

GS. TSKH. PHÙNG VĂN LỰ

Giáo trình **VẬT LIỆU XÂY DỰNG**

SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ THCN - DẠY NGHỀ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

GS. TSKH. PHÙNG VĂN LỰ

Giáo trình
VẬT LIỆU XÂY DỰNG

(Dành cho hệ đào tạo Trung học chuyên nghiệp và Dạy nghề)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Lời nói đầu

Vật liệu xây dựng chiếm một vị trí đặc biệt quan trọng trong các công trình xây dựng. Chất lượng của vật liệu có ảnh hưởng lớn đến chất lượng và tuổi thọ công trình. Muốn sử dụng vật liệu đạt hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao cần hiểu biết về vật liệu xây dựng.

Giáo trình "Vật liệu xây dựng" được biên soạn theo đề cương chương trình đào tạo trung học kỹ thuật xây dựng, trình bày mối quan hệ hữu cơ giữa thành phần nguyên liệu, những đặc điểm của quá trình công nghệ với tính chất của sản phẩm xây dựng.

Trên cơ sở thẩm nhuận quan điểm "Cơ bản - Hiện đại - Việt Nam", trong quá trình biên soạn, tác giả đã cố gắng để nội dung cuốn sách tiếp cận với những thành tựu khoa học công nghệ mới nhất của thế giới và của Việt Nam. Bên cạnh đó cuốn sách còn bám sát những quy định và những phương pháp thử cơ lý của các loại vật liệu thông dụng theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

Cuốn sách được dùng làm tài liệu học tập cho học sinh các trường Trung học kỹ thuật Xây dựng, đồng thời cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo hữu ích cho các cán bộ kỹ thuật, các công nhân... làm việc trong lĩnh vực xây dựng cơ bản.

Trong quá trình biên soạn chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc. Các ý kiến góp ý xin gửi về Công ty cổ phần sách Đại học - Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

TÁC GIẢ

Chương 1

CÁC TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Quá trình làm việc trong kết cấu công trình, vật liệu phải chịu tác động của tải trọng bên ngoài, của môi trường xung quanh. Tải trọng sẽ gây ra biến dạng và ứng suất trong vật liệu. Do đó, để kết cấu công trình làm việc an toàn thì trước tiên vật liệu phải có các tính chất cơ học yêu cầu (tính biến dạng, cường độ, độ cứng...). Ngoài ra, vật liệu phải có đủ độ bền vững để chống lại các tác dụng vật lý và hoá học của môi trường như tác dụng của không khí, hơi nước, nước và các hợp chất tan trong nước, của sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng mặt trời... Trong một số trường hợp, đối với vật liệu còn có những yêu cầu riêng về nhiệt, âm, chống phóng xạ... Như vậy, yêu cầu về tính chất của vật liệu rất đa dạng.

Các tính chất của vật liệu phải được xác định theo những điều kiện và phương pháp tiêu chuẩn của nhà nước (TCVN). Ngoài TCVN còn có tiêu chuẩn cấp Ngành, cấp Bộ.

1.2. CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CHỦ YẾU

1.2.1. Khối lượng riêng

1.2.1.1. Định nghĩa

Khối lượng riêng của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu trạng thái hoàn toàn đặc (không có lỗ rỗng).

Khối lượng riêng được ký hiệu bằng ρ và tính theo công thức :

$$\rho = \frac{m}{V_a} \quad (\text{g/cm}^3 ; \text{kg/l} ; \text{kg/m}^3 ; \text{t/m}^3)$$

Trong đó :

m : Khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô (g, kg, t).

V_a : Thể tích hoàn toàn đặc của vật liệu (cm^3 , m^3 , l).

1.2.1.2. Cách xác định

- Việc xác định khối lượng của vật liệu được thực hiện bằng cách sấy mẫu thí nghiệm ở nhiệt độ $t^{\circ} = 105 \div 110^{\circ}\text{C}$ cho đến khi khối lượng không đổi rồi cân chính xác tới $\pm 0,1\text{g}$.

- Thể tích đặc của vật liệu tùy thuộc từng loại vật liệu mà có cách xác định khác nhau.

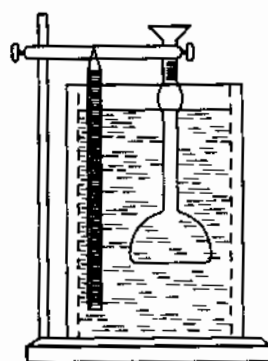
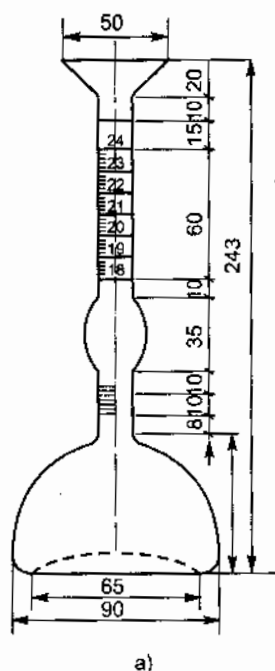
+ Với vật liệu đặc (thép, kính) hình dạng hình

học rõ ràng, ta thả mẫu vật liệu vào bình chất lỏng, thể tích chất lỏng dâng lên chính là thể tích đặc của vật liệu.

+ Vật liệu có lỗ rỗng (gạch, bê tông, cát, đá...) thì V_a được xác định bằng phương pháp bình tỷ trọng. Mẫu được sấy khô rồi nghiền nhỏ, sàng qua sàng tiêu chuẩn (0,2 mm) cân khối lượng bột vật liệu được m_1 , cho bột vật liệu vào bình tỷ trọng (hình 1.1) có chứa nước. Nếu chất lỏng trong bình là V_1 sau khi cho bột vật liệu vào, mức chất lỏng dâng lên tới V_2 , đem cân lượng bột vật liệu còn lại được m_2 , thì :

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V_2 - V_1} \quad (\text{g/cm}^3)$$

❖ **Lưu ý :** Chất lỏng dùng để thí nghiệm phải không có phản ứng hoá học với vật liệu. Ví dụ : Khi xác định thể tích đặc của bột xi măng ta dùng xăng mà không được dùng nước.



Hình 1.1. Bình tỷ trọng xác định khối lượng riêng

Khối lượng riêng phụ thuộc vào thành phần hoá học, thành phần khoáng vật và cấu trúc của vật liệu.

Giá trị khối lượng riêng của vật liệu biến đổi trong một phạm vi hẹp, đặc biệt những vật liệu cùng loại có khối lượng riêng tương tự nhau. Ví dụ : Gạch đất sét: $2,65 \text{ g/cm}^3$, bê tông xi măng $2,6 \text{ g/cm}^3$, cát $2,6 \text{ g/cm}^3$.

Khối lượng riêng được ứng dụng để phân biệt những loại vật liệu khác nhau và tính toán thành phần của một số loại vật liệu như vữa, bê tông.

1.2.2. Khối lượng thể tích

1.2.2.1. 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 các lỗ rỗng).

Khối lượng thể tích được ký hiệu bằng ρ_v và được xác định bằng công thức :

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

Trong đó :

m : Khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô (g, kg, t)

V_0 : Thể tích tự nhiên của vật liệu (cm^3 , m^3 , dm^3 , l).

1.2.2.2. Cách xác định

– Việc xác định khối lượng của vật liệu được thực hiện bằng cách sấy mẫu thí nghiệm ở nhiệt độ $t^0 = 105 \div 110^0\text{C}$ cho đến khi khối lượng không đổi rồi cân chính xác tới $\pm 0,1 \text{ g}$.

– Thể tích tự nhiên của vật liệu tùy theo từng trường hợp mà có phương pháp xác định khác nhau.

+ Với mẫu có hình dạng hình học rõ ràng ta đo kích thước chính xác tới $\pm 0,1\text{mm}$ rồi dùng công thức hình học để tính V_0 .

+ Với mẫu không có hình dạng hình học rõ ràng, sau khi sấy khô cân mẫu được m_1 , lấy parafin đun chảy rồi dùng bút lông quét bao bọc mẫu vật liệu đem cân được m_2 . Thả mẫu vật liệu vào bình chứa chất lỏng. Mức chất lỏng ban đầu là V_1 , khi cho mẫu vật liệu đã bao bọc parafin vào, mức chất lỏng dâng lên là V_2 , thể tích parafin đã bao bọc mẫu vật liệu là V_p thì thể tích tự nhiên của vật liệu sẽ là :

$$V_0 = V_2 - V_1 - V_p$$

Trong đó : $V_p = \frac{m_2 - m_1}{\rho_{vp}} \text{ cm}^3$

ρ_{vp} : Khối lượng thể tích của parafin (0,93 g/cm³).

Với các loại vật liệu rời (xi măng, cát, sỏi), thì ta đổ vật liệu đã sấy khô từ một chiều cao nhất định xuống một cái ca có thể tích biết trước, rồi cân khối lượng của vật liệu ở trong ca, khối lượng thể tích sẽ bằng :

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

Trong đó : m : Khối lượng vật liệu đã đổ đầy vào ca (g, kg)

V_0 : Thể tích của ca (cm³, lít).

Khối lượng thể tích phụ thuộc vào loại vật liệu, cấu tạo của vật liệu. Với vật liệu cùng loại nhưng cấu tạo (đặc, rỗng) khác nhau thì giá trị khối lượng thể tích cũng khác nhau.

Giá trị khối lượng thể tích của vật liệu xây dựng biến đổi trong phạm vi rộng. Ví dụ : bê tông từ 500 ÷ 2400 (kg/m³), gạch từ 1200 ÷ 1900 (kg/m³).

Khối lượng thể tích được ứng dụng để dự đoán một số tính chất của vật liệu như : cường độ chịu lực, độ đặc, độ rỗng, khả năng hút nước... Ngoài ra khối lượng thể tích còn được sử dụng để tính toán khối lượng bản thân kết cấu, tính toán cấp phối cho bê tông, vữa.

1.2.3. Độ đặc và độ rỗng

1.2.3.1. Độ đặc

Độ đặc của vật liệu là tỷ số giữa thể tích đặc với thể tích tự nhiên của vật liệu.

Độ đặc được ký hiệu bằng "đ" và xác định theo công thức :

$$đ = \frac{V_a}{V_0} \text{ hoặc } đ = \frac{V_a}{V_0} \times 100\%$$

Vì $V_a = \frac{m}{\rho}$ và $V_0 = \frac{m}{\rho_v}$ nên $đ = \frac{V_a}{V_0} = \frac{\rho_v}{\rho} \times 100\%$

Đa số các loại vật liệu đều có độ đặc nhỏ hơn 100%, riêng một số loại vật liệu như thép, kính thì đ = 100%.

Độ đặc của vật liệu phụ thuộc vào mức độ rỗng của vật liệu và biến đổi trong phạm vi rộng.

Thông qua độ đặc của vật liệu có thể dự đoán một số tính chất của vật liệu như cường độ chịu lực, khả năng cách nhiệt, mức độ hút nước...

1.2.3.2. Độ rỗng

Độ rỗng của vật liệu là tỷ số giữa thể tích rỗng với thể tích tự nhiên của vật liệu.

Độ rỗng được ký hiệu bằng r và tính theo công thức :

$$r = \frac{V_r}{V_0} \quad \text{hoặc} \quad r = \frac{V_r}{V_0} \times 100\%$$

Trong đó : V_r : Thể tích của tất cả các lỗ rỗng trong vật liệu.

V_0 : Thể tích tự nhiên của vật liệu.

Vì : $V_r = V_0 - V_a$.

$$\text{Nên :} \quad r = \frac{V_0 - V_a}{V_0} = 1 - \frac{V_a}{V_0} = 1 - \frac{\rho_v}{\rho} \quad \text{hoặc} \quad r = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho} \right) \times 100\%$$

Lỗ rỗng trong vật liệu bao gồm lỗ rỗng kín và lỗ rỗng hở, lỗ rỗng hở là lỗ rỗng thông với môi trường bên ngoài. Vật liệu chứa nhiều lỗ rỗng kín thì cách nhiệt tốt, chứa nhiều lỗ rỗng hở thì hút ẩm, hút nước cao.

Độ rỗng của vật liệu cũng biến đổi trong phạm vi rộng. Ví dụ : Gạch đất sét $15 \div 50$ (%), bê tông $10 \div 81$ (%), thủy tinh $0 \div 88$ (%).

Cũng giống như độ đặc, thông qua độ rỗng có thể dự đoán một số tính chất của vật liệu như : cường độ chịu lực, khả năng cách nhiệt, độ hút nước...

1.2.4. Các tính chất của vật liệu liên quan đến nước

1.2.4.1. Độ ẩm

Độ ẩm là tỷ số giữa khối lượng nước tự nhiên có trong vật liệu với khối lượng vật liệu khô.

Độ ẩm được ký hiệu là W và xác định theo công thức :

$$W = \frac{m_n}{m_k} \times 100\% = \frac{m_a - m_k}{m_k} \times 100\%$$

Trong đó : m_n : Khối lượng của nước mà vật liệu hút vào từ không khí tại thời điểm thí nghiệm.

m_a, m_k : Khối lượng của vật liệu khi ẩm và khi khô.

Để xác định độ ẩm của vật liệu ta lấy mẫu vật liệu trong môi trường không khí đem cân được m_a , mang mẫu này sấy khô ở nhiệt độ $t^0 = 105 \div 110^0C$ cho tới khi khối lượng không đổi đem cân được m_k , dùng công thức tính tìm độ ẩm.

Độ ẩm của vật liệu phụ thuộc vào độ ẩm của không khí, độ rỗng, đặc tính của lỗ rỗng và thành phần của vật liệu. Độ rỗng càng lớn, lỗ rỗng càng hở thì độ ẩm sẽ cao.

Khi độ ẩm của vật liệu tăng sẽ làm cho thể tích của một số vật liệu tăng, khả năng thu nhiệt cũng tăng nhưng cường độ chịu lực và khả năng cách nhiệt thì giảm đi.

1.2.4.2. Độ hút nước

Độ hút nước là chỉ tiêu đánh giá khả năng hút và giữ nước của vật liệu khi ta ngâm vật liệu vào nước ở điều kiện thường.

Độ hút nước được xác định theo khối lượng và theo thể tích.

Độ hút nước theo khối lượng là tỷ số giữa khối lượng nước mà vật liệu hút vào với khối lượng vật liệu khô.

Độ hút nước theo khối lượng được ký hiệu là W_p và xác định theo công thức :

$$W_p = \frac{m_n}{m_k} \times 100\% = \frac{m_u - m_k}{m_k} \times 100\%$$

Độ hút nước theo thể tích là tỷ số giữa thể tích nước mà vật liệu hút vào với thể tích tự nhiên của vật liệu.

Độ hút nước theo thể tích được ký hiệu là W_v và xác định theo công thức :

$$W_v = \frac{V_n}{V_0} \times 100\% = \frac{m_u - m_k}{V_0 \times \rho_n} \times 100\% \text{ hay } W_v = \rho_v \times \frac{W_p}{\rho_n}$$

Trong đó : m_n, V_n : Khối lượng và thể tích nước mà vật liệu đã hút.

ρ_n : Khối lượng riêng của nước ($\rho_n = 1 \text{ g/cm}^3$).

m_u, m_k : Khối lượng của vật liệu khi đã hút nước (ướt) và khi khô.

V_0 : Thể tích tự nhiên của vật liệu.

Để xác định độ hút nước của vật liệu, ta lấy mẫu vật liệu đã sấy khô đem cân được m_k rồi ngâm vào nước. Tùy từng loại vật liệu mà thời gian ngâm nước dài ngắn khác nhau. Sau khi vật liệu hút no nước, vớt ra đem cân trước m_u rồi xác định độ hút nước theo khối lượng hoặc theo thể tích bằng các công thức trên.

Độ hút nước của vật liệu phụ thuộc vào độ rỗng, đặc tính của lỗ rỗng và thành phần của vật liệu. Ví dụ: Độ hút nước theo khối lượng của đá granit $0,02 \div 0,7\%$, của bê tông nặng $2 \div 4\%$, của gạch đất sét $8 \div 20\%$.

Khi độ hút nước tăng lên sẽ làm cho thể tích của vật liệu và khả năng thu nhiệt tăng nhưng cường độ chịu lực và khả năng cách nhiệt giảm đi.

1.2.4.3. Độ bão hoà nước

Độ bão hoà nước là chỉ tiêu đánh giá khả năng hút nước lớn nhất của vật liệu trong điều kiện cưỡng bức bằng nhiệt độ hay áp suất.

Độ bão hoà nước cũng được xác định theo khối lượng và theo thể tích, tương tự như độ hút nước trong điều kiện thường.

Độ bão hoà nước theo khối lượng:

$$W_p^{BH} = \frac{m_n^{BH}}{m_k} \times 100\% \text{ hay } W_p^{BH} = \frac{m_u^{BH} - m_k}{m_k} \times 100\%$$

Độ bão hoà nước theo thể tích:

$$W_v^{BH} = \frac{V^{BH}}{V_0} \times 100\% = \frac{m_u^{BH} - m_k}{V_0 \times \rho_n} \times 100\% \text{ hay } W_v^{BH} = \frac{\rho_v \times W_p^{BH}}{\rho_n}$$

Trong đó:

m_n^{BH} : Khối lượng và thể tích nước mà vật liệu hút vào khi bão hoà.

m_u^{BH}, m_k : Khối lượng của mẫu vật liệu khi đã bão hoà nước và khi khô.

V_0 : Thể tích tự nhiên của vật liệu.