

NGUYỄN BÁ ĐÔ (Chủ biên)
NGUYỄN VĂN HOA

SỔ TAY
BÊTÔNG VÀ BÊTÔNG CỐT THÉP



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI – 2005

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS, TS TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập: MỸ LỘC
Sửa bản in: MỸ LỘC
Trình bày và chế bản: PHÒNG MÁY TÍNH
Vẽ bìa: HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HUNG ĐẠO – HÀ NỘI

In 800 cuốn, khổ 14,5 x 20,5 cm, tại Nhà in KH&CN
Giấy phép xuất bản số: 150 - 329, ngày 4/2/2005
In xong và nộp lưu chiểu tháng 7 năm 2005.

LỜI NÓI ĐẦU

Sự ra đời bê tông cốt thép năm 1845 được đánh giá là sự kiện quan trọng nhất trong ngành xây dựng. Sở dĩ được đánh giá cao như vậy vì bê tông cốt thép có nhiều ưu điểm: chịu lực rất tốt (kể cả kéo, uốn, cắt), bền vững (tuổi thọ cao), chịu được trong môi trường khắc nghiệt, có khả năng chống ăn mòn,... Chính nhờ các ưu điểm này và ngày nay hai vật liệu chính của bê tông cốt thép là xi măng và cốt thép đã trở thành thông dụng, giá thành được rộng rãi người tiêu dùng chấp nhận, do vậy bê tông cốt thép được dùng cho hầu hết các công trình và bộ phận nhà (móng, cột, dầm, sàn, mái,...).

Cuốn sách này giúp bạn đọc chọn vật liệu để chế tạo từng loại bê tông và bê tông cốt thép, một số chú ý khi dùng bê tông và bê tông cốt thép, cách trộn, đổ, dầm, bảo dưỡng bê tông, ngâm nước xi măng, cách khắc phục một số khiếm khuyết khi thi công bê tông,...

Bạn đọc là những người không có chuyên môn về xây dựng có thể tham khảo cuốn sách này để tự thực hiện các công việc liên quan đến bê tông và bê tông cốt thép. Những người có chuyên môn về xây dựng (từ thợ xây trở lên) có thể tham khảo các số liệu trong sách này trong công việc của mình.

Mong cuốn sách này góp phần để xây nên những công trình và ngôi nhà bền vững và đẹp mắt.

CÁC TÁC GIẢ

I. CÁC LOẠI BÊTÔNG, BÊTÔNG CỐT THÉP VÀ MAC CỦA CHÚNG

A- CÁC LOẠI BÊTÔNG VÀ BÊTÔNG CỐT THÉP

Bê tông được người La Mã phát hiện ra ⁽¹⁾ ở thế kỷ II trước Công nguyên.

Bê tông là hỗn hợp xi măng, cốt liệu (cát, đá dăm hoặc sỏi, gạch vỡ, xỉ,...) trộn đều với nước và khi đông cứng thì trở thành một khối đặc chắc.

Khái niệm về bê tông cốt thép xuất hiện từ năm 1841, khi các nhà xây dựng ở Xume đưa sợi thực vật vào đất sét để được loại vật liệu vừa chịu nén vừa chịu kéo.

Bê tông cốt thép thực chất là hỗn hợp bê tông có đặt cốt thép ở trong bê tông.

Bê tông có các loại như sau:

1. Theo khối lượng thể tích γ_v (kg/m^3), có:

- Bê tông rất nặng, $\gamma_v > 2600$;
- Bê tông nặng, $\gamma_v = 2200 - 2600$;
- Bê tông vừa, $\gamma_v = 1800 - 2200$;
- Bê tông nhẹ, $\gamma_v = 1200 - 1800$;
- Bê tông rất nhẹ, $\gamma_v < 1200$.

2. Theo chất dính kết, có: bê tông xi măng, bê tông vôi thủy, bê tông thạch cao, bê tông đất sét, bê tông atphan,...

⁽¹⁾ Lúc đó chưa được gọi là bê tông và chỉ là loại vật liệu có các tính chất giống như bê tông.

3. Theo cốt liệu, có: bê tông sỏi, bê tông đá dăm, bê tông đá hộc, bê tông gạch vỡ, bê tông xỉ, bê tông cát đen,...
4. Theo công dụng, có: bê tông thông thường, bê tông mac cao, bê tông thuỷ công, bê tông làm đường, bê tông cách nhiệt, bê tông chịu axit,...
5. Theo cách chế tạo, có: bê tông trộn sẵn, bê tông đúc sẵn, bê tông đổ tại chỗ,...

Bê tông cốt thép cũng có các loại tương ứng như bê tông, ngoài ra còn có: bê tông cốt thép ứng suất trước, bê tông cốt thép uốn được, bê tông lưới thép,...

B. MAC CỦA BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

Mac của bê tông (ký hiệu là C) là trị số sức chịu nén (cường độ chịu nén) tối thiểu (giới hạn) trung bình của các mẫu bê tông khối lập phương mỗi cạnh 20cm, bảo dưỡng 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn (độ ẩm không khí 90 - 100%, nhiệt độ 15 - 20°C). Bê tông có mac: 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 và 600 (TCVN 6025 - 1995. Bê tông. Phân loại mac theo cường độ nén) và có thể 800, 1000 hoặc hơn (có khi dùng mac: 70, 80, 110, 140 và 170).

Mac của bê tông phụ thuộc chất lượng, mac và liều lượng xi măng, cốt liệu, tỷ lệ nước và xi măng, kỹ thuật trộn và đầm, chế độ bảo dưỡng, ... Mac của bê tông ngày càng tăng, nhất là thời gian đầu ⁽¹⁾, sau đó tăng chậm dần theo thời gian ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Sau 28 ngày mới đạt 100% mac thiết kế, chính vì vậy sau khi đổ bê tông cần phải bảo dưỡng (tưới nước hoặc giữ ẩm) để duy trì điều kiện thuận lợi cho bê tông đông cứng tốt.

⁽²⁾ Mac bê tông phát triển (tăng) đến hàng chục năm sau mới ngừng hẳn: 1 năm đạt 150%, 2 năm đạt 200%, 3 năm đạt 225%,...

Bê tông cốt thép có mac: 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800 và có thể đến 10 000 hoặc hơn (xem mục V.3).

II. CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

Cần biết các tính chất của bê tông và bê tông cốt thép để dùng chúng cho phù hợp.

A- CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG

1. Tính chịu lực của bê tông là khả năng chịu lực của nó khi đông cứng.

Tính chịu lực của bê tông đặc trưng bằng *mac* bê tông ⁽¹⁾

Bê tông chịu nén rất tốt nhưng chịu kéo, chịu uốn, chịu cắt lại kém (chịu kéo thua chịu nén đến 10 – 15 lần).

2. Tính chịu nước của bê tông là khả năng không bị mục rữa của nó khi ngâm trong nước hoặc trong môi trường ẩm ướt.

Bê tông chịu nước rất tốt.

3. Tính hút nước của bê tông là khả năng hút nước của nó.

Tính hút nước của bê tông đặc trưng bằng *độ hút nước*, *độ ngâm nước*, *độ ẩm* của nó, tính theo % khối lượng bê tông ở trạng thái khô, hoặc theo % thể tích bê tông.

Tính hút nước của bê tông phụ thuộc tính đặc chắc của bê tông.

Tính hút nước của bê tông ảnh hưởng lớn đến tính chịu lực, tính dẫn điện, khối lượng thể tích,... của bê tông. Khi độ hút nước tăng 1% thì tính chịu lực của nó có thể giảm 2 – 4%. Khi độ hút nước

⁽¹⁾ Mac bê tông xem ở mục I.B.

tăng thì tính truyền nhiệt, tính dẫn điện, khối lượng thể tích,... đều tăng.

4. Tính giữ nước của bê tông là khả năng giữ nước ⁽¹⁾ của nó trong quá trình trộn, vận chuyển và sử dụng bê tông.

Tính giữ nước của bê tông phụ thuộc loại bê tông, phương pháp trộn, chất lượng cốt liệu, lượng nước trộn,... Nước nhiều, cát hạt to thì tích giữ nước kém. Bê tông có tính giữ nước kém thì dễ bị phân tầng ⁽²⁾. Bê tông đã bị phân tầng thì phải trộn lại mới được dùng.

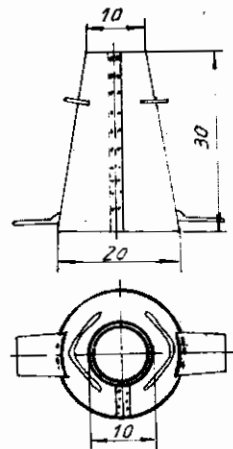
Muốn tăng tính giữ nước cho bê tông thì không được cho thêm nước, mà phải dùng phụ gia.

5. Tính chống thấm (còn gọi là *tính cách nước*) của bê tông là khả năng chống thấm của nó khi đã đông cứng.

Muốn bê tông có tính chống thấm tốt thì cần phải lựa chọn đúng liều lượng vật liệu theo yêu cầu chống thấm, chọn loại xi măng, nước trộn ít nhất, đầm và bảo dưỡng tốt, có thể dùng phụ gia chống thấm,...

6. Tính lưu động của bê tông là khả năng rải được thành lớp.

Tính lưu động của bê tông đặc trưng bằng *độ sụt hình nón cụt* (còn gọi là *độ sụt*) hoặc *độ lưu động*, *độ sệt*, *độ quánh*. Độ sụt của bê tông được xác định bằng "hình nón cụt". Dùng ống hình nón cụt làm bằng tôn nhẵn, dày, đường kính

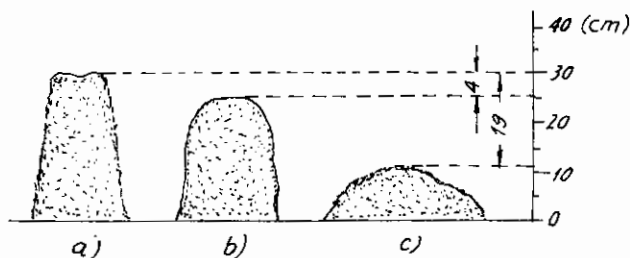


Hình 1

⁽¹⁾ Sự phân tầng của vữa là hiện tượng cát nặng sẽ chìm xuống dưới, hồ xi măng và nước nhẹ hơn thì nổi lên trên mặt vữa.

⁽²⁾ Khi còn là vữa bê tông.

miệng trên (bé) 10cm, miệng dưới (lớn) 20 cm, cao 30 cm (hình 1). Khi thí nghiệm, đổ bê tông vừa trộn vào ống làm ba lớp: lớp đầu (dưới) cao 10 cm, dùng que sắt đường kính 15 mm, dài 600 mm để đâm (chọc) từ ngoài vào trong 25 lần, lớp giữa và lớp trên làm tương tự. Sau khi đổ bê tông đầy ống, dùng bay gạt phẳng, từ từ rút ống lên và đo ngay chiều cao bê tông (hình 2). Hiệu chiều cao của ống (30 cm) và chiều cao bê tông là độ sụt.



Hình 2. Trị số độ sụt:

a/ 0- bê tông cứng; b/ 4cm – bê tông dẻo và c/ 19cm – bê tông chảy.

Bê tông có độ sụt lớn sẽ dễ thi công (trộn, đổ, đầm) nhưng lớn quá sẽ ảnh hưởng đến chất lượng bê tông,... Tùy theo yêu cầu mà chọn độ sụt thích hợp. Nhiệt độ càng cao thì độ sụt yêu cầu càng lớn. Để tăng độ sụt thì thêm xi măng hoặc dùng phụ gia chứ không được thêm nước.

Độ sụt yêu cầu đối với một số loại bê tông đổ tại chỗ như ở bảng 1.

Loại và tính chất kết cấu	Độ sụt (cm)	
	Đảm máy	Đảm tay
1. Lớp lót dưới móng hoặc nền nhà, nền đường và nền đường bay	0	0 – 2
2. Mặt đường và đường bay, nền nhà, kết cấu khối lớn không có hoặc ít cốt thép (tường chắn, móng, khối lớn)	0 – 2	2 – 4
3. Kết cấu khối lớn có cốt thép, bản, dầm, cột mặt cắt lớn hoặc trung bình	2 – 4	4 – 6
4. Kết cấu bê tông cốt thép có nhiều cốt thép, tường mỏng, Pfeu, xilô, cột mỏng, dầm bả bản mặt cắt bé, các kết cấu đổ bê tông bằng ván khuôn di động	5 – 8	8 – 12

7. Tính dẻo của bê tông là tính chất quan trọng của bê tông.

Tính dẻo của bê tông đặc trưng bằng *độ dẻo* của nó.

Độ dẻo của bê tông phụ thuộc liều lượng vật liệu, kỹ thuật nhào trộn,... và được xác định bằng dụng cụ gọi là côn Novicôv. Còn cắm vào vữa bê tông bao nhiêu centimet (cm) là số chỉ độ dẻo của bê tông. Độ dẻo của bê tông càng cao thì bê tông càng dẻo.

Muốn cho bê tông tăng dẻo có thể dùng phụ gia tăng dẻo (như nước xà phòng, nước bã giấy,...) khi trộn bê tông chứ không được thêm nước.

8. Tính co nở của bê tông thể hiện khi khô thì bê tông co tương đối lớn, còn khi ẩm ướt hoặc ngập nước thì nở không đáng kể.

Tính co nở của bê tông đặc trưng bằng *hệ số co nở* của nó.

Khi bê tông có quá nhiều xi măng hoặc quá nhiều nước thì hệ số co nở lớn, gây rạn nứt bê tông.

9. Tính chịu ăn mòn của bê tông là khả năng chịu ăn mòn (axit, bazơ, nước xâm thực,...) của nó.

10. Tính chịu mài mòn của bê tông là khả năng chịu mài mòn của nó.

Tính chịu mài mòn của bê tông phụ thuộc chủ yếu vào thành phần cấu tạo nên bê tông.

11. Tính truyền nhiệt của bê tông là khả năng truyền nhiệt của nó.

Tính truyền nhiệt của bê tông đặc trưng bằng *hệ số dẫn nhiệt*, phụ thuộc khối lượng thể tích, độ ẩm, nhiệt độ,... thường được xác định trong phòng thí nghiệm.

Bê tông có tính truyền nhiệt kém (kém hơn thép đến 50 lần).

Cần quan tâm đến tính truyền nhiệt của bê tông khi dùng nó làm kết cấu bao che (mái, tường ngoài, trần,...).

12. Tính chống cháy của bê tông là khả năng bắt cháy dưới tác dụng của lửa.

Bê tông là vật liệu không cháy.

13. Tính chịu nhiệt (còn gọi là *tính chịu lửa*) của bê tông là khả năng chịu và không bị biến dạng dưới tác dụng của nhiệt độ.

Tính chịu nhiệt của bê tông đặc trưng bằng *độ chịu nhiệt*, *thời hạn chịu nhiệt*.

Bê tông bình thường có thể chịu được đến 1000°C trong thời gian cho phép, khi đó các tính chất của bê tông không ảnh hưởng lắm, nhưng nếu thời gian chịu nhiệt đủ dài (như khi bị cháy lâu, ống

khối lò,...) thì giảm tính chịu lực ⁽¹⁾ nứt nẻ ⁽²⁾, không bảo vệ được cốt thép bên trong ⁽³⁾,...

Với bê tông thông thường khi chịu nhiệt độ cao trong thời gian đủ dài thì tính liên kết của xi măng trong bê tông sẽ bị giảm.

Muốn chịu được cháy lâu, dùng cho ống khói,... phải dùng bê tông chịu nhiệt.

14. Tính đặc chắc của bê tông được đặc trưng bằng độ đặc hoặc độ rỗng.

Độ đặc của bê tông chỉ lượng thể tích phần đặc trong toàn bộ thể tích bê tông, được xác định bằng tỷ số giữa phần thể tích đặc và thể tích toàn bộ, tính theo %, ký hiệu là d .

Độ đặc cao khi bê tông có cấu tạo đặc chắc, ngược lại độ đặc thấp chứng tỏ bê tông có cấu tạo không đặc chắc (nhiều lỗ rỗng).

Độ rỗng (còn gọi là *độ rỗng toàn phần*) của bê tông chỉ lượng thể tích phần rỗng chứa trong toàn bộ thể tích bê tông, được xác định bằng tỷ số phần thể tích rỗng và thể tích toàn bộ, cũng tính theo %, ký hiệu là r .

Như vậy:

$$d + r = 100\% = 1 \quad (1)$$

Do đó nếu biết độ đặc thì từ (1) ta biết được độ rỗng và ngược lại.

Tính đặc chắc của bê tông còn đặc trưng bằng *hệ số rỗng* ε của nó.

Để giảm độ rỗng trong bê tông nên dùng phụ gia khối silic.

⁽¹⁾ Có thể giảm tính chịu lực đến 25%.

⁽²⁾ Do phát sinh nội ứng suất nhiệt - ẩm.

⁽³⁾ Muốn bảo vệ được cốt thép bên trong phải dùng xi măng chịu nhiệt.

15. Thời gian ninh kết của bê tông là thời gian từ khi bê tông trộn với nước đến khi kết thúc ninh kết.

Thời gian ninh kết của bê tông phụ thuộc chủ yếu vào chất dính kết, ngoài ra còn phụ thuộc nhiệt độ, độ ẩm của điều kiện bảo dưỡng.

Thời gian ninh kết có thời gian bắt đầu ninh kết và thời gian kết thúc ninh kết.

Phải đầm xong bê tông trước thời gian kết thúc ninh kết.

Ngoài ra, bê tông còn có tính bền vững (tuổi thọ), tính dính kết, tính dòn, tính dẫn điện,...

B- CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG CỐT THÉP

Như ta đã biết, bê tông chịu nén rất tốt nhưng chịu kéo, chịu uốn và chịu cắt lại kém nên phải đặt cốt thép vào vùng chịu kéo, chịu uốn và chịu cắt của cấu kiện, vì cốt thép chịu kéo, chịu uốn và chịu cắt đều tốt. Ngoài ra khi đặt cốt thép trong bê tông thì cốt thép còn ngăn cản được vết nứt của bê tông và cùng bê tông chịu nén ⁽¹⁾, vì cốt thép cũng chịu nén tốt ⁽²⁾.

Bê tông và cốt thép là hai vật liệu có tính năng cơ - lý khác nhau nhưng sau khi bê tông đông cứng thì hỗn hợp bê tông cốt thép làm việc như một vật thể nguyên khối, nhờ hai điều kỳ diệu: hệ số co nở vì nhiệt hầu như bằng nhau và bê tông có khả năng bám chắc vào cốt thép. Ngoài ra bê tông còn tạo ra môi trường bảo vệ cho cốt thép khỏi bị ăn mòn và khỏi bị tác dụng trực tiếp của nhiệt độ, lại không gây phản ứng bất lợi cho cốt thép.

⁽¹⁾ Ngay cả các cấu kiện chịu nén người ta cũng đặt cốt thép để giảm tiết diện cấu kiện.

⁽²⁾ Qua nghiên cứu thấy rằng, cứ 1cm² diện tích cốt thép thì có thể chịu nén thay cho 15cm² diện tích bê tông.

Cốt thép trong bê tông cốt thép cần được bảo vệ chủ yếu là để cốt thép khỏi bị gỉ, bởi vì gỉ sẽ ngăn cản sự bám dính của bê tông vào cốt thép và gỉ có thể nở ra làm vỡ bê tông, làm cốt thép càng chóng gỉ hơn.

Sở dĩ bê tông bảo vệ được cốt thép là do quá trình tác dụng giữa ximăng và nước làm phát sinh chất kiềm. Độ kiềm càng mạnh thì tác dụng bảo vệ cốt thép càng tốt.

Qua nghiên cứu thấy rằng, cốt thép trong bê tông được bảo vệ khi bê tông đặc chắc, lớp bảo vệ phải dày $\geq 20\text{mm}$ và lượng ximăng trong bê tông phải lớn hơn 200 kg trong 1m^3 bê tông.

Lớp bê tông bảo vệ không được rỗ, nứt nẻ, xốp, vì sẽ làm cho khí ẩm có thể thâm nhập vào trong và cốt thép vẫn bị gỉ. Trường hợp này sẽ rất nguy hiểm, vì chẳng những sẽ phá hoại sự dính kết giữa bê tông và cốt thép, mà còn làm cho bê tông càng nứt nẻ thêm (vì gỉ nở sẽ tăng thể tích). Quá trình hỏng cốt thép càng đẩy nhanh và kết cấu có nguy cơ bị sụp đổ.

Cốt thép khi gặp lửa hoặc phải chịu nhiệt độ đến 600°C trong thời gian đủ dài thì bị oằn và biến dạng. Nếu phải chịu nhiệt độ lớn hơn, cốt thép sẽ mềm yếu và mất hết khả năng chịu lực.

Bê tông dẫn nhiệt kém nên có thể bảo vệ được cốt thép khi mới xảy ra cháy. Nếu cháy kéo dài thì bê tông vẫn bị đốt nóng toàn bộ kết cấu và không bảo vệ được cốt thép nữa. Nếu độ đặc chắc của bê tông kém và còn chứa nhiều nước dư thừa thì khi bị đốt nóng, nước sẽ bốc hơi và bê tông bị phá hoại. Khi bê tông quá nhiều ximăng thì chịu lửa càng kém, vì ximăng là thành phần vật liệu chịu lửa kém nhất trong bê tông.

Bê tông cốt thép có các tính chất tương tự bê tông nhưng chịu nén, chịu kéo, chịu uốn và chịu cắt đều tốt, lại rất bền vững, nên được dùng rất rộng rãi ở hầu hết các bộ phận của nhà và công trình.

III. CÁC YÊU CẦU VỀ VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

Các yêu cầu về vật liệu chế tạo bê tông và bê tông cốt thép trước tiên là dùng đúng loại, rồi đến chất lượng từng loại, cấp phối... Căn cứ vào loại bê tông và bê tông cốt thép cần dùng để chọn đúng loại vật liệu và đảm bảo chất lượng từng loại vật liệu.

Ngoài các loại bê tông có yêu cầu về lỗ rỗng, tất cả các loại bê tông và bê tông cốt thép đều có yêu cầu về độ chặt để đảm bảo cường độ. Muốn vậy cần cấp phối (còn gọi là thành phần hạt) tốt, tức là sự phối hợp các cấp hạt (cỡ hạt) vật liệu sao cho chúng sắp xếp xen kẽ nhau một cách chặt chẽ để tạo ra tổng lỗ rỗng nhỏ nhất. Vì vậy trong tiêu chuẩn đối với từng loại vật liệu, nhất là cát, sỏi (hoặc đá dăm), cần tỷ lệ % khối lượng của từng cỡ hạt nằm trong phạm vi quy định (biểu đồ). Nếu một cỡ hạt nào đó không nằm trong quy định thì coi như cấp phối không tốt.

Trong bê tông và bê tông cốt thép, nước xi măng sẽ bao bọc quanh các hạt cốt liệu và chèn vào các lỗ hổng, do vậy thể tích của vữa bê tông bao giờ cũng nhỏ hơn tổng thể tích các vật liệu để trộn bê tông. Tỷ số giữa thể tích vữa bê tông và tổng thể tích các vật liệu gọi là hệ số thành phẩm của bê tông, thông thường khoảng 0,6 – 0,8.

Muốn chọn dùng đúng loại vật liệu, chất lượng vật liệu, cấp phối,... ta xem xét từng loại sau đây:

A- CÁC CHẤT DÍNH KẾT

Các chất dính kết có các chất vô cơ và các chất hữu cơ.

* *Các chất dính kết vô cơ* có loại chỉ đông cứng trong không khí (vôi thông thường, thạch cao, manhêzit, đất,...), có loại đông cứng được cả trong không khí và trong nước (các loại xi măng, vôi thủy, vôi puzolan, vôi cacbonat, thủy tinh lỏng). Các chất dính kết không đông cứng được trong nước chỉ dùng ở nơi khô ráo, không dùng được ở nơi ẩm ướt hoặc trong nước.

Dùng cho bê tông và bê tông cốt thép có các chất dính kết vô cơ sau đây:

1. Xi măng

Từ thời Trung Cổ (thế kỷ II trước Công nguyên) người La Mã đã phát hiện trên sườn núi lửa Vezuvi cách Neapon ⁽¹⁾ khoảng 10km chất có thể đông cứng như đá và chịu được nước, đó là tro núi lửa. Tuy vậy, hầu như người ta đã “quên” việc dùng chất dính kết vô cơ này. Mãi đến năm 1756, khi Jonh Smeaton người Anh nhận nhiệm vụ xây dựng cột đèn biển Etdixton, ông đã tìm ra chất dính kết và nghiên cứu tro núi lửa thì phát hiện ra rằng, đất sét đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong độ bền của tro núi lửa.

Năm 1786 hai người thợ nung vôi J.Parker và J.Wyats người Anh đã phát hiện ra rằng, chỉ cần trộn đất sét với đá vôi và nung lên sẽ được chất dính kết như tro núi lửa, mà các nhà địa chất gọi là macơ. Hai ông đặt cho chất dính kết này tên La Mã cổ: *xi măng* và sau này người ta gọi là *xi măng La Mã*.

⁽¹⁾ Neapon đông dân thứ 3 của Italia (sau Roma và Milan).

Trong xi măng có bốn thành phần khoáng chất chủ yếu ký hiệu C_3S , C_2S , C_3A và C_4AF . Mỗi thành phần có các tính chất khác nhau, chẳng hạn C_3S có cường độ rất cao, đông cứng nhanh, toả nhiệt lớn; C_2S có cường độ ban đầu thấp, đông cứng chậm nhưng đảm bảo sự phát triển lâu dài của cường độ; C_3A có cường độ thấp, đông cứng tương đối nhanh, nhiệt thuỷ hoá rất lớn; C_4AF có cường độ trung bình, đông cứng nhanh và phát triển về sau.

Thành phần chính của xi măng ngày nay do người thợ nề Joseph Aspdin ở Litx (thuộc khu Iosia của Anh) đăng ký phát minh năm 1824.

Để đáp ứng các yêu cầu về sử dụng, người ta chế tạo ra các loại xi măng có mac khác nhau và có các tính chất khác nhau, bằng cách lựa chọn nguyên liệu khác nhau và thay đổi tỷ lệ phối hợp nguyên liệu (các thành phần khoáng chất chủ yếu).

Xi măng có mac 50 – 600 nhưng phổ biến nhất là mac 300 và 400.

Hiện nay nước ta đang sản xuất 8 loại xi măng có mac khác nhau, trong đó chủ yếu là PC 30.

Mac xi măng được xác định như mac bê tông (mục I.B) nhưng với các mẫu có cạnh 10cm.

Mac xi măng ghi trên bao xi măng được xác định tại nhà máy sản xuất xi măng. Tuy vậy sau một thời gian xi măng hút ẩm làm mac giảm, do đó cần xác định lại mac để dùng cho đúng.

Trước đây trên bao xi măng của nước ta thường có nhãn để P400. Tuy vậy 400 không phải là xi măng mac 400. Điều khó hiểu này đã tồn tại mấy chục năm, gây hiểu lầm cho nhiều người và xảy ra nhiều sự cố đáng tiếc, kiện cáo (trong đó có công trình Đường

dây 500 kV xuyên Việt). Mãi đến QII – 1994 mới có quyết định phải thay đổi nhãn mac này. Thế nhưng lại xuất hiện nhãn mac PC 30. Điều này đã gây nhiều tranh cãi giữa các nhà chuyên môn, là tại sao không gọi PC 300 cho dễ hiểu.

Tính chịu lực của xi măng đặc trưng bằng mac (cường độ) của xi măng.

Thời gian phát triển cường độ (mac) của xi măng chủ yếu trong 28 ngày đầu, sau đó vẫn tiếp tục nhưng chậm dần ⁽¹⁾.

Xi măng có thể tự hàn dính, co ngót (trung bình 0,15 mm/m dài), tạo chân không, ngấm nước càng cứng rắn,... Xi măng có thể bị ăn mòn do nước thông thường, nước mặn, nước có axit, muối hoặc các chất có hại khác.

Xi măng rất mịn. Quy định độ mịn là lượng hạt dư trên sàng N⁰008 phải $\leq 15\%$.

Xi măng có khối lượng thể tích 900 – 1300 kg/m³.

Xi măng không tốt lắm cho sức khỏe, cho nên không được lạm dụng (bộ phận nào hoặc nơi nào cũng dùng xi măng).

Thời gian ninh kết của xi măng tùy từng loại xi măng. Xi măng thông thường yêu cầu có thời gian bắt đầu ninh kết phải ≥ 45 phút, thời gian kết thúc ninh kết phải ≤ 12 giờ. Để điều chỉnh thời gian ninh kết của xi măng người ta pha trộn thêm thạch cao, anhydric (SO₃) nhưng không quá 3,5% khối lượng xi măng.

Xi măng rất dễ hút ẩm và nếu bị ẩm hoặc tiếp xúc với khí cacbonic thì bị vón cục, mất tác dụng dính kết, do đó cần để xi măng nơi khô ráo, không bị dột, hắt nước, không gần bếp,... Không để xi măng lẫn với dầu, mỡ, axit, muối,...

⁽¹⁾ Tương tự như bê tông (xem mục I.B).

Các bao xi măng cần để cách nền 0,5m, cách tường hơn 0,1m và chỉ xếp chồng cao ít hơn 10 bao, khi xếp phải để riêng từng loại, từng mac. Xi măng để trong kho mỗi tháng phải đảo một lần và không nên để quá 3 tháng.

Dù bảo quản tốt thì xi măng vẫn giảm chất lượng theo thời gian: sau 1 tháng mac xi măng có thể giảm 5%.

Như vậy chúng ta không nên để xi măng lâu, mua về phải dùng ngay, dùng đến đâu mua đến đấy.

Xi măng bị ướt phải dùng ngay. Khi xi măng đã vón cục thì không được tán nhỏ để dùng như bình thường, vì khi đó mac xi măng chỉ còn 10%.

Xi măng tốt trước tiên phải là chính hiệu và mới sản xuất ra. Khi đổ xi măng ra khỏi bao thấy đều màu (thường có màu xám tro), sờ tay vào thấy mát, xoa lên lòng bàn tay thấy mịn, không gợn, không gặp hạt sạn, không bị vón cục.

Trên thị trường nước ta có rất nhiều loại xi măng: sản xuất trong nước (các nhà máy trung ương, địa phương, quân đội,...), nhập ngoại, lò quay, lò đứng,... Bởi vậy chúng ta phải hết sức chú ý. Thông thường có bốn loại làm giả xi măng như sau:

1. Xi măng thật nhưng để lâu hoặc gặp mưa nên đã bị vón cục, người ta giã nhỏ rồi rây qua sàng, đóng bao lại và loại thu gom xi măng thật nhưng rơi vãi ở kho ⁽¹⁾. Loại xi măng này kém chất lượng và hay lẫn đất, cát.
2. Dùng xi măng thật rồi trộn một phần bột màu xám (thường là đất).

⁽¹⁾ Xi măng rơi vãi mac chỉ còn 30%.

3. Ximăng mac thấp đóng vào bao ximăng mac cao của hãng có uy tín.
4. Mọi bột mỗi bao một ít (làm thiếu khối lượng ximăng trong từng bao).

Muốn phát hiện ximăng giả đầu tiên cần quan sát cả bao: nếu bao chính hiệu (thật) thì ximăng đóng trong bao không chặt cứng bao, chỉ bốn góc bao hơi cứng, còn ở giữa bao thì mềm.

Ba loại làm giả đầu chỉ cần xem kỹ vỏ bao là phát hiện được. Vỏ bao thật có các đặc điểm như sau:

1. Không bị bẩn, không bị nhàu nát.
2. Nhãn mac in đẹp, chữ sắc nét, rõ ràng.
3. Hai đầu bao được may 1 đường chỉ cách mép 15mm, chỉ xe 3 tao, mỗi tao có 4 sợi nhỏ. Chỉ có màu trắng, sạch, không dính dầu mỡ hoặc mực in, chỉ không bao giờ có mấu nối.
4. Vỏ bao có 5 lớp.

Vỏ bao giả thông thường là vỏ bao thật nhưng đã dùng hoặc tháo ra đóng lại nên phải may chỉ lại, thể hiện:

1. Mép bao có 2 đường may và thường có giấy nẹp ở đường may.
2. Bao bị ngắn 20 – 30mm và không còn răng cưa ở mép.

Để xác định loại làm giả 4 thì phải cân cả bao lên, nếu không đủ 50 ± 1 kg là ximăng đã bị “rút ruột”.

Muốn mua được ximăng đảm bảo thì nên mua ở các nhà máy hoặc đại lý có uy tín.

Khi sản xuất ximăng người ta nghiền clanhke với ít thạch cao và một tỷ lệ (đến 15% khối lượng) phụ gia khoáng để tăng sản

lượng ximăng, được ximăng có mac thông thường, giảm giá thành ximăng, làm cho ximăng ổn định hơn, nhất là khi ximăng dùng trong nước. Phụ gia khoáng sẽ hút vôi (thành phần dễ tan, chậm đông cứng, kém ổn định) để tạo hợp chất không tan, cứng hoá và ổn định tốt ngay cả trong nước.

Nếu phụ gia khoáng là xỉ than hoặc xỉ lò cao thì có màu đen, nhẹ hơn ximăng nên khi cho ximăng vào nước phụ gia sẽ tách ra và nổi váng đen. Phụ gia này không có hại. Tất nhiên là khi trộn quá nhiều phụ gia khoáng vào ximăng (váng đen nổi quá nhiều) thì chất lượng ximăng sẽ kém, cường độ thấp và đông cứng chậm.

Ximăng mới mua hoặc để lâu cần kiểm tra chất lượng, như sau:

Ở công trường lớn phải kiểm tra chất lượng ximăng theo TCVN 4032 – 1983. Muốn xác định nhanh chất lượng ximăng thì phải theo TCVN 3736 – 1983, tức là đưa khoảng 5kg ximăng đến phòng thí nghiệm ở các trường hoặc viện thuộc khối xây dựng cơ bản để thuê xác định. Nếu làm được như vậy thì kết quả đáng tin cậy, mà giá tiền thuê không đáng là bao, nhưng cũng phải sau 3 ngày mới có kết quả.

Nếu không có được điều kiện để thực hiện như trên thì có thể xác định sơ bộ chất lượng ximăng như sau: Lấy một ít ximăng trộn đều với nước cho sền sệt, đổ lên tấm kính (hay bê tông, gạch,...). Nếu sau 3 – 4 giờ mà vữa này đã đông cứng và sau 1 ngày - đêm đã khô bẻ thì đó là ximăng có chất lượng tốt. Nếu sau 5 giờ mà vữa này chưa đông cứng, chỉ như tiết canh (rã rời) là ximăng có chất lượng không tốt.

Nếu có điều kiện làm như sau thì càng tốt: Lấy ximăng trộn như trên rồi nặn thành 4 viên. Thả các viên này xuống tấm kính đã lau sạch. Rung tấm kính cho các viên này chảy dẹt ra như chiếc

bánh, có đường kính 70 – 80mm, dày khoảng 10mm. Sau 1 ngày - đêm thì cho các bánh này vào nồi có nước rồi đun sôi trong 4 giờ. Để nguội nước rồi vớt các chiếc bánh này ra quan sát. Nếu trên mặt các chiếc bánh không có vết nứt chạy xuyên tâm ra mép, không cong vênh, không co nở và bề không gãy là xi măng có chất lượng tốt.

Để kiểm tra chất lượng xi măng ở nhà máy sản xuất xi măng hoặc công trường xây dựng người ta lấy mẫu để xác định. Công ty Công vụ kiểm tra khoáng chất của Ôxtrâyliã đã chế tạo máy phân tích Geoscan chụp X- quang các loại vật liệu chế tạo nên xi măng khi chúng được chuyển theo băng chuyền đến lò nung. Phương pháp này nhanh và hiệu quả hơn phương pháp phân tích mẫu.

Một số xi măng sản xuất trong nước có các đặc điểm như sau:

1. *Xi măng Hải Phòng* có màu hơi đỏ, độ háo nước cao, sử dụng tốt trong điều kiện ngập nước, thường dùng cho vữa, bê tông và bê tông cốt thép xây ngầm (móng, bể ngầm,...).
2. *Xi măng Bỉm Sơn* có màu xám ghi, dùng như xi măng Hải Phòng.

Xi măng Bỉm Sơn, xi măng Hải Phòng nghiền clanhke theo chu trình hở không có thiết bị phân ly cỡ hạt nên thời gian đạt cường độ lâu hơn, do vậy cần bảo dưỡng lâu hơn và chậm tháo được cốt pha (28 ngày chỉ đạt 70%).

Xi măng Bỉm Sơn đựng trong bao PP nên ít bị hút ẩm, vón cục, chất lượng ít suy giảm.

3. *Xi măng Hoàng Thạch* có màu xanh xám, khi trộn với nước thì màu xanh càng rõ, độ hút ẩm cao, đông cứng chậm.
4. *Xi măng Hà Tiên* có màu xám tro.

Cần chú ý là xi măng lò đứng địa phương chỉ nên dùng cho bộ phận không chịu lực, để trát, vì chất lượng không ổn định.

Có các loại xi măng sau đây: xi măng poocăng, xi măng poocăng – puzolan,... (theo TCVN 5439 – 1991. Xi măng. Phân loại).

a/ *Xi măng poocăng*⁽¹⁾ là tên gọi các loại xi măng silicat sản xuất⁽²⁾ bằng cách nung hỗn hợp nguyên liệu (chủ yếu là đá vôi canxit, đất sét và thạch cao) thành clanhke và để clanhke trong kho 1 - 3 tuần mới nghiền với thạch cao sống thành bột thật mịn (qua sàng N⁰008).

Xi măng poocăng có rất nhiều loại: đông cứng nhanh, bền sunphat, ít toả nhiệt,...

Xi măng poocăng có mac 150 - 600⁽³⁾ dùng trộn các loại vữa, bê tông, bê tông cốt thép dùng cho các bộ phận, kể cả ngâm trong đất, ngập trong nước, nước ngầm nhưng không có tính xâm thực⁽⁴⁾, tính axit. Khi dùng xi măng poocăng trộn vữa có thể kết hợp với vôi, đất sét, xỉ nghiền,... để tiết kiệm xi măng (theo TCVN 2682 - 1992. Xi măng poocăng).

Sau khi trộn với nước 45 phút thì xi măng poocăng bắt đầu ninh kết và kết thúc ninh kết sau 10 giờ.

Hầu hết các nhà máy xi măng ở nước ta đều sản xuất loại xi măng này.

(1) Tên gọi xi măng poocăng xuất xứ như sau: Loại xi măng mà người thợ nề J. Aspdin người Anh ở Leeds đăng ký phát minh năm 1824 khi đông cứng thì có màu xám xanh rất giống với màu của loại đá ở Portland (Poocăng) trên bờ biển miền Nam nước Anh gần đó nên ông gắn từ poocăng sau từ xi măng thành xi măng poocăng.

(2) Công nghiệp sản xuất xi măng cũng bắt đầu từ Anh.

(3) Xi măng poocăng Hải Phòng có mac 150, 200, 300, 400 và 500.

(4) Nếu nước có tính xâm thực thì phải dùng biện pháp bảo vệ đặc biệt.

b/ Ximăng đông cứng nhanh (còn gọi là ximăng *aluminat* hoặc *ximăng oxit nhôm*), được sản xuất như ximăng pooc-lăng nhưng không có thạch cao. Chỉ sau 1 ngày cường độ của ximăng này đã bằng sau 1 tháng, thậm chí sau 1 – 2 giờ đã đạt cường độ thiết kế và không cần bảo dưỡng cho bê tông. Tuy vậy, không nên lạm dụng ximăng này. Ximăng đông cứng nhanh chỉ nên dùng cho các bộ phận cần thi công nhanh.

c/ Ximăng bền sunphat (còn gọi là *ximăng chống sunphat*) cũng được sản xuất như ximăng pooc-lăng nhưng với hỗn hợp nguyên liệu khác. Ximăng bền sunphat ký hiệu PC_{S30} và PC_{S40} (bền sunphat thường), PC_{HS30} và PC_{HS40} (bền sunphat cao). Loại ximăng này sau khi trộn với nước 45 phút thì bắt đầu ninh kết và kết thúc sau 6 giờ 15 phút.

Ximăng bền sunphat dùng cho các bộ phận ở nơi ẩm ướt, trong nước hoặc trong đất, kể cả trong nước có tính sunphat, nước có tính axit, nước biển và vùng nước mặn.

d/ Ximăng giãn nở cũng được sản xuất như ximăng pooc-lăng nhưng với hỗn hợp nguyên liệu khác. Đây là ximăng đông cứng nhanh, không thấm nước.

Ximăng giãn nở được dùng để làm vữa xây và trát bề chứa nước, bể xí tự hoại, tường tầng hầm, móng,... Người ta còn dùng ximăng giãn nở để loại trừ hiện tượng co ngót của ximăng trong vữa khi khắc phục các kẽ nứt, khe hở, chống thấm,...

e/ Ximăng chống ẩm (còn gọi là *ximăng kỵ nước*) cũng là ximăng pooc-lăng. Để có khả năng chống ẩm, khi sản xuất người ta trộn thêm phụ gia xà phòng hoặc axit olêic. Ximăng này chỉ để dễ bảo quản và ít bị giảm chất lượng khi phải để lâu.

Ximăng chống ẩm có độ dẻo lớn, độ hút nước nhỏ, độ thấm nước ít nhưng khi dùng làm bê tông thì tăng bọt khí 3 – 5%.

f/ *Ximăng trắng* cũng được sản xuất như ximăng pooclang như với hỗn hợp nguyên liệu khác. Ximăng trắng được dùng khi trát mạch lát, ốp, sản xuất gạch ximăng, gạch granito, trát đá rửa,... Ximăng trắng ký hiệu PCW 25, PCW 30 và PCW 40 (mac 250 – 400). Theo độ trắng (%) so với BaSO₄ cũng chia ximăng trắng làm ba loại: đặc biệt, I và II. Sau khi trộn với nước 45 phút thì ximăng trắng bắt đầu ninh kết và kết thúc sau 10 giờ.

Ximăng trắng trên thị trường nước ta có rất nhiều loại, chẳng hạn ONODA (Nhật Bản), INDONESIA (chất lượng tốt, độ trắng khá), của Trung Quốc (giá rẻ, chất lượng khá, màu ngả xanh), của Hải Phòng (giá rẻ, chất lượng đạt yêu cầu, màu không trắng lắm),...

g/ *Ximăng puzolan* cũng được sản xuất như ximăng pooclang nhưng khi nghiền clanhke ⁽¹⁾ có cho thêm 30 – 40% khối lượng đất puzolan đã nung ⁽²⁾ và 2% thạch cao sống.

Ximăng puzolan có màu nâu đỏ hoặc nâu hồng, có mac 150 – 400, ký hiệu PC_{puz}. Sau khi trộn với nước 45 phút thì ximăng puzolan bắt đầu ninh kết và kết thúc sau 12 giờ. Ximăng này cần nhiều nước hơn.

Ximăng puzolan dễ hút nước và dễ mất nước, do vậy dùng ở những nơi có môi trường khô - ẩm thất thường thì co giãn thay đổi và vỡ, bê tông dễ bị rạn nứt. Ở môi trường khô hanh, nóng nực thì vỡ, bê tông dễ bị mất nước làm giảm cường độ. Ximăng puzolan dùng được trong đất (kể cả đất ẩm ướt), trong nước có tính xâm thực.

⁽¹⁾ Nếu không có clanhke có thể dùng ximăng pooclang.

⁽²⁾ Nếu không có đất puzolan có thể dùng gạch, ngói vỡ nghiền vụn.

Ở nước ta loại xi măng puzolan được sản xuất ở rất nhiều nơi và được dùng nhiều, giá rẻ hơn. Xi măng này dùng làm bê tông, bê tông cốt thép (kể cả khối lớn), vữa xây các bộ phận trong đất, trong nước, kể cả nước xâm thực, nước ngầm, cần chống thấm (kho chứa, công trình ngầm). Xi măng này không dùng cho kết cấu mỏng, những nơi khô - ẩm thất thường, nơi khô hanh. Khi dùng xi măng puzolan thì phải bảo dưỡng cẩn thận hơn xi măng pooc lăng thông thường và không được tháo dỡ ván khuôn, vì thời gian đông cứng của nó dài hơn. Trong thời gian đông cứng cần tưới nước thường xuyên để tránh bê tông bị nứt bề mặt.

h/ Xi măng - xỉ được sản xuất bằng cách dùng 20 – 25% (theo khối lượng) xỉ lò cao nghiền mịn trộn với 70 – 80% xi măng pooc lăng và 2 – 5% bột thạch cao sống. Xi măng - xỉ có mac 150 – 400, có các tính chất gần giống như xi măng pooc lăng nhưng chậm phát triển cường độ hơn ở tuần đầu. Xi măng này chịu được nước ăn mòn nhưng không chịu được axit.

Xi măng - xỉ dùng cho các bộ phận ít quan trọng nằm trong đất (nhất là khi chịu nhiệt), trong nước, không dùng ở nơi khô hanh, nắng gắt, vì vữa, bê tông dễ bị mất nước làm giảm cường độ. Cần chú ý là thời gian tháo dỡ ván khuôn cần dài hơn.

i/ Xi măng hỗn hợp được sản xuất bằng cách trộn 20 – 40% (theo khối lượng) các vật liệu hoạt tính với xi măng pooc lăng. Vật liệu hoạt tính là đất sét nung, xỉ lò cao, tro hay bột đá vôi nghiền nhỏ.

Xi măng hỗn hợp ký hiệu PCB15,... PCB40 (mac 150 – 400).

Xi măng hỗn hợp chỉ dùng cho các bộ phận không quan trọng và trên mặt đất.

Sau khi trộn với nước 45 phút thì xi măng hỗn hợp bắt đầu ninh kết và kết thúc sau 12 giờ.

k/ Xi măng manhê được sản xuất bằng cách trộn xi măng pooclang với quặng pyrit hoặc quặng sắt đã nung và nghiền mịn.

Xi măng manhê dùng cho các bộ phận trong đất nhưng không nằm dưới mực nước ngầm. Xi măng này chỉ nên dùng cho vữa mac thấp.

l/ Xi măng thạch cao - xỉ được sản xuất bằng cách trộn bột mịn xỉ lò cao, thạch cao với xi măng pooclang hoặc vôi bột.

Xi măng thạch cao - xỉ dùng cho các bộ phận trong đất, có thể chịu được nước có tính sunphat, axit nhẹ.

m/ Xi măng xỉ nghiền được sản xuất bằng cách nghiền xỉ (lò cao hoặc nhiệt điện) sấy khô (chiếm 85 – 90% khối lượng), có thêm chất kích thích sự đông cứng của xỉ (như dolomit nung, thạch cao khan,...).

Xi măng xỉ nghiền có tính chất và cách dùng gần giống xi măng - xỉ.

n/ Xi măng vôi - xỉ được sản xuất bằng cách nghiền xỉ lò cao rồi trộn với vôi bột và thạch cao (10 – 25% khối lượng).

Xi măng vôi - xỉ mac 100 – 300 nhưng có thể dùng để làm móng nhà vài tầng, xây nhà cấp IV.

o/ Xi măng đất sét nung - vôi được sản xuất bằng cách nghiền nhỏ đất sét nung ở nhiệt độ 600 – 800°C rồi trộn với 20 – 30% vôi bột và 2 – 5% thạch cao. Xi măng này có mac 50 - 150 nhưng ⁽¹⁾ nếu trộn thêm 10 - 20% xi măng pooclang thì có thể dùng cho bộ phận chịu lực của nhà cấp IV.

⁽¹⁾ Bình thường thì xi măng đất sét nung - vôi dùng để xây nhà cấp IV,...

Ngoài ra còn có một số xi măng mac thấp, chẳng hạn: xi măng puzolan- vôi (vôi puzolan), xi măng puzolan - vôi - xi măng poocăng (vôi puzolan - xi măng).

Nhóm các nhà bác học Anh đã sản xuất thành công một loại xi măng có tính năng đặc biệt: rất bền, có thể thay được các loại xi măng khác, nhựa đường hoặc kim loại. Tại cuộc triển lãm đồ gốm ở Nhật Bản cách nay hơn 10 năm người ta được thưởng thức và đặc biệt thán phục trước âm thanh tuyệt vời của cây đàn ghita được làm bằng loại xi măng này.

2. Vôi

Vôi dùng trong bê tông mac thấp để làm móng cho nhà cấp IV, nhà tạm, lót móng nhà kiên cố,... Cần lưu ý là các loại vôi thường mình kết chậm và nên để thời gian mình kết trong không khí rồi mới lấp đất hoặc cho ẩm ướt.

Dùng các loại vôi sau đây:

a/ *Vôi thông thường* (còn gọi là *vôi thường*, *vôi canxi*) dùng vôi nhuyễn, vôi bột, chạt vôi (xỉ lò vôi nghiền nhỏ),...

b/ *Vôi thủy*⁽¹⁾ thường dùng dưới dạng bột và nếu dùng ở nơi ẩm ướt thường xuyên hoặc trong nước thì cường độ cao hơn⁽²⁾ khi dùng trong không khí.

c/ *Vôi puzolan* (còn gọi là *xi măng puzolan - vôi*) có mac cao hơn vôi thủy và dùng như vôi thủy. Nếu trộn thêm 20% xi măng poocăng thì mac của vôi này có thể đến 100 và thời gian mình kết nhanh hơn.

⁽¹⁾ Đã được loài người dùng từ lâu đời và đầu thế kỷ XIX, L - J. Vicat người Pháp đã xây dựng nên ngành công nghiệp vôi thủy.

⁽²⁾ Có thể đến 38 kG/cm².

Ngoài ra còn *vôi cacbonat, vôi dolomit, vôi đất sét, vôi tro xỉ...* cũng được dùng như vôi thủy.

* *Các chất dinh kết hữu cơ* dùng trong bê tông gồm bitum và hắc ín.

3. Bitum ⁽¹⁾ (còn gọi là *nhựa đường*) được dùng làm bê tông atphan.

4. Hắc ín ⁽²⁾ (còn gọi là *poubrou*) được dùng làm bê tông như bitum.

B- CỐT LIỆU CỦA BÊ TÔNG

Cốt liệu của bê tông gồm cát, đất dăm (hoặc sỏi, xỉ, gạch vỡ,...) và tảng lăn, đá hộc.

1. Cát

Cát để chế tạo bê tông và bê tông cốt thép gồm cát tự nhiên, cát nghiền và bột đá.

- Theo độ lớn cỡ hạt (mm), có bốn loại cát ⁽³⁾ với môđun độ lớn M như sau:

+ cát nhỏ: 0,15 – 0,25 với $M = 0,7 - 1,0$;

+ cát vừa: 0,25 – 0,50 với $M = 1,0 - 2,0$;

+ cát to: 0,5 – 1,0 với $M = 2,0 - 2,5$;

+ cát rất to: 1 – 5 với $M = 2,5 - 3,3$.

- Theo khối lượng thể tích γ_v , có:

+ cát chặt $\gamma_v > 1200 \text{ kg/m}^3$;

+ cát xốp $\gamma_v < 1200 \text{ kg/m}^3$.

^{(1) (2)} Bitum và hắc ín đều là chất độc hại.

⁽³⁾ Nếu nhỏ hơn cát nhỏ là bụi (0,005 – 0,15mm) và hạt sét (< 0,005mm). Bụi và hạt sét không dùng làm cốt liệu cho bê tông và vữa.

a/ Cát tự nhiên. Theo nơi khai thác (điều kiện hình thành), có cát núi, cát sông, cát biển, cát đụn.

- *Cát núi (cát suối)* lấy ở suối, ít bị bào mòn nên sắc cạnh, nhám mặt, dùng làm cốt liệu cho bê tông và vữa đều tốt.

- *Cát sông* lấy ở đầu nguồn (thượng lưu) thường là cát vàng, lấy ở cuối sông (hạ lưu) thường là cát đen.

- *Cát biển* thường là cát hạt nhỏ.

Không dùng cát biển hoặc cát lấy ở vùng biển để trộn bê tông, nhất là bê tông cốt thép. Khi buộc phải dùng cát này thì phải rửa cát bằng nước ngọt.

- *Cát đụn (cát cồn)* thường là cát mịn.

Không dùng cát đụn để trộn bê tông, bê tông cốt thép và bất cứ loại vữa nào.

Trong thực tế người ta hay phân cát tự nhiên ra cát đen và cát vàng.

- *Cát đen* có cỡ hạt nhỏ ($< 0,25$ mm) màu sẫm, lẫn nhiều bụi đất, vỏ sò,... Cát đen có khối lượng thể tích $1200 - 1300$ kg/m³. Cát đen có cỡ hạt $< 0,15$ mm chiếm $> 35\%$ thì gọi là *cát mịn*.

- *Cát vàng* có cỡ hạt $\geq 0,25$ mm, màu vàng, sáng, sắc cạnh, bóp tay vào có tiếng lạo sạo và sạch hơn cát đen. Cát vàng có khối lượng thể tích $1450 - 1650$ kg/m³.

Một số nghiên cứu của nước ta từ những năm 1970 đã công bố kết quả như sau đối với *cát mịn*:

1. Hầu hết cát mịn ở nước ta không chứa các tạp chất gây hại cho quá trình thủy hoá và đông cứng của xi măng và ăn mòn cốt thép trong bê tông cốt thép.

2. Bê tông cát mịn hoàn toàn dùng được cho kết cấu chịu lực như bê tông cát vàng.
3. Cách tính toán liều lượng vật liệu như bê tông cát vàng.

So với bê tông cát vàng thì bê tông cát mịn có:

1. Cường độ kéo, kéo khi uốn, lãng trụ, môđun đàn hồi tĩnh, khả năng bám dính với cốt thép, độ hút nước, hệ số hoá mềm tương đương, các yêu cầu chủ yếu đều đạt hoặc vượt.
3. Độ chịu mài mòn kém hơn, khắc phục bằng cách dùng sỏi hoặc đá dăm có độ mài mòn cao.
4. Độ co ngót xấp xỉ (0,21 – 0,22 mm/m), độ giãn nở rất nhỏ.
5. Khả năng chống thấm tương đương (khi cùng mac).
6. Trong tuần đầu phát triển cường độ cao hơn (khoảng 5%).

Các cơ quan đó kiến nghị:

1. Cần lượng ximăng nhiều hơn (1,4 – 2,0%). Nếu dùng phụ gia hoá dẻo, chẳng hạn LHD, thì không phải tăng ximăng.
2. Thời gian trộn cần kéo dài hơn (30 – 60 giây).
3. Đầm và bảo dưỡng bê tông như nhau.
4. Có thể dùng bê tông cát mịn để đổ panen, dầm, cột,...

Về ưu điểm của bê tông cát mịn:

1. Thi công không đòi hỏi thiết bị cao hơn.

2. Sau khi tháo dỡ ván khuôn, kết cấu có bề mặt đẹp, đặc chắc.
3. Giá thành giảm.

Theo chúng tôi:

1. Cát đen có cỡ hạt nhỏ nên dễ thấm nước, tổng bề mặt lớn hơn cát có cỡ hạt lớn nên tốn nhiều xi măng hơn.

2. Cát đen có cường độ thấp hơn cát vàng nên dùng cát vàng thì chế tạo được bê tông mac cao hơn. Với bê tông yêu cầu mac không cao lắm, muốn có cùng mac thì khi dùng cát đen sẽ phải tăng lượng xi măng (không phải chỉ tăng 2%, mà phải nhiều hơn).

3. Cát mịn cỡ hạt còn nhỏ hơn cát đen nên các vấn đề nêu trên còn nghiêm trọng hơn.

Do vậy:

1. Có thể dùng cát đen làm bê tông chứ không nên dùng cát mịn. Cát mịn chỉ để lấp nền.
2. Khi dùng cát đen làm bê tông cần so sánh hiệu quả kỹ thuật, kinh tế, vì nếu sản cát vàng thì chưa chắc dùng cát đen đã kinh tế hơn.
3. Khi dùng cát đen làm bê tông thì dùng cát già.
4. Không dùng cát đen làm bê tông cho các bộ phận nằm dưới mực nước ngầm hoặc nước ăn mòn.
5. Khi cần bê tông mac ≥ 150 thì nên dùng cát vàng.

Cát là vật liệu thông thường nên dễ bị coi nhẹ. Tuy vậy, chất lượng cát ảnh hưởng lớn đến chất lượng vữa và bê tông nên không thể xem thường.

Cát tốt là cát có lượng hạt thạch anh chiếm phần lớn, vì thạch anh là một trong những loại đá cứng rắn. Cát tốt phải không lẫn các hạt lớn quá 5mm, vỏ ốc, tạp chất dạng cục, rác bẩn,...

Trong cát tự nhiên, nhất là cát đen, thường lẫn các hạt sét, bùn, bụi, các tạp chất vô cơ (mica, thạch cao), các tạp chất khác,... Đó là *cát xấu*. Mica là những mảnh mỏng và trơn, lóng lánh dưới ánh Mặt Trời, không dính với chất dính kết, lại còn tự huỷ hoại. Lớp bụi, sét mỏng bao quanh các hạt cát cản trở việc tiếp xúc giữa các hạt cát và chất dính kết. Các hạt sét khi gặp nước sẽ trương lên làm hỏng vữa, bê tông. Các chất hữu cơ tác dụng hoá học với xi măng làm hỏng vữa và bê tông. Cát bẩn có thể làm giảm cường độ của vữa đến 60%.

Do vậy trước khi dùng cát tự nhiên phải xem cát có lẫn các tạp chất có hại (chủ yếu là hạt sét) quá quy định hay không.

Thông thường muốn xác định các *tạp chất có hại* trong cát phải thực hiện trong phòng thí nghiệm và phải chờ hơn 50 giờ. Có thể xác định nhanh (và cũng chỉ được kết quả tương đối) như sau:

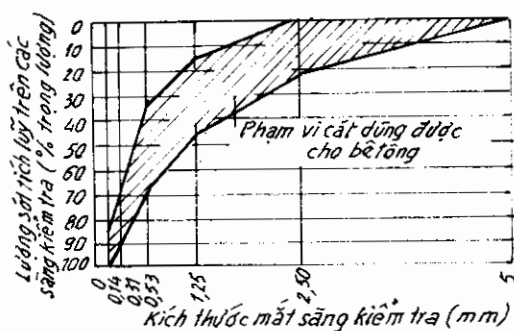
1. Lấy cát đại diện cho vào ống nghiệm loại 500 ml có khắc độ.
2. Đổ nước sạch và một ít clorua canxi (CaCl_2) vào ống nghiệm đó.
3. Khuấy đều cát trong ống nghiệm 10 phút.
4. Để lắng 30 – 60 phút.
5. Đọc phần lắng đọng (theo thể tích) ở dưới là cát (V_1), ở trên là các tạp chất (V_2).
6. Tính tỷ lệ V_2/V_1 ra phần trăm (%).

Có thể sơ bộ đánh giá cát có nhiều tạp chất hay không bằng cách cho cát vào mảnh vải trắng, bóp cát mà thấy vải dính bột màu vàng, nâu bám vào là cát có nhiều tạp chất (chủ yếu là bụi sét).

Nếu cát có lượng tạp chất có hại quá quy định thì phải rửa cát trước khi dùng.

Cách rửa cát như sau: Rãi cát thành lớp mỏng lên rá, xối nước cho các tạp chất trôi theo nước, còn lại là cát sạch.

Cát tốt còn là cát có *cấp phối* tốt. Cấp phối (*thành phần hạt*) cát tốt khi tất cả lượng cát chọn phải có tỷ lệ các cỡ hạt nằm trong phạm vi quy định (phần gạch gạch) của biểu đồ cấp phối, chẳng hạn đối với bê tông thông thường (bê tông nặng) như ở hình 3. Nếu một cỡ hạt nào đó nằm ngoài phạm vi gạch gạch thì cát đó cấp phối không tốt.



Hình 3. Biểu đồ cấp phối của cát dùng để trộn bê tông thông thường (bê tông nặng).

Cát dùng để trộn bê tông và bê tông cốt thép phải đạt các yêu cầu của TCVN 1770 – 1986 (Cát xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật):

1. Phải là cát tốt.
2. Lượng mica trong cát (% khối lượng) không được vượt quá các trị số trong bảng 2.
3. Lượng bùn, bụi, sét và các chất bẩn trong cát (% khối lượng) không được vượt quá các trị số sau đây:
 - 3- khi bê tông trong vùng nước thay đổi;
 - 5- khi bê tông ngâm trong nước;
 - 5- khi bê tông ở trên khô,

và không được vượt quá các trị số trong bảng 2.

Bảng 2

Các chỉ tiêu	Bê tông mac		
	≤ 100	150, 200	> 200
1. Lượng mica	1,5	1	1
2. Lượng bùn, bụi, sét, các chất bẩn	5	3	3

4. Không chứa các tạp chất ăn mòn cốt thép.
5. Không chứa các tạp chất gây tác hại hoặc phản ứng với các sản phẩm của quá trình thủy hoá và đông cứng của xi măng ⁽¹⁾
6. Không có sét, á sét và các tạp chất ở dạng cục.

⁽¹⁾ Nói chung cát ở nước ta không có hoặc rất ít các khoáng phong hoá gây hại cho quá trình thủy hoá của xi măng.

7. Lượng hạt lớn hơn 5mm không được vượt quá 10%, lượng hạt nhỏ hơn 0,14mm không được vượt quá các trị số trong bảng 3.

Bảng 3

Các chỉ tiêu	Cỡ hạt cát			
	Rất to (1 – 5)	To (0,5 – 1,0)	Vừa (0,25 – 0,50)	Nhỏ (0,1 – 0,25)
1. Lượng hạt nhỏ hơn 0,14 mm	10	10	20	35
2. Dùng cho những loại bê tông có mac	Tất cả	Tất cả	≤ 300	≤ 100

8. Cát phải khô.

b/ Cát nghiền. Cát nghiền được nghiền từ đá mặt ⁽⁴⁾.

Cát nghiền dùng làm cốt liệu cho vữa, bê tông đều tốt (tốt hơn cát tự nhiên).

c/ Bột đá. Bột đá cũng được nghiền từ đá mặt nhưng cỡ hạt nhỏ hơn cát nghiền.

Bột đá dùng làm cốt liệu cho vữa atphan, bê tông atphan.

2. Đá dăm

Đá dăm được sản xuất từ các loại đá thiên nhiên, có khối lượng thể tích 1500 – 1600 kg/m³. Đá dăm có bốn loại theo cỡ viên (mm):

- đá nhỏ: 10 × 20;

⁽⁴⁾ Đá mặt như đất dăm nhưng cỡ viên nhỏ hơn.

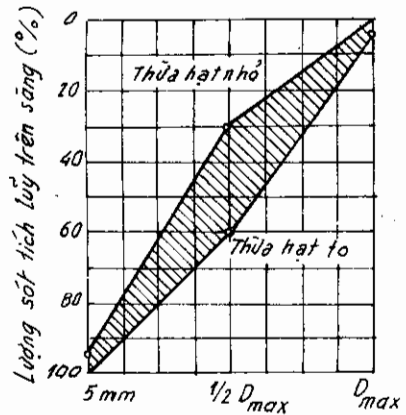
- đá vừa: 20×40 ;
- đá to: 40×60 ;
- đá rất to: 60×80 .

Đá dăm cỡ nhỏ và cỡ vừa dùng để trộn bê tông, chế tạo bê tông cốt thép, cỡ to và cỡ rất to dùng để làm bê tông mac thấp, lót mặt đường ô tô, chèn tà vẹt đường sắt,...

Đá dăm có mac 200 – 1400, phụ thuộc đá gốc để sản xuất ra đá dăm.

Đá dăm tốt là loại có mac cao, sạch (không lẫn sét, bụi quá 2% khối lượng), không lẫn các viên mỏng, viên dài ⁽¹⁾ quá 15% khối lượng (Theo TCVN 1771 – 1987. Đá dăm, sỏi và sỏi dăm dùng cho bê tông).

Đá dăm thường được để riêng từng cỡ viên, nếu dùng làm bê tông phải chú ý đến tính cấp phối của nó. Các cỡ viên đá dăm phải có tỷ lệ nằm trong biểu đồ cấp phối, chẳng hạn đối với bê tông thông thường (bê tông nặng) như ở hình 4. Nhiều trường hợp vì dùng đá dăm không có cấp phối tốt nên đã xảy ra đổ sập sàn, bancông,... khi tháo dỡ ván khuôn.



Hình 4

⁽¹⁾ Viên mỏng và viên dài là những viên có chiều dài lớn hơn chiều dày hoặc chiều rộng quá 3 lần.

Đá dăm dùng để trộn bê tông, chế tạo bê tông cốt thép phải đạt các yêu cầu sau đây:

1. Phải là đá dăm tốt (đảm bảo chất lượng, có cấp phối tốt).
2. Phải có mac:
 - > 1,5 lần mac bê tông, khi bê tông cần mac < 300;
 - > 2,0 lần mac bê tông, khi bê tông cần mac \geq 300.
3. Trong đá dăm, các tạp chất (bụi, sét,...) không được quá trị số (% khối lượng) trong bảng 4.

Bảng 4

Loại đá dăm ⁽¹⁾	Khi dùng cho bê tông có mac	
	< 300	\geq 300
1. Đá dăm được sản xuất từ đá phun xuất hoặc đá biến chất	2	1
2. Như trên, từ đá trầm tích	3	2

Đối với bê tông cần cách âm, cách nhiệt thì nên dùng đá dăm rỗng, được sản xuất từ đá tuyp, đá vỏ sò, kêramzit, xỉ lò cao,...

3. Sỏi

Sỏi (còn gọi là *cuội nhỏ*) có khối lượng thể tích 1400 – 1700 kg/m³. Trong tự nhiên sỏi đã qua sàng lọc của thời gian và va đập nên phần lớn là cứng rắn, thành phần thạch học chủ yếu là đá granit, thạch anh. Tuy vậy, sỏi cũng có nhiều loại cứng rắn khác

⁽¹⁾ Thông thường đá dăm có cường độ chịu nén > 400 kg/cm². Có rất nhiều loại đá thoả mãn yêu cầu này nhưng tốt nhất là đá dăm từ gốc đá granit.

nhau phụ thuộc đá gốc tạo thành sỏi. Vì vậy cần phải biết xuất xứ của sỏi (khai thác ở đâu) để biết mức độ cứng rắn của nó.

Sỏi cũng có bốn loại theo cỡ viên (mm):

- sỏi nhỏ: 5 – 20;
- sỏi vừa: 20 – 40;
- sỏi to: 40 – 60;
- sỏi rất to: 60 – 80.

Sỏi có mac 200 – 1400, phụ thuộc đá gốc tạo thành sỏi.

Sỏi cỡ nhỏ và vừa dùng làm cốt liệu cho bê tông thông thường, cỡ to và rất to dùng làm cốt liệu cho bê tông đá học.

Sỏi tốt có mac cao, màu vàng nhạt hoặc màu vỏ trứng. Sỏi có màu đen, xám là sỏi xấu: mềm, dòn, hay tách lớp. Sỏi có mặt xù xì tốt hơn sỏi có mặt nhẵn, vì sẽ bám dính tốt hơn với hồ xi măng. Sỏi có nhiều viên mỏng và viên dài⁽¹⁾, viên mềm yếu⁽²⁾ (có gốc từ đá trầm tích hoặc đá phun xuất), viên phong hoá⁽³⁾ (có gốc từ đá biến chất) là sỏi xấu. Sỏi được khai thác ở bãi nên thường lẫn đất và các tạp chất⁽⁴⁾, cần phải chú ý. (Theo TCVN 1771 – 1987. Đá dăm, sỏi và sỏi dăm dùng cho bê tông).

Biểu đồ cấp phối của sỏi như của đá dăm.

Sỏi nhân tạo được R.Ransome người Anh tạo ra năm 1859.

Sỏi dùng để trộn bê tông, chế tạo bê tông cốt thép phải đạt các yêu cầu sau đây:

⁽¹⁾ Viên mỏng và viên dài là những viên có chiều dài lớn hơn chiều dày hoặc chiều rộng quá 3 lần không quá 15% khối lượng.

⁽²⁾ ⁽³⁾ Viên mềm yếu và viên phong hoá không quá 10% khối lượng.

⁽⁴⁾ Hạt sét, bụi và các tạp chất không quá 1% khối lượng.

1. Phải là sỏi tốt (đảm bảo chất lượng, có cấp phối tốt ⁽¹⁾).
2. Phải có mac:
 - > 1,5 lần mac bê tông, khi bê tông cần mac < 300;
 - > 2,0 lần mac bê tông, khi bê tông cần mac \geq 300.
3. Hàm lượng hạt sét, bùn, bụi không được quá 1% khối lượng sỏi.
4. Hàm lượng viên dẹt, viên dài phải < 2,5% khối lượng sỏi.
5. Hàm lượng viên mềm yếu, viên phong hoá phải < 10% khối lượng sỏi.
6. Độ mài mòn phải đạt yêu cầu.

Nên dùng đá dăm hay sỏi để trộn bê tông ? Câu hỏi này làm nhiều người lúng túng, nhiều người bán hàng cũng không hiểu rõ để giải thích và thuyết phục người mua.

Sỏi thường có cường độ cao hơn nhưng không đều, vì đôi khi có những viên yếu và dẹt (mỏng). Sỏi tròn, nhẵn làm bê tông dẻo hơn nhưng dính kết kém hơn với hồ xi măng trong bê tông. Sỏi khai thác ở bãi nên thường lẫn đất.

Đá dăm có cường độ đồng đều hơn, vì cùng được sản xuất từ một loại đá, ít khi có viên yếu. Đá dăm có góc cạnh, mặt nhám nên độ dẻo của bê tông sẽ kém hơn nhưng dính kết tốt hơn. Đá dăm có tổng diện tích bề mặt lớn hơn nên tiếp xúc với hồ xi măng nhiều hơn, do vậy chịu lực tốt hơn.

Tuy nhiên, tổng hợp các ưu – nhược điểm của sỏi và đá dăm thì chất lượng của bê tông không hơn kém nhau mấy, do vậy dùng loại nào là tùy thuộc vào giá cả.

⁽¹⁾ Biểu đồ cấp phối của sỏi như đá dăm (hình 4).

Cần chú ý rằng, khi dùng sỏi cần biết xuất xứ ở đâu để biết đá gốc có cường độ cao hay không, khi dùng đá dăm cần xem cấp phối vì đá dăm thường để riêng từng loại cỡ viên.

4. Tảng lăn

Tảng lăn (còn gọi là *cuội lớn*) tương tự như sỏi nhưng viên lớn hơn. Có bốn loại tảng lăn theo cỡ viên (mm):

- nhỏ: 80 – 200;
- vừa: 200 – 300;
- to: 200 – 400;
- rất to: > 400.

Mac của tảng lăn tùy thuộc vào đá gốc, từ 200 đến 1400.

Tảng lăn dùng làm bê tông đá hộc (thay đá hộc).

Các yêu cầu đối với tảng lăn để làm bê tông đá hộc như sau:

1. Phải có mac 1,5 – 2,0 lần mac bê tông.
2. Không dùng viên dẹt⁽¹⁾, viên mềm yếu⁽²⁾ và viên phong hoá⁽³⁾.
3. Kích thước viên tảng lăn phải $\leq \frac{2}{3}$ chiều dày cấu kiện

bê tông đá hộc.

4. Tảng lăn phải rửa sạch, nếu quá khô hoặc trời hanh khô, nắng gắt thì cần tưới nước trước khi dùng.

5. Đá hộc

Đá hộc (còn gọi là *đá tảng*), có khối lượng thể tích khoảng 1500 kg/m³, có hình dạng bất kỳ vì mới khai thác, chưa gia công

(1) (2) (3) Quan niệm như ở sỏi.

(còn thô). Kích thước đá học không đều nhau ($250\text{ mm} \leq$ chiều dài $\leq 500\text{ mm}$, chiều rộng $\geq 200\text{ mm}$, chiều dày $\geq 100\text{ mm}$).

Đá học dùng để xây móng, tường, cột, làm bê tông đá học, sản xuất đá dăm,...

Việc dùng tảng lăn hay đá học để làm bê tông đá học tương tự như sỏi hay đá dăm. Tảng lăn không cần phải đập vỡ.

6. Đá ba

Đá ba (còn gọi là *đá balat*) có khối lượng thể tích khoảng 1550 kg/m^3 là một loại đá học nhưng kích thước nhỏ (thường có ba loại: 100; 150 và 180mm) dùng để làm bê tông đá học hoặc làm đường (ôtô, tàu hoả).

7. Gạch vỡ

Gạch vỡ được đập từ gạch đất sét nung vỡ thành cỡ viên 40×60 (mm) có khối lượng thể tích khoảng 1350 kg/m^3 .

Gạch vỡ tốt là gạch vỡ được đập từ gạch đất sét nung tốt, không có gạch non lửa.

Gạch vỡ dùng để gia cố nền, làm lớp lót móng hoặc làm bê tông gạch vỡ.

8. Xi

Ở nước ta để làm cốt liệu cho bê tông thường dùng xỉ nhiệt điện, xỉ lò hơi, có thể cả xỉ lò cao. Xi được sàng bỏ các hạt (viên) lớn hơn 30mm và nhỏ hơn 5mm. Khối lượng thể tích của xỉ lò cao khoảng 550 kg/m^3 , của xỉ than khoảng 800 kg/m^3 .

Ngoài việc làm cốt liệu của bê tông cách nhiệt, bê tông tạo độ rỗng, bê tông điều chỉnh độ dốc mái bằng, xỉ này còn làm lớp cách nhiệt cho mái bằng.

9. Kêramzit

Kêramzit là viên đất sét trương nở sau quá trình chế tạo và nung nhanh trong lò 1000 – 1100°C. Khi nhiệt độ lên cao đột ngột thì đất sét có trong oxit sắt và các chất hữu cơ sẽ trương nở thể tích và biến thành kêramzit xốp nhẹ nhưng có độ cứng rắn cao.

Kêramzit dùng làm cốt liệu cho bê tông nhẹ.

C- CỐT THÉP

Cốt thép dùng cho bê tông cốt thép dưới dạng thanh, cuộn hoặc lưới.

Thép thanh thường là thép chịu lực, có chiều dài 6 – 12m.

Thép thanh có loại trơn và loại có gờ. *Thép gờ* (còn gọi là *thép gai, thép dốt*) có khả năng chịu lực cao hơn *thép trơn (thép nhẵn)* một cấp đường kính nhờ độ cứng và độ bám dính với bê tông cao hơn.

Thép cuộn thường là thép cấu tạo, cuộn tròn để dễ vận chuyển, mỗi cuộn nặng 60 – 500 kg.

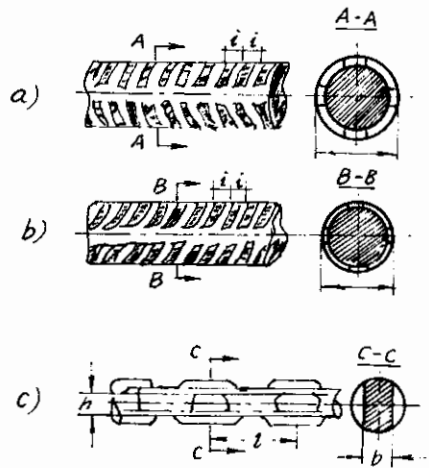
Lưới thép hoặc *màng thép* được chế tạo bằng thép sợi đan hay hàn với nhau.

Theo TCVN 1651 – 1985 (Thép cốt bê tông cán nóng), thép thanh Việt Nam sản xuất, để làm cốt thép có bốn nhóm:

C - I: Thép trơn có đường kính 6 – 40mm, độ bền và độ cứng khá, độ dai va đập tốt.

C - II: Thép gờ, có gờ dạng xương cá (hình 5a), có đường kính 10 – 90mm, độ cứng và độ bám dính với bê tông cao hơn C - I.

C - III: Thép gờ, có gờ dạng xoắn ốc (hình 5b), có đường kính 6 – 40mm, cứng và dẻo hơn C - II.



Hình 5

C - IV: Thép gờ vát (hình 5c), có đường kính 10 – 32mm.

Bốn nhóm vừa nêu là thép cán nóng, ngoài ra còn thép cán nguội C - IIB (có đường kính 10 – 40mm), C - IIIB có đường kính 6 – 40mm.

Bốn nhóm thép (cốt thép) Việt Nam vừa nêu có đường kính, giới hạn chảy, độ bền, độ giãn dài tương đối,... hoàn toàn như bốn cấp A - I, A - II, A - III, A - IV của thép SNG và Liên Xô trước đây.

Trong bê tông cốt thép thông thường người ta hay dùng loại C - IIB và C - IIIB hoặc C - II và C - III để làm cốt thép chịu lực, dùng loại C - I để làm cốt thép cấu tạo và thép ngang (thép đai), dùng thép sợi nhỏ để buộc cốt thép.

Hiện nay trên thị trường nước ta có rất nhiều loại thép sản xuất ở trong nước (trong nhà máy, thủ công), nhập từ nước ngoài. Sau đây là cách phân biệt các loại thép đó:

1. *Thép SNG*: Bóng trơn, tròn đều, có ánh màu xanh, gờ rất đều, vết chặt bằng phẳng. Nếu là thép thanh thì dài 6m, thép cuộn thì vòng cuộn lớn, mỗi cuộn nặng 500kg.

2. *Thép Trung Quốc*: Nếu là thép sản xuất từ các nhà máy của Trung ương thì gờ khá đều, mỗi thanh đều có đóng dấu ký hiệu, chất lượng đảm bảo nhưng xuất sang nước ta rất ít. Trên thị trường Việt Nam hầu hết thép Trung Quốc đều do các xí nghiệp địa phương sản xuất, thậm chí xí nghiệp cấp huyện, nên không theo quy chuẩn nào. Nếu là thép thanh thì dài 6; 8 hoặc 12m, thép cuộn thì vòng cuộn lớn, nặng như thép SNG nhưng có nhiều vết nứt và ngoài thép đường kính (ϕ) 6 còn có ϕ 5,5. Thép này có độ tròn, độ bóng rất kém, vết chặt xước, màu hơi đỏ, dòn (chỉ cần bẻ vài lần là gãy).

3. *Thép Ấn Độ*: Thường có gờ xoắn ốc (như C - III của Việt Nam).

4. *Thép Thái Nguyên*: Nhìn bề ngoài giống như thép SNG nhưng gờ không đều lắm, thỉnh thoảng có gờ bị "rụng". Nếu là thép thanh thì dài 6 hoặc 12m, thép cuộn thì vòng cuộn nhỏ, mỗi cuộn nặng 160kg.

5. *Thép Biên Hoà*: Nhìn bề ngoài giống như thép SNG nhưng vết chặt hơi vát. Nếu là thép thanh thì dài 6; 8,6 hoặc 12m, thép cuộn thì vòng cuộn nhỏ, mỗi cuộn nặng 60 hoặc 100kg.

6. *Thép được cán, kéo thủ công*: Không tròn lăm (thường ôvan), không trơn bóng, vết cắt nham nhở, kích thước không nhất quán.

Cần chú ý là, các cửa hàng bán thép thường gọi tên thép theo tên “Việt hoá”, chẳng hạn thép của Vina Kyoci thì gọi là thép Việt – Nhật, thép Hoa Mai (có hình dấu nổi trên thanh thép giống như hoa mai), của Công ty Thép liên doanh VSC – POSCO (VPS Hải Phòng) thì gọi là thép Việt – Hàn, của Tổng công ty Thép miền Nam gọi là thép miền Nam,...

Theo chúng tôi, nên mua thép Việt – Nhật, rồi đến thép Thái Nguyên,... tuy giá có cao hơn nhưng đảm bảo chất lượng.

Thép SNG, Trung Quốc hoặc Việt Nam chính phẩm thì tương đương nhau nên có thể dùng thay cho nhau. Thép nước ta sản xuất có trường hợp do không ủ lại ở nhiệt độ thấp sau khi cán kéo nên bị cứng hơn thép SNG nhưng điều này chỉ trở ngại chút ít cho việc nắn, uốn chứ không ảnh hưởng đến chất lượng.

Khi mua thép cần thận trọng để tránh mua phải thép kém chất lượng (thép giả) mà giá tiền vẫn như thép tốt (thép thật) nhưng nguy hiểm nhất là dùng cho các bộ phận chịu lực, cứ tưởng là thép đảm bảo.

Thép tốt là thép bóng trơn, màu xanh biếc và tròn đều. Thép xấu có màu hơi đỏ, có vảy, dòn (dễ bẻ gãy).

Thép giả thường biểu hiện ở ba mặt:

1. Nhái thương hiệu;
2. Kích thước (chiều dài, đường kính), khối lượng thiếu;
3. Chất lượng kém.

Khi mua thép cần kiểm tra nhãn mác, dấu chất lượng, địa chỉ sản xuất,... vì thép giả thường không có thương hiệu, xuất xứ.

Việc kiểm tra đường kính Φ thường thông qua cân, sau đó đối chiếu với khối lượng chuẩn của mỗi mét dài sau đây, nếu chênh lệch quá 5% là thép giả:

ϕ (mm)	6	8	10	12	14	16
Khối lượng (kg)	0,222	0,395	0,617	0,880	1,208	1,578

18	20	22	24	26	28	30	32	34
1,998	2,466	2,984	3,551	4,170	4,830	5,490	6,340	7,130

Còn loại thép giả rất nguy hiểm là thép gồm nhiều đoạn ngắn được hàn đối đầu rồi chuốt lại chỗ hàn nối nên rất khó phát hiện. Vì hàn đối đầu nên không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Loại thép này không được dùng làm cốt thép.

Có loại thép giả cũng rất nguy hiểm là thép cuộn ϕ 6 hoặc ϕ 8 nhập khẩu từ Nga, bán với giá rất thấp (chỉ 60 – 70% giá thép có uy tín) và rất khó phân biệt với thép để làm cốt thép. Thực chất đây là loại thép làm lõi que hàn chứ không phải để làm cốt thép cho bê tông cốt thép. Loại thép này có các chỉ tiêu, thông số kỹ thuật hoàn toàn khác thép để làm cốt thép. Nếu dùng loại thép này để làm cốt thép thì rất nguy hiểm, có thể sập đổ nhà ngay hoặc sau 1 – 2 năm xây dựng, vì cường độ chịu lực của loại thép này rất thấp.

Một số loại thép giá rẻ (chỉ 70 – 80% giá thép Việt – Nhật) nhưng hầu hết là thép thiếu khối lượng (có khi đến 15%) do đường kính nhỏ hơn (thị trường quen gọi là thép ốm, thép âm) và không đủ chiều dài thanh. Nếu so số tiền rẻ hơn này với tổng chi phí xây

dụng ngôi nhà thì không đáng kể nhưng nguy hại lại rất lớn, hậu quả có thể không lường được.

Mới đây Cơ sở “Khởi Thịnh” đóng trên địa bàn xã Dục Tú (huyện Đông Anh, Hà Nội) đã sản xuất và tiêu thụ loại thép gờ mang nhãn hiệu TLSCQ, TN và VUC nhái nhãn hiệu độc quyền của Công ty Thép Thái Nguyên TISCO. Loại thép này không đạt các tiêu chuẩn của Công ty Thép Thái Nguyên và tiêu chuẩn Việt Nam.

Cốt thép trong bê tông cốt thép có cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo.

Cốt thép chịu lực chủ yếu được đặt ở vùng chịu kéo của tiết diện. Tuy vậy, trong một số trường hợp ở vùng chịu nén của tiết diện người ta cũng đặt cốt thép chịu lực (chẳng hạn, trong cột chịu nén trung tâm hoặc lệch tâm) với mục đích tăng cường sức chịu nén cho bê tông vùng đó. Cốt thép này coi như cốt thép cấu tạo (với diện tích < 10% diện tích cốt thép chịu kéo tại tiết diện đó).

Cốt thép cấu tạo là cốt đai, cốt phân bố, cốt ngang.

Qua nghiên cứu người ta đã đưa ra kết luận như sau: Dùng nhiều thanh cốt thép nhỏ trong bê tông sẽ tăng khả năng chịu lực của bê tông cốt thép hơn là dùng ít thanh cốt thép hơn (có diện tích tiết diện như nhau). Khi đặt, các thanh cốt thép phải cách nhau và cách mép cấu kiện $\geq 25\text{mm}$.

D- PHỤ GIA

Phụ gia là chất thêm với một lượng nhỏ 0,1 – 5% (khối lượng xi măng) vào khi sản xuất xi măng, khi trộn bê tông hoặc vữa để cải thiện một số tính năng của hỗn hợp. Trong phụ gia thường có: chất

tạo màu, chất cải thiện tốc độ đông cứng, chất làm dẻo, chất chống thấm nước,...

Ông cha ta đã dùng mật mía, bồ hóng, nước giã cây tơ hồng, máu lợn,... để làm phụ gia, được vữa có cường độ lớn, lực bám dính cao. Trước khi xuất hiện phụ gia đặc dụng, ở nước ta thường dùng xà phòng, nước thải khi sản xuất bột giấy,... làm phụ gia cho vữa, bê tông.

Trên thế giới phụ gia ra đời cùng thời với bê tông (năm 1879), song sự phát triển mạnh mới chỉ bắt đầu từ thế kỷ XX, đặc biệt là khoảng nửa thế kỷ lại đây.

Nhờ sử dụng phụ gia nên đã đạt được nhiều tiến bộ vượt bậc trong kỹ thuật và công nghệ bê tông, mở ra các triển vọng mới cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Nhờ tác dụng của phụ gia nên có thể thay đổi độ sụt, độ dẻo của bê tông, điều chỉnh được quá trình đông cứng của bê tông, chế tạo được bê tông mac cao từ ximăng mac thấp hơn (đã chế tạo được bê tông có mac cao hơn 120 MPa), chế tạo được bê tông có độ chống thấm rất cao từ ximăng thông thường (đã chế tạo được bê tông có mac chống thấm hơn B20) và chế tạo được bê tông có độ bền vững cao đối với tác dụng xâm thực của nước biển, khí hậu biển, nước phèn,...

Sự xuất hiện của phụ gia được coi như một cuộc cách mạng trong công nghệ bê tông, vì nó góp phần giải quyết được một số yêu cầu của thực tế xây dựng và mang lại hiệu quả kinh tế. Yêu cầu về các tính năng đối với bê tông và bê tông cốt thép rất đa dạng trong xây dựng mới, sửa chữa và bảo trì công trình.

Có rất nhiều loại phụ gia: tiết kiệm ximăng, tăng tính chịu lực, tăng dẻo, đông cứng nhanh,... Nước ta đã bắt đầu sử dụng phụ

gia đặc dụng từ những năm 1960 và đến nay đã sản xuất được hơn 20 loại phụ gia. Tuy vậy, nước ta vẫn chưa có đánh giá cụ thể của các cơ quan chức năng nên khi dùng phụ gia phải thận trọng, nhất là ăn mòn cốt thép. Mỗi loại phụ gia có tính năng, tác dụng khác nhau, do vậy cần phải dùng đúng mục đích và theo hướng dẫn của nơi chế tạo, người thiết kế.

Sau đây sẽ nói về một số phụ gia:

1. Phụ gia tiết kiệm xi măng

Khi chế tạo bê tông hoặc vữa, nếu phải dùng lượng xi măng nhiều thì có thể dùng phụ gia này để tiết kiệm xi măng trong các trường hợp sau đây:

1. Khi bê tông (không có cốt thép) hoặc bê tông đá hộc có mac < 100, cho thêm 30 – 50% (theo khối lượng xi măng) đá trepen nghiền hoặc xỉ nghiền, tro nghiền hoặc đất sét khô nghiền.
2. Khi chế tạo các sản phẩm bê tông cốt thép chung hấp, dùng xỉ hạt nghiền hoặc bột trepen nghiền.
3. Khi chế tạo bê tông và bê tông cốt thép có mac > 100 và dùng xi măng mac > 300 thì dùng xỉ nghiền, tro nghiền, trepen nghiền, đất sét khô nghiền. Các phụ gia này thường làm chậm thời gian đông cứng, do vậy muốn tháo dỡ ván khuôn sớm thì phải cho 1 – 2% (theo khối lượng) clorua nhôm (hoặc clorua canxi). Còn có thể dùng đồng thời phụ gia PD tăng dẻo và đông cứng nhanh của Viện KHKI¹ Giao thông vận tải khi chế tạo bê tông sẽ tiết kiệm được 15% khối lượng xi măng so với bê tông cùng mac.

Loại phụ gia tổng hợp dạng bột do Công ty Thí nghiệm Giao thông I nghiên cứu sản xuất dùng khi chế tạo bê tông sẽ giảm được 50kg xi măng cho 1m^3 bê tông.

Khi dùng phụ gia LHD, LHD - 82 của Viện KIIKT Xây dựng cũng có thể giảm được 5 – 15% lượng xi măng (vẫn giữ nguyên cường độ).

Khi dùng phụ gia tổng hợp Puzolith hoặc PA - 95 của Công ty Thí nghiệm Giao thông I cũng có thể giảm được 15% lượng xi măng (vẫn giữ nguyên độ dẻo và cường độ).

Dùng phụ gia PLACC - 02A của Liên hiệp Quang - hoá - điện tử có thể giảm được 8 - 12% lượng xi măng nhờ giảm nước 10 - 15%.

2. Phụ gia tăng tính chịu lực

Để tăng tính chịu lực của bê tông, vữa có thể dùng các phụ gia sau đây:

1. *Phụ gia KD - 88* tăng 15% trong điều kiện bình thường, 10% trong điều kiện nước biển;
2. *Phụ gia lignin* tăng 18% trong điều kiện bình thường, 13% trong điều kiện nước biển;
3. *Phụ gia PD* tăng sức chịu nén, chịu uốn;
4. *Phụ gia LHD, LHD- 82* tăng 8 – 15%;
5. *Phụ gia Puzolith* tăng 10% (khi giảm nước và giữ độ sụt);
6. *Phụ gia CT - IIB* tăng tính chịu lực, chống thấm, chống nứt.

Tất nhiên, nếu không thay đổi lượng xi măng thì các phụ gia tiết kiệm xi măng đều có thể tăng tính chịu lực của bê tông, vữa. Các phụ gia tăng dẻo, nhất là siêu dẻo cũng làm tăng tính chịu lực của bê tông, vữa.

3. Phụ gia tăng dẻo

Phụ gia tăng dẻo còn gọi là *phụ gia hoá dẻo*.

Chất tăng dẻo có tác dụng tăng tính dẻo (độ dẻo) và tính giữ nước của bê tông và vữa, có các loại sau đây:

1. *Cao vôi* là vôi nhuyễn lọc cặn, chứa vào hố cho kết tủa, sau 2 tuần được cao vôi. Khi dùng phải theo một tỷ lệ nhất định, cho nhiều quá sẽ giảm cường độ của vữa.
2. *Cao đất đèn* là bã thải sau khi dùng đất đèn để hàn hơi. Đó là chất sữa màu xanh xám. Lọc nước (bỏ cặn) sẽ được cao đất đèn. Cao đất đèn có tác dụng như cao vôi.
3. *Keo nhựa thông* chế tạo như sau: Nghiền nhỏ nhựa thông, sàng qua sàng có lỗ 5mm. Dung dịch xút (NaOH) có tỷ lệ 166g xút trong 1 lít dung dịch. Cứ 1 lít dung dịch xút cho 1kg bột nhựa thông vào từ từ và khuấy liên tục cho nhựa thông tan hết. Ta được dung dịch màu xám sẫm, đó là keo nhựa thông.
4. *Phụ gia PD* tăng độ dẻo 2 - 4 lần.
5. *Phụ gia tổng hợp dạng bột* tăng độ dẻo 2 lần.
6. *Phụ gia LHD, LHD - 82* (dùng 0,2% khối lượng xi măng) tăng độ sụt 2 lần, giảm 8 - 10% lượng nước.

7. *Dầu thảo mộc và xút dùng cho vữa xi măng, vữa tam hợp, không dùng cho vữa xi măng - đất sét, vữa vôi - xỉ.* Dùng 130g xút giã nhỏ trộn trong 1 lít dầu thảo mộc (dầu hạt bông, dầu trẩu, dầu đục,...) đun nóng và khuấy đều đến khi xút tan hết trong dầu. Pha 2 lít dung dịch này cho 2 bao xi măng để trộn vữa.
8. *Phụ gia hoá dẻo KDT - 2* (của Viện VLXD) kéo dài thời gian ninh kết 1 – 1 giờ 30 phút.
9. *Phụ gia SD - 83* (của Viện VLXD) giảm 18 – 22% lượng nước, tăng độ sụt 4 – 5 lần.
10. *Phụ gia LK - 1* (của Viện KHKT XD) giảm 12 – 15% lượng nước, tăng độ sụt 3 – 4 lần.
11. *Phụ gia hoá dẻo và kỵ nước KD - 88* tăng cường độ lên 5% (đặc biệt là trong môi trường nước biển sẽ tăng cường độ 13%, chống ăn mòn tốt hơn).
12. *Phụ gia PLACC - 02A* tăng khả năng chống thấm.

4. Phụ gia đông cứng nhanh

Để rút ngắn thời gian ninh kết của xi măng người ta dùng clorua canxi (1 – 5% khối lượng xi măng), clorua natri, sunphat kali, axit clohydric loãng (1 – 2%), thạch cao hoặc vôi sống nghiền nhỏ.

Có thể dùng PP hoặc RN - 1 (của Trường ĐHXD), Puzolith, clorua sắt (2%), nitratnatri (3%), aluminat natri (3 – 5%), LK - 1, KANA, TRO, OK - 1,... Phụ gia CT - 05 của Hãng sơn KOVA có

khả năng ngăn chặn nước tức thời, chịu áp lực nước, bền. Hiện có loại phụ gia làm cho bê tông, vữa đông cứng chỉ trong 3 – 5 giây.

5. Phụ gia đông cứng chậm

Phụ gia đông cứng chậm dùng khi muốn kéo dài thời gian đông cứng của bê tông, vữa. Có thể dùng LIID, PA - 95, RD (kéo dài 3 – 4 giờ), LKRD (kéo dài 3 – 6 giờ), tinh bột, đường, các muối axit,...

6. Phụ gia chống thấm

Phụ gia chống thấm còn gọi là phụ gia cách nước. Có thể dùng KD - 88 (0,05 - 0,30%, với mọi loại xi măng), Benit (của Viện KHITL, chống thấm cao, tăng độ sụt, bền trong môi trường ăn mòn), hỗn hợp lignin + thủy tinh lỏng + phen nhôm, KDT - 2 tăng chống thấm 2 atm, LHD, KANASACAI, PD, ASP - 97, PH - 12, PLACC - 02A, clorua sắt (2%), nitrat natri (3%), aluminat natri (3 – 5%), nitrat canxi, colophan natri,... Phụ gia CT - 11 của Hãng KOVA dạng lỏng dùng trộn với xi măng để trám các vết nứt, chống thấm mái bằng, bể nước, bờ tường,... Loại CT - 11B còn tăng cường độ và giảm nứt của vữa, bê tông.

7. Phụ gia chống ẩm

Phụ gia chống ẩm còn gọi là *phụ gia kỵ nước*. Phụ gia này được dùng khi chế tạo xi măng, để tránh hút ẩm trong quá trình bảo quản. Thuộc loại phụ gia này có KDCS (của Viện KIIKTXD), KD - 88,...

8. Phụ gia chống co ngót

Có thể dùng clorua sắt (1 – 2% khối lượng xi măng) hoặc nitrat natri 1% để chống co ngót cho bê tông, vữa.

9. Phụ gia gây nở

Phụ gia gây nở dùng để tăng thể tích của bê tông, vữa khi chèn các mối nối, sửa chữa các vết nứt,... Dùng AC - 98 (nở 0,05 - 0,10% thể tích bê tông, vữa, nếu dùng lượng phụ gia bằng 5 - 6% lượng xi măng), alunit (của Viện KHKT XD).

10. Phụ gia bảo vệ

Phụ gia bảo vệ để chống xâm thực của nước biển, khí, nước ngầm,... để bảo vệ cốt thép, bê tông. Dùng phụ gia tổng hợp dạng bột, lignin, KANA, PLACC - 02A,...

11. Phụ gia tạo khí

Phụ gia tạo khí dùng để tạo khí khi chế tạo bê tông nhẹ, bê tông cách nhiệt,... Dùng XT (của Viện KHKT XD), Puzolith, ASP - 97,...

E- NƯỚC

Nước dùng để trộn vữa, tời vôi, trộn bê tông... phải là nước uống được. Không dùng nước nổi váng, lẫn bùn cát (nước đục), lẫn dầu mỡ, nước thải (sinh hoạt hoặc công nghiệp), nước biển, nước chứa các tạp chất có hại, chứa chất béo, chứa bất cứ các loại muối nào, chứa axit, chứa kiềm,...

Xác định độ axit của nước như sau: Đổ nước thí nghiệm vào một ống nghiệm đã rửa bằng nước cất. Nhúng miếng giấy quỳ màu xanh vào nước trong ống nghiệm và giữ trong 1 - 1 giờ 30 phút. Nếu màu xanh của giấy quỳ (giấy tẩm rượu quỳ) chuyển sang màu hồng (đỏ) chứng tỏ nước có lượng axit cao (chỉ số pH < 4).

Khi nước có lẫn phù sa (nước đục) thì phải để lắng, lấy nước trong.

Không nên dùng nước biển vì sẽ làm các kết cấu của nhà ẩm ướt do muối tiết ra. Không dùng nước biển để trộn xi măng aluminat. Khi buộc phải dùng nước biển thì phải tăng lượng xi măng lên 20% so với bình thường (theo TCVN 4506 – 1987. Nước dùng cho bê tông và vữa).

IV. LIỀU LƯỢNG VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

Việc xác định liều lượng vật liệu hợp lý để chế tạo bê tông và bê tông cốt thép, tạo được hỗn hợp bê tông (vữa bê tông) có được mac bê tông và bê tông cốt thép yêu cầu, có tính lưu động mong muốn, dễ nhào trộn,... đồng thời phải tiết kiệm xi măng.

Liều lượng vật liệu để chế tạo bê tông và bê tông cốt thép có thể tính toán theo công thức hoặc lấy theo bảng (xem các loại bê tông cụ thể, mục VII).

1. Khối lượng nước trong bê tông (vữa bê tông) một phần bị các hạt vật liệu hút, phần còn lại sẽ bốc hơi để lại trong bê tông các lỗ rỗng nhỏ li ti làm giảm mac bê tông.

Như vậy khối lượng nước càng ít thì bê tông càng tốt.

Khối lượng nước trong bê tông có tác dụng gây phản ứng hoá học làm cho chất dính kết khi đông cứng sẽ liên kết chặt chẽ với cốt liệu. Khối lượng nước này chỉ cần 10 – 20% (theo thể tích) là đủ. Tuy vậy khối lượng nước trong bê tông còn làm cho hỗn hợp bê tông tạo thành hồ trộn, đảm bảo độ sụt, độ dẻo,... của bê tông để thuận lợi cho thi công.

Khi nói đến khối lượng nước trong bê tông người ta thường đưa ra chỉ tiêu *lượng nước tiêu chuẩn* $\frac{N}{XM}$ là tỷ số khối lượng nước (N) và khối lượng xi măng (XM).

Tùy theo loại bê tông, vật liệu,... mà khối lượng nước cần có khác nhau. Nói chung, bê tông mac càng cao, vật liệu càng khô, càng mịn, trời càng nắng nóng, độ ẩm càng thấp,... thì khối lượng nước càng cần nhiều hơn.

Yêu cầu về khống chế khối lượng nước trong bê tông là rất quan trọng. Khi dùng bê tông ít nước sẽ có nhiều ưu điểm, như tiết kiệm xi măng (để đạt cùng mac), thời gian đông cứng nhanh, cường độ sớm phát triển, sức dính giữa bê tông và cốt thép tốt hơn và mau tháo dỡ được ván khuôn, nhưng khó thi công, phải đầm lâu hơn và có nhiều khả năng bị rỗ do đầm không kỹ. Thông thường nếu giảm được 1% khối lượng nước thì tăng được mac bê tông 1%.

Muốn có bê tông mac cao, chống thấm tốt,... thì khối lượng nước phải ít, tức là tỷ số $\frac{N}{XM}$ phải nhỏ, nhưng bê tông cũng cần phải có tính lưu động, tính dẻo,... do vậy tỷ số này không thể quá nhỏ. Theo quy định, lượng nước tiêu chuẩn trong bê tông không được nhỏ hơn trị số lấy theo tỷ lệ lợi nhất $\frac{N}{XM} = 0,35 - 0,40$ để không gây khó khăn khi thi công bê tông.

Thông thường khối lượng nước cần cho $1m^3$ bê tông bằng 50 – 60% trong vữa. Bê tông cốt thép cần nhiều nước hơn bê tông không cốt thép. Xi măng càng nhiều, càng mịn thì càng cần nhiều nước.

Đối với bê tông, lượng nước tiêu chuẩn $\frac{N}{XM}$ có thể lấy như sau:

0,3 – 0,4: khi cần bê tông khô (ở trạng thái hơi ẩm);

0,5 – 0,6: khi cần bê tông dẻo (ở trạng thái nhão);

0,7 – 0,9: khi cần bê tông lỏng (ở trạng thái loãng).

Để chống thấm, tốt nhất là bê tông có $\frac{N}{XM} = 0,50 - 0,55$, lớn

nhất là 0,65.

Khối lượng nước (lít) cho $1m^3$ bê tông có thể lấy theo bảng 5, phụ thuộc độ sụt của bê tông yêu cầu, kích thước sỏi (hoặc đá dăm),...

Bảng 5

Độ sụt của bê tông (cm)	Kích thước lớn nhất của cốt liệu (mm)							
	Sỏi				Đá dăm			
	10	20	40	70	10	20	40	70
1 – 2	185	170	155	140	200	185	170	155
3 – 5	195	180	165	150	210	195	180	165
6 – 8	205	190	175	160	220	205	190	175
9 – 12	215	200	185	170	230	215	200	185

2. Khối lượng xi măng phụ thuộc mac bê tông và bê tông cốt thép, chất lượng xi măng,... Nói chung khối lượng xi măng tỷ lệ thuận với mac bê tông và bê tông cốt thép nhưng nếu khối lượng xi măng quá nhiều (gọi là bê tông quá mỡ) thì có thể làm cho bê tông co ngót lớn khi đông cứng, gây nứt bê tông, chịu nhiệt độ kém hơn,... do vậy chỉ nên chọn khối lượng xi măng đến mức thật cần thiết. Khối lượng xi măng quá nhiều thì cũng không tăng được mac bê tông (có khi còn giảm) mà giá thành bê tông lại tăng.

Khối lượng (kg) xi măng cho 1m^3 bê tông tính theo công thức

$$XM = \frac{N}{\frac{N}{XM}}, \quad (2)$$

trong đó N – khối lượng nước (lít).

Từ công thức (2) ta thấy chưa kể đến ảnh hưởng của cát. Thực tế thì việc dùng cát đen hay cát vàng ảnh hưởng rất lớn đến khối lượng xi măng cần dùng (khi cần cùng mac bê tông) dùng cát vàng sẽ tiết kiệm được rất nhiều xi măng.

3. Khối lượng sỏi (hoặc *dá dăm*) cho 1m^3 bê tông tính theo công thức

$$S = \frac{1000}{r_s \frac{\alpha}{\gamma_s} + \frac{1}{\gamma}}, \quad (3)$$

trong đó S- khối lượng sỏi (kg);

r_s - độ rỗng của sỏi ở trạng thái xếp tiêu chuẩn;

α - hệ số tăng thể tích của vữa bê tông để các hạt cốt liệu lớn trơn trượt được, lấy như sau:

* Đối với bê tông khô:

1,05 – 1,10: khi dùng cát lớn;

1,20: khi dùng cát nhỏ;

* Đối với bê tông dẻo:

1,30: khi dùng xi măng mac 250;

1,35: khi dùng xi măng mac 300;

1,43: khi dùng ximăng mac 350;

1,48: khi dùng ximăng mac 400;

γ_s - khối lượng thể tích của sỏi;

γ - khối lượng riêng của sỏi.

4. Khối lượng cát cho 1m^3 bê tông tính theo công thức

$$C = \left(1000 - \left(\frac{XM}{\gamma_{XM}} + \frac{S}{\gamma_s + N} + N \right) \gamma_c \right), \quad (4)$$

trong đó C- khối lượng cát (kg);

γ_c - khối lượng thể tích của cát.

Khi có khối lượng vật liệu, muốn tính ra thể tích ta dùng công thức

$$V = \frac{VL}{\gamma_{VL}}, \quad (5)$$

trong đó V- thể tích vật liệu (m^3);

VL- khối lượng vật liệu (kg);

γ_{VL} - khối lượng thể tích của vật liệu:

+ với ximăng, $\gamma_{XM} = 1400 \text{ kg/m}^3$;

+ với sỏi, $\gamma_s = 1400 - 1700 \text{ kg/m}^3$;

+ với đá dăm, $\gamma_{DD} = 1500 - 1600 \text{ kg/m}^3$;

+ với cát đen, $\gamma_{CD} = 1200 - 1300 \text{ kg/m}^3$;

+ với cát vàng, $\gamma_{CV} = 1450 - 1650 \text{ kg/m}^3$.

Liều lượng vật liệu chế tạo từng loại bê tông và bê tông cốt thép cụ thể xem ở mục V.

V. MỘT SỐ LOẠI BÊTÔNG VÀ BÊTÔNG CỐT THÉP

Bê tông có nhiều ưu điểm: chịu nén tốt, bền vững (tuổi thọ cao), chịu được môi trường khắc nghiệt, có khả năng chống ăn mòn, bảo vệ được cốt thép ở trong,... Tuy vậy, bê tông có tính giòn, chịu kéo kém, dễ bị nứt, cách nhiệt kém,...

Do những nhược điểm của bê tông đã nêu ở trên nên bê tông chỉ dùng để xây dựng một số loại đập trọng lực, làm móng nhà, lót móng,...

Để khắc phục các nhược điểm của bê tông người ta đặt cốt thép vào trong bê tông và được bê tông cốt thép.

Năm 1845 tình cờ người làm vườn J. Monier ở Paris bọc các sợi thép vào chậu trồng cây và trát vữa xi măng – cát bên ngoài thì thấy chậu không bị nứt, bền hơn các chậu không bọc rất nhiều. Từ đó ông chuyên tâm nghiên cứu vấn đề này để bán phát minh.

Năm 1848 Joseph – Lonis Lambot người Pháp đã dùng vữa xi măng – cát trát lên khung lưới thép để làm thuyền (có trưng bày tại Hội chợ triển lãm quốc tế ở Paris) thấy có nhiều ưu điểm.

Bê tông cốt thép được kiến trúc sư, kỹ sư Francois Hennebique người Pháp hoàn chỉnh để làm tấm lợp năm 1879, sau đó làm khung nhà (thay gỗ) để chống cháy và thấy rất tốt (được cấp bằng phát minh năm 1892). Bê tông cốt thép ra đời được đánh giá là sự kiện quan trọng nhất trong ngành xây dựng.

1. Bê tông thông thường

Bê tông thông thường (thường gọi là *bê tông nặng*) là bê tông không có cốt thép, dùng xi măng pooc lăng, cát hạt to và rất to (cỡ hạt 0,5 – 5mm), sỏi hoặc đá dăm loại nhỏ ⁽¹⁾ và vừa (cỡ viên 5 – 40mm).

⁽¹⁾ Có khi cả loại to và rất to (cỡ viên 40 – 80mm).

Các yêu cầu về vật liệu để chế tạo bê tông thông thường xem ở mục III.

Liều lượng vật liệu để chế tạo bê tông thông thường, cách trộn,... như bê tông của bê tông cốt thép (mục V.2).

Móng làm bằng bê tông thông thường chỉ dùng ⁽¹⁾ khi nền tốt và cũng chỉ dùng cho nhà đến bốn tầng, không dùng khi nền yếu (xấu). Mac của bê tông làm móng như ở bảng 6, phụ thuộc mức độ ẩm của nền và cấp nhà.

Bảng 6

Mức độ ẩm ướt của nền	Nhà cấp		
	I	II	III
1. Ít ẩm	75	50	50
2. Rất ẩm	100	75	50
3. Bão hoà nước (no nước)	150	100	75

Móng bê tông thông thường không ưu việt hơn hẳn móng gạch, đá xây, bê tông đá học, mà lại đắt nên rất ít được dùng.

2. Bê tông cốt thép thông thường

Bê tông cốt thép thông thường là hỗn hợp bê tông thông thường có đặt cốt thép ở trong.

Các yêu cầu về vật liệu để chế tạo bê tông cốt thép thông thường xem ở mục III.

Bê tông cốt thép thông thường có mac 100, 150, 200 và 250 (đôi khi dùng mac 110, 140 và 170).

⁽¹⁾ Làm móng đơn hoặc móng băng, không nên làm móng bè.

Bê tông cốt thép thông thường được dùng cho hầu hết các công trình và bộ phận công trình (móng, cột, dầm, sàn,...) chịu lực thông thường, không dùng ở nơi có axit, có tính xâm thực, có nhiệt độ cao.

Liều lượng vật liệu để trộn bê tông thông thường khi chế tạo bê tông cốt thép thông thường có thể lấy theo các bảng sau đây:

1. Liều lượng vật liệu cho 1m^3 bê tông thông thường khi dùng sỏi (hoặc đá dăm) có kích thước lớn nhất ⁽¹⁾ 10mm, cát vàng như ở bảng 7.

Bảng 7

Mac		Ximăng (kg)	Cát vàng (m^3)	Sỏi (hoặc đá dăm) (m^3)	Định mức số
Bê tông	Ximăng				
100	200	264	0,377	0,869	1001
	300	239	0,383	0,879	1002
150	200	334	0,373	0,840	1003
	300	288	0,381	0,861	1004
	400	252	0,385	0,871	1005
200	300	347	0,373	0,846	1006
	400	302	0,380	0,857	1007
250	300	410	0,362	0,831	1008
	400	349	0,373	0,846	1009

2. Liều lượng vật liệu cho 1m^3 bê tông thông thường khi dùng sỏi (hoặc đá dăm) có kích thước lớn nhất 20mm, cát vàng như ở bảng 8.

⁽¹⁾ Kích thước lớn nhất của sỏi (hoặc đá dăm) tùy thuộc vào chiều dày nhỏ nhất của cấu kiện và khoảng cách nhỏ nhất giữa các thanh cốt thép.