CK.0000068059

GS. TS. PHÙNG VĂN LỰ

VẬT LIỆU VÀ SẢN PHẨM TRONG XÂY DỰNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

GS. TS. PHÙNG VĂN LỰ

VẬT LIỆU VÀ SẢN PHẨM TRONG XÂY DỰNG

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Sự phát triển của tất cả các ngành kĩ thuật, như chế tạo máy, luyện kim, kĩ thuật điện và điện tử, xây dựng dân dụng và công nghiệp, xây dựng cầu đường, đều liên quan đến vật liệu. Ở lĩnh vực nào cũng cần đến những vật liệu với tính năng ngày càng đa dạng và chất lượng ngày càng cao. Vì vậy, phát triển vật liệu đã trở thành một trong những hướng mũi nhọn của nền kinh tế mỗi nước.

Trong lĩnh vực xây dựng, vật liệu xây dựng chiếm một vị trí đặc biệt, quyết định chất lượng và tuổi thọ của công trình xây dựng. Do đó, trong chương trình đào tạo đại học, kiến thức về vật liệu xây dựng đã trở thành yêu cầu quan trọng đối với các ngành kĩ thuật xây dựng và các ngành có liên quan khác. Người kĩ sư xây dựng tương lai cần phải có những hiểu biết cơ bản về vật liệu xây dựng nói chung, các tính năng và phạm vi sử dụng của từng nhóm vật liệu nói riêng, từ đó có thể lựa chọn đúng loại vật liệu cần thiết sử dụng cho mục đích cụ thể, đáp ứng các yêu cầu kĩ thuật và kinh tế mong muốn.

Trọng tâm kiến thức trong lĩnh vực vật liệu xây dựng là sự hiểu biết chung về mối quan hệ giữa cấu trúc và tính chất, đối với vật liệu kết cấu chủ yếu là tính chất cơ học, đối với vật liệu chuyên dùng có thể là tính cách nhiệt, cách âm, tính chống ăn mòn, tính chống thấm nước, thấm hơi và thấm khí...

Nhằm đáp ứng các chương trình đào tạo mới theo ngành rộng, cuốn sách "Vật liệu và sản phẩm xây dựng" được biên soạn phục vụ việc giảng dạy và học tập cho các ngành kĩ thuật xây dựng ở các trường đại học. Cuốn sách cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho cán bộ kĩ thuật và kĩ sư xây dựng...

Việc biên soạn cuốn sách này đã bám sát yêu cầu của hệ thống tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn nước ngoài có liên quan. Tác giả đã cố gắng sử dụng những hiểu biết và kinh nghiệm, cũng như thực tế Việt Nam tích lũy được trong hàng chục năm công tác, giảng dạy và thực tiễn; đồng thời tham khảo chương trình giảng dạy đại học và các tài liệu về vật liệu xây dựng của một số nước tiên tiến xuất bản trong những năm gần đây. Cuốn sách gồm 3 phần:

Phần 1: "Cơ sở vật liệu học công trình" *giới thiệu những kiến thức chung nhất về cấu trúc, tính chất của vật liệu xây dựng và cả những khái niệm chung về vật liệu composit - một hệ thống đi thể tạo ra hiệu quả tổng hợp, một chất lượng mới cho vật liệu.*

Phần 2: "Vật liệu và sản phẩm xây dựng" *giới thiệu các nhóm vật liệu sử dụng phổ biến trong xây dựng: - Vật liệu và sản phẩm chế tạo bằng cách gia công nhiệt nguyên liệu khoáng;*

- Vật liệu và sản phẩm trên cơ sở chất kết dính vô cơ;

- Vật liệu và sản phẩm có công dụng đặc biệt.

Phần 3: "Vật liệu xây dựng trong kết cấu nhà và công trình" *đề cập đến những dạng kết cấu chủ yếu chế tạo từ kim loại, từ bêtông và bêtông cốt thép, từ gỗ và từ chất dẻo. Trong phần này còn giới thiệu các phương pháp bảo vệ kết cấu xây dựng khỏi bị ăn mòn và các biện pháp sửa chữa, phục hồi chức năng của kết cấu xây dựng.*

Trong quá trình biên soạn cuốn sách, tác giả đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp quý báu của nhiều nhà khoa học. Tác giả xin chân thành cám ơn.

Để ngày càng hoàn thiện chương trình giảng dạy cũng như nội dung cụ thể của cuốn sách này, tác giả mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của độc giả, xin gửi về địa chỉ: Bộ môn Vật liệu xây dựng - Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

Tác giả

Phần I

CƠ SỞ CỦA VẬT LIỆU HỌC CÔNG TRÌNH

Chương 1

CẤU TRÚC VÀ TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

1.1. Khái niệm chung

1.1.1. Phân loại vật liệu xây dựng

Vật liệu xây dựng được phân loại theo 2 cách chính :

a) Theo bản chất

Theo bản chất vật liệu xây dựng được phân ra 3 loại chính sau đây :

(1) Vật liệu vô cơ bao gồm các loại vật liệu đá thiên nhiên, các loại vật liệu nung, các chất kết dính vô cơ, bêtông, vữa và các loại vật liệu đá nhân tạo không nung khác.

(2) Vật liệu hữu cơ: bao gồm các loại vật liệu gỗ, tre, các loại nhựa bitum và guđrông, các loại chất dẻo, sơn, vecni v.v...

(3) Vật liệu kim loại : bao gồm các loại vật liệu và sản phẩm bằng gang, thép các loại vật liệu bằng kim loại màu và hợp kim.

b) Theo nguồn gốc

Theo nguồn gốc vật liệu xây dựng được phân ra 2 nhóm chính : vật liệu đá nhân tạo và vật liệu đá thiên nhiên.

Vật liệu đá nhân tạo: được hình thành nhất thiết phải bằng sự "ximăng hóa" các loại cốt liệu nhiều cỡ hạt hoặc các dạng khác thành 1 khối đồng nhất bằng chất thứ 2 (chất kết dính) hoặc bằng liên kết thứ 2 (hóa, điện, kim loại v.v...) trong điều kiện nhà máy hay trực tiếp tại công trường . Chúng được gọi là nhân tạo vì trên vỏ trái đất còn có 1 nhóm vật liệu gọi là *vật liệu đá thiên nhiên*. Vật liệu đá thiên nhiên được hình thành trong một giai đoạn lịch sử lâu dài.

Theo tính toán, vật liệu sử dụng trong các công trình xây dựng có tới hơn 90% là vật liệu đá nhân tạo, và gần 10% là vật liệu khác.

Vật liệu đá nhân tạo là một nhóm vật liệu lớn rất phong phú và đa dạng, chúng được phân thành 2 nhóm phụ : vật liệu đá nhân tạo không nung và vật liệu đá nhân tạo nung.

Vật liệu đá nhân tạo không nung: nhóm vật liệu mà sự rắn chắc của chúng xẩy ra ở nhiệt độ không cao lắm và sự hình thành cấu trúc là kết quả của sự biến đổi hóa học và hoá lí của chất kết dính, ở trạng thái dung dịch (phân tử, keo, lỏng và rắn, pha loãng và đậm đặc).

Vật liệu đá nhân tạo nung: nhóm vật liệu mà sự rắn chắc của nó xảy ra chủ yếu là quá trình làm nguội của dung dịch nóng chảy. Dung dịch đó đóng vai trò là chất kết dính.

Đối với vật liệu đá nhân tạo khi thay đổi thành phần hạt của cốt liệu, thành phần khoáng hóa của chất kết dính, các phương pháp công nghệ và các loại phụ gia đặc biệt thì có thể làm thay đổi và điều chỉnh cấu trúc cũng như tính chất của vật liệu.

1.1.2. Phân loại tính chất của vật liệu xây dựng (VLXD)

Quá trình làm việc trong kết cấu công trình, vật liệu phải chịu sự tác dụng của tải trọng bên ngoài và 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. Ngoài ra, vật liệu còn phải có đủ độ bền vững chống lại các tác dụng vật lí và hóa 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 và độ ẩm, của gió, ánh sáng mặt trời, v.v... Trong một số trường hợp đối với vật liệu còn có những yêu cầu riêng về nhiệt, âm, chống phóng xạ v.v... Như vậy, yêu cầu về tính chất của vật liệu rất đa dạng. Song để nghiên cứu và sử dụng vật liệu, có thể phân tính chất của nó thành những nhóm như : nhóm tính chất đặc trưng cho trạng thái và cấu trúc, nhóm tính chất vật lí, tính chất cơ học, tính chất hóa học và một số tính chất mang ý nghĩa tổng hợp khác như tính công tác, tính tuổi thọ v.v...

Các tham số đặc trưng cho trạng thái và cấu trúc của vật liệu là những tính chất đặc trưng cho quá trình công nghệ, thành phần pha, thành phần khoáng hóa, thí dụ khối lượng riêng, khối lượng thể tích, độ rỗng, độ đặc, độ mịn, v.v...

Những tính chất vật lí xác định mối quan hệ của vật liệu với môi trường như tính chất có liên quan đến nước, đến nhiệt, điện, âm, tính lưu biến của vật liệu nhớt, dẻo...

Những tính chất cơ học xác định quan hệ của vật liệu với biến dạng và sự phá hủy nó dưới tác dụng của tải trọng, như cường độ, độ cứng, độ dẻo v. v...

Các tính chất hóa học có liên quan đến những biến đổi hóa học và độ bền vững của vật liệu đối với tác dụng của các nhân tố hóa học.

Để tránh những ảnh hưởng của các yếu tố khách quan trong quá trình thí nghiệm, các tính chất của vật liệu phải được xác định trong những điều kiện và phương pháp chuẩn theo quy định của tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam. Khi đó tính chất được xác định là những tính chất tiêu chuẩn. Ngoài các tiêu chuẩn nhà nước còn có các tiêu chuẩn cấp ngành, cấp bộ.

Các tiêu chuẩn có thể được bổ sung và chỉnh lí tùy theo trình độ sản xuất và yêu cầu sử dụng vật liệu.

Hiện nay ở nước ta, đối với một số loại VLXD chưa có tiêu chuẩn và yêu cầu kĩ thuật quy định thì có thể dùng các tiêu chuẩn của nước ngoài.

1.2. Sự phụ thuộc của tính chất vào cấu trúc và thành phần

1.2.1. Quan hệ giữa cấu trúc và tính chất

Cấu trúc của vật liệu được biểu thị ở ba mức : cấu trúc vĩ mô (cấu trúc có thể quan sát bằng mắt thường), cấu trúc vi mô (chỉ quan sát bằng kính hiển vi) và cấu trúc trong hay cấu tạo chất (phải dùng những thiết bị hiện đại để quan sát và nghiên cứu như kính hiển vi điện tử, phân tích rơngen...).

Cấu trúc vĩ mô. Bằng mắt thường người ta có thể phân biệt được các dạng cấu trúc này như : đá nhân tạo đặc, cấu trúc tổ ong, cấu trúc dạng sợi, dạng lớp, dạng hạt rời...

Vật liệu đá nhân tạo *đặc* rất phổ biến trong xây dựng như bêtông nặng, bêtông nhẹ cấu tạo đặc, vật liệu gốm và các loại khác. Những loại vật liệu này thường có cường độ, khả năng chống thấm, chống ăn mòn tốt hơn các vật liệu rỗng cùng loại, nhưng nó nặng nề và các tính chất về âm và nhiệt kém hơn. Bằng mắt thường cũng có thể nhìn thấy những liên kết "thô" của nó, thí dụ : thấy được lớp đá ximăng liên kết với hạt cốt liệu, độ dày của lớp đá, độ lớn của hạt cốt liệu, phát hiện được những vết rạn, nứt lớn v.v... Vật liệu cấu tạo *rỗng* có thể là những vật liệu có những lỗ rỗng lớn như bêtông khí, bêtông bọt, chất dẻo tổ ong hoặc những vật liệu có các lỗ rỗng bé (vật liệu gốm dùng đủ nước, dùng phụ gia cháy). Loại vật liệu này có cường độ, độ chống ăn mòn kém hơn vật liệu đặc cùng loại, nhưng khả năng cách nhiệt, cách âm tốt hơn. Lượng lỗ rỗng, kích thước, hình dạng, đặc tính và sự phân bố của chúng có ảnh hưởng lớn đến tính chất của vật liệu. Vật liệu có cấu tạo *dạng sợi*, như gỗ, các sản phẩm từ bông khoáng và bông thủy tinh, tấm sợi gỗ ép v.v... có cường độ, độ dẫn nhiệt và các tính chất khác rất khác nhau theo phương dọc và ngang thớ. Vật liệu có cấu tạo dạng lớp cũng là vật liệu có tính dị hướng (tính chất khác nhau theo các phương khác nhau).

Vật liệu *rời* như cốt liệu cho bêtông, vật liệu dạng bột (ximăng, bột vôi sống, ...) có các tính chất và công dụng khác nhau tùy theo thành phần, độ lớn và trạng thái bề mặt hạt.

Cấu trúc vi mô của vật liệu có thể là cấu tạo tinh thể hay vô định hình. Cấu tạo tinh thể và vô định hình chỉ là hai trạng thái khác nhau của một chất. Thí dụ oxit silic có thể tồn tại ở dạng tinh thể thạch anh hay dạng vô định hình (opan). Dạng tinh thể có độ bền và độ ổn định lớn hơn dạng vô định hình. SiO_2 tinh thể không tương tác với $Ca(OH)_2$ ở điều kiện thường, trong khi đó SiO_2 vô định hình thì lại có thể tương tác với $Ca(OH)_2$ ở ngay nhiệt độ thường.

Dạng vô định hình có thể chuyển sang dạng tinh thể bền hơn.

Một vấn đề có ý nghĩa thực tế lớn đối với vật liệu đá thiên nhiên và nhân tạo là hiện tượng đa hình - cùng một chất nhưng có thể tồn tại ở các dạng tinh thể khác nhau (dạng thù hình).

Đặc điểm của các chất có cấu tạo tinh thể là có nhiệt độ nóng chảy (ở áp suất không đổi) và có dạng hình học của tinh thể (ở mỗi dạng thù hình) nhất định.

Đơn tinh thể. Tính chất của đơn tinh thể (cường độ, tính dẫn nhiệt, dẫn điện, tốc độ hòa tan...) không giống nhau theo các phương khác nhau. Hiện tượng dị hướng đó là đặc điểm của cấu tạo bên trong của tinh thể. Trong xây dựng, người ta thường sử dụng những vật liệu đá đa tinh thể, có nghĩa là những vật liệu gồm những tinh thể khác nhau sắp xếp không theo một trật tự nhất định. Những vật liệu như vậy được coi như là vật liệu có tính đẳng hướng.

Cấu tạo bên trong của các chất là cấu tạo nguyên tử, phân tử, hình dáng kích thước của tinh thể, liên kết nội bộ giữa chúng. Cấu tạo bên trong của các chất quyết định cường độ, độ cứng, độ bền nhiệt và nhiều tính chất quan trọng khác.

Khi nghiên cứu các chất có cấu tạo tinh thể, người ta phải phân biệt chúng dựa vào đặc điểm của mối liên kết giữa các phần tử để tạo ra mạng lưới không gian. Tùy theo kiểu liên kết, mạng lưới này có thể được hình thành từ các nguyên tử trung hòa (kim cương, SiO_2) các ion ($CaCO_3$, kim loại), phân tử (nước đá).

Liên kết cộng hóa trị được hình thành từ những đôi điện tử dùng chung, trong những tinh thể của các chất đơn giản (kim cương, than chì) hay trong các tinh thể của hợp chất gồm hai nguyên tố (thạch anh, cacbuasilic, nitrua). Nếu hai nguyên tử giống nhau thì cặp điện tử dùng chung thuộc cả hai nguyên tử. Nếu hai nguyên tử có tính chất khác nhau thì cặp điện tử bị lệch về phía nguyên tố có tính chất á kim mạnh hơn, tạo ra liên kết cộng hóa trị có cực (H_2O). Những vật liệu có liên kết dạng này có cường độ, độ cứng cao và rất khó chảy.

Liên kết ion được hình thành trong các tinh thể vật liệu mà các nguyên tử khi tương tác với nhau nhường điện tử cho nhau hình thành các ion âm và ion dương. Các ion trái dấu hút nhau để tạo ra phân tử. Vật liệu xây dựng có liên kết loại này (thạch cao, anhiđrit, ...) có cường độ và độ cứng thấp, không bền nước. Trong những loại VLXD thường gặp như canxit, fenspat với những tinh thể phức tạp gồm cả liên kết cộng hóa trị và liên kết ion. Bên trong ion phức tạp CO_3^{-2} là liên kết cộng hóa trị. Nhưng chính nó liên kết với Ca^{+2} bằng liên kết ion ($CaCO_3$) có cường độ khá cao, nhưng độ cứng lại thấp. Fenspát có cường độ và độ cứng khá cao.

Liên kết phân tử được hình thành chủ yếu trong những tinh thể của các chất có liên kết cộng hóa trị. Tinh thể của các chất này bao gồm những nguyên tử liên kết với nhau bằng lực liên kết tương đối yếu - lực Vandecvan. Dưới tác dụng của nhiệt độ, liên kết này rất dễ bị phá hủy. Vì vậy các chất có liên kết phân tử có nhiệt độ nóng chảy thấp (thí dụ nước đá).

Liên kết silicat là liên kết phức tạp, được tạo thành từ khối bốn mặt SiO_4 liên kết với nhau bằng những đỉnh chung (những nguyên tử oxi chung) tạo thành mạng lưới không gian ba chiều với những tính chất đặc biệt tạo ra cho VLXD. Điều đó cho phép coi chúng như là các polime vô cơ. Thí dụ trong khoáng dạng sợi amiăng, những mạch silicát song song nhau gắn kết với nhau bằng những ion dương. Vì liên kết ion yếu hơn liên kết cộng hóa trị bên trong mạch, nên dưới tác dụng của lực cơ học amiăng dễ tách