

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
KHOA XÂY DỰNG VÀ MÔI TRƯỜNG
BỘ MÔN XÂY DỰNG

BÀI GIẢNG HỌC PHẦN
THÍ NGHIỆM CƠ SỞ
(VẬT LIỆU VÀ ĐẤT)
MÃ MÔN: FIM0375 – SỐ TÍN CHỈ : 02

Biên soạn : Ths. Nguyễn Thế Thịnh

LƯU HÀNH NỘI BỘ

MỤC LỤC

Nội dung	Trang
Bài 1. Xác định khối lượng thể tích của vật liệu	3
Bài 2. Xác định độ hút nước độ ẩm của vật liệu	12
Bài 3. Xác định thành phần hạt, mô đun độ lớn của cát	21
Bài 4. Xác định cường độ chịu uốn, nén của đá xi măng	32
Bài 5. Xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông	44
Bài 6. Xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp phá huỷ mẫu	57
Bài 7. Xác định các tính chất vật lý của đất	71
Bài 8. Xác định các tính chất cơ học của đất	93
Tài liệu tham khảo	

BÀI 1: XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH CỦA VẬT LIỆU

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi; Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

✧ *Xác định khối lượng thể tích của gạch xây*

✧ *Xác định khối lượng của cát*

Mục tiêu bài học

✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*

✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*

✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Vật liệu xây dựng là một phần không thể thiếu để tạo lên các công trình xây dựng khác nhau. Vật liệu cấu thành lên các bộ phận trong công trình xây dựng như: móng, cột, dầm, sàn, tường,.... Do vậy trong quá trình khai thác sử dụng nó quyết định đến khả năng làm việc cũng như tuổi thọ của các loại kết cấu công trình. Vật liệu xây dựng rất phong phú đa dạng về nguồn gốc, chủng loại, giá thành cho nên để lựa chọn vật liệu nào cho phù hợp chúng ta cần hiểu về nó như các tính chất vật lý, cơ học, tính nhiệt, âm... Để kiểm tra những tính chất đó có đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn hay không thì chúng ta cần làm các thí nghiệm kiểm chứng.

1. Khối lượng thể tích là gì? Đại lượng nào quan trọng khi xác định khối lượng thể tích?
2. So sánh khối lượng thể tích và khối lượng riêng?
3. Mẫu có hình dạng không xác định thì xác định thể tích thế nào?
4. Gạch đặc đất sét nung, cát có khối lượng thể tích như thế nào thì đạt yêu cầu?

1.1. Xác định khối lượng thể tích của gạch xây

1.1.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định khối lượng thể tích của gạch . Ký hiệu : ρ_v .
- Áp dụng tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6355-5:2009 Gạch xây – Xác định khối lượng thể tích.

Khối lượng thể tích

➤ Định nghĩa

Khối lượng thể tích của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).

$$\rho_v = \frac{m}{V_0} \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/l; T/m}^3)$$

Trong đó: m – khối lượng vật liệu ở trạng thái khô (g; kg; T)

V_0 – thể tích tự nhiên của vật liệu (cm^3 ; l ; m^3)

- Khối lượng thể tích tiêu chuẩn: là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên sau khi được sấy khô ở nhiệt độ $105^{\circ}\text{C} \div 110^{\circ}\text{C}$ đến khối lượng không đổi.

- Khối lượng thể tích xốp: là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu dạng hạt rời rạc được đổ đồng ở trạng thái tự nhiên.

➤ Phương pháp xác định

- Việc xác định khối lượng mẫu m được thực hiện bằng cách cân.

- Thể tích V_0 thì tùy theo loại vật liệu mà ta có cách xác định khác nhau

+ Đối với mẫu có hình dạng rõ ràng dùng cách đo trực tiếp

+ Đối với mẫu không có hình dạng không rõ ràng thì dùng phương pháp thể tích chất lỏng chiếm chỗ.

+ Đối với các vật liệu rời (xi măng, cát, sỏi, đá) thì đổ vật liệu từ một chiều cao nhất định xuống một dụng cụ có thể tích biết trước .

b. Ý nghĩa:

Khối lượng thể tích của gạch (ρ_v) là khối lượng của 1 đơn vị thể tích của gạch ở trạng thái tự nhiên kể cả lỗ rỗng bên trong viên gạch và độ rỗng gia công đối với gạch ở trạng thái hoàn toàn khô.

Trong viên gạch đặc cũng có lượng lỗ rỗng nhất định, còn trong viên gạch rỗng thì thể tích rỗng rất lớn, vì vậy ρ_v của gạch thường nhỏ hơn đá thiên nhiên rất nhiều.

Cũng như đối với vật liệu khác, ρ_v của gạch càng nhỏ thì độ rỗng càng lớn. Điều đó có ảnh hưởng xấu đến một số tính chất cơ lí của gạch, đặc biệt là cường độ, tính thấm nước và hút nước của gạch, nhưng khối lượng xây lại nhẹ.

Các loại gạch đất sét nung:



Gạch đặc đất sét nung



Gạch rỗng đất sét nung

Gạch rỗng đất sét nung có khối lượng thể tích lớn hơn 1600 kg/m^3 được xem như gạch đặc và áp dụng theo TCVN 1451:1998.

Bảng 1: kích thước loại gạch đất sét nung (mm)

Tên kiểu gạch	Dài	Rộng	Dày
Gạch đặc 60 (GD 60)	220	105	60
Gạch đặc 45 (GD 45)	190	90	45

Gạch đặc đất sét nung có dạng hình hộp chữ nhật với các mặt bằng phẳng, trên mặt của viên gạch có thể có rãnh hoặc gợn khía.

Sai lệch kích thước của viên gạch không vượt quá quy định sau:

Theo chiều dài: $\pm 6\text{mm}$

Theo chiều rộng: $\pm 4\text{mm}$

Theo chiều dày: $\pm 3\text{mm}$ đối với gạch đặc 60

$\pm 2\text{mm}$ đối với gạch đặc 45

Khuyết tật về hình dạng bên ngoài của viên gạch không vượt quá quy định ở bảng 2

Bảng 2. Khuyết tật về hình dạng

Loại khuyết tật	Mức cho phép
1. Độ cong trên mặt đáy, trên mặt cạnh, tính bằng mm, không lớn hơn	4
2. Số vết nứt xuyên suốt chiều dày, kéo sang chiều rộng không quá 20mm, không lớn hơn	1

3. Số vết nứt cạnh, sứt góc sâu từ 5mm đến 10mm, chiều dài theo cạnh từ 10mm đến 15mm, không lớn hơn

2

1.1.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Tủ sấy; điều chỉnh nhiệt độ đến 200⁰C (hình 1-1)
- Cân kỹ thuật; độ chính xác 0,1g (hình 1-2)
- Thước đo; độ chính xác 1mm (hình 1-3)



Hình 1-1: Tủ sấy



Hình 1-2: Cân kỹ thuật



Hình 1-3: Thước đo

1.1.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử theo trình tự sau:

- Lấy 5 viên gạch nguyên. Những viên gạch này phải có hình dáng bên ngoài phù hợp với tiêu chuẩn về yêu cầu loại gạch đó. Đạt yêu cầu về ngoại quan theo TCVN 6355-1:2009.

Ngoài hiện trường, theo TCVN 1450:2009 và TCVN 1451:1998 cứ mỗi lô 50.000 viên gạch lấy 1 mẫu thử gồm 30 viên. Mỗi lô nhỏ hơn 50.000 viên xem như một lô.

- Dùng bàn chải quét sạch bụi, bẩn khỏi mẫu thử.

- Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105 ±110⁰C đến khối lượng không đổi. Khối lượng không đổi là khi chênh lệch giữa 2 lần cân mẫu liên tiếp không vượt quá 0,2% khối lượng. Thời gian giữa 2 lần cân mẫu cuối cùng không ít hơn 3 giờ. Thông thường thời gian sấy không nhỏ hơn 24 giờ.

- Để mẫu thử vào nơi khô ráo và để nguội đến nhiệt độ phòng thí nghiệm rồi cân mẫu.

b. Tiến hành thử:

Tiến hành thử theo trình tự sau:

- Cân mẫu đã sấy khô để xác định khối lượng của mẫu, cân chính xác đến 0,1g.

- Đo chiều dài, chiều rộng và chiều dày của mẫu thử bằng thước kim loại chính xác đến 0,5 mm. Khi đo kích thước viên gạch, thì đo 3 lần ở 3 vị trí khác nhau (ở 2 đầu và giữa mặt mẫu thử). Kết quả là trung bình cộng của 3 lần đo.

1.1.4. Kết quả

- Khối lượng thể tích của mẫu thử (ρ_v), được tính bằng g/cm^3 , theo công thức:

$$\rho_v = \frac{m_k}{V_0}$$

Với: $V_0 = a.b.h$ là thể tích mẫu (cm^3)

Trong đó: m_k là khối lượng của mẫu gạch ở trạng thái khô hoàn toàn, g

a, b, h là chiều dài, rộng, cao của mẫu thử, cm

- Kết quả là giá trị trung bình cộng kết quả khối lượng thể tích của 5 mẫu thử; chính xác 0,01 g/cm^3 .

- Báo cáo kết quả thí nghiệm theo mẫu sau:

Số TT mẫu thí nghiệm	Kích thước của mẫu(cm)			Thể tích mẫu $V_0(\text{cm}^3)$	Khối lượng mẫu (g)	Khối lượng thể tích mẫu $\rho_v(\text{g} / \text{cm}^3)$	Ghi chú
	Dài a	Rộng b	Cao h				
1							
...							
5							

Khối lượng thể tích của gạch $\rho_v = \dots \text{g/cm}^3$

-So sánh theo tiêu chuẩn

Khối lượng thể tích của gạch đặc đất sét nung $1700 \div 1900 \text{kg/m}^3$, khối lượng riêng $2,5 \div 2,7 \text{g/cm}^3$.

Hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 0,5 \div 0,8 \text{ kCal/m}^0\text{C.h}$, độ hút nước theo thể tích $8 \div 18\%$.

Ghi chú:

Trong trường hợp không thể sấy cả mẫu thử đến khối lượng không đổi thì cứ để mẫu ở trạng thái tự nhiên và xác định khối lượng thể tích (ρ_w) của từng mẫu, sau đó cắt từ mỗi mẫu ra hai miếng có khối lượng mỗi miếng khoảng 100g. Cân từng miếng rồi đem sấy khô đến khối lượng không đổi và xác định độ ẩm (W) của chúng theo công thức:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} . 100(\%)$$

Trong đó:

m_1 - Khối lượng của miếng gạch chưa sấy khô, g

m - Khối lượng của miếng gạch ở trạng thái khô hoàn toàn, g

W -Độ ẩm của mẫu gạch, %

Khối lượng thể tích của mẫu thử (ρ_v) tính bằng g/cm^3 , theo công thức:

$$\rho_v = \frac{\rho_w}{1 + \frac{W}{100}} (g / cm^3)$$

Trong đó :

ρ_w : Khối lượng thể tích của mẫu gạch trước khi sấy khô, g/cm^3 .

V_0 : Thể tích tự nhiên của mẫu gạch, cm^3

1.2. Xác định khối lượng thể tích của cát

1.2.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định khối lượng thể tích xốp của cát. Ký hiệu : ρ_v

Khối lượng thể tích xốp của cát là khối lượng một đơn vị thể tích cát ở trạng thái xốp, kể cả các lỗ rỗng giữa các hạt cát.

Tiêu chuẩn áp dụng TCVN 7572-6: 2006

-Khối lượng thể tích của mẫu thử (ρ_v), được tính bằng g/cm^3 , theo công thức:

$$\rho_v = \frac{m_k}{V_0}$$

Trong đó : V_0 là thể tích mẫu (cm^3, l, m^3)

m_k là khối lượng mẫu ở trạng thái khô hoàn toàn (g, kg, T)

b. Ý nghĩa:

- Khối lượng thể tích xốp là đại lượng cần thiết để tính cấp phối bê tông và vữa, để dự tính khối lượng cát cần vận chuyển và chọn phương tiện vận tải, để xác định kho chứa, bãi đổ v.v..

- Khối lượng thể tích xốp của cát thay đổi theo loại cát, mức độ lèn chặt của cát, vì vậy để đánh giá và so sánh, phải thí nghiệm cát theo điều kiện tiêu chuẩn.

1.2.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Thùng đong kim loại, hình trụ, dung tích 1lít

- Loại sàng có kích thước mắt sàng 5mm

- Phễu đong vật liệu

- Tủ sấy

- Cân kỹ thuật.



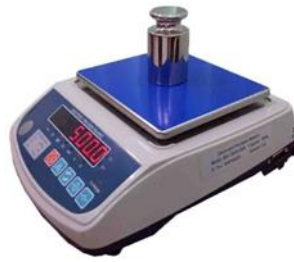
Bình đong



Sàng 5mm



Tủ sấy



Cân kỹ thuật



Phễu đong

1.2.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử theo trình tự sau:

- Lấy 5 ÷ 10kg (tuỳ theo lượng sỏi trong cát) mẫu theo TCVN 7572-1:2006

Ngoài hiện trường, theo TCVN 7570:2006 cứ 100 m³ cát lấy một mẫu thử với khối lượng không nhỏ hơn 50kg. Đồng thời công tác lấy mẫu cát phải được lấy riêng biệt ở những vị trí khác nhau trong đồng cát cùng loại, gộp lại và trộn đều, đóng gói và lập biên bản lấy mẫu, mang đi thí nghiệm.

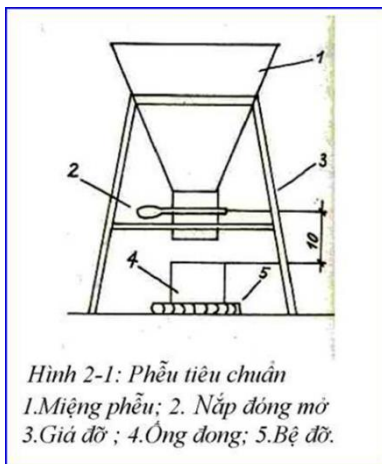
- Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105 ÷ 110°C đến khối lượng không đổi, sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng.

- Sàng qua lưới sàng có kích thước mắt sàng 5mm.

b. Tiến hành thử:

- Cân khối lượng ống đong m₁ (g)

- Lấy cát đã chuẩn bị ở trên, đổ vào phễu từ độ cao 100 mm vào ống đong sạch, khô và cân sẵn cho đến khi cát tạo thành hình chóp trên miệng ống đong.



- Dùng thước kim loại gạt ngang miệng ống rồi đem cân.

-Cân khối lượng ống đong và cát m2 (g)

1.2.4. Kết quả

- Khối lượng thể tích xộp của cát (ρ_v), tính bằng g/cm^3 , được tính theo công thức:

$$\rho_v = \frac{m_2 - m_1}{V_0}$$

Trong đó :

m1 : Khối lượng ống đong, g;

m2 : Khối lượng ống đong chứa cát ngang miệng, g;

V0 : Thể tích ống đong, cm^3

-Khối lượng thể tích xộp của cát là trung bình cộng kết quả của hai lần thử.

- Báo cáo kết quả thí nghiệm: theo bảng 1-2

Bảng 1-2

Thứ tự thí nghiệm	Khối lượng ống đong, m1 (g)	Khối lượng ống đong đựng đầy cát, m2 (g)	Thể tích mẫu V0 (cm3)	Khối lượng thể tích xộp của mẫu cát, ρ_v (kg/m ³)	Ghi chú
1					
2					

Khối lượng thể tích xộp của cát bằng giá trị trung bình cộng của các mẫu thí nghiệm, $\rho_v = \dots$

-So sánh với phân loại cát dựa trên tiêu chuẩn TCVN 7570:2006

Cát xây dựng được phân loại dựa trên kích cỡ hạt danh định và chia thành 4 nhóm theo các tiêu chuẩn sau:

Tiêu chuẩn	Mức theo nhóm cát			
	Cát to	Cát vừa	Cát nhỏ	Cát rất nhỏ
Mô đun độ lớn	>2,5 đến 3,3	Từ 2,0 đến 2,5	Từ 1,0 đến nhỏ hơn 2,0	Từ 0,7 đến nhỏ hơn 1,0
Khối lượng xộp (kg/m ³)	≥ 1400	≥ 1300	≥ 1200	≥ 1150

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN1451:1998 Gạch đặc đất sét nung

TCVN 6355-1:2009 Gạch xây – Phương pháp thử - Xác định kích thước và khuyết tật ngoại quan

TCVN 6355-5:2009 Gạch xây – Xác định khối lượng thể tích

TCVN 1450:2009 Gạch rỗng đất sét nung

TCVN7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (yêu cầu kỹ thuật)

TCVN 7572:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (phương pháp thử)

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Khối lượng thể tích là gì? Đại lượng nào quan trọng khi xác định khối lượng thể tích?

Khối lượng thể tích của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).

Hai đại lượng quan trọng để xác định được khối lượng thể tích

- Khối lượng mẫu và thể tích mẫu

Câu 2. So sánh khối lượng thể tích và khối lượng riêng?

- Giống nhau : đều là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu
- Khác nhau :

Khối lượng riêng xét đến thể tích vật liệu khi ở trạng thái hoàn toàn đặc (tức khi thí nghiệm cần nghiền mịn cỡ hạt nhỏ hơn 0,2 mm; không có lỗ rỗng)

Khối lượng thể tích xét đến thể tích mẫu vật liệu ở trạng thái tự nhiên (gồm cả phần đặc và phần rỗng). Phần rỗng có thể do cấu tạo giữa các hạt, hay do gia công.

Câu 3. Mẫu có hình dạng không xác định thì xác định thể tích thế nào?

- Xác định khối lượng bằng cách cân.
- Xác định thể tích:
 - + Dùng phương pháp chất lỏng chiếm chỗ . Cho vào bình đựng chất lỏng có sẵn vạch đo thể tích để xác định mực chất lỏng dâng lên . Dùng chất lỏng nước khi thí nghiệm vật liệu như : đá, sỏi, cát,... Dùng chất lỏng là dầu hỏa khi thí nghiệm vật liệu như : xi măng.
 - + Dùng phương pháp bọc parafin . Đối với vật liệu không nghiền nhỏ, hoặc hút chất lỏng như : viên gạch vỡ, gỗ,...

Câu 4. Gạch đặc đất sét nung, cát có khối lượng thể tích như thế nào thì đạt yêu cầu?

Khối lượng thể tích của gạch đặc đất sét nung $1700 \div 1900 \text{kg/m}^3$

Khối lượng thể tích của cát : cát thô ($\geq 1300 \text{ kg/m}^3$); cát mịn ($\geq 1150 \div 1300$)

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Cách thí nghiệm xác định khối lượng thể tích của gạch xây
- Cách thí nghiệm xác định khối lượng thể tích của cát
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về khối lượng thể tích

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Khối lượng thể tích là gì? So sánh với khối lượng riêng?

Câu 2. Tiêu chuẩn lấy mẫu gạch xây? Trình tự thí nghiệm xác định khối lượng thể tích của gạch xây?

Câu 3. Tiêu chuẩn lấy mẫu cát? Trình tự thí nghiệm xác định khối lượng thể tích của gạch xây?

BÀI 2: XÁC ĐỊNH ĐỘ ẨM, ĐỘ HÚT NƯỚC CỦA VẬT LIỆU

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi; Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

- ✧ *Xác định độ ẩm của cát*
- ✧ *Xác định độ hút nước của gạch xây*

Mục tiêu bài học

- ✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*
- ✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*
- ✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Khi lựa chọn liệu để sử dụng vào các công trình xây dựng chúng ta cần hiểu những tính chất (vật lý, cơ học, tính nhiệt,..) của loại vật liệu đó. Để kiểm tra những tính chất đó có đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn hay không thì chúng ta cần làm các thí nghiệm kiểm chứng.

Độ ẩm, độ hút nước của vật liệu là những chỉ tiêu quan trọng thuộc tính chất vật lý của vật liệu. Độ ẩm của cát ảnh hưởng đến cấp phối của vữa, bê tông; độ hút nước của gạch ảnh hưởng đến cường độ, độ bền của gạch,..

6. Độ ẩm của vật liệu là gì? Ý nghĩa của độ ẩm của cát?
7. Độ hút nước của vật liệu là gì? Ý nghĩa độ hút nước của gạch?
8. So sánh độ ẩm, độ hút nước, độ hút nước bão hòa của vật liệu?
Đại lượng nào lớn nhất?

2.1. Xác định độ ẩm của cát

2.1.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định độ ẩm của cát . Ký hiệu : W (%) .

- Áp dụng tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7275-7:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử (Xác định độ ẩm).

Độ ẩm

➤ Định nghĩa

Độ ẩm của vật liệu là chỉ tiêu đánh giá lượng nước chứa trong vật liệu tại thời điểm thí nghiệm.

Độ ẩm được tính bằng tỷ lệ phần trăm giữa khối lượng nước có tự nhiên trong mẫu vật liệu ở thời điểm thí nghiệm so với khối lượng mẫu vật liệu ở trạng thái khô.

$$W = \frac{m_n}{m_k} . 100\% = \frac{m_u - m_k}{m_k} . 100\% (\%)$$

Trong đó: m_u – khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên ẩm (g; kg; T)

m_k – khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô (g; kg ; T)

➤ Phương pháp xác định

Cân mẫu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí nghiệm. Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi.

b. Ý nghĩa:

- Độ ẩm là đại lượng thay đổi liên tục tùy thuộc điều kiện nhiệt độ và độ ẩm môi trường, vật liệu có thể hút ẩm hoặc nhả ẩm tùy theo sự chênh lệch giữa áp suất riêng của phần hơi nước trong không khí và trong vật liệu. Độ ẩm cũng phụ thuộc vào cấu trúc nội bộ của vật liệu và bản chất ưa nước hay kỵ nước của nó.

- Khi vật liệu bị ẩm hoặc là khi độ ẩm của nó thay đổi thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi như : cường độ, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện, thể tích ...

- Biết độ ẩm của vật liệu để tính toán điều chỉnh lượng dùng vật liệu cho hợp lý.

Khi độ ẩm của cát thay đổi, thì thể tích và khối lượng thể tích của cát ở trạng thái xốp tự nhiên thay đổi khá lớn do màng nước hấp thụ trên bề mặt hạt cát trương phồng lên hay bị xẹp xuống.

Kết quả thí nghiệm sau đây (bảng 2-1) với một loại cát ở những độ ẩm khác nhau cho thấy rõ sự thay đổi đó.

Bảng 2-1

Độ ẩm của cát, W(%)	0	2	5	10	15	18	20	30
----------------------	---	---	---	----	----	----	----	----

Khối lượng thể tích xốp, ρ_v (kg/m^3)	1500	1180	1150	1220	1500	1770	1890	2160
Độ tăng giảm của ρ_v (%)	0	-22	-23	-18	0	+18	+26	+44
Độ tăng giảm thể tích tự nhiên của cát (%)	0	30	37	35	15	0	-5	-10

Sự thay đổi này sẽ ảnh hưởng đến kết quả tính toán cấp phối vữa, bê tông. Mặt khác, khi sử dụng cát ẩm để sản xuất vữa, bê tông phải tính đến lượng nước trong cát để giảm tương ứng lượng nước nhào trộn vữa, bê tông mới không làm ảnh hưởng đến tính chất hỗn hợp vữa, hỗn hợp bê tông và bê tông sau này. Với ý nghĩa đó cần phải xác định độ ẩm của cát trước khi sử dụng.

2.1.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Tủ sấy; điều chỉnh nhiệt độ đến 200°C (hình 1-1)
- Cân kỹ thuật; độ chính xác 0,1g (hình 1-2)
- khay đựng cát, dụng cụ đảo cát (thìa hoặc dao) (hình 1-3)



Hình 1-1: Tủ sấy



Hình 1-2: Cân kỹ thuật



Hình 1-3: Khay đựng cát

2.1.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử theo trình tự sau:

- Lấy 1-2 kg/mẫu cát. Lấy 2 mẫu . Tiêu chuẩn lấy mẫu cát TCVN 7572-1:2006 .

b. Tiến hành thử:

Tiến hành thử theo trình tự sau:

- Cân khối lượng cát ẩm : mẫu cát có khối lượng không ít hơn 0,5 kg được cân chính xác đến 0,1g (m₁).
- Đổ cát vào khay và sấy trong tủ sấy ở nhiệt độ 105 ÷ 110°C đến khối lượng không đổi. Trong quá trình sấy cứ 30 phút trộn cát một lần.
- Để mẫu thử vào nơi khô ráo và để nguội đến nhiệt độ phòng thí nghiệm rồi cân mẫu chính xác đến 0,1 g (m₂).
- Làm tương tự với mẫu 2.

2.1.4. Kết quả

Độ ẩm của cát (W) được tính theo công thức:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100(\%)$$

Trong đó:

m₁ : Khối lượng mẫu thử trước khi sấy khô, g;

m₂ : Khối lượng mẫu thử sau khi sấy khô, g;

Cần tiến hành hai lần thử với hai mẫu thử lấy từ mẫu trung bình và độ ẩm của cát là trị số trung bình cộng kết quả của hai lần thử.

Báo cáo kết quả thí nghiệm: theo bảng 2-2

Bảng 2-2

Thứ tự thí nghiệm	Khối lượng mẫu thử trước khi sấy m ₁ (g)	Khối lượng mẫu thử sau khi sấy m ₂ (g)	Độ ẩm của mẫu thử W(%)	Ghi chú
1				
2				

Độ ẩm của cát W=... (%)

2.2. Xác định độ hút nước của gạch xây

2.2.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định độ hút nước của vật liệu. Ký hiệu : H_p
- Tiêu chuẩn áp dụng TCVN 6355-4 : 2009

➤ Định nghĩa

Độ hút nước là khả năng vật liệu hút và giữ nước trong các lỗ rỗng ở điều kiện thường (nhiệt độ t⁰ = 20±5°C, áp suất p = 1 atm) .

Độ hút nước theo khối lượng : là tỷ lệ phần trăm giữa khối lượng nước có trong vật liệu được bão hòa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thường so với khối lượng vật liệu ở trạng thái khô.
-Độ hút nước theo khối lượng của mẫu thử (H_p), xác định theo công thức:

$$H_p = \frac{m_u - m_k}{m_k} \cdot 100(\%)$$

Trong đó : m_u là khối lượng mẫu thử ngâm đầy nước, g
 m_k là khối lượng mẫu thử đã sấy khô đến khối lượng không đổi, g

➤ Phương pháp xác định

- Phương pháp ngâm từ từ ở điều kiện thường đối với mẫu có kích thước lớn
- Phương pháp ngâm một lần ở điều kiện thường đối với mẫu có kích thước nhỏ

b. Ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vật liệu.

- Khi vật liệu bị bão hòa nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng

Độ hút nước của gạch có liên quan đến các tính chất cơ lý của gạch, đặc biệt là cường độ. Độ hút nước của gạch càng lớn, thì cường độ gạch càng thấp khi ngâm nước, và hệ số mềm càng nhỏ. Như vậy độ hút nước cũng là một chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của gạch và vì vậy cần phải xác định.

Tìm hiểu thêm: Độ hút nước bão hòa

- Độ hút nước bão hòa là khả năng hút và giữ nước cao nhất của vật liệu ở điều kiện cường bức về nhiệt độ hoặc áp suất.

- Công thức xác định :

$$H_p^{bh} = \frac{m_n^{bh}}{m_k^{bh}} \cdot 100\% = \frac{m_u^{bh} - m_k}{m_k} \cdot 100\%$$

Trong đó : m_u^{bh} là khối lượng mẫu thử đã bão hòa nước ở điều kiện cường bức, g
 m_k là khối lượng mẫu thử đã sấy khô đến khối lượng không đổi, g

- Phương pháp xác định :
 - + Phương pháp ngâm mẫu trong điều kiện áp suất không khí là 20 mmHg
 - + Phương pháp ngâm trong nước ở nhiệt độ 100⁰C

2.2.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Tủ sấy
- Cân kỹ thuật
- Thùng ngâm mẫu 20l



Tủ sấy



Cân kỹ thuật



Thùng ngâm mẫu

1.2.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử theo trình tự sau:

- Lấy 5 viên gạch trong số gạch lấy từ một lô để xác định độ hút nước (mẫu thử để xác định độ hút nước là viên gạch nguyên). Đạt yêu cầu về ngoại quan theo TCVN 6355-1: 2009.

- Dùng bàn chải làm sạch sơ bộ.

- Sấy khô mẫu ở nhiệt độ $105 \pm 110^{\circ}\text{C}$ đến khối lượng không đổi, sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng. Thông thường thời gian sấy không ít hơn 24h, thời gian giữa hai lần cân liên tiếp không nhỏ hơn 3h.

- Khi mẫu đã nguội đến nhiệt độ trong phòng thì cân mẫu.

b. Tiến hành thử:

Tiến hành thử theo trình tự sau:

- Đặt mẫu thử vào thùng ngâm theo chiều thẳng đứng, mực nước trong thùng cao hơn mặt mẫu thử không nhỏ hơn 20mm, khoảng cách giữa các viên gạch và cách thành thùng là 10mm, nước có nhiệt độ $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Ngâm mẫu thử trong 48 giờ.

- Sau khi ngâm 48 giờ thì vớt mẫu, lau ráo mặt ngoài bằng khăn khô rồi cân ngay (chú ý cân cả phần nước chảy từ các lỗ rỗng của vật liệu đá ra khay).



Đánh số thứ tự mẫu



Ngâm mẫu vào thùng



Cân gạch ướt

2.2.4. Kết quả

- Độ hút nước theo khối lượng của viên gạch (Hp) được tính theo công thức :

$$H_p = \frac{m_u - m_k}{m_k} \cdot 100(\%)$$

-Độ hút nước của gạch là giá trị trung bình của 5 kết quả thử, chính xác đến 0,1%.

- Báo cáo kết quả thí nghiệm: theo bảng 2-3

Bảng 2-3

Số thứ tự mẫu thí nghiệm	Phương pháp ngâm nước	Khối lượng mẫu thử (g)		Độ hút nước của mẫu Hp (%)	Ghi chú
		Đã sấy khô đến khối lượng không đổi mk(g)	Sau khi ngâm nước mu (g)		
1					
.....					
5					

Độ hút nước trung bình theo khối lượng của gạch Hp =%

- Theo TCVN1451:1998 về gạch đặc đất sét nung thì độ hút nước tiêu chuẩn gạch đặc đất sét nung không lớn hơn 16%.

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (yêu cầu kỹ thuật)

TCVN 7572-1:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (Lấy mẫu)

TCVN 7572-7:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (độ ẩm của cát)

TCVN1451:1998 Gạch đặc đất sét nung

TCVN 6355-1:2009 Gạch xây – Phương pháp thử - Xác định kích thước và khuyết tật ngoại quan

TCVN 6355-4:2009 Gạch xây – Xác định độ hút nước

TCVN 1450:2009 Gạch rỗng đất sét nung

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Độ ẩm của vật liệu là gì? Ý nghĩa của độ ẩm của cát?

➤ Khái niệm: Độ ẩm của vật liệu là chỉ tiêu đánh giá lượng nước chứa trong vật liệu tại thời điểm thí nghiệm.

➤ Ý nghĩa:

- Độ ẩm là đại lượng thay đổi liên tục tùy thuộc điều kiện nhiệt độ và độ ẩm môi trường, ngoài ra vật liệu có thể hút ẩm hoặc nhả ẩm tùy theo sự chênh lệch giữa áp suất. Độ ẩm cũng phụ thuộc vào cấu trúc nội bộ của vật liệu và bản chất ưa nước hay kỵ nước của vật liệu.

- Khi vật liệu bị ẩm hoặc là khi độ ẩm của nó thay đổi thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi như : cường độ, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện, thể tích ...

- Biết độ ẩm của vật liệu để tính toán điều chỉnh lượng dùng vật liệu cho hợp lý.

Khi độ ẩm của cát thay đổi sẽ ảnh hưởng đến kết quả tính toán cấp phối vữa, bê tông. Mặt khác, khi sử dụng cát ẩm để sản xuất vữa, bê tông phải tính đến lượng nước trong cát để giảm tương ứng lượng nước nhào trộn vữa, bê tông mới không làm ảnh hưởng đến tính chất hỗn hợp vữa, hỗn hợp bê tông và bê tông sau này. Với ý nghĩa đó cần phải xác định độ ẩm của cát trước khi sử dụng.

Câu 2. Độ hút nước của vật liệu là gì? Ý nghĩa độ hút nước của gạch?

➤ Khái niệm: Độ hút nước là khả năng vật liệu hút và giữ nước trong các lỗ rỗng ở điều kiện thường (nhiệt độ $t^0 = 20 \pm 5^0C$, áp suất $p = 1 \text{ atm}$)

➤ Ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vật liệu.

- Khi vật liệu bị bão hòa nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng

Độ hút nước của gạch có liên quan đến các tính chất cơ lý của gạch, đặc biệt là cường độ. Độ hút nước của gạch càng lớn, thì cường độ gạch càng thấp khi ngâm nước, và hệ số mềm càng nhỏ. Như vậy độ hút nước cũng là một chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của gạch và vì vậy cần phải xác định.

Câu 3. So sánh độ ẩm, độ hút nước, độ hút nước bão hòa của vật liệu? Đại lượng nào lớn nhất?

- Giống nhau : đều là chỉ tiêu đánh giá lượng nước chứa trong vật liệu

- Khác nhau :

Độ ẩm đánh giá lượng nước chứa trong vật liệu tại thời điểm thí nghiệm

Độ hút nước đánh giá khả năng hút và giữ nước tối đa ở điều kiện thường (nhiệt độ $t^0 = 20 \pm 5^0C$, áp suất $p = 1 \text{ atm}$)

Độ hút nước bão hòa đánh giá khả năng hút và chứa nước tối đa ở điều kiện cưỡng bức (nhiệt độ 100⁰C, áp suất 20mmHg)

Đại lượng độ hút nước bão hòa là lớn nhất

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Cách thí nghiệm xác định độ ẩm của cát
- Cách thí nghiệm xác định độ hút nước của gạch
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về độ ẩm, độ hút nước, độ hút nước bão hòa

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Độ ẩm vật liệu là gì? Phương pháp xác định độ ẩm của cát?

Câu 2. Độ hút nước là gì? Phương pháp xác định độ hút nước của gạch?

Câu 3. Tiêu chuẩn áp dụng xác định độ ẩm của cát , độ hút nước của gạch là gì?

BÀI 3: XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN HẠT VÀ MÔ ĐUN ĐỘ LỚN CỦA CÁT

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi;

Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

✧ *Xác định thành phần hạt của cát*

✧ *Xác định môđun độ lớn của cát*

Mục tiêu bài học

✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*

✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*

✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Cát là loại vật liệu dạng hạt nhỏ dùng phổ biến trong các công trình xây dựng, là thành phần không thể thiếu để chế tạo vữa, bê tông hay làm nền, san lấp. Cát dùng trong xây dựng có rất nhiều loại như : cát vàng, cát đen, cát san lấp, cát xây trát, cát đổ bê tông. Chọn lựa và sử dụng cát xây dựng đúng cách sẽ tăng khả năng chịu lực, đảm bảo tính ổn định và tạo ra các công trình chất lượng cao.

Mỗi loại cát cần tuân thủ các quy định về độ sạch, hàm lượng tạp chất, độ ẩm và các chỉ tiêu kỹ thuật để đáp ứng các yêu cầu trong quá trình xây dựng. Một số tính chất quan trọng để đánh giá chất lượng và phân loại cát như: thành phần hạt và môđun độ lớn. Để kiểm tra những tính chất đó có đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn hay không thì chúng ta cần làm các thí nghiệm kiểm chứng.

9. Thế nào là thành phần hạt và môđun độ lớn của cát?
10. Thành phần hạt cát thế nào thì đạt tiêu chuẩn?
11. Phân loại cát dựa vào môđun độ lớn như thế nào? Lựa chọn loại cát nào để chế tạo vữa, bê tông?

3.1. Xác định thành phần hạt và môđun độ lớn của cát

3.1.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định thành phần kích cỡ loại cát thí nghiệm. Và chỉ tiêu môđun độ lớn của cát M_{dl} .
- Theo TCVN 7570-2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (Yêu cầu kỹ thuật)

Cát là loại cốt liệu dạng hạt nhỏ, kích thước chủ yếu từ 0,14 mm đến 5 mm. Cốt liệu nhỏ có thể là cát tự nhiên, cát nghiền và hỗn hợp từ cát tự nhiên và cát nghiền.

Đối với cát : bộ sàng tiêu chuẩn có đường kính các mắt sàng lần lượt là : 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 (mm).

➤ Thành phần hạt của cốt liệu là tỷ lệ phần trăm về khối lượng giữa các cấp hạt to nhỏ khác nhau và được xác định bằng bộ sàng tiêu chuẩn.

Thành phần hạt được thể hiện bằng lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy trên các sàng tiêu chuẩn.

Lượng sót riêng biệt a_i (%) là tỷ lệ khối lượng cốt liệu còn lại trên mỗi sàng so với toàn bộ khối lượng đem sàng, công thức:

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

Trong đó:

m_i : Khối lượng cát còn lại trên sàng kích thước mắt sàng là i , g.

m : Khối lượng mẫu thử trên sàng, (%).

Lượng sót tích lũy ở mỗi sàng A_i (%) là tổng lượng sót riêng biệt cộng dồn từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng đang xét.

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

Trong đó:

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

➤ Môđun độ lớn của cát là chỉ tiêu đánh giá mức độ thô hoặc mịn của hạt cát. Môđun độ lớn của cát được xác định bằng cách cộng các phần trăm lượng sót tích lũy trên các sàng 2,5 mm; 1,25 mm; 0,63 mm; 0,315 mm; 0,14 mm và chia cho 100.

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

Trong đó:

$A_{2,5}; A_{1,25}; A_{0,63}; A_{0,315}; A_{0,14}$: Lượng sót tích lũy trên các kích thước mắt sàng tương ứng là: 2,5; 1,25; 0,623; 0,315; 0,14mm.

b. Ý nghĩa:

- Thành phần hạt và môđun độ lớn của cát biểu thị tỷ lệ phối hợp các cấp hạt trong cát, nó quyết định độ rỗng và tỷ diện của cát, do đó ảnh hưởng lớn đến lượng dùng xi măng, lượng dùng nước, tính công tác của hỗn hợp bê tông độ đặc và cường độ của bê tông.

Nếu như thành phần hạt của cốt liệu hợp lý thì làm cho độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu nhỏ nhất, lượng dùng xi măng càng nhỏ và bê tông càng chặt, cường độ càng cao.

- Lựa chọn hoặc kiểm tra loại cát phù hợp để thi công (xây, trát, đổ bê tông,..)

3.1.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Bộ sàng d : 5; 2,5; 1,25, 0,63, 0,315; 0,14 (mm)

- Tủ sấy

- Cân kỹ thuật
- Máy lắc sàng



Tủ sấy



Cân kỹ thuật



Máy lắc sàng

3.1.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử theo trình tự sau:

- Chuẩn bị 2 mẫu, mỗi mẫu lấy 2000 g (tùy theo lượng sỏi trong cát) cát theo TCVN 7572-1:2006 .

Ngoài hiện trường, theo TCVN 7570:2006 cứ 100 m³ cát lấy một mẫu thử với khối lượng không nhỏ hơn 50kg. Đồng thời công tác lấy mẫu cát phải được lấy riêng biệt ở những vị trí khác nhau trong đồng cát cùng loại, gộp lại và trộn đều, đóng gói và lập biên bản lấy mẫu, mang đi thí nghiệm.

- Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105 ÷ 110°C đến khối lượng không đổi, sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng.

- Sàng qua lưới sàng có kích thước mắt sàng 5mm để xác định thành phần hạt cát không có sỏi. Cân lấy 1000 g cát khô.

b. Tiến hành thử:

- Cân khối lượng từng sàng rồi xếp chồng từ trên xuống dưới bộ sàng tiêu chuẩn theo thứ tự kích thước mắt sàng từ lớn đến nhỏ như sau: 2,5 ; 1,25; 0,63; 0,315, 0,14 (mm) và đáy sàng.

- Đổ cát đã chuẩn bị vào bộ sàng , từ sàng trên cùng (sàng có kích thước mắt sàng 2,5 mm) và tiến hành sàng. Có thể dùng máy lắc sàng hoặc sàng bằng tay. Khi sàng bằng tay thì thời gian kéo dài đến khi kiểm tra thấy trong 1 phút lượng cát lọt qua mỗi sàng không lớn hơn 0,1% khối lượng mẫu thử.

* *Chú thích:*

Cho phép xác định thời gian sàng bằng phương pháp đơn giản sau:

Đặt tờ giấy xuống dưới mỗi lưới sàng rồi sàng đều, nếu không có cát lọt qua sàng thì thôi sàng nữa . Khi sàng bằng máy thì thời gian sàng được quy định theo từng loại máy theo kinh nghiệm.

- Cân lượng sót trên từng sàng, chính xác đến 0,1g.



Sấy cát



Cân cát khô



Sắp xếp bộ sàng



Lắc bộ sàng



Cân từng sàng chứa cát

3.1.4. Kết quả

- Tính lượng sót riêng biệt

Lượng sót riêng biệt trên sàng có kích thước mắt sàng là i (a_i) được tính theo công thức:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100(\%)$$

Lượng sót riêng biệt trên sàng tính chính xác đến 0,1%.

- Tính lượng sót tích lũy

Lượng sót tích lũy trên sàng có kích thước mắt sàng i (A_i) là tổng lượng sót riêng biệt trên các sàng có kích thước mắt sàng lớn hơn nó và lượng sót riêng biệt trên chính sàng đó.

Lượng sót tích lũy được tính theo công thức:

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

Ví dụ : $A_{1,25} = a_{2,5} + a_{1,25}$

Lượng sót tích lũy tính chính xác đến 0,1%

- Mô đun độ lớn

Mô đun độ lớn của cát (M_{dl}), không thứ nguyên, chính xác tới 0,1; được tính theo công thức:

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,625} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Mô đun độ lớn của cát (M_{dl}) được tính chính xác tới 0,1%.

Khi xác định thành phần hạt và mô đun độ lớn của cát phải tiến hành thí nghiệm với 2 mẫu.

Kết quả thí nghiệm là trung bình cộng của hai phép thử với sự chênh lệch không quá 2%.

- Báo cáo kết quả thí nghiệm :

Kết quả xác định thành phần hạt của cát được ghi vào bảng 3-1

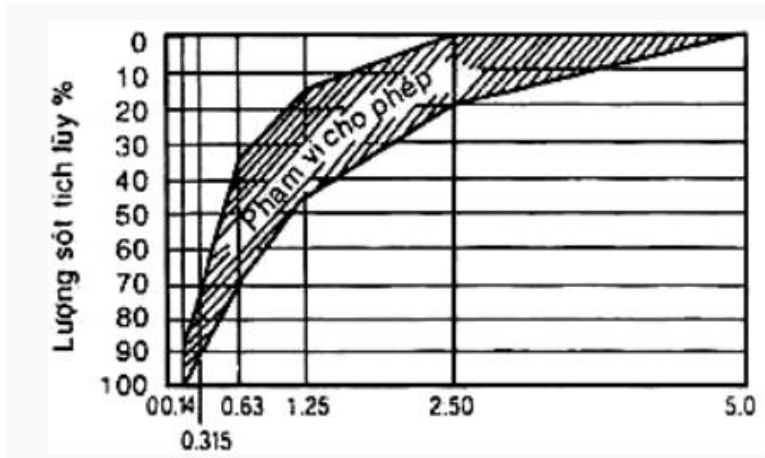
Bảng 3-1

Thứ tự thí nghiệm	Kích thước mắt sàng, i (mm)	Khối lượng cát sót trên sàng, m_i (g)	Lượng sót riêng biệt a_i (%)	Lượng sót tích lũy A_i (%)	Ghi chú
1					

2					
---	--	--	--	--	--

- Vẽ biểu đồ cấp phối hạt của mẫu cát :
 Từ thành phần hạt của cát đã xác định được, vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt bằng dạng đường cong gấp khúc vào biểu đồ chuẩn (hình 3-2)

Hình 3-2 : biểu đồ xác định thành phần hạt của cát.



Nếu đường biểu diễn cấp phối hạt nằm trong phạm vi cho phép thì loại cát đó có đủ tiêu chuẩn về thành phần hạt, nghĩa là thành phần hạt của cát cần phải thỏa mãn theo TCVN 7570:2006 (bảng 3-3):

Bảng 3-3

Kích thước lỗ sàng	Lượng sót tích lũy trên sàng, % khối lượng	
	Cát thô	Cát mịn
2,5 mm	Từ 0 đến 20	0
1,25 mm	Từ 15 đến 45	Từ 0 đến 15
630 μm	Từ 35 đến 70	Từ 0 đến 35
315 μm	Từ 65 đến 90	Từ 5 đến 65
140 μm	Từ 90 đến 100	Từ 65 đến 90
Lượng qua sàng 140 μm , không lớn hơn	10	35

Vẽ biểu đồ cấp phối thành phần hạt mẫu cát:



☞ Nếu biểu đồ thành phần hạt mẫu cát thí nghiệm lọt vùng vi phạm thì cát đạt quy phạm. Nếu có mắc sàng nào mà không lọt vùng vi phạm thì cát không đạt.

- Tính toán $M_{đl}$ và so sánh với tiêu chuẩn:

Bảng phân loại cát theo Môđun độ lớn :

Chỉ tiêu	Mức theo nhóm cát			
	Mô đun độ lớn $M_{đl}$	Cát hạt to	Cát hạt vừa	Cát hạt nhỏ
	Lớn hơn 2,5 đến 3,3	Từ 2,0 đến 2,5	Từ 1 đến nhỏ hơn 2,0	Từ 0,7 đến nhỏ hơn 1,0

Kết luận loại cát đem thí nghiệm dựa vào $M_{đl}$: ...

Theo TCVN 7570-2006 giá trị môđun độ lớn, cát dùng cho bê tông và vữa được phân ra hai nhóm chính:

- Cát thô khi môđun độ lớn trong khoảng từ lớn hơn 2,0 đến 3,3;
- Cát mịn khi môđun độ lớn trong khoảng từ 0,7 đến 2,0

☞ **Cát thô** có thành phần hạt như quy định trong Bảng 3-3 được sử dụng để chế tạo bê tông và vữa tất cả các cấp bê tông và mác vữa.

☞ **Cát mịn** được sử dụng chế tạo bê tông và vữa như sau:

✧ Đối với bê tông:

- Cát có môđun độ lớn từ 0,7 đến 1 (thành phần hạt như Bảng 3-3) có thể được sử dụng chế tạo bê tông cấp thấp hơn B15;
- Cát có môđun độ lớn từ 1 đến 2 (thành phần hạt như Bảng 3-3) có thể được sử dụng chế tạo bê tông cấp từ B15 đến B25;

✧ Đối với vữa:

- Cát có môđun độ lớn từ 0,7 đến 1,5 có thể được sử dụng chế tạo vữa mác nhỏ hơn và bằng M5;
- Cát có môđun độ lớn từ 1,5 đến 2 được sử dụng chế tạo vữa mác M7,5.

Cát dùng chế tạo vữa không được lẫn quá 5 % khối lượng các hạt có kích thước lớn hơn 5 mm.

**Tìm hiểu thêm* : Đối với sỏi hay đá dăm là loại cốt liệu lớn dạng hạt dùng bộ sàng có kích thước đường kính mắt sàng là : 70; 40; 20; 10; 5 mm để xác định thành phần hạt.

Lượng sót tích lũy của mẫu cốt liệu lớn (A_i), tính bằng phần trăm khối lượng, theo công thức:

$$A_i = a_i + \dots + a_{70}$$

Trong đó:

a_i : là lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt sàng i , tính bằng phần trăm khối lượng (%)

a_{70} : là lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt sàng 70 mm, tính bằng phần trăm khối lượng (%)

Phạm vi cho phép về thành phần hạt cốt liệu lớn (TCVN) như sau:

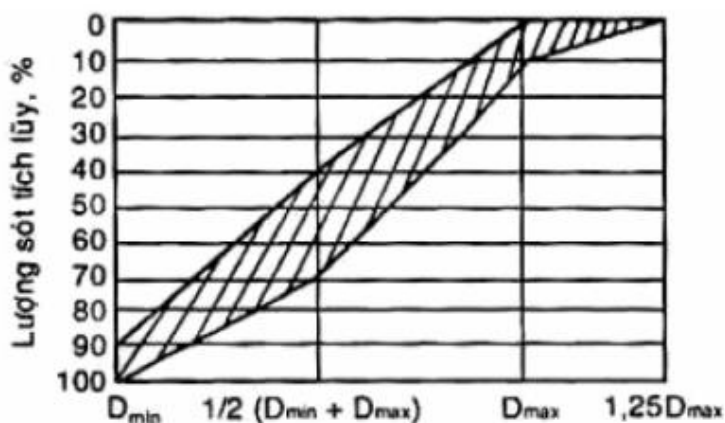
Kích thước lỗ sàng	D_{\min}	$\frac{1}{2}(D_{\max} + D_{\min})$	D_{\max}	$1,25D_{\max}$
Lượng sót tích lũy trên sàng (%)	$90 \div 100$	$40 \div 70$ <td>$0 \div 10$</td> <td>0</td>	$0 \div 10$	0

Trong đó : D_{\max} - đường kính trung bình của cấp hạt lớn nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy nhỏ hơn và gần 10% nhất

D_{\min} - đường kính trung bình của cấp hạt nhỏ nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy lớn hơn và gần 90% nhất

$\frac{1}{2}(D_{\max} + D_{\min})$ - đường kính trung bình của cấp hạt trung bình cho phép lấy bằng cỡ sàng gần nhất

Từ đó, ta biểu diễn được đồ thị quan hệ giữa lượng sót tích lũy và D_{\max} , D_{\min} :



Biểu đồ thành phần hạt của cốt liệu lớn

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (yêu cầu kỹ thuật)

TCVN 7572:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (phương pháp thử)

TCVN 7572-1:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Lấy mẫu

TCVN 7572-2:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Xác định thành phần

hạt

TCVN 10796:2015 Cát mịn cho bê tông và vữa

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Thế nào là thành phần hạt và mô đun độ lớn của cát?

➤ Thành phần hạt của cốt liệu là tỷ lệ phần trăm về khối lượng giữa các cấp hạt to nhỏ khác nhau và được xác định bằng bộ sàng tiêu chuẩn. Thành phần hạt được thể hiện bằng lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy trên các sàng tiêu chuẩn.

Lượng sót riêng biệt a_i (%) là tỷ lệ khối lượng cốt liệu còn lại trên mỗi sàng so với toàn bộ khối lượng đem sàng, công thức:

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

Trong đó:

m_i : Khối lượng cát còn lại trên sàng kích thước mắt sàng là i , g.

m : Khối lượng mẫu thử trên sàng, (%).

Lượng sót tích lũy ở mỗi sàng A_i (%) là tổng lượng sót riêng biệt cộng dồn từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng đang xét.

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

Trong đó:

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

➤ Mô đun độ lớn của cát là chỉ tiêu đánh giá mức độ thô hoặc mịn của hạt cát. Mô đun độ lớn của cát được xác định bằng cách cộng các phần trăm lượng sót tích lũy trên các sàng 2,5 mm; 1,25 mm; 0,63 mm; 0,315 mm; 0,14 mm và chia cho 100.

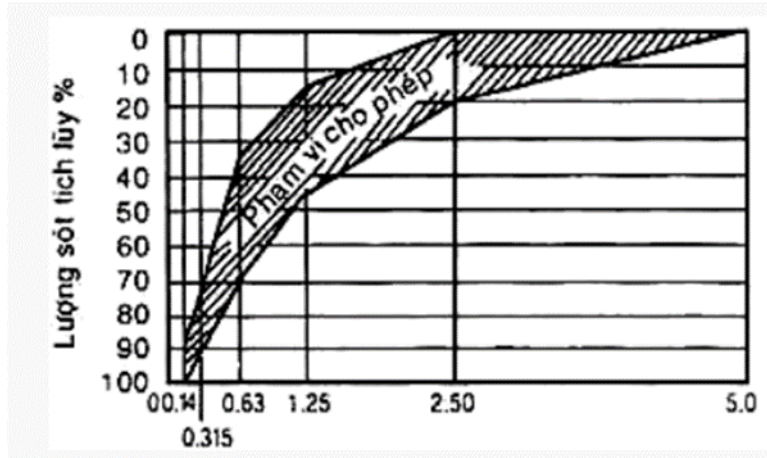
$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Trong đó:

$A_{2,5}; A_{1,25}; A_{0,63}; A_{0,315}; A_{0,14}$: Lượng sót tích lũy trên các kích thước mắt sàng tương ứng là: 2,5; 1,25; 0,623; 0,315; 0,14mm.

Câu 2. Thành phần hạt cát thế nào thì đạt tiêu chuẩn?

Thành phần cát đem thí nghiệm phải nằm trong phạm vi cho phép trên biểu đồ thành phần cấp phối hạt tiêu chuẩn.



Để vẽ được phạm vi cho phép giới hạn bởi 2 đường cong cấp phối thì thành phần hạt của cát cần phải thỏa mãn theo TCVN 7570:2006 (bảng):

Kích thước lỗ sàng	Lượng sót tích lũy trên sàng, % khối lượng	
	Cát thô	Cát mịn
2,5 mm	Từ 0 đến 20	0
1,25 mm	Từ 15 đến 45	Từ 0 đến 15
630 μm	Từ 35 đến 70	Từ 0 đến 35
315 μm	Từ 65 đến 90	Từ 5 đến 65
140 μm	Từ 90 đến 100	Từ 65 đến 90
Lượng qua sàng 140 μm , không lớn hơn	10	35

Nếu biểu đồ thành phần hạt mẫu cát thí nghiệm lọt vùng vi phạm thì cát đạt quy phạm. Nếu có mắc sàng nào mà không lọt vùng vi phạm thì cát không đạt

Câu 3. Phân loại cát dựa vào mô đun độ lớn như thế nào? Lựa chọn loại cát nào để chế tạo vữa, bê tông?

✧ Phân loại cát dựa vào mô đun độ lớn :

Dựa vào mô đun độ lớn phân thành các loại cát như bảng:

Chỉ tiêu	Mức theo nhóm cát			
	Cát hạt to	Cát hạt vừa	Cát hạt nhỏ	Cát hạt rất nhỏ
Mô đun độ lớn M_{dl}	Lớn hơn 2,5 đến 3,3	Từ 2,0 đến 2,5	Từ 1 đến nhỏ hơn 2,0	Từ 0,7 đến nhỏ hơn 1,0

Theo TCVN 7570-2006 giá trị mô đun độ lớn, cát dùng cho bê tông và vữa được phân ra hai nhóm chính:

- **Cát thô** khi mô đun độ lớn trong khoảng từ lớn hơn 2,0 đến 3,3;

- **Cát mịn** khi môđun độ lớn trong khoảng từ 0,7 đến 2,0

✧ Lựa chọn cát để chế tạo vữa, bê tông :

➤ Cát thô có thành phần hạt như quy định trong tiêu chuẩn được sử dụng để chế tạo bê tông và vữa tất cả các cấp bê tông và mác vữa.

➤ Cát mịn được sử dụng chế tạo bê tông và vữa như sau:

✧ Đối với bê tông:

- Cát có môđun độ lớn từ 0,7 đến 1 có thể được sử dụng chế tạo bê tông cấp thấp hơn B15;

- Cát có môđun độ lớn từ 1 đến 2 có thể được sử dụng chế tạo bê tông cấp từ B15 đến B25;

✧ Đối với vữa:

- Cát có môđun độ lớn từ 0,7 đến 1,5 có thể được sử dụng chế tạo vữa mác nhỏ hơn và bằng M5;

- Cát có môđun độ lớn từ 1,5 đến 2 được sử dụng chế tạo vữa mác M7,5.

Cát dùng chế tạo vữa không được lẫn quá 5 % khối lượng các hạt có kích thước lớn hơn 5 mm.

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Cách thí nghiệm xác định thành phần cấp phối hạt của cát
- Cách thí nghiệm xác định mô đun độ lớn của cát
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về thành phần cấp phối hạt và mô đun độ lớn của cát

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Thành phần cấp phối hạt của cát là gì? Cách xác định thế nào?

Câu 2. Mô đun độ lớn của cát là gì? Cách xác định thế nào?

Câu 3. Tiêu chuẩn về thành phần cấp phối hạt của cát thô và cát mịn thế nào?

Câu 4. Lựa chọn loại cát để chế tạo vữa, bê tông thế nào?

BÀI 4: XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU UỐN VÀ NÉN CỦA ĐÁ XI MĂNG

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi;

Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

✧ *Xác định cường độ chịu uốn của đá xi măng*

✧ *Xác định cường độ chịu nén của đá xi măng*

Mục tiêu bài học

✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*

✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*

✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Xi măng là loại vật liệu dùng phổ biến trong các công trình xây dựng, đóng vai trò là chất kết dính để liên kết các loại cốt liệu lại, là thành phần không thể thiếu để chế tạo vữa, bê tông. Xi măng dùng trong xây dựng có rất nhiều loại như : xi măng Pooc lăng, xi măng Pooc lăng hỗn hợp, xi măng Pooc lăng Puzolan, xi măng trắng, xi măng bèn sunphat,... Xi măng có nhiều ưu điểm như: cường độ cao, bền trong môi trường, rắn chắc tương đối nhanh, chịu lửa tốt, nguyên liệu sản xuất sẵn có và giá thành rẻ. Chọn lựa và sử dụng xi măng đúng cách sẽ tăng khả năng chịu lực, đảm bảo tính ổn định và tạo ra các công trình chất lượng cao.

Để đánh giá chất lượng của xi măng cần đánh giá những tính chất: cường độ, độ mịn, độ ổn định thể tích, khối lượng riêng, lượng nước tiêu chuẩn... Trong đó, cường độ xi măng và mác của xi măng là chỉ tiêu quan trọng đánh giá chất lượng của xi măng. Để kiểm tra những tính chất đó có đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn hay không thì chúng ta cần làm các thí nghiệm kiểm chứng.

12. Xi măng có tác dụng gì? Xi măng Pooc lăng là gì?
13. Cường độ xi măng là gì? Vai trò của cường độ uốn, nén của đá xi măng?
14. Mác của xi măng xác định thế nào? Ký hiệu xi măng PCB30?

4.1. Xác định cường độ chịu uốn và nén của đá xi măng

4.1.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định cường độ chịu uốn đá xi măng. Ký hiệu R_u .
- Xác định cường độ chịu nén của đá xi măng. Ký hiệu R_n

Tiêu chuẩn áp dụng TCVN 6016:2011 Xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ

Phổ biến hiện nay là xi măng Pooc Lăng

Xi măng Pooc lăng là chất kết dính vô cơ rắn chắc trong môi trường nước, sản xuất bằng phương pháp nung hỗn hợp đá vôi và đất sét đã phối hợp theo một tỷ lệ hợp lý đến nhiệt độ nóng chảy để tạo thành clinke, đem clinke nghiền nhỏ với 3 ÷ 5% thạch cao. Thạch cao có tác dụng điều chỉnh tốc độ ninh kết của xi măng .

Cường độ R là khả năng lớn nhất của đá xi măng chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng. Được đánh giá chủ yếu qua độ bền uốn và nén.

Cường độ tiêu chuẩn R^c là cường độ của đá xi măng khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm theo phương pháp chuẩn ở tuổi 28 ngày.

Hình dáng, kích thước chuẩn: mẫu hình lăng trụ kích thước 4x4x16 cm

Chế tạo: xi măng + cát tiêu chuẩn, khuôn thép, đúc bằng máy đầm

Dưỡng hộ: 1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ $27 \pm 1^\circ\text{C}$, độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ $27 \pm 1^\circ\text{C}$.

Độ bền uốn và nén của xi măng được đánh giá trên mẫu vữa xi măng được nhào trộn với cát tiêu chuẩn với tỷ lệ X:C = 1:3 và nước tỷ lệ N/XM = 0,5 ở tuổi 3 ngày và 28 ngày.

Mác xi măng là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của xi măng.

Theo cường độ chịu lực, xi măng pooc lăng gồm các mác sau: PC30, PC40, PC50. Trong đó : PC là ký hiệu cho xi măng pooc lăng (Portland Cement; các trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng N/mm^2 , xác định theo tiêu chuẩn TCVN6016-2011).

- Trong quá trình vận chuyển và cất giữ, xi măng hút ẩm dần dần vón cục, cường độ giảm đi, do đó trước khi sử dụng xi măng nhất thiết phải thử lại cường độ và sử dụng nó theo kết quả kiểm tra chứ không dựa vào mác ghi trên bao.

b. Ý nghĩa:

- Xi măng thuộc loại chất kết dính vô cơ rắn chắc trong môi trường nước, tức là không những có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí mà còn có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường nước.

- Xi măng là vật liệu chất kết dính, là thành phần quan trọng quyết định chất lượng của vữa, bê tông và các loại vật liệu đá nhân tạo khác.

- Cường độ chịu lực của xi măng càng cao thì cường độ chịu lực của vữa, bê tông và các loại vật liệu đá nhân tạo khác càng lớn (khi hàm lượng xi măng không đổi).

- Cường độ chịu lực của xi măng là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của xi măng và là căn cứ để xác định cấp phối của bê tông, xác định mác của xi măng. Chính vì vậy cần phải xác định cường độ chịu uốn và nén của đá xi măng để sử dụng cho hợp lý nhằm đạt hiệu quả kinh tế và kỹ thuật tốt nhất.

☆ Yêu cầu kỹ thuật đối với phòng thí nghiệm :

- Phòng thí nghiệm nơi chế tạo mẫu thử được duy trì ở nhiệt độ $27 \pm 2^\circ\text{C}$ và độ ẩm tương đối không thấp hơn 50%.

-Phòng để bảo dưỡng mẫu còn trong khuôn được duy trì liên tục ở nhiệt độ $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 90%.

-Nhiệt độ của nước để ngâm mẫu được duy trì liên tục ở nhiệt độ $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Nhiệt độ và độ ẩm tương đối của phòng hoặc tủ dưỡng hộ được ghi lại ít nhất 4 giờ một lần.

4.1.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Khuôn 40x40x160 mm (3 khuôn)
- Cân kỹ thuật
- Máy trộn vữa xi măng
- Bàn dẫn vữa
- Tủ dưỡng ẩm
- Thùng ngâm mẫu 20 l
- Máy thử uốn, nén



Khuôn mẫu 40x40x160



Cân kỹ thuật



Máy trộn VXM



Bàn dẫn vữa



Thùng ngâm mẫu



Tủ dưỡng hộ



Bộ gá uốn, nén



Máy uốn, nén

4.1.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử :

Chuẩn bị mẫu thử theo trình tự sau:

Gồm 5 bước : Chế tạo vữa → Đúc mẫu → Dưỡng hộ trong môi trường không khí ẩm → Tháo khuôn → Dưỡng ẩm trong môi trường nước.

✧ Chế tạo vữa:

- Chuẩn bị lượng vật liệu gồm: 450g±2g xi măng, 1350g±5g cát và 225g±1g nước.

- Thành phần của vữa:

+ Tỷ lệ khối lượng bao gồm một phần xi măng, ba phần cát tiêu chuẩn và một nửa phần là nước (tỷ lệ nước/xi măng =0.5).

- Định lượng mẻ trộn:

Xi măng, cát, nước và thiết bị có cùng nhiệt độ phòng thí nghiệm . Xi măng và cát được cân bằng cân có độ chính xác đến ±1g. Khi thêm nước, dùng ống đong tự động 225ml, có độ chính xác đến ±1ml.

Lưu ý: Cát để chế tạo vữa ở đây là cát tiêu chuẩn ISO, là loại cát tự nhiên, loại cát có hàm lượng SiO₂ >96%, đường kính hạt $d = 0,14 \div 2,0$ mm, hàm lượng sét < 1%.

Hàm lượng độ ẩm nhỏ hơn 0,2%, cát được sấy khô ở nhiệt độ từ 105⁰C đến 110⁰C đến khối lượng không đổi.

Cấp phối hạt nằm trong giới hạn được quy định :

Bảng 4-1 Cấp phối hạt cát chuẩn ISO

Kích thước mắt sàng lỗ vuông, mm	2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08
Lượng sót tích lũy, %	0	7±5	33±5	67±5	87±5	99±1

- Trộn vữa xi măng:

Dùng máy trộn để trộn mỗi mẻ vữa. Máy trộn khi đã ở vị trí thao tác, cần tiến hành như sau:

- + Đổ nước vào cối và thêm xi măng.
- + Khởi động máy trộn ngay và cho chạy ở tốc độ thấp



- + Sau 30 giây thêm cát từ từ trong 30 giây
 - + Bật máy trộn và cho chạy ở tốc độ cao
 - + Trộn thêm 30 giây.
 - + Dừng máy trộn trong 90 giây ,dùng bay cao su cào vữa bám ở thành cối, ở đáy cối và vun vào giữa cối.
 - + Tiếp tục trộn 60 giây nữa ở tốc độ cao.
- ⇒ Ta có được hỗn hợp vữa xi măng.

✧ **Đúc mẫu:**

Chế tạo mẫu thử :

- Hình dáng và kích thước
- +Mẫu thử hình lăng trụ có kích thước 40x40x160mm.
- + Khuôn mẫu đã được định vị chốt hãm chắc chắn
- Tiến hành đúc mẫu ngay sau khi chuẩn bị xong vữa.
- Kẹp chặt khuôn và phễu vào bàn dẫn.
- Dùng một xẻng nhỏ thích hợp, xúc một hoặc hai lần để rải lớp vữa đầu tiên cho mỗi ngăn khuôn sao cho mỗi ngăn trải thành hai lớp thì đầy (mỗi lần xúc khoảng 300g) và lấy trực tiếp từ máy trộn.

Máy trộn VXM



Dàn VXM

- + Dẫn 60 cái.
- + Đổ thêm lớp vữa thứ hai
- + Dùng bay nhỏ dàn đều mặt vữa
- + Lèn chặt lớp vữa này bằng cách dẫn thêm 60 cái.
- + Nhấc khuôn khỏi bàn dẫn
- + Tháo phễu ra.
- + Gạt bỏ vữa thừa bằng thanh gạt kim loại
- + Gạt bỏ vữa thừa trên rìa khuôn.



Gạt VXM thừa

-Đặt một tấm kính kích thước 210mm x185mm và dày 60mm lên khuôn. Cũng có thể dùng một tấm thép hoặc vật liệu không thấm khác có cùng kích thước.

-Ghi nhãn hoặc đánh dấu các khuôn để nhận biết mẫu.

✧ **Bảo dưỡng mẫu thử trong MT không khí ẩm:**

-Đặt ngay các khuôn đã được đánh dấu lên giá nằm ngang trong phòng không khí ẩm hoặc trong tủ.

-Hơi ẩm phải tiếp xúc được với các mặt bên của khuôn.

- Khuôn không được chồng chất lên nhau.

✧ **Tháo dỡ ván khuôn :**

Đối với các phép thử 24 giờ, việc tháo dỡ khuôn mẫu không được quá 20 phút trước khi mẫu được thử.

Đối với các phép thử có tuổi mẫu thời gian lớn hơn 24 giờ, việc tháo dỡ khuôn tiến hành từ 20 giờ đến 24 giờ sau khi đổ khuôn.

Việc tháo dỡ ván khuôn phải hết sức thận trọng.

Chú thích: Việc tháo dỡ khuôn cũng có thể chậm lại 24 giờ nếu như vữa chưa có đủ cường độ yêu cầu để tránh hư hỏng mẫu. Cần ghi lại việc tháo khuôn muộn trong báo cáo thí nghiệm.

Mẫu đã tháo khỏi khuôn và được chọn để thử 24 giờ (hoặc vào 48 giờ nếu dỡ khuôn muộn), được phủ bằng khăn ẩm cho tới lúc thử.

-Đánh dấu các mẫu đã chọn để ngâm trong nước và tiện phân biệt mẫu sau này, đánh dấu bằng mực chịu nước hoặc bằng bút chì.

✧ **Bảo dưỡng trong nước :**

Các mẫu đã đánh dấu được nhận chìm ngay trong nước (để nằm ngang hoặc thẳng đứng, tùy theo cách nào thuận tiện) ở nhiệt độ



Mẫu sau tháo khuôn



Cho mẫu vào thùng nước

thích hợp. Nếu ngâm mẫu nằm ngang thì để các mặt thẳng đứng theo đúng hướng thẳng đứng và mặt gọt vữa lên trên.

Đặt mẫu lên lưới không bị ăn mòn và cách xa nhau sao cho nước có thể vào được cả 6 mặt mẫu. Trong suốt thời gian ngâm mẫu, không lúc nào khoảng cách giữa các mẫu hay độ sâu của nước trên bề mặt mẫu lại nhỏ hơn 5mm.

Ở mỗi bề mặt chứa, chỉ ngâm những mẫu xi măng cùng thành phần hoá học.

Dùng nước máy để đổ đầy bể lần đầu và thỉnh thoảng thêm nước để giữ cho mực nước không thay đổi. Trong thời gian ngâm mẫu không cho phép thay hết nước.

Lấy mẫu cần thử ở bất kì tuổi nào (ngoài 24 giờ hoặc 48 giờ khi tháo khuôn muôn) ra khỏi nước không được quá 15 phút trước khi tiến hành thử. Dùng vải ẩm phủ lên mẫu cho tới khi thử.

b. Tiến hành thử :

Cho mẫu vào thùng nước

Tiến hành thử cường độ chịu uốn và nén:

➤ Quy định chung

-Dùng phương pháp tải trọng tập trung để xác định độ bền uốn.

-Nửa lăng trụ gãy sau khi thử uốn được đem thử nén lên mặt bên phía tiếp xúc với thành khuôn với diện tích 40mm x 40mm.

➤ Xác định độ bền uốn:

Tiến hành thử theo trình tự sau:

-Đặt mẫu trên 2 gối tựa của máy thí nghiệm uốn theo sơ đồ (hình 4-1)

-Đặt tải trọng theo chiều thẳng đứng bằng con lăn tải trọng vào mặt đối diện của lăng trụ

-Tăng tải trọng dần dần với tốc độ 50N/s ± 10N/s cho đến khi mẫu gãy.

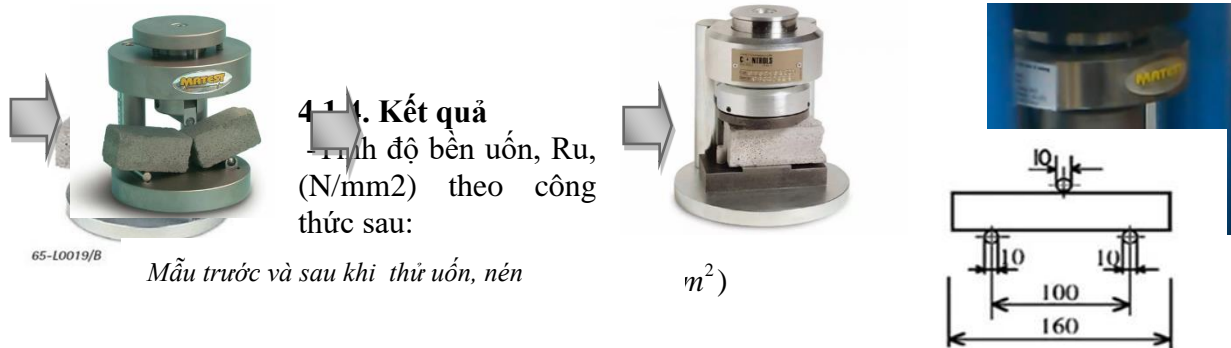
-Giữ ẩm cho các nửa lăng trụ cho đến khi đem thử độ bền nén.

➤ Xác định độ bền nén:

Tiến hành thử theo trình tự sau:

-Đặt mẫu thử cường độ nén như sơ đồ (hình 4-2).

-Tăng tải trọng từ từ với tốc độ 2400 ± 200N/s đến khi mẫu bị phá hoại.



4-1-1. Kết quả
 Tính độ bền uốn, R_u ,
 (N/mm²) theo công
 thức sau:

Mẫu trước và sau khi thử uốn, nén

m²)

Trong đó:

Pu: tải trọng đặt lên giữa lăng trụ khi mẫu bị gãy (N);

l: khoảng cách giữa các gối tựa (mm); l= 100 mm

b: cạnh tiết diện vuông của lăng trụ (mm); b = 40 mm.

- Tính độ bền nén, R_n (N/mm²) theo công thức:

$$R_n = \frac{P_n}{F_n} (N / mm^2)$$

Trong đó:

P_n : tải trọng nén tối đa lúc mẫu bị phá hoại, (N);

F_n : diện tích tấm ép hoặc má ép, (mm²),

$F_n = 40 \times 40 = 1600 \text{ mm}^2$.

Giới hạn cường độ chịu nén của vữa xi măng là trị số trung bình kết quả thí nghiệm.

Lưu ý: Nếu 1 trong 6 kết quả lệch quá 10% so với giá trị trung bình, thì loại bỏ giá trị đó và lấy giá trị trung bình của 5 nữa mẫu còn lại. Nếu 1 trong 5 kết quả vượt quá 10% so với giá trị trung bình 5 mẫu thì loại bỏ tổ mẫu và làm lại thí nghiệm.

☞ Từ giới hạn cường độ chịu nén và uốn của vữa xi măng tìm được ta kết luận về mác xi măng theo tiêu chuẩn hiện hành

Kết luận về mác xi măng mẫu thí nghiệm so với mác thiết kế.

**Tìm hiểu thêm :*

✧ Theo TCVN 2682:2020 chỉ tiêu chất lượng của **xi măng Pooc lăng** như sau:

Bảng 4.2 – Các chỉ tiêu chất lượng của xi măng pooc lăng

Tên chỉ tiêu	Mức	
	PC40	PC50
1. Cường độ chịu nén, MPa, không nhỏ hơn :		
- 3 ngày ± 45 min	21	25
- 28 ngày ± 8 h	40	50
2. Thời gian đông kết, min		
- Bắt đầu, không nhỏ hơn.	45	
- Kết thúc, không lớn hơn.	375	

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC30	PC40	PC50
3. Độ mịn, xác định theo :			
- Bề mặt riêng, phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn	2.800		
4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Le Chatelier, mm, không lớn hơn	10		
5. Hàm lượng anhydric sunphuric (SO ₃), %, không lớn hơn	3,5		
6. Hàm lượng magie oxit (MgO), %, không lớn hơn	5,0 ¹⁾		
7. Hàm lượng mất khi nung (MKN), %, không lớn hơn:			
- Khí sử dụng phụ gia đá vôi:	3,5		
- Khí không sử dụng phụ gia đá vôi:	3,0		
8. Hàm lượng cặn không tan (CKT), %, không lớn hơn	1,5		
9. Hàm lượng kiềm quy đổi ²⁾ (Na ₂ O _{eq}) ³⁾ , %, không lớn hơn	0,6		
CHÚ THÍCH :			
¹⁾ Cho phép hàm lượng MgO tới 6,0 %, nếu độ nở autoclave (xác định theo TCVN 8877:2011) của xi măng không lớn hơn 0,8 %.			
²⁾ Chỉ áp dụng giới hạn này trong trường hợp sử dụng xi măng với cốt liệu có khả năng xảy ra phản ứng kiềm-silic mà không có sự lựa chọn nào khác để bảo vệ bê tông.			
³⁾ Hàm lượng kiềm quy đổi ²⁾ (Na ₂ O _{eq}) tính theo công thức : %Na ₂ O _{eq} = %Na ₂ O + 0,658 %K ₂ O.			

✧ Theo TCVN 6260 : 2020 **Xi măng Pooc lăng hỗn hợp**

Xi măng Pooc lăng hỗn hợp gồm ba mác PCB30, PCB40 và PCB50, trong đó:

- PCB là ký hiệu quy ước cho xi măng pooc lăng hỗn hợp thông dụng;
- Các trị số 30,40,50 là cường độ chịu nén tối thiểu mẫu vữa ở tuổi 28 ngày đóng rắn, tính bằng Mpa, xác định theo TCVN 6016:2011.

Bảng 4.3 – Các chỉ tiêu chất lượng của xi măng pooc lăng hỗn hợp

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PCB30	PCB40	PCB50
1. Cường độ chịu nén, MPa, không nhỏ hơn :			
- 3 ngày ± 45 min	14	18	22
- 28 ngày ± 8 h	30	40	50
2. Thời gian đông kết, min			
- Bắt đầu, không nhỏ hơn	45		
- Kết thúc, không lớn hơn	420		
3. Độ mịn, xác định theo :			
- Phần còn lại trên sàng 45µm, %, không lớn hơn	theo công bố nhà sản xuất		
- Bề mặt riêng, phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn			
4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Le Chatelier, mm, không lớn hơn	10		
5. Hàm lượng anhydric sunphuric (SO ₃), %, không lớn hơn	3,5		
6. Hàm lượng mất khi nung (MKN), %, không lớn hơn:			
- Khi sử dụng phụ gia đá vôi:	10		
- Khi sử dụng phụ gia pozzolan:	4		
7. Độ nở autoclave ¹⁾ , %, không lớn hơn	0,8		
CHÚ THÍCH :			
¹⁾ Đây là chỉ tiêu tùy chọn, có thể thỏa thuận giữa bên mua và bên bán.			

✧ **Thời gian bảo quản xi măng** trong kho càng dài thì cường độ của xi măng càng giảm đi dù có bảo quản trong điều kiện tốt nhất. Thông thường trong điều kiện khí hậu của nước ta sau 3 tháng cường độ giảm 15 ÷ 20%, sau một năm giảm đi 30 ÷ 40%.

✧ **Tuổi mẫu thử để thử cường độ :**

Tiến hành thử cường độ ở các tuổi sai số như sau:

- 24 h ± 15 min;
- 48 h ± 30 min;
- 72 h ± 45 min;
- 7 day ± 2 h;
- ≥ 28 day ± 8 h;

✧ **Phương pháp xác định cường độ xi măng:**

Có 2 phương pháp xác định cường độ xi măng là phương pháp mềm và phương pháp nhanh (TCVN 6016 :2011)

▲ Phương pháp mềm (là phương pháp trình bày ở trên).

▲ Phương pháp nhanh như sau:

- Trộn 200g xi măng với nước tiêu chuẩn rồi đúc 2 khuôn, mỗi khuôn 6 mẫu lập phương kích thước $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}$. Dưỡng hộ mẫu 20 giờ trong không khí. Sau đó, đem 6 mẫu chứng hấp trong 4 giờ hay đun trong nước sôi 30 phút, 6 mẫu còn lại tiếp tục dưỡng hộ trong không khí ẩm rồi thử cường độ chịu nén của các mẫu thử ta được $R_{\text{mẫu hấp}} (R_h)$ và $R_{\text{mẫu không hấp}} (R_{k/h})$.

- Xác định tỷ số $\eta = \frac{R_h}{R_{k/h}}$

- Tra quy phạm từ η ta có hệ số chuyển đổi K. Từ đó, xác định cường độ của xi măng theo công thức :

$$R_{XM} = K \cdot R_{\text{mẫu hấp}}$$

- Phương pháp xác định cường độ của xi măng này có ưu điểm là nhanh (không cần dưỡng hộ mẫu trong 28 ngày) nhưng có nhược điểm là kết quả kém chính xác.

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN 4787:2009 Xi măng - Phương pháp lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử

TCVN 6016:2011 Xi măng – Phương pháp thử - Xác định cường độ

TCVN 2682:2009 Xi măng Pooc lăng – Yêu cầu kỹ thuật

TCVN 6260:2020 Xi măng Pooc lăng hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật

TCVN 3121-11:2022 Vữa xây dựng – phương pháp thử - xác định cường độ uốn và nén của vữa đóng rắn

TCVN 7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (yêu cầu kỹ thuật)

TCVN 7572:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (phương pháp thử)

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Xi măng có tác dụng gì? Xi măng Pooc lăng là gì?

➤ Xi măng là loại vật liệu dùng phổ biến trong các công trình xây dựng, đóng vai trò là chất kết dính để liên kết các loại cốt liệu lại, là thành phần không thể thiếu để chế tạo vữa, bê tông. Xi măng dùng trong xây dựng có rất nhiều loại như : xi măng Pooc lăng, xi măng Pooc lăng hỗn hợp, xi măng Pooc lăng Puzolan, xi măng trắng, xi măng bèn sunphat,... Xi măng có nhiều ưu điểm như: cường độ cao, bền trong môi trường, rắn chắc tương đối nhanh, chịu lửa tốt, nguyên liệu sản xuất sẵn có và giá thành rẻ.

➤ Xi măng Pooc lăng là chất kết dính vô cơ rắn chắc trong môi trường nước, sản xuất bằng phương pháp nung hỗn hợp đá vôi và đất sét đã phối hợp theo một tỷ lệ hợp lý đến nhiệt độ nóng chảy để tạo thành clinke, đem clinke nghiền nhỏ với 3 ÷ 5% thạch cao. Thạch cao có tác dụng điều chỉnh tốc độ ninh kết của xi măng.

Câu 2. Cường độ xi măng là gì? Vai trò cường độ chịu uốn, nén của đá xi măng?

➤ Cường độ xi măng là :

Cường độ R là khả năng lớn nhất của đá xi măng chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng. Được đánh giá chủ yếu qua độ bền uốn, nén của xi măng.

Cường độ tiêu chuẩn R^{tc} là cường độ của đá xi măng khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm theo phương pháp chuẩn ở tuổi 28 ngày.

Hình dáng, kích thước chuẩn: mẫu hình lăng trụ kích thước 4x4x16 cm

Chế tạo: xi măng + cát tiêu chuẩn, khuôn thép, đúc bằng máy đầm

Dưỡng hộ: 1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

➤ Vai trò cường độ uốn, nén của đá xi măng:

Cường độ của xi măng thể hiện qua độ bền chịu uốn, nén của đá xi măng.

Độ bền uốn và nén của xi măng được đánh giá trên mẫu vữa xi măng được nhào trộn với cát tiêu chuẩn với tỷ lệ X:C = 1:3 và nước tỷ lệ N/XM = 0,5 ở tuổi 3 ngày và 28 ngày.

- Cường độ chịu lực của xi măng càng cao thì cường độ chịu lực của vữa, bê tông và các loại vật liệu đá nhân tạo khác càng lớn (khi hàm lượng xi măng không đổi).

- Cường độ chịu lực của xi măng là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của xi măng và là căn cứ để xác định cấp phối của bê tông, xác định mác của xi măng. Chính vì vậy cần phải xác định cường độ chịu uốn và nén của đá xi măng để sử dụng cho hợp lý nhằm đạt hiệu quả kinh tế và kỹ thuật tốt nhất.

Câu 3. Mác của xi măng xác định thế nào? Ký hiệu xi măng PCB30 nghĩa là gì?

➤ *Mác xi măng* là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của xi măng.

Cường độ tiêu chuẩn R^{tc} là cường độ của đá xi măng khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm theo phương pháp chuẩn ở tuổi 28 ngày.

Hình dáng, kích thước chuẩn: mẫu hình lăng trụ kích thước 4x4x16 cm

Chế tạo: xi măng + cát tiêu chuẩn, khuôn thép, đúc bằng máy dần
Dưỡng hộ: 1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ $27\pm 1^{\circ}\text{C}$, độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ $27\pm 1^{\circ}\text{C}$

Theo cường độ chịu lực, xi măng pooc lăng gồm các mác sau: PC30, PC40, PC50. Trong đó : PC là ký hiệu cho xi măng pooc lăng (Portland Cement; các trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng N/mm^2 , xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6016-2011).

➤ Ký hiệu xi măng PCB30 nghĩa là : xi măng Pooc lăng hỗn hợp , mác xi măng theo cường độ chịu nén ở tuổi sau 28 ngày là 30 N/mm^2

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Công dụng, chỉ tiêu kỹ thuật của xi măng
- Cách thí nghiệm xác định cường độ uốn, nén đá xi măng
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về cường độ, mác xi măng

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Vai trò của xi măng pooc lăng là gì? Cường độ của xi măng?

Câu 2. Cách xác định cường độ chịu uốn, nén của đá xi măng?

Câu 3. Mács xi măng xác định thế nào? Ý nghĩa của ký hiệu PCB30 của xi măng?

Câu 4. Khi tiến hành thử uốn mẫu vữa xi măng kích thước $40\times 40\times 160 \text{ mm}$, giá trị lực uốn lớn nhất đọc được trên máy uốn là 3,6 kN. Sau khi mẫu uốn bị gãy đôi, lấy 1 nửa mẫu đó đem đi nén mẫu được giá trị 82 kN. Vậy cường độ chịu uốn, nén của mẫu bằng bao nhiêu? Biết khoảng cách giữa 2 gối uốn $L= 10 \text{ cm}$.

BÀI 5: XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi;

Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

✧ *Xác định chỉ tiêu độ sụt của hỗn hợp bê tông - SN (cm)*

✧ *Xác định chỉ tiêu độ cứng của hỗn hợp bê tông - DC (s)*

Mục tiêu bài học

✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*

✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*

✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Bê tông là một trong những loại vật liệu xây dựng rất quan trọng, kết hợp với cốt thép tạo thành bộ khung xương chịu lực chính cho công trình, được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng như : móng, cột, dầm, sàn, nền, sân, đường... Có những ưu điểm nổi trội như : cường độ cao, bền trong môi trường, dễ thi công cơ giới hóa, nguồn vật liệu sẵn có, chủng loại đa dạng... Và ngày nay hỗn hợp bê tông, hay bê tông tươi (bê tông thương phẩm) ngày càng được sử dụng rộng rãi, phổ biến.

Hỗn hợp bê tông là hỗn hợp gồm cốt liệu (lớn và nhỏ), chất kết dính, nước và phụ gia (nếu có) được nhào trộn lại, có tính dẻo, tính dính nhưng chưa rắn chắc, chưa có cường độ. Hỗn hợp bê tông ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bê tông sau này. Hỗn hợp bê tông cần đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về : tính lưu động (tính dẻo), tính dính và khả năng giữ nước. Trong đó, độ lưu động là chỉ tiêu quan trọng và được xác định bằng độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông. Để kiểm tra những tính chất đó có đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn hay không thì chúng ta cần làm các thí nghiệm kiểm chứng.

15. Hỗn hợp bê tông là gì? Chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông gồm những gì?
16. Độ sụt và độ cứng của HHTT là gì? So sánh sự khác nhau giữa hai đại lượng đó?
17. Tiêu chuẩn để lựa chọn độ sụt, độ cứng của hỗn hợp bê tông ?

5.1. Xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông

5.1.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông. Ký hiệu SN (cm).

- Theo TCVN 3106 -2022 Hỗn hợp bê tông – Phương pháp xác định độ sụt

Hỗn hợp bê tông là một hỗn hợp bao gồm cốt liệu, chất kết dính và nước, phụ gia (nếu có) được nhào trộn đồng đều, có tính dẻo, tính dính nhưng chưa rắn chắc, chưa có cường độ.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông thể hiện ở tính công tác của hỗn hợp bê tông, nó là tổng hợp gồm 3 tính chất: tính lưu động (tính dẻo), tính dính và khả năng giữ nước.

⇒ Một hỗn hợp bê tông có tính công tác tốt nghĩa là : dễ nhào trộn; dễ đổ khuôn; dễ lên chặt; dễ san phẳng và không phân tầng tách lớp. Và sau khi cứng rắn có độ đặc chắc, cường độ, độ bền cao, cấu kiện nguyên vẹn, chính xác.

Dựa vào tính dẻo của hỗn hợp bê tông chia thành 2 loại:

+ *Hỗn hợp bê tông dẻo* là hỗn hợp bê tông có cấu tạo liên tục (các hạt cốt liệu nằm lơ lửng trong hồ xi măng), lượng dùng xi măng và tỷ lệ N/X lớn. Hỗn hợp bê tông dẻo dễ nhào trộn, đổ đầm; khi nhào trộn chỉ cần lực tác động nhỏ và sau khi nhào trộn hỗn hợp có độ dẻo ngay.

+ *Hỗn hợp bê tông cứng* là hỗn hợp bê tông có cấu tạo rời rạc, lực dính lớn, nội ma sát lớn, lượng dùng xi măng ít, tỷ lệ N/X nhỏ, khó nhào trộn, khi nhào trộn phải dùng lực tác động lớn và sau khi nhào trộn hỗn hợp chưa có độ dẻo ngay mà độ dẻo chỉ xuất hiện trong quá trình lên chặt hoặc sau khi lên chặt do có sự sắp xếp lại các hạt cốt liệu chặt hơn và sự phân bố hồ xi măng trong hỗn hợp đều hơn.

Tính lưu động của hỗn hợp bê tông dẻo và hỗn hợp bê tông cứng được xác định như sau:

- Hỗn hợp bê tông dẻo : tính dẻo được đánh giá bằng **độ sụt** của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của tải trọng bản thân, ký hiệu SN (cm) và được xác định bằng dụng cụ hình nón cụt tiêu chuẩn.

- Hỗn hợp bê tông cứng: dùng **độ cứng** để đánh giá mức độ cứng của hỗn hợp bê tông, biểu thị bằng thời gian để đầm phẳng một khối hỗn hợp bê tông hình nón cụt dưới tác dụng của chấn động rung và xác định bằng nhót kế Vebe, ký hiệu DC (s).

b. Ý nghĩa:

- Độ lưu động là chỉ tiêu quan trọng nhất của hỗn hợp bê tông, nó đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của trọng lượng bản thân hoặc rung động.

- Độ lưu động được xác định bằng độ sụt (SN, cm) của khối hỗn hợp bê tông trong khuôn hình nón cụt có kích thước tùy thuộc vào cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu. Khi độ sụt thích hợp phù hợp với các đặc điểm của kết cấu và phương pháp thi công sẽ giúp cho quá trình thi công được dễ dàng, độ đặc, cường độ của bê tông sẽ tăng. Như vậy độ sụt liên quan đến khả năng thi công và chất lượng của bê tông, do đó cần phải xác định.

- Độ sụt là một chỉ tiêu quan trọng để kiểm tra chất lượng của bê tông tươi (hay bê tông thương phẩm).

5.1.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Côn thử độ sụt (*Côn Abrams*) (Hình 5-1)
- Thanh thép tròn trơn đường kính 16mm, dài 600, hai đầu múp tròn.
- Phễu đổ hỗn hợp
- Thước lá kim loại (có độ chính xác đến 1 mm)
- Tấm đế

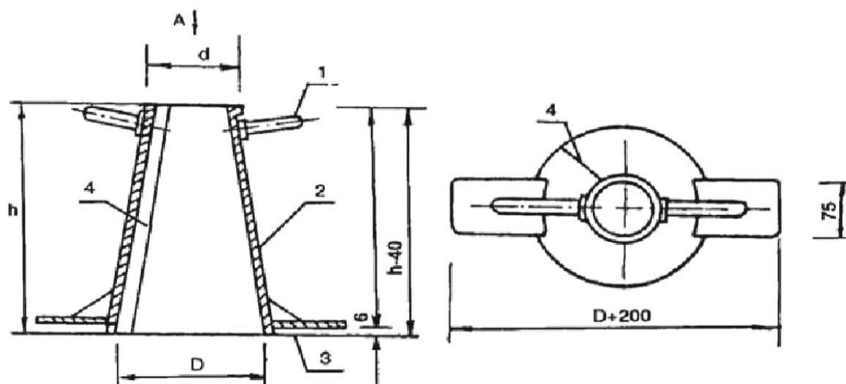


Hình 5-1 : Các dụng cụ xác định độ sụt

Có 2 loại côn nón cụt tiêu chuẩn:

Bảng 5-1: Kích thước côn nón cụt tiêu chuẩn xác định độ lưu động

Loại khuôn	Kích thước, mm			Dùng khi
	Đường kính đáy nhỏ (d)	Đường kính đáy lớn (D)	Chiều cao (h)	
N ⁰ 1	100 ± 2	200 ± 2	300 ± 2	D _{max} ≤ 40 mm
N ⁰ 2	150 ± 2	300 ± 2	450 ± 2	D _{max} > 40 mm



1. Tay cầm ; 2. Thành khuôn ; 3. Gối đặt chân ; 4. Đường hàn hoặc tán

Hình 5.2. Dụng cụ xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông

5.1.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử như sau:

Chuẩn bị 2 mẫu, mỗi mẫu 8 lít hỗn hợp bê tông khi dùng côn N⁰1 (nếu dùng côn N⁰2 thì chuẩn bị 24 lít). Thành phần cấp phối tùy theo mác thiết kế bê tông.

Theo TCVN 3105:2022 Hỗn hợp bê tông và bê tông – Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử

Mẫu thử các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông được lấy tại hiện trường hoặc được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm.

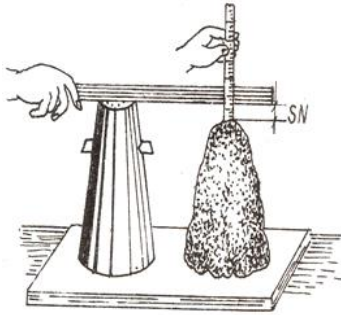
Mẫu hỗn hợp bê tông được lấy tại hiện trường khi cần kiểm tra chất lượng của hỗn hợp bê tông trong quá trình sản xuất, vận chuyển và thi công.

- *Tại trạm trộn, mẫu hỗn hợp bê tông trộn sẵn được lấy tại vị trí xả hỗn hợp bê tông;*
- *Khi vận chuyển bằng băng chuyền, mẫu hỗn hợp bê tông được lấy từ băng chuyền;*
- *Khi sản xuất cấu kiện đúc sẵn, mẫu hỗn hợp bê tông được lấy tại nơi đúc sản phẩm;*
- *Khi thi công bê tông toàn khối, tại công trường, mẫu hỗn hợp bê tông được lấy từ phương tiện vận chuyển (để kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông khi giao nhận) hoặc tại vị trí đổ bê tông (để kiểm soát chất lượng bê tông kết cấu).*

b. Tiến hành thử:

Tiến hành thử theo trình tự sau :

- Chọn khuôn: Dùng khuôn N⁰¹ để thử hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu tới 40mm; khuôn N⁰² để thử hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu lớn hơn 40mm .
- Tẩy sạch bê tông cũ
- Dùng giẻ ướt lau mặt trong của khuôn và dụng cụ khác mà trong quá trình thử tiếp xúc với hỗn hợp bê tông.
- Đặt khuôn lên nền ẩm, cứng, phẳng không thấm nước
- Đứng lên gối đặt chân để giữ cho khuôn cố định trong cả quá trình đổ và đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn.
- Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào khuôn làm 3 lớp, mỗi lớp chiếm khoảng một phần ba chiều cao của khuôn.
- 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 khuôn N⁰¹ mỗi lớp chọc 25 lần; khi dùng khuôn N⁰² mỗi lớp chọc 56 lần. Lớp đầu chọc suốt chiều sâu, các lớp sau chọc xuyên vào lớp trước khoảng 2÷3 cm. Ở lớp thứ ba vừa chọc vừa thêm để giữ mức hỗn hợp luôn đầy hơn miệng khuôn.
- Thêm hỗn hợp bê tông cho đầy khuôn
- Gạt phẳng mặt
- Rút khuôn theo phương thẳng đứng từ từ trong khoảng 5-10s
- Đặt khuôn sang bên cạnh khối hỗn hợp bê tông vừa rút khuôn
- Đo chênh lệch chiều cao giữa miệng khuôn với **điểm cao nhất** của khối hỗn hợp chính xác tới 0,5cm. Đó chính là **độ sụt SN** (cm).

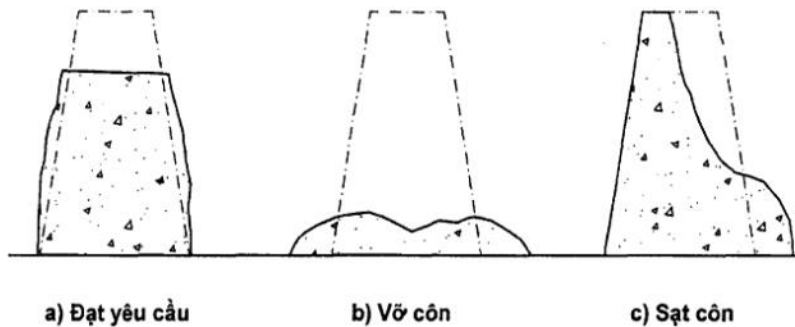


Hình 5.3. Cách đo độ sụt của hỗn hợp bê tông.

Hỗn hợp bê tông có độ sụt $\leq 1,0\text{cm}$ được coi là không có tính lưu động, khi đó đặc trưng tính dẻo của hỗn hợp bê tông được xác định bằng cách thử độ cứng (ĐC).

* *Lưu ý:*

- Thời gian thử tính từ lúc bắt đầu đổ hỗn hợp bê tông vào côn cho tới thời điểm nhấc côn khỏi khối hỗn hợp phải được tiến hành không ngắt quãng và không chế không quá 3 phút (hay 180 giây). Tổng thời gian thí nghiệm 2 mẫu không quá 10 phút.
- Nếu khối hỗn hợp bê tông sau khi nhấc khỏi khuôn bị đổ (vỡ, sạt) hoặc tạo thành hình khối khó đo thì phải tiến hành lấy mẫu khác theo TCVN 3105:2022 để thử lại.



Hình 5.4. Hỗn hợp bê tông sau khi nhấc côn

- Khi dùng côn N^o1 số liệu đo được làm tròn tới 0,5cm, chính là độ sụt của hỗn hợp bê tông cần thử.

- Khi dùng côn N^o2 số liệu đo được phải tính chuyển về kết quả thử theo côn N1 bằng cách nhân với hệ số 0,67.

5.1.4. Kết quả

✧ Độ sụt của hỗn hợp bê tông được tính bằng trung bình cộng kết quả 2 lần đo, làm tròn đến 10 mm nếu:

- Chênh lệch giá trị 2 lần đo nhỏ hơn 10 mm với độ sụt hỗn hợp nhỏ hơn hoặc bằng 90 mm;
 - Chênh lệch giá trị 2 lần đo nhỏ hơn 20 mm với độ sụt hỗn hợp từ 100 mm đến 150 mm;
 - Chênh lệch giá trị 2 lần đo nhỏ hơn 30 mm với độ sụt hỗn hợp lớn hơn hoặc bằng 160 mm;
- Nếu chênh lệch giữa 2 lần đo vượt quá quy định trên thì phải lấy mẫu hỗn hợp bê tông khác và làm lại từ đầu.

✧ Báo cáo kết quả thí nghiệm :

Báo cáo thử nghiệm bao gồm ít nhất các thông tin sau:

- + Ngày lấy mẫu và ngày thử nghiệm;
- + Tên mẫu, ký hiệu mẫu;

- + Độ sụt của từng lần thử;
- + Độ sụt của hỗn hợp bê tông;
- + Viện dẫn tiêu chuẩn;
- + Người thử nghiệm

➤ Điều chỉnh thành phần vật liệu để đạt độ sụt:

Khi kiểm tra độ sụt có thể xảy ra các trường hợp sau:

- Độ sụt thực tế bằng độ sụt yêu cầu.
- Độ sụt thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ sụt yêu cầu.

➤ Cách giải quyết như sau:

- Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu khoảng 2÷3 cm thì phải tăng thêm 5 lít nước cho 1m³ bê tông

- Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu 4cm trở lên thì phải tăng cả nước và xi măng sao cho tỷ lệ không thay đổi cho đến khi hỗn hợp bê tông đạt độ sụt theo yêu cầu.

Trong trường hợp này cần chú ý rằng: để tăng một cấp độ sụt khoảng 2÷3cm cần thêm 5 lít nước như vậy khi độ sụt thiếu 4cm trở lên thì cần tính lượng xi măng tương ứng cần tăng để đảm bảo chất lượng của bê tông.

-Nếu độ sụt thực tế lớn hơn độ sụt yêu cầu khoảng 2-3cm thì phải tăng thêm lượng cốt liệu cát và đá (sỏi) khoảng 2-3% so với khối lượng ban đầu.

-Nếu độ sụt thực tế lớn hơn độ sụt yêu cầu khoảng 4-5cm trở lên thì phải tăng thêm đồng thời lượng cốt liệu cát, đá (sỏi) và xi măng khoảng 5% so với khối lượng ban đầu.

5.2. Xác định độ cứng của hỗn hợp bê tông

5.2.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định độ cứng của hỗn hợp bê tông. Ký hiệu ĐC (cm).

- Theo TCVN 3107 -2022 Hỗn hợp bê tông – Phương pháp xác định độ cứng Vebe

Độ cứng của hỗn hợp bê tông (ĐC) là thời gian rung cần thiết (s) để san bằng và lèn chặt một khối hỗn hợp bê tông hình nón cụt sau khi tạo hình trong nhót kế kỹ thuật (nhót kế Vebe).

b. Ý nghĩa:

- Độ cứng cũng là một chỉ tiêu quan trọng đánh giá độ lưu động (tính dẻo) của hỗn hợp bê tông. Nó đánh giá tính dẻo của hỗn hợp bê tông cứng, xác định bằng cách tạo chấn động rung lên hỗn hợp bê tông.

- Cũng giống như độ sụt thì độ cứng cũng liên quan đến khả năng thi công và chất lượng của bê tông, do đó cần phải xác định.

Dùng hỗn hợp bê tông cứng với điều kiện lèn chặt tốt thì sẽ có nhiều ưu điểm:

+ Tiết kiệm xi măng hơn, lượng nước dùng ít hơn nên độ đặc chắc của bê tông cao hơn.

+ Nếu lượng dùng xi măng như nhau thì hỗn hợp bê tông cứng sẽ cho bê tông có cường độ cao hơn.

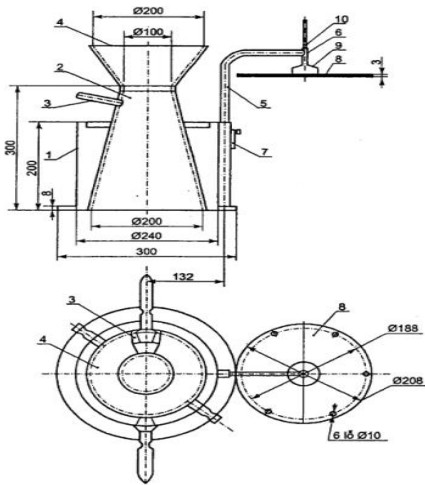
+ Có độ bền cấu trúc của hỗn hợp cao nên cho phép tháo ván khuôn từng phần ngay sau khi tạo hình cấu kiện.

+ Tốc độ rắn chắc nhanh hơn, đặc biệt trong những ngày đầu của quá trình cứng rắn, cho phép tăng nhanh chu kỳ luân chuyển ván khuôn.

Tuy nhiên hỗn hợp bê tông cứng cũng có nhược điểm là yêu cầu máy trộn phải có tác dụng cưỡng bức, thời gian trộn lâu hơn, khi lèn chặt phải tác động lực mạnh hơn.

5.2.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Nhót kê Vebe (hình 5-5)
- Đồng hồ bấm giây
- Thanh thép tròn trơn đường kính 16mm, dài 600, hai đầu múp tròn.
- Phễu đổ hỗn hợp



CHÚ DẪN:

- | | | | | |
|---------------------|----------------|-------------------------|------------|----------------|
| 1 Thùng trụ đáy kín | 2 Côn tạo hình | 3 Giá đỡ côn có tay cầm | 4 Phễu | 5 Tay đỡ |
| 6 Ống dẫn hướng | 7 Vít hãm | 8 Đĩa | 9 Đệm thép | 10 Thanh trượt |

Hình 5-5 : Các dụng cụ xác định độ cứng

5.2.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử:

- Chuẩn bị 2 mẫu, mỗi mẫu 8 lít hỗn hợp bê tông khi dùng côn N⁰1 (nếu dùng côn N⁰2 thì chuẩn bị 24 lít). Thành phần cấp phối tùy theo mác thiết kế bê tông.

Lấy mẫu theo TCVN 3105:2022 Hỗn hợp bê tông và bê tông – Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử

b. Tiến hành thử:

- Dùng giẻ ẩm lau mặt trong của côn và các dụng cụ khác sẽ tiếp xúc với hỗn hợp bê tông trong quá trình thí nghiệm.
- Kẹp chặt thùng trụ đáy kín của thiết bị lên mặt bàn rung, mở vít hãm xoay đĩa ra ngoài. Đặt côn vào thùng, định vị côn bằng vòng giữ và đặt phễu lên miệng côn.
- Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào côn làm ba lớp, mỗi lớp chiếm khoảng 1/3 chiều cao côn. Sau đó đổ từng lớp, dùng thanh đầm d16 chọc đều trên toàn bề mặt hỗn hợp bê tông từ ngoài vào trong theo đường xoay tròn ốc, mỗi lớp chọc 25 lần. Ở lớp thứ ba, vừa chọc vừa cho thêm hỗn hợp bê tông để giữ mức hỗn hợp bê tông luôn đầy hơn miệng côn. Chọc xong lớp thứ ba, nhấc phễu ra,

lấy bay gạt phẳng miệng côn và dọn sạch xung quanh đáy côn. Sau đó, từ từ nhấc côn ra khỏi khối hỗn hợp bê tông.

- Mở vít, xoay tay đỡ để đĩa ở vị trí bên trên hỗn hợp bê tông trong thùng sao cho tâm đĩa trùng với tâm thùng rồi siết vít hãm chặt tay đỡ.

- Nhẹ nhàng hạ đĩa mica xuống tiếp xúc với bề mặt trên của hỗn hợp bê tông. Bật đồng thời bàn rung và đồng hồ.

- Độ cứng của hỗn hợp bê tông được xác định bằng thời gian, tính bằng **giây (s)**, kể từ khi bật bàn rung cho tới khi hồ xi măng vừa phủ kín mặt dưới của đĩa mica thì ngừng rung.

- Ghi lại thời gian đo được.



Hình 5-6 : Các đo độ cứng của hỗn hợp bê tông

** Lưu ý : Quá trình thí nghiệm phải tiến hành liên tục, không ngắt quãng. Tổng thời gian xác định độ cứng của các lượt thí nghiệm cho cùng một mẫu hỗn hợp bê tông không quá 10 phút tính từ thời điểm bắt đầu đổ hỗn hợp bê tông vào côn lần thứ nhất cho tới thời điểm xác định được độ cứng của hỗn hợp bê tông lần cuối cùng.*

5.2.4. Kết quả

➤ Độ cứng của hỗn hợp bê tông được tính bằng trung bình cộng kết quả 2 lần đo, làm tròn đến 1s nếu chênh lệch giữa hai kết quả đi không vượt quá 20% giá trị trung bình.

+ Nếu chênh lệch giữa 2 kết quả đo vượt quá 20% giá trị trung bình thì phải lấy mẫu hỗn hợp bê tông lại và thí nghiệm lại từ đầu.

➤ Báo cáo kết quả thí nghiệm :

Báo cáo thử nghiệm bao gồm ít nhất các thông tin sau:

+ Ngày lấy mẫu và ngày thử nghiệm;

+ Tên mẫu, ký hiệu mẫu;

+ Độ cứng của từng lần thử;

+ Viện dẫn tiêu chuẩn;

+ Người thử nghiệm

➤ So sánh theo các chỉ tiêu độ sụt và độ cứng người ta chia hỗn hợp bê tông ra thành các loại (bảng 5 -2).

Loại hỗn hợp bê tông	SN (cm)	ĐC (s)
----------------------	---------	--------

Đặc biệt cứng	-	> 300
Cứng cao	-	150 - 200
Cứng	-	60 – 100
Cứng vừa	-	30 – 45
Kém dẻo	1- 4	15 – 20
Dẻo	5 – 8	0 – 10
Rất dẻo	10 – 12	-
Nhão	15 – 18	-

Kết luận : về độ sụt và độ cứng của mẫu hỗn hợp bê tông thí nghiệm

★Tìm hiểu thêm:

▲ Theo TCVN 4453: 1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu.

Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông xác định tùy thuộc tính chất của công trình, hàm lượng cốt thép, phương pháp vận chuyển, điều kiện thời tiết. Khi chọn độ sụt của hỗn hợp bê tông để thiết kế cần tính đến sự tổn thất độ sụt trong thời gian lưu trữ và vận chuyển. Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông tại vị trí đổ có thể tham khảo theo bảng 5-3:

Bảng 5-3 Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông tại vị trí đổ

Loại và tính chất của kết cấu	Độ sụt		Chỉ số độ cứng S
	Đảm máy	Đảm tay	
- Lớp lót dưới móng hoặc nền nhà, nền đường và nền đường băng	0 – 10	-	50 – 40
	0 – 20	20 – 40	35 – 25
- Mặt đường và đường băng, nền nhà, kết cấu khối lớn không hoặc ít cốt thép (tường chắn, móng block)	20 – 40	40 – 60	25 – 15
	50 – 80	80 – 120	12 – 10
- Các kết cấu bê tông cốt thép có mật độ cốt thép dày đặc, tường mỏng, phêulô, cột, dầm và bản tiết diện bé... các kết cấu bê tông đổ bằng cốt pha di động.			
- Các kết cấu đổ bằng bê tông bơm	120 - 200		

▲ Theo kinh nghiệm :

* Với nhà dân dụng: Độ sụt hợp lý là 10 ± 2 (tối đa là độ sụt bê tông 12 ± 2 khi lên cao) khi dùng bơm để đổ bê tông. Còn với bê tông móng đổ trực tiếp không dùng bơm thì độ sụt hợp lý là 8 ± 2 .

* Đối với các công trình công nghiệp, các công trình có quy mô lớn. Mỗi loại công trình khác nhau sẽ có cách chọn độ sụt hỗn hợp bê tông khác nhau như:

- Nhà công nghiệp nhịp lớn, silô, bể chứa: từ 300 – 400 (mm)
- Móng nhà cao tầng, nhà kho, nhà xưởng: từ 300 – 400 (mm)
- Cọc bê tông đúc sẵn, cọc nhồi: từ 300 (mm) trở lên
- Mố, dầm cầu, trụ cầu, dầm dự ứng lực: từ 350 (mm) trở lên.

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN 3105 :2022 Hỗn hợp bê tông và bê tông – Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử

TCVN 3106 :2022 Hỗn hợp bê tông và bê tông – Phương pháp xác định độ sụt

TCVN7570 :2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (yêu cầu kỹ thuật)

TCVN 7572 :2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (phương pháp thử)

TCVN 4453: 1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu.

TCVN 13051, Bê tông – Bê tông xi măng – Thuật ngữ và định nghĩa

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Hỗn hợp bê tông là gì? Chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông gồm những gì?

➤ *Hỗn hợp bê tông* là một hỗn hợp bao gồm cốt liệu, chất kết dính và nước, phụ gia (nếu có) được nhào trộn đồng đều, có tính dẻo, tính dính nhưng chưa rắn chắc, chưa có cường độ.

➤ *Các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông* thể hiện ở tính công tác của hỗn hợp bê tông, nó là tổng hợp gồm 3 tính chất: tính lưu động (tính dẻo), tính dính và khả năng giữ nước.

⇒ Một hỗn hợp bê tông có tính công tác tốt nghĩa là : dễ nhào trộn; dễ đổ khuôn; dễ lèn chặt; dễ san phẳng và không phân tầng tách lớp. Và sau khi cứng rắn có độ đặc chắc, cường độ, độ bền cao, cấu kiện nguyên vẹn, chính xác.

Dựa vào tính dẻo của hỗn hợp bê tông chia thành 2 loại:

+ *Hỗn hợp bê tông dẻo* là hỗn hợp bê tông có cấu tạo liên tục (các hạt cốt liệu nằm lơ lửng trong hồ xi măng), lượng dùng xi măng và tỷ lệ N/X lớn. Hỗn hợp bê tông dẻo dễ nhào trộn, đổ đầm; khi nhào trộn chỉ cần lực tác động nhỏ và sau khi nhào trộn hỗn hợp có độ dẻo ngay.

+ *Hỗn hợp bê tông cứng* là hỗn hợp bê tông có cấu tạo rời rạc, lực dính lớn, nội ma sát lớn, lượng dùng xi măng ít, tỷ lệ N/X nhỏ, khó nhào trộn, khi nhào trộn phải dùng lực tác động lớn và sau khi nhào trộn hỗn hợp chưa có độ dẻo ngay mà độ dẻo chỉ xuất hiện trong quá trình lèn chặt hoặc sau khi lèn chặt do có sự sắp xếp lại các hạt cốt liệu chặt hơn và sự phân bố hồ xi măng trong hỗn hợp đều hơn.

Câu 2. Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông là gì? So sánh sự khác nhau giữa hai đại lượng đó?

➤ Độ sụt và độ cứng của HHT

- **Độ sụt** là khoảng cách về chiều cao giữa côn nón cụt tiêu chuẩn và điểm cao nhất của hỗn hợp bê tông vừa chế tạo bằng loại côn đó. Ký hiệu : SN (cm).

- **Độ cứng** là thời gian đầm rung cần thiết để san phẳng và lèn chặt hỗn hợp bê tông trong nhót ké tiêu chuẩn (hay nhót ké Vebe). Ký hiệu : ĐC (s).

➤ So sánh độ sụt và độ cứng:

- Giống nhau: đều là chỉ tiêu đánh giá độ lưu động (tính dẻo) của hỗn hợp bê tông. Độ lưu động là chỉ tiêu quan trọng nhất của hỗn hợp bê tông, nó đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của trọng lượng bản thân hoặc rung động

- Khác nhau:

+ Độ sụt đánh giá độ lưu động của hỗn hợp bê tông dẻo, tức dưới tác dụng của trọng lượng bản thân nó tự san và lèn trong côn nón cụt tiêu chuẩn. Đại lượng xác định bằng thước, đo khoảng cách.

+ Độ cứng đánh giá độ lưu động của hỗn hợp bê tông cứng, tức dưới tác dụng của trọng lượng bản thân nó không tự san và lèn trong côn nón cụt tiêu chuẩn mà phải tác động chấn động rung vào. Đại lượng xác định bằng đồng hồ, đo thời gian.

Câu 3. Tiêu chuẩn để lựa chọn độ sụt, độ cứng của hỗn hợp bê tông?

➤ Khi độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông thích hợp với các đặc điểm của kết cấu và phương pháp thi công sẽ giúp cho quá trình thi công được dễ dàng, độ đặc, cường độ của bê tông sẽ tăng. Hay độ sụt và độ cứng liên quan trực tiếp đến khả năng thi công và chất lượng của bê tông.

➤ Theo TCVN 4453: 1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu.

Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông xác định tùy thuộc tính chất của công trình, hàm lượng cốt thép, phương pháp vận chuyển, điều kiện thời tiết. Khi chọn độ sụt của hỗn hợp bê tông để thiết kế cần tính đến sự tổn thất độ sụt trong thời gian lưu trữ và vận chuyển. Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông tại vị trí đổ có thể tham khảo theo bảng 1:

Bảng 1- Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông tại vị trí đổ

Loại và tính chất của kết cấu	Độ sụt		Chỉ số độ cứng S
	Đảm máy	Đảm tay	
- Lớp lót dưới móng hoặc nền nhà, nền đường và nền đường băng	0 – 10	-	50 – 40
	0 – 20	20 – 40	35 – 25
- Mặt đường và đường băng, nền nhà, kết cấu khối lớn không hoặc ít cốt thép (tường chân, móng block) - Kết cấu khối lớn có tiết diện lớn hoặc trung bình	20 – 40	40 – 60	25 – 15
	50 – 80	80 – 120	12 – 10
- Kết cấu bê tông cốt thép có mật độ cốt thép dày đặc, tường mỏng, phễu silô, cột, dầm và bản tiết diện bé... các kết cấu bê tông đổ bằng cốt pha di động. - Các kết cấu đổ bằng bê tông bơm	120 - 200		

➤ Theo kinh nghiệm :

* Với nhà dân dụng: Độ sụt hợp lý là 10 ± 2 (tối đa là độ sụt bê tông 12 ± 2 khi lên cao) khi dùng bơm để đổ bê tông. Còn với bê tông móng đổ trực tiếp không dùng bơm thì độ sụt hợp lý là 8 ± 2 .

* Đối với các công trình công nghiệp, các công trình có quy mô lớn. Mỗi loại công trình khác nhau sẽ có cách chọn độ sụt bê tông khác nhau như:

- Nhà công nghiệp nhíp lớn, silô, bể chứa: từ 300 – 400 (mm)
- Móng nhà cao tầng, nhà kho, nhà xưởng: từ 300 – 400 (mm)
- Cọc bê tông đúc sẵn, cọc nhồi: từ 300 (mm) trở lên
- Mố, dầm cầu, trụ cầu, dầm dự ứng lực: từ 350 (mm) trở lên.

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Cách thí nghiệm xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông
- Cách thí nghiệm xác định độ cứng của hỗn hợp bê tông
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về độ sụt, độ cứng của hỗn hợp bê tông

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Hỗn hợp bê tông là gì ? Chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông gồm những gì?

Câu 2. Độ sụt của hỗn hợp bê tông là gì? Cách xác định thế nào?

Câu 3. Độ cứng của hỗn hợp bê tông là gì? Cách xác định thế nào?

Câu 4. Để chế tạo một hỗn hợp bê tông có độ sụt 6-8cm, bê tông mác 250, dùng xi măng PCB30, đá $d_{max}=20\text{mm}$ thì thành phần cấp phối cho 1m^3 bê tông như sau : Đá dăm = $0,825\text{ m}^3$; Cát = $0,407\text{ m}^3$; Xi măng = 430 kg; Nước = 195 lít. Hỏi để lấp đầy côn nón cụt N⁰1 cần lượng vật liệu là? Biết $\rho_{v\text{đá}} = 1400\text{ kg/m}^3$; $\rho_{v\text{cát}} = 1300\text{ kg/m}^3$?

Gợi ý :

-Côn nón cụt N⁰1 có kích thước là : $d \times D \times h = 100 \times 200 \times 300$ (mm).

Thể tích côn nón cụt N⁰1 là :

$$V = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + r^2 + Rr)$$

$$= 3,14 \cdot 0,3 \cdot (0,1^2 + 0,05^2 + 0,1 \cdot 0,05) / 3 = 5,5 \cdot 10^{-3} (\text{m}^3) = 5,5 (\text{lít})$$

- Lượng vật liệu cần dùng để lấp đầy côn N⁰1 là:

$$+ \text{Đá dăm} : D = \frac{5,5}{1000} \cdot 0,825 \cdot 1400 = 6,35(\text{kg})$$

$$+ \text{Cát} : C = \frac{5,5}{1000} \cdot 0,407 \cdot 1300 = 2,91(\text{kg})$$

$$+ \text{Xi măng} : X = \frac{5,5}{1000} \cdot 430 = 2,37(\text{kg})$$

$$+ \text{Nước} : N = \frac{5,5}{1000} \cdot 195 = 1,1(\text{l})$$

BÀI 6: XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA BÊ TÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÁ HỦY MẪU

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi;

Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

✧ *Đúc mẫu bê tông*

✧ *Bảo dưỡng mẫu bê tông*

✧ *Xác định cường độ chịu nén của bê tông theo phương pháp phá hủy mẫu*

Mục tiêu bài học

✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*

✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*

✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Bê tông là một trong những loại vật liệu xây dựng rất quan trọng, kết hợp với cốt thép tạo thành bộ khung xương chịu lực chính cho công trình, được sử dụng rộng rãi trong xây dựng để chế tạo các cấu kiện: móng, cột, dầm, sàn, nền, sân, đường... Có những ưu điểm nổi trội như : độ cứng cao, bền trong môi trường, dễ thi công cơ giới hóa, nguồn vật liệu sẵn có, chủng loại đa dạng...

Thành phần của bê tông bao gồm cốt liệu (cát, sỏi hay đá dăm), chất kết dính, nước và phụ gia (nếu có). Đánh giá bê tông qua những tính chất như: cường độ, độ ổn định thể tích, tính chống thấm, tính chịu nhiệt,... Trong đó, cường độ bê tông là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của bê tông. Khi làm việc bê tông chịu nhiều dạng tải trọng như chịu uốn, chịu nén, chịu cắt, chịu xoắn,... Và khả năng chịu nén của bê tông là lớn nhất, từ cường độ chịu nén đưa ra Mác của bê tông theo cường độ chịu nén. Có nhiều phương pháp để đánh giá cường độ chịu nén của bê tông như : phương pháp phá hủy mẫu trực tiếp, phương pháp gián tiếp (dùng súng bật nảy, máy siêu âm),... Với phương pháp phá hủy mẫu cho kết quả có độ chính xác cao và được dùng phổ biến. Để kiểm tra những tính chất đó có đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn hay không thì chúng ta cần làm các thí nghiệm kiểm chứng.

18. Bê tông là gì? Cường độ chịu nén của bê tông là gì?
19. Cách xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp phá hủy mẫu?
20. Tiêu chuẩn để đánh giá Mác của bê tông theo cường độ chịu nén ?

6. Xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp phá hủy mẫu

6.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định cường độ chịu nén của bê tông. Ký hiệu R_n (daN/cm^2 ; KG/cm^2 hoặc Mpa). Và sử dụng phương pháp phá hủy mẫu để xác định cường độ.

- Dựa theo TCVN 3118 -2022 Bê tông – Phương pháp xác định cường độ chịu nén

Bê tông là vật liệu đá nhân tạo không nung, thành phần gồm cốt liệu (lớn và nhỏ), chất kết dính, dung môi và phụ gia; được nhào trộn theo một tỷ lệ nhất định, rắn chắc lại và có cường độ. Hỗn hợp bê tông sau khi cứng rắn, chuyển sang trạng thái đá gọi là bê tông.

Trong kết cấu BT có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau như : chịu kéo, chịu uốn, chịu nén, xoắn, trượt... Trong đó, trạng thái chịu nén là tốt nhất . Chịu kéo bằng $(1/15 \div 1/10)$ khả năng chịu nén; chịu uốn bằng $(1/10 \div 1/6)$ chịu nén.

Cường độ chịu nén của bê tông là đại lượng đặc trưng cho khả năng bê tông chống lại sự phá hoại của ứng suất nén xuất hiện trong nó dưới tác dụng của tải trọng, chuyển vị, nhiệt độ hoặc các nguyên nhân khác.

Có 2 phương pháp xác định cường độ chịu nén của bê tông là *phương pháp phá hủy mẫu* (phương pháp trực tiếp) và phương pháp không phá hủy mẫu (phương pháp gián tiếp).

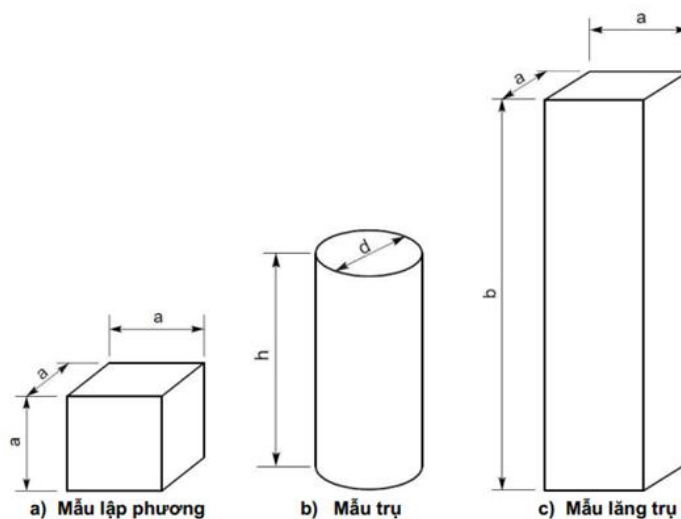
Phương pháp phá hủy mẫu bê tông là phương pháp đúc mẫu hoặc khoan lấy mẫu bê tông tại hiện trường sau đó cho vào máy nén để xác định cường độ chịu nén của tổ mẫu bê tông. Đây là phương pháp dùng phổ biến và cho kết quả độ tin cậy cao.

Mác bê tông theo cường độ chịu nén là đại lượng không thứ nguyên, được xác định dựa vào trị số giới hạn cường độ chịu nén trung bình của các mẫu thí nghiệm hình khối lập phương cạnh 15cm, được chế tạo và bảo dưỡng 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ $t = 27 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm $95 \div 100\%$).

b. Ý nghĩa:

- Cường độ chịu nén là tính chất cơ bản của bê tông. Căn cứ vào cường độ chịu nén xác định ra mác của bê tông. Theo cường độ chịu nén dung để thiết kế cấp phối bê tông . Và là chỉ tiêu quan trọng đánh giá chất lượng của bê tông.

Việc xác định giới hạn cường độ nén của bê tông thường dựa trên cơ sở nén các mẫu bê tông hình khối.



CHÚ DẪN:

a, b là các cạnh của mẫu lập phương và lăng trụ

d là đường kính của mẫu trụ

h là các chiều cao của mẫu trụ

Hình 6-1: Hình dạng viên mẫu

6.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Khuôn mẫu hình lập phương 150x150x150 (mm) – 3 khuôn
- Máy nén 2000 kN
- Máy bàn rung (tần số : 2900 ± 100 lần/ phút , biên độ $2 \div 5$ mm)
- Tủ dưỡng hộ
- Thước đo



Khuôn lập phương 150x150x150



Máy bàn rung



Tủ dưỡng hộ



Máy nén bê tông

Hình 6-2: Dụng cụ, thiết bị thử

6.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Tiến hành thí nghiệm qua 3 bước chính :

Đúc mẫu → Bảo dưỡng mẫu → Nén mẫu

Các bước tiến hành như sau:

✦ Đúc mẫu (TCVN 3105 : 2022)

- Chuẩn bị 12 lít hỗn hợp bê tông . Cấp phối vật liệu theo mác thiết kế.
- Khuôn được làm sạch, bôi dầu mỡ mỏng vào mặt trong khuôn. Kiểm tra các đai ốc, và các khe ăn khớp của khuôn.

- Hỗn hợp bê tông sau khi trộn theo cấp phối tính toán thiết kế thì tiến hành đúc khuôn ngay.
- Cho Hỗn hợp bê tông vào khuôn theo quy định sau:
 - *Khi hỗn hợp có độ cứng 10 -20 giây hoặc có độ sụt 5-9cm:*
 - + Nếu khuôn có chiều cao 150 mm trở xuống thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành một lớp.
 - + Nếu khuôn có chiều cao trên 150 mm thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành hai lớp.
 - + Sau đó đầm hỗn hợp trong khuôn bằng đầm dùi hoặc bằng đầm rung.
 - + Khi dùng đầm dùi thì sử dụng loại đầm có tần số 7200 vòng/phút, đường kính dùi không to quá $\frac{1}{4}$ kích thước nhỏ nhất của viên mẫu.
 - *Khi hỗn hợp có độ cứng trên 20 giây hoặc có độ sụt dưới 4cm:*
 - + Nếu khuôn có chiều cao 150 mm trở xuống thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành một lớp.
 - + Nếu khuôn có chiều cao trên 150 mm thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành hai lớp.
 - + Đổ xong lớp đầu kẹp chặt khuôn lên bàn rung có tần số 2800÷3000 vòng/phút, biên độ 0,35÷0,5mm rồi rung cho tới khi thấy hết bọt khí lớn và hồ xi măng nổi đều. Sau đó đổ và đầm như vậy tiếp lớp 2.
 - Dùng bay gạt bỏ hỗn hợp thừa và xoa phẳng mặt mẫu.
 - *Khi hỗn hợp có độ cứng 10 -20 giây hoặc có độ sụt 5-9cm:*
 - + Nếu khuôn có chiều cao 150 mm trở xuống thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành một lớp.
 - + Nếu khuôn có chiều cao trên 150 mm thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành hai lớp.
 - + Sau đó đầm hỗn hợp trong khuôn bằng đầm dùi hoặc bằng đầm rung.
 - + Khi dùng đầm dùi thì sử dụng loại đầm có tần số 7200 vòng/phút, đường kính dùi không to quá $\frac{1}{4}$ kích thước nhỏ nhất của viên mẫu.
 - *Khi hỗn hợp có độ sụt từ 10cm trở lên:*
 - + Nếu khuôn có chiều cao < 100mm thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành một lớp.
 - + Nếu khuôn có chiều cao từ 150-200 mm thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành hai lớp.
 - + Nếu khuôn có chiều cao 300mm thì đổ hỗn hợp vào khuôn thành ba lớp.
 - + Sau khi đổ từng lớp bê tông thì dùng thanh thép tròn đường kính 16mm, dài 600 chọc đều từng lớp, mỗi lớp bình quân 10cm² chọc một cái. Lớp đầu chọc tới đáy, lớp sau chọc xuyên vào lớp trước.
 - Chọc xong dùng bay gạt bê tông thừa và xoa phẳng mặt mẫu.



Gắn mẫu vào máy rung



Lấy mẫu lập phương 15cm ngoài hiện trường



Đúc mẫu hình trụ

Hình 6-3. Đúc mẫu bê tông

***Lưu ý:** Các viên đúc trong khuôn trụ sau khi đầm được làm phẳng mặt như sau:

- Trộn hồ xi măng đặc (tỉ lệ $N/X = 0,32 \div 0,36$). Sau khoảng 2-4 giờ, chờ cho mặt mẫu se và hồ xi măng co ngót sơ bộ, tiến hành phủ mặt mẫu bằng lớp hồ mỏng tới mức tối đa.
- Phủ xong dùng tấm kính, hoặc thép phẳng là phẳng mặt mẫu.
- Khi đúc mẫu ngay tại điểm sản xuất hoặc thi công thì cho phép đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn bằng các thiết bị thi công hoặc bằng các thiết bị có khả năng đầm chặt bê tông trong khuôn tương đương như bê tông khối đổ.
- Đúc các viên mẫu hình lập phương cạnh 15cm, cũng có thể đúc các viên mẫu có hình dạng và kích thước khác. Kích thước cạnh nhỏ nhất của mỗi viên tùy theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu để chế tạo bê tông theo quy định sau:

Bảng 6.1: Kích thước nhỏ nhất của viên mẫu

Cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu	Kích thước cạnh nhỏ nhất của viên mẫu (cạnh mẫu hình lập phương, cạnh thiết diện mẫu lăng trụ, đường kính mẫu trụ)
10 và 20	100
40	150
70	200
100	300

Khi tiến hành thí nghiệm cường độ chịu nén bằng các viên mẫu khác viên mẫu chuẩn ta phải chuyển kết quả về cường độ của viên mẫu chuẩn.

✦ Bảo dưỡng mẫu bê tông (TCVN 3105 : 2022)

- Các mẫu dùng để kiểm tra chất lượng bê tông thương phẩm để thiết kế mác bê tông sau khi đúc được phủ ẩm trong khuôn ở nhiệt độ phòng cho tới khi tháo khuôn rồi được bảo dưỡng tiếp trong phòng dưỡng hộ tiêu chuẩn có nhiệt độ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $(95 \pm 5)\%$ cho đến ngày thử mẫu
- Mẫu thử cường độ chịu nén của bê tông cần được giữ trong khuôn không dưới 24 h và được tháo khỏi khuôn không muộn hơn 72h. Mẫu thử cường độ chịu kéo của bê tông cần được giữ trong khuôn không dưới 72h và được tháo khỏi khuôn không muộn hơn 96h.



Hình 6-4. Bảo dưỡng mẫu trong tủ dưỡng hộ

- +Thời hạn giữ mẫu trong khuôn là 16÷24 giờ đối với mác bê tông 100 trở lên, 2 hoặc 3 ngày đêm đối với mác bê tông có phụ gia chậm đông rắn hoặc mác từ 100 trở xuống.
- Trong quá trình vận chuyển mẫu về phòng thí nghiệm, các mẫu phải được giữ không để mất ẩm bằng cách phủ cát ẩm, mùn cưa ẩm hoặc đóng trong túi ni lông.
- Tất cả các viên mẫu được ghi rõ kí hiệu ở mặt không trực tiếp chất tải.

* Lưu ý :

Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên theo TCVN 8828-2011:

Quá trình bảo dưỡng ẩm tự nhiên được chia thành 2 giai đoạn: bảo dưỡng ban đầu và bảo dưỡng tiếp theo. Hai giai đoạn này diễn ra liên tục, kể từ khi hoàn thiện xong bề mặt bê tông tới khi bê tông đạt được cường độ bảo dưỡng tới hạn.

- Giai đoạn bảo dưỡng ban đầu: Giai đoạn này cần có biện pháp đảm bảo bê tông không bị bốc hơi nước dưới tác động của các yếu tố khí hậu (nắng, gió, nhiệt độ và độ ẩm không khí). Đồng thời, không để lực cơ học tác động lên bề mặt bê tông, không tưới nước trực tiếp lên tránh hư hại bề mặt bê tông.

Giữ ẩm cho bê tông bằng cách phủ lên bề mặt bằng các vật liệu làm ẩm (bằng các vật hoặc vật liệu thích hợp sẵn có) hoặc phủ lên bề mặt vật liệu cách nước như : nilon, vải bạt rồi tưới nhẹ nước lên hoặc phun chất tạo màng ngăn nước bốc hơi hoặc phun nước dạng phun sương lên bề mặt bê tông

Việc bảo dưỡng giai đoạn này kéo dài tới khi bê tông đạt được một giá trị cường độ nén nhất định. Thời gian để đạt cường độ này vào mùa mưa (từ tháng 4 ÷9) vùng A (từ Diễn Châu – Nghệ An đổ ra Bắc) khoảng (2,5 ÷ 5)h; vào mùa khô (từ tháng 10÷3) khoảng (5 ÷8)h đóng rắn của bê tông tùy theo tính chất của bê tông và đặc điểm thời tiết. Kiểm tra tưới thử nước lên bề mặt bê tông nếu không thấy hư hại thì chuyển giai đoạn bảo dưỡng tiếp theo.

- Giai đoạn bảo dưỡng tiếp theo: Đây là giai đoạn cần tưới nước giữ ẩm liên tục mọi bề mặt hở của bê tông cho tới khi ngừng quá trình bảo dưỡng.

Với bê tông dùng xi măng Pooc lăng và xi măng Pooc lăng hỗn hợp thì cần thường xuyên tưới nước giữ ẩm cho mọi bề mặt hở của kết cấu bê tông cho tới khi bê tông đạt giá trị cường độ. Đối với bê tông nặng thông thường, bê tông mác cao, bê tông chống thấm, bê tông tự lên: tùy theo vùng khí hậu như bảng 6.2:

Bảng 6.2 : Thời gian bảo dưỡng ẩm (TCVN 8828-2011)

Vùng khí hậu bảo dưỡng bê tông	Tên mùa	Tháng	R _{th} BD % R ₂₈	T _{ct} BD ngày đêm
Vùng A	Hè	IV – IX	50 – 55	3
	Đông	X – III	40 – 50	4
Vùng B	Khô	II – VII	55 – 60	4
	Mưa	VIII – I	35 – 40	2
Vùng C	Khô	XII – IV	70	6
	Mưa	V – XI	30	1

Trong đó:

Rth BD – Cường độ bảo dưỡng tới hạn;

T^{ct} BD - thời gian bảo cần thiết

Vùng A (Từ Diễn Châu trở ra Bắc)

Vùng B (Phía Đông Trường Sơn và từ Diễn Châu đến Thuận Hải)

Vùng C (Tây Nguyên và Nam Bộ)

✦ **Xác định cường độ nén của bê tông nặng theo phương pháp phá hủy mẫu (TCVN 3118:2022):**

a. Chuẩn bị thử:

Chuẩn bị thử theo trình tự sau:

- Chuẩn bị mẫu thử nén theo nhóm mẫu. Mỗi nhóm mẫu gồm 3 viên. Khi sử dụng bê tông khoan cắt từ kết cấu, nếu không có đủ 3 viên thì được phép lấy 2 viên làm một nhóm mẫu thử.

Việc chuẩn bị để xác định cường độ nén của bê tông là viên mẫu lập phương kích thước 150x150x150mm. Các viên mẫu lập phương kích thước khác tiêu chuẩn và các viên mẫu trụ sau khi thử nén phải được tính đổi kết quả thử về cường độ viên chuẩn.

-Kiểm tra và chọn hai mặt chịu nén của các viên mẫu thử sao cho:

Khe hở lớn nhất giữa chúng với thước thẳng đặt áp sát xoay theo các phương không vượt quá 0,05mm trên 100mm tính từ điểm tì thước.

b. Tiến hành thử:

Tiến hành thử theo trình tự sau:

*Xác định diện tích chịu lực của mẫu:

- Hai mặt chịu nén của các viên mẫu phải được làm sạch trước khi tiến hành thử.
- Đo chính xác tới 1mm các cặp cạnh song song của hai mặt chịu nén (đối với mẫu lập phương) các cặp đường kính vuông góc với nhau từng đôi một trên từng mặt chịu nén (đối với mẫu trụ).
- Xác định diện tích hai mặt chịu nén trên và dưới theo các giá trị trung bình của các cặp cạnh hoặc của các cặp đường kính đã đo. Diện tích chịu lực của mẫu khi đó chính là trung bình số học diện tích của hai mặt, chính xác đến 1 mm².

**Xác định tải trọng phá hoại mẫu:*

- Chọn thang lực thích hợp của máy để khi nén tải trọng phá hoại nằm trong khoảng 20÷80% tải trọng cực đại của thang lực nén đã chọn. Không được nén mẫu ngoài thang lực trên.
- Đặt mẫu vào máy nén sao cho một mặt chịu nén đã chọn nằm đúng tâm thớt dưới của máy.
- Vận hành máy nhẹ nhàng cho mặt trên của máy tiếp cận với thớt trên của máy.
- Tăng tải liên tục với tốc độ không đổi và bằng 6±4 daN/cm².giây cho tới khi mẫu bị phá hoại (Dùng tốc độ gia tải nhỏ đối với bê tông có cường độ thấp, tốc độ gia tải lớn đối với bê tông có cường độ cao). Thời gian gia tải mẫu cho đến khi phá hủy mẫu không nhỏ hơn 30s. Lực tối đa đạt được là giá trị tải trọng phá hoại mẫu.



Hình 6-5. Nén mẫu bê tông

**Lưu ý: Kiểm tra dạng phá hủy mẫu , ghi nhận các dấu hiệu bất thường như : rỗ, hỏng, dấu hiệu phân tầng, sét cục, hạt cốt liệu lớn hơn 1,5 lần kích thước danh nghĩa của cốt liệu dùng chế tạo bê tông,.. (nếu có).*

6.4. Kết quả

-Tính cường độ chịu nén của từng viên mẫu:

Cường độ nén từng viên mẫu bê tông (R_n) được tính bằng Mpa hoặc daN/cm² , chính xác đến 0,1 Mpa, được tính theo công thức:

$$R_n = \alpha \cdot \frac{P_n}{F_n} (\text{daN} / \text{cm}^2)$$

Trong đó:

P_n - Tải trọng phá hoại lớn nhất, (daN);

F_n - Diện tích chịu lực nén của viên mẫu, (cm²);

α - Hệ số tính đổi kết quả thử nén các viên mẫu bê tông kích thước khác chuẩn về cường độ của viên mẫu kích thước 150x150x150 mm.

Giá trị α lấy theo bảng 6-3.

Bảng 6.3: Hệ số chuyển đổi kết quả thử xác định trên các mẫu khác mẫu chuẩn

Hình dạng và kích thước của mẫu ^b , mm	Hệ số chuyển đổi α ^a
Mẫu lập phương	
70 x 70 x 70	0,85
100 x 100 x 100	0,95
150 x 150 x 150	1,00
200 x 200 x 200	1,05
250 x 250 x 250	1,08
300 x 300 x 300	1,10
Mẫu trụ (đường kính x chiều cao)	
100 x 200	1,16
150 x 300	1,20
200 x 400	1,24
250 x 500	1,26
300 x 600	1,28
^a Không áp dụng cho bê tông tổ ong.	
^b Khi nén các nửa viên mẫu lăng trụ, hệ số chuyển đổi được lấy như mẫu lập phương cùng tiết diện chịu nén.	

- Cường độ chịu nén của tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng cường độ 3 viên mẫu trong tổ mẫu.

Việc xử lý kết quả, tính toán cường độ trung bình của nhóm (tổ) mẫu R_{tb} được tiến hành như sau:

- Sắp xếp các kết quả thí nghiệm của 3 viên mẫu theo thứ tự : $R_1 \leq R_2 \leq R_3$

+ Nếu $\frac{R_2 - R_1}{R_2} \cdot 100\% \leq 15\%$ và $\frac{R_3 - R_2}{R_2} \cdot 100\% \leq 15\%$ thì $R_{tb} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$

+ Nếu 1 trong 2 điều kiện trên không thỏa mãn thì : $R_{tb} \approx R_2$

✧ Báo cáo kết quả thí nghiệm :

- Báo cáo thử nghiệm bao gồm ít nhất các thông tin sau:

+ Ngày lấy mẫu và ngày thử nghiệm;

+ Tên mẫu, ký hiệu mẫu;

+ Tuổi bê tông, điều kiện bảo dưỡng, trạng thái mẫu lúc thử;

+ Kích thước và diện tích chịu lực của viên mẫu;

+ Tải trọng phá hủy và dạng phá hủy của viên mẫu, các dấu hiệu bất thường (nếu có);

+ Cường độ chịu nén của viên mẫu và cường độ chịu nén của tổ mẫu;

+ Viện dẫn tiêu chuẩn;

+ Người thử nghiệm

- Lập bảng thống kê kết quả thí nghiệm :

Mẫu số	Hình dạng mẫu	Kích thước	Lực nén phá hoại mẫu (daN)	Cường độ chịu nén (daN/cm ²)	Ghi chú
1					
2					
3					

Cường độ chịu nén trung bình của bê tông ở tuổi chuẩn $R_n = \dots \text{daN/cm}^2$

☞ Việc đánh giá khả năng chịu nén của bê tông căn cứ vào mác chịu nén thiết kế. Bê tông được coi là đạt mác nếu cường độ nén trung bình của nhóm (tổ) mẫu ở thời điểm 28 ngày tuổi bằng hoặc lớn hơn giá trị mác chịu nén thiết kế quy định.

✧ Tìm hiểu thêm:

➤ Tuổi bê tông :

- Việc chuyển đổi cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày từ giá trị cường độ bê tông ở thời điểm khác (trước hoặc sau mốc 28 ngày tuổi) không được quy phạm cho phép. Tuy nhiên, sự phát triển cường độ của bê tông thông thường (không sử dụng phụ gia) tại các thời điểm trước tuổi chuẩn (28 ngày) có thể sử dụng để dự báo chất lượng công tác thi công bê tông, như bảng sau:

Tuổi bê tông t (ngày đêm)	3	7	14	21	28
Tốc độ phát triển cường độ R_t/R_{28} (%)	50	70	83	92	100

Hoặc cường độ bê tông ở tuổi bất kỳ phát triển theo thời gian có thể xem như tuân theo định luật logarit, theo công thức sau:

$$\frac{R_t}{R_{28}} = \frac{\lg t}{\lg 28}$$

Trong đó: R_t – cường độ bê tông ở tuổi t ngày

R_{28} – cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày

t- số ngày dưỡng hộ

➤ Quy định về số lượng tổ mẫu:

Để lấy mẫu kiểm tra cường độ của bê tông các mẫu được lấy theo từng tổ, mỗi tổ gồm 3 viên hình lập phương kích thước 150x150x150mm. Theo TCVN 4453:1995, số lượng tổ mẫu được quy định như sau:

+ Đối với bê tông thương phẩm, cứ mỗi mẻ vận chuyển trên một xe (khoảng 6-10m³) phải lấy một tổ mẫu tại công trường trước khi đổ bê tông;

+ Trường hợp đổ bê tông kết cấu đơn khối lượng nhỏ ($\leq 20\text{m}^3$) lấy 1 tổ mẫu;

+ Đối với kết cấu khung và các kết cấu móng (cột, dầm, bản, vòm, ...) cứ 20 m³ bê tông lấy 1 tổ mẫu;

+ Đối với bê tông móng máy có khối lượng hố đổ (phân khối bê tông) > 50 m³ thì cứ 50 m³ bê tông lấy 1 tổ (nếu khối lượng bê tông móng máy nhỏ hơn 50 m³ vẫn phải lấy 1 tổ).

+ Đối với móng lớn, cứ 100 m³ lấy 1 tổ mẫu, nhưng không ít hơn 1 tổ mẫu cho mỗi khối móng;

+ Đối với bê tông móng, mặt đường (đường ô tô, sân bay,...) thì cứ 200 m³ bê tông phải lấy 1 tổ (nhưng nếu khối lượng < 200 m³ thì vẫn phải lấy 1 tổ).

+ Bê tông khối lớn : Khi khối lượng bê tông đổ trong mỗi ô đổ (phân khu bê tông) ≤ 1000 m³ thì cứ 250 m³ bê tông phải lấy 1 mẫu. Khi khối lượng bê tông đổ trong mỗi ô đổ (phân khu bê tông) > 1000 m³ thì cứ 500 m³ bê tông phải lấy một tổ mẫu.

➤ **Phương pháp xác định cường độ bê tông khác:**

- Ngoài phương pháp phá hủy mẫu trực tiếp để nén mẫu, còn có một số phương pháp gián tiếp (mẫu không bị phá hủy sau thí nghiệm) để kiểm tra cường độ chịu nén của bê tông như : Phương pháp dùng súng bật nảy (TCVN 9334:2012); phương pháp siêu âm bê tông (TCVN 13536:2022). Hoặc nếu khoan lấy mẫu tại hiện trường thì khoan mẫu hình trụ rồi mang về phòng thí nghiệm nén mẫu (TCXDVN 239:2006).

- Với khoan lấy mẫu : khoan lấy mẫu sẽ tiến hành với các mẫu hình trụ

+ Việc khoan, cắt các mẫu bê tông chỉ được tiến hành tại các vị trí trên kết cấu sao cho sau khi lấy mẫu kết cấu không bị giảm khả năng chịu lực.

+ Khoan, cắt mẫu được tiến hành ở các vị trí không có cốt thép trong kết cấu. Trong trường hợp không tìm được các vị trí như trên thì chỉ được dùng để thử nén các viên mẫu có cốt thép nằm vuông góc với hướng đặt lực nén, thử uốn các viên mẫu có cốt thép nằm song song với hướng đặt lực uốn. Không dùng các viên mẫu có cốt thép để thử bẻ.

Ở các quốc gia khác nhau quy định kích thước mẫu có thể khác nhau. Theo tiêu chuẩn Mỹ, mẫu bê tông hình trụ tròn đường kính 150 mm, chiều cao 300 mm (thí nghiệm nén dọc trục). Để các tiêu chuẩn được tương đương cần có hệ số quy đổi.

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN 3118:2022 Bê tông - Phương pháp xác định cường độ chịu nén

TCVN 3105:2022 Hỗn hợp bê tông và bê tông – Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử

TCVN 7570 :2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (yêu cầu kỹ thuật)

TCVN 7572:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa (phương pháp thử)

TCVN 4453:1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu.

TCVN 5574 :2018 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế

TCVN 13051:2020 Bê tông – Bê tông xi măng – Thuật ngữ và định nghĩa

TCVN 10303:2014 Bê tông – Kiểm tra và đánh giá cường độ chịu nén

TCVN 9334 : 2012 Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật nảy

TCVN 13536 : 2022 Bê tông – Phương pháp siêu âm xác định cường độ chịu nén

TCVN 12252 : 2020 Bê tông – Phương pháp xác định cường độ bê tông trên mẫu lấy từ kết cấu

TCVN 8828 : 2011: Bê tông – Yêu cầu bảo dưỡng âm tự nhiên

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Bê tông là gì? Cường độ chịu nén của bê tông là gì?

Bê tông là vật liệu đá nhân tạo không nung, thành phần gồm cốt liệu (lớn và nhỏ), chất kết dính, dung môi và phụ gia; được nhào trộn theo một tỷ lệ nhất định, rắn chắc lại và có cường độ. Hỗn hợp bê tông sau khi cứng rắn, chuyển sang trạng thái đá gọi là bê tông.

Trong kết cấu BT có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau như : chịu kéo, chịu uốn, chịu nén, xoắn, trượt... Trong đó, trạng thái chịu nén là tốt nhất . Chịu kéo bằng $(1/15 \div 1/10)$ khả năng chịu nén; chịu uốn bằng $(1/10 \div 1/6)$ chịu nén.

Cường độ chịu nén của bê tông là đại lượng đặc trưng cho khả năng bê tông chống lại sự phá hoại của ứng suất xuất hiện trong nó dưới tác dụng của tải trọng, chuyển vị, nhiệt độ hoặc các nguyên nhân khác.

Có 2 phương pháp xác định cường độ chịu nén của bê tông là *phương pháp phá hủy mẫu* (phương pháp trực tiếp) và *phương pháp không phá hủy mẫu* (phương pháp gián tiếp).

Phương pháp phá hủy mẫu bê tông là phương pháp đúc mẫu hoặc khoan lấy mẫu bê tông tại hiện trường sau đó cho vào máy nén để xác định cường độ chịu nén của tổ mẫu bê tông. Đây là phương pháp dùng phổ biến và cho kết quả độ tin cậy cao.

Câu 2. Cách xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp phá hủy mẫu?

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị thử theo trình tự sau:

- Sau khi mẫu được đúc và bảo dưỡng ở điều kiện tiêu chuẩn nhiệt độ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $95 \div 100\%$ cho đến ngày thử mẫu. Thời hạn giữ mẫu trong khuôn là $16 \div 24$ giờ đối với mác bê tông 100 trở lên, 2 hoặc 3 ngày đêm đối với mác bê tông có phụ gia chậm đông rắn hoặc mác 100 trở xuống.

- Chuẩn bị mẫu thử nén theo nhóm mẫu. Mỗi nhóm mẫu gồm 3 viên. Khi sử dụng bê tông khoan cắt từ kết cấu, nếu không có đủ 3 viên thì được phép lấy 2 viên làm một nhóm mẫu thử.

Việc chuẩn bị để xác định cường độ nén của bê tông là viên mẫu lập phương kích thước $150 \times 150 \times 150 \text{mm}$. Các viên mẫu lập phương kích thước khác tiêu chuẩn và các viên mẫu trụ sau khi thử nén phải được tính đổi kết quả thử về cường độ viên chuẩn.

- Kiểm tra và chọn hai mặt chịu nén của các viên mẫu thử sao cho:

Khe hở lớn nhất giữa chúng với thước thẳng đặt áp sát xoay theo các phương không vượt quá $0,05 \text{mm}$ trên 100mm tính từ điểm tỉ thước.

b. Tiến hành thử:

Tiến hành thử theo trình tự sau:

**Xác định diện tích chịu lực của mẫu:*

- Đo chính xác tới 1mm các cặp cạnh song song của hai mặt chịu nén (đối với mẫu lập phương) các cặp đường kính vuông góc với nhau từng đôi một trên từng mặt chịu nén (đối với mẫu trụ)

- Xác định diện tích hai mặt chịu nén trên và dưới theo các giá trị trung bình của các cặp cạnh hoặc của các cặp đường kính đã đo. Diện tích chịu lực của mẫu khi đó chính là trung bình số học diện tích của hai mặt.

**Xác định tải trọng phá hoại mẫu:*

- Chọn thang lực thích hợp của máy để khi nén tải trọng phá hoại nằm trong khoảng 20÷80% tải trọng cực đại của thang lực nén đã chọn. Không được nén mẫu ngoài thang lực trên.

- Đặt mẫu vào máy nén sao cho một mặt chịu nén đã chọn nằm đúng tâm thớt dưới của máy.

- Vận hành máy nhẹ nhàng cho mặt trên của máy tiếp cận với thớt trên của máy.

- Tăng tải liên tục với tốc độ không đổi và bằng 6 ± 4 daN/cm².giây cho tới khi mẫu bị phá hoại (Dùng tốc độ gia tải nhỏ đối với bê tông có cường độ thấp, tốc độ gia tải lớn đối với bê tông có cường độ cao). Lực tối đa đạt được là giá trị tải trọng phá hoại mẫu.

c. Kết quả:

- Tính cường độ chịu nén của từng viên mẫu:

Cường độ nén từng viên mẫu bê tông (R_n) được tính bằng Mpa hoặc daN/cm², chính xác đến 0,1 Mpa, được tính theo công thức:

$$R_n = \alpha \cdot \frac{P_n}{F_n} \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

Trong đó:

P_n - Tải trọng phá hoại lớn nhất, (daN);

F_n - Diện tích chịu lực nén của viên mẫu, (cm²);

α - Hệ số tính đổi kết quả thử nén các viên mẫu bê tông kích thước khác chuẩn về cường độ của viên mẫu kích thước 150x150x150mm (tra bảng).

- Cường độ chịu nén của tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng cường độ 3 viên mẫu trong tổ mẫu.

Việc xử lý kết quả, tính toán cường độ trung bình của nhóm (tổ) mẫu R_{tb} được tiến hành như sau:

-Sắp xếp các kết quả thí nghiệm của 3 viên mẫu theo thứ tự : $R_1 \leq R_2 \leq R_3$

+ Nếu $\frac{R_2 - R_1}{R_2} \cdot 100\% \leq 15\%$ và $\frac{R_3 - R_2}{R_2} \cdot 100\% \leq 15\%$ thì $R_{tb} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$

+ Nếu 1 trong 2 điều kiện trên không thỏa mãn thì : $R_{tb} \approx R_2$

Câu 3. Tiêu chuẩn để đánh giá Mác của bê tông theo cường độ chịu nén?

Mác bê tông theo cường độ chịu nén là đại lượng không thứ nguyên, được xác định dựa vào trị số giới hạn cường độ chịu nén trung bình của các mẫu thí nghiệm hình khối lập phương cạnh 15cm, được chế tạo và bảo dưỡng 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ $t = 27 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm 95 ÷ 100%).

Mác bê tông theo cường độ chịu nén hiện nay thường có : M100, M150, M200, M250, M300, M400, M500 và M600. Nếu có thêm phụ gia có thể sản xuất bê tông M1000 đến M2000.

Việc đánh giá khả năng chịu nén của bê tông căn cứ vào mác chịu nén thiết kế. Bê tông được coi là đạt mác nếu cường độ nén trung bình của nhóm (tổ) mẫu ở thời điểm 28 ngày tuổi bằng hoặc lớn hơn giá trị mác chịu nén thiết kế quy định.

Ví dụ: Bê tông mác 200 (M200) sau khi nén mẫu ở tuổi 28 ngày cần đạt $\geq 200 \text{ daN/cm}^2$.

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Khái niệm về bê tông, cường độ chịu nén của bê tông, mác bê tông
- Cách thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của bê tông
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về Mács của bê tông theo cường độ chịu nén.

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Bê tông là gì ? Cường độ chịu nén của bê tông là gì?

Câu 2. Cách xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp phá hủy mẫu (đúc mẫu, bảo dưỡng mẫu, nén mẫu)? Ngoài ra, còn có phương pháp nào xác định cường độ chịu nén của bê tông?

Câu 3. Mács bê tông theo cường độ chịu nén là gì?

Câu 4. Kết quả ép mẫu bê tông M200 của một hạng mục ở tuổi 28 ngày được sắp xếp như sau : $R_1 = 192 \text{ KG/cm}^2$; $R_2 = 204 \text{ KG/cm}^2$; $R_3 = 223 \text{ KG/cm}^2$.

Yêu cầu: Đánh giá cường độ bê tông của hạng mục và so sánh với mács thiết kế.?

Cách giải:

- Kiểm tra sự chênh lệch giữa kết quả thí nghiệm của các mẫu:

$$\frac{R_2 - R_1}{R_2} \cdot 100\% = \frac{204 - 192}{204} \cdot 100\% = 5,9\% < 15\% ;$$

$$\frac{R_3 - R_2}{R_2} \cdot 100\% = \frac{223 - 204}{204} \cdot 100\% = 9,3\% < 15\%$$

- Tính cường độ trung bình của tổ mẫu:

$$R_{TB} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} = \frac{192 + 204 + 223}{3} = 206 \text{ KG/cm}^2 > 200 \text{ KG/cm}^2 .$$

- Kết luận: Cường độ bê tông đạt mács thiết kế.

BÀI 7: XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA ĐẤT

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi;

Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

✧ *Xác định dung trọng tự nhiên của đất*

✧ *Xác định thành phần hạt của đất*

Mục tiêu bài học

✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*

✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*

✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Đất đá xây dựng là tất cả các loại đất đá nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo được sử dụng làm nền, đắp đê đập, nền đường, môi trường xây dựng (đường ngầm, cống ngầm,...) hoặc vật liệu để xây dựng công trình. Hầu hết các công trình đều đặt trên mặt đất, muốn cho công trình được tốt, bền, lâu dài và tiết kiệm thì phải nắm rõ về tính chất cơ lý của đất. Tính chất và độ bền của đất xây dựng ảnh hưởng rất lớn và trực tiếp đến chất lượng và quy mô công trình, do đó nghiên cứu đất xây dựng là vấn đề trọng yếu, có quan hệ mật thiết đến kinh tế kỹ thuật của công trình.

Các chỉ tiêu vật lý của đất là các giá trị định lượng mối quan hệ giữa các thành phần có trong đất ở các trạng thái khác nhau như trạng thái tự nhiên, trạng thái khô, trạng thái bão hòa, trạng thái đẩy nổi. Các chỉ tiêu này có thể sử dụng trực tiếp hoặc gián tiếp trong các đánh giá sơ bộ, ban đầu loại đất dùng trong xây dựng cũng như một số tiêu chí trong công tác đất. Từ chỉ tiêu vật lý ta có thể phân tích, nghiên cứu các tính chất cơ học của đất. Nghiên cứu đất để phân tích khi thiết kế, xử lý khi thi công nền và móng các công trình xây dựng (dân dụng và công nghiệp), giao thông và thủy lợi, ta cần xác định các tính chất của đất nền. Dung trọng tự nhiên, thành phần hạt của đất,... là những tính chất quan trọng thuộc tính chất vật lý của đất; để đánh giá các chỉ tiêu đó cần tiến hành các bài thí nghiệm để kiểm tra.

21. Ý nghĩa và ứng dụng các chỉ tiêu vật lý của đất?
22. Thế nào là dung trọng tự nhiên của đất? Vai trò chỉ tiêu dung trọng tự nhiên của đất là gì?
23. Thành phần hạt của đất là gì? Cách xác định thành phần hạt của đất ?

7.1. Xác định dung trọng tự nhiên của đất

7.1.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định dung trọng tự nhiên của đất hay tên gọi khác là trọng lượng thể tích tự nhiên hoặc dung trọng ướt. Ký hiệu γ (kN/m^3).

- Theo TCVN 4202 -2012 Đất xây dựng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng

Dung trọng tự nhiên của đất (hay trọng lượng thể tích đất tự nhiên) của đất là trọng lượng của một đơn vị thể tích đất ở trạng thái tự nhiên (gồm cả thể tích phần rắn và phần rỗng). Công thức xác định :

$$\gamma = \frac{Q}{V} \quad (\text{kN/m}^3 ; \text{T/m}^3 ; \text{Kg/m}^3)$$

Trong đó : Q- trọng lượng tự nhiên mẫu đất (Kg; T; kN)
V- thể tích đất ở trạng thái tự nhiên (m^3)

Căn cứ vào thành phần và trạng thái của đất, các phương pháp thí nghiệm sau đây được dùng để xác định dung trọng tự nhiên (hay trọng lượng thể tích tự nhiên) của đất:

- Phương pháp dao vòng;
- Phương pháp bọc sáp;
- Phương pháp đo thể tích.

➔ Bài thí nghiệm sử dụng phương pháp dao vòng. Áp dụng với đất dính.

Phương pháp dao vòng được tiến hành nhờ dao vòng bằng kim loại không rỉ, có lưỡi dao dạng vòng ở một đầu, áp dụng cho đất dính dễ cắt bằng dao, khi cắt không bị vỡ và trong các trường hợp thể tích và hình dạng mẫu chỉ có thể được giữ nguyên nhờ hộp cứng. Khi xác định khối lượng thể tích của đất cát có kết cấu không bị phá hoại và độ ẩm tự nhiên tại hiện trường, cũng có thể dùng phương pháp dao vòng.

Nghiên cứu tính chất về đất xây dựng gồm: tính chất vật lý (khối lượng riêng, dung trọng tự nhiên, độ ẩm, độ rỗng, độ bão hòa, thành phần hạt, ...) và tính chất cơ học (tính thấm, tính nén (biến dạng), tính chống cắt, tính đầm chặt).

- Có 2 loại đất: đất rời và đất dính (TCVN 5743-1993 – Phân loại đất xây dựng).

Đất rời: là đất mà trong trạng thái ẩm ướt không xuất hiện sự dính bám giữa các hạt đơn lẻ và bị rời rạc khi khô; còn gọi là đất không dính. Hay là đất trong đó độ bền chống cắt chủ yếu phụ thuộc vào lực ma sát giữa các hạt. Theo tiêu chuẩn Việt Nam phân loại đất rời dựa vào hàm lượng cỡ hạt có 8 loại: tảng lẫn, dăm cuội, sỏi sạn, cát sạn, cát thô, cát vừa, cát nhỏ, cát bụi.

Đất dính: là đất mà trong trạng thái ẩm ướt xuất hiện sự dính bám giữa các hạt đơn lẻ, có thể nhồi nặn thành các hình dạng tùy ý, khi khô vẫn giữ nguyên được hình thể đã có và có độ cứng chắc nhất định. Hay là loại đất có độ bền chống cắt gồm lực ma sát và lực dính giữa các hạt. Theo nghĩa rộng, đất dính là tất cả các loại đất bụi, đất sét và các loại đất hạt thô có chứa hàm lượng hạt bụi và hạt sét $\geq 10\%$.

Phân loại đất dính dựa vào chỉ số dẻo I_p có 3 loại :

$0,01 \leq I_p < 0,07$: Đất á cát (hay đất cát pha) tức cát lẫn ít sét.

$0,07 \leq I_p \leq 0,17$: Đất á sét (hay đất sét pha) tức sét lẫn ít cát

$I_p > 0,17$: Đất sét

- Có hai nhóm phương pháp chính để xác định các tính chất cơ lý của đất là : thí nghiệm trong phòng và thí nghiệm hiện trường.

Để thí nghiệm trong phòng, ta phải thu được mẫu đất từ hiện trường – hoặc mẫu xáo động hoặc mẫu nguyên dạng. Từ đó có thể xác định các chỉ tiêu vật lý như: thành phần hạt, độ ẩm, dung trọng tự nhiên, độ rỗng, độ bão hòa, giới hạn chảy, độ sệt ...

b. Ý nghĩa:

- Dung trọng của đất phụ thuộc vào thành phần khoáng vật có trong đất và hàm lượng hữu cơ mà nó có. Ngoài ra, dung trọng của đất còn phụ thuộc vào hạt, độ chặt và kết cấu của đất. Đối với các loại đất có độ tơi xốp và giàu chất hữu cơ, mùn thường có dung trọng nhỏ hơn và ngược lại những loại đất có độ chặt, kém tơi xốp và nghèo chất hữu cơ thường có dung trọng lớn hơn.
- Trong phần lớn các loại đất, dung trọng của đất có chiều hướng tăng dần khi xuống tầng đất sâu, vì khi xuống sâu hàm lượng mùn của đất sẽ giảm, mặt khác do quá trình tích tụ sét trong đất sẽ giúp lấp đầy các khe hở và nơi bị nén đã làm cho đất bị chặt hơn các tầng trên.
- Dung trọng của đất thường được sử dụng khi bạn muốn tính độ xốp của đất, tính khối lượng đất hoặc đặc tính nén của đất còn được dùng để kiểm tra chất lượng các công trình, thường để đảm bảo độ vững cho các công trình, đất càng bị nén chặt thì dung trọng đất càng cao.
- Cung cấp số liệu giải quyết các bài toán thiết kế và thi công nền móng như : ứng suất đáy móng; độ lún của nền đất; sức chịu tải của nền đất, áp lực đất lên tường chắn.
- Nắm vững được các kiến thức và tính chất của đất chúng ta có thể thực hiện được các công việc thiết kế, khảo sát hoặc quản lý trong xây dựng mọi công trình.

7.1.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- + Dao vòng cắt đất bằng kim loại không gỉ
- + Dao cắt gọt đất
- + Thước kẹp
- + Cân điện tử (độ chính xác 0,1g)



Dao vòng



Thước kẹp



Dao cắt, gọt đất



Bộ khoan lấy mẫu



Mẫu đất



Cân điện tử

Hình 7.1. Dụng cụ , thiết bị thử dung trọng tự nhiên của đất

7.1.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử như sau:

- Chuẩn bị 2 mẫu đất, mẫu đất được khoan ấn hoặc khoan máy, theo TCVN 2683 :2012.
- Dùng thước kẹp đo đường kính trong (d) và chiều cao (h) của dao vòng: tính toán thể tích của dao vòng bằng xentimet khối (cm³) với độ chính xác đến chữ số thập phân thứ hai, sau dấu phẩy.
- Cân để xác định khối lượng (m₁) của dao vòng với độ chính xác đến 0,1 % khối lượng.
- Dùng dao thẳng gọt bằng mặt mẫu đất và đặt đầu sắc của dao vòng lên chỗ lấy mẫu.
- Giữ dao vòng bằng tay trái và dùng dao thẳng gọt xén dưới dao vòng trụ đất có chiều cao khoảng từ 1 cm đến 2 cm và đường kính lớn hơn đường kính ngoài của dao vòng khoảng từ 0,5 mm đến 1 mm: sau đó ấn nhẹ dao vòng vào trụ đất theo chiều thẳng đứng; tuyệt đối không được làm nghiêng lệch dao vòng. Tiếp tục gọt khối đất và ấn dao vòng cho đến khi dao vòng hoàn toàn đầy đất.

Để đất không bị nén khi ấn dao vòng, nên lắp thêm vòng đệm lên phía trên dao vòng. Đối với đất loại cát hoặc đất không cát gọt được trụ đất, thì ấn sâu dao vòng vào đất hoặc bằng tay, hoặc bằng dụng cụ định hướng để tránh nghiêng lệch.

- Lấy vòng đệm ra, dùng dao thẳng cắt gọt phần đất thừa nhô lên trên miệng dao vòng và đập lên trên dao vòng một tấm kính hoặc tấm kim loại phẳng đã được cân trước.

- Cắt đứt trụ đất cách mép dưới của dao vòng khoảng 10 mm. Với đất loại cát, sau khi dao vòng đã ấn ngập xuống rồi thì dùng dao thẳng đào gọt đất xung quanh dao vòng và dùng công cụ nhỏ dạng xẻng lấy cả phần đất phía dưới lên. Tiếp theo, lật ngược dao vòng có đất, sau đó gạt bằng mặt và đập dao vòng bằng một tấm kính hoặc một tấm kim loại đã biết trước khối lượng.

* Lưu ý:

- Việc cắt gọt các bề mặt của mẫu đất phải hết sức thận trọng để không có một chỗ lồi lõm nào. Một chỗ lồi lõm nhỏ cũng phải được bù vào bằng đất tương tự và làm phẳng lại.
- Có thể đặt tấm kính hoặc tấm kim loại nhãn, phẳng để đập mẫu đất trong dao vòng.
- Tiêu chuẩn này quy định áp dụng đối với các loại cát và đất loại sét, không áp dụng đối với các loại đất có chứa dăm sạn lớn.

b. Tiến hành thử:

Tiến hành thử theo trình tự sau :

- Lau sạch đất bám ở thành dao vòng và ở trên các tấm đập.
- Cân dao vòng có chứa đất với độ chính xác đến 0,1% khối lượng, ký hiệu m₂ (g).
- Lần lượt tiến hành với mẫu thử thứ 2.



Hình 7.2. Thí nghiệm xác định dung trọng tự nhiên đất bằng dao vòng

7.1.4. Kết quả

Dung trọng tự nhiên (hay trọng lượng thể tích tự nhiên) của đất γ tính bằng kilogam trên met khối (Kg/m³), theo công thức:

$$\gamma = \frac{(m_2 - m_1) \cdot g}{V} \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

Trong đó : m_2 – khối lượng dao vòng và đất (Kg)

m_1 – khối lượng dao vòng (Kg)

V: thể tích trong của dao vòng (mẫu đất) (m³)

g: gia tốc trọng trường (m²/s). Lấy bằng 10.

- Lập bảng thống kê kết quả:

Lần TN	Khối lượng dao vòng m_2 (g)	D (mm)	L (mm)	Khối lượng dao và đất m_1 (g)	V (cm ³)	γ (Kg/m ³)	Ghi chú
1							
2							

→ *Tính dung trọng tự nhiên trung bình của tổ mẫu thí nghiệm là trung bình cộng các mẫu thí nghiệm: $\gamma_{tb} = \dots$ (kG/m³)*

✧ Báo cáo kết quả thí nghiệm :

Báo cáo thí nghiệm gồm các thông tin sau:

+ Tên đơn vị yêu cầu, tên công trình, hạng mục;

+ Tiêu chuẩn áp dụng ;

+ Ngày thí nghiệm;

+ Mô tả loại đất thí nghiệm;

+ Phương pháp thử đã thử nghiệm;

+ Số phép thử thí nghiệm;

+ Các giá trị đo xác định trong quá trình thử nghiệm;

+ Kết quả dung trọng tự nhiên tính bằng kilogam trên mét khối (Kg/m³), chính xác tới 0,01 Kg/m³.

+ Kết quả trọng lượng thể tích khô (nếu có), tính bằng kilôgam trên met khối (Kg/m³), chính xác tới 0,01 Kg/m³.

→ Kết luận

Thông thường, trọng lượng thể tích đất tự nhiên của cát là 14 ÷ 19 kN/m³, của sét pha khoảng 16 ÷ 18 kN/m³, của đất sét là 16 ÷ 22 kN/m³, của than bùn là 13 ÷ 15kN/m³. Với các loại đất tốt $\gamma > 19$ kN/m³, của đất trung bình 17 ÷ 19 kN/m³, đất yếu 13 ÷ 16 kN/m³

Lưu ý: Đơn vị của trọng lượng thể tích đất tự nhiên không nhất thiết là kN/m³, có thể là T/m³, Kg/ m³...

★ Tìm hiểu thêm:

-Ngoài phương pháp dao vòng , theo TCVN 4202 -2012 để xác định trọng lượng thể tích đất rời còn có 2 phương pháp:

Phương pháp bọc sáp (hay bọc parafin) dùng để xác định khối trọng lượng thể tích của đất dính có cỡ hạt không lớn hơn 5 mm, đất khó cắt bằng dao vòng, khi cắt dễ bị vỡ vụn, nhưng đất có thể tự giữ nguyên được hình dáng mà không cần hộp cứng.

Phương pháp đo thể tích bằng dầu hỏa dùng để xác định khối lượng thể tích cho các loại đất dính, đất than bùn, đất có chứa nhiều tàn tích thực vật ít phân huỷ hoặc khó lấy mẫu theo hai phương pháp trên. Phương pháp này bao gồm việc xác định thể tích của mẫu đất có khối lượng đã biết trong môi trường chất lỏng (dầu hỏa) nhờ dụng cụ đo dung tích.

- Ngoài trọng lượng thể tích tự nhiên còn có khái niệm về *trọng lượng thể tích khô*, là trọng lượng của một đơn vị thể tích đất khô (kể cả lỗ rỗng) có kết cấu tự nhiên.

Về trị số, trọng lượng thể tích khô bằng tỉ số giữa trọng lượng đất khô (m_k) hay hạt đất và thể tích của mẫu đất có kết cấu tự nhiên (V).

$$\gamma_k = \frac{m_k \cdot g}{V} \text{ (Kg / m}^3\text{)}$$

- Đối với các loại đất không thay đổi thể tích khi sấy khô, thì có thể xác định trực tiếp khối lượng thể tích khô bằng cách cân mẫu đất khô tuyệt đối (sấy ở 100 °C đến 105 °C đến khối lượng không đổi). Đối với đất bị co ngót khi sấy khô thì trọng lượng thể tích khô được tính toán theo công thức :

$$\gamma_k = \frac{\gamma_w \cdot g}{1 + 0,01W} \text{ (g / cm}^3\text{)}$$

Trong đó: γ_k : khối lượng thể tích khô mẫu đất (g/cm³)

γ_w hay γ : khối lượng thể tích đất tự nhiên (đất ẩm), (g/cm³)

W: là độ ẩm tự nhiên của đất (%).

7.2. Xác định thành phần hạt của đất

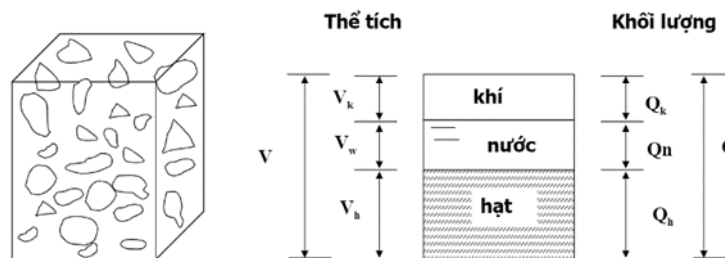
7.2.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định thành phần cấp phối hạt của đất.

- Theo TCVN 4198 -2014 Đất xây dựng – Phương pháp phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm

➤ Đất là hỗn hợp của ba thành phần: các hạt đất (thể rắn), nước (thể lỏng) và khí (Hình 7.3). Các hạt đất tạo thành khung cốt liệu của đất.



Hình 7.3 – Cấu tạo đất tự nhiên

Các hạt đất là hệ những hạt khoáng chất có hình dạng, kích thước, cấu tạo rất khác nhau tùy thuộc vào các tác động phong hoá và quá trình chuyển dời, lắng đọng, trầm tích. Kích thước các hạt rắn có thể từ vài cm như cuội sỏi đến những hạt keo nhỏ hơn 1mm chứa trong đất sét. Người ta đưa ra phân loại đất dựa trên các kích thước hạt (D) và tùy thuộc quy chuẩn, tiêu chuẩn ở các quốc gia khác nhau sẽ có những khác biệt đáng kể về ranh giới phân chia các loại đất.

Thành phần hạt của đất là tỷ lệ phần trăm (%) theo khối lượng của các nhóm cỡ hạt thành phần có trong đất. Tỷ lệ các hạt trong đất là phần trăm khối lượng khô của cỡ hạt nào đó

so với tổng khối lượng khô của mẫu đất. Kích thước hạt là đường kính quy đổi của hạt (theo nghĩa tương đối), tính bằng mm.

Hàm lượng phân trăm tích lũy tại một đường kính là tổng hàm lượng phân trăm (%) theo khối lượng của các hạt có đường kính nhỏ hơn đường kính đó.

Cấp phối hạt là đại lượng phản ánh khả năng có thể sắp xếp tốt hay xấu (chặt hay xốp) giữa các hạt của đất hạt thô, quyết định đồng thời bởi hệ số không đồng nhất C_u và hệ số đường cong phân bố thành phần hạt C_c .

+Hệ số không đồng nhất C_u : là đại lượng chỉ mức độ không đồng đều của thành phần hạt:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Trong đó: D_{10} - là đường kính hạt mà hàm lượng chứa các hạt nhỏ hơn nó chiếm 10% khối lượng khô của đất, còn gọi là đường kính có hiệu hoặc đường kính tác dụng;

D_{60} – là đường kính hạt mà hàm lượng chứa các hạt nhỏ hơn nó chiếm 60% khối lượng khô của đất, còn gọi là đường kính kiểm tra.

+Hệ số đường cong phân bố thành phần hạt C_c : là đại lượng đặc trưng cho dạng đường cong phân bố thành phần hạt của đất, ký hiệu là C_c

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60} \cdot D_{10})}$$

Trong đó : D_{30} là đường kính hạt mà hàm lượng chứa các hạt nhỏ hơn nó chiếm 30% khối lượng khô của đất;

➤ Thí nghiệm phân tích thành phần hạt chủ yếu dùng 2 phương pháp sau:

Phương pháp rây sàng và phương pháp tỷ trọng kế

- Phương pháp phân tích bằng sàng với hai phương thức:

+ *Phương thức sàng khô*: quy định cách phân chia và xác định hàm lượng của các nhóm cỡ hạt có kích thước lớn hơn 0,5 mm. Áp dụng cho đất không có tính dính (đất không chứa hoặc có chứa không đáng kể các hạt bụi và sét).

+ *Phương thức sàng ướt*: quy định cách phân chia và xác định hàm lượng của các nhóm cỡ hạt lớn hơn 0,1 mm. Áp dụng cho đất có tính dính (đất có chứa đáng kể các hạt bụi và sét).

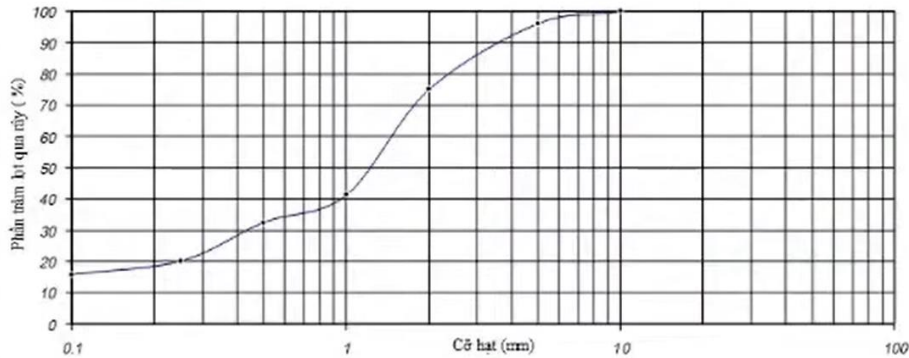
-*Phương pháp tỷ trọng kế*: quy định cách phân chia và xác định hàm lượng của các cỡ hạt nhỏ hơn 0,1mm (đất hạt mịn).

Trường hợp, với đất hạt thô lẫn hạt mịn hoặc ngược lại thì phối hợp các phương pháp phân tích bằng sàng và phương pháp tỷ trọng kế để xác định hàm lượng của mọi cỡ hạt của đất, rồi biểu thị sự phân bố liên tục của các cỡ hạt trên đường cong có tọa độ bán logarit.

Nếu trong đất đồng thời có cả hai nhóm hạt đã nêu trên thì phải kết hợp cả hai phương pháp thí nghiệm trên để xác định.

→ Bài thí nghiệm sử dụng phương pháp dùng rây sàng khô dùng cho đất rời (tuy nhiên đường kính rây dùng cỡ sàng đến 0,1 mm).

☞ Kết quả thí nghiệm phân tích hạt của đất được biểu thị bằng đường cong cấp phối hạt của đất, vẽ trên hệ trục tọa độ bán logarit, trong đó trục hoành biểu thị logarit của đường kính hạt còn trục tung thì biểu thị lượng chứa phần trăm của những hạt có đường kính nhỏ hơn một đường kính đã cho nào đó.



Hình 7.4 Dạng biểu đồ thành phần hạt của đất

b. Ý nghĩa:

- Tính chất vật lý của đất phụ thuộc chủ yếu vào mức độ đồng nhất và mức độ xếp chặt giữa các hạt. Hai yếu tố này phần nào lại ảnh hưởng lẫn nhau cụ thể: nếu các hạt có kích thước tương đương nhau thì khi sắp xếp với nhau giữa các hạt sẽ tồn tại nhiều lỗ rỗng, nếu thành phần hạt được cấp phối tốt từ hạt có kích thước nhỏ nhất đến hạt có kích thước lớn nhất thì những hạt nhỏ có thể chèn vào lỗ rỗng giữa các hạt lớn hơn và vì vậy cho sự sắp xếp chặt hơn. - Khi hạt đất lớn được xếp chặt thì chúng sẽ có khả năng bị biến dạng nhỏ và cường độ chịu cắt cũng cao do sự liên kết chặt chẽ giữa các hạt. Hình dạng và kết cấu của các hạt cũng có một số ảnh hưởng đến tính chất của đất hạt lớn nhưng thành phần khoáng vật thì thường không có ảnh hưởng gì nhiều vì giữa các hạt không có lực liên kết (chủ yếu là các hạt chỉ sắp xếp cạnh nhau).

- Thành phần cấp phối hạt để xác định loại đất, sau khi vẽ được đường cong cấp phối (đường cong tích lũy hạt), cần tìm ra lượng chứa tương đối của nhóm hạt cát, hạt bụi và hạt sét trong đất. Dựa vào kết quả đó và dùng các bảng phân loại đất (bảng 7-2) để xác định tên của loại đất đang xét, đồng thời làm cơ sở cho việc đánh giá các tính chất cơ lý phục vụ thiết kế nền móng công trình.

7.2.2. Dụng cụ và thiết bị thử

- Bộ rây sàng đất tiêu chuẩn: 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1; đáy sàng (mm)
- Cân điện tử
- Chày cối sứ, cọ quét
- Tủ sấy
- Máy lắc sàng



Bộ rây sàng đất



Cân điện tử



Chày, cối sứ



Tủ sấy



Máy lắc sàng



Lấy mẫu đất

Hình 7.5 Dụng cụ, thiết bị xác định thành phần hạt đất

7.2.3. Cách tiến hành

a. Chuẩn bị mẫu thử:

Chuẩn bị mẫu thử:

- Chuẩn bị 2 mẫu đất. Thường là 1000 g chia làm 2 mẫu. Mẫu đất lấy về để phân tích thành phần hạt phải đảm bảo yêu cầu về chất lượng và khối lượng theo quy định trong tiêu chuẩn TCVN 2683: 2014.

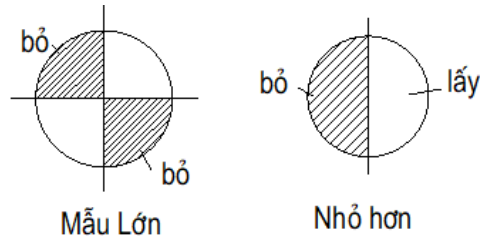
Bảng 7.1 Khối lượng của mẫu đất được lấy để phân tích theo khối lượng hạt trên sàng 2 mm

Khối lượng hạt trên sàng 2 mm	Khối lượng khô của mẫu đất cần lấy (g)
Không có	Từ 100 g đến 200 g
Chứa đến 10 %	Từ 300 g đến 900 g
Chứa từ 10 % đến 30 %	Từ 1000 g đến 2000 g
Chứa trên 30 %	2000 g đến 5000 g
CHÚ THÍCH: Hàm lượng các hạt lớn hơn 2 mm được ước lượng bằng mắt.	

- Phơi khô ngoài trời hoặc sấy khô mẫu đất thí nghiệm bằng tủ sấy. Dùng tủ sấy sấy khô đất ở to từ 50°C đến 110°C đến khi mẫu khô hoàn toàn.

- Nghiền nhỏ trong cối sứ bằng chày sứ, để tách các hạt có kích thước lớn hơn 0,1 mm;

- Mẫu đất thí nghiệm đã được hong khô gió, rải thành một lớp mỏng lên tấm cao su đã lau sạch, dùng dụng cụ bằng gỗ nghiền sơ bộ cho đất tơi vụn ra; trộn đều rồi rút gọn mẫu bằng phương pháp chia tư (dàn mỏng mẫu đất rồi xẻ hai đường vuông góc với nhau đi qua tâm đồng đất, sau đó lấy hai phần đối diện nhau làm thành một mẫu).



Lấy đầy đủ các hạt đại diện cho mẫu đất

Hình 7.6- Trộn, lấy mẫu đất đại diện

Mỗi mẫu đất để xác định thành phần hạt chỉ cho phép tiến hành thí nghiệm một lần. Đối với những công trình quan trọng, khi chọn cấp phối, chọn đất làm vật liệu đắp, vv... thì cần phải tiến hành thí nghiệm song song để xác định thành phần hạt. Với hàm lượng của nhóm hạt ít hơn 10 %, sai số được phép giữa hai lần là 1 %. Với hàm lượng của nhóm hạt trên 10 %, sai số được phép giữa hai lần được phép dưới 3 %.

b. Tiến hành thử:

- Cân xác định khối lượng từng sàng

- Sắp bộ rây sàng theo thứ tự: 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1 (mm). Lắp bộ sàng có kích thước lỗ lớn nhất thích hợp với cỡ hạt to nhất có trong mẫu đất thí nghiệm theo thứ tự kích thước lỗ nhỏ dần từ trên xuống vào ngăn đáy.

- Đổ mẫu đất vào sàng trên cùng, rồi sàng bằng tay hoặc bằng máy, thời gian sàng lắc bằng tay tối thiểu là 10 phút, nếu dùng máy lắc sàng thì sàng 30 giây. Khi sàng mẫu đất có khối lượng lớn hơn 1000 g thì nên đổ đất vào sàng thành hai đợt.

Với từng nhóm hạt còn lại trên các sàng bắt đầu từ sàng trên cùng, nếu trong mẫu đất có các hạt cuội, sỏi to hoặc đá tảng thì dùng bàn chải cứng quét các hạt nhỏ bám trên bề mặt cho đến sạch, nếu không có hạt to thì đổ phần đất trên sàng vào cối dùng chày bọc cao su để nghiền, tiếp tục cho sàng qua chính sàng đó đến khi không còn hạt đất nào rơi xuống nữa là được. Cứ như vậy cho đến sàng cuối cùng

- Cân khối lượng đất trên từng các cỡ sàng và phân loại xuống ngăn đáy (lọt sàng 0,1 mm).

** Lưu ý:*

- Để kiểm tra việc sàng đất đã đạt yêu cầu hay chưa, lấy sàng có đất sàng lên trên một tờ giấy trắng để kiểm tra.

- Nếu mẫu đất có khối lượng lớn thì phải sàng làm nhiều lần, mỗi nhóm cỡ hạt cần được đựng vào khay riêng để tránh nhầm lẫn.

- Trong quá trình sàng phân loại các cỡ hạt của đất, chú ý không được làm rơi vãi hao hụt mất đất quá 1 % khối lượng mẫu lấy làm thí nghiệm.

7.2.4. Kết quả

- Tổng khối lượng của các nhóm hạt trên các cỡ sàng và phần lọt sàng 0,1 mm sau khi phân tích (m_0^*), gam (g), chính xác đến 0,1 % , được tính theo công thức (1):

$$m_0^* = \sum_{i=1}^n m_i + m_{<0,1} \quad (1)$$

trong đó:

m_0^* là khối lượng của mẫu đất sau khi phân tích, tính bằng gam (g);

m_i là khối lượng của nhóm hạt trên sàng thứ i, tính bằng gam (g);

$m_{<0,1}$ là khối lượng của phần hạt lọt sàng 0,1 mm, tính bằng (g);

- Hệ số hao hụt (K) của mẫu đất trong quá trình phân tích, phần trăm (%), tính theo công thức (2):

$$K = \frac{m_i^*}{m_0} \times 100 \quad (2)$$

trong đó:

m_0 là khối lượng của mẫu đất được lấy làm thí nghiệm, tính bằng gam (g);

m_i^* là khối lượng của mẫu đất sau khi phân tích, tính bằng gam (g);

K là hệ số hao hụt, tính bằng phần trăm (%);

Nếu hệ số hao hụt (K) bằng hoặc nhỏ hơn 1 %, là sai số cho phép khi tiến hành phân tích bằng phương pháp sàng khô; khi đó:

- Hàm lượng của các nhóm cỡ hạt trên các sàng thứ i nào đó được tính theo công thức (3), chính xác đến 1 %:

$$p_i = \frac{m_i}{m_0} \times 100 \quad (3)$$

trong đó:

m_0 là khối lượng của mẫu đất được lấy làm thí nghiệm, tính bằng gam (g);

m_i là khối lượng của nhóm hạt trên sàng thứ i, tính bằng gam (g);

p_i là hàm lượng của nhóm hạt trên sàng thứ i, tính bằng phần trăm (%).

- Hàm lượng (%) của nhóm hạt lọt sàng 0,1 mm, tính theo công thức (4):

$$p_{<0,1} = \frac{m_{<0,1}}{m_0} \times 100 \quad (4)$$

trong đó:

m_0 là khối lượng của mẫu đất được lấy làm thí nghiệm, tính bằng gam (g);

$m_{<0,1}$ là khối lượng của nhóm hạt lọt sàng 0,1 mm, tính bằng gam (g);

$p_{<0,1}$ là hàm lượng của nhóm hạt lọt sàng 0,1 mm, tính bằng phần trăm (%).

CHÚ THÍCH: - Nếu hàm lượng nhóm hạt lọt sàng 0,1 mm lớn hơn 10 % thì phải phân tích tiếp phần nhóm hạt lọt sàng 0,1 mm bằng phương pháp tỷ trọng kế.

- Nếu hệ số hao hụt $K > 1\%$ thì cần lấy mẫu khác làm thí nghiệm hoặc sử dụng phương pháp khác.

- Hàm lượng phần trăm tích lũy (%) của nhóm hạt lọt sàng, tính theo công thức (5):

$$p_{TLi} = 100 - \sum_{i=1}^{\text{trên cùng}} p_i \quad (5)$$

trong đó:

p_{TLi} là hàm lượng phần trăm tích lũy của nhóm hạt lọt sàng thứ i , tính bằng phần trăm (%);

$\sum_{i=1}^{\text{trên cùng}} p_i$ là tổng hàm lượng nhóm hạt nằm trên sàng trên cùng đến sàng thứ i , tính bằng phần trăm (%).

- Kết quả phân tích thành phần hạt bằng phương pháp sàng khô được biểu diễn dưới dạng bảng và đồ thị bán lôgarit, trục tung biểu thị hàm lượng phần trăm tích lũy tại đường kính cỡ hạt theo tỉ lệ số học; trục hoành biểu thị kích thước hạt theo tỉ lệ bán lôgarit .

- Hệ số không đồng nhất C_u , tính theo công thức (6):

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (6)$$

- Hệ số đường cong phân bố thành phần hạt C_c , tính theo công thức (7):

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} \quad (7)$$

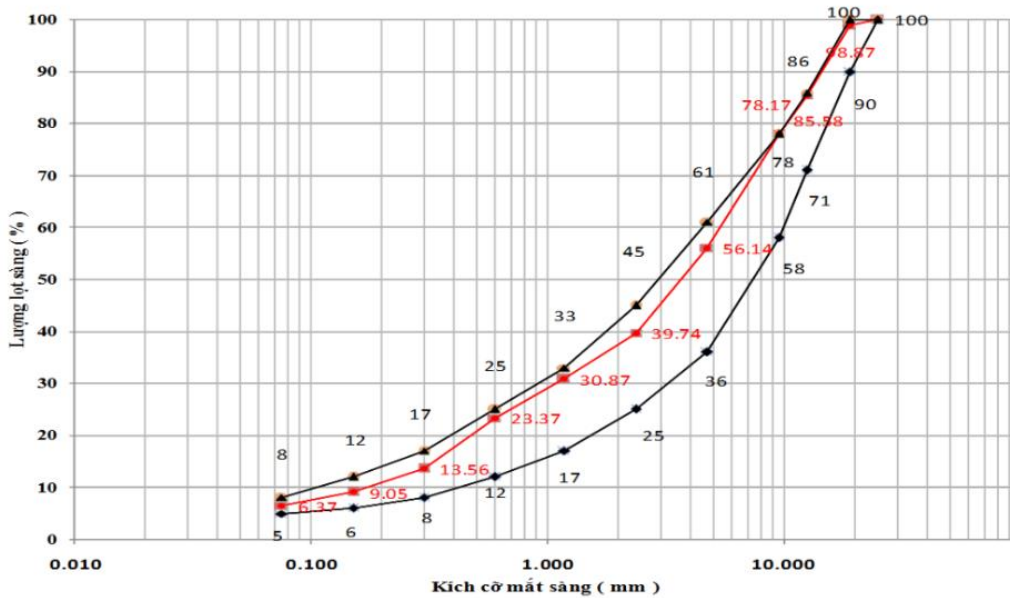
trong đó:

D_{10} ; D_{30} ; D_{60} lần lượt là đường kính hạt tương ứng với hàm lượng phần trăm tích lũy bằng 10 % ; 30 % ; 60 %.

- Lập bảng thống kê kết quả:

Đường kính rây (mm)	Khối lượng rây sàng (g)	Khối lượng đất + rây (g)	Khối lượng đất (g)	% riêng biệt khối lượng đất trên sàng	% tích lũy hạt (%)	% lọt qua rây
10				0,00	0,00	
5						
2						
1						
0,5						
0,25						
0,1						
Đáy rây					100,00	0,00

➤ Vẽ biểu đồ đường cong cấp phối hạt mẫu đất:



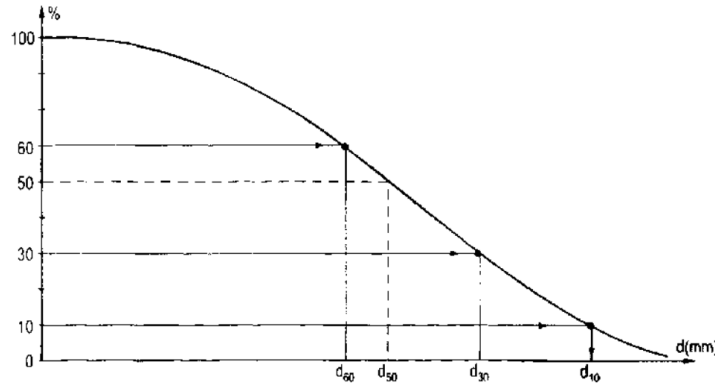
Hình 7.7 Biểu đồ phân bố thành phần hạt của đất

Dựa vào kết quả xác định hàm lượng và tính chất các cỡ hạt trong đất mà ta có thể xác định được tên đất, vẽ đường cong cấp phối của loại đất đó và xác định hệ số Cu.

- Phân tích và kết luận.

Nội suy từ biểu đồ : D60 : 60% hạt còn lại bé hơn nó

D10 : 10% hạt còn lại bé hơn nó



Hình 7.8 Biểu đồ nội suy đường kính từ giá trị lượng sót tích lũy

✦ Theo TCVN 5747:1993: về phân loại đất hạt thô

Loại đất	Đặc tính			Điều kiện nhận biết	Loại cấp phối hạt
	Hơn 50% trọng lượng thành phần hạt thô có kích thước > 2 mm	Đất sỏi sạn sạch	Trọng lượng hạt có kích thước < 0,08 mm ít hơn 5%		
Đất cuội sỏi	Hơn 50% trọng lượng thành phần hạt thô có kích thước > 2 mm	Đất sỏi sạn sạch	Trọng lượng hạt có kích thước < 0,08 mm ít hơn 5%	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ và $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{80}}$ giữa 1 và 3	Đất sỏi sạn, cấp phối tốt
				Nếu 1 trong 2 điều kiện trên không thỏa mãn	Đất sỏi sạn, cấp phối kém
Đất cát	Hơn 50% trọng lượng thành phần hạt thô có kích thước < 2 mm	Cát sạch	Trọng lượng hạt có kích thước < 0,08 mm ít hơn 5%	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ Và $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$ giữa 1 và 3	Cát cấp phối tốt, cát lẫn sỏi ít hoặc không có hạt mịn
				Nếu 1 trong 2 điều kiện trên không thỏa mãn	Cát cấp phối kém, cát lẫn sỏi ít hoặc không có hạt mịn

→ Kết luận về loại đất và cấp phối tốt hay kém của mẫu đất thí nghiệm: ...

➤ Báo cáo kết quả thí nghiệm :

Báo cáo kết quả thí nghiệm phải có các thông tin sau:

- Tên công trình; Hạng mục công trình;
- Số hiệu hố thăm dò; Số hiệu mẫu đất và vị trí lấy mẫu;

- Đặc điểm của đất (mô tả tóm tắt về nguồn gốc, thành phần, trạng thái, ...);
- Phương pháp thí nghiệm áp dụng;
- Trị số phân trăm của các nhóm hạt, trị số phân trăm tích lũy ứng với từng cỡ hạt, đường cong phân bố cỡ hạt, trị số phân trăm của từng nhóm hạt;
- Các thông tin khác có liên quan.

★Tìm hiểu thêm:

▣ Các chỉ tiêu vật lý của đất là các giá trị định lượng mối quan hệ giữa các thành phần có trong đất ở các trạng thái khác nhau như trạng thái tự nhiên, trạng thái khô, trạng thái bão hòa, trạng thái đẩy nổi. Các chỉ tiêu này có thể sử dụng trực tiếp hoặc gián tiếp trong các đánh giá sơ bộ, ban đầu loại đất dùng trong xây dựng cũng như một số tiêu chí trong công tác đất. Từ chỉ tiêu vật lý ta có thể phân tích, nghiên cứu các tính chất cơ học của đất.

Các chỉ tiêu cơ bản (γ , W , Δ) thường dùng để mô tả trạng thái tự nhiên của đất, có thể kết hợp các chỉ tiêu khác để xác định tên đất và trạng thái vật lý của đất. Trọng lượng thể tích của đất ở các trạng thái khác nhau là một nhân tố quan trọng có liên quan đến trạng thái ứng suất của đất trước, trong và sau khi xây dựng công trình.

Trọng lượng thể tích đất khô được dùng để đánh giá độ chặt của đất trong quá trình thi công đầm nén đất như một chỉ tiêu đánh giá chất lượng công tác thi công đất.

Hệ số rỗng e là một chỉ tiêu quan trọng trong mô tả đặc tính biến dạng của đất dưới tác dụng của tải trọng thông qua khảo sát quan hệ tải trọng và hệ số rỗng.

Mức độ bão hòa được sử dụng để đánh giá trạng thái bão hòa của đất có liên quan đến áp lực nước lỗ rỗng, các quan hệ tương tác các pha trong đất.

▣ Phương pháp xác định thành phần hạt của đất:

- *Phương pháp dùng rây*: dùng cho các loại đất hạt cát và lớn hơn với việc sử dụng một hệ thống rây có đường kính lỗ to nhỏ khác nhau. Để tiện cho việc sử dụng, ta dùng loại rây có đường kính lỗ trùng với giới hạn đường kính của các nhóm hạt đã phân chia như trên. Tại Việt Nam, rây nhỏ nhất là 0,1mm, còn ở Bắc Mỹ và một số nước Tây Âu người ta đánh số rây theo số lượng lỗ trên một inch vuông (đơn vị đo lường), rây nhỏ nhất là N⁰200 tương ứng với kích thước mắt lỗ là 0,074mm. Do nguyên nhân này giá trị 0,074mm được các nước trên xem là biên tiêu chuẩn giữa vật liệu hạt thô và hạt mịn.

- *Phương pháp tỷ trọng kế*: dựa trên cơ sở định luật Stokes, trong đó tốc độ của các hạt hình cầu chìm lắng trong môi trường lỏng là hàm số của đường kính và trọng lượng riêng của hạt đất. Ở Việt Nam, thường dùng nhất là phương pháp tỷ trọng kế, dùng để xác định thành phần hạt của đất hạt bụi và hạt sét. Nói chung, phân tích hạt của đất sét là một vấn đề hết sức phức tạp, hiện nay còn nhiều vấn đề chưa được nghiên cứu kỹ nên ta cần đặc biệt lưu ý tới vấn đề này.

- Dựa vào thành phần hạt (kích thước và hàm lượng), tiêu chuẩn TCVN 9362-2012 phân chia đất rời thành các loại như Bảng 7.2 phía dưới:

Bảng 7.2 Phân loại đất rời theo thành phần hạt

Loại đất hòn lớn và đất cát	Phân bố của hạt theo độ lớn tính bằng phần trăm trọng lượng của đất hong khô
1	2
A. Đất hòn lớn Đất tảng lẫn (khi có hạt sắc cạnh gọi là địa khối) Đất cuội (khi có hạt sắc cạnh gọi là đất dăm) Đất sỏi (khi có hạt sắc cạnh gọi là đất sạn)	Trọng lượng của các hạt lớn hơn 200 mm chiếm trên 50 % Trọng lượng các hạt lớn hơn 10 mm chiếm trên 50 % Trọng lượng các hạt lớn hơn 2 mm chiếm trên 50 %
B. Đất cát Cát sỏi Cát thô Cát thô vừa Cát mịn Cát bụi	Trọng lượng các hạt lớn hơn 2 mm chiếm trên 25 % Trọng lượng các hạt lớn hơn 0,5 mm chiếm trên 50 % Trọng lượng các hạt lớn hơn 0,25 mm chiếm trên 50 % Trọng lượng các hạt lớn hơn 0,1 mm chiếm trên 75 % Trọng lượng hạt lớn hơn 0,1 mm chiếm dưới 75 %

-Phân loại đất dính dựa vào chỉ số dẻo I_p (Bảng 7.3):

Bảng 7.3 Phân loại đất dính

Loại đất	Chỉ số dẻo I_p	Hàm lượng các hạt sét ($d < 0,005\text{mm}$) tính theo % trọng lượng
Đất sét	$I_p > 0,17$	> 30
Đất á sét	$0,07 \leq I_p \leq 0,17$	30 ÷ 10
Đất á cát	$I_p < 0,07$	10 ÷ 3

- Ngoài ra, còn có loại đất bùn và đất than bùn

Loại đất kém ổn định, độ rỗng lớn, tính liên kết giữa các hạt đất kém, thành phần nước, khí trong đất lớn rất bất lợi khi dùng làm nền cho công trình xây dựng được gọi là đất bùn và đất than bùn.

Một cách quy ước ta có thể phân biệt loại đất bùn là loại đất dính có độ ẩm tự nhiên lớn hơn giới hạn chảy và có hệ số rỗng e lớn hơn 1,5 (nếu là đất sét) hoặc lớn hơn 1,1 (nếu là đất á cát, á sét).

Với những loại đất có chứa vật chất hữu cơ, ta có thể phân loại đất than bùn theo hàm lượng hữu cơ như sau:

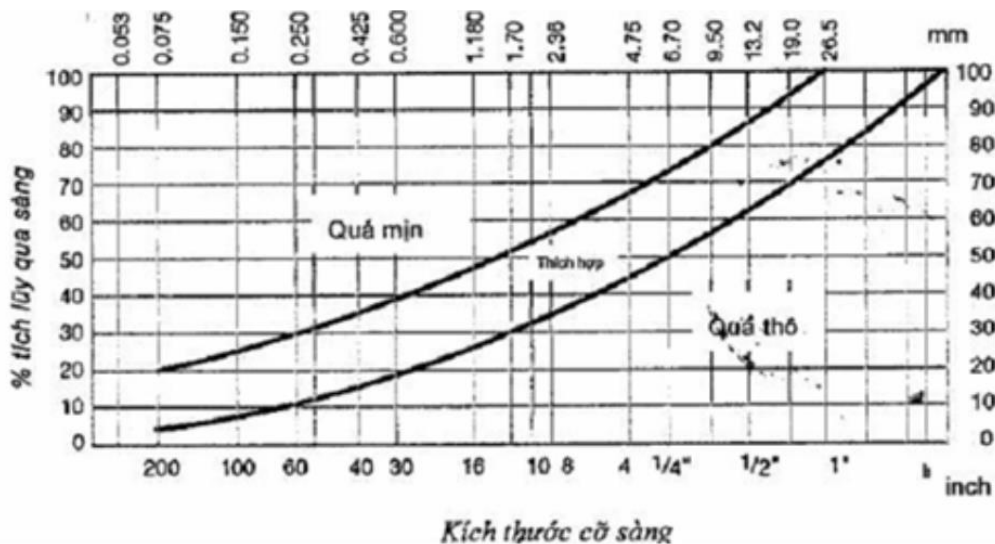
- Đất nhiễm than bùn: 10 đến 30% hữu cơ
- Đất than bùn: 30-60 % hữu cơ
- Than bùn: > 60% hữu cơ

Đặc điểm của các loại đất bùn và than bùn là có kết cấu dễ bị phá hoại ngay cả khi chịu tác dụng của tải trọng nhỏ, quy luật biến đổi phức tạp, tính biến dạng rất lớn, các phương pháp khảo sát thí nghiệm hiện nay chưa hoàn chỉnh, các dự tính lý thuyết chưa chắc chắn nên cần có các ứng xử thận trọng khi gặp loại đất này

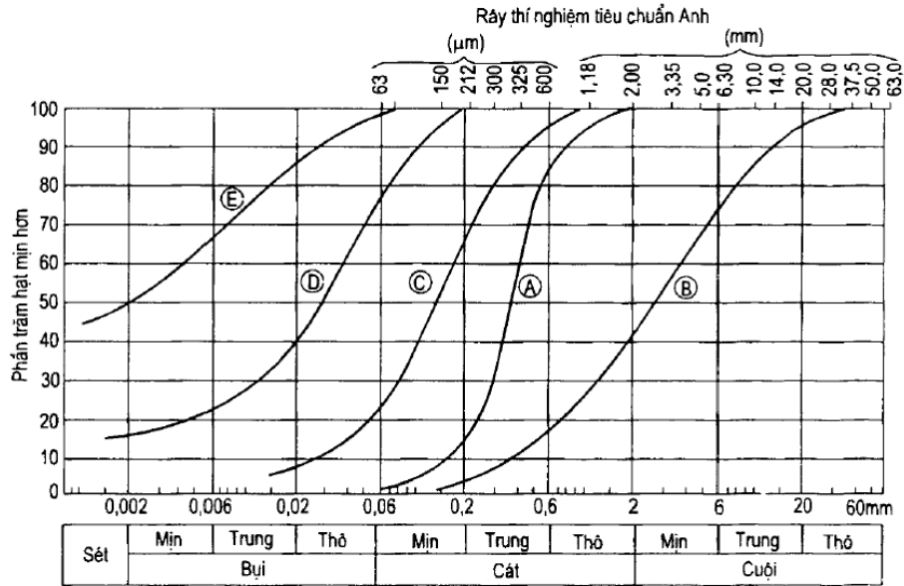
✧ Tiêu chuẩn về kích thước rây sàng sử dụng trên thế giới :

Mỹ		Anh		Metric (Quốc tế)		Liên Xô cũ	
N ^o	D (mm)	N ^o	D (mm)	N ^o	D (mm)	N ^o	D (mm)
4	4,76	5	3,36	5000	5,00		10,00
6	3,36	8	2,06	3000	3,00		5,00
10	2,00	12	1,41	2000	2,00		2,00
20	0,84	18	0,85	1500	1,50		1,00
40	0,42	25	0,60	1000	1,00		0,50
60	0,25	36	0,42	500	0,50		0,25
100	0,149	60	0,25	300	0,30		0,10
200	0,074	100	0,15	150	0,15		
		200	0,076	75	0,075		

Biểu đồ đường cong:



Biểu đồ theo tiêu chuẩn quốc tế



Biểu đồ theo tiêu chuẩn Anh

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN 2683 :2012 Đất xây dựng – Lấy mẫu, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu

TCVN 4202 :2012 Đất xây dựng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng

TCVN 9362 :2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

TCVN 5747 :1993 Phân loại đất xây dựng

TCVN 4198 :2014 Đất xây dựng – Phương pháp xác định thành phần hạt trong phòng thí nghiệm.

TCVN 4196 :2012 Đất xây dựng – Phương pháp xác định độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Ý nghĩa và ứng dụng các chỉ tiêu vật lý của đất?

➤ Các chỉ tiêu vật lý của đất là các giá trị định lượng mối quan hệ giữa các thành phần có trong đất ở các trạng thái khác nhau như trạng thái tự nhiên, trạng thái khô, trạng thái bão hòa, trạng thái đẩy nổi. Các chỉ tiêu này có thể sử dụng trực tiếp hoặc gián tiếp trong các đánh giá sơ bộ, ban đầu loại đất dùng trong xây dựng cũng như một số tiêu chí trong công tác đất. Từ chỉ tiêu vật lý ta có thể phân tích, nghiên cứu các tính chất cơ học của đất.

➤ Các chỉ tiêu cơ bản (γ , W , Δ) thường dùng để mô tả trạng thái tự nhiên của đất, có thể kết hợp các chỉ tiêu khác để xác định tên đất và trạng thái vật lý của đất. Trọng lượng thể tích của đất ở các trạng thái khác nhau là một nhân tố quan trọng có liên quan đến trạng thái ứng suất của đất trước, trong và sau khi xây dựng công trình.

Trọng lượng thể tích đất khô được dùng để đánh giá độ chặt của đất trong quá trình thi công đầm nén đất như một chỉ tiêu đánh giá chất lượng công tác thi công đất.

Hệ số rỗng e là một chỉ tiêu quan trọng trong mô tả đặc tính biến dạng của đất dưới tác dụng của tải trọng thông qua khảo sát quan hệ tải trọng và hệ số rỗng.

Mức độ bão hòa được sử dụng để đánh giá trạng thái bão hòa của đất có liên quan đến áp lực nước lỗ rỗng, các quan hệ tương tác các pha trong đất.

Câu 2. Thế nào là dung trọng tự nhiên của đất? Vai trò chỉ tiêu dung trọng tự nhiên của đất là gì?

➤ *Dung trọng tự nhiên* của đất là khối lượng của một đơn vị thể tích đất có kết cấu và độ ẩm tự nhiên (gồm cả thể tích phần rắn và phần rỗng). Công thức xác định :

$$\gamma = \frac{Q}{V} \quad (\text{kN/m}^3 ; \text{T/m}^3 ; \text{g/cm}^3)$$

Trong đó : Q - khối lượng tự nhiên mẫu đất (g)

V - thể tích đất ở trạng thái tự nhiên (cm^3)

Căn cứ vào thành phần và trạng thái của đất, các phương pháp thí nghiệm sau đây được dùng để xác định khối lượng thể tích của đất:

- Phương pháp dao vòng;
- Phương pháp bọc sáp;
- Phương pháp đo thể tích.

➤ Vai trò của dung trọng tự nhiên của đất:

- Dung trọng của đất phụ thuộc vào thành phần khoáng vật có trong đất và hàm lượng hữu cơ mà nó có. Ngoài ra, dung trọng của đất còn phụ thuộc vào hạt, độ chặt và kết cấu của đất. Đối với các loại đất có độ tơi xốp và giàu chất hữu cơ, mùn thường có dung trọng nhỏ hơn và ngược lại những loại đất có độ chặt, kém tơi xốp và nghèo chất hữu cơ thường có dung trọng lớn hơn.
- Trong phần lớn các loại đất, dung trọng của đất có chiều hướng tăng dần khi xuống tầng đất sâu, vì khi xuống sâu hàm lượng mùn của đất sẽ giảm, mặt khác do quá trình tích tụ sét trong đất sẽ giúp lấp đầy các khe hở và nơi bị nén đã làm cho đất bị chặt hơn các tầng trên.
- Dung trọng của đất thường được sử dụng khi bạn muốn tính độ xốp của đất, tính khối lượng đất hoặc đặc tính nén của đất còn được dùng để kiểm tra chất lượng các công trình, thường để đảm bảo độ vững cho các công trình, đất càng bị nén chặt thì dung trọng đất càng cao.

- Cung cấp số liệu giải quyết các bài toán thiết kế và thi công nền móng như : ứng suất đáy móng; độ lún của nền đất; sức chịu tải của nền đất, áp lực đất lên tường chắn.
- Nắm vững được các kiến thức và tính chất của đất chúng ta có thể thực hiện được các công việc thiết kế, khảo sát hoặc quản lý trong xây dựng mọi công trình.

Câu 3. Thành phần hạt của đất là gì? Cách xác định thành phần hạt của đất ?

➤ *Thành phần hạt của đất* là tỷ lệ phần trăm (%) theo khối lượng của các nhóm cỡ hạt thành phần có trong đất. *Tỷ lệ các hạt trong đất* là phần trăm khối lượng khô của cỡ hạt nào đó so với tổng khối lượng khô của mẫu đất. Kích thước hạt là đường kính quy đổi của hạt (theo nghĩa tương đối), tính bằng mm.

Hàm lượng phần trăm tích lũy tại một đường kính là tổng hàm lượng phần trăm (%) theo khối lượng của các hạt có đường kính nhỏ hơn đường kính đó.

Cấp phối hạt là đại lượng phản ánh khả năng có thể sắp xếp tốt hay xấu (chặt hay xốp) giữa các hạt của đất hạt thô, quyết định đồng thời bởi hệ số không đồng nhất C_u và hệ số đường cong phân bố thành phần hạt C_c .

-Hệ số không đồng nhất C_u : là đại lượng chỉ mức độ không đồng đều của thành phần hạt:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Trong đó: D_{10} - là đường kính hạt mà hàm lượng chứa các hạt nhỏ hơn nó chiếm 10% khối lượng khô của đất, còn gọi là đường kính có hiệu hoặc đường kính tác dụng;

D_{60} – là đường kính hạt mà hàm lượng chứa các hạt nhỏ hơn nó chiếm 60% khối lượng khô của đất, còn gọi là đường kính kiểm tra.

-Hệ số đường cong phân bố thành phần hạt C_c : là đại lượng đặc trưng cho dạng đường cong phân bố thành phần hạt của đất, ký hiệu là C_c

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60} \cdot D_{10})}$$

Trong đó : D_{30} là đường kính hạt mà hàm lượng chứa các hạt nhỏ hơn nó chiếm 30% khối lượng khô của đất;

➤ Thí nghiệm phân tích thành phần hạt chủ yếu dùng 2 phương pháp sau:

Phương pháp rây sàng và phương pháp tỷ trọng kế

- Phương pháp phân tích bằng sàng với hai phương thức:

+ *Phương thức sàng khô*: quy định cách phân chia và xác định hàm lượng của các nhóm cỡ hạt có kích thước lớn hơn 0,5 mm. Áp dụng cho đất không có tính dính (đất không chứa hoặc có chứa không đáng kể các hạt bụi và sét).

+ *Phương thức sàng ướt*: quy định cách phân chia và xác định hàm lượng của các nhóm cỡ hạt lớn hơn 0,1 mm. Áp dụng cho đất có tính dính (đất có chứa đáng kể các hạt bụi và sét).

-*Phương pháp tỷ trọng kế*: quy định cách phân chia và xác định hàm lượng của các cỡ hạt nhỏ hơn 0,1mm (đất hạt mịn).

Trường hợp, với đất hạt thô lẫn hạt mịn hoặc ngược lại thì phối hợp các phương pháp phân tích bằng sàng và phương pháp tỷ trọng kế để xác định hàm lượng của mọi cỡ hạt của đất, rồi biểu thị sự phân bố liên tục của các các cỡ hạt trên đường cong có tọa độ bán logarit.

Nếu trong đất đồng thời có cả hai nhóm hạt đã nêu trên thì phải kết hợp cả hai phương pháp thí nghiệm trên để xác định.

☞ Kết quả thí nghiệm phân tích hạt của đất được biểu thị bằng đường cong cấp phối hạt của đất, vẽ trên hệ trục tọa độ bán logarit, trong đó trục hoành biểu thị logarit của đường kính hạt còn trục tung thì biểu thị lượng chứa phần trăm của những hạt có đường kính nhỏ hơn một đường kính đã cho nào đó.

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Vai trò, phân loại các loại đất xây dựng
- Cách thí nghiệm xác định dung trọng tự nhiên của đất
- Cách thí nghiệm xác định thành phần hạt của đất
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về dung trọng tự nhiên và thành phần hạt của đất

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Dung trọng tự nhiên của đất là gì? Cách xác định thế nào?

Câu 2. Thành phần hạt của đất là gì? Cách xác định thế nào?

Câu 3. Vai trò, ý nghĩa của dung trọng tự nhiên và thành phần hạt của đất?

Câu 4. Khi xác định dung trọng tự nhiên của đất bằng phương pháp dao vòng biết đường kính trong của dao vòng là 60 mm, chiều cao dao vòng là 20 mm, khối lượng dao vòng cân được là 37,5g. Mẫu đất được cho kín vào dao vòng và làm phẳng mặt, sau đó đem cân cả dao vòng chứa đất đó được 134,5 g. Tính trọng lượng thể tích đất tự nhiên γ của mẫu đất đó?

Bài giải:

Thể tích của mẫu đất (thể tích dao vòng) là:

$$V = S.L = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot L = 3,14 \cdot \left(\frac{6}{2}\right)^2 \cdot 2 = 56,52(\text{cm}^3)$$

Khối lượng mẫu đất tự nhiên là:

$$m = 134,5 - 37,5 = 97 \text{ (g)}$$

Dung trọng tự nhiên của mẫu đất là:

$$\gamma = \frac{m \cdot g}{V} = \frac{97 \cdot 10}{56,52} = 1,72(\text{kN} / \text{m}^3)$$

Câu 5. Phân tích hạt một loại cát bằng phương pháp rây cho kết quả như sau:

Kích thước hạt (mm)	>10	10-4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
------------------------	-----	------	-----	-----	-------	----------	----------	------

Trọng lượng (g)	20	10	10	5	30	40	25	10
-----------------	----	----	----	---	----	----	----	----

Hãy xác định tên của mẫu đất trên.

Bài giải:

Trọng lượng mẫu đất là:

$$20+10+10+5+30+40+25+10 = 150 \text{ (g)}$$

Trọng lượng hạt có đường kính > 10mm chiếm số phần trăm là:

$$\frac{20}{150} = 13,33\%$$

Trọng lượng hạt có đường kính > 2mm là:

$$20+10+10 = 40 \text{ (g)}$$

Trọng lượng hạt có đường kính > 2mm chiếm số phần trăm là:

$$\frac{40}{150} = 26,66\%$$

Nhận thấy $25\% < 26,66\% < 50\%$

Đối chiếu với bảng 7.2 suy ra đây là đất cát sỏi.

BÀI 8: XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA ĐẤT

Hướng dẫn học

Để học tốt bài này, sinh viên cần thực hiện các công việc sau:

Học đúng lịch trình của môn học theo tuần, làm các bài luyện tập đầy đủ và tham gia thảo luận trên diễn đàn.

Học viên trao đổi với nhau và với giảng viên trên diễn đàn hoặc qua tin nhắn câu hỏi; Theo dõi trang web môn học.

Nội dung

- ✧ *Thí nghiệm cắt đất trực tiếp*
- ✧ *Thí nghiệm nén đất không nở hông*

Mục tiêu bài học

- ✧ *Hiểu về đại lượng cần xác định*
- ✧ *Cách tiến hành thí nghiệm*
- ✧ *Nhận xét và rút ra kết luận về kết quả thí nghiệm*

Tình huống dẫn nhập

Đất không phải là vật liệu liên tục vì trong đất ngoài các hạt khoáng, vật rắn luôn tồn tại lỗ rỗng chứa nước và không khí. Hơn nữa, lực liên kết giữa các hạt khoáng nhỏ hơn rất nhiều lần so với độ bền bản thân hạt. Vì vậy, dưới tác dụng của ngoại lực, biến dạng của đất sẽ gồm cả phần biến dạng đàn hồi đặc trưng cho các vật thể liên tục và phần biến dạng do dịch chuyển tương hỗ giữa các hạt đất. Các định luật cơ bản của cơ học đất bao gồm:

Định luật nén: Xem xét sự nén chặt của đất dưới tác dụng của tải trọng;

Định luật thấm: Xem xét quan hệ giữa áp lực thấm với vận tốc thấm nước qua các lỗ rỗng của đất;

Định luật Coulomb về ứng suất cắt giới hạn (gọi tắt là định luật cắt): xác định quan hệ giữa áp lực và khả năng chống cắt của đất khi trượt.

Bằng cách vận dụng những phương trình của cơ học lý thuyết có liên quan với những định luật cơ học của vật thể phân tán kết hợp với kết quả nghiên cứu thí nghiệm, ta thiết lập được mối liên hệ giữa tải trọng ngoài với các chỉ tiêu cơ học của đất. Các chỉ tiêu cơ học xác định được trong những điều kiện chịu tải nhất định của đất sẽ là cơ sở cho các tính toán ổn định và biến dạng. Trong đó khả năng chống cắt, tính nén (hay biến dạng) của đất là chỉ tiêu quan trọng trong các tính chất cơ học của đất. Nghiên cứu về những tính chất đó của đất để phân tích khi thiết kế, xử lý khi thi công nền và móng các công trình xây dựng, do vậy ta cần tiến hành các thực nghiệm để kiểm chứng.

24. Các tính chất cơ học của đất gồm những gì ?
25. Trình bày cách xác định các tham số về tính chống cắt của đất ?
26. Trình bày thí nghiệm nén không nở ngang trong phòng (sơ đồ, quy trình, kết quả và ứng dụng) ?

8.1. Thí nghiệm cắt đất trực tiếp

8.1.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

- Xác định đặc trưng chống cắt của đất: góc ma sát trong φ , lực dính C .
- Theo TCVN 4199 -1995 Đất xây dựng – Phương pháp xác định sức chống cắt trong phòng thí nghiệm ở máy cắt phẳng.

Đất gồm các hạt đất (hạt khoáng vật) tổ hợp thành, giữa các hạt hình thành lỗ rỗng, trong lỗ rỗng thường chứa nước và các hạt khí. Chỗ tiếp xúc giữa các hạt đất hoặc không có liên kết (đất rời) hoặc có liên kết (đất dính) nhưng cường độ liên kết rất bé so với cường độ bản thân của đất. Như vậy đất có đặc tính rõ ràng là vật thể rời rạc, phân tán và có nhiều lỗ rỗng, do đó đất có tính thấm nước, tính co ép và tính nén lún, tính ma sát và chống cắt và có khả năng đàn chặt. Đó là các đặc trưng về tính chất cơ học của đất và là đặc điểm đặc biệt so với các vật liệu khác.

Sức chống cắt τ của đất là phản lực của nó đối với ngoại lực ứng với lúc đất bắt đầu bị phá hoại và trượt lên nhau theo một mặt phẳng nhất định.

Sức chống cắt s của mẫu đất là ứng suất tiếp tuyến nhỏ nhất, được tính theo công thức (1):

$$\tau = \frac{T}{F} \quad (1)$$

Với ứng suất này, mẫu đất bị cắt theo một mặt phẳng định trước dưới lực thẳng đứng P theo công thức (2):

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (2)$$

Trong đó :

P và T lần lượt là lực pháp tuyến và lực tiếp tuyến với mặt cắt, tính bằng Niuton (N);

F – diện tích mặt cắt, tính bằng centimet vuông (cm^2).

Quan hệ giữa sức chống cắt s và áp lực thẳng đứng trên mặt phẳng cắt được biểu diễn bằng phương trình (3);

$$s = \sigma \tan \varphi + C \quad (3)$$

Trong đó :

$\tan \varphi$ - tang góc ma sát trong của đất;

C – lực dính đơn vị của đất loại sét, hoặc thông số tuyến tính của đất loại cát, tính bằng Niuton trên mét vuông (N/m^2) hay Kilogram trên centimet vuông (KG/cm^2).

Để xác định giá trị $\tan \varphi$ và C của đất, cần phải tiến hành xác định s ứng với ít nhất là 3 trị số khác nhau của σ đối với cùng một phương pháp thí nghiệm.

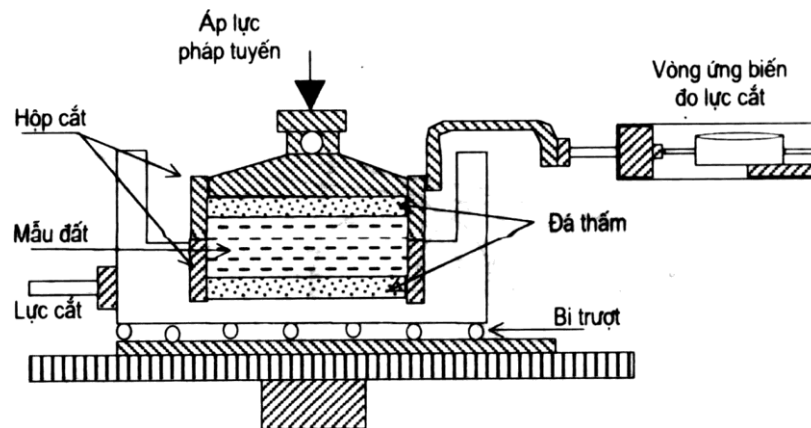
Sức chống cắt của cùng một loại đất sẽ không giống nhau, tùy theo trạng thái vật lý của nó (mức độ phá hoại cấu trúc tự nhiên, độ chặt, độ ẩm), cũng như điều kiện thí nghiệm (phương pháp thí nghiệm, cơ cấu máy móc, kích thước mẫu thí nghiệm, tốc độ cắt v.v...).

Để nhận được kết quả tin cậy nhất, thí nghiệm xác định sức chống cắt phải được tiến hành trong điều kiện gần giống với điều kiện làm việc của đất dưới công trình hoặc trong thân công trình.

**Phạm vi áp dụng:* Phương pháp này dùng để thí nghiệm xác định sức chống cắt của đất loại sét và đất loại cát có kết cấu nguyên trạng hoặc chế bị trong phòng thí nghiệm bằng máy cắt có một mặt cắt định trước (còn gọi là thí nghiệm hộp cắt).

Phương pháp này không áp dụng cho đất cát thô, đất sỏi sạn, đất loại sét ở trạng thái chảy và bị biến dạng chảy dưới tác dụng của áp lực thẳng đứng $\sigma \leq 1 \text{ (kG/cm}^2 \text{)} \text{ (} 1.10^5 \text{ (N/m}^2 \text{))}$.

Để xác định sức chống cắt của đất bằng thí nghiệm cắt đất trực tiếp ta có thể tiến hành trong thiết bị máy cắt một chiều miêu tả trong Hình 8.1.



Hình 8.1 Mô hình thí nghiệm cắt đất

* Phương pháp (Chế độ) thí nghiệm: Cắt nhanh không cố kết.

Cắt nhanh không cố kết: Mẫu đất thí nghiệm không được nén trước (không cố kết), rồi tiến hành cắt nhanh.

Ngoài phương pháp cắt đất trực tiếp bằng thí nghiệm cắt trực tiếp (còn gọi là cắt phẳng hộp cắt) còn có thể tiến hành thí nghiệm bằng các thí nghiệm trong phòng như: hay cắt đất gián tiếp bằng thí nghiệm nén 1 trục và 3 trục và cũng có thể sử dụng các thí nghiệm hiện trường bằng các thí nghiệm hiện trường (xuyên tĩnh, xuyên tiêu chuẩn, cắt cánh...).

b. Ý nghĩa:

- Nhận biết khả năng chịu cắt, trượt của đất : đối với đất hoàn toàn rời (đất cát sạch), hiện tượng trượt chỉ diễn ra khi ứng suất lớn hơn ứng lực nội ma sát các liên kết giữa các hạt. Đối với đất dính như đất sét thì hiện tượng trượt xảy ra khi có sự phá vỡ những liên kết cấu tạo và lực dính giữa các màng liên kết keo của hạt khoáng.

- Các chỉ tiêu xác định sức chống cắt của đất tùy thuộc vào áp lực và độ bền của các liên kết giữa các hạt. Việc xác định các chỉ tiêu này có ý nghĩa rất quan trọng đối với các tính toán về sức chịu tải của nền, ổn định mái dốc và áp lực đất lên tường chắn.

- Cung cấp số liệu giải quyết các bài toán thiết kế và thi công nền móng như : ứng suất đáy móng; độ lún của nền đất; sức chịu tải của nền đất, áp lực đất lên tường chắn.
- Nắm vững được các kiến thức và tính chất của đất chúng ta có thể thực hiện được các công việc thiết kế, khảo sát hoặc quản lý trong xây dựng mọi công trình.

***Chú thích:**

- Các phương pháp xác định sức chống cắt cần phải được quy định trong từng trường hợp cụ thể, phụ thuộc vào :
 - + Giai đoạn thiết kế và loại công trình;
 - + Điều kiện làm việc của đất trong quan hệ với công trình;
 - + Thành phần, đặc điểm cấu trúc, trạng thái và tính chất của đất.
 - Tùy theo tương quan giữa tốc độ truyền lực nén và lực cắt, cùng điều kiện thoát nước của mẫu đất khi thí nghiệm, có thể phân biệt các phương pháp (sơ đồ) chính sau đây để xác định sức chống cắt:
 - + Nén trước (không thoát nước, không cố kết), đưa cắt nhanh - được gọi là cắt nhanh không cố kết;
 - + Nén trước đến ổn định (thoát nước, cố kết), rồi cắt chậm - được gọi là cắt chậm cố kết (tốc độ cắt là 0,01mm/phút);
 - + Nén trước đến ổn định (thoát nước, cố kết), rồi cắt nhanh - được gọi là cắt nhanh cố kết (tốc độ cắt là 1mm/phút).
 - Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định sức chống cắt của đất loại sét và đất loại cát có kết cấu nguyên hoặc được chế bị trong phòng thí nghiệm, ở máy cắt theo một mặt phẳng định trước, dùng cho xây dựng .

8.1.2. Dụng cụ và thiết bị thử

a. Máy cắt ứng biến

- Máy cắt trực tiếp kiểu truyền lực qua vòng ứng biến và cánh tay đòn
- Hộp Casagrande chứa mẫu đất
- Dao vòng cắt đất bằng kim loại không gỉ
- Đá nhám (đá thấm)
- Vòng đo áp lực



Hộp cắt

- Gồm:*
- + *Thớt trên (được cố định)*
 - + *Thớt dưới (có thể di động được)*
 - + *Các chốt định vị (để cố định thớt trên và thớt dưới)*
 - + *Nắp truyền lực*



Hệ thống truyền lực

- Gồm:*
- + *Khung truyền lực thẳng đứng*
 - + *Hệ thống gia tải ngang*
 - + *Bàn máy*
 - + *Chân máy*



*Đồng hồ đo biến dạng ngang
(Biến dạng ké) độ chính xác đến 0,01 mm*



Vòng ứng biến (vòng đo lực ngang)

Hình 8.2. Các bộ phận máy cắt đất

b. Một số dụng cụ khác:

- Thước kẹp có độ chính xác 0,01 mm (để đo kích thước dao vòng).
- Dao vòng bằng kim loại không gỉ (có đường kính trong bằng đường kính trong của hộp cắt):
- Dao gọt đất bằng inox, dao cắt đất.
- Các tấm kính hoặc tấm kim loại nhẵn, phẳng.
- Đá thấm.
- Giấy can (dùng cho sơ đồ cắt nhanh không có kết).

8.1.3. Cách tiến hành

a. Nguyên tắc thí nghiệm:

- **Bước 1:** Tác dụng tải trọng thẳng đứng P để tạo ra áp lực nén σ (Với mỗi mẫu thí nghiệm giữ áp lực nén không đổi):

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

F : diện tích tiết diện mẫu.

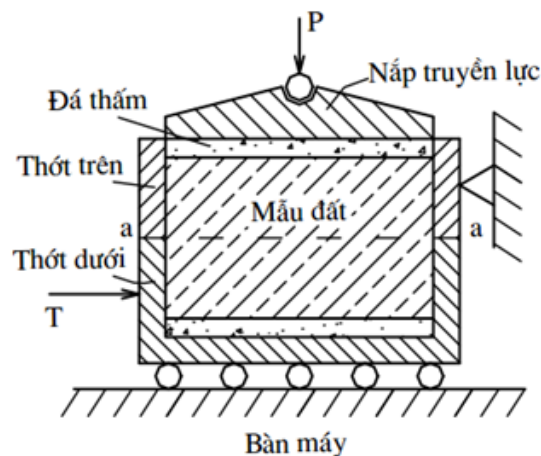
Lưu ý: Để mẫu đất không cố kết (không nén trước): khi thí nghiệm ngay sau khi gia tải nén tiến hành gia tải cắt luôn.

- **Bước 2:** Tác dụng tải trọng ngang T (vào thớt dưới của hộp cắt) để tạo ra ứng suất cắt τ :

$$\tau = \frac{T}{F}$$

Lưu ý: Đối với máy cắt ứng biến để đảm bảo chế độ cắt nhanh thì người ta gia tải cắt bằng cách quay đều tay quay với tốc độ từ 8 ÷ 12 (giây) / 1 vòng, với mẫu đất có đường kính từ 60 ÷ 80 (mm).

Để xác định sức chống cắt phải thí nghiệm không dưới 3 trị số áp lực nén khác nhau (thường thí nghiệm từ 4 — 6 trị số áp lực nén). Số lượng cách xác định song song (số lượng mẫu) ở mỗi trị số áp lực nén ổn định $\sigma_i = const$ không ít hơn 6.



Hình 8.3 . Mô hình cắt đất trực tiếp

b. Trình tự thí nghiệm:

Bước 1: Lấy mẫu đất vào dao vòng.

Dùng dao vòng (ít nhất 3 dao vòng) ấn vào mẫu đất xác định khối lượng thể tích tự nhiên.

Các mẫu thí nghiệm có kết cấu nguyên và độ ẩm tự nhiên được chuẩn bị bằng cách cắt từ mẫu đất nguyên trạng ra từng khối và lấy vào các dao vòng cắt theo phương pháp xác định khối lượng thể tích bằng dao vòng. Đồng thời với việc cắt mẫu đất, cần lấy đất để xác định độ ẩm.

Mặt dưới và trên của mẫu đất phải được gạt phẳng, ngang mép dao vòng và đặt giấy thấm đã làm ẩm trước. Để cắt nhanh không thoát nước, phải thay giấy thấm bằng giấy can (hoặc nilông mỏng).

Bước 2: Đưa mẫu đất vào hộp cắt.

Điều chỉnh hộp cắt, khóa chốt định vị thớt trên và thớt dưới của hộp cắt. Tạo khe hở giữa hai phần hộp cắt, độ lớn khe hở không quá 1 mm.

Bước 3: Đưa hộp cắt vào máy cắt. Cho trục của hệ thống gia tải ngang tiếp xúc với hộp cắt. Cố định hộp cắt theo phương thẳng đứng và theo phương ngang.

Đặt giấy thấm vào hộp cắt, tiếp tục cho dao vòng chứa đất, đặt thêm giấy thấm lên trên bề mặt đất của dao vòng, cuối cùng là cho viên đá thấm và ấn nhẹ nhàng mẫu đất trong dao vòng vào hộp cắt.

Bước 4: Kiểm tra hệ thống gia tải thẳng đứng (để tránh hiện tượng rơi quả cân khi đang thí nghiệm).

Điều chỉnh hệ thống cân bằng, điều chỉnh cho trục quay tiếp xúc thớt dưới và thớt dưới tiếp xúc đồng hồ đo biến dạng.

Bước 5: Tiến hành gia tải nén.

Tại phòng thí nghiệm, sinh viên sẽ thí nghiệm với 4 mẫu đất, mỗi mẫu đất thí nghiệm với 1 trị số áp lực nén lần lượt như sau:

$$\sigma_i = 100; 200; 300; 400 \text{ (kPa)}$$

Lưu ý: Việc gia tải áp lực nén với cấp áp lực ban đầu (cấp áp lực ban đầu phụ thuộc vào trạng thái mẫu đất: nhão, dẻo nhão – 0,25 kG/cm²; dẻo mềm, dẻo cứng – 0,5 kG/cm²; nửa cứng, cứng – 1kG/cm²)

$$\text{Đổi đơn vị : } 1 \text{ kPa} = 0,0102 \text{ kG/cm}^2 \rightarrow 100 \text{ kPa} = 1,02 \text{ kG/cm}^2.$$

Bước 6: Tháo hai chốt cố định thớt trên và thớt dưới ra. Đưa giá trị trên đồng hồ đo biến dạng về giá trị ban đầu 0,00.

Bước 7: Tiến hành cắt mẫu đất

Mở chốt của hộp cắt, hạ cánh tay đòn đã chất tải, tiến hành cắt mẫu đất bằng cách quay đều tay quay với tốc độ 10s/1 vòng (tốc độ cắt nhanh). Trong khi quay, theo dõi đồng hồ đo chuyển vị ngang và ghi lại. Nếu thấy kim đồng hồ không tăng (kim đồng hồ dừng lại hoặc chạy lùi) thì đọc giá trị $R_{max i}$ và dừng thí nghiệm.

Lưu ý: Trong một số trường hợp đặc biệt, kim đồng hồ vẫn tăng lên thì chú ý độ lệch giữa thớt trên và thớt dưới là khoảng 3-4mm). Ghi nhận số đọc của đồng hồ đo biến dạng.

Bước 8: Tháo mẫu đất đã bị phá hoại ra, thay vào mẫu mới và làm theo trình tự như trên để tiến hành với trị số áp lực nén tiếp theo.

Tương tự thí nghiệm với 2-3 mẫu đất trong dao vòng còn lại tương ứng với cấp áp lực thay đổi (thông thường cấp sau gấp đôi cấp trước hoặc cấp sau gấp 2,3,4 lần so với cấp đầu tiên).

Lưu ý: Để tiến hành thí nghiệm lặp, cho phép dùng các mẫu cắt ra từ các khối mẫu khác nhau lấy ở cùng một lớp đất. Đối với trường hợp có nén trước bởi một cấp áp lực nào đó, nếu như năng thiết bị cho phép, có thể dùng ngay mẫu đất vừa cắt xong để cắt thêm lần nữa theo mặt phẳng khác và làm kết quả thí nghiệm cho trị áp lực nén đó.

8.1.4. Kết quả

a. Xử lý kết quả:

Trị số ứng suất cắt τ_i (tương ứng với trị số áp lực nén σ_i) tính theo công thức:

$$\tau_i = C_0 \cdot R_i$$

C_0 : hệ số của vòng ứng biến (thực chất là hằng số đàn hồi hay là hệ số chuyển từ biến dạng 0,01 mm sang đơn vị kPa).

- R_i : số đọc của đồng hồ đo biến dạng trên vòng đo lực ngang (biến dạng của vòng đo ứng biến).
- Sức chống cắt của mẫu đất s_i được lấy bằng trị số cực đại của τ_i :

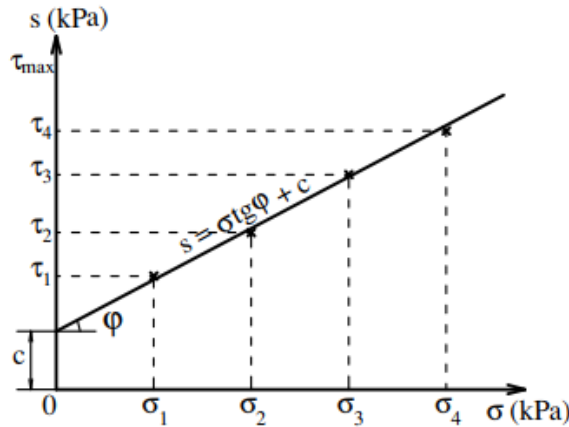
$$s_i = \tau_{\max i} = C_0 \cdot R_{\max i}$$

b. Xác định ϕ và c :

Xác định các đặc trưng chống cắt bằng cách lập biểu đồ quan hệ giữa s (τ_{\max}) và σ : trục hoành là σ và trục tung là s .

Mỗi mẫu thí nghiệm ta sẽ có 1 cặp kết quả (s_i, σ_i), tương ứng là 1 điểm trên biểu đồ. Biểu diễn các điểm lên biểu đồ. Vẽ một đường thẳng đi gần qua các điểm, đường thẳng này cắt trục tung tại đâu sẽ cho ta giá trị của lực dính c , góc giữa đường thẳng với đường nằm ngang cho ta góc ma sát trong ϕ .

Lưu ý: Kết quả được suy diễn là một đường thẳng.



Hình 8.4 Biểu đồ kết quả sức chống cắt của đất

→ Xác định ra góc ma sát trong φ và lực dính c của mẫu đất

Chú thích:

1. Trường hợp số mẫu thí nghiệm ít và các điểm biểu diễn kết quả thí nghiệm nằm gần trên một đường thẳng thì cho phép xác định các thông số sức chống cắt bằng cách lập biểu đồ liên hệ giữa τ và σ . Muốn thế, trên trục hoành đặt các trị số của áp lực thẳng đứng σ (N/m^2) và trên trục tung đặt các trị số tương ứng của ứng suất cắt τ (N/m^2). Qua các điểm vạch một đường thẳng cắt trục hoành ở một điểm. Điểm đó biểu diễn lực dính $C(N/m^2)$, còn hệ số ma sát trong $tg\varphi$ xác định theo công thức :

$$tg\varphi = \frac{\tau_1 - \tau_2}{\sigma_1 - \sigma_2}$$

Trong đó :

τ_1 ; τ_2 - ứng suất cắt lấy trên đường thẳng đứng, tương ứng với áp lực thẳng đứng σ_1 và σ_2

2. Trường hợp những điểm biểu diễn kết quả thí nghiệm bị phân tán quá 2% do sai số trong thao tác hoặc chênh lệch về độ ẩm và độ chặt, thì phải ghi chú nguyên nhân và không vạch đường biểu diễn qua chúng.

3.. Các kết quả tính toán φ và C phải ghi kèm theo phương pháp và sơ đồ thí nghiệm, mô tả và phân loại đất, trạng thái của đất thí nghiệm (phá hoại hay không phá hoại kết cấu) và điều kiện xác định τ (trong điều kiện bão hòa nước có dùng hoặc không dùng vít hãm đối với đất trương nở, giữ độ ẩm tự nhiên hoặc độ ẩm cho trước); trị số σ tác dụng lúc xác định W và các đặc trưng vật lý e , G , W trước và sau khi cắt (hoặc nén trước).

4. Có thể tính hệ số C trên biểu đồ quan hệ đường thẳng giữa số đọc trung bình R và tải trọng P bằng công thức :

$$C = \frac{P}{F.R}, \text{ tính bằng } N/m^2, \text{ hay } (KG/cm^2)/0,01mm \text{ (0,001cm)}.$$

Trong đó :

P- giá trị các cấp tải trọng truyền lên vòng đo lực, tính bằng Niuton hay (KG);

R- trị trung bình của các số đọc (biến dạng của vòng đo lực ngang) ứng với cấp tải trọng *P*, tính bằng 0,01 mm (hoặc 0,001 cm) ;

F – diện tích mặt cắt của dao vòng cắt, tính bằng centimet vuông

★ Tìm hiểu thêm:

Định luật Coulomb

Trong thực tế ta chỉ quan tâm đến sức chống cắt lớn nhất của đất, gọi là sức chống cắt giới hạn. Đất không thể chịu được ứng suất tiếp lớn hơn giá trị này bởi vì ứng với ứng suất cắt giới hạn đất đã bị trượt liên tục trên mặt bị cắt và bị phá hoại.

Dựa vào kết quả của một số thí nghiệm với các áp lực nén khác nhau, ta có thể vẽ biểu đồ liên hệ giữa ứng suất nén σ và ứng suất cắt giới hạn τ_{gh} .

1) Đất rời

Đất rời có tính thấm lớn nên ngay sau khi tải trọng tác dụng thì quá trình cố kết coi như đã hoàn thành, do đó thí nghiệm cắt luôn là thí nghiệm theo hệ không cố kết - không thoát nước.

Kết quả của rất nhiều thí nghiệm đã chứng minh rằng biểu đồ ứng suất cắt giới hạn của đất rời là một đường thẳng, bắt đầu từ gốc tọa độ và nghiêng một góc φ so với trục áp lực (Hình 8.5).

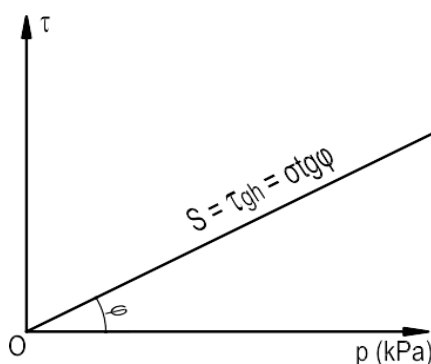
Dựa vào biểu đồ ứng suất cắt giới hạn ta có công thức tính ứng suất cắt giới hạn theo ứng suất nén σ .

$$\tau_{gh} = \sigma \cdot \text{tg } \varphi$$

Vì sức chống cắt của đất rời là lực ma sát, nên góc φ gọi là góc ma sát trong của đất, còn $f = \text{tg } \varphi$ gọi là hệ số ma sát trong.

Biểu thức được Coulomb thể hiện định luật về sức chống cắt của đất rời gọi là định luật Coulomb phát biểu như sau:

“Sức chống cắt giới hạn của đất rời là lực ma sát, tỷ lệ bậc nhất với ứng suất nén”



Hình 8.5. Biểu đồ ứng suất cắt giới hạn của đất rời

2) Đất dính

Đất dính khác với đất rời ở chỗ sức chống cắt bao gồm cả ma sát giữa các hạt và lực dính như đã trình bày ở phần đặt vấn đề. Do đó, ngay khi biến dạng trượt còn rất nhỏ, đất cũng đã có một cường độ chống cắt nhất định.

Nếu như sức chống cắt của đất rời phụ thuộc vào độ chặt thì sức chống cắt của các đất dính còn phụ thuộc nhiều hơn vào độ chặt của chúng và độ ẩm liên quan trực tiếp với độ chặt ấy.

Tuỳ theo điều kiện làm việc của đất dính có thể tiến hành thí nghiệm cắt theo hệ thống hở (thoát nước) hay theo hệ thống kín (không thoát nước).

Kết quả của rất nhiều thí nghiệm cắt đất theo hệ hở đã chứng minh rằng biểu đồ ứng suất cắt giới hạn của đất dính trong trường hợp này là một đường thẳng trong phạm vi lớn của áp lực nén hoàn toàn thỏa mãn thực tế xây dựng (Hình 8.6).

Phương trình đường thẳng nối các điểm thí nghiệm có dạng:

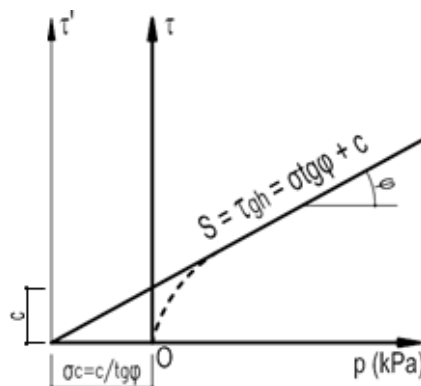
$$\tau_{gh} = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c$$

Trong đó : c gọi là lực dính của đất.

Giá trị $\operatorname{tg} \varphi$, c là hằng số đối với mỗi độ chặt của đất.

Biểu thức thể hiện định luật Coulomb đối với đất dính phát biểu như sau:

"Ứng lực cắt giới hạn của đất dính (khi đã kết thúc giai đoạn nén cố kết) có quan hệ đường thẳng chủ yếu phụ thuộc vào áp lực nén"



Hình 8.6 Biểu đồ ứng suất cắt giới hạn của đất dính

8.2. Thí nghiệm nén không nở hông (Oedometer)

8.2.1. Mục đích và ý nghĩa

a. Mục đích:

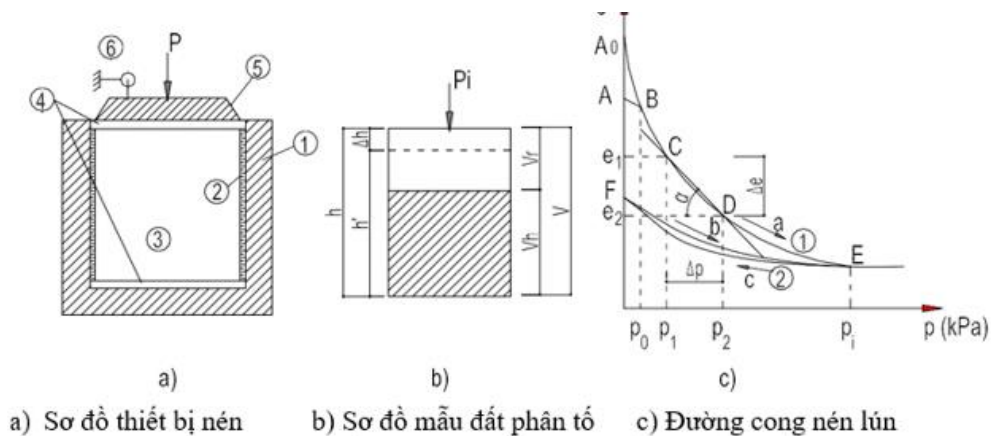
- Xác định các đặc trưng cho tính nén lún của đất bao gồm: tìm hệ số nén a , môđun tổng biến dạng E , hệ số cố kết m_v của đất. .
- Theo TCVN 4200 -2012 Đất xây dựng – Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm

Khi nghiên cứu tính nén của đất, sự nén của bản thân các hạt khoáng và của nước rất nhỏ nên không xét đến. Như vậy, sự nén chặt đất là sự biến thiên thể tích của đất do thay đổi thể tích

lỗ rỗng (tức thay đổi hệ số rỗng). Người ta thực hiện thí nghiệm nén chặt đất dưới tác dụng của tải trọng trong điều kiện bài toán một chiều, tức là khi mà biến dạng của đất chỉ có thể phát triển được theo một phương, chỉ có sự tác động của tải trọng ngoài. Trong điều kiện như vậy có thể dễ dàng xác định được sự biến đổi thể tích lỗ rỗng từ các giá trị biến dạng thẳng đứng đo được trong quá trình thí nghiệm của mẫu đất.

Tính nén lún của đất là khả năng giảm thể tích của nó (do giảm độ rỗng, biểu hiện ở sự giảm chiều cao) dưới tác dụng của tải trọng ngoài.

Trong phòng thí nghiệm người ta sử dụng thiết bị gọi là máy nén một chiều không nở hông (*oedometer test*) được miêu tả trong Hình 8.7. Mẫu đất được đặt trong một hộp nén hình trụ tròn có thành cứng không cho phép biến dạng theo phương ngang. Mẫu đất thí nghiệm thường có tiết diện khoảng 25-50cm² và chiều cao khoảng 2,54-3,6cm. Trên và dưới mẫu đất có lót giấy thấm để thoát nước. Tải trọng là những quả cân nặng được khuyếch đại bằng cơ cấu đòn bẩy và tác dụng lên mẫu đất thông qua một tấm nén cứng. Biến dạng của mẫu đất được đo bằng một đồng hồ đo biến dạng gá trên mặt mẫu.



Hình 8.7. Sơ đồ thí nghiệm nén một chiều không nở hông

* Phạm vi áp dụng:

Phương pháp này dùng để xác định đặc trưng tính nén lún (trong điều kiện không nở hông) của đất loại cát và đất loại sét có kết cấu nguyên hoặc bị phá hoại, ở độ ẩm tự nhiên hoặc bão hòa nước, trong phòng thí nghiệm.

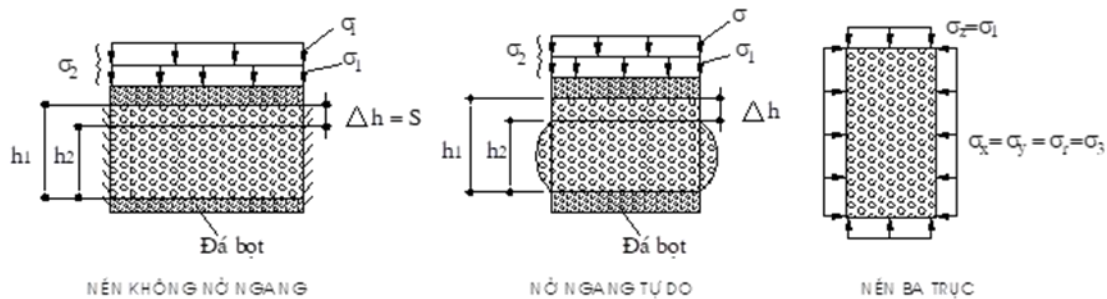
b. Ý nghĩa:

- Để xây dựng công trình thì cần thiết phải dự báo được biến dạng của nền đất đó dưới tác dụng của tải trọng công trình. Một trong những đặc điểm của môi trường đất (vật thể phân tán) là tính nén rất lớn. Tính nén của đất quyết định bởi các nguyên nhân chính sau:

- + Tính đàn hồi của các hạt đất;
- + Tính nén chặt của đất, có nghĩa là sự giảm độ rỗng ứng với sự sắp xếp gần nhau hơn của các hạt rắn;
- + Sự thay đổi trạng thái vật lý kèm theo sự giảm thể tích của đất như khi sấy khô đất và sự biến đổi cấu trúc của hạt đất...

Trong thực tế xây dựng người ta thường chỉ tính toán độ lún của nền theo đất nguyên nhân thứ hai vì biến dạng do hai nguyên nhân kia gây ra chỉ chiếm một phần không đáng kể trong biến dạng tổng của đất.

- Khi ta đã có kết quả thí nghiệm của mẫu đất thì ta có thể ước tính được độ lún cũng như sự chênh lệch độ lún lớn nhất của nền, mức độ biến dạng và nứt nẻ của khối đất đắp, biến dạng thấm và mức độ gây mất ổn định của nền...
- Có thể còn dự báo được mức độ và quy luật suy giảm độ bền của đất do biến đổi hoàn cảnh và môi trường sau khi xây dựng công trình để đề ra phương pháp gia cố dự phòng. Cũng như có thể thay đổi phương án thiết kế, thi công và khai thác công trình để thích ứng với quy luật và mức độ suy giảm chất lượng đất trong tương lai nhằm đảm bảo công trình an toàn.
- Cung cấp số liệu giải quyết các bài toán thiết kế và thi công nền móng như : ứng suất đáy móng; độ lún của nền đất; sức chịu tải của nền đất, áp lực đất lên tường chắn.
- Nắm vững được các kiến thức và tính chất của đất chúng ta có thể thực hiện được các công việc thiết kế, khảo sát hoặc quản lý trong xây dựng mọi công trình.



Hình 8.8 Các sơ đồ thí nghiệm nén đất

8.2.2. Dụng cụ và thiết bị thử

1. Máy nén Oedometer (Ô-đô-mét)



* Các bộ phận chính của máy:

- Hộp nén (buồng nén):



- Nắp truyền lực (tấm nén truyền lực thẳng đứng): có đường kính nhỏ hơn đường kính của dao vòng 0,1 đến 0,3 mm.



- Hệ thống truyền lực thẳng đứng bao gồm:

+ Khung truyền lực thẳng đứng.

+ Cánh tay đòn.

+ Giá treo tải (giá treo quả cân).

+ Đối trọng.

+ Quả cân.

- Đồng hồ đo chuyển vị đứng có độ chính xác 0,01 (mm).

- Bàn nén.

2. Các dụng cụ thí nghiệm khác:

- Thước kẹp có độ chính xác 0,01 mm (để đo kích thước dao vòng).

- Dao vòng bằng kim loại không gỉ.

- Dao gạt đất bằng inox, dao cắt đất.

- Dụng cụ ấn mẫu vào dao vòng.

- Các tấm kính hoặc tấm kim loại nhẵn, phẳng

- Đá thấm.

- Giấy thấm.

- Bình dưỡng ẩm.

- Dầu nhờn (để bôi trơn khuôn thép và dao vòng).

- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0,01 gram.
- Tủ sấy có thể điều chỉnh được nhiệt độ.
- Hộp nhôm

8.2.3. Cách tiến hành

a. Nguyên tắc thí nghiệm:

- Mẫu được đặt trong hộp cứng (khi thí nghiệm mẫu chỉ có chuyển vị, biến dạng thẳng đứng, không có chuyển vị ngang).

- Tải trọng tác dụng lên mẫu theo từng cấp và phải đảm bảo thẳng đứng. Tải trọng thẳng đứng P_i sẽ tạo ra áp lực nén trong đất σ_i :

$$\sigma_i = \frac{P_i}{A}$$

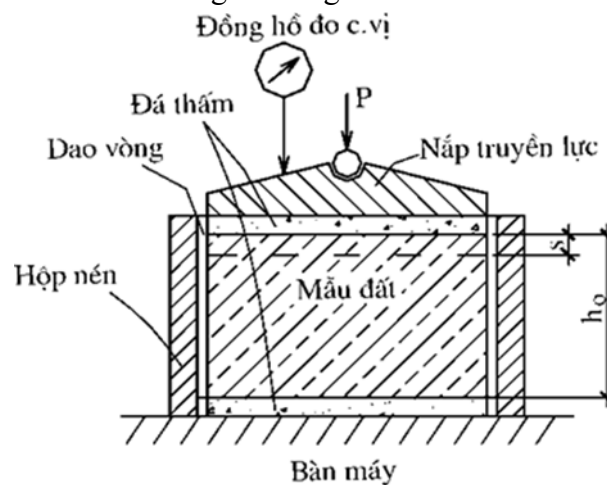
A: diện tích mẫu đất.

Áp lực nén trên sẽ tạo ra độ lún S cho mẫu, độ lún S này thay đổi theo thời gian. Với thời gian t đủ lớn thì độ lún của mẫu sẽ dần tới một giá trị ổn định gọi là S_∞ .

- Mỗi cấp áp lực tác dụng lên mẫu được duy trì cho đến khi đạt ổn định biến dạng nén (ổn định lún) thì mới tăng cấp tải tiếp theo. Trong những thí nghiệm thông thường thì biến dạng nén của mẫu được xem là ổn định nếu độ lún của mẫu không vượt quá 0,01mm ($< 0,01 \text{ mm}$) trong khoảng thời gian không dưới 30 phút đối với đất cát; 3 giờ đối với cát pha; 12 giờ đối với sét pha và sét có chỉ số dẻo nhỏ hơn 30.

Trị số các cấp áp lực nén khi thí nghiệm được xác định theo tính chất của đất và yêu cầu thực tế của công trình trong từng trường hợp cụ thể. Thông thường, cấp sau lớn gấp 2 lần cấp trước. Số lượng cấp áp lực không nhỏ hơn 5 cho 1 mẫu nén.

*Sơ đồ thí nghiệm: Sơ đồ nén không nở hông.



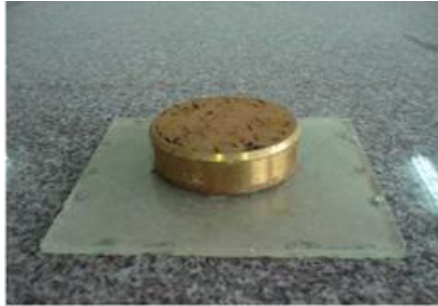
Hình 8.9. Mô hình thí nghiệm nén không nở hông

b. Trình tự thí nghiệm:

Bước 1:

- Dùng thước kẹp đo xác định đường kính trong và chiều cao của dao vòng.
- Cân dao vòng xác định trọng lượng m_d .

Bước 2: Lấy mẫu đất vào dao vòng.



- Cân dao vòng có mẫu đất xác định trọng lượng m_1 .

Bước 3: Đưa mẫu đất vào hộp nén



Bước 4: Đưa hộp nén vào máy nén



Bước 5: Gắn đồng hồ đo vào vị trí (tì chân đồng hồ lên chốt ở trên nắp truyền lực). Đưa giá trị trên đồng hồ đo chuyển vị đứng về giá trị ban đầu 0,00.

Bước 6: Tiến hành gia tải nén và theo dõi biến dạng của mẫu.

Tăng tải trọng nén theo từng cấp.

Ở mỗi cấp tải theo dõi biến dạng nén trên đồng hồ đo biến dạng cho đến khi đạt ổn định lún qui ước thì tăng cấp tải tiếp theo.

Lưu ý: Tại phòng thí nghiệm, sinh viên sẽ thí nghiệm với 1 mẫu đất dưới 4 trị số áp lực nén σ_i lần lượt như sau:

$$\sigma_i = 50; \quad 100; \quad 200; \quad 400 \text{ (kPa)}.$$

+ Mỗi cấp thí nghiệm trong khoảng thời gian 10 phút thì tăng cấp tải tiếp theo.

Bước 7: Sau khi đã đạt ổn định lún ở cấp cuối cùng thì dỡ tải và lấy dao vòng có mẫu đất ra khỏi hộp nén.

Bước 8: Xác định trọng lượng thể tích, tỉ trọng và độ ẩm của mẫu đất sau khi nén.

- Cân dao vòng có mẫu đất sau khi thí nghiệm xác định trọng lượng m_2 .

- Sấy khô dao vòng có mẫu đất.

- Cân dao vòng có mẫu đất sau khi sấy khô xác định khối lượng m_3 .

***Chú thích:**

- Việc xác định tính nén lún của đất thí nghiệm trên đất có kết cấu nguyên trạng hoặc chế bị, ở độ ẩm tự nhiên hoặc hoàn toàn bão hòa nước.

Để làm bão hòa mẫu đất, nên dùng nước cất hoặc nước uống được. Để thí nghiệm các mẫu đất có chứa muối hòa tan, nên dùng nước dưới đất tại nơi lấy mẫu hoặc bằng nước có thành phần hóa học tương tự.

- Mẫu đất thí nghiệm có hình trụ tròn, với tỷ số đường kính và chiều cao khoảng $\frac{3}{4}$. Đối với đất loại sét và đất loại cát (không lẫn sỏi sạn), đường kính mẫu cho phép không nhỏ hơn 50mm. Đối với đất có lẫn sỏi sạn, đường kính mẫu không nên nhỏ hơn 70 mm.

- Tải trọng tác dụng lên mẫu theo từng cấp và phải đảm bảo thẳng đứng. Sai số cho phép của mỗi cấp áp dụng trong thời gian thí nghiệm không vượt quá 3%.

Để có thể xác định những trị số lún ban đầu sau khi đặt lực, động tác chất tải ở mỗi cấp phải được thực hiện nhẹ nhàng, tránh rung và không chậm quá 3s.

- Trị số cấp áp lực nén thí nghiệm được xác định theo tính chất của đất và yêu cầu thực tế của công trình. Thông thường, cấp sau gấp hai lần cấp trước:

+ Đối với đất loại sét ở trạng thái dẻo chảy và chảy, sử dụng cấp 10; 25; 50; 100 và 200 kPa;

+ Đối với sét, sét pha ở trạng thái dẻo mềm và dẻo cứng, sử dụng cấp 25; 50; 100; 200 và 400 kPa;

+ Đối với đất cứng, nửa cứng sử dụng cấp 50; 100; 200; 400 và 800 kPa;

- Mỗi cấp áp lực tác dụng lên mẫu được giữ cho đến khi đạt ổn định biến dạng nén. Thông thường, biến dạng nén được xem là ổn định, nếu không vượt quá 0,01 mm trong thời gian không ít hơn 30 phút đối với đất cát; 3 giờ đối với đất cát pha; 12 giờ đối với đất sét pha và đất sét có chỉ số dẻo $I_p < 30$.

8.2.4. Kết quả

a. Xử lý kết quả:

* Hệ số rỗng ban đầu trước khi thí nghiệm tính theo công thức:

$$e_0 = \frac{\Delta \cdot \gamma_n (1 + 0,01W)}{\gamma_w} - 1 \quad \text{hoặc} \quad e_0 = \frac{\gamma_s}{\gamma_k} - 1$$

γ_w : Trọng lượng riêng tự nhiên của đất.

W: Độ ẩm của mẫu.

Δ : tỉ trọng của đất.

γ_n (hay γ_o): trọng lượng riêng của nước

γ_s : Khối lượng thể tích của hạt đất

γ_k : Khối lượng thể tích khô của đất

* Tính toán xác định hệ số rỗng ở các cấp trung gian (theo biến dạng của mẫu):

Mỗi cấp áp lực nén σ_i ta có độ lún ổn định S_i ở cấp thứ i . Như vậy, mỗi cấp tải ta có cặp kết quả (S_i, σ_i).

Với giả thiết thể tích hạt không đổi, biến dạng chủ yếu của đất là do sự giảm thể tích lỗ rỗng V_r , ta có thể chuyển quan hệ (S_i, σ_i) về quan hệ (e_i, σ_i) (quan hệ giữa hệ số rỗng và áp lực nén).

Gọi chiều cao ban đầu của mẫu là h_0 , hệ số rỗng ban đầu e_0 (ứng với $\sigma_0 = 0$).

- Sự thay đổi của hệ số rỗng (Δe_i) đối với mỗi cấp áp lực tính theo công thức:

$$\Delta e_i = \frac{S_i}{h_0} (1 + e_0)$$

- Hệ số rỗng ở cấp tải thứ i :

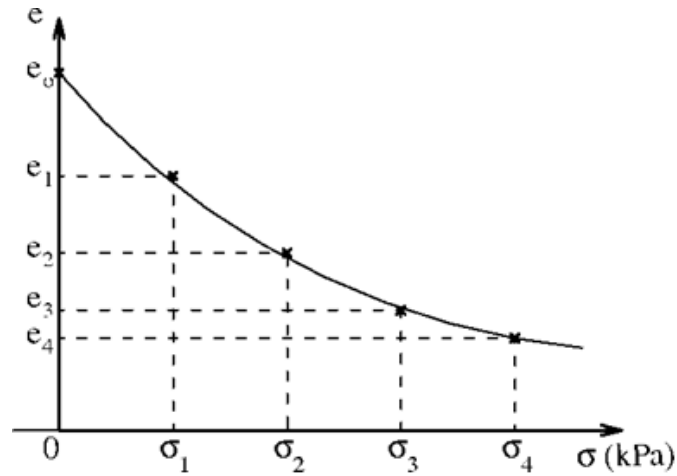
$$e_i = e_0 - \frac{S_i}{h_0} (1 + e_0) = e_0 - \Delta e_i$$

h_0 : chiều cao ban đầu của mẫu, tính bằng mm.

S_i : biến dạng của mẫu ở cấp áp lực thứ i , tính bằng mm.

b. Vẽ đường cong nén lún $e = f(\sigma)$:

- Mỗi cặp (e_i, σ_i) tương ứng là 1 điểm trên biểu đồ. Đánh dấu các điểm đó trên biểu đồ, sau đó, ta vẽ 1 đường cong logarit trơn đi gần các điểm.



Hình 8.10 Biểu đồ đường cong nén lún

c. Xác định hệ số nén lún a, môđun nén E:

Hệ số nén lún a:

$$a_{i,i+1} = \frac{e_i - e_{i+1}}{\sigma_{i+1} - \sigma_i}$$

Hệ số nén lún tương đối a_0 (còn gọi là hệ số nén thể tích m_v)

$$m_{v0} = a_0 = \frac{a}{1+e_1} \quad ; \quad m_v = \frac{a_{i,i+1}}{1+e_i} \quad : \text{Hệ số cố kết}$$

Môđun nén E:

$$E_{i,i+1} = \frac{1+e_i}{a_{i,i+1}} \beta \quad \text{hay} \quad E_{i,i+1} = \frac{\beta}{m_v}$$

Với:
$$\beta = 1 - \frac{2\mu_0^2}{1 - \mu_0}$$

μ_0 : hệ số nở hông (hệ số Poisson)

Bảng 8.1 Bảng tra hệ số nở hông μ_0

Loại đất	μ_0	Ghi chú
Cát	0,20 ~ 0,28	Số thứ nhất tương ứng với cát chặt hoặc sét ở trạng thái cứng, số thứ hai là giá trị trung bình.
Cát pha	0,25-0,31	
Sét pha	0,20 ~ 0,37	
Sét	0,10 ~ 0,41	

✧ So sánh :

Bảng 8.2 Khả năng nén lún của đất thông qua hệ số nén lún a

Hệ số nén a (cm^2/N)	Tính nén lún của đất
< 0,0001	Thực tế không có tính ép co
0,0001 - 0,0005	Tính nén lún nhỏ
0,0005 - 0,001	Tính nén lún vừa
0,001 - 0,01	Tính nén lún lớn
> 0,01	Tính nén lún rất lớn

✧ Lập bảng thống kê kết quả:

BẢNG KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN

Cấp tải (kPa)	Thời gian	Số đọc	Độ lún S_i (mm)	Hệ số rỗng e_i	Hệ số nén lún a	Môđun nén E
50 (kPa) ... 400 (kPa)	1 phút					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

→ Kết luận về tính nén (hay biến dạng) mẫu đất thí nghiệm: ...

✧ Báo cáo thí nghiệm :

Báo cáo thí nghiệm phải có các thông tin sau:

- Mô tả loại đất thí nghiệm;
- Giá trị độ ẩm tự nhiên, khối lượng thể tích, khối lượng riêng của đất;
- Mẫu được nén ở trạng thái bão hòa hay trạng thái tự nhiên;
- Độ ẩm trước và sau nén;
- Phương pháp nén: nén nhanh hoặc nén chậm;
- Phương pháp xác định hệ số cố kết;

- Kích thước mẫu thí nghiệm;
- Biểu đồ quan hệ giữa hệ số rỗng và áp lực nén (dữ tài nếu có);
- Biểu đồ qua hệ lún theo thời gian ứng với từng cấp áp lực (nếu có);
- Các thông số đặc trưng cho tính nén lún.

★Tìm hiểu thêm:

Xác định khối lượng thể tích và độ ẩm của mẫu đất sau khi nén : dùng vải hoặc giấy thấm khô lau sạch nước; đem cân dao vòng có đất ẩm và đo thể tích của mẫu đất, sau đó sấy khô toàn bộ mẫu (gồm cả dao vòng, đất và giấy thấm); đem cân lại trên cân kỹ thuật với độ chính xác tới 0,01 g để tìm khối lượng khô.

Độ ẩm trước khi thí nghiệm (W_0) được tính bằng phần trăm, theo công thức: $W_0 = \frac{m_1 - m_3}{m_3 - m_d} \cdot 100$
(%)

Độ ẩm sau khi thí nghiệm (W_k) được tính bằng phần trăm, theo công thức:

$$W_k = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_d} \cdot 100 \quad (\%)$$

Khối lượng thể tích trước khi thí nghiệm (γ_0), được tính theo công thức:

$$\gamma_0 = \frac{m_1 - m_d}{V} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Khối lượng thể tích sau khi thí nghiệm (γ_k), được tính theo công thức:

$$\gamma_k = \frac{m_2 - m_d}{V} \quad (\text{g/cm}^3)$$

Hệ số rỗng ban đầu của đất (e_0) được tính theo công thức:

$$e_0 = \frac{p(1 + 0,01 \cdot W_0)}{\gamma_0} - 1$$

Mức độ bão hòa nước trước thí nghiệm (G_0) được tính theo công thức:

$$G_0 = \frac{W_0 \cdot p}{e_0 \cdot 100} \quad (\%)$$

Trong đó:

- m_d là khối lượng dao vòng, g
- m_1 là khối lượng dao vòng có đất trước khi thí nghiệm, g
- m_2 là khối lượng dao vòng có đất sau khi thí nghiệm, g
- m_3 là khối lượng dao vòng có đất sau khi sấy khô, g
- p là khối lượng riêng của đất, g/cm³
- V là thể tích dao vòng, cm³.

Tiêu chuẩn áp dụng :

TCVN 2683 :2012 Đất xây dựng – Lấy mẫu, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu

TCVN 4199 :1995 Đất xây dựng – Phương pháp xác định sức chống cắt trong phòng thí nghiệm ở máy cắt phẳng

TCVN 4200 :2012 Đất xây dựng – Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm

TCVN 4202 :2012 Đất xây dựng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng

TCVN 9362 :2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

TCVN 5747 :1993 Phân loại đất xây dựng

TCVN 4198 :2014 Đất xây dựng – Phương pháp xác định thành phần hạt trong phòng thí nghiệm.

TCVN 4196 :2012 Đất xây dựng – Phương pháp xác định độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm

GIẢI QUYẾT TÌNH HUỐNG DẪN NHẬP

Câu 1. Các tính chất cơ học của đất gồm những gì ?

Đất không phải là vật liệu liên tục vì trong đất ngoài các hạt khoáng, vật rắn luôn tồn tại lỗ rỗng chứa nước và không khí. Hơn nữa, lực liên kết giữa các hạt khoáng nhỏ hơn rất nhiều lần so với độ bền bản thân hạt. Vì vậy, dưới tác dụng của ngoại lực, biến dạng của đất sẽ gồm cả phần biến dạng đàn hồi đặc trưng cho các vật thể liên tục và phần biến dạng do dịch chuyển tương hỗ giữa các hạt đất. Khi liên kết giữa các hạt rắn chưa bị phá hủy thì đất sẽ biến dạng như các vật thể liên tục. Trong thực tế, các liên kết này bị phá hủy ngay dưới tải trọng rất nhỏ nên phần biến dạng chủ yếu của đất là dịch chuyển của các hạt đất riêng biệt. Do đó, ngoài các định luật chung mà biến dạng của vật thể liên tục tuân theo, để giải được các bài toán cơ học đất cần phải xây dựng các định luật riêng đặc trưng cho vật thể phân tán. Các định luật cơ bản của cơ học đất bao gồm:

Định luật nén: Xem xét sự nén chặt của đất dưới tác dụng của tải trọng;

Định luật thấm: Xem xét quan hệ giữa áp lực thấm với vận tốc thấm nước qua các lỗ rỗng của đất;

Định luật Coulomb về ứng suất cắt giới hạn (gọi tắt là định luật cắt): xác định quan hệ giữa áp lực và khả năng chống cắt của đất khi trượt.

Bằng cách vận dụng những phương trình của cơ học lý thuyết có liên quan với những định luật cơ học của vật thể phân tán kết hợp với kết quả nghiên cứu thí nghiệm, ta thiết lập được mối liên hệ giữa tải trọng ngoài với các chỉ tiêu cơ học của đất. Các chỉ tiêu cơ học xác định được trong những điều kiện chịu tải nhất định của đất sẽ là cơ sở cho các tính toán ổn định và biến dạng .

→ Các tính chất cơ học của đất bao gồm : Tính biến dạng (tính nén); tính chống cắt; tính thấm; tính đầm chặt.

Câu 2. Trình bày cách xác định các tham số tính chống cắt của đất ?

Sức chống cắt τ của đất là phản lực của nó đối với ngoại lực ứng với lúc đất bắt đầu bị phá hoại và trượt lên nhau theo một mặt phẳng nhất định.

Các đặc trưng chống cắt của đất: góc ma sát trong φ , lực dính C.

**Phạm vi áp dụng:* Phương pháp này dùng để thí nghiệm xác định sức chống cắt của đất loại sét và đất loại cát có kết cấu nguyên trạng hoặc chế bị trong phòng thí nghiệm bằng máy cắt có một mặt cắt định trước (còn gọi là thí nghiệm hộp cắt).

Phương pháp này không áp dụng cho đất cát thô, đất sỏi sạn, đất loại sét ở trạng thái chảy và bị biến dạng chảy dưới tác dụng của áp lực thẳng đứng $\sigma \leq 1 \text{ (kG/cm}^2\text{)} \text{ (} 1.10^5 \text{ (N/m}^2\text{))}$.

1. Nguyên tắc thí nghiệm:

-Bước 1: Tác dụng tải trọng thẳng đứng P để tạo ra áp lực nén σ (Với mỗi mẫu thí nghiệm giữ áp lực nén không đổi):

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

F: diện tích tiết diện mẫu.

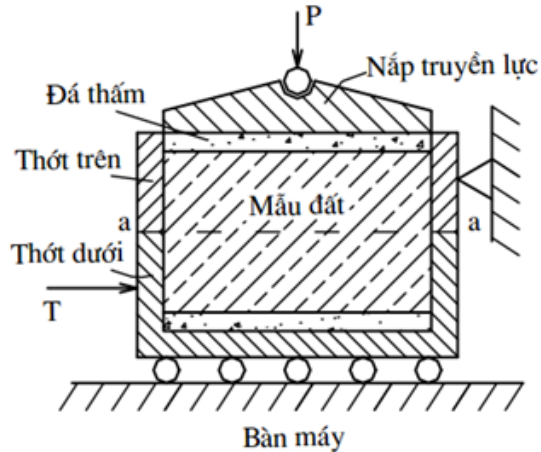
Lưu ý: Để mẫu đất không cố kết (không nén trước): khi thí nghiệm ngay sau khi gia tải nén tiến hành gia tải cắt luôn.

- Bước 2: Tác dụng tải trọng ngang T (vào thót dưới của hộp cắt) để tạo ra ứng suất cắt τ :

$$\tau = \frac{T}{F}$$

Lưu ý: Đối với máy cắt ứng biến để đảm bảo chế độ cắt nhanh thì người ta gia tải cắt bằng cách quay đều tay quay với tốc độ từ 8 ÷ 12 (giây) / 1 vòng, với mẫu đất có đường kính từ 60 ÷ 80 (mm).

Để xác định sức chống cắt phải thí nghiệm không dưới 3 trị số áp lực nén khác nhau (thường thí nghiệm từ 4 — 6 trị số áp lực nén). Số lượng các xác định song song (số lượng mẫu) ở mỗi trị số áp lực nén ổn định $\sigma_i = const$ không ít hơn 6.



Mô hình cắt đất trực tiếp

2. Trình tự thí nghiệm:

Bước 1: Lấy mẫu đất vào dao vòng.

Bước 2: Đưa mẫu đất vào hộp cắt.

Bước 3: Đưa hộp cắt vào máy cắt. Cho trục của hệ thống gia tải ngang tiếp xúc với hộp cắt. Cố định hộp cắt theo phương thẳng đứng và theo phương ngang.

Bước 4: Kiểm tra hệ thống gia tải thẳng đứng (để tránh hiện tượng rơi quả cân khi đang thí nghiệm).

Bước 5: Tiến hành gia tải nén.

Tại phòng thí nghiệm, sinh viên sẽ thí nghiệm với 4 mẫu đất, mỗi mẫu đất thí nghiệm với 1 trị số áp lực nén lần lượt như sau:

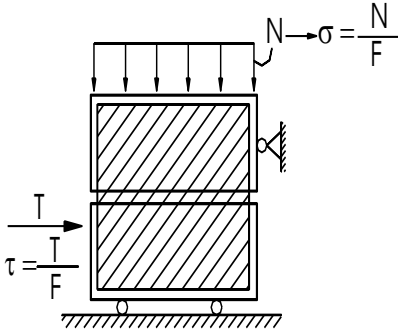
$$\sigma_i = 100; 200; 300; 400 \text{ (kPa)}.$$

Bước 6: Tháo hai chốt cố định thót trên và thót dưới ra. Đưa giá trị trên đồng hồ đo biến ngang về giá trị ban đầu 0,00.

Bước 7: Tiến hành cắt mẫu đất

Mở chốt của hộp cắt, hạ cánh tay đòn đã chất tải, tiến hành cắt mẫu đất bằng cách quay đều tay quay với tốc độ 10s/1 vòng (tốc độ cắt nhanh). Trong khi quay, theo dõi đồng hồ đo chuyển vị ngang và ghi lại. Nếu thấy kim đồng hồ không tăng (kim đồng hồ dừng lại hoặc chạy lùi) thì đọc giá trị R_{max} và dừng thí nghiệm.

Bước 8: Tháo mẫu đất đã bị phá hoại ra, thay vào mẫu mới và làm theo trình tự như trên để tiến hành với trị số áp lực nén tiếp theo.



Sức chống cắt :

$$S = \sigma \tan \varphi + c$$

Trong đó :

$\sigma \tan \varphi$: lực ma sát

c : lực dính

Khi $\tau \leq S$ hộp cát đứng yên

Khi $\tau > S$ hộp cát trượt

3. Kết quả

a. Xử lý kết quả:

Trị số ứng suất cắt τ_i (tương ứng với trị số áp lực nén σ_i) tính theo công thức:

$$\tau_i = C_0 \cdot R_i$$

C_0 : hệ số của vòng ứng biến (thực chất là hằng số đàn hồi hay là hệ số chuyển từ biến dạng 0,01 mm sang đơn vị kPa).

- R_i : số đọc của đồng hồ đo biến dạng trên vòng đo lực ngang (biến dạng của vòng đo ứng biến).
- Sức chống cắt của mẫu đất s_i được lấy bằng trị số cực đại của τ_i :

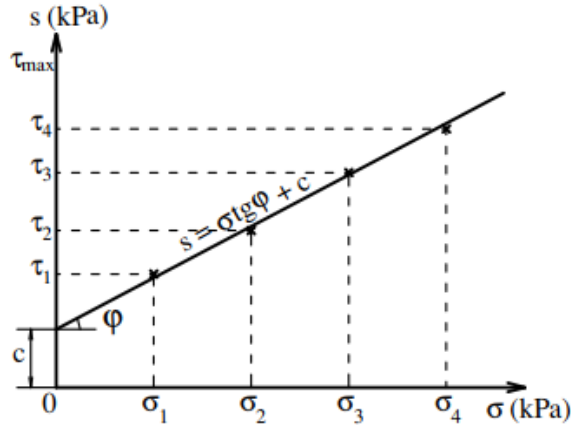
$$s_i = \tau_{\max i} = C_0 \cdot R_{\max i}$$

b. Xác định φ và c :

Xác định các đặc trưng chống cắt bằng cách lập biểu đồ quan hệ giữa s (τ_{\max}) và σ : trục hoành là σ và trục tung là s .

Mỗi mẫu thí nghiệm ta sẽ có 1 cặp kết quả (s_i, σ_i), tương ứng là 1 điểm trên biểu đồ. Biểu diễn các điểm lên biểu đồ. Vẽ một đường thẳng đi gần qua các điểm, đường thẳng này cắt trục tung tại đâu sẽ cho ta giá trị của lực dính c , góc giữa đường thẳng với đường nằm ngang cho ta góc ma sát trong φ .

Lưu ý: Kết quả được suy diễn là một đường thẳng.



Hình 8.4 Biểu đồ kết quả sức chống cắt của đất

→ Xác định ra góc ma sát trong φ và lực dính c của mẫu đất

Câu 3. Trình bày thí nghiệm nén không nở ngang trong phòng (sơ đồ, quy trình, kết quả và ứng dụng) ?

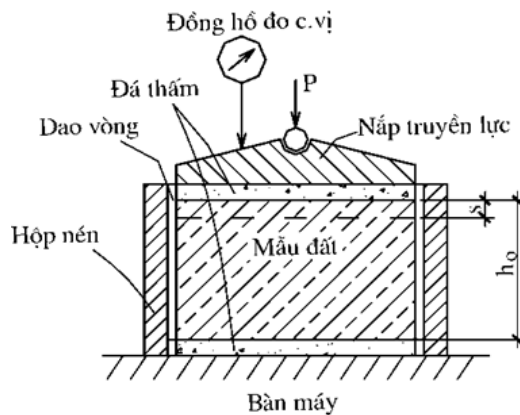
1. Mục đích thí nghiệm :

Phương pháp này dùng để xác định đặc trưng tính nén lún (trong điều kiện không nở hông) của đất loại cát và đất loại sét có kết cấu nguyên hoặc bị phá hoại, ở độ ẩm tự nhiên hoặc bão hòa nước, trong phòng thí nghiệm.

Tính nén lún của đất là khả năng giảm thể tích của nó dưới tác dụng của tải trọng ngoài.

Việc xác định tính nén lún bao gồm: tìm hệ số nén a , môđun tổng biến dạng E , hệ số cố kết m_v của đất.

2. Sơ đồ thí nghiệm: Sơ đồ nén không nở hông.



Mô hình thí nghiệm nén đất

3. Quy trình thí nghiệm:

a. Nguyên tắc thí nghiệm:

- Mẫu được đặt trong hộp cứng (khi thí nghiệm mẫu chỉ có chuyển vị, biến dạng thẳng đứng, không có chuyển vị ngang).

- Tải trọng tác dụng lên mẫu theo từng cấp và phải đảm bảo thẳng đứng. Tải trọng thẳng đứng P_i sẽ tạo ra áp lực nén trong đất σ_i :

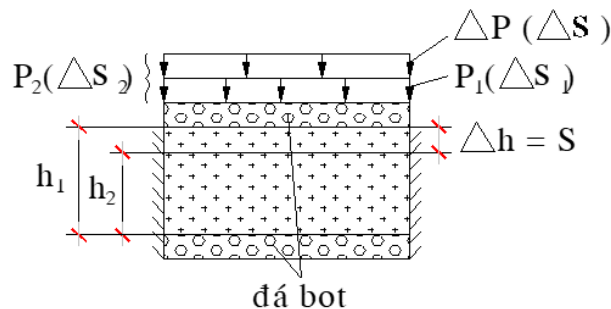
$$\sigma_i = \frac{P_i}{A}$$

A: diện tích mẫu đất.

Áp lực nén trên sẽ tạo ra độ lún S cho mẫu, độ lún S này thay đổi theo thời gian. Với thời gian t đủ lớn thì độ lún của mẫu sẽ dần tới một giá trị ổn định gọi là S_∞ .

- Mỗi cấp áp lực tác dụng lên mẫu được duy trì cho đến khi đạt ổn định biến dạng nén (ổn định lún) thì mới tăng cấp tải tiếp theo. Trong những thí nghiệm thông thường thì biến dạng nén của mẫu được xem là ổn định nếu độ lún của mẫu không vượt quá 0,01mm ($< 0,01 \text{ mm}$) trong khoảng thời gian không dưới 30 phút đối với đất cát; 3 giờ đối với cát pha; 12 giờ đối với sét pha và sét có chỉ số dẻo nhỏ hơn 30.

Trị số các cấp áp lực nén khi thí nghiệm được xác định theo tính chất của đất và yêu cầu thực tế của công trình trong từng trường hợp cụ thể. Thông thường, cấp sau lớn gấp 2 lần cấp trước. Số lượng cấp áp lực không nhỏ hơn 5 cho 1 mẫu nén.



Nguyên lý thí nghiệm nén không nở hông

b. Trình tự thí nghiệm:

Bước 1:

- Dùng thước kẹp đo xác định đường kính trong và chiều cao của dao vòng.
- Cân dao vòng xác định trọng lượng m_d .

Bước 2: Lấy mẫu đất vào dao vòng.

- Cân dao vòng có mẫu đất xác định trọng lượng m_1 .

Bước 3: Đưa mẫu đất vào hộp nén

Bước 4: Đưa hộp nén vào máy nén

Bước 5: Gắn đồng hồ đo vào vị trí (tì chân đồng hồ lên chốt ở trên nắp truyền lực). Đưa giá trị trên đồng hồ đo chuyển vị đứng về giá trị ban đầu 0,00.

Bước 6: Tiến hành gia tải nén và theo dõi biến dạng của mẫu.

Tăng tải trọng nén theo từng cấp.

Ở mỗi cấp tải theo dõi biến dạng nén trên đồng hồ đo biến dạng cho đến khi đạt ổn định lún qui ước thì tăng cấp tải tiếp theo.

Lưu ý: Tại phòng thí nghiệm, sinh viên sẽ thí nghiệm với 1 mẫu đất dưới 4 trị số áp lực nén σ_i lần lượt như sau:

$$\sigma_i = 50; \quad 100; \quad 200; \quad 400 \text{ (kPa)}.$$

+ Mỗi cấp thí nghiệm trong khoảng thời gian 10 phút thì tăng cấp tải tiếp theo.

Bước 7: Sau khi đã đạt ổn định lún ở cấp cuối cùng thì dỡ tải và lấy dao vòng có mẫu đất ra khỏi hộp nén.

Bước 8: Xác định trọng lượng thể tích, tỉ trọng và độ ẩm của mẫu đất sau khi nén.

- Cân dao vòng có mẫu đất sau khi thí nghiệm xác định trọng lượng m_2 .

- Sấy khô dao vòng có mẫu đất.

- Cân dao vòng có mẫu đất sau khi sấy khô xác định khối lượng m_3 .

4. Kết quả

a. Xử lý kết quả:

* Hệ số rỗng ban đầu trước khi thí nghiệm tính theo công thức:

$$e_0 = \frac{\Delta \cdot \gamma_n (1 + 0,01W)}{\gamma_w} - 1$$

γ_w : Trọng lượng riêng tự nhiên của đất.

W: Độ ẩm của mẫu.

Δ : tỉ trọng của đất.

γ_n (hay γ_o): trọng lượng riêng của nước.

* Tính toán xác định hệ số rỗng ở các cấp trung gian (theo biến dạng của mẫu):

Mỗi cấp áp lực nén σ_i ta có độ lún ổn định S_i ở cấp thứ i. Như vậy, mỗi cấp tải ta có cặp kết quả (S_i, σ_i).

Với giả thiết thể tích hạt không đổi, biến dạng chủ yếu của đất là do sự giảm thể tích lỗ rỗng V_r , ta có thể chuyển quan hệ (S_i, σ_i) về quan hệ (e_i, σ_i) (quan hệ giữa hệ số rỗng và áp lực nén).

Gọi chiều cao ban đầu của mẫu là h_0 , hệ số rỗng ban đầu e_0 (ứng với $\sigma_0 = 0$).

- Sự thay đổi của hệ số rỗng (Δe_i) đối với mỗi cấp áp lực tính theo công thức:

$$\Delta e_i = \frac{S_i}{h_0} (1 + e_0)$$

- Hệ số rỗng ở cấp tải thứ i:

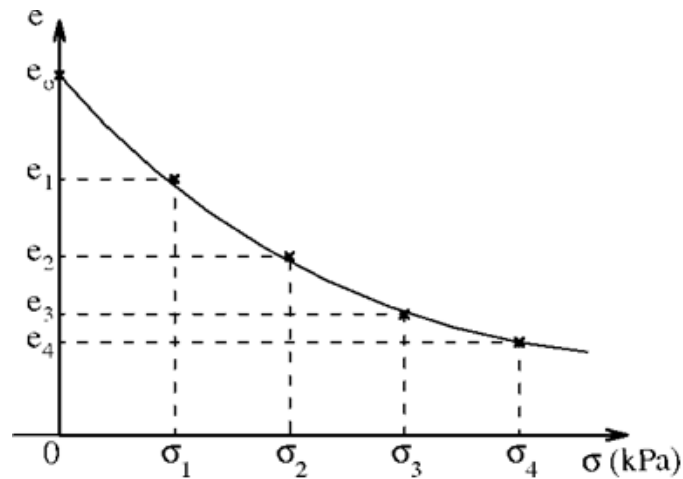
$$e_i = e_0 - \frac{S_i}{h_0} (1 + e_0) = e_0 - \Delta e_i$$

h_0 : chiều cao ban đầu của mẫu, tính bằng mm.

S_i : biến dạng của mẫu ở cấp áp lực thứ i, tính bằng mm.

b. Vẽ đường cong nén lún $e = f(\sigma)$:

- Mỗi cặp (e_i, σ_i) tương ứng là 1 điểm trên biểu đồ. Đánh dấu các điểm đó trên biểu đồ, sau đó, ta vẽ 1 đường cong logarit trơn đi gần các điểm.



Biểu đồ đường cong nén lún

c. Xác định hệ số nén lún a , môđun nén:

Hệ số nén lún a :

$$a_{i,i+1} = \frac{e_i - e_{i+1}}{\sigma_{i+1} - \sigma_i}$$

Hệ số nén lún tương đối a_0 (còn gọi là hệ số nén thể tích m_v)

$$m_{v0} = a_0 = \frac{a}{1 + e_1} \quad ; \quad m_{vi} = \frac{a_{i,i+1}}{1 + e_i} \quad : \text{Hệ số cố kết}$$

Môđun nén E:

$$E_{i,i+1} = \frac{1 + e_i}{a_{i,i+1}} \beta \quad \text{hay} \quad E_{i,i+1} = \frac{\beta}{m_v}$$

$$\text{Với: } \beta = 1 - \frac{2\mu_0^2}{1 - \mu_0}$$

μ_0 : hệ số nở hông (hệ số Poisson)

TÓM LƯỢC CUỐI BÀI

Bài học đã cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Vai trò, ý nghĩa tính chất cơ học của đất
- Cách thí nghiệm xác định khả năng chống cắt của đất bằng phương pháp cắt trực tiếp
- Cách thí nghiệm xác định các tham số đặc trưng tính nén của đất
- Ý nghĩa, tiêu chuẩn về tính chống cắt, tính biến dạng (tính nén) của đất

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1. Tính chống cắt của đất là gì? Cách xác định các tham số đặc trưng cho khả năng chống cắt của đất?

Câu 2. Tính biến dạng (tính nén) của đất là gì? Cách xác định các tham số đặc trưng tính nén của đất?

Câu 3. Xác định các chỉ tiêu c , φ của một mẫu đất dính. Biết khi cắt mẫu đất này bằng máy cắt trực tiếp được các kết quả như sau:

Áp lực thẳng đứng σ (daN/cm ²)	Sức chống cắt τ (daN/cm ²)
1	0,9425
2	1,3489
3	1,7734

Bài giải:

Áp dụng định luật Coulomb cho trường hợp đất dính:

$$\tau_{gh} = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c$$

Thay số ứng với trường hợp áp lực thẳng đứng lần lượt là 1 và 2 daN/cm²:

$$\begin{cases} 0,9425 = 1 \cdot \operatorname{tg} \varphi + c \\ 1,3489 = 2 \cdot \operatorname{tg} \varphi + c \end{cases}$$

Giải hệ được: $c = 0,5361 \text{ daN} / \text{cm}^2$; $\operatorname{tg} \varphi = 0,4064 \Rightarrow \varphi = 22,1^\circ$

Thử lại với mẫu 3: $3 \cdot \operatorname{tg}(22,1^\circ) + 0,5361 = 1,7542 \approx 1,7734$

Vậy mẫu đất thí nghiệm là đất dính có: $c = 0,5361 (\text{daN} / \text{cm}^2)$; $\varphi = 22,1^\circ$

Câu 4.

Số liệu thí nghiệm nén đất 1 chiều thu được kết quả như sau:

Ứng suất nén σ (KG/cm ²)	0,5	1	2	4	8
Độ lún S (mm)	0,96	1,39	1,75	2,08	2,24

Hãy vẽ đường cong nén $e = f(\sigma)$ và xác định hệ số nén của đất khi ứng suất nén thay đổi từ $0,75 \text{ KG/cm}^2$ đến 2 KG/cm^2 . Biết rằng chiều cao ban đầu của mẫu đất $h_0=20\text{mm}$ và hệ số rỗng ban đầu $1,05$.

Bài giải:

Hệ số rỗng tương ứng với cấp áp lực thứ i :

$$e_i = e_0 - (1 + e_0) \cdot \frac{S_i}{h_0}$$

Suy ra:

$$e_1 = e_0 - (1 + e_0) \cdot \frac{S_1}{h_0} = 1,05 - (1 + 1,05) \cdot \frac{0,96}{20} = 0,9516$$

Tương tự

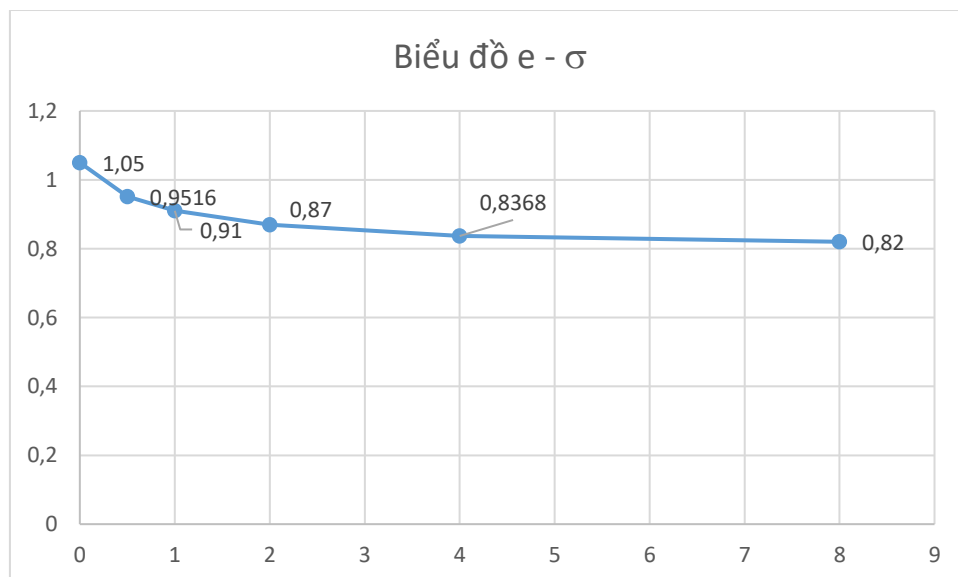
$$e_2 = 1,05 - (1 + 1,05) \cdot \frac{1,39}{20} = 0,91$$

$$e_3 = 1,05 - (1 + 1,05) \cdot \frac{1,75}{20} = 0,87$$

$$e_4 = 1,05 - (1 + 1,05) \cdot \frac{2,08}{20} = 0,8368$$

$$e_5 = 1,05 - (1 + 1,05) \cdot \frac{2,24}{20} = 0,82$$

→ Đường cong nén:



Hệ số nén lún a khi ứng suất nén thay đổi từ $0,75 \text{ KG/cm}^2$ đến 2 KG/cm^2 được tính theo công thức:

$$a_{(\sigma_1 \rightarrow \sigma_2)} = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2 - \sigma_1}$$

e_1 và e_2 có thể tra biểu đồ hoặc nội suy

$$e_1 = \frac{0,9516 + 0,91}{2} = 0,93$$

Vậy

$$a = \frac{0,93 - 0,87}{2 - 0,75} = 0,048 \text{ (cm}^2/\text{Kg)}$$

Câu 5.

Hãy vẽ đường cong nén $e = f(p)$ và xác định hệ số nén lún tương đối cho cấp tải từ 1 \rightarrow 2 KG/cm² biết kết quả nén không nở hông mẫu đất có $F=50\text{cm}^2$, $h_0=2,54\text{cm}$, $\gamma_s=2,65 \text{ G/cm}^3$, khi sấy khô cân được trọng lượng 185,5G.

Áp lực p (KG/cm ²)	0	1	2	3	4
Độ lún S (mm)	0	1,24	1,71	2,1	2,35

Bài giải:

Xuất phát từ công thức:

$$e_0 = \frac{\gamma_s}{\gamma_k} - 1$$

$$\gamma_k = \frac{Q_s}{V} = \frac{Q_s}{F \cdot h} = \frac{185,5}{50 \cdot 2,54} = 1,46 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$\rightarrow e_0 = \frac{2,65}{1,46} - 1 = 0,815$$

Vậy:

$$e_i = e_0 - (1 + e_0) \cdot \frac{S_i}{h_0}$$

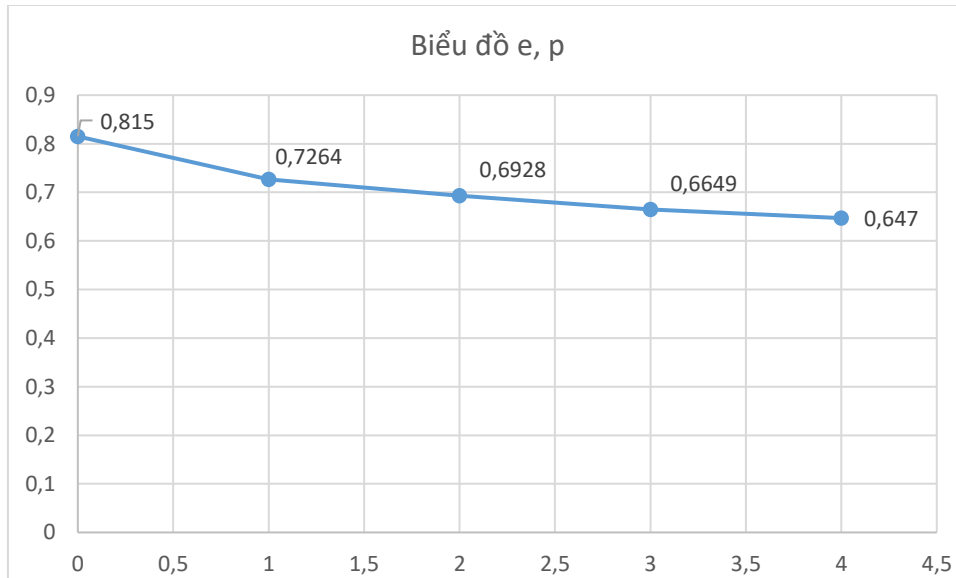
Lần lượt tính các giá trị e_i ta có kết quả như sau:

$$e_1 = 0,815 - (1 + 0,815) \cdot \frac{1,24}{25,4} = 0,7264$$

$$e_2 = 0,815 - (1 + 0,815) \cdot \frac{1,71}{25,4} = 0,6928$$

$$e_3 = 0,815 - (1 + 0,815) \cdot \frac{2,1}{25,4} = 0,6649$$

$$e_4 = 0,815 - (1 + 0,815) \cdot \frac{2,35}{25,4} = 0,647$$



Hệ số nén lún a tương ứng với cấp tải thay đổi từ 1 KG/cm^2 đến 2 KG/cm^2 được tính theo công thức:

$$a = \frac{0,7264 - 0,6928}{2 - 1} = 0,0336 \text{ (cm}^2/\text{Kg)}$$

Hệ số nén lún tương đối tương ứng với cấp tải thay đổi từ 1 KG/cm^2 đến 2 KG/cm^2 được tính theo công thức:

$$a_o = \frac{a}{1 + e_1} = \frac{0,0336}{1 + 0,7264} = 0,0195 \text{ (cm}^2/\text{Kg)}$$

TÀI LIỆU HỌC TẬP

- [1]. Nguyễn Cao Đức – Nguyễn Mạnh Phát – Trịnh Hồng Tùng – Phạm Hữu Hanh, Giáo trình thí nghiệm vật liệu xây dựng , NXB Xây dựng , năm 2010.
- [2]. Ngô Tấn Đước , Thí nghiệm cơ học đất, NXB Xây dựng , năm 2015.
- [3]. Bộ Xây dựng, Tiêu chuẩn về phương pháp thử vật liệu xây dựng, NXB Xây dựng, năm 2020.
- [4]. Tập 8,10,11 ;Tuyển tập tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, NXB Xây dựng, năm 2023