

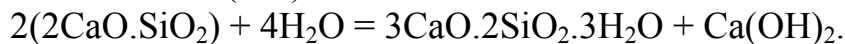
4.6.3. Lý thuyết về sự rắn chắc của xi măng.

Phản ứng thủy hoá

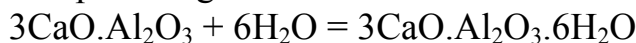
Khi nhào trộn xi măng với nước, ở giai đoạn đầu xảy ra quá trình tác dụng nhanh của khoáng alit với nước tạo ra hydrosilicat canxi và hydroxit canxi.



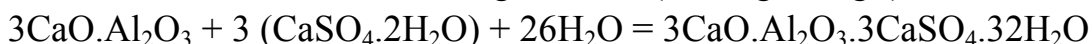
Vì đã có hydroxit canxi tách ra từ khoáng alit nên khoáng belit thủy hoá chậm hơn alit và tách ra ít $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hơn. :



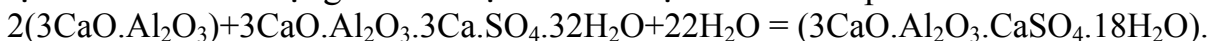
Hydrosilicat canxi hình thành khi thủy hoá hoàn toàn đơn khoáng silicat tricanxi ở trạng thái cân bằng với dung dịch bão hoà hydroxit canxi. Tỷ lệ CaO/SiO_2 trong các hydrosilicat trong hồ xi măng có thể thay đổi phụ thuộc vào thành phần vật liệu, điều kiện rắn chắc và các yếu tố khác. Pha chứa alumô chủ yếu trong xi măng là aluminat tricanxi $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$, đây là pha hoạt động nhất. Ngay sau khi trộn với nước, trên bề mặt các hạt xi măng đã có lớp sản phẩm xốp, không bền có tinh thể dạng tấm mỏng lục giác của $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.9\text{H}_2\text{O}$ và $2.\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.8\text{H}_2\text{O}$. Cấu trúc dạng sợi xốp này làm giảm độ bền nước của xi măng. Dạng ổn định của nó là hydroaluminat 6 nước có tinh thể hình lập phương được tạo thành từ phản ứng:



Để làm chậm quá trình đông kết khi nghiền clinke cần cho thêm một lượng đá thạch cao (3% ÷ 5% so với khối lượng xi măng). Sunfat canxi sẽ đóng vai trò là chất hoạt động hoá học của xi măng, tác dụng với aluminat tricanxi ngay từ đầu để tạo thành sunfoaluminat canxi ngậm nước (khoáng etringit) :



Trong dung dịch bão hoà $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ngay từ đầu etringit sẽ tách ra ở dạng keo phân tán mịn đọng lại trên bề mặt $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ làm chậm sự thủy hoá của nó và kéo dài thời gian đông kết của xi măng. Sự kết tinh của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ từ dung dịch quá bão hoà sẽ làm giảm nồng độ hydroxit canxi trong dung dịch và etringit chuyển sang tinh thể dạng sợi, tạo ra cường độ ban đầu cho xi măng. Etringit có thể tích lớn gấp 2 lần so với thể tích các chất tham gia phản ứng, có tác dụng chèn lấp lỗ rỗng của đá xi măng, làm cường độ và độ ổn định của đá xi măng tăng lên. Cấu trúc của đá xi măng cũng sẽ tốt hơn do hạn chế được những chỗ yếu của hydroaluminat canxi. Sau đó etringit còn tác dụng với $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ còn lại sau khi đã tác dụng với đá thạch cao để tạo ra muối kép của sunfat :



Feroaluminat tetracaxi tác dụng với nước tạo ra hydroaluminat và hydroferit canxi :



Hydroferit sẽ nằm lại trong thành phần của gen xi măng, còn hydroaluminat sẽ tác dụng với đá thạch cao như phản ứng trên.

Tính chất và sự hình thành cấu trúc của hồ xi măng

Hồ xi măng tạo thành sau khi nhào trộn xi măng với nước là loại huyền phù đặc của nước. Trước khi tạo hình hỗn hợp bê tông và bắt đầu đông kết, hồ xi

măng có cấu trúc ngưng tụ. Trong đó những hạt rắn hút nhau bằng lực Vandecvan và liên kết với nhau bằng lớp vỏ hydrat. Cấu trúc này sẽ bị phá huỷ khi có lực cơ học tác dụng (nhào, trộn, rung...) nó trở thành chất lỏng nhớt, dễ tạo hình. Việc chuyển hồ sang trạng thái chảy mang đặc trưng xúc biến, có nghĩa là khi loại bỏ tác dụng của lực cơ học thì liên kết cấu trúc trong hệ lại được phục hồi.

Tính chất cơ học - cấu trúc của hồ xi măng tăng theo mức độ thủy hoá xi măng. Thí dụ ứng suất trượt của hồ đo được sau khi nhào trộn là $0,1\text{kG/cm}^2$, khi bắt đầu đông kết tăng lên 15 lần ($1,5\text{kG/cm}^2$), còn khi kết thúc đông kết lên 50 lần (5kG/cm^2). Như vậy, hồ xi măng có khả năng thay đổi nhanh tính lưu biến trong khoảng $1 \div 2$ giờ.

Sự hình thành cấu trúc của hồ xi măng và cường độ của nó xảy ra như sau : Những phân tử cấu trúc đầu tiên được hình thành sau khi nhào trộn xi măng với nước là etringit, hydroxit canxi và các sợi gen CSH. Etringit dạng lăng trụ lục giác được tạo thành sau 2 phút, còn mầm tinh thể Ca(OH)_2 xuất hiện sau vài giờ. Phần gen của hydrosilicat canxi đầu tiên ở dạng ‘bó’. Những lớp gen mỏng tạo thành xen giữa các tinh thể Ca(OH)_2 làm đặc chắc thêm hồ xi măng.

Đến cuối giai đoạn đông kết cấu trúc cơ bản của hồ xi măng được hình thành làm cho nó biến đổi thành đá xi măng.

Giải thích quá trình rắn chắc của xi măng

Khi xi măng rắn chắc, các quá trình vật lý và hoá lý phức tạp đi kèm theo các phản ứng hoá học có một ý nghĩa rất lớn và tạo ra sự biến đổi tổng hợp, khiến cho xi măng khi nhào trộn với nước, lúc đầu chỉ là hồ dẻo và sau biến thành đá cứng có cường độ. Tất cả các quá trình tác dụng tương hỗ của từng khoáng với nước để tạo ra những sản phẩm mới xảy ra đồng thời, xen kẽ và ảnh hưởng lẫn nhau. Các sản phẩm mới cũng có thể tác dụng tương hỗ với nhau và với các khoáng khác của clinke để hình thành những liên kết mới. Do đó hồ xi măng là một hệ rất phức tạp cả về cấu trúc thành phần cũng như sự biến đổi. Để giải thích quá trình rắn chắc người ta thường dùng thuyết của Baikov – Rebinder. Theo thuyết này, quá trình rắn chắc của xi măng được chia làm 3 giai đoạn:

Giai đoạn hoà tan : Khi nhào trộn xi măng với nước các thành phần khoáng của clinke sẽ tác dụng với nước ngay trên bề mặt hạt xi măng. Những sản phẩm mới tan được $[\text{Ca(OH)}_2; 3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}]$ sẽ tan ra. Nhưng vì độ tan của nó không lớn và lượng nước có hạn nên dung dịch nhanh chóng trở nên quá bão hoà.

Giai đoạn hoá keo : Trong dung dịch quá bão hoà, các sản phẩm $\text{Ca(OH)}_2; 3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}$ mới tạo thành sẽ không tan nữa mà tồn tại ở trạng thái keo. Còn các sản phẩm etringit, CSH vốn không tan nên vẫn tồn tại ở thể keo phân tán. Nước vẫn tiếp tục mất đi (bay hơi, phản ứng với xi măng), các sản phẩm mới tiếp tục tạo thành, tỷ lệ rắn/lỏng ngày một tăng, hỗn hợp mất dần tính dẻo, các sản phẩm ở thể keo liên kết với nhau thành thể ngưng keo.

Giai đoạn kết tinh : Nước ở thể ngưng keo vẫn tiếp tục mất đi , các sản phẩm mới ngày càng nhiều. Chúng kết tinh lại thành tinh thể rồi chuyển sang thể liên tinh làm cho cả hệ thống hoá cứng và cường độ tăng.

4.6.4. Tính chất của xi măng pooc lăng

Khối lượng riêng khối lượng thể tích

Khối lượng riêng của xi măng pooc lăng (không có phụ gia khoáng) $\rho_a = 3,05- 3.15 \text{ g/cm}^3$.

Khối lượng thể tích có giá trị dao động khá lớn tùy thuộc vào độ lèn chặt, đối với bột xi măng ở trạng thái xấp tự nhiên $\rho_v = 1100\text{kg/m}^3$, lèn chặt trung bình $\rho_v = 1300 \text{ kg/m}^3$, lèn chặt mạnh $\rho_v = 1600\text{kg/m}^3$.

Độ mịn

Xi măng có độ mịn cao sẽ dễ tác dụng với nước, các phản ứng thủy hóa sẽ xảy ra triệt để, tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ chịu lực cao. Như vậy độ mịn là một chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của xi măng.

Độ mịn có thể xác định bằng cách sàng trên sàng 4900 lỗ/cm² và đo tỷ diện bề mặt của xi măng.

Theo TCVN 2682 - 1999, khi sàng bằng sàng 4900 lỗ/cm² thì độ mịn của xi măng thông thường PC30 và PC40 phải đạt chỉ tiêu lượng lọt qua sàng lớn hơn hoặc bằng 85% (lượng sót trên sàng $\leq 15\%$).

Tỷ diện bề mặt của xi măng là tổng diện tích của các hạt trong 1g xi măng. Xi măng càng mịn tỷ diện càng lớn do đó người ta dùng tỷ diện để biểu thị độ mịn của xi măng.

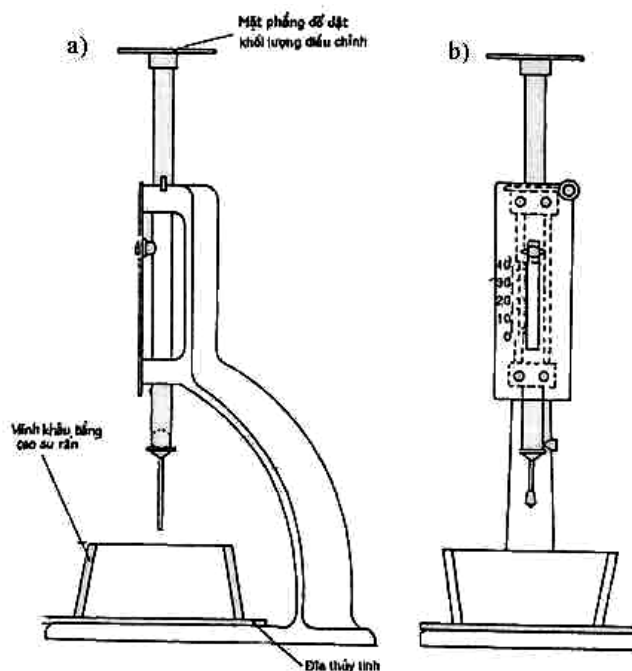
Cũng theo TCVN 2682-1999 tỷ diện bề mặt của xi măng PC30 và PC40 phải đạt $\geq 2700\text{cm}^2/\text{g}$

Lượng nước tiêu chuẩn

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng là lượng nước tính bằng % so với khối lượng xi măng đảm bảo cho hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn.

Độ dẻo tiêu chuẩn được xác định bằng dụng cụ vi ka (hình 4 - 5), phương pháp xác định theo TCVN 6017:1995

Hồ xi măng đảm bảo độ cắm sâu của kim vi ka (đường kính kim $10 \pm 0,05 \text{ mm}$) từ 33-35mm trong khuôn có đường kính trên $70 \pm 5\text{mm}$, đường kính dưới $80 \pm 5\text{mm}$ và chiều cao $40 \pm 0,2\text{mm}$ thì hồ đó có độ dẻo tiêu chuẩn và lượng đã



Hình 4-5: Dụng cụ Vika để xác định độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian đông kết của xi măng

- Xác định độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian bắt đầu đông kết.
- Xác định thời gian kết thúc đông kết.

nhào trộn là lượng nước tiêu chuẩn.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng càng lớn thì lượng nước nhào trộn trong bê tông và vữa càng nhiều.

Mỗi loại xi măng có lượng nước tiêu chuẩn nhất định tùy thuộc vào thành phần khoáng vật, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian đã lưu kho và điều kiện bảo quản xi măng.

Xi măng để lâu bị vón cục thì lượng nước tiêu chuẩn sẽ giảm.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng biểu thị bằng tỷ lệ: $\frac{N}{X} = 0,22 \div 0,32$.

Cách thực hiện:

Trộn 500g xi măng với một lượng nước đã ước tính sơ bộ (trong khoảng $\frac{X}{N} = 0,22 \div 0,32$). Thời gian trộn kéo dài 5 phút kể từ lúc đổ nước vào xi măng.

Ngay sau khi trộn xong đặt khuôn lên tấm kính, dùng bay xúc hồ xi măng đổ đầy khuôn một lần rồi đập tấm kính lên mặt bàn 5 - 6 cái, dùng dao đã lau ẩm gạt cho hồ bằng miệng khuôn.

Đặt khuôn vào dụng cụ vika, hạ đầu kim (có đường kính $10 \pm 0,05$ mm và dài 50 ± 1 mm) xuống sát mặt hồ xi măng và vặn vít để giữ kim, sau đó mở vít cho kim tự do cắm vào hồ xi măng. Qua 30 giây vặn chặt vít và đọc trị số kim chỉ trên thước chia độ để biết độ cắm sâu của kim trong hồ xi măng.

Nếu kim cắm cách tấm đế 6 ± 1 mm thì hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn. Nếu kim cắm nông hoặc sâu hơn thì phải trộn mẻ khác với lượng nước nhiều hơn hoặc ít hơn. Cứ thí nghiệm nhiều lần như vậy cho đến khi tìm được lượng nước ứng với độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng.

Thời gian đông kết của xi măng

Sau khi trộn xi măng với nước, hồ xi măng có tính dẻo cao nhưng sau đó tính dẻo mất dần. Thời gian tính từ lúc trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất dẻo và bắt đầu có khả năng chịu lực gọi là thời gian đông kết.

Thời gian đông kết của xi măng bao gồm 2 giai đoạn là thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết.

Thời gian bắt đầu đông kết: Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất tính dẻo, ứng với lúc kim vika nhỏ có đường kính $1,13 \pm 0,05$ mm lần đầu tiên cắm cách tấm kính 4 ± 1 mm.

Thời gian kết thúc đông kết: Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi trong hồ xi măng hình thành các tinh thể, hồ cứng lại và bắt đầu có khả năng chịu lực, ứng với lúc kim vika có đường kính $1,13 \pm 0,05$ mm lần đầu tiên cắm sâu vào hồ 0,5 mm.

Thời gian đông kết của xi măng phụ thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian lưu giữ trong kho và điều kiện bảo quản xi măng.

Các loại xi măng có thời gian đông kết khác nhau. Khi thi công bê tông và vữa cần phải biết thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết của xi măng để định ra kế hoạch thi công hợp lý.

Khi xi măng bắt đầu đông kết nó mất tính dẻo nên tất cả các khâu vận chuyển, đổ khuôn và đầm chặt bê tông phải tiến hành xong trước khi xi măng bắt đầu đông kết, do đó thời gian bắt đầu đông kết phải đủ dài để kịp thi công.

Khi xi măng kết thúc đông kết là lúc xi măng đạt được cường độ nhất định, do đó thời gian kết thúc đông kết không nên quá dài vì xi măng cứng chậm, ảnh hưởng đến tiến độ thi công.

Từ những ý nghĩa trên mà TCVN 2682 - 1999 đã quy định :

Thời gian bắt đầu đông kết không được sớm hơn 45 phút.

Thời gian kết thúc đông kết không quá 375 phút.

Cách xác định: Thời gian đông kết của hồ xi măng được thực hiện theo TCVN 6017: 1995 như sau:

Dụng cụ thí nghiệm là dụng cụ vika (hình 4 - 5) đường kính của kim bằng $1,13 \pm 0,05$ mm.

Trộn hồ xi măng với lượng nước tiêu chuẩn và đổ vào khuôn, giống như khi xác định độ dẻo của tiêu chuẩn của xi măng. Cần ghi lại thời điểm trộn xi măng với nước.

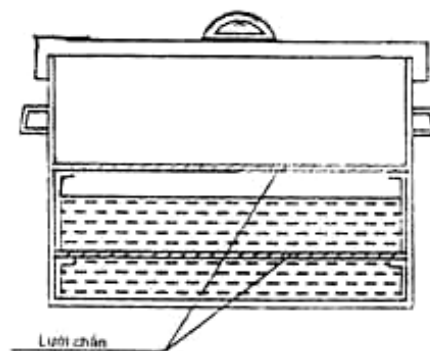
Sau khi cho hồ vào khuôn và đặt trên tấm kính của dụng cụ thì hạ kim xuống sát mặt hồ và vận chặt vít hãm, sau đó mở vít cho kim tự do cắm vào hồ xi măng. Cứ 10 phút cho kim cắm một lần, khi kim cắm cách đáy 4 ± 1 mm thì ghi lại thời điểm đó và tính được thời gian bắt đầu đông kết của hồ xi măng.

Sau đó thay kim nhỏ khác có lắp sẵn vòng nhỏ, đồng thời lật úp khuôn để tiến hành xác định thời gian kết thúc đông kết. Cứ 30 phút cho cắm kim một lần cho đến khi kim chỉ cắm vào hồ xi măng 0,5mm đó chính là thời điểm mà vòng gắn trên kim, lần đầu tiên không còn để lại dấu trên mẫu. Ghi lại thời điểm lúc đó và tính thời gian kết thúc đông kết của hồ xi măng.

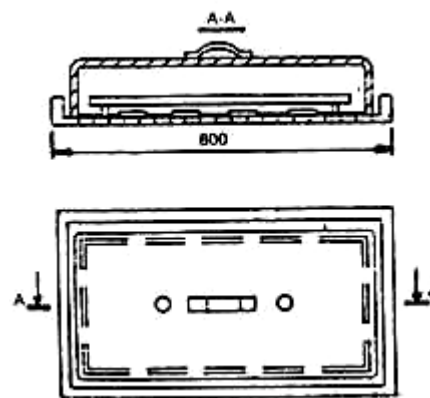
Tính ổn định thể tích

Xi măng phải đảm bảo tính ổn định thể tích để không bị biến dạng và nứt nẻ, nguyên nhân gây nên hiện tượng không ổn định thể tích là hàm lượng CaO; MgO tự do và khoáng aluminat canxi lớn, các chất này khi cứng rắn thường nở thể tích. Mặt khác nếu lượng nước sử dụng nhiều quá cũng gây hiện tượng co cho đá xi măng cũng như bê tông và vữa.

Để xác định tính ổn định thể tích bằng phương pháp mẫu bánh đa theo TCVN 4031:1985 người ta trộn 300g xi măng với nước thành hồ dẻo tiêu chuẩn, chia hồ xi măng thành 4 phần bằng nhau, nặn mỗi phần thành một viên bi, đặt mỗi viên bi lên một tấm kính đã lau bằng dầu nhờn rồi rung tấm kính cho đến khi các viên tạo thành hình tròn dẹt như các bánh đa (bánh tráng) có đường kính 7-8cm, bề dày chỗ giữa chừng 1 cm.



Hình 4-6: Thùng giữ mẫu



Hình 4-7: Thùng chung và lược mẫu

Dùng dao âm miết từ cạnh vào giữa để mép mẫu mỏng và nhẵn mặt.

Đặt các mẫu đó vào thùng giữ mẫu (hình 4-6) rồi đậy nắp kín và giữ trong 24 ± 2 giờ kể từ lúc tạo mẫu. Sau đó lấy ra khỏi thùng và tách mẫu ra khỏi tấm kính. Đặt 2 mẫu trên lưới thép trên, 2 mẫu trên lưới thép dưới của thùng chung và luộc mẫu (hình 4-7).

Sau khi xẹp mẫu, đun sôi nước trong thùng 4 giờ liền, thời gian từ lúc đun đến lúc sôi không quá 30 - 40 phút. Để mẫu nguội trong thùng đến nhiệt độ trong phòng rồi lấy ra quan sát.

Khi quan sát nếu thấy mẫu thử bị cong vênh và có những vết nứt chạy xuyên tâm ra đến mép thì xi măng được coi không ổn định thể tích (hình 4 - 8).

Nếu các mẫu không bị cong vênh không có vết nứt hoặc chỉ có các chấm nhỏ và một vài vết nứt ở giữa mẫu không chạy ra đến mép, thì xi măng được coi là có tính ổn định thể tích (hình 4 - 9).

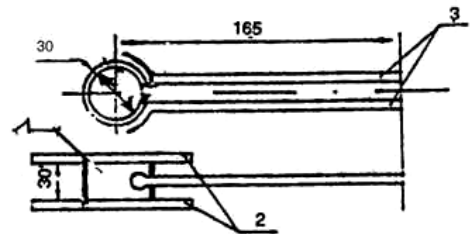


Hình 4-8: Mẫu xi măng ổn định thể tích



Hình 4-9: Mẫu xi măng không ổn định thể tích

Ngoài phương pháp xác định tính ổn định thể tích bằng mẫu bánh đa còn có thể đo độ ổn định thể tích bằng phương pháp Losatolie theo TCVN 6016:1995. Dụng cụ Losatolie (hình 4 -10) có khuôn bằng đồng đàn hồi có càng đo. Để xác định độ ổn định bằng phương pháp này cần chế tạo hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn rồi cho vào khuôn đã được lau dầu, gạt bằng mặt hồ rồi đặt khuôn bằng đĩa thủy tinh (cũng được quét dầu). Cho ngay khuôn vào buồng ẩm, giữ trong $24 \pm 0,5$ giờ ở độ ẩm không nhỏ hơn 98% và nhiệt độ $27 \pm 1^\circ\text{C}$ rồi đo khoảng cách A giữa các đầu chóp của càng khuôn. Giữ khuôn ngập trong nước, đun dần đến sôi trong suốt 30 ± 5 phút và duy trì nhiệt độ sôi trong 3 giờ ± 5 phút. Để khuôn nguội đến $27 \pm 2^\circ\text{C}$ rồi đo khoảng cách B giữa các đầu chóp của càng khuôn. Hiệu số B - A (mm) chính là độ ổn định thể tích.



Hình 4-10: Dụng cụ Losatolie

1. Khuôn đồng; 2. Tấm kính; 3. Càng khuôn

Sự tỏa nhiệt

Khi nhào trộn với nước hồ xi măng tỏa ra một lượng nhiệt nhất định, lượng nhiệt đó phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, độ mịn của xi măng và hàm lượng thạch cao.

Lượng nhiệt tỏa ra khi thủy hoá của xi măng có lợi trong trường hợp thi công các kết cấu bê tông mỏng, nhỏ vào mùa lạnh vì lượng nhiệt đó sẽ làm cho bê tông rắn nhanh, nhưng không có lợi khi thi công các kết cấu bê tông khối lớn

trong điều kiện nhiệt độ môi trường thấp, vì chúng dễ gây rạn nứt cho công trình do chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và trong lòng khối bê tông. Vì vậy đối với những công trình bê tông khối lớn phải chú ý đến kỹ thuật thi công phân đoạn, mặt khác nếu cần thiết phải dùng loại xi măng có hàm lượng thành phần khoáng C_3S và C_3A thấp vì đây là 2 loại khoáng có lượng nhiệt tỏa ra nhiều nhất.

Cường độ chịu lực và mác của xi măng

Khái niệm: Xi măng thường dùng để chế tạo bê tông, vữa và nhiều loại vật liệu đá nhân tạo khác. Trong kết cấu bê tông, vữa và vật liệu đá nhân tạo sử dụng xi măng, chúng có thể chịu nén, chịu uốn. Cường độ chịu nén và chịu uốn của vữa xi măng càng cao thì cường độ nén và uốn của bê tông cũng càng lớn.

Giới hạn cường độ uốn và nén của vữa xi măng được dùng làm cơ sở để xác định mác xi măng và mác xi măng là chỉ tiêu cần thiết khi tính thành phần cấp phối bê tông và vữa.

Theo TCVN 6016-1995, mác của xi măng được xác định theo cường độ chịu uốn của các mẫu hình dầm kích thước 40 x 40 x 160 mm và cường độ chịu nén của các nửa mẫu hình dầm sau khi uốn, các mẫu thí nghiệm này được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn (1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ $27 \pm 1^\circ C$, độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ $27 \pm 1^\circ C$).

Theo cường độ chịu lực, xi măng pooc lăng gồm các mác sau: PC30; PC40; PC50.

Trong đó : PC : Ký hiệu cho xi măng pooc lăng.

Các trị số 30; 40; 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng N/mm^2 , xác định theo TCVN 6016-1995.

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

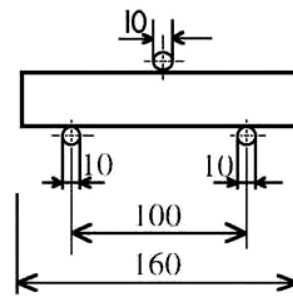
Phương pháp xác định :

Mác xi măng được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6016-1995 là phương pháp dẻo (phương pháp mềm).

Muốn xác định cường độ nén và uốn của xi măng phải đúc các mẫu thử hình lăng trụ tiêu chuẩn (dầm) 40 x 40 x 160 mm bằng vữa xi măng cát với tỷ lệ 1:3 theo khối lượng. Tỷ lệ nước/xi măng bằng 0,5.

Dùng các khuôn tiêu chuẩn bằng thép đúc 3 mẫu, gạt bằng và miết phẳng bề mặt các mẫu, đặt các khuôn mẫu đó vào thùng giữ ẩm sau 24 ± 2 giờ thì tháo khuôn lấy mẫu ra ngâm vào nước, thể tích nước chứa trong thùng phải bằng 4 lần thể tích các mẫu thử và mực nước phải cao hơn mặt mẫu tối thiểu 5cm, thỉnh thoảng thêm nước để mực nước không đổi, 27 ngày thì lấy mẫu ra khỏi thùng nước, lau khô mặt mẫu rồi thử cường độ ngay không để chậm quá 30 phút.

Xác định cường độ chịu uốn của mẫu thử như sau:



Hình 4-11: Sơ đồ đặt mẫu uốn

Đặt mẫu trên 2 gối tựa của máy thí nghiệm uốn theo sơ đồ (hình 4-11).

Sau khi uốn gãy các mẫu, lấy các nửa mẫu đem thử cường độ nén như sơ đồ (hình 4-12).

Cường độ chịu nén của mẫu tính bằng công thức:

$$R_n = \frac{P}{F} = \frac{P}{1600} \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Diện tích mặt chịu nén F là 16 cm².

Giới hạn cường độ chịu nén của vữa xi măng là trị số trung bình của 6 kết quả thí nghiệm .

Từ giới hạn cường độ chịu nén và uốn của vữa xi măng tìm được, xác định mác xi măng bằng cách so sánh cường độ với các loại mác xi măng quy định. Ví dụ cường độ nén trung bình của nhóm mẫu xi măng sau khi thí nghiệm là 34N/mm² vậy xi măng này thuộc loại PC 30.

Ngoài phương pháp dẻo để xác định mác của xi măng như trên còn có thể dùng phương pháp khô (cứng) với các mẫu hình lập phương cạnh 7,07 cm và phương pháp thử nhanh với các mẫu 2 x 2 x 2 cm.

Nhưng hiện nay các loại xi măng của nước ta đều dùng phương pháp dẻo để xác định mác theo đúng tiêu chuẩn của nhà nước quy định.

Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu lực của xi măng :

Cường độ chịu lực của xi măng phát triển không đều, trong 3 ngày đầu có thể đạt 40-50%; 7 ngày đạt 60-70%, những ngày sau tốc độ tăng cường độ chậm đi, đến 28 ngày đạt cường độ chuẩn. Tuy nhiên trong những điều kiện thuận lợi sự rắn chắc của nó có thể kéo dài vài tháng và thậm chí hàng năm, cường độ cuối cùng có thể vượt gấp 2 - 3 lần cường độ 28 ngày.

Cường độ của đá xi măng và tốc độ cứng rắn của nó phụ thuộc vào thành phần khoáng của clinke, độ mịn của xi măng, độ ẩm và nhiệt độ của môi trường, thời gian bảo quản xi măng.

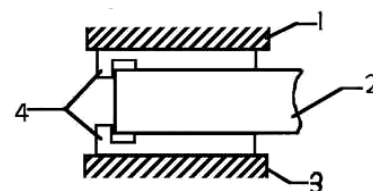
Thành phần khoáng: Tốc độ phát triển cường độ của các khoáng rất khác nhau (hình 4 - 13) .

C₃S có tốc độ nhanh nhất, sau 7 ngày nó đạt đến 70% cường độ 28 ngày, sau đó thì chậm lại. Trong thời kỳ đầu (đến tuổi 28 ngày) C₂S có tốc độ phát triển cường độ chậm nhưng thời kỳ sau tốc độ này tăng lên và có thể vượt xa cường độ của C₃S.

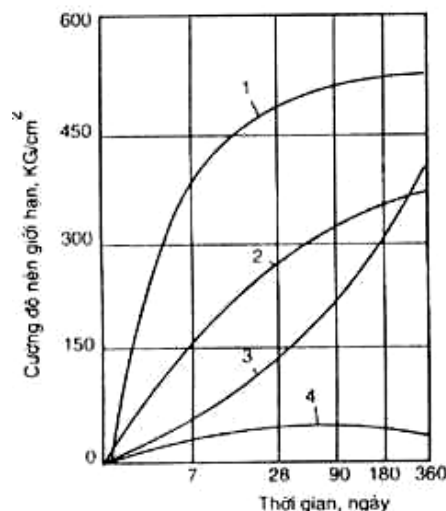
Khoáng C₃A là loại khoáng có cường độ thấp nhưng lại phát triển rất nhanh ở thời kỳ đầu.

Độ mịn tăng thì cường độ của đá xi măng cũng tăng vì mức độ thủy hóa của các hạt xi măng được tăng lên.

Độ ẩm và nhiệt độ môi trường rắn chắc có



Hình 4-12: Sơ đồ đặt mẫu nén



Hình 4-13 : Sự tăng cường độ của các khoáng của Clinker
1-C₃S; 2-C₄FA; 3-C₂S; 4 - C₃A

ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc của đá xi măng vì giai đoạn đầu của quá trình rắn chắc là thủy hóa, mặt khác quá trình thủy hoá cũng là quá trình xảy ra lâu dài.

Để tạo môi trường ẩm, trong thực tế đã dùng những phương pháp khác nhau như tưới nước, phủ kết cấu bê tông bằng mùn cưa, phơi bảo hay cát ẩm, v.v...

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

Khi độ mịn của xi măng càng lớn thì cường độ của đá xi măng càng giảm nếu để dự trữ lâu. Vì độ mịn cao làm cho xi măng dễ hút ẩm hơn.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooc lăng được quy định trong TCVN 2682-1999 (bảng 4 -2).

Bảng 4 - 2

Tên chỉ tiêu	Mác		
	PC 30	PC 40	PC 50
1 - Giới hạn bền nén, N/mm ² , không nhỏ hơn			
- Sau 3 ngày	16	21	31
- Sau 28 ngày	30	40	50
2 - Độ nghiền mịn			
- Phần còn lại trên sàng 0,08 mm, %, không lớn hơn	15	15	12
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn.	2700	2700	2800
3 - Thời gian đông kết			
- Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn	45	45	45
- Kết thúc, phút, không lớn hơn	375	375	375
4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp losatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

Khả năng chống ăn mòn của đá xi măng

Nguyên nhân

Đá xi măng là loại vật liệu có cường độ chịu lực cao, khá bền vững trong môi trường, tuy nhiên sau một thời gian sử dụng đá xi măng thường bị ăn mòn làm giảm chất lượng của công trình.

Đá xi măng bị ăn mòn chủ yếu là do sự tác dụng của các chất khí và chất lỏng lên các bộ phận cấu thành xi măng đã rắn chắc (chủ yếu là Ca(OH)₂ và 3CaO.Al₂O₃.6H₂O). Trong thực tế có tới hàng chục chất gây ra ăn mòn đá xi măng. Mặc dù các chất gây ăn mòn rất đa dạng, nhưng có thể phân ra 3 nguyên nhân cơ bản sau đây:

Sự phân rã các thành phần của đá xi măng, sự hòa tan và rửa trôi hydroxit canxi.

Tạo thành các muối dễ tan do hydroxit canxi và các thành phần khác của đá xi măng tác dụng với các chất xâm thực và sự rửa trôi các muối đó (ăn mòn axit, ăn mòn magiezit).

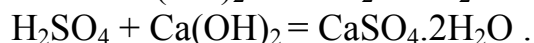
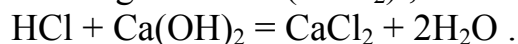
Sự hình thành những liên kết mới trong các lỗ rỗng có thể tích lớn hơn thể tích của các chất tham gia phản ứng tạo ra ứng suất gây nứt bê tông (ăn mòn sunpho-aluminat).

Các dạng ăn mòn cụ thể :

Ăn mòn hòa tan : Do sự tan của Ca(OH)_2 xảy ra nhanh mạnh dưới sự tác dụng của nước mềm (chứa ít các chất tan) như nước ngưng tụ, nước mưa, nước sông, nước đầm lầy. Sau 3 tháng rã chắc hàm lượng Ca(OH)_2 vào khoảng 10 - 15 % (tính theo CaO). Nếu sau khi hòa tan và rửa trôi mà nồng độ Ca(OH)_2 giảm xuống thấp hơn 0,11% thì CSH và C_3AH_6 cũng bị phân hủy. Khi hàm lượng Ca(OH)_2 có trong đá xi măng tới 15 - 30% thì cường độ của đá xi măng giảm đến 40 - 50%.

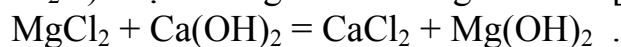
Ăn mòn Cacbonic : Xảy ra khi nước có chứa CO_2 (ở dạng axit yếu). Lượng CO_2 tăng hơn mức bình thường sẽ làm vỡ màng cacbonat để tạo thành bicacbonat axit canxi dễ tan theo phản ứng: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(HCO}_3)_2$.

Ăn mòn axit: Xảy ra trong dung dịch axit, có $\text{pH} < 7$. Axit tự do thường có trong nước thải công nghiệp và cũng có thể được tạo thành từ khí chứa lưu huỳnh trong các buồng đốt, trong không gian của các xí nghiệp công nghiệp, ngoài SO_2 còn có thể có các anhydrit của các axit khác, còn có clo và các hợp chất chứa clo. Khi chúng hòa tan vào nước bám trên bề mặt kết cấu bê tông cốt thép sẽ tạo nên các axit, ví dụ như HCl ; H_2SO_4 axit tác dụng với Ca(OH)_2 trong đá xi măng tạo ra những muối tan (CaCl_2) , muối tăng thể tích ($\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$) .



Ngoài ra axit có thể phá hủy cả silicat canxi.

Ăn mòn magie: Gây ra do các loại muối chứa magie trong nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng tác dụng với Ca(OH)_2 tạo ra các sản phẩm dễ tan (CaCl_2 ; $\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$) hoặc không có khả năng dính kết [Mg(OH)_2] :



Ăn mòn phân khoáng: Là do nitrat amôn phản ứng với Ca(OH)_2 có trong đá xi măng:



Nitrat canxi tan rất nhiều trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân kali gây ra ăn mòn đá xi măng là do làm tăng độ hòa tan của Ca(OH)_2 . Supephotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$, thạch cao và cả axit photphoric.

Ăn mòn sunfat: Xảy ra khi hàm lượng sunfat lớn hơn 250mg/l (tính theo SO_4^{2-}): $3\text{CaO}. \text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O} + 3\text{CaSO}_4 + 25\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO}. \text{Al}_2\text{O}_3.3\text{CaSO}_4.31\text{H}_2\text{O}$.

Sự hình thành trong các lỗ rỗng đá xi măng loại sản phẩm ít tan etringit với thể tích lớn hơn hai lần sẽ gây áp lực tách lớp bê tông bảo vệ làm cốt thép bị ăn mòn. Ăn mòn sunfat luôn luôn xảy ra đối với công trình ven biển, công trình tiếp xúc với nước thải công nghiệp và nước ngầm.

Nếu trong nước có chứa Na_2SO_4 thì đầu tiên nó tác dụng với vôi sau đó mới tác dụng etringit: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 + 2\text{NaOH}$

Ăn mòn của các chất hữu cơ: Các loại axit hữu cơ cũng gây phá hủy các công trình bê tông xi măng. Các axit béo (olein, stearin, panmitin) khi tác dụng với vôi gây ra rửa trôi. Dầu mỡ và các sản phẩm của nó (xăng, dầu hỏa, dầu mazut) sẽ không có hại cho bê tông xi măng nếu chúng không chứa các loại axit hữu cơ và các chất lưu huỳnh.

Ăn mòn do kiềm có trong đá xi măng xảy ra ngay trong lòng khối bê tông giữa các cấu tử với nhau. Bản thân clinke luôn chứa một lượng các chất kiềm. Trong khi đó trong cốt liệu bê tông, đặc biệt là trong cát, lại hay gặp hơn chất silic vô định hình (opon, chanxedon, thủy tinh núi lửa). Chúng có thể tác dụng với kiềm của xi măng ở ngay ở nhiệt độ thường làm cho bề mặt hạt cốt liệu nở ra một hệ thống vết nứt, bạc màu. Sự phá hoại này thường xảy ra khi thi công xong từ 10 - 15 năm.

Biện pháp hạn chế sự ăn mòn

Để bảo vệ đá xi măng khỏi bị ăn mòn một cách có hiệu quả, phải tùy từng trường hợp cụ thể mà áp dụng những biện pháp thích hợp sau đây :

Giảm các thành phần khoáng gây ăn mòn (CaO tự do, C_3A ; C_3S) bằng cách lựa chọn thành phần nguyên liệu và áp dụng các biện pháp gia công nhiệt phù hợp.

Giảm thành phần gây ăn mòn lớn nhất [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] bằng cách tiến hành cacbonat hóa trên bề mặt sản phẩm (cho tác dụng với CO_2 để tạo thành CaCO_3) hay silicat hóa (cho tác dụng với SiO_2 vô định hình) có trong các loại phụ gia.

Sử dụng các biện pháp cấu trúc để tăng cường độ đặc chắc cho vật liệu đá nhân tạo bằng công nghệ thi công kết hợp với lựa chọn thành phần vật liệu phù hợp.

Làm cho bề mặt vật liệu nhẵn phẳng.

Ngăn cách vật liệu với môi trường ăn mòn bằng cách ốp lớp vật liệu chống ăn mòn tốt bên ngoài.

Thoát nước cho công trình.

Tùy thuộc vào tính chất của môi trường ăn mòn mà lựa chọn sử dụng loại xi măng cho phù hợp.

4.6.5. Sử dụng và bảo quản

Xi măng pooc lăng là chất kết dính vô cơ quan trọng nhất trong xây dựng, nó được sử dụng rộng rãi cho hầu hết các công trình vì có tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ chịu lực cao, rắn chắc được cả trên khô và trong nước, có khả năng bám dính tốt với cốt thép, bảo vệ cho cốt thép không bị ăn mòn. Bên cạnh những ưu điểm trên, xi măng pooc lăng có một số nhược điểm:

Đễ bị ăn mòn do nước mặn, nước thải công nghiệp.

Tỏa nhiều nhiệt.

Cường độ đá xi măng giảm đi khi thời gian để dự trữ xi măng kéo dài.

Với những đặc tính ưu nhược điểm như trên xi măng được sử dụng để xây dựng rất nhiều loại công trình. Tuy nhiên không nên dùng xi măng pooc lăng

mác cao để xây dựng các công trình có thể tích bê tông lớn, các công trình xây dựng trong môi trường nước ăn mòn mạnh (nước biển, nước thải công nghiệp), công trình chịu axit, công trình chịu nhiệt. Với những loại công trình này cần phải sử dụng những loại xi măng đặc biệt.

Xi măng pooc lăng có độ mịn cao nên dễ hút hơi nước trong không khí làm cho xi măng bị ẩm đóng vón thành cục, cường độ của xi măng bị giảm, do đó xi măng phải được bảo quản tốt bằng cách:

Khi vận chuyển xi măng rời phải dùng xe chuyên dụng.

Kho chứa xi măng phải đảm bảo không dột, không ẩm, xung quanh có rãnh thoát nước, sàn kho cách đất 0,5 m, cách tường ít nhất 20 cm.

Trong kho các bao xi măng không được xếp cao quá 10 bao và riêng theo từng lô.

Khi chứa xi măng rời bằng xi lô phải đảm bảo chứa riêng từng loại xi măng.

4.7. Xi măng pooc lăng hỗn hợp

4.7.1. Khái niệm

Xi măng pooc lăng hỗn hợp là loại chất kết dính thủy, được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng pooc lăng với các phụ gia khoáng và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều các phụ gia khoáng đã nghiền mịn với xi măng pooc lăng không chứa phụ gia.

Clinke xi măng pooc lăng dùng để sản xuất xi măng pooc lăng hỗn hợp có hàm lượng magie oxit (MgO) không lớn hơn 5%.

Phụ gia khoáng bao gồm phụ gia khoáng hoạt tính và phụ gia đầy. Phụ gia khoáng hoạt tính điển hình như puzolan, phụ gia đầy chủ yếu đóng vai trò cốt liệu mịn, làm tốt thành phần hạt và cấu trúc của đá xi măng pooc lăng hỗn hợp. Tổng hàm lượng các phụ gia khoáng (không kể thạch cao) không lớn hơn 40% tính theo khối lượng xi măng.

4.7.2. Tính chất cơ bản

Theo cường độ chịu nén mác của xi măng pooc lăng hỗn hợp gồm PCB 30; PCB 40.

Trong đó: PCB là quy ước cho xi măng pooc lăng hỗn hợp.

Các trị số 30 và 40 là giới hạn cường độ nén của các mẫu vữa xi măng sau 28 ngày dưỡng hộ tính bằng N/mm², xác định theo TCVN 6016 -1995.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooc lăng hỗn hợp được quy định trong TCVN 6260 - 1997 như bảng 4 - 3.

4.7.3. Công dụng và bảo quản

Công dụng :

Xi măng pooc lăng hỗn hợp có khả năng chịu phèn, mặn do đó sử dụng rất thích hợp để xây dựng các công trình thoát lũ ra biển, các công trình ngăn mặn, v.v...

Ngoài ra xi măng pooc lăng hỗn hợp cũng được sử dụng để xây dựng các công trình bình thường khác giống như xi măng pooc lăng thường.

Bảo quản :

Xi măng poocăng hỗn hợp cũng cần được bảo quản tốt để tránh ẩm. Kho chứa xi măng phải đảm bảo khô, sạch, cao có tường bao và mái che chắn, trong kho các bao xi măng không được xếp cao quá 10 bao, cách tường ít nhất 20 cm và riêng theo từng lô.

Bảng 4 -3

Các chỉ tiêu	Mức	
	PCB 30	PCB 40
1 - Cường độ nén, N/mm ² , không nhỏ hơn - 72 giờ ± 45 phút - 28 ngày ± 2 giờ	14 30	18 40
2 – Thời gian đông kết - Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn - Kết thúc, giờ, không lớn hơn	45 10	45 10
3 - Độ mịn - Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn - Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn	12 2700	12 2700
4 - Độ ổn định thể tích - Xác định theo phương pháp losatolie, mm;%, không lớn hơn	10	10
5 – Hàm lượng anhydric sunfuric (SO ₃); %, không lớn hơn	3,5	3,5

4.8. Các loại xi măng khác

4.8.1. Xi măng poocăng trắng

Clinke của xi măng poocăng trắng được sản xuất từ đá vôi và đất sét trắng (hầu như không có các oxit tạo màu như oxit sắt và oxit mangan), nung bằng nhiên liệu có hàm lượng tro bụi ít (dầu và khí đốt), khi nghiền tránh không để lẫn bụi sắt, thường dùng bi sứ để nghiền.

Xi măng poocăng trắng được chế tạo bằng cách nghiền mịn clinke của xi măng poocăng trắng với lượng đá thạch cao cần thiết, có thể pha hoặc không pha phụ gia khác.

Theo độ bền nén, xi măng poocăng trắng được chia làm 3 mác: PCW25, PCW30; PCW40. Trong đó PCW ký hiệu xi măng poocăng trắng, các trị số 25; 30; 40 là giới hạn bền nén của các mẫu chuẩn sau 28 ngày đem bảo dưỡng tính bằng N/mm², xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Các chỉ tiêu cơ bản của xi măng poocăng trắng theo TCVN 5691 - 2000 quy định như bảng 4 - 4.

Xi măng poocăng trắng được dùng để chế tạo vữa trang trí, vữa granitô, sản xuất gạch hoa v.v...

Xi măng màu được chế tạo bằng cách nghiền chung các chất tạo màu vô cơ với clinke xi măng trắng.

Các tính chất cơ bản của xi măng màu cũng giống như tính chất của xi măng trắng.

Xi măng màu được dùng để chế tạo vữa và bê tông trang trí.

Bảng 4 - 4

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PCW 25	PVW 30	PCW 40
1. Giới hạn bền nén, N/mm ² , không nhỏ hơn	25	30	40
2. Độ nghiền mịn			
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn	12	12	12
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn	2500	2500	2500
3. Thời gian đông kết			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10
4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Losatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

4.8.2. Xi măng poocăng puzolan

Khái niệm

Xi măng poocăng puzolan được chế tạo bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng poocăng với phụ gia hoạt tính puzolan và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều puzolan đã nghiền mịn với xi măng poocăng. Tùy theo bản chất của phụ gia hoạt tính puzolan mà tỷ lệ pha vào clinke xi măng hoặc xi măng poocăng được quy định từ 15 - 40% tính theo khối lượng xi măng poocăng puzolan.

Tính chất cơ bản

Theo độ bền nén xi măng poocăng puzolan được phân làm 3 mác PC_{PUZ20}, PC_{PUZ30}; PC_{PUZ40}.

Trong đó: PC_{PUZ}: Là ký hiệu cho xi măng poocăng puzolan.

Các trị số 20, 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đem dưỡng hộ và được tính bằng N/mm², xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Xi măng poocăng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng 4 - 5. Tính chất cơ bản

Theo độ bền nén xi măng poocăng puzolan được phân làm 3 mác PC_{PUZ20}, PC_{PUZ30}; PC_{PUZ40}.

Trong đó: PC_{PUZ}: Là ký hiệu cho xi măng poocăng puzolan.

Các trị số 20, 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đem dưỡng hộ và được tính bằng N/mm², xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Xi măng poocăng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng 4 - 5.

Xi măng poocăng puzolan khi thủy hóa tỏa ra một lượng nhiệt ít hơn so với xi măng poocăng và khả năng chống ăn mòn cũng tốt hơn.

Sử dụng và bảo quản

Sử dụng: Do những tính chất trên nên xi măng poocăng puzolan được sử dụng cho các công trình trong nước như hải cảng, kênh mương, đập nước, ngoài ra còn dùng xi măng poocăng puzolan cho những công trình có kết cấu khối lượng lớn vì nó tỏa nhiệt ít.

Bảo quản: Giống như xi măng poocăng thường, xi măng poocăng puzolan cũng được cần bảo quản tốt để chống ẩm, hạn chế mức độ giảm cường độ.

Bảng 4 - 5

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC _{PUZ} 20	PC _{PUZ} 30	PC _{PUZ} 40
1 - Giới hạn bền nén, N/mm ² không nhỏ hơn - Sau 7 ngày đêm - Sau 28 ngày	13 20	18 30	25 40
2 - Độ nghiền mịn - Phần còn lại trên sàng có kích thước lỗ 0,08mm;%, không lớn hơn - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn	15 2600	15 2600	15 2600
3 - Thời gian đông kết - Bắt đầu, phút, không sớm hơn - Kết thúc, giờ, không muộn hơn	45 10	45 10	45 10
4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp LoSatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

4.8.3. Xi măng poocăng bền sunfat

Sản xuất

Xi măng poocăng bền sunfat là sản phẩm được nghiền mịn từ clinke xi măng poocăng bền sunfat với thạch cao.

Clinke xi măng poocăng bền sunfat được sản xuất như clinke xi măng poocăng nhưng thành phần khoáng vật được quy định chặt chẽ hơn, đặc biệt là phải hạn chế thành phần C₃A (bảng 4 - 6).

Bảng 4 - 6

Tên chỉ tiêu	Mức, %			
	Bền sunfat thường		Bền sunfat cao	
	PC _S 30	PC _S 40	PC _{HS} 30	PC _{HS} 40
- Hàm lượng magie oxit (MgO), không lớn hơn	5	5	5	5
- Hàm lượng sắt oxit (Fe ₂ O ₃), không lớn hơn	6	6	-	-
- Hàm lượng silic ôxit (SiO ₂), không nhỏ hơn	20	20	-	-
- Hàm lượng anhydrit sunfuric (SO ₃), không lớn hơn	3	3	2,3	2,3
- Hàm lượng tri canxi aluminat (C ₃ A), không lớn hơn	8	8	5	5
- Tổng hàm lượng khoáng (C ₄ AF + 2C ₃ A), không lớn hơn	-	-	25	25
- Tổng hàm lượng khoáng (C ₃ S + C ₃ A), không lớn hơn	58	58	-	-

Tính chất cơ bản

Xi măng poocăng bền sunfat gồm hai nhóm :

Xi măng poocăng bền sunfat thường: PC_S 30; PC_S 40.

Xi măng poocăng bền sunfat cao : PC_{HS} 30; PC_{HS} 40.

Trong đó: PC_S: Là ký hiệu xi măng poocăng bền sunfat.

Các trị số 30, 40, là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày dưỡng hộ, tính bằng N/mm² và xác định theo TCVN 4032-1985.

Chất lượng của xi măng poocăng bền sunfat phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 6067 - 1995 quy định như bảng 4 - 7.

Bảng 4- 7

Tên chỉ tiêu	Mức , %			
	Bền sunfat thường		Bền sunfat cao	
	PC _S 30	PC _S 40	PC _{HS} 30	PC _{HS} 40
1-Độ nở sunfat sau 14 ngày; %, không lớn hơn	-	-	0,040	0,040
2-Giới hạn bền nén, N/mm ² , không nhỏ hơn				
- Sau 3 ngày	11	14	11	14
- Sau 28 ngày	30	40	30	40
3 - Độ nghiền mịn				
- Phần còn lại trên sàng kích thước lỗ 0,08 mm; % không lớn hơn	15	12	15	12
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm ² , không nhỏ hơn	2500	2800	2500	2800
4 - Thời gian đông kết				
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45	45
- Kết thúc, phút, không muộn hơn	375	375	375	375

Xi măng poocăng bền sunfat tỏa nhiệt ít hơn và khả năng chống ăn mòn sunfat tốt hơn xi măng poocăng thường.

Sử dụng và bảo quản

Sử dụng: Xi măng poocăng bền sunfat được sử dụng tốt nhất cho các công trình xây dựng trong môi trường xâm thực sunfat, ngoài ra cũng có thể dùng để xây dựng các công trình trong môi trường khô, môi trường nước ngọt, v.v...

Bảo quản: Xi măng poocăng bền sunfat phải được bảo quản giống như các loại xi măng poocăng thường để chống ẩm.

4.8.4. Xi măng poocăng ít tỏa nhiệt

Khái niệm

Xi măng poocăng ít tỏa nhiệt là sản phẩm nghiền mịn từ clinke của xi măng poocăng ít tỏa nhiệt với thạch cao.

Clinke xi măng poocăng ít tỏa nhiệt được sản xuất như clinke thường nhưng thành phần hóa, khoáng được quy định ở TCVN 6069-1995 (bảng 4 - 8).

Bảng 4 - 8

Tên chỉ tiêu	Loại xi măng		
	PC _{LH} 30A	PC _{LH} 30	PC _{LH} 40
1-Hàm lượng anhydric sunfuric (SO ₃); %, không lớn hơn	2,3	-	-
2-Hàm lượng khoáng C ₃ S; %, không lớn hơn	35	-	-
3-Hàm lượng khoáng C ₂ S ; %, không nhỏ hơn	40	-	-
4-Hàm lượng khoáng C ₃ A ; %, không lớn hơn	7	-	-

Tính chất cơ bản

Xi măng ít tỏa nhiệt là tên gọi chung cho loại xi măng tỏa nhiệt ít và tỏa nhiệt vừa.

Tùy theo nhiệt thủy hóa và cường độ chịu nén, xi măng poocăng ít tỏa nhiệt được phân ra làm ba loại: PC_{LH}30A, PC_{LH}30, PC_{LH}40.

Trong đó: - PC_{LH}30A là ký hiệu của xi măng poocăng tỏa nhiệt ít với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 N/mm².

- PC_{LH}30; PC_{LH}40 là ký hiệu của xi măng poocăng tỏa nhiệt vừa với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 N/mm² và 40 N/mm².

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng poocăng ít tỏa nhiệt được quy định ở TCVN 6069 - 1995 như bảng 4 - 9.

Bảng 4 - 9

Tên chỉ tiêu	Loại xi măng		
	PC _{LH} 30A	PC _{LH} 30	PC _{LH} 40
1. Nhiệt thủy hóa, Cal/g, không lớn hơn			
- Sau 7 ngày	60	70	70
- Sau 28 ngày	70	80	80
2. Giới hạn bền nén, N/mm ² không nhỏ hơn			
- Sau 7 ngày	18	21	28
- Sau 28 ngày	30	30	40
3. Độ mịn			
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn	15	15	15
- Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn	2500	2500	2500
4. Thời gian đông kết			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10
5. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Losatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

Sử dụng và bảo quản

Sử dụng: Xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt được sử dụng để thi công các công trình xây dựng thủy điện, thủy lợi, giao thông, v.v... công trình có thể tích bê tông khối lớn.

Bảo quản: Xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt phải bảo quản giống như các loại xi măng pooc lăng thường để chống ẩm.

4.8.5. Xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao

Khái niệm

Xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao được sản xuất bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng pooc lăng với xỉ hạt lò cao và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn thật đều xỉ hạt lò cao đã nghiền mịn với xi măng pooc lăng. Hàm lượng sử dụng pha trộn bằng 20 - 60% khối lượng xi măng.

Xỉ hạt lò cao là loại xỉ thu được khi luyện gang và được làm lạnh nhanh tạo thành dạng hạt nhỏ, xỉ này chứa nhiều các ôxit như: Al_2O_3 ; SiO_2 ; CaO ; MgO ; TiO_2 ; v.v...

Tính chất cơ bản

Xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao có hàm lượng CaO tự do thấp nên bền hơn xi măng pooc lăng thường, lượng nhiệt tỏa ra khi rắn chắc cũng nhỏ hơn 2 - 2,5 lần.

Theo cường độ chịu nén xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao được chia làm 5 mức : PC20; PC25; PC30; PC35; PC40.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao được quy định trong TCVN 4316 - 1986 (bảng 4-10).

Bảng 4 -10

Tên chỉ tiêu	Mức xi măng				
	PC 20	PC 25	PC 30	PC 35	PC 40
1.Giới hạn bền nén sau 28 ngày đê,m, N/mm ² , không nhỏ hơn.	20	25	30	35	40
2.Giới hạn bền uốn sau 28 ngày đê,m, N/mm ² , không nhỏ hơn	3,5	4,5	5,5	6,0	6,5
3.Thời gian đông kết					
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10	10	10
4.Tính ổn định thể tích.					
-Thử theo phương pháp mẫu bánh đa.	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt
-Thử theo phương pháp Losatole, mm, không lớn hơn.	10	10	10	10	10
5.Độ mịn					
-Phần còn lại trên sàng 0,08mm,%, không lớn hơn.	15	15	15	15	15

Công dụng và bảo quản

Do lượng nhiệt tỏa ra ít nên xi măng poocăng xi hạt lò cao được sử dụng để xây dựng các công trình có thể tích bê tông khối lớn. Ngoài ra xi măng này còn được sử dụng để xây dựng các loại công trình khác như xi măng poocăng thường.

Xi măng poocăng xi hạt lò cao cần được bảo quản tốt để tránh ẩm như các loại xi măng khác. Kho chứa xi măng phải đảm bảo khô, sạch, cao, có tường bao, có mái che chắn, trong kho xi măng các bao không được xếp cao quá 10 bao, cách tường ít nhất 20cm và riêng từng lô.

4.8.6. Xi măng aluminat

Khái niệm

Xi măng aluminat có đặc tính là cường độ cao và rắn chắc rất nhanh. Nó được sản xuất bằng cách nghiền clinke chứa aluminat canxi thấp kiềm $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ là chất quyết định tính rắn nhanh và các tính chất khác của xi măng aluminat. Trong xi măng còn chứa tỷ lệ nhỏ các aluminat canxi khác như $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ và một ít khoáng belit (C_2S).

Để sản xuất xi măng aluminat thường dùng đá vôi và đá vôi giàu nhôm ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) như quặng bauxit. Hỗn hợp nguyên liệu được nung đến nhiệt độ kết khối (1300°C) hoặc nhiệt độ chảy (1400°C). Clinker xi măng aluminat rất khó nghiền nên tốn năng lượng, bauxit lại hiếm, đắt nên giá thành xi măng khá cao. Để sản xuất có thể dùng phế liệu của công nghiệp sản xuất nhôm.

Tính chất cơ bản

Xi măng aluminat có cường độ cao chỉ khi nó rắn chắc trong điều kiện nhiệt độ ôn hoà (không lớn hơn 25°C). Vì vậy xi măng không nên dùng cho bê tông khối lớn và không nên gia công nhiệt ẩm.

Ở nhiệt độ thường ($< 25^\circ\text{C}$), trong khi rắn chắc xi măng tạo ra chất có cường độ cao : $2(\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) + 11\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{Al}(\text{OH})_3$.

Còn nếu ở nhiệt độ cao hơn ($25 - 30^\circ\text{C}$) nó lại tạo thành $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, phát sinh nội ứng suất làm cường độ của xi măng giảm đến 2 lần.

Mác của xi măng aluminat được xác định ở độ tuổi 3 ngày như sau: 400; 500 và 600 (xi măng poocăng thường phải sau 28 ngày mới đạt được mác như vậy).

Yêu cầu về thời gian bắt đầu đông kết : không nhỏ hơn 30 phút; đông kết xong : không muộn hơn 12 giờ. Lượng nhiệt phát ra khi rắn chắc lớn hơn xi măng poocăng thường 1,5 lần.

Trong đá xi măng (nếu rắn chắc ở nhiệt độ thích hợp) thường không có $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và $\text{C}_3\text{A} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ nên nó bền hơn trong một số môi trường, nhưng không bền trong môi trường kiềm và môi trường axit. Vì vậy không nên dùng lẫn xi măng aluminat với xi măng poocăng thường và vôi.

Công dụng

Xi măng aluminat được sử dụng để chế tạo bê tông, vữa rắn nhanh và chịu nhiệt, chế tạo xi măng nở.

4.8.7. Xi măng nở

Xi măng nở là loại chất kết dính tổ hợp của một số chất kết dính hoặc của nhiều loại xi măng. Có nhiều thành phần gây nở, nhưng hiệu quả nhất là $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$.

Xi măng nở chống thấm nước là chất kết dính rắn nhanh. Nó được sản xuất bằng cách trộn lẫn xi măng aluminat (70%), thạch cao (20%) và hydroaluminat canxi cao kiềm (10%).

Xi măng pooclăng nở chống thấm nước cũng là chất kết dính trong nước, được chế tạo bằng cách nghiền chung clinke của xi măng poolăng (58 – 63%), xi hoặc clinke aluminat (5-7%), xi lò cao hoạt hóa hoặc các phụ gia hoạt tính khác (23 – 28%). Nó rắn nhanh trong điều kiện dưỡng hơi ngắn, có độ đặc và tính chống thấm nước cao, có khả năng nở trong nước và trong không khí.

CHƯƠNG V BÊ TÔNG

5.1. Khái niệm chung

Bê tông là loại vật liệu đá nhân tạo nhận được bằng cách đổ khuôn và làm rắn chắc một hỗn hợp hợp lí bao gồm chất kết dính, nước, cốt liệu (cát, sỏi hay đá dăm) và phụ gia. Thành phần hỗn hợp bê tông phải đảm bảo sao cho sau một thời gian rắn chắc phải đạt được những tính chất cho trước như cường độ, độ chống thấm v.v...

Hỗn hợp nguyên liệu mới nhào trộn gọi là hỗn hợp bê tông hay bê tông tươi.

Hỗn hợp bê tông sau khi cứng rắn, chuyển sang trạng thái đá được gọi là bê tông

Trong bê tông, cốt liệu đóng vai trò là bộ khung chịu lực. Hồ chất kết dính bao bọc xung quanh hạt cốt liệu, chúng là chất bôi trơn, đồng thời lấp đầy khoảng trống và liên kết giữa các hạt cốt liệu. Sau khi cứng rắn, hồ chất kết dính gắn kết các hạt cốt liệu thành một khối tương đối đồng nhất và được gọi là bê tông. Bê tông có cốt thép gọi là bê tông cốt thép.

Bê tông là loại vật liệu giòn, cường độ chịu nén lớn, cường độ chịu kéo thấp (chỉ bằng $\frac{1}{15} - \frac{1}{10}$ cường độ chịu nén). Để khắc phục nhược điểm này, người ta thường đặt cốt thép vào để tăng cường khả năng chịu kéo của bê tông trong các kết cấu chịu uốn, chịu kéo. Loại bê tông này gọi là bê tông cốt thép. Vì bê tông và cốt thép có lực bám dính tốt, có hệ số giãn nở nhiệt xấp xỉ nhau, nên chúng có thể làm việc đồng thời. Nếu cốt thép được bảo vệ chống gỉ tốt thì sẽ cùng với bê tông tạo nên loại vật liệu có tuổi thọ cao. Cốt thép đặt trong bê tông có thể ở trạng thái thường, hoặc ở trạng thái ứng suất trước (dự ứng lực).

Chất kết dính có thể là xi măng các loại, thạch cao, vôi và cũng có thể là chất kết dính hữu cơ (polime).

Trong bê tông xi măng cốt liệu thường chiếm 80 - 85%, còn xi măng chiếm 10 - 20% khối lượng.

Bê tông và bê tông cốt thép được sử dụng rộng rãi trong xây dựng vì chúng có những ưu điểm sau: Cường độ chịu lực cao, có thể chế tạo được những loại bê tông có cường độ, hình dạng và tính chất khác nhau. Giá thành rẻ, khá bền vững và ổn định đối với mưa nắng, nhiệt độ, độ ẩm.

Tuy vậy chúng còn tồn tại những nhược điểm:

Nặng ($\rho_v=2200-2400\text{kg/m}^3$), cách âm, cách nhiệt kém ($\lambda=1,05-1,5\text{kCal/m}^0\text{C.h}$), khả năng chống ăn mòn yếu.

Để phân loại bê tông thường dựa vào những đặc điểm sau:

Theo dạng chất kết dính phân ra: Bê tông xi măng, bê tông silicat (chất kết dính là vôi), bê tông thạch cao, bê tông chất kết dính hỗn hợp, bê tông polime, bê tông dùng chất kết dính đặc biệt.

Theo dạng cốt liệu phân ra: Bê tông cốt liệu đặc, bê tông cốt liệu rỗng, bê tông cốt liệu đặc biệt (chống phóng xạ, chịu nhiệt, chịu axit).

Theo khối lượng thể tích phân ra:

Bê tông đặc biệt nặng ($\rho_v > 2500 \text{kg/m}^3$), chế tạo từ cốt liệu đặc biệt, dùng cho những kết cấu đặc biệt.

Bê tông nặng ($\rho_v = 2200 - 2500 \text{kg/m}^3$), chế tạo từ cát, đá, sỏi thông thường dùng cho kết cấu chịu lực.

Bê tông tương đối nặng ($\rho_v = 1800 - 2200 \text{kg/m}^3$), dùng chủ yếu cho kết cấu chịu lực.

Bê tông nhẹ ($\rho_v = 500 - 1800 \text{kg/m}^3$), trong đó gồm có *bê tông nhẹ cốt liệu rỗng* (nhân tạo hay thiên nhiên), *bê tông tổ ong* (bê tông khí và bê tông bọt), chế tạo từ hỗn hợp chất kết dính, nước, cấu tử silic nghiền mịn và chất tạo rỗng, và *bê tông hốc lớn* (không có cốt liệu nhỏ).

Bê tông đặc biệt nhẹ cũng là loại bê tông tổ ong và bê tông cốt liệu rỗng nhưng có $\rho_v < 500 \text{kg/m}^3$.

Do khối lượng thể tích của bê tông biến đổi trong phạm vi rộng nên độ rỗng của chúng cũng thay đổi đáng kể, như bê tông tổ ong dùng để cách nhiệt có $r = 70 - 85\%$, bê tông thủy công $r = 8 - 10\%$.

Theo công dụng phân ra :

Bê tông thường dùng trong các kết cấu bê tông cốt thép (móng, cột, dầm, sàn).

Bê tông thủy công, dùng để xây đập, âu thuyền, phủ lớp mái kênh, các công trình dẫn nước...

Bê tông dùng cho mặt đường, sân bay, lát vỉa hè.

Bê tông dùng cho kết cấu bao che (thường là bê tông nhẹ).

Bê tông có công dụng đặc biệt như bê tông chịu nhiệt, chịu axit, bê tông chống phóng xạ.

Trong phạm vi chương trình ta chỉ chủ yếu nghiên cứu về bê tông nặng dùng chất kết dính xi măng.

5.2. Vật liệu chế tạo bê tông nặng

5.2.1. Xi măng

Xi măng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bê tông. Chất lượng và hàm lượng xi măng là yếu tố quan trọng quyết định cường độ chịu lực của bê tông.

Để chế tạo bê tông ta có thể dùng xi măng poocăng, xi măng poocăng bền sunfat, xi măng poocăng xỉ hạt lò cao, xi măng poocăng puzolan, xi măng poocăng hỗn hợp, xi măng ít tỏa nhiệt và các loại xi măng khác thỏa mãn các yêu cầu quy phạm.

Khi sử dụng xi măng để chế tạo bê tông, việc lựa chọn mác xi măng là đặc biệt quan trọng vì nó vừa phải đảm bảo cho bê tông đạt mác thiết kế, vừa phải đảm bảo yêu cầu kinh tế.

Nếu dùng xi măng mác thấp để chế tạo bê tông mác cao thì lượng xi măng sử dụng cho 1m^3 bê tông sẽ nhiều nên không đảm bảo kinh tế.

Nếu dùng xi măng mác cao để chế tạo bê tông mác thấp thì lượng xi măng tính toán ra để sử dụng cho 1m^3 bê tông sẽ rất ít không đủ để liên kết toàn bộ các

hạt cốt liệu với nhau, mặt khác hiện tượng phân tầng của hỗn hợp bê tông dễ xảy ra, gây nhiều tác hại xấu cho bê tông.

Vì vậy cần phải tránh dùng xi măng mác thấp để chế tạo bê tông mác cao và ngược lại cũng không dùng xi măng mác cao để chế tạo bê tông mác thấp.

Theo kinh nghiệm nên chọn mác xi măng theo mác bê tông như sau là thích hợp (bảng 5-1)

Bảng 5-1

Mác bê tông	100	150	200	250	300	350	400	500	/600
Mác xi măng	200	300	300-400	400	400-500	400-500	500-600	600	600

Trong trường hợp dùng xi măng mác cao để chế tạo bê tông mác thấp thì cần khống chế lượng xi măng tối thiểu cho 1m³ bê tông (kg) phải phù hợp với quy định (bảng 5-2).

Bảng 5 - 2

Kích thước lớn nhất của cốt liệu, D _{max} , mm	10	20	40	70
Độ sụt của hỗn hợp bê tông 1÷10 cm	220	200	180	160
Độ sụt của hỗn hợp bê tông 11÷16 cm	240	220	210	180

5.2.2. Nước

Nước là thành phần giúp cho xi măng phản ứng tạo ra các sản phẩm thủy hóa làm cho cường độ của bê tông tăng lên. Nước còn tạo ra độ lưu động cần thiết để quá trình thi công được dễ dàng.

Nước để chế tạo bê tông phải đảm bảo chất lượng tốt, không gây ảnh hưởng xấu đến thời gian đông kết và rắn chắc của xi măng và không gây ăn mòn cho cốt thép.

Nước dùng được là loại nước dùng cho sinh hoạt như nước máy, nước giếng.

Các loại nước không được dùng là nước đầm, ao, hồ, nước cống rãnh, nước chứa dầu mỡ, đường, nước có độ pH < 4, nước có chứa sunfat lớn hơn 0,27% (tính theo hàm lượng ion SO₄²⁻), lượng hợp chất hữu cơ vượt quá 15mg/l, độ pH nhỏ hơn 4 và lớn hơn 12,5.

Tùy theo mục đích sử dụng hàm lượng các tạp chất khác phải thỏa mãn TCVN 4506 :1987.

Nước biển có thể dùng để chế tạo bê tông cho những kết cấu làm việc trong nước biển, nếu tổng các loại muối không vượt quá 35g trong 1 lít nước biển.

Tùy theo mục đích sử dụng hàm lượng các tạp chất khác phải thỏa mãn TCVN 4506 : 1987.

Chất lượng của nước được đánh giá bằng phân tích hóa học, ngoài ra về mặt định tính cũng có thể đánh giá sơ bộ bằng cách so sánh cường độ của bê tông chế tạo bằng nước sạch và nước cần kiểm tra.

5.2.3. Cát

Cát là cốt liệu nhỏ cùng với xi măng, nước tạo ra vữa xi măng để lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn (đá, sỏi) và bao bọc xung quanh các hạt cốt liệu lớn tạo ra khối bê tông đặc chắc. Cát cũng là thành phần cùng với cốt liệu lớn tạo ra bộ khung chịu lực cho bê tông.

Cát dùng để chế tạo bê tông có thể là cát thiên nhiên hay cát nhân tạo có cỡ hạt từ 0,14 đến 5 mm.

Chất lượng của cát để chế tạo bê tông nặng phụ thuộc chủ yếu vào thành phần hạt, độ lớn và hàm lượng tạp chất, đó cũng là những yêu cầu kỹ thuật đối với cát.

Thành phần hạt: Cát có thành phần hạt hợp lý thì độ rỗng của nó nhỏ, lượng xi măng sẽ ít, cường độ bê tông sẽ cao.

Thành phần hạt của cát được xác định bằng cách lấy 1000g cát (đã sấy khô) lọt dưới sàng có kích thước mắt sàng 5 mm để sàng qua bộ lưới sàng có kích thước mắt sàng lần lượt là 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm.

Sau khi sàng cát trên từng lưới sàng có kích thước mắt sàng từ lớn đến nhỏ ta xác định lượng sót riêng biệt và lượng sót tích lũy trên mỗi sàng.

Lượng sót riêng biệt: a_i (%) đó là tỷ số giữa lượng sót trên mỗi sàng so với toàn bộ lượng cát đem thí nghiệm: $a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100(\%)$

Trong đó : m_i - lượng cát còn sót lại trên sàng i , g.
 m - lượng cát đem sàng, g.

Tính lượng sót tích lũy : A_i (%) trên mỗi sàng, là tổng lượng sót riêng biệt kể từ sàng lớn nhất $a_{2,5}$ đến sàng cần xác định a_i .

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

Thành phần hạt của cát cần phải thỏa mãn theo TCVN 1770 - 1986 (bảng 5-3).

Bảng 5 - 3

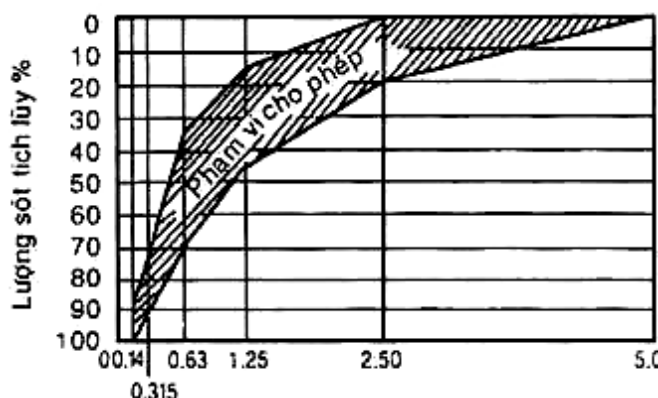
Kích thước mắt sàng, mm	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy trên sàng, %	0-20	15-45	35-70	70-90	90-100

Từ yêu cầu về thành phần hạt theo TCVN 1770 - 1986 người ta xây dựng biểu đồ chuẩn (hình 5-1).

Sau khi sàng phân tích và tính kết quả lượng sót tích lũy ta vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt. Nếu đường biểu diễn cấp phối hạt nằm trong phạm vi cho phép thì loại cát đó có đủ tiêu chuẩn về thành phần hạt.

Độ lớn:

Độ lớn của cát có ảnh hưởng đến lượng dùng xi măng và được biểu thị bằng môđun độ lớn.



Hình 5-1: Biểu đồ xác định thành phần hạt của cát

Mô đun độ lớn (M_{dl}) được xác định bằng công thức:

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

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

Theo mô đun độ lớn, khối lượng thể tích xốp, lượng hạt nhỏ hơn 0,14 mm và đường biểu diễn thành phần hạt, cát dùng cho bê tông nặng được chia ra làm 4 nhóm: to, vừa, nhỏ và rất nhỏ (bảng 5-4).

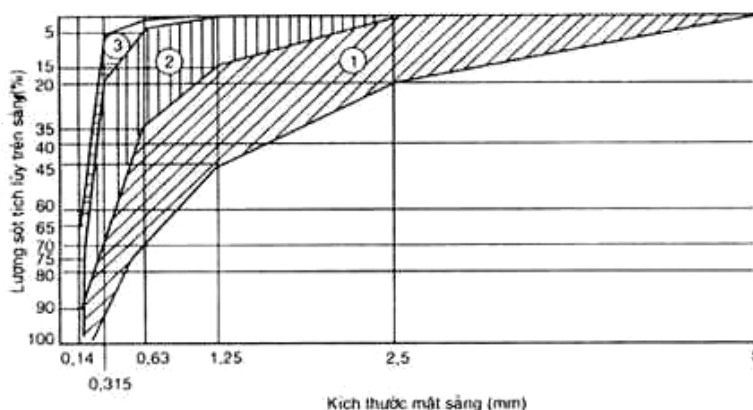
Bảng 5 - 4

Tên các chỉ tiêu	Mức theo nhóm cát			
	To	Vừa	Nhỏ	Rất nhỏ
1 - Mô đun độ lớn	Lớn hơn 2,5 đến 3,3	2 đến 2,5	1 đến nhỏ hơn 2	0,7 đến nhỏ hơn 1
2 - Khối lượng thể tích xốp, kg/m^3 , không nhỏ hơn	1400	1300	1200	1150
3 - Lượng hạt nhỏ hơn 0,14 mm tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	10	10	20	35

Tùy theo nhóm cát mà đường biểu diễn thành phần hạt nằm trong vùng gạch của biểu đồ sau (bảng 5-5 và hình 5-2).

Bảng 5 - 5

Nhóm cát			
To	Vừa	Nhỏ	Rất nhỏ
Vùng 1	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3



Hình 5-2: Biểu đồ xác định nhóm cát

Cát đảm bảo chỉ tiêu ở bảng 5 - 4, thuộc nhóm to và vừa cho phép sử dụng cho bê tông tất cả các mác, cát nhóm nhỏ được phép sử dụng cho bê tông mác tới 300, còn cát nhóm rất nhỏ được phép sử dụng cho bê tông mác tới 100.

Lượng tạp chất: Cát càng sạch thì chất lượng của bê tông càng tốt.

Theo TCVN 1770-1986 cát dùng cho bê tông nặng phải đảm bảo độ sạch theo đúng quy định ở bảng 5 - 6.

Bảng 5 - 6

Tên chỉ tiêu	Mức theo mác bê tông		
	Nhỏ hơn 100	150 - 200	Lớn hơn 200
1 - Sét, á sét, các tạp chất khác ở dạng cục	Không	Không	Không
2 - Lượng hạt trên 5mm, tính bằng % khối lượng cát, không nhỏ hơn	10	10	10
3 - Hàm lượng muối gốc sunfat, sunfit tính ra SO ₃ , tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1	1	1
4 - Hàm lượng mi ca, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1,5	1	1
5 - Hàm lượng bùn, bụi, sét tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	5	3	3

Đối với bê tông mác 400 trở lên hàm lượng bùn, bụi sét không được lớn hơn 1% khối lượng cát.

Khi cát ẩm thể tích của nó bị biến đổi, ở độ ẩm 5 - 7% thể tích của cát có thể tăng lên 20 ÷ 30%. Vì vậy nếu định lượng cát theo thể tích thì cần phải hiệu chỉnh lại thể tích của nó theo độ ẩm thực tế.

5.2.4. Đá (sỏi)

Đá, sỏi là cốt liệu lớn có cỡ hạt từ 5 - 70mm, chúng tạo ra bộ khung chịu lực cho bê tông. Sỏi có đặc điểm là do hạt tròn nhẵn, độ rỗng và diện tích mặt ngoài nhỏ nên cần ít nước, tốn ít xi măng mà vẫn dễ đầm, dễ đổ, nhưng lực dính kết với vữa xi măng nhỏ nên cường độ của bê tông thấp hơn bê tông dùng đá dăm.

Ngoài đá dăm và sỏi khi chế tạo bê tông còn có thể dùng sỏi dăm (dăm đập từ sỏi).

Chất lượng hay yêu cầu kỹ thuật của cốt liệu lớn được đặc trưng bởi các chỉ tiêu cường độ, thành phần hạt, độ lớn và hàm lượng tạp chất.

Cường độ của đá dăm và sỏi dùng cho bê tông được xác định thông qua thí nghiệm nén một lượng đá (hoặc sỏi) trong xi lanh bằng thép và được gọi là độ nén đập.

Tùy theo độ nén đập trong xi lanh, mác của đá dăm từ đá thiên nhiên được chia thành 8 mác và xác định theo TCVN 1771-1987 (bảng 5-7). Mác của đá dăm thiên nhiên xác định theo độ nén đập trong xi lanh (10^5 N/m^2) phải cao hơn mác bê tông, không dưới 1,5 lần đối với bê tông mác dưới 300, không dưới 2 lần đối với bê tông mác 300 và trên 300.

Mác của sỏi và sỏi dăm theo độ nén đập trong xi lanh dùng cho bê tông mác khác nhau cần phù hợp TCVN 1771 - 1987 (bảng 5 - 8).

Bảng 5 - 7

Mác của đá dăm	Độ nén đập ở trạng thái bão hòa nước, %		
	Đá trầm tích	Đá mác ma xâm nhập và đá biến chất	Đá mác ma phun trào
1400	-	Đến 12	Đến 9
1200	Đến 11	Lớn hơn 12 đến 16	Lớn hơn 09 đến 11
1.000	Lớn hơn 11 đến 13	Lớn hơn 16 đến 20	Lớn hơn 11 đến 13
800	Lớn hơn 13 đến 15	Lớn hơn 20 đến 25	Lớn hơn 13 đến 15
600	Lớn hơn 15 đến 20	Lớn hơn 25 đến 34	Lớn hơn 15 đến 20
400	Lớn hơn 20 đến 28	-	-
300	Lớn hơn 28 đến 38	-	-
200	Lớn hơn 38 đến 54	-	-

Bảng 5 - 8

Mác bê tông	Độ nén đập ở trạng thái bão hòa nước, không lớn hơn, %	
	Sỏi	Sỏi dăm
400 và cao hơn	8	10
300	12	14
200 và thấp hơn	16	18

Thành phần hạt của cốt liệu lớn được xác định thông qua thí nghiệm sàng 3 kg đá (sỏi) khô trên bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước lỗ sàng lần lượt là 70; 40; 20; 10; 5 mm.

Sau khi sàng người ta xác định lượng sót riêng biệt (a_i) và lượng sót tích lũy (A_i), đồng thời cũng xác định đường kính lớn nhất D_{max} và đường kính nhỏ nhất D_{min} của cốt liệu.

D_{max} là đường kính lớn nhất của cốt liệu tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy nhỏ hơn và gần 10% nhất.

D_{min} là đường kính nhỏ nhất của cốt liệu tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy lớn hơn và gần 90% nhất.

Thành phần hạt của đá (sỏi) phải thỏa mãn theo TCVN 177 -1987 như bảng 5 - 9.

Bảng 5 - 9

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

Từ yêu cầu về thành phần hạt theo tiêu chuẩn trên người ta xây dựng biểu đồ chuẩn (hình 5-3).

Sau khi sàng phân tích và tính kết quả lượng sót tích lũy, ta vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt nếu đường biểu diễn cấp phối hạt nằm trong phạm vi cho phép thì loại đá (sỏi) đó có đủ tiêu chuẩn về thành phần hạt để chế tạo bê tông.

Đường kính cỡ hạt lớn nhất của đá (sỏi, sỏi dăm) được chọn để sử dụng phải đảm bảo đồng thời các yêu cầu sau đây:

Không vượt quá 1/5 kích thước nhỏ nhất giữa các mặt trong của ván khuôn.

Không vượt quá 3/4 kích thước thông thủy giữa hai thanh cốt thép kề nhau.

Không vượt quá 1/3 chiều dày tấm, bản.

Không vượt quá 1/3 đường kính trong của ống bơm bê tông (với bê tông sử dụng công nghệ bơm).

Trong thực tế đá dăm, sỏi được phân ra các cỡ hạt sau :

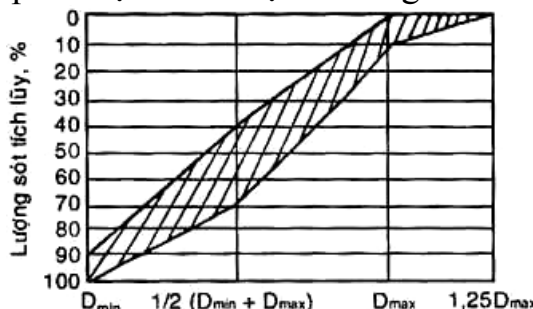
- Từ 5 đến 10 mm.
- Lớn hơn 10 đến 20 mm .
- Lớn hơn 20 đến 40 mm .
- Lớn hơn 40 đến 70 mm .

Trong thành phần hạt của cốt liệu lớn hàm lượng hạt thoi, dẹt không vượt quá 35% theo khối lượng, hàm lượng hạt mềm yếu và phong hóa không được lớn hơn 10% theo khối lượng.

Hàm lượng tạp chất:

Theo quy phạm hàm lượng tạp chất sunfat và sunfit (tính theo SO₃) trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm không được vượt quá 1% theo khối lượng.

Hàm lượng hạt sét, bùn, bụi xác định bằng cách rửa không vượt quá trị số ở bảng 5-10. Trong đó cục sét không vượt quá 0,25%. Không cho phép có màng sét bao phủ các hạt đá dăm, sỏi và những tạp chất bản khác như gỗ mục, lá cây, rác... lẫn vào.



Hình 5-3: Biểu đồ thành phần hạt của cốt liệu lớn

Bảng 5 - 10

Loại cốt liệu	Hàm lượng sét, bùn, bụi cho phép không lớn hơn, % khối lượng	
	Đối với bê tông mác dưới 300	Đối với bê tông mác 300 và cao hơn
Đá dăm từ đá mác ma và đá biến chất	2	1
Đá dăm từ đá trầm tích	3	2
Sỏi và sỏi dăm	1	1

*** Ghi chú :**

Hạt thoi dẹt là hạt có chiều rộng hoặc chiều dày nhỏ hơn hay bằng 1/3 chiều dài.

Hạt mềm yếu là các hạt đá dăm có giới hạn bền khi nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn $200.10^5 N/mm^2$.

Hạt phong hóa là các hạt đá dăm nguồn gốc mácma có giới hạn bền khi nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn 800.10^5 N/mm^2 , hoặc các hạt đá dăm nguồn gốc biến chất có giới hạn bền nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn 400.10^5 N/mm^2 .

5.2.5 . Phụ gia

Trong công nghệ chế tạo bê tông hiện nay, phụ gia được sử dụng khá phổ biến. Phụ gia thường sử dụng có 2 loại: Loại rắn nhanh và loại hoạt động bề mặt.

Phụ gia rắn nhanh thường là các loại muối gốc clo (ví dụ CaCl_2 , NaCl , FeCl_3 ...) hoặc là hỗn hợp của chúng. Do làm tăng nhanh quá trình thủy hóa mà phụ gia rắn nhanh có khả năng rút ngắn quá trình rắn chắc của bê tông trong điều kiện của bê tông trong điều kiện tự nhiên cũng như nâng cao cường độ bê tông sau khi bảo dưỡng nhiệt và ở tuổi 28 ngày.

Phụ gia hoạt động bề mặt mặc dù chỉ sử dụng một lượng nhỏ nhưng có khả năng cải thiện đáng kể tính dẻo của hỗn hợp bê tông và tăng cường nhiều tính chất khác của bê tông như tăng cường độ chịu lực, tăng khả năng chống thấm v.v... Trong đa số các trường hợp phụ gia dẻo và siêu dẻo là polime tổng hợp: các dẫn xuất của nhựa melamin hoặc của axit naftalin sunforic và các loại khác. Chúng nhận được trên cơ sở của sản phẩm phụ của quá trình tổng hợp hoá học. Ngoài ra trong công nghệ bê tông người ta còn sử dụng phụ gia đa chức năng-hỗn hợp của phụ gia rắn nhanh và phụ gia hoạt động bề mặt.

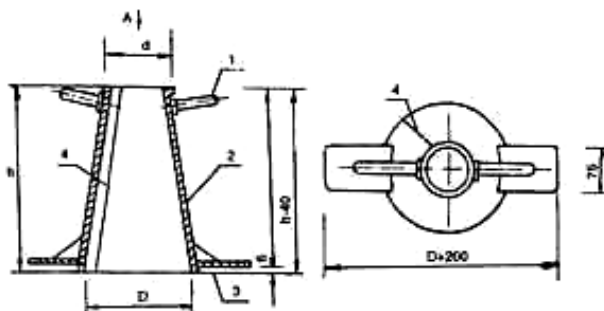
5.3. Tính chất cơ bản của hỗn hợp bê tông

Tính công tác hay còn gọi là tính dễ tạo hình, là tính chất kỹ thuật cơ bản của hỗn hợp bê tông, nó biểu thị khả năng lấp đầy khuôn nhưng vẫn đảm bảo được độ đồng nhất trong một điều kiện đầm nén nhất định.

Để đánh giá tính công tác của hỗn hợp bê tông người ta thường dùng hai chỉ tiêu: Độ lưu động và độ cứng.

5.3.1.Độ lưu động

Là chỉ tiêu quan trọng nhất của hỗn hợp bê tông, nó đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của trọng lượng bản thân hoặc rung động. Độ lưu động được xác định bằng độ sụt (SN, cm) của khối hỗn hợp bê tông trong khuôn hình nón cắt có kích thước tùy thuộc vào cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu (hình 5-4 và bảng 5-11).



Hình 5-4: Khuôn nón cắt

Bảng 5 - 11

Loại khuôn	Kích thước , mm		
	d	D	h
N ⁰¹	100 ± 2	200 ± 2	300 ± 2
N ⁰²	150 ± 2	300 ± 2	450 ± 2

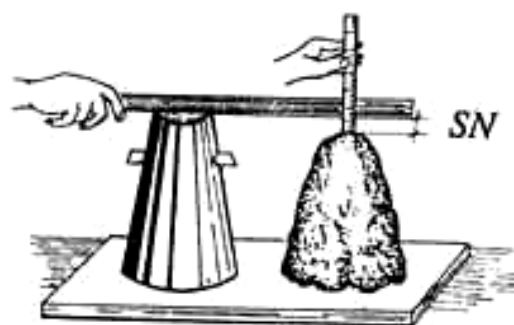
Cách xác định độ lưu động của hỗn hợp bê tông

Xác định độ lưu động SN (cm) theo TCVN 3106 - 1993 .

Dùng côn N^o1 để thử độ lưu động của hỗn hợp bê tông hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu tới 40 mm, còn N^o2 để thử hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu bằng 70 hoặc 100mm. Trước khi xác định phải tẩy sạch bê tông cũ, dùng giẻ ướt lau sạch mặt trong của khuôn và các dụng cụ khác mà trong quá trình thử sẽ tiếp xúc với hỗn hợp bê tông.

Đặt khuôn lên nền ẩm, cứng, phẳng, không thấm nước. Đứng lên gối đặt chân để cho khuôn cố định trong quá trình đổ và đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn.

Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào khuôn làm 3 lớp, mỗi lớp chiếm 1/3 chiều cao của khuôn. Sau khi đổ từng lớp dùng thanh thép tròn ϕ 16 mm và dài 60 cm chọc đều trên toàn bề mặt hỗn hợp bê tông từ xung quanh vào giữa. Khi dùng khuôn N^o1 mỗi lớp chọc 25 lần, khi dùng khuôn N^o2 mỗi lớp chọc 56 lần, lớp đầu chọc suốt chiều sâu, các lớp sau chọc xuyên sâu vào lớp trước 2 - 3 cm. Sau khi đổ và đầm xong lớp thứ 3, nhắc phễu ra, đổ thêm hỗn hợp bê tông cho đầy lấy bay gạt phẳng miệng khuôn và dọn sạch xung quanh đáy khuôn. Dùng tay ghi chặt khuôn xuống nền rồi thả chân khỏi gối đặt chân, từ từ nhắc khuôn thẳng đứng trong khoảng thời gian 5 - 10 giây.



Hình 5-5: Cách đo độ sụt của hỗn hợp bê tông

Đặt khuôn sang bên cạnh khối hỗn hợp bê tông và đo chênh lệch chiều cao giữa miệng khuôn với điểm cao nhất của khối hỗn hợp (hình 5 - 5).

Khi dùng khuôn N^o1 số liệu đo được làm tròn tới 0,5 cm chính là độ sụt của hỗn hợp bê tông cần thử. Khi dùng khuôn N^o2 số liệu đo được phải chuyển về kết quả thử theo khuôn N^o1 bằng cách nhân với hệ số 0,67.

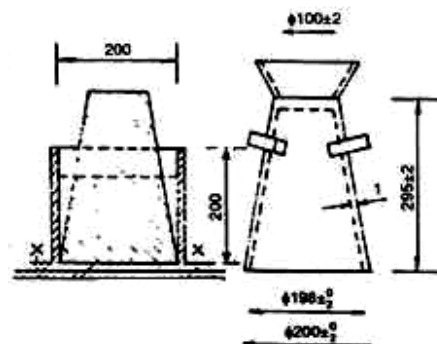
Hỗn hợp bê tông có độ sụt bằng 0 hoặc dưới 1,0 cm được coi như không có tính lưu động khi đó đặc trưng tính dẻo của hỗn hợp bê tông được xác định bằng cách thử độ cứng (ĐC, s).

5.3.2. Độ cứng

Độ cứng của hỗn hợp bê tông (ĐC) là thời gian rung động cần thiết (s) để san bằng và lên chặt hỗn hợp bê tông trong bộ khuôn hình nón cụt và hình lập phương (hình 5- 6).

Xác định độ cứng (ĐC, s) theo TCVN 3107-1993 bằng phương pháp đơn giản.

Dụng cụ chính để xác định độ cứng bao gồm khuôn hình nón cụt và khuôn hình lập phương có kích thước trong 200 x 200 x 200 mm (hình 5-6).



Hình 5-6: Dụng cụ xác định độ cứng của hỗn hợp bê tông

Kẹp chặt khuôn lập phương lên bàn rung, đặt khuôn hình nón cụt vào trong khuôn lập phương, đổ hỗn hợp bê tông, đầm chặt và nhấc khuôn hình nón cụt lên như khi xác định độ lưu động. Sau đó đồng thời bật đầm rung và bấm đồng hồ giây. Tiến hành rung cho tới khi hỗn hợp bê tông san đầy các góc và tạo thành mặt phẳng trong khuôn thì tắt đồng hồ và đầm rung, ghi lại thời gian đo được.

Thời gian đo được nhân với hệ số 0,7 chính là độ cứng của hỗn hợp bê tông (tính theo độ cứng xác định bằng nhót kế Vebe).

Theo chỉ tiêu độ lưu động và độ cứng người ta chia hỗn hợp bê tông ra các loại (bảng 5-12).

Bảng 5-12

Loại hỗn hợp bê tông	SN(cm)	ĐC(s)	Loại hỗn hợp bê tông	SN(cm)	ĐC(s)
Đặc biệt cứng	-	>300	Kém dẻo	1-4	15-20
Cứng cao	-	150-200	Dẻo	5-8	0-10
Cứng	-	60-100	Rất dẻo	10-12	-
Cứng vừa	-	30-45	Nhão	15-18	-

5.3.3. Khả năng giữ nước

Đây là tính chất nhằm để đảm bảo độ đồng nhất của hỗn hợp bê tông trong quá trình vận chuyển, đổ khuôn và đầm nén. Khi đầm nén hỗn hợp bê tông dẻo, các hạt cốt liệu có khuynh hướng chìm xuống và xích lại gần nhau, nước bị ép tách ra khỏi cốt liệu và cốt thép, nổi lên phía trên cùng với xi măng chui qua kẽ hở của cốt pha ra ngoài, tạo thành những lỗ rỗng, làm khả năng chống thấm nước của bê tông giảm. Một phần nước thừa đọng lại bên trong hỗn hợp tạo thành những hốc rỗng, ảnh hưởng xấu đến cấu trúc và tính chất của bê tông.

Việc giảm lượng nước nhào trộn và nâng cao khả năng giữ nước của hỗn hợp bê tông có thể thực hiện bằng sử dụng phụ gia hoạt động bề mặt và lựa chọn thành phần hạt cốt liệu một cách hợp lý.

5.3.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

Lượng nước nhào trộn: Là yếu tố quan trọng quyết định tính công tác của hỗn hợp bê tông. Lượng nước nhào trộn bao gồm lượng nước tạo ra hồ xi măng và lượng nước dùng cho cốt liệu (độ cần nước) để tạo ra độ dẻo cần thiết cho quá trình thi công.

Khả năng hấp thụ nước (độ cần nước) của cốt liệu là một đặc tính công nghệ quan trọng của nó. Khi diện tích bề mặt các hạt cốt liệu thay đổi, hay nói cách khác tỷ lệ các cấp hạt của cốt liệu, độ lớn của nó và đặc trưng bề mặt của cốt liệu thay đổi thì độ cần nước cũng thay đổi. Vì vậy, khi xác định thành phần bê tông thì việc xác định tỷ lệ cốt liệu nhỏ-cốt liệu lớn tối ưu để đảm bảo cho hồ xi măng nhỏ nhất là rất quan trọng.

Để đảm bảo cho bê tông có cường độ yêu cầu thì tỷ lệ nước - xi măng phải giữ ở giá trị không đổi và do đó khi độ cần nước của cốt liệu tăng thì dẫn đến chi phí quá nhiều xi măng.

Việc xây dựng lượng nước nhào trộn phải thông qua các chỉ tiêu về tính công tác có tính đến loại và độ lớn của cốt liệu (hình 5 - 7).

Khi lượng nước còn quá ít, dưới tác dụng của lực hút phân tử, nước chỉ đủ để hấp phụ trên bề mặt vật rắn mà chưa tạo ra độ lưu động của hỗn hợp. Lượng nước tăng lên đến một giới hạn nào đó sẽ xuất hiện nước tự do, màng nước trên bề mặt vật rắn dày thêm, nội ma sát giữa chúng giảm xuống, độ lưu động tăng lên. Lượng nước ứng với lúc hỗn hợp bê tông có độ lưu động tốt nhất mà không bị phân tầng gọi là khả năng giữ nước của hỗn hợp bê tông. Đối với hỗn hợp bê tông dùng xi măng pooc lăng, lượng nước đó khoảng 1,65 NTC (NTC-lượng nước tiêu chuẩn của xi măng).

Loại và lượng xi măng: Nếu hỗn hợp bê tông có đủ xi măng để cùng với nước lấp đầy lỗ rỗng của cốt liệu, bọc và bôi trơn bề mặt của chúng thì độ dẻo sẽ tăng.

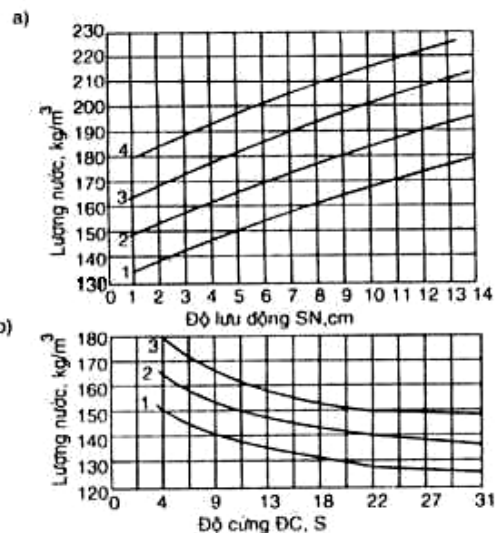
Độ lưu động còn phụ thuộc vào loại xi măng và phụ gia vô cơ nghiền mịn, vì bản thân mỗi loại xi măng sẽ có đặc tính riêng về các chỉ tiêu lượng nước tiêu chuẩn, độ mịn, thời gian đông kết và rắn chắc.

Lượng hỗn hợp xi măng: Nếu vữa xi măng (hỗ xi măng + cốt liệu nhỏ) chỉ đủ để lấp đầy lỗ rỗng của cốt liệu lớn thì hỗn hợp bê tông rất cứng, quá trình thi công sẽ khó khăn.

Để tạo cho hỗn hợp có độ dẻo cần thiết thì phải đẩy xa các hạt cốt liệu lớn và bọc xung quanh chúng một lớp hỗn hợp xi măng, do đó thể tích phần hỗn hợp sẽ bằng thể tích phần rỗng trong cốt liệu lớn nhân với hệ số trượt α (1,05 - 1,15 đối với hỗn hợp bê tông cứng; 1,2 - 1,5 đối với hỗn hợp bê tông dẻo).

Phụ gia hoạt động bề mặt (phụ gia dẻo hoặc siêu dẻo) mặc dù cho vào hỗn hợp bê tông với một lượng nhỏ (0,15-1,2% khối lượng xi măng) nhưng có tác dụng pha loãng hỗn hợp bê tông. Phụ gia siêu dẻo cho phép sử dụng để chế tạo các sản phẩm bê tông khi thi công bằng bơm và vận chuyển bê tông trong các đường ống, đồng thời giảm đáng kể tỉ lệ N/X mà vẫn đảm bảo độ lưu động và có thể tạo ra các loại bê tông mác cao. Cũng cần chú ý rằng phụ gia hoạt động bề mặt phần nào làm kéo dài quá trình thủy hoá của xi măng và làm chậm tốc độ phát triển của bê tông. Khi sử dụng các loại phụ gia dẻo ta có thể giảm được 10 - 15% lượng nước so với bê tông thường, nếu là phụ gia siêu dẻo thì có thể giảm được 15- 30% lượng nước và nâng cao các đặc tính kỹ thuật cho bê tông.

Gia công chấn động: Là biện pháp có hiệu quả để làm cho hỗn hợp bê tông cứng và kém dẻo trở thành dẻo và chảy, dễ đổ khuôn và đầm chặt.



Hình 5-7: Lượng nước dùng cho 1m³ bê tông phụ thuộc vào cốt liệu.
 a) Hỗn hợp bê tông dẻo; b) Hỗn hợp bê tông cứng
 1. d_{max}=70mm; 2. d_{max}=40mm;
 3. d_{max}=20mm; 4. d_{max}=10mm

5.3.5. Cách lựa chọn tính công tác cho hỗn hợp bê tông

Khi thiết kế cấp phối cũng như khi thi công bê tông, cần lựa chọn các chỉ tiêu tính công tác của hỗn hợp bê tông cho thích hợp. Chọn các chỉ tiêu tính công tác của hỗn hợp bê tông phải tùy theo loại kết cấu, mật độ cốt thép, phương pháp chế tạo, khoảng cách vận chuyển và điều kiện thời tiết.

Dựa vào loại kết cấu, mật độ cốt thép, có thể tham khảo cách lựa chọn ở bảng 5-13.

Bảng 5 -13

Dạng kết cấu	Độ sụt SN (cm)	
	Tối đa	Tối thiểu
Móng và tường móng bê tông cốt thép	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Móng bê tông, giếng chìm, tường phân ngầm	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Dầm, tường, cột bê tông cốt thép	11 ÷ 12	3 ÷ 4
Đường, nền	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Bê tông khối lớn, sàn bê tông cốt thép	7 ÷ 8	3 ÷ 4

5.4. Cấu trúc của bê tông

5.4.1. Sự hình thành cấu trúc của bê tông

Sau khi tạo hình các cấu tử của hỗn hợp bê tông được sắp xếp chặt chẽ hơn. Cùng với sự thủy hoá của xi măng, cấu trúc của bê tông được hình thành. Giai đoạn này gọi là giai đoạn hình thành cấu trúc.

Khoảng thời gian hình thành cấu trúc, cũng như cường độ đầu tiên của bê tông phụ thuộc vào thành phần của bê tông, dạng chất kết dính và phụ gia hoá học. Hỗn hợp bê tông cứng và kém dẻo với tỷ lệ nước-xi măng không lớn có giai đoạn hình thành cấu trúc ngắn. Việc dùng xi măng và phụ gia rắn nhanh rút ngắn giai đoạn hình thành cấu trúc. Trong trường hợp cần duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông trong lúc vận chuyển cũng như thời tiết nóng có thể dùng phụ gia chậm cứng rắn.

5.4.2. Cấu trúc vĩ mô và cấu trúc vi mô

Cấu trúc vĩ mô: Bê tông là loại vật liệu có cấu trúc vĩ mô phức tạp. Trong một đơn vị thể tích hỗn hợp bê tông đã lèn chặt bao gồm thể tích của cốt liệu V_{cl} , thể tích hồ xi măng V_h và thể tích lỗ rỗng khí V_k : $V_{cl} + V_h + V_k = 1$

Khi thi công nếu đầm nén tốt thể tích lỗ rỗng khí sẽ giảm đi, điều đó cho phép tăng cường độ chịu lực, tăng khả năng chống thấm và cải thiện nhiều tính chất kỹ thuật khác. Cần lưu ý đến tỷ lệ N/X, lượng nước, lượng xi măng phải thích hợp để đảm bảo cấu trúc của bê tông được đặc chắc.

Cấu trúc vi mô của bê tông được đặc trưng bằng cấu trúc của vật rắn, độ rỗng và đặc trưng của lỗ rỗng trong từng cấu tử tạo nên bê tông (cốt liệu, đá xi măng) cũng như cấu tạo của lớp tiếp xúc giữa chúng.

Lượng nước nhào trộn một phần dùng để bôi trơn hạt cốt liệu, một phần dùng để tạo thành hồ của đá xi măng, còn một phần bị cốt liệu rỗng hút vào. Vì vậy hỗn hợp bê tông dẻo sau khi đổ khuôn còn có xảy ra sự tách nước ở bên

trong, nước sẽ đọng lại trên bề mặt hạt cốt liệu lớn và làm yếu mối liên kết giữa chúng với phần vữa.

Độ bền của mối liên kết giữa cốt liệu và đá xi măng phụ thuộc vào bản chất của cốt liệu, vào độ rỗng, độ nhám của bề mặt, độ sạch của cốt liệu, cũng như vào loại xi măng và độ hoạt tính của nó; vào tỷ lệ N/X và điều kiện rắn chắc của bê tông.

Độ rỗng trong bê tông bao gồm những lỗ rỗng nhỏ li ti và lỗ rỗng mao quản. Độ rỗng của nó có thể lên tới 10 -15% và bao gồm:

- Lỗ rỗng trong đá xi măng (lỗ rỗng gen, lỗ rỗng mao quản, lỗ rỗng do khí cuốn vào);
- Lỗ rỗng trong cốt liệu;
- Lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu (khoảng không gian giữa các hạt cốt liệu không được chèn hò xi măng).

Để nâng cao độ đặc của bê tông trong quá trình thi công cần lưu ý các biện pháp kỹ thuật để hạn chế tối đa lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu, nhờ đó có thể cải thiện cấu trúc của bê tông theo hướng có lợi.

5.5. Tính chất cơ bản của bê tông

5.5.1. Cường độ chịu lực

Khái niệm về cường độ chịu lực và mác của bê tông theo cường độ chịu nén

Cường độ chịu lực là một đặc trưng cơ bản của bê tông. Trong kết cấu xây dựng, bê tông có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau: nén, kéo, uốn, trượt v.v... Trong đó bê tông làm việc ở trạng thái chịu nén là tốt nhất, còn khả năng chịu kéo của bê tông rất kém chỉ bằng $(\frac{1}{15} \div \frac{1}{10})$ khả năng chịu nén. Căn cứ vào khả năng chịu nén người ta định ra mác của bê tông.

Mác theo cường độ chịu nén ký hiệu bằng chữ M là chỉ tiêu cơ bản nhất đối với mọi loại bê tông kết cấu, được sử dụng để thiết kế cấp phối bê tông, thiết kế, tính toán kết cấu cho các công trình xây dựng.

Ngoài việc quy định mác theo cường độ chịu nén tùy thuộc vào từng loại bê tông có yêu cầu khác nhau còn có quy định về mác theo khả năng chịu kéo, khả năng chống thấm.

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

Theo TCVN 6025:1995 mác của bê tông nặng xác định trên cơ sở cường độ chịu nén được phân loại như trong bảng 5 - 14.

Phương pháp xác định cường độ chịu nén R_n (TCVN 3118 - 1993).

Để xác định cường độ nén của bê tông người ta đúc các viên mẫu chuẩn hình lập phương cạnh 15 cm, cũng có thể đúc các viên mẫu có hình dạng và kích thước khác.

Kích thước ở cạnh nhỏ nhất của mỗi viên mẫu tùy theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu dùng để chế tạo bê tông được quy định trong bảng 5 - 15.

Bảng 5 - 14

Mác bê tông	Cường độ nén ở tuổi 28 ngày không nhỏ hơn, kG/cm ²
M100	100
M125	125
M150	150
M200	200
M250	250
M300	300
M350	350
M400	400
M450	450
M500	500
M600	600
M800	800

Bảng 5 - 15

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

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

Cường độ nén của viên mẫu chuẩn được xác định theo công thức:

$$R_n = K \frac{P}{F} \text{ kG/cm}^2$$

Trong đó : - P : Tải trọng phá hoại mẫu, kG (daN).

- F : Diện tích chịu lực nén của viên mẫu, cm²

- K: Hệ số chuyển đổi kết quả thử nén các mẫu bê tông kích thước khác chuẩn về cường độ của viên mẫu chuẩn kích thước 150 x 150 x 150mm. Giá trị K lấy theo bảng 5 - 16.

Bảng 5 - 16

Hình dáng và kích thước của mẫu, mm	Hệ số chuyển đổi	
Mẫu lập phương	100 x 100 x 100	0,91
	150 x 150 x 150	1,00
	200 x 200 x 200	1,05
	300 x 300 x 300	1,10
Mẫu trụ	71,4 x 143 và 100 x 200	1,16
	150 x 300	1,20
	200 x 400	1,24

Khi nén các mẫu nửa đầm giá trị hệ số chuyển cũng được lấy như mẫu hình lập phương cùng diện tích chịu nén.

Khi thử các mẫu trụ được khoan, cắt từ các cấu kiện hoặc sản phẩm mà tỷ số chiều cao so với đường kính của chúng nhỏ hơn 2 thì kết quả cũng tính theo công thức và hệ số K ở trên nhưng được nhân thêm với hệ số K' lấy theo bảng 5-17.

Bảng 5 - 17

Tỷ lệ $\frac{H}{d}$	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
Giá trị K'	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

Cường độ chịu nén của bê tông được xác định từ các giá trị cường độ nén của các viên trong tổ mẫu bê tông như sau:

So sánh các giá trị cường độ nén lớn nhất và nhỏ nhất với cường độ nén của viên mẫu trung bình nếu hai giá trị đó đều không chênh lệch quá 15% so với cường độ nén của viên mẫu trung bình thì cường độ nén của bê tông được tính bằng trung bình số học của ba kết quả thử trên ba viên mẫu. Nếu một trong hai giá trị đó lệch quá 15% so với cường độ nén của viên mẫu trung bình thì bỏ cả hai kết quả lớn nhất và nhỏ nhất. Khi đó cường độ nén của bê tông là cường độ nén của một viên mẫu còn lại.

Trong trường hợp tổ mẫu bê tông chỉ có hai viên thì cường độ nén của bê tông được tính bằng trung bình số học kết quả thử của hai viên mẫu đó.

Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu lực của bê tông

Đá xi măng (mác xi măng và tỷ lệ $\frac{X}{N}$) có ảnh hưởng lớn đến cường độ của

bê tông. Sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào tỷ lệ $\frac{X}{N}$ thực chất là phụ thuộc vào thể tích rỗng tạo ra do lượng nước dư thừa. Hình 5 - 8 biểu thị mối quan hệ giữa cường độ bê tông và lượng nước nhào trộn.

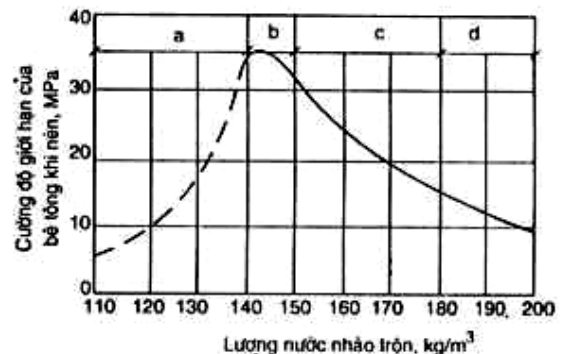
Độ rỗng tạo ra do lượng nước thừa có thể xác định bằng công thức:

$$r = \frac{N - \omega \cdot X}{1000} \cdot 100\%$$

Trong đó: N, X: Lượng nước và lượng xi măng trong 1m³ bê tông, kg.

ω : Lượng nước liên kết hóa học tính bằng % khối lượng xi măng. Ở tuổi 28 ngày lượng nước liên kết hóa học khoảng 15 - 20%.

Mối quan hệ giữa cường độ bê tông với mác xi măng, tỷ lệ $\frac{X}{N}$ được biểu thị qua



Hình 5-8: Sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào lượng nước nhào trộn

- a-Vùng hỗn hợp bê tông cứng không đầm chặt được;
- b-Vùng hỗn hợp bê tông có cường độ và độ đặc cao;
- c-Vùng hỗn hợp bê tông dẻo;
- d-Vùng hỗn hợp bê tông chảy

công thức Bolomey-Skramtaev sau:

$$\text{Đối với bê tông có } \frac{X}{N} = 1,4 \div 2,5 \text{ thì: } R_b = AR_x \cdot \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right). \quad (5-1)$$

$$\text{Đối với bê tông có } \frac{X}{N} > 2,5 \text{ thì: } R_b = A_1 R_x \cdot \left(\frac{X}{N} + 0,5 \right). \quad (5-2)$$

Trong đó :

R_b : Cường độ nén của bê tông ở tuổi 28 ngày, kG/ cm².

R_x : Mác của xi măng (cường độ), kG/cm².

A, A₁ là hệ số được xác định theo chất lượng vật liệu và phương pháp xác định mác xi măng (bảng 5-18).

$\frac{X}{N}$: Tỷ lệ xi măng/nước .

Bảng 5 - 18

Hệ số chất lượng vật liệu A và A₁

Chất lượng vật liệu	Chỉ tiêu đánh giá	Hệ số A và A ₁ ứng với phương pháp thử mác xi măng.			
		TCVN 6016:95		TCVN 4032:85	
		A	A ₁	A	A ₁
Tốt	- Xi măng hoạt tính cao không trộn phụ gia thủy. - Cốt liệu: Đá sạch, cường độ cao, cấp phối hạt tốt. Cát sạch, M _{dl} = 2.4 ÷ 2.7	0.54	0.34	0.6	0.38
Trung bình	- Xi măng hoạt tính trung bình, xi măng poóc lăng hỗn hợp chứa 10 ÷ 15% phụ gia thủy. - Cốt liệu: Đá có chất lượng phù hợp TCVN1771:1987. Cát phù hợp TCVN 1770:1986, có M _{dl} = 2 ÷ 2.4	0.5	0.32	0.55	0.35
Kém	- Xi măng hoạt tính thấp, xi măng poóc lăng hỗn hợp chứa trên 15% phụ gia thủy. - Cốt liệu: Đá có 1 chỉ tiêu chưa phù hợp TCVN 1771:1987. Cát nhỏ M _{dl} < 2.	0.45	0.29	0.5	0.32

Cốt liệu : Sự phân bố giữa các hạt cốt liệu và tính chất của nó (độ nhám, số lượng lỗ rỗng, tỉ diện tích) có ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Bình thường hồ xi măng lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và đẩy chúng ra xa nhau với cự ly bằng 2- 3 lần đường kính hạt xi măng. Trong trường hợp này do phát huy được vai trò của cốt liệu nên cường độ của bê tông khá cao và yêu cầu cốt liệu có cường độ cao hơn cường độ bê tông 1,5 - 2 lần. Khi bê tông chứa lượng hồ xi măng lớn hơn, các hạt cốt liệu bị đẩy ra xa nhau hơn đến mức hầu như không có tác dụng tương hỗ với nhau. Khi đó cường độ của đá xi măng và cường độ vùng

tiếp xúc đóng vai trò quyết định đến cường độ bê tông, nên yêu cầu về cường độ của cốt liệu ở mức thấp hơn.

Với cùng một liều lượng pha trộn như nhau thì bê tông dùng đá dăm có thành phần hạt hợp quy phạm sẽ cho cường độ cao hơn khi dùng sỏi.

Cấu tạo của bê tông biểu thị bằng độ đặc của nó, có ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Độ đặc càng cao, cường độ của bê tông càng lớn. Khi thiết kế thành phần bê tông ngoài việc đảm bảo cho bê tông có độ đặc cao thì việc lựa chọn độ dẻo và phương pháp thi công thích hợp có ý nghĩa quan trọng.

Đối với mỗi hỗn hợp bê tông, ứng với một điều kiện đầm nén nhất định sẽ có một tỷ lệ nước thích hợp. Nếu tăng mức độ đầm nén thì tỷ lệ nước thích hợp sẽ giảm xuống và cường độ bê tông tăng lên.

Cường độ bê tông phụ thuộc vào mức độ đầm chặt thông qua hệ số lèn K_1 .

$$K_1 = \frac{\rho'_v}{\rho_v}$$

Trong đó :

- ρ'_v : Khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt, kg/m^3

- ρ_v : Khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bê tông, kg/m^3 .

Thông thường hệ số lèn chặt $K_1 = 0,9 - 0,95$, riêng với hỗn hợp bê tông cứng, thi công phù hợp thì hệ số lèn chặt có thể đạt $0,95 - 0,98$.

Phụ gia tăng dẻo có tác dụng làm tăng tính dẻo cho hỗn hợp bê tông nên có thể giảm bớt lượng nước nhào trộn, do đó cường độ của bê tông sẽ tăng lên đáng kể.

Phụ gia rắn nhanh có tác dụng đẩy nhanh quá trình thủy hóa của xi măng nên làm tăng nhanh sự phát triển cường độ bê tông dưỡng hộ trong điều kiện tự nhiên cũng như ngay sau khi dưỡng hộ nhiệt.

Cường độ bê tông tăng theo tuổi của nó: Trong quá trình rắn chắc cường độ bê tông không ngừng tăng lên. Từ 7 đến 14 ngày đầu cường độ phát triển nhanh, sau 28 ngày chậm dần và có thể tăng đến vài năm gần như theo quy luật logarit:

$$\frac{R_y}{R_{28}} = \frac{\lg y}{\lg 28} ; \quad \text{với } 3 < y < 90. \quad (5-3)$$

Trong đó :

- R_y ; R_{28} : Cường độ bê tông ở tuổi y và 28 ngày, kG/cm^2 .

- y : Tuổi của bê tông, ngày.

Điều kiện môi trường bảo dưỡng: Trong môi trường nhiệt độ, độ ẩm cao sự tăng cường độ có thể kéo dài trong nhiều năm, còn trong điều kiện khô hanh hoặc nhiệt độ thấp sự tăng cường độ trong thời gian sau này là không đáng kể. Khi dùng hơi nước nóng để bảo dưỡng bê tông làm cho cường độ bê tông tăng rất nhanh trong thời gian vài ngày đầu nhưng sẽ làm cho bê tông trở lên giòn hơn và có cường độ cuối cùng thấp hơn so với bê tông được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn.

Điều kiện thí nghiệm : Khi bị nén, ngoài biến dạng co ngắn theo phương lực tác dụng, bê tông còn bị nở ngang. Thông thường chính sự nở ngang quá mức

làm bê tông bị phá vỡ, nếu hạn chế được độ nở ngang có thể làm tăng khả năng chịu nén của bê tông. Trong thí nghiệm, nếu không bị bôi trơn mặt tiếp xúc giữa các mẫu và bàn máy nén thì tại mặt đó sẽ xuất hiện lực ma sát có tác dụng cản trở sự nở ngang và làm tăng cường độ của mẫu so với khi bôi trơn mặt tiếp xúc. Ảnh hưởng của lực ma sát giảm dần từ mặt tiếp xúc đến khoảng giữa mẫu, vì vậy mẫu khối vuông có kích thước bé sẽ có cường độ cao hơn so với mẫu có kích thước lớn và mẫu lăng trụ có cường độ chỉ bằng khoảng 0.8 lần cường độ mẫu khối vuông có cùng cạnh đáy. Nếu thí nghiệm với mặt tiếp xúc được bôi trơn để bê tông được tự do nở ngang sẽ không có sự khác biệt như vừa nêu.

Tốc độ gia tải khi thí nghiệm cũng ảnh hưởng đến cường độ mẫu. Khi gia tải rất chậm, cường độ bê tông chỉ đạt khoảng 0,85 giá trị so với trường hợp gia tải bình thường.

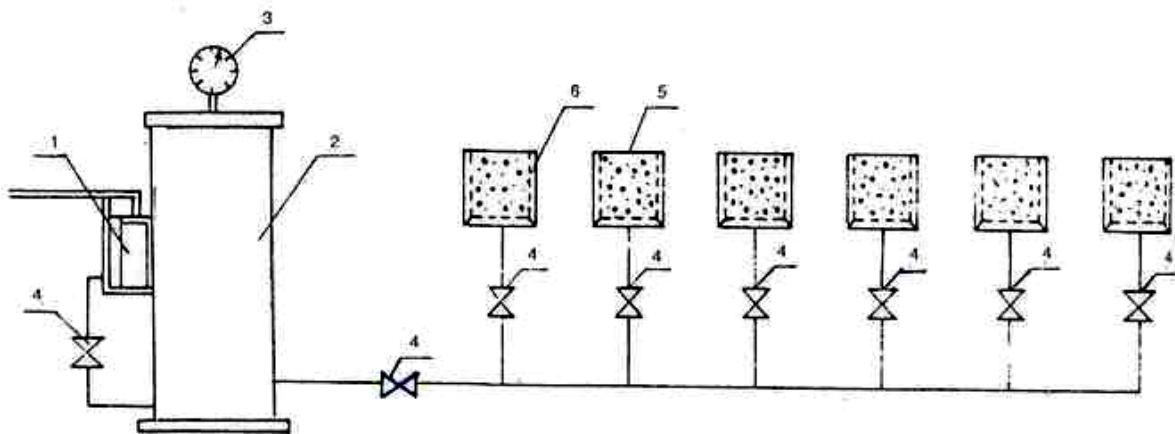
5.5.2. Tính thấm nước của bê tông

Dưới áp lực thủy tĩnh nước có thể thấm qua những lỗ rỗng mao quản. Thực tế nước chỉ thấm qua những lỗ rỗng có đường kính lớn hơn $1\mu\text{m}$, vì màng nước hấp phụ trong các mao quản đã có chiều dày đến $0,5\mu\text{m}$.

Đối với các công trình có yêu cầu về độ chống thấm nước thì cần phải xác định độ chống thấm theo áp lực thủy tĩnh thực dụng. Căn cứ vào chỉ tiêu này chia bê tông thành các loại mức chống thấm: CT-2, CT-4, CT-6, CT-8, CT-10, CT-12 (hoặc B2, B4, B6, B8, B10, B12).

Tính chống thấm của bê tông được xác định theo TCVN3116:1993.

Để kiểm tra mức độ chống thấm của bê tông cần chuẩn bị 6 mẫu thí nghiệm hình trụ $d = h = 150 \text{ mm}$. Sau khi lắp các mẫu vào thiết bị thí nghiệm (hình 5-9) sẽ bơm nước tạo áp lực tăng dần từng cấp, mỗi cấp 2 daN/cm^2 . Thời gian giữ mẫu ở mỗi cấp áp lực nước là 16 giờ. Tiến hành tăng áp tới khi thấy trên bề mặt viên mẫu nào xuất hiện nước thấm qua thì khoá van và ngừng thử viên mẫu đó. Sau đó tiếp tục thử các mẫu còn lại.



Hình 5-9: Thiết bị xác định tính chống thấm của bê tông
1. Bơm ; 2. Thùng đẳng áp ; 3. Đồng hồ áp lực ; 4. Van chịu áp lực ; 5. Mẫu thử ; 6. Áo mẫu.

Độ chống thấm nước của bê tông được xác định bằng áp lực nước tối đa (atm) mà ở áp lực đó có 4 trong 6 mẫu thử chưa bị nước thấm qua.

5.5.3 . Tính co nở thể tích

Trong quá trình rắn chắc, bê tông thường phát sinh biến dạng thể tích, nở ra trong nước và co lại trong không khí. Về giá trị tuyệt đối độ co lớn hơn nở 10 lần. Ở một giới hạn nhất định độ nở có thể làm tốt hơn cấu trúc của bê tông, còn hiện tượng co ngót luôn luôn kéo theo hậu quả xấu.

Bê tông bị co ngót do nhiều nguyên nhân, trước hết là sự mất nước trong các gel đá xi măng. Khi mất nước các mầm tinh thể xích lại gần nhau và đồng thời các gel cùng dịch chuyển làm cho bê tông bị co. Quá trình cacbonat hóa hydrôxi can xi trong đá xi măng cũng là nguyên nhân gây ra co ngót, co ngót còn là hậu quả của việc giảm thể tích tuyệt đối của hệ xi măng - nước.

Do bị co ngót nên bê tông bị nứt, giảm cường độ, độ chống thấm, độ ổn định của bê tông và bê tông cốt thép trong môi trường xâm thực.

Vì vậy đối với những kết cấu bê tông có chiều dài và diện tích lớn, để tránh nứt người ta phân đoạn để tạo thành các khe co giãn.

Độ co ngót phát triển mạnh trong thời kỳ đầu và giảm dần theo thời gian sau đó tắt hẳn.

Trị số co ngót phụ thuộc vào lượng, loại xi măng, lượng nước, tỷ lệ cát trong hỗn hợp cốt liệu và chế độ bảo dưỡng. Độ co ngót trong đá xi măng lớn hơn trong hỗn hợp và bê tông (hình 5-10).

Ngoài ra độ co ngót còn phụ thuộc vào chế độ bảo dưỡng. Khi bảo dưỡng nhiệt ẩm độ co ngót xảy ra mạnh và nhanh chóng hơn trong điều kiện thường nhưng trị số cuối cùng lại nhỏ hơn 10 - 15%. Nhiệt độ chung hấp càng cao, độ co ngót cuối cùng càng nhỏ.

Khi chưng áp, độ co ngót còn nhỏ hơn 2 lần so với trong không khí.

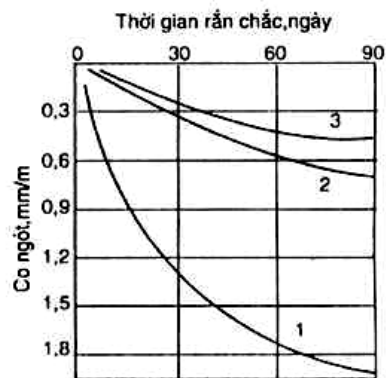
Nếu như bê tông trước đây cứng rắn trong điều kiện thường, sau đó đem đặt trong nước hay trong môi trường có độ ẩm lớn hơn độ ẩm của bê tông thì thể tích của nó tăng lên đó là hiện tượng biến dạng nở của bê tông. Biến dạng nở của bê tông ở trong nước là do tăng chiều dày của màng nước hấp phụ của các tinh thể trong cấu trúc gel của đá xi măng.

Cũng như co ngót, biến dạng nở phát triển mạnh trong thời kỳ đầu và giảm dần theo thời gian sau đó tắt hẳn.

5.5.4. Tính chịu nhiệt

Không nên sử dụng bê tông nặng trong môi trường chịu tác dụng lâu dài của nhiệt độ lớn hơn 250⁰C. Khi có nhiệt độ 250⁰C - 300⁰C tác dụng lâu dài, cường độ bê tông giảm đi rõ rệt do nước tự do, nước liên kết trong đá xi măng bị tách ra làm cho đá xi măng co lại dẫn đến phá hoại cấu trúc của bê tông.

Khi nâng nhiệt độ đến 500 - 550⁰C hoặc cao hơn bê tông sẽ bị phá hoại nhanh.



Hình 5-10: Độ co ngót:
1-Cửa đá xi măng; 2-Cửa vữa;
3-Cửa bê tông

Trong thực tế bê tông nặng có thể chịu được nhiệt độ đến 1200°C trong một thời gian ngắn do bê tông gặp nhiệt độ cao, lớp ngoài cùng của kết cấu bị phá hoại và tạo nên một màng xốp có tác dụng cách nhiệt, làm cho nhiệt truyền vào bên trong chậm. Nhưng nếu nhiệt độ tác dụng lên bê tông cao hơn hoặc lâu hơn thì bê tông sẽ tiếp tục bị phá hoại.

Như vậy khi xây dựng các công trình hay bộ phận kết cấu thường xuyên tiếp xúc với nhiệt độ cao người ta phải dùng các loại bê tông chịu nhiệt.

5.6. Thiết kế thành phần bê tông nặng

5.6.1. Khái niệm

Thiết kế thành phần bê tông là tìm ra tỷ lệ hợp lý các loại nguyên vật liệu nước, xi măng, cát, đá hoặc sỏi cho 1m^3 bê tông sao cho đạt các chỉ tiêu kỹ thuật và kinh tế.

Thành phần của bê tông được biểu thị bằng khối lượng các loại vật liệu dùng trong 1m^3 bê tông hay bằng tỷ lệ về khối lượng (hoặc thể tích) trên một đơn vị khối lượng (hoặc thể tích) xi măng.

Để tính toán được thành phần của bê tông phải dựa vào một số điều kiện như :

Cường độ bê tông yêu cầu (mác bê tông): Thông thường người ta lấy cường độ chịu nén của bê tông sau 28 ngày dưỡng hộ làm cường độ yêu cầu.

Tính chất của công trình: Phải biết được công trình làm việc trong môi trường nào, trên khô hay dưới nước, có ở trong môi trường xâm thực mạnh không?

Đặc điểm của kết cấu công trình: Kết cấu có cốt thép hay không có cốt thép, cốt thép dày hay thưa, biết tiết diện của công trình rộng hay hẹp... Mục đích là để lựa chọn độ dẻo của hỗn hợp bê tông và độ lớn của đá (sỏi) cho hợp lý.

Điều kiện nguyên vật liệu : Như mác và loại xi măng, loại cát, đá dăm hay sỏi và các chỉ tiêu cơ lý của chúng.

Điều kiện thi công: Thi công bằng cơ giới hay thủ công.

5.6.2. Phương pháp thiết kế thành phần bê tông

Để thiết kế cấp phối bê tông có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp như phương pháp của Ban môi trường Anh, phương pháp của Viện bê tông Mỹ song phương pháp Bolomey-Skramtaev của Viện bê tông và bê tông cốt thép Nga là phương pháp đã được sử dụng phổ biến ở Việt Nam và một số nước.

Trong nội dung giáo trình sẽ trình bày cách thiết kế thành phần bê tông trên cơ sở của phương pháp Bolomey-Skramtaev có tính đến những điều kiện thích hợp của Việt Nam.

Nguyên tắc của phương pháp

Phương pháp của Bolomey-Skramtaev là phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp với việc tiến hành kiểm tra bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết "thể tích tuyệt đối" có nghĩa là tổng thể tích tuyệt đối (hoàn toàn đặc) của vật liệu trong 1m^3 bê tông bằng 1000 (lít):

$$V_X + V_N + V_C + V_D = 1000 \text{ (lít)}.$$

Trong đó :

V_X, V_N, V_C, V_D : Thể tích hoàn toàn đặc của xi măng, nước, cát, đá trong 1m^3 bê tông, lít.

Các bước thực hiện

Bước 1: Tính sơ bộ thành phần vật liệu cho 1m^3 bê tông.

Lựa chọn tính công tác (độ sụt, độ cứng): Căn cứ vào đặc điểm kết cấu chọn chỉ tiêu độ sụt (SN, cm) theo bảng 5-13.

Xác định lượng nước: Căn cứ vào chỉ tiêu tính công tác đã lựa chọn, loại cốt liệu lớn, cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu (D_{\max}), mô đun độ lớn của cát tra bảng 5 - 19 để tìm lượng nước cho 1m^3 bê tông.

Lượng nước ước tính sơ bộ cho 1m^3 bê tông (lít)

Bảng 5 -19

Số thứ tự	Độ sụt, cm	Kích thước hạt lớn nhất của đá dăm, D_{\max} , mm											
		10			20			40			70		
		Mô đun độ lớn của cát, M_{dl}											
		1,5÷1,9	2,0÷2,4	2,5÷3,0	1,5÷1,9	2,0÷2,4	2,5÷3,0	1,5÷1,9	2,0÷2,4	2,5÷3,0	1,5÷1,9	2,0÷2,4	2,5÷3,0
1	1 ÷ 2	195	190	185	185	180	175	175	170	165	165	160	155
2	3 ÷ 4	205	200	195	195	190	185	185	180	175	175	170	165
3	5 ÷ 6	210	205	200	200	195	190	190	185	180	180	175	170
4	7 ÷ 8	215	210	205	205	200	195	195	190	185	185	180	175
5	9 ÷ 10	220	215	210	210	205	200	200	195	190	190	185	180
6	11 ÷ 12	225	220	215	215	210	205	205	200	195	195	190	185

Lượng nước xác định trong bảng ứng với cốt liệu lớn là đá dăm, xi măng poocăng thông thường và có giá trị không đổi khi lượng xi măng sử dụng tính được cho 1m^3 bê tông trong khoảng $200\div 400 \text{ kg/m}^3$.

Khi lượng xi măng sử dụng tính được cho 1m^3 bê tông lớn hơn 400 kg/m^3 thì lượng nước tra bảng sẽ được điều chỉnh theo nguyên tắc cộng thêm 1lít cho 10 kg xi măng tăng. Phụ gia sử dụng dạng bột cũng được tính như xi măng để điều chỉnh lượng nước.

Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước giảm đi 10 lít.

Khi sử dụng xi măng poocăng hỗn hợp, xi măng poocăng xỉ thì lượng nước cộng thêm 10 lít.

Khi sử dụng xi măng poocăng puzolan, lượng nước cộng thêm 15 lít.

Khi sử dụng cát có $M_{dl} = 1\div 1,4$ thì lượng nước tăng thêm 5 lít.

Khi sử dụng cát có $M_{dl} > 3$ thì lượng nước giảm đi 5 lít.

Xác định tỷ lệ $\frac{X}{N}$:

Tỷ lệ $\frac{X}{N}$ được tính theo công thức của Bolomey-Skramtaev như sau :

- Đối với bê tông thường $\left(\frac{X}{N} = 1,4 \div 2,5 \right) : \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A \cdot R_x} + 0,5 \quad (5-4)$

- Đối với bê tông cường độ cao $\left(\frac{X}{N} > 2,5 \right) : \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1 \cdot R_x} - 0,5 \quad (5-5)$

Trong đó :

- R_b : Cường độ của bê tông (kg/cm^2), lấy bằng mác bê tông yêu cầu theo cường độ nhân với hệ số an toàn là 1,1 đối với các trạm trộn tự động; là 1,15 đối với các trạm trộn cân đong thủ công.

- R_x : Cường độ thực tế của xi măng, kg/cm^2 .

- A, A_1 : Hệ số chất lượng vật liệu được xác định theo bảng 5 - 18.

Xác định lượng xi măng : $X = \left(\frac{X}{N} \right) \cdot N, \text{ kg} \quad (5-6)$

Trong đó: tỷ lệ $\frac{X}{N}$ và lượng nước N đã xác định ở trên.

Dem so sánh lượng xi măng tìm được với lượng xi măng tối thiểu (bảng 5-2), nếu thấp hơn thì phải lấy lượng xi măng tối thiểu để tính tiếp. Để giữ nguyên cường độ bê tông theo thiết kế ban đầu thì tỷ lệ $\frac{X}{N}$ phải không thay đổi, do đó lượng nước cũng phải tính lại.

Khi lượng xi măng tính được lớn hơn 400 kg cần hiệu chỉnh lại lượng nước theo nguyên tắc cộng thêm 1 lít cho 10 kg xi măng tăng. Sau đó giữ nguyên tỷ lệ $\frac{X}{N}$ đã tính được và tính lại lượng xi măng theo lượng nước đã được hiệu chỉnh.

Hàm lượng phụ gia (PG) được tính theo % hàm lượng xi măng

Xác định lượng cốt liệu lớn (đá hoặc sỏi) và cốt liệu nhỏ :

Để xác định lượng cốt liệu lớn và nhỏ phải dựa vào nguyên tắc đã nêu, tức là thể tích 1m^3 (hoặc 1000 lít) hỗn hợp bê tông sau khi đầm chặt bao gồm thể tích hoàn toàn đặc của cốt liệu và thể tích hồ xi măng.

Gọi thể tích hoàn toàn đặc của xi măng, nước, cát, đá (sỏi) lần lượt là $V_X; V_N; V_C; V_D$ ta có : $V_X + V_N + V_C + V_D = 1000$

$$\text{Hay } \frac{X}{\rho_X} + N + \frac{C}{\rho_C} + \frac{D}{\rho_D} = 1000 \quad (5-7)$$

Mặt khác vữa xi măng (xi măng, nước và cát) trong 1m^3 hỗn hợp cần phải nhét đầy các lỗ rỗng và có kể đến hệ số dư vữa α bao bọc các hạt cốt liệu lớn để cho hỗn hợp bê tông đạt được độ dẻo cần thiết. Xuất phát từ đó ta có thể biểu diễn sự tương quan của các đại lượng bằng phương trình sau :

$$\frac{X}{\rho_X} + N + \frac{C}{\rho_C} = \frac{D}{\rho_{VD}} \cdot r_D \cdot \alpha \quad (5-8)$$

Trong đó :

- ρ_D, ρ_{VD} : Khối lượng riêng, khối lượng thể tích của đá (sỏi), kg/l .
- r_D : Độ rỗng của đá (sỏi).

- α : Hệ số trượt (hệ số dư vữa)

Đối với hỗn hợp bê tông cứng $\alpha = 1,05 \div 1,15$.

Đối với hỗn hợp bê tông dẻo cần SN = 2 ÷ 12 cm thì giá trị α được tra theo biểu đồ (hình 5-11) hoặc bảng 5-20. Để xác định giá trị α cần xác định thể tích của hồ xi măng:

$$V_H = \frac{X}{\rho_X} + N(\text{lít}) \quad (5-9)$$

Từ (5-7) và (5-8) ta tính được lượng cốt liệu lớn :

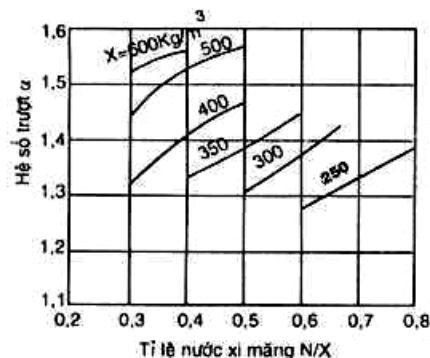
$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r_D}{\rho_{VD}} + \frac{1}{\rho_D}}, \quad \text{kg} \quad (5-10)$$

hoặc:
$$D = \frac{\rho_{VD}}{r_D \cdot (\alpha - 1) + 1}, \quad \text{kg} \quad (5-11)$$

Lượng cát:
$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_X} + N + \frac{D}{\rho_D} \right) \right] \cdot \rho_C, \quad \text{kg} \quad (5-12)$$

Trong đó :- ρ_X ; ρ_C : Khối lượng riêng của xi măng, cát, kg/l

Hệ số dư vữa α dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo



Hình 5-11: Biểu đồ xác định hệ số trượt (hệ số dư vữa)

Bảng 5-20

Mô đun độ lớn của cát	Hệ số dư vữa α ứng với giá trị thể tích hồ xi măng $V_H = \frac{X}{\rho_X} + N$ (l/m ³) bằng									
	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
3,0	1,33	1,38	1,43	1,48	1,52	1,56	1,59	1,62	1,64	1,66
2,75	1,30	1,35	1,40	1,45	1,49	1,53	1,56	1,59	1,61	1,63
2,4	1,26	1,31	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52	1,55	1,57	1,59
2,25	1,24	1,29	1,34	1,39	1,43	1,47	1,5	1,53	1,55	1,57
2,0	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,45	1,48	1,51	1,53	1,55
1,75	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,37	1,40	1,43	1,45	1,47
1,5	1,07	1,12	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33	1,36	1,38	1,40

Hệ số dư vữa trong bảng dùng cho hỗn hợp bê tông sử dụng cốt liệu lớn là đá dăm, nếu dùng sỏi giá trị α trong bảng cộng thêm 0,06.

Thành phần cấp phối cho 1m³ bê tông được biểu thị bằng khối lượng từng nguyên vật liệu (kg) hoặc bằng tỷ lệ pha trộn theo khối lượng, lấy khối lượng của xi măng làm chuẩn.

Sau khi tính được thành phần vật liệu cho 1m³ bê tông cần lập 3 thành phần định hướng.

- Thành phần 1 (thành phần cơ bản) như đã tính ở trên.

- Thành phần 2 là thành phần tăng 10% xi măng so với lượng xi măng ở thành phần 1. Lượng nước như thành phần 1, nhưng nếu $X > 400$ kg thì lượng

nước phải hiệu chỉnh lại. Thành phần cốt liệu lớn và nhỏ cũng tính lại theo lượng xi măng và lượng nước đã hiệu chỉnh.

-Thành phần 3 là thành phần giảm 10% xi măng so với lượng xi măng ở thành phần 1. Lượng nước như thành phần 1. Thành phần cốt liệu lớn và nhỏ cũng tính lại theo lượng xi măng.

Bước 2: Kiểm tra bằng thực nghiệm:

Bước tính sơ bộ ta đã xác định được lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) cho 1m³ hỗn hợp bê tông. Song trong quá trình tính ta đã dựa vào một số bảng tra, biểu đồ, công thức, mà điều kiện thành lập bảng tra, biểu đồ và công thức đó có thể khác với điều kiện thực tế. Vì vậy phải kiểm tra bằng thực nghiệm để xem với liều lượng vật liệu tính toán ở trên hỗn hợp bê tông và bê tông có đạt các yêu cầu kỹ thuật không. Khi thí nghiệm phải đồng thời tiến hành kiểm tra 3 thành phần đã tính ở bước sơ bộ, thông qua đó chọn thành phần đáp ứng yêu cầu về chất lượng bê tông, điều kiện thi công và cho đủ sản lượng 1m³. Trình tự thực hiện như sau:

Tính liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm:

Tùy thuộc vào số lượng mẫu, kích thước mẫu bê tông cần đúc để kiểm tra cường độ mà trộn mẻ hỗn hợp bê tông với thể tích chọn theo bảng 5 - 21.

Bảng 5 -21

Mẫu lập phương kích thước cạnh, cm	Thể tích mẻ trộn với số viên mẫu cần đúc, lít			
	3	6	9	12
10 x 10 x 10	6	8	12	16
15 x 15 x 15	12	24	36	48
20 x 20 x 20	25	50	75	100
30 x 30 x 30	85	170	255	340

Từ liều lượng vật liệu của 1m³ bê tông đã tính được ở bước tính sơ bộ cho 3 thành phần sẽ xác định được khối lượng vật liệu cho mỗi mẻ trộn theo thể tích cần có.

* *Kiểm tra tính công tác của hỗn hợp bê tông* : Độ sụt hoặc độ cứng.

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

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

Khi kiểm tra độ cứng cũng có thể xảy ra các trường hợp tương tự :

- Độ cứng thực tế bằng độ cứng yêu cầu.
- Độ cứng thực tế lớn hơn hoặc nhỏ hơn độ cứng yêu cầu.

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

Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu 4÷5cm trở lên thì phải tăng cả nước và xi măng sao cho tỷ lệ $\frac{X}{N}$ không thay đổi cho tới khi nào hỗn hợp bê tông đạt tính công tác theo yêu cầu. Để tăng một cấp độ sụt khoảng 2-3cm cần thêm 5 lít nước.

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

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

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm cần ghi lại lượng vật liệu đã thêm vào các mẻ trộn để sau này điều chỉnh lại ở bước 3.

** Kiểm tra cường độ :*

Để kiểm tra cường độ ta lấy hỗn hợp bê tông đã đạt được độ sụt hay độ cứng yêu cầu, đem đúc mẫu bằng các khuôn có kích thước tiêu chuẩn hoặc các khuôn mẫu có hình dạng, kích thước khác theo TCVN3105:1993. Số mẫu đúc thường là 3, cũng có thể là 6 hoặc 9 mẫu tùy thuộc vào cường độ của bê tông cần phải xác định thêm ở những tuổi nào.

Sau khi bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn đủ 28 ngày, các mẫu được xác định cường độ chịu nén theo TCVN 3118:1993. Nếu các mẫu thí nghiệm có hình dáng kích thước không tiêu chuẩn thì phải chuyển về cường độ của mẫu tiêu chuẩn.

Trên cơ sở 3 thành phần đã thí nghiệm, chọn một thành phần có cường độ nén thực tế (R_{tt}) vượt mức bê tông yêu cầu thiết kế theo cường độ nén. Nếu trộn bê tông bằng các trạm trộn tự động thì lấy độ vượt mức khoảng 10%. Nếu trộn bê tông bằng các trạm trộn cân đong thủ công thì lấy độ vượt mức khoảng 15%.

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm cần ghi lại lượng vật liệu đã thêm vào mẻ trộn để sau này điều chỉnh lại.

Ngoài việc kiểm tra 2 chỉ tiêu quan trọng là tính dẻo của hỗn hợp bê tông và cường độ của bê tông ta cần phải xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt và thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm (xác định cho cả 3 thành phần).

** Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt :*

$$\rho_{vh} = \frac{m_{k+bt} - m_k}{V_k}, \text{ kg / l}$$

Trong đó:

- ρ_{vh} : Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt, kg/l
- m_{k+bt} : Khối lượng của khuôn đã chứa hỗn hợp bê tông khi đúc mẫu, kg.
- m_k : Khối lượng của khuôn, kg.
- V_k : Thể tích của khuôn, lít.

** Thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm :*

$$V_m = \frac{X_1 + N_1 + C_1 + Đ_1}{\rho_{vh}}, \text{ lít}$$

Trong đó : - V_m : Thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm, lít.

- X_1 ; N_1 ; C_1 ; $Đ_1$: Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) đã dùng mẻ trộn thí nghiệm sau khi kiểm tra kể cả nguyên vật liệu thêm vào, kg.

Bước 3 : *Xác định lại khối lượng vật liệu thực tế cho 1m³ bê tông:*

* Thành phần vật liệu cho $1m^3$ bê tông khi chưa kể đến độ ẩm của cốt liệu trên hiện trường :

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm có thể ta đã thêm nguyên vật liệu để bê tông đạt các yêu cầu kỹ thuật nên liều lượng vật liệu cho $1m^3$ bê tông đã thay đổi do đó phải tính lại. Tiến hành tính lại liều lượng vật liệu theo các công thức sau :

$$X' = \frac{X_1}{V_m} \times 1000, \text{ kg} \quad ; \quad C' = \frac{C_1}{V_m} \times 1000, \text{ kg}$$
$$N' = \frac{N_1}{V_m} \times 1000, \text{ lít} \quad ; \quad Đ' = \frac{Đ_1}{V_m} \times 1000, \text{ kg}$$

Trong đó : - $X_1, N_1, C_1, Đ_1$: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) đã dùng cho mẻ trộn thí nghiệm có thể tích V_m lít sau khi kiểm tra, kg.

- $X'; N'; C'; Đ'$: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho $1m^3$ bê tông sau khi kiểm tra, kg.

* Thành phần vật liệu ẩm :

Khi tính toán sơ bộ thành phần vật liệu cho $1m^3$ bê tông ta giả thiết là nguyên vật liệu hoàn toàn khô, nhưng trong thực tế cát và đá luôn bị ẩm nên phải tính đến để điều chỉnh lại lượng nguyên vật liệu cho chính xác.

Lượng nguyên vật liệu ẩm trên hiện trường được tính theo các công thức sau :

$$X_{ht} = X', \text{ kg}$$
$$C_{ht} = C' \cdot (1 + W_C), \text{ kg}$$
$$Đ_{ht} = Đ' \cdot (1 + W_D), \text{ kg}$$
$$N_{ht} = N' - (C' \cdot W_C + Đ' \cdot W_D), \text{ lít} .$$

Trong đó - $X_{ht}, C_{ht}, Đ_{ht}, N_{ht}$: lượng xi măng, cát ẩm, đá ẩm và nước sẽ sử dụng cho $1m^3$ bê tông ở hiện trường, kg.

- $X', C', Đ', N'$: lượng xi măng, cát, đá, nước, theo thiết kế ở điều kiện cốt liệu khô cho $1m^3$ bê tông, kg.

- W_C, W_D : độ ẩm của cát và đá, % .

Như vậy qua các bước tính sơ bộ, kiểm tra bằng thực nghiệm và điều chỉnh lại ta đã xác định được thành phần vật liệu cho $1m^3$ bê tông. Tùy theo điều kiện thi công thực tế mà ta có thể biểu thị cấp phối theo những cách khác nhau. Nếu điều kiện thi công bê tông không có thiết bị định lượng cân (kg) thì ta nên biểu thị cấp phối bằng tỷ lệ pha trộn theo thể tích, lấy thể tích tự nhiên của xi măng làm chuẩn.

Hệ số sản lượng bê tông và liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn bằng máy :

Hệ số sản lượng bê tông :

Trong thực tế khi chế tạo bê tông vật liệu được sử dụng ở trạng thái tự nhiên ($V_{VX}; V_{VC}; V_{VD}$) cho nên thể tích hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn (V_b) luôn luôn nhỏ hơn tổng thể tích tự nhiên của các nguyên vật liệu, điều đó được thể hiện bằng hệ số sản lượng bê tông β .

$$\beta = \frac{V_b}{V_{VX} + V_{VC} + V_{VD}}$$

Khi đã biết lượng nguyên vật liệu cho 1m³ bê tông tại hiện trường thì hệ số sản lượng bê tông được xác định theo công thức sau :

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X_{ht}}{\rho_{VXht}} + \frac{C_{ht}}{\rho_{VCht}} + \frac{Đ_{ht}}{\rho_{VDht}}}$$

Trong đó - X_{ht}, C_{ht}, Đ_{ht}: - Khối lượng xi măng, cát, đá (sỏi) dùng cho 1m³ bê tông; kg .

- ρ_{VXht} ; ρ_{VCht} ; ρ_{VDht} : Khối lượng thể tích của xi măng, cát, đá(sỏi) tại hiện trường, kg/l.

Tùy thuộc vào độ rỗng của cốt liệu, giá trị β bằng khoảng 0,55 - 0,7.

Xác định liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn bằng máy

Hệ số sản lượng bê tông được sử dụng trong việc tính lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn của máy có dung tích thùng trộn là V_o (l).

$$X_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} X_{ht} \text{ , kg} \quad ; \quad N_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} N_{ht} \text{ , kg}$$

$$C_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} C_{ht} \text{ , kg} \quad ; \quad Đ_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} Đ_{ht} \text{ , kg}$$

Trong đó :

- X₀, N₀, C₀, Đ₀: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho một mẻ trộn

- X_{ht}, N_{ht}, C_{ht}, Đ_{ht}: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho 1m³ bê tông tại hiện trường, kg

Để dễ áp dụng ngoài thực tế của công trường khi không có điều kiện định lượng cân tự động ta nên chuyển đổi khối lượng của cát, đá theo thể tích.

Ví dụ:

Tính toán thành phần vật liệu cho bê tông mác 200 (theo cường độ chịu nén, kG/cm²) ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150 mm. Bê tông không có yêu cầu gì đặc biệt, môi trường sử dụng thông thường. Điều kiện thi công cơ giới.

Đặc điểm kết cấu: sàn BTCT, dày 10cm, giới hạn D_{max} ≤ 20 mm. Vật liệu chế tạo:

- Xi măng Nghi Sơn PCB 30. Cường độ thực tế: 37,8 N/mm² (thí nghiệm theo TCVN 6016:1995). Khối lượng riêng : ρ_x = 3,1 g/cm³.

- Sỏi có khối lượng riêng : ρ_d = 2,56 g/cm³, khối lượng thể tích xốp : ρ_{vd} = 1520 kg/m³.

Đường kính hạt lớn nhất D_{max} = 20mm. Độ rỗng của sỏi V_r = 41,0%.

-Cát vàng có khối lượng riêng: ρ_c = 2,62 g/cm³. Mô đun độ lớn: M_{dl} = 2,5. Không có lượng hạt trên 5mm.

- Phụ gia: không sử dụng.

Trình tự tính toán thành phần bê tông như sau:

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Chọn độ sụt: Căn cứ vào đặc điểm kết cấu bê tông tra bảng 5-13, chọn $SN=7\div 8\text{cm}$.

- Xác định lượng nước N: Căn cứ vào độ sụt, mô đun độ lớn của cát và D_{\max} tra bảng 5-19 được $N = 195$ lít, do dùng sỏi nên phải giảm 10 lít vì vậy $N = 185$ lít.

- Xác định tỉ lệ X /N: áp dụng công thức (5-4) với hệ số $A = 0,50$ (tra bảng 5-18):

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{A.R_x} + 0,5 = \frac{200.1,15}{0,50.378} + 0,5 = 1,712$$

- Xác định hàm lượng xi măng X: áp dụng công thức (5-6):

$$X = \left(\frac{X}{N}\right).N = 1,712.185 = 317 \text{ kg.}$$

So sánh lượng xi măng tính được với lượng xi măng tối thiểu qui định (bảng 5-2) thấy đạt yêu cầu, không phải điều chỉnh.

- Hiệu chỉnh N: do $X < 400$ kg nên không phải hiệu chỉnh

- Xác định hàm lượng phụ gia : không sử dụng

- Xác định hàm lượng cốt liệu lớn (sỏi):

Để xác định hệ số dư vữa α cần tính thể tích hồ xi măng, áp dụng công thức (5.9):

$$V_H = \frac{X}{\rho_x} + N = \frac{317}{3,1} + 185 = 287 \text{ (lít)}$$

Xác định hệ số dư vữa α : tra bảng 5-20 : có $\alpha = 1,38$ nhưng do dùng sỏi nên phải thêm 0,06, vậy $\alpha = 1,38 + 0,06 = 1,44$.

Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đ : áp dụng công thức (5.11):

$$\text{Đ} = \frac{\rho_{v\text{Đ}}}{r_d.(\alpha - 1) + 1} = \frac{1520}{0,41.(1,44 - 1) + 1} = 1287 \text{ kg}$$

-Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: áp dụng công thức (5-12):

$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_x} + \frac{\text{Đ}}{\rho_{\text{Đ}}} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] . \rho_c = \left[1000 - \left(\frac{317}{3,1} + \frac{1287}{2,56} + 185 \right) \right] . 2,62 = 550(\text{kg})$$

Lập 3 thành phần định hướng:

Lấy thành phần 1 là thành phần cơ sở như kết quả tính toán ta tính thêm 2 thành phần nữa để lập thành 3 thành phần định hướng. Thành phần 2 và thành phần 3 ứng với lượng xi măng tăng, giảm 10% còn lượng cốt liệu được tính lại theo trình tự các bước như đã nêu trên.

Sau khi tính toán ta có 3 thành phần định hướng như sau:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m ³ bê tông				
	X,kg	C, kg	Đ, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1- Cơ sở	317	500	1287	185	-
Thành phần 2-tăng 10% xi măng	349	536	1274	185	-
Thành phần 3-giảm 10% xi măng	285	567	1297	185	-

Ngoài phương pháp tính kết hợp với thực nghiệm, trong thực tế cũng có thể áp dụng phương pháp tra bảng kết hợp với thực nghiệm. Nguyên tắc xác định tương tự như phương pháp trên nhưng bước 1 sẽ sử dụng các bảng tra có sẵn thay cho quá trình tính, sau đó cũng kiểm tra bằng thực nghiệm với 3 thành phần rồi chọn thành phần thích hợp nhất và điều chỉnh lại thành phần bê tông cho phù hợp với điều kiện thi công.

5.7. Một số loại bê tông khác

5.7.1. Bê tông nhẹ

Bê tông nhẹ có khối lượng thể tích từ 300 - 1800 kg/m³ và cường độ nén từ 15 - 500 kG/cm². Loại bê tông nhẹ phổ biến nhất thường có khối lượng thể tích 90-1400kg/m³ và cường độ nén 50 - 200 KG/cm².

Bê tông nhẹ thường được sử dụng làm tường ngoài, tường ngăn, trần ngăn nhằm mục đích giảm bớt trọng lượng bản thân công trình và tăng khả năng cách nhiệt của các kết cấu bao che.

Theo công dụng bê tông nhẹ được phân ra :

- Bê tông nhẹ chịu lực: Chỉ tiêu quan trọng của bê tông loại này là cường độ chịu nén.

- Bê tông nhẹ chịu lực, cách nhiệt: Các chỉ tiêu quan trọng của bê tông loại này là cường độ chịu nén và khối lượng thể tích.

- Bê tông nhẹ cách nhiệt: Chỉ tiêu quan trọng để đánh giá loại này là khối lượng thể tích.

Các chỉ tiêu tính chất của bê tông nhẹ được giới thiệu ở bảng 5 - 22 .

Bảng 5 - 22

Loại bê tông	ρ_v ở trạng thái khô, kg/m ³	Mác theo cường độ nén	Hệ số dẫn nhiệt kcal / m. ⁰ C.h
Chịu lực	1400 - 1800	150, 200, 250, 300 và 400	-
Chịu lực - Cách nhiệt	500 - 1400	35, 50, 75 và 100	0,5
Cách nhiệt	300 - 500	10, 25 và 50	0,25

Bê tông nhẹ cốt liệu rỗng

Nguyên liệu chế tạo: Để chế tạo bê tông nhẹ người ta dùng xi măng poocăng thường, xi măng poocăng rắn nhanh, xi măng poocăng xỉ, cốt liệu chủ yếu là cốt liệu rỗng vô cơ hoặc hữu cơ. Cốt liệu rỗng vô cơ có nhiều loại: Loại thiên nhiên như sỏi đá bọt, tốp núi lửa, đá vôi vỏ sò. Loại nhân tạo như keramzit, agloporit, xỉ lò cao nở phồng.

Các loại cốt liệu này có đặc tính chung là chứa nhiều lỗ rỗng.

Tính chất của bê tông nhẹ cốt liệu rỗng :

Cường độ: Tùy theo cường độ nén, bê tông nhẹ cốt liệu rỗng được phân ra các loại mác M25; M35; M50; M75; M100; M150; M200; M250; M300; M350; M400.