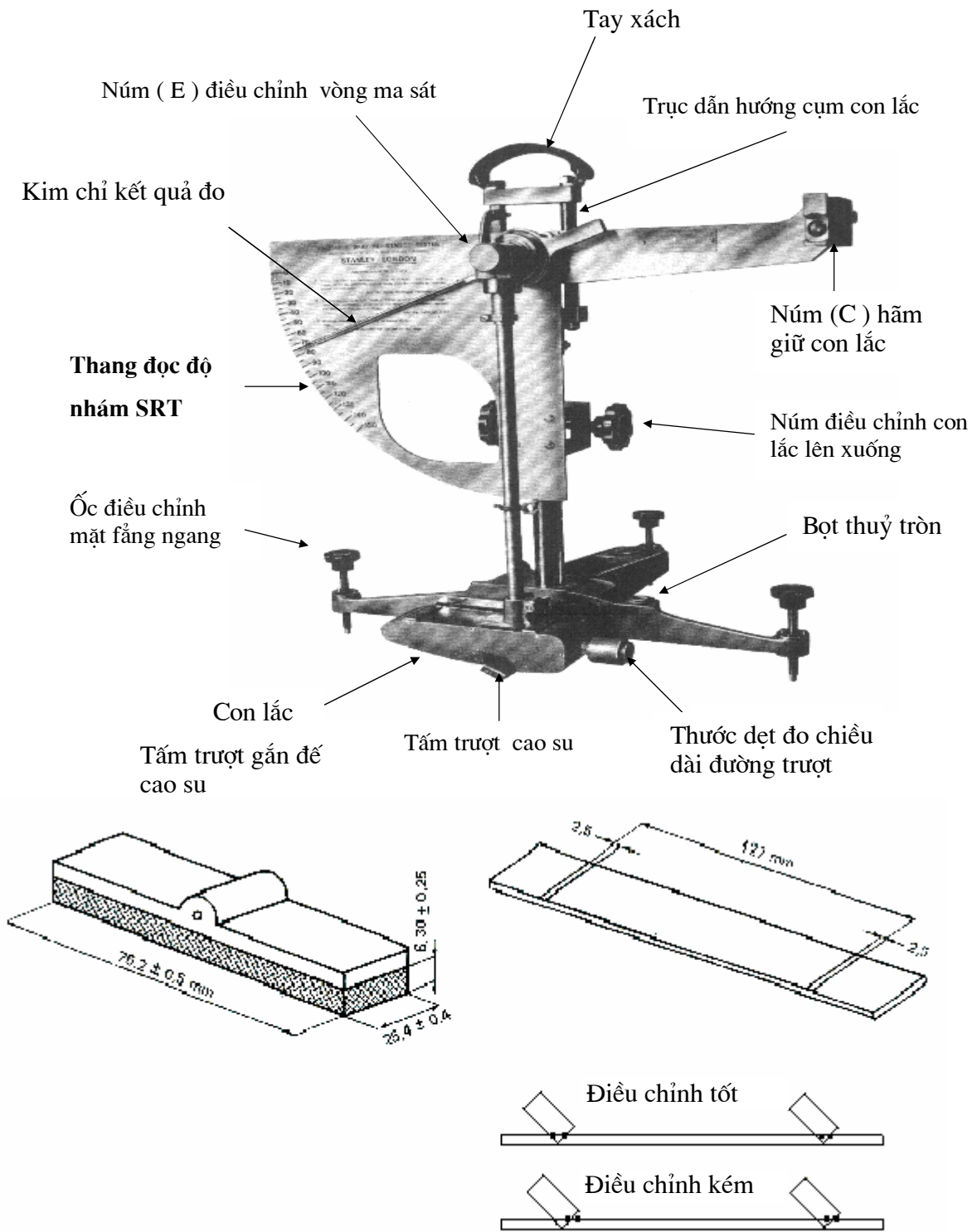
b. Cấu tạo thiết bị đo:

Thiết bị con lắc đo nhám có trọng lượng khoảng 12~14kg gồm các bộ phận chính sau:

- Giá đỡ là một bệ có gắn bọt thủy tròn, có ba chân, có thể điều chỉnh được để đảm bảo trục thẳng đứng của thiết bị luôn trùng với phương thẳng đứng của dây dọi. Trục thẳng đứng có núm (B) điều chỉnh cao thấp để nâng hạ con lắc lên xuống, tạo cho tấm trượt tiếp xúc với bề mặt thử nghiệm theo một chiều dài trượt quy định

- Con lắc có gắn tấm trượt của thiết bị nặng 1500 ± 30 gam. Phần dưới bụng của con lắc có tấm trượt bằng nhôm gắn cao su. Hệ thống lò so và đòn bẩy của con lắc sẽ cho một tải trọng trượt chuẩn trung bình là 2500 ± 100 gam, tác động lên tấm trượt đế cao su có kích thước $6,35 \times 25,4 \times 76.2$ mm , truyền xuống bề mặt thử nghiệm.

- Núm hãm A có thể cố định được tâm quay của con lắc ở một vị trí thích hợp.



Hình 3.18 - Cấu tạo thiết bị con lăn đo độ nhám

c. Nguyên lý làm việc:

- Thiết bị đo nhám mặt đường kiểu con lăn xách tay có một tấm cao su nằm bên dưới bụng của con lăn. Khi dao động trên mặt đường, tấm cao su được một lò xo từ xuống mặt

đường một lực đã được định trước và sẽ trượt trên mặt đường với một chiều dài đường trượt quy định.

- Theo định luật bảo toàn năng lượng thì : độ cao văng lên của con lắc sau khi trượt trên mặt đường phụ thuộc vào mất mát năng lượng do ma sát trượt của con lắc với mặt đường. Bởi vậy có thể tính được hệ số ma sát trượt (ϕ) của tấm cao su với mặt đường theo biểu thức sau :

$$\phi = \frac{w (H - h)}{P L}$$

Trong đó :

W : Trọng lực của con lắc , daN

H : Chiều cao nâng lên ban đầu của trọng tâm con lắc , mm

h : Chiều cao văng lên của con lắc sau khi trượt trên mặt đường, mm

P : Lực tác động trung bình của con lắc xuống mặt phẳng trượt, daN

L : Chiều dài đường trượt quy định của con lắc trên mặt phẳng trượt, mm .

Độ nhám của mặt đường đo bằng thiết bị con lắc (SRT = Skid Resistance Truser) được xác định theo biểu thức :

$$SRT = \phi \times 100 \%$$

- Áp dụng trong điều kiện xe chạy trên đường ẩm ướt với $v = 50$ km/h.

PHẦN 2

ĐÁNH GIÁ MẶT ĐƯỜNG SÂN BAY – CHUẨN ĐOÁN CÁC SÂN BAY

I. Thăm dò các sân bay

1. Quản lý tài sản của sân bay □ Thăm bệnh mặt đường

Mặt đường sân bay (đường băng, đường lăn, sân đỗ) là một bộ phận của cơ sở hạ tầng hoạt động của sân bay. Để giữ gìn và sử dụng tốt nhất tài sản của mặt đường sân bay người quản lý sân bay phải:

- Biết được năng lực chịu tải của mặt đường để chúng thích ứng với sự tăng trưởng của lượng vận chuyển theo thời gian.
- Kiểm tra các đặc trưng chống trượt ngang và chất lượng của trắc dọc đường băng hạ cất cánh để ngăn ngừa mọi tai nạn.

Để thoả mãn các nhu cầu này phải nghiên cứu các phương pháp và các thiết bị đặc biệt để thăm dò mặt đường:

- Rơ moóc đo sức chịu tải
- Dụng cụ đo tự động độ trơn trượt (IMAG) đo hệ số ma sát dọc
- Máy phân tích trắc dọc để kiểm tra độ bằng phẳng của trắc dọc đường băng

Sở kỹ thuật các căn cứ hàng không (STBA) của Pháp đã có các bộ thiết bị đặc biệt để làm ở nước Pháp và ở ngoài nước Pháp. Sở đã không ngừng cải tiến các thiết bị của mình để chúng thích ứng với yêu cầu của người quản lý đặc biệt là đối với mặt đường.

Để vận chuyển, tự động, năng suất cao và dễ đo là những chất lượng chủ yếu cố gắng hướng tới.

2. Thăm dò

Người quản lý có thể yêu cầu thăm dò mặt đường sân bay để:

- Cập nhật các tải trọng cho phép hoặc PCN (sức chịu tải)
- Để xác định các công tác tăng cường hoặc kéo dài (tăng cường sức chịu tải, độ bằng phẳng)
- Để kiểm tra chất lượng của một công trường (sức chịu tải, độ bằng phẳng, độ trơn)
- Nếu có một tập đoàn hàng không muốn đưa vào sử dụng một máy bay nặng hơn
- Nếu mặt đường có dấu hiệu mỏi (sức chịu tải, độ bằng phẳng)
- Nếu mặt đường chịu tác dụng của khí hậu khắc nghiệt như nhiệt độ cao, ngập lụt (sức chịu tải, độ bằng phẳng)

- Sau khi có sự phân nân của phi công, đường băng bị trơn khi mưa, máy bay bị rung (độ nhám, độ bằng phẳng)

3. Với giá rẻ

- Giá của một đợt thăm dò rất thay đổi, nó phụ thuộc vào tính chất công việc, vào địa điểm, vào loại mặt đường (mềm hay cứng), vào lượng vận chuyển

Trong mọi trường hợp việc thăm dò chỉ vài phần trăm của tổng giá thành bảo dưỡng hoặc khôi phục mặt đường nhưng lại cung cấp cho người quản lý các chỉ tiêu chính xác về số tiền và thời hạn tối ưu các công tác: giá thăm dò bao giờ cũng có lãi lớn

4. Với ít bó buộc nhất

- Thăm dò một sân bay luôn có các vấn đề trở ngại và an toàn cho bảo dưỡng máy bay
- Các thiết bị của STBA ở đây được dùng để làm các thí nghiệm không phá hoại kết cấu, các thiết bị đặc biệt của STBA đều phù hợp với các thủ tục hàng không và đều có các phương tiện bảo đảm an toàn cho máy bay. Các thiết bị này có thể giải phóng đường băng dưới 20 phút.

II. Đánh giá sức chịu tải

STBA đã đề ra một phương pháp đánh giá sức chịu tải (Tập III — Mặt đường cầu ICAO). Phương pháp này đã có các thiết bị khác nhau để tiến hành ở trong và ở ngoài nước Pháp. Thông thường với một mặt đường sân bay trung bình việc đánh giá sức chịu tải bao gồm các bước sau:

1. Nghiên cứu sơ bộ

- Nghiên cứu địa điểm và khí hậu (lượng mưa, khả năng đóng băng hoặc nhiệt độ cao□)
- Thăm dò hệ thống thoát nước
- Chia mặt đường thành các vùng đồng nhất về kết cấu theo lịch sử của công trình (nghiên cứu các tài liệu lưu trữ, kỹ thuật sân bay)
- Chia mặt đường thành các khu vực đồng nhất về trạng thái bề mặt theo sự thông kê về tình hình hư hỏng.

Như vậy có thể sử dụng các thiết bị đo có năng suất cao

Tuỳ theo sự quan trọng của trang thiết bị, việc thăm dò đầy đủ kéo dài từ 2 đến 3 tuần bao gồm:

- Các thí nghiệm không phá hoại kết cấu bằng nén tấm ép
- Chia mặt đường thành các khu vực đồng nhất về tình hình làm việc

Quy định cho mỗi khu vực đồng nhất một tải trọng cho phép của “bánh đơn tương đương”. Việc tính toán dưới các tải trọng bánh kép và càng kép và việc xác định PCN (số phân cấp mặt đường) cần biết chính xác các kết cấu mặt đường và các đặc trưng của đất nền mà lịch sử công trình thường không có. Tuy nhiên với các công trình mới làm và được theo dõi cẩn thận ta có thể bằng lòng với việc “thăm dò từng phần”. Việc thăm dò đầy đủ bao gồm:

- Các thí nghiệm bổ sung về nén tấm ép
- Thực hiện việc thăm dò từ 1.5m² mặt cắt ở các điểm đại diện của các khu vực đồng nhất (khoảng 6 điểm thăm dò cho mỗi đường băng)
- Kiểm tra các đặc trưng địa kỹ thuật các lớp mặt đường và của đất nền đường (các thí nghiệm tại chỗ CBR hoặc hệ số nền và các thí nghiệm trong phòng các mẫu nguyên dạng hoặc phá hoại kết cấu).

III. Rơmooc sức chịu tải

- Thiết bị nhằm để thăm dò mặt đường sân bay
- Sức chịu tải của mặt đường được đánh giá bằng một bánh đơn với tình hình làm việc của nó dưới tải trọng trùng phục của một tấm ép.
- Tải trọng làm việc của mặt đường là tải trọng cho phép với một lượng vận chuyển tính toán là 10 hoạt động/ngày trong 10 năm. Để xét tới sự phân tán các lần đi qua của càng bánh máy bay trên chiều rộng đường lăn 36500 lần tương ứng với khoảng 10000 lần tác dụng tải trọng ở một điểm.

Các điểm được thực hiện theo hình hoa mai trên tất cả các khoảng cách 50m cách tim đường băng khoảng 4m.

1. Mô tả

Rơmooc sức chịu tải gồm có:

- Một xe kéo 220 kw
- Một buồng thí nghiệm trang thiết bị máy vi tính có thể điều khiển tự động các thí nghiệm, xử lý sơ bộ và ghi lại các số đo
- Một rơmooc 200kN theo tiêu chuẩn đường ô tô (tải trọng trục bánh và kích thước) gồm có:
 - o Một xitéc 40m³ cho phép chứa một khối lượng phản lực là 600 kN
 - o Một kích thủy lực, một đồng hồ đo áp lực và một tấm ép đường kính 42cm hoặc 65 cm đặt dưới trọng tâm kích

- Bốn kích ở góc được hạ xuống trong khi thí nghiệm
- Một tổ máy điện 16 kVA
- Một dầm tựa khẩu độ 10m bằng hợp kim nhẹ
- Các đồng hồ đo biến dạng thẳng đứng và độ dẫn dài theo hướng nằm ngang chính xác đến 1/100 và 1/1000 mm

2. Tính năng

- Mỗi thí nghiệm kéo dài khoảng 30 phút — Việc lắp đặt thiết bị hoặc tháo dỡ để di chuyển trên đường cần khoảng 2h.

- Rơmooc có thể giãn phương mặt đường bằng được thông báo trước ít nhất 20 phút. Thiết bị này có thể thực hiện trên 5000 chu kỳ đặt và dỡ tải liên tục. Việc thao tác rơmooc do một kỹ thuật viên và một lái xe thực hiện.

IV. Thiết bị thăm dò nhẹ

Việc đánh giá sức chịu tải của một sân bay ở ngoài nước Pháp vẫn được thực hiện trên các thí nghiệm chất tải tẩm ép

Các cách thức thực hiện những thí nghiệm này là khác nhau. Một bộ thiết bị đo của STBA mang đến được bổ sung và thiết bị thông thường có ở địa phương.

1. Thiết bị của STBA mang theo

- Bơm thủy lực và kích
- Tổ máy điện công suất 1KVA
- Tấm ép
- Dầm đỡ để đo biến dạng
- Dụng cụ điện tử để đo và tự ghi
- Các đồng hồ đo ứng suất và biến dạng
- Hệ thống thu thập các số liệu đo
- Máy in □

2. Thiết bị tại địa phương

- Vận chuyển

Các thiết bị mang từ STBA đựng trong 6 thùng, vận chuyển bằng máy bay hoặc đường biển trọng lượng tổng cộng 15kN, tổng thể tích khoảng 5 m³.

- Nhân viên

Việc thăm dò mặt đường ở nước ngoài cần 4 kỹ thuật viên của STBA và 3 đến 4 người địa phương, 2 lái xe và một công nhân

V. Các thí nghiệm sức chịu tải

1. Mặt đường mềm và mặt đường cứng

- Nguyên tắc thí nghiệm

Thí nghiệm gồm có việc làm thí nghiệm đồng bộ đất, mặt đường về mỗi dưới tải trọng trùng phục.

- Phương pháp thao tác

+ Mặt đường chịu tác dụng của 10 chu kỳ chất tải và dỡ tải. Mỗi chu kỳ đã được chương trình hoá và kiểm tra bằng máy tính

+ Đặt tải với tốc độ không đổi, thường là 20kN/s

+ Một cấp tải trọng thí nghiệm trong 10 s.

+ Dỡ tải nhanh

+ Một cấp ứng suất trong 10s

Các biến dạng thẳng đứng được đo bằng các đồng hồ đo trên tấm ép, các đồng hồ đo khác cách mép tấm ép 30, 60 và 90 cm. Các biến dạng này được ghi lại biểu đồ và bằng số.

- Khai thác các số đo

Các độ lún còn lại ở cuối chu kỳ dưới tấm ép đều được ngoại suy cho 10000 chu kỳ với từng tải trọng theo quy luật logarit có dạng $y = a + b \log n$ trong đó y là độ lún còn dư, n là chu kỳ, a và b là các hệ số xác định quy luật tăng trưởng độ lún của mặt đường.

Như vậy tải trọng làm việc của mặt đường là tải trọng sau 10000 lần tác dụng gây ra một độ lún còn dư cho phép được chọn theo loại mặt đường và dạng của đường cong. Với mặt đường mềm độ lún lớn nhất này thường vào khoảng 5 mm.

2. Mặt đường cứng

- Nguyên tắc thí nghiệm:

Thí nghiệm để xác định tải trọng gây ra ứng suất kéo cho phép trong bê tông, như vậy ta cũng được tải trọng làm việc.

- Phương pháp thao tác

+ Bộ phận nhạy cảm nhất của tấm bê tông thường là ở góc tấm. Như vậy ứng suất kéo lớn nhất sẽ nằm trên đường phân giác của góc.

+ Tấm bê tông chịu các chu kỳ chất tải — đỡ tải tăng dần đến tải trọng cho phép. Năm đồng hồ đo bố trí cách nhau 30 cm và cách mép tấm ép 30 cm để đo độ dẫn dài nằm ngang. Bốn bách phân kế đo biến dạng thẳng đứng được bố trí trên góc tấm chịu tải và 3 tấm lân cận để xác định chính xác biến dạng của tấm và việc truyền tải trọng

- Khai thác các số đo:

+ Các số đo độ dẫn dài theo tải trọng được nội suy sau khi ghi lại và xử lý

+ Tải trọng làm việc được xác định theo tiêu chuẩn bất lợi nhất giữa biến dạng thẳng đứng và độ dẫn dài theo hướng nằm ngang

V. Đánh giá độ trơn trượt bằng thiết bị IMAG

1. IMAG

- Dụng cụ đo tự động độ trơn trượt IMAG (bằng phát minh STBA/ sân bay Pari) để đo các đặc trưng ma sát của mặt đường sân bay.

- Thí nghiệm gồm có việc đo hệ số ma sát dọc, hệ số này cho phép ta xác định năng lực hãm phanh của các máy bay trên đường băng ướt với 1mm nước

2. Mô tả

IMAG là một rơmooc kéo gồm có:

- Một sát- xi hai bánh để :

+ Một bánh xe đo tốc độ và đo khoảng cách

+ Một môđun điện tử và một máy vi tính để kiểm tra quá trình thí nghiệm, thu thập, xử lý, ghi lại và hồi phục tức thời các số đo

+ Một hệ thống điện tử để kiểm tra hệ thống thuỷ lực việc phanh các bánh xe đo

+ Một xe kéo (tốc độ đo đến 130km/h)

+ Các thiết bị để : làm ướt tự động, chuyển từ số đo thành thời gian thực tế

- Các thao tác :

+ Phương pháp đo là hãm phanh bánh xe đo để áp đặt lên nó một tỷ số trượt không đổi ở tốc độ ổn định của xe kéo.

+ Đo liên tục cặp hãm phanh và tải trọng tác dụng ở bánh xe đo thì có thể tự động chuyển đổi thành hệ số hãm phanh.

+ Trong khuôn khổ của việc kiểm tra đã được chương trình hoá độ trơn, người ta rải một màng nước chiều dày không đổi trước bánh xe đo bằng một hệ thống làm ướt chạy với tốc độ của xe ô tô kéo.

+ Thiết bị cũng được sử dụng không có bộ phận làm ướt để đo thời gian thực tế của hệ số ma sát dọc trên đường băng bị hỏng

- Các tính năng

+ Việc đo bằng thiết bị IMAG không đắt tiền và có thể cung cấp ngay các kết quả cho cảng hàng không khai thác

+ Kiểm tra nhanh hệ thống phanh cho phép dừng hoặc ngắt các kết quả đo

+ Thiết bị phanh thủy lực giúp cho IMA khống chế tốt các thông số đo

+ Với các thiết bị tiến hành trên mặt đường ẩm ướt, ô tô kéo được trang bị một hệ thống phun ướt có thể bảo đảm một lớp nước dày 1mm dưới bánh xe đo.

+ Các chương trình tin học khai thác thiết bị này cho phép một sự thích nghi đơn giản với tất cả các loại cảng hàng không (số, hướng, chiều dài của các đường băng□)

VI. Đánh giá độ bằng phẳng

- Máy phân tích trắc dọc: Thiết bị nhằm nghiên cứu độ bằng phẳng của đường băng liên quan đến sự êm thuận và an toàn của máy bay và kỹ thuật rải vật liệu. Thiết bị này do LCPC thiết kế và chế tạo

Nguyên tắc của thí nghiệm là thu thập và phân tích nhiều mặt cắt dọc và khoanh vùng các chỗ không bằng phẳng.

- Mô tả: APL sử dụng trên đường băng gồm:

+ Một ô tô kéo: Citroen XM Break

+ Hai rơmooc APL trang bị hệ thống xác định các chỗ không đồng đều của bề mặt

+ Một hệ thống tự ghi các thông tin của rơmooc APL, tốc độ và khoảng cách

- Khai thác các số đo:

+ Các số đo được khai thác dưới hai dạng:

+ Cho điểm độ bằng phẳng trong từng đoạn 200m sau khi sàng lọc tín hiệu của mặt cắt trong 3 dải chiều dài bước sóng (1-3.3m, 3.3 — 13m, 13 — 40m) rồi tính năng lượng cho từng dải cho 3 điểm về chất lượng độ bằng phẳng từ 1 đến 10

+ Nhìn trên giấy tín hiệu mặt cắt gồm các thành phần có chiều dài bước sóng của trắc dọc từ 0.7 đến 70m của biểu đồ ra sao cho đánh giá chi tiết được các thiếu sót của độ bằng phẳng.