

## 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  $1 \text{ m}^3$  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  $1 \text{ m}^3$  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 1m<sup>3</sup> bê tông (kg) phải phù hợp với quy định (bảng 5-2).

**Bảng 5 - 2**

Kích thước lớn nhất của cốt liệu, D <sub>max</sub> , 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 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), 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**

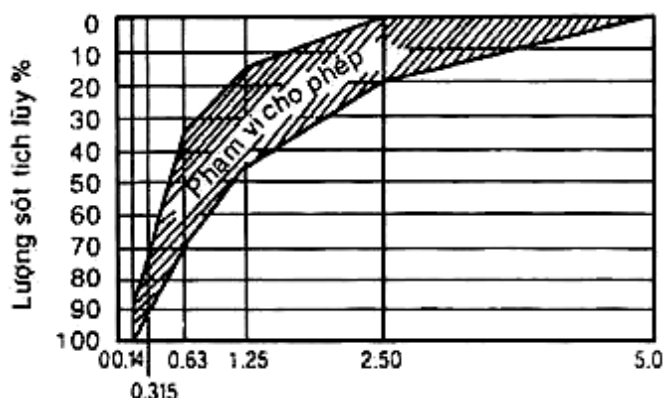
Kích thước mắt sàng, mm	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy trên sàng, %	0-20	15-45	35-70	70-90	90-100

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).

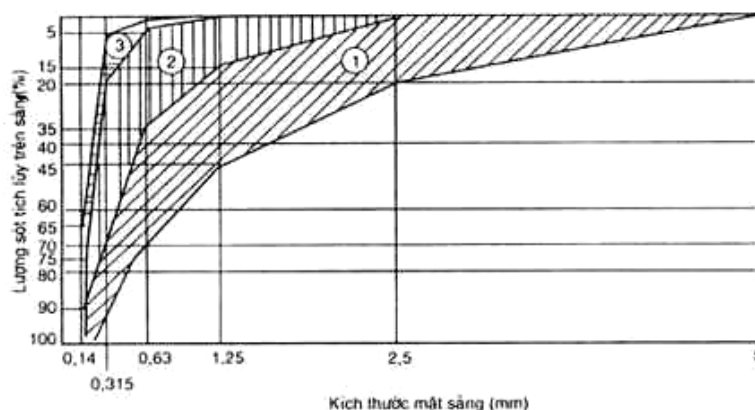
**Bảng 5 - 4**

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 <sub>3</sub> , 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 ( $10^5 \text{ N/m}^2$ ) 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 .

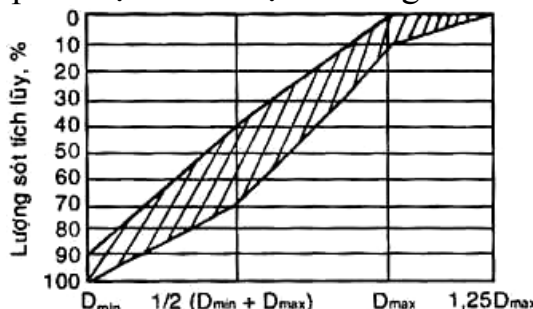
Lớn hơn 40 đến 70 mm .

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 SO<sub>3</sub>) 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  $800.10^5 \text{ N/mm}^2$ , hoặc các hạt đá dăm nguồn gốc biến chất có giới hạn bền nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn  $400.10^5 \text{ N/mm}^2$ .

### 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  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ...) 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.

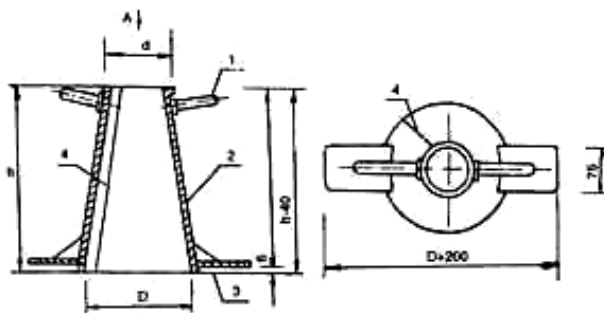
### 5.3. Tính chất cơ bản của hỗn hợp bê tông

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 <sup>o</sup> 1	100 ± 2	200 ± 2	300 ± 2
N <sup>o</sup> 2	150 ± 2	300 ± 2	450 ± 2

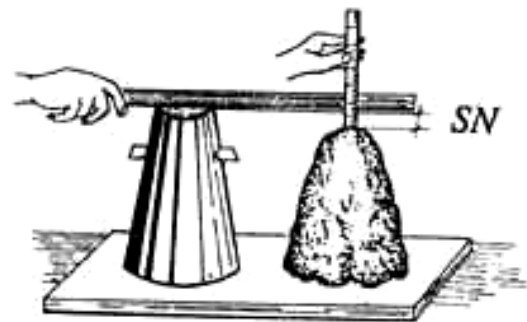
### Cách xác định độ lưu động của hỗn hợp bê tông

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

Dùng côn N<sup>o</sup>1 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<sup>o</sup>2 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 gói 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  $\phi$  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<sup>o</sup>1 mỗi lớp chọc 25 lần, khi dùng khuôn N<sup>o</sup>2 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 gói 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<sup>o</sup>1 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<sup>o</sup>2 số liệu đo được phải chuyển về kết quả thử theo khuôn N<sup>o</sup>1 bằng cách nhân với hệ số 0,67.

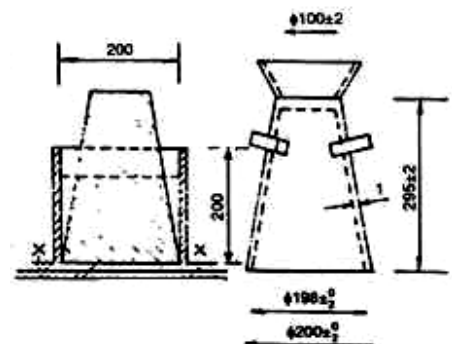
Hỗn hợp bê tông có độ sụt bằng 0 hoặc dưới 1,0 cm được coi như không có tính lưu động khi đó đặc trưng tính dẻo của hỗn hợp bê tông được xác định bằng cách thử độ cứng (ĐC, s).

### 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.

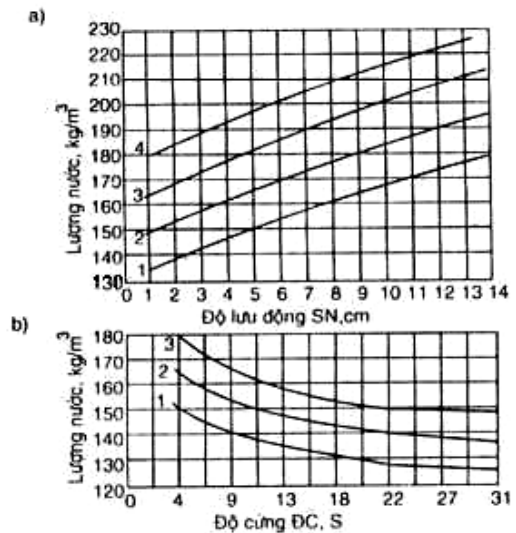
Độ lưu động còn phụ thuộc vào loại xi măng và phụ gia vô cơ nghiền mịn, vì bản thân mỗi loại xi măng sẽ có đặc tính riêng về các chỉ tiêu lượng nước tiêu chuẩn, độ mịn, thời gian đông kết và rắn chắc.

**Lượng hỗn hợp xi măng:** Nếu vừa 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  $\alpha$  (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 1m<sup>3</sup> 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 <sup>2</sup>
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, cm<sup>2</sup>

- 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.

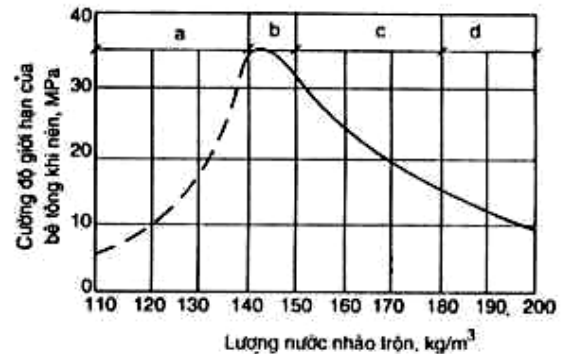
Độ rỗng tạo ra do lượng nước thừa có thể xác định bằng công thức:

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

Trong đó: N, X: Lượng nước và lượng xi măng trong 1m<sup>3</sup> bê tông, kg.

$\omega$ : 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 đảm bảo 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/ cm<sup>2</sup>.

$R_x$ : Mác của xi măng (cường độ), kG/cm<sup>2</sup>.

A, A<sub>1</sub> 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 A<sub>1</sub>

Chất lượng vật liệu	Chỉ tiêu đánh giá	Hệ số A và A <sub>1</sub> ứng với phương pháp thử mác xi măng.			
		TCVN 6016:95		TCVN 4032:85	
		A	A <sub>1</sub>	A	A <sub>1</sub>
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 <sub>dl</sub> = 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 <sub>dl</sub> = 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 <sub>dl</sub> < 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 :*

-  $\rho'_v$  : Khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt,  $\text{kg/m}^3$

-  $\rho_v$  : Khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bê tông,  $\text{kg/m}^3$ .

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:

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

*Trong đó :*

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

-  $y$  : 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.

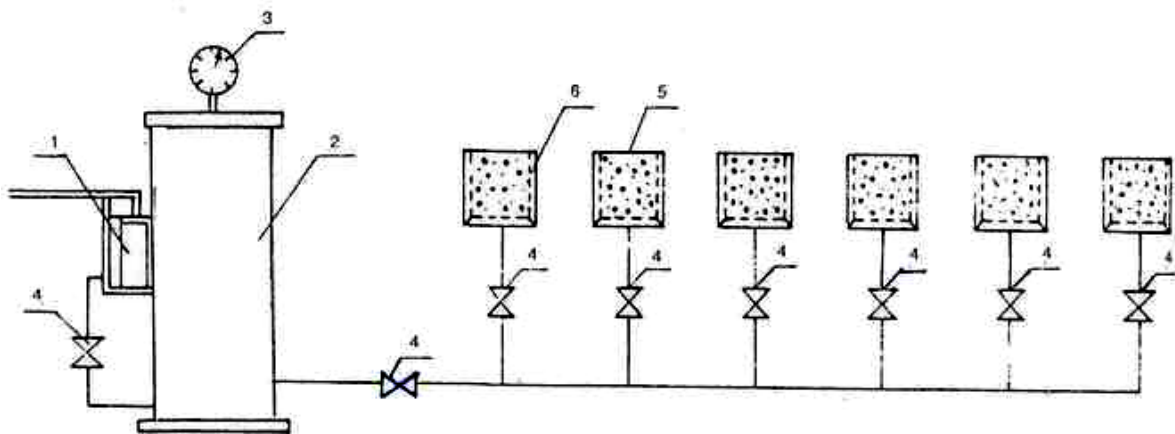
### 5.5.2. Tính thấm nước của bê tông

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  $2\text{ daN/cm}^2$ . 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 chưng 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.

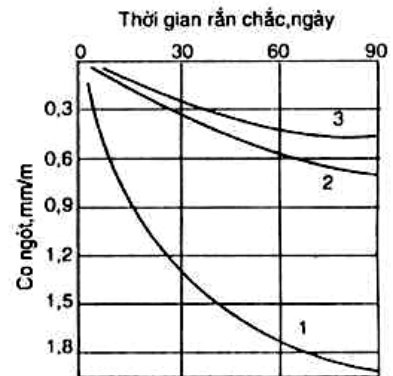
Nếu như bê tông trước đây cứng rắn trong điều kiện thường, sau đó đem đặt trong nước hay trong môi trường có độ ẩm lớn hơn độ ẩm của bê tông thì thể tích của nó tăng lên đó là hiện tượng biến dạng nở của bê tông. Biến dạng nở của bê tông ở trong nước là do tăng chiều dày của màng nước hấp phụ của các 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 250<sup>0</sup>C. Khi có nhiệt độ 250<sup>0</sup>C - 300<sup>0</sup>C 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 - 550<sup>0</sup>C 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<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> 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  $1\text{m}^3$  bê tông, lít.

**Các bước thực hiện**

**Bước 1:** Tính sơ bộ thành phần vật liệu cho  $1\text{m}^3$  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  $1\text{m}^3$  bê tông.

Lượng nước ước tính sơ bộ cho  $1\text{m}^3$  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  $1\text{m}^3$  bê tông trong khoảng  $200\div 400 \text{ kg/m}^3$ .

Khi lượng xi măng sử dụng tính được cho  $1\text{m}^3$  bê tông lớn hơn  $400 \text{ kg/m}^3$  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 ( $\text{kG/cm}^2$ ), 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,  $\text{kG/cm}^2$ .

-  $A, A_1$ : 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  $1\text{m}^3$  (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  $1\text{m}^3$  hỗn hợp cần phải nhét đầy các lỗ rỗng và có kể đến hệ số dư vữa  $\alpha$  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 :*

- $\rho_D, \rho_{VD}$  : Khối lượng riêng, khối lượng thể tích của đá (sỏi),  $\text{kg/l}$ .
- $r_D$  : Độ rỗng của đá (sỏi).

-  $\alpha$ : 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  $\alpha$  được tra theo biểu đồ (hình 5-11) hoặc bảng 5-20. Để xác định giá trị  $\alpha$  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 :

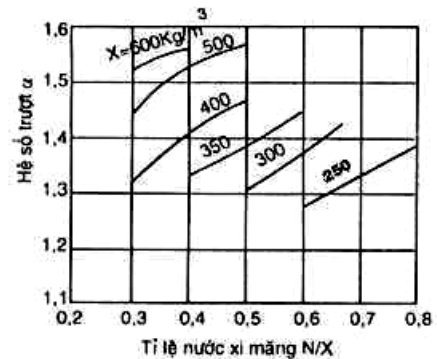
$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r_D}{\rho_{VD}} + \frac{1}{\rho_D}}, \quad \text{kg} \quad (5-10)$$

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 :-  $\rho_X$  ;  $\rho_C$  : Khối lượng riêng của xi măng, cát, kg/l

Hệ số dư vữa  $\alpha$  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 $\alpha$ ứng với giá trị thể tích hồ xi măng $V_H = \frac{X}{\rho_X} + N$ (l/m <sup>3</sup> ) 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  $\alpha$  trong bảng cộng thêm 0,06.

Thành phần cấp phối cho 1m<sup>3</sup> 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 1m<sup>3</sup> 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 1m<sup>3</sup> 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 1m<sup>3</sup>. 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 1m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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:*

- $\rho_{vh}$  : 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 1m<sup>3</sup> 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  $\beta$ .

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

Khi đã biết lượng nguyên vật liệu cho 1m<sup>3</sup> 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<sub>ht</sub>, C<sub>ht</sub>, Đ<sub>ht</sub>: - Khối lượng xi măng, cát, đá (sỏi) dùng cho 1m<sup>3</sup> bê tông; kg .

- ρ<sub>VXht</sub> ; ρ<sub>VCht</sub> ; ρ<sub>VDht</sub> : 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<sub>o</sub> (l).

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

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

*Trong đó* :

- X<sub>0</sub>, N<sub>0</sub>, C<sub>0</sub>, Đ<sub>0</sub>: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho một mẻ trộn

- X<sub>ht</sub>, N<sub>ht</sub>, C<sub>ht</sub>, Đ<sub>ht</sub>: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho 1m<sup>3</sup> 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/cm<sup>2</sup>) 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<sub>max</sub> ≤ 20 mm. Vật liệu chế tạo:

- Xi măng Nghi Sơn PCB 30. Cường độ thực tế: 37,8 N/mm<sup>2</sup> (thí nghiệm theo TCVN 6016:1995). Khối lượng riêng : ρ<sub>x</sub> = 3,1 g/cm<sup>3</sup>.

- Sỏi có khối lượng riêng : ρ<sub>d</sub> = 2,56 g/cm<sup>3</sup>, khối lượng thể tích xốp : ρ<sub>vd</sub> = 1520 kg/m<sup>3</sup>.

Đường kính hạt lớn nhất D<sub>max</sub> = 20mm. Độ rỗng của sỏi V<sub>r</sub> = 41,0%.

-Cát vàng có khối lượng riêng: ρ<sub>c</sub> = 2,62 g/cm<sup>3</sup>. Mô đun độ lớn: M<sub>dl</sub> = 2,5. Không có lượng hạt trên 5mm.

- Phụ gia: không sử dụng.

Trình tự tính toán thành phần bê tông như sau:

- 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  $\alpha$  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  $\alpha$ : 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 <sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> và cường độ nén từ 15 - 500 kG/cm<sup>2</sup>. Loại bê tông nhẹ phổ biến nhất thường có khối lượng thể tích 90-1400kg/m<sup>3</sup> và cường độ nén 50 - 200 KG/cm<sup>2</sup>.

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	$\rho_v$ ở trạng thái khô, kg/m <sup>3</sup>	Mác theo cường độ nén	Hệ số dẫn nhiệt kcal / m. <sup>0</sup> 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 pooc lăng thường, xi măng pooc lăng rắn nhanh, xi măng pooc lăng 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.

Cường độ của nó phụ thuộc nhiều yếu tố như : Mác xi măng, cường độ và đặc trưng bề mặt của cốt liệu.

*Khối lượng thể tích* đặc trưng cho khả năng cách nhiệt và mức độ nhẹ của bê tông. Khối lượng thể tích của bê tông nhẹ có thể giảm đi nếu ta lựa chọn thành phần cốt liệu có độ rỗng cao, dùng xi măng mác cao hoặc sử dụng một lượng nhỏ phụ gia tạo khí và tạo bọt.

Tính dẫn nhiệt của bê tông nhẹ phụ thuộc chủ yếu vào khối lượng thể tích và độ ẩm của nó. Khi độ ẩm tăng lên 1% thì độ dẫn nhiệt tăng lên 0,014-0,03 kCal/m.<sup>0</sup>C.h.

### ***Bê tông khí***

*Nguyên vật liệu chế tạo* : Bê tông khí được chế tạo từ hỗn hợp xi măng poocăng (thường cho thêm vôi rắn trong không khí hoặc Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), cát thạch anh nghiền mịn, tro nhiệt điện, xỉ lò cao nghiền mịn và chất tạo khí. Chất tạo khí thường dùng là bột nhôm, dung dịch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, bột đá vôi, và axit clohydric.

#### ***Tính chất của bê tông khí***

Bê tông khí (hay bê tông tổ ong) là một dạng đặc biệt của bê tông nhẹ và đặc biệt nhẹ. Cấu trúc tổ ong gồm những lỗ rỗng nhỏ kích thước 0,5 - 2mm phân bố đều. Thành lỗ rỗng mỏng bền chắc, nhờ đó mà bê tông có khối lượng thể tích nhẹ, độ dẫn nhiệt thấp và khả năng chịu lực tốt.

### ***Bê tông bọt***

*Nguyên vật liệu chế tạo.* Bê tông bọt được chế tạo bằng cách trộn hỗn hợp vữa xi măng và hỗn hợp bọt đã được chuẩn bị trước.

Hỗn hợp hỗn hợp xi măng được chế tạo từ chất kết dính (xi măng hoặc vôi), cát thạch anh nghiền mịn, tro nhiệt điện hoặc xỉ hạt lò cao nghiền mịn và nước.

Hỗn hợp bọt được chế tạo từ chất tạo bọt như alumôsunfonaftan, keo nhựa thông và các chất tạo bọt tổng hợp.

*Tính chất:* Tính chất cơ bản của bê tông bọt tương tự như bê tông khí nhưng lỗ rỗng của chúng lớn hơn nên khả năng cách nhiệt kém hơn. Hệ số dẫn nhiệt của bê tông bọt dao động dao động từ 0,08 - 0,6 kCal/m.<sup>0</sup>C.h.

## **5.7.2 . Bê tông bền axit**

### ***Nguyên vật liệu chế tạo***

Chất kết dính trong bê tông bền axit là thủy tinh lỏng - Loại silicat natri hoặc kali ở dạng lỏng có khối lượng riêng khoảng 1,4 kg/l.

Chất độn là bột khoáng bền axit nghiền từ cát thạch anh tinh khiết, bazan và điaaba.

Chất đóng rắn thường là floruasilicat natri (Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> ).

Cốt liệu dùng cho bê tông bền axit là cát thạch anh, đá dăm nghiền từ đá granit, andêzit v.v... Thành phần hạt phải đảm bảo chế tạo từ bê tông có độ đặc cao.

#### ***Tính chất :***

Bê tông bền axit khá bền vững với axit đậm đặc, kém bền vững với dung dịch kiềm. Nước có thể phá hủy bê tông bền axit trong vòng 5 - 10 năm.

Bê tông bền axit được dùng làm lớp bảo vệ cho bê tông cốt thép và kim loại, xây dựng các bể chứa, đường ống và các thiết bị khác trong công nghiệp hóa học, thay thế cho các loại vật liệu đất tiền như chì lá, gốm chịu axit.

### **5.7.3. Bê tông cường độ cao siêu dẻo**

#### ***Khái niệm chung***

Bê tông cường độ cao siêu dẻo có thể được coi là loại bê tông cường độ cao thể hệ thứ nhất. Loại bê tông này có độ sụt lớn nhờ sử dụng phụ gia siêu dẻo, có tỷ lệ X/N thấp nên khả năng chịu lực cao.

Việc sử dụng phụ gia hoá dẻo cho xi măng và bê tông đã được bắt đầu từ lâu và hiện nay càng phổ biến nhất là ở các nước công nghiệp phát triển. Ở nước ta phụ gia hoá học mới được sử dụng ở mức độ hạn chế. Các công trình thủy điện Thác Bà, Sông Đà trước đây đã sử dụng phụ gia hoá dẻo khi chế tạo bê tông.

Bê tông cường độ cao siêu dẻo thường có độ sụt từ 8-20cm và có cường độ tuổi 7 ngày bằng khoảng  $0,85 R_{28}$ , ở tuổi 28 ngày có  $R_b = 1 \div 1,2 R_x$ , tỷ lệ N/X =  $0,35 \div 0,4$ . Do đó độ sụt lớn (siêu dẻo) nên thích hợp với công nghệ xây dựng hiện đại bằng phương pháp bơm bê tông. Loại bê tông này hiện nay đã được sử dụng phổ biến trên thế giới và bắt đầu được sử dụng ở Việt Nam.

#### ***Cấu trúc của bê tông cường độ cao khi sử dụng phụ gia siêu dẻo.***

Ngày nay người ta không còn xem thành phần của hỗn hợp bê tông chỉ là xi măng, đá, cát, nước mà còn có thêm phụ gia ... Phụ gia đã trở thành thành phần quan trọng trong hỗn hợp bê tông hiện đại và nó có tác động đến cấu trúc vi mô của bê tông.

Khi cho phụ gia vào hỗn hợp thì phụ gia sẽ làm tăng độ linh động của các hạt xi măng, chúng làm giảm diện tích tiếp xúc giữa các hạt, làm giảm lực ma sát giữa các thành phần của hỗn hợp bê tông. Khi bị hấp thụ lên bề mặt xi măng nó sẽ kiềm chế tốc độ phản ứng thủy hoá. Mặt khác phụ gia siêu dẻo có thể cho phép giảm nước khoảng  $10 \div 30\%$  vì vậy có thể tăng cường độ được khoảng 30%.

Tóm lại : khi cho phụ gia siêu dẻo vào hỗn hợp bê tông sẽ làm tăng độ linh động của dung dịch huyền phù và tăng tính nhớt của bề mặt các hạt xi măng, giảm được lượng nước dùng do đó cải thiện được cấu trúc vi mô. Kết quả là giảm độ thấm, liên kết tốt hơn với cốt liệu và cốt thép, cường độ cao hơn và nâng cao tuổi thọ của kết cấu công trình bằng bê tông cốt thép.

### **5.7.4. Bê tông cường độ cao**

#### ***Khái niệm chung***

Kể từ khi xuất hiện xi măng, bê tông xi măng, việc sử dụng bê tông vào các công trình xây dựng là phổ biến và có hiệu quả về yêu cầu kỹ thuật và kinh tế. Hiện nay các công trình xây dựng thường sử dụng loại bê tông có mác bê tông từ 20MPa đến 50MPa. Như vậy việc sử dụng bê tông mác cao (mác  $\geq 60$ MPa) hiện nay còn rất hạn chế. Khi áp dụng các bê tông có cường độ cao có thể làm



cho kết cấu được giảm nhẹ mà vẫn cho khả năng lực của kết cấu đạt yêu cầu thiết kế và khai thác.

Trên thế giới bê tông có cường độ cao ngày càng được sử dụng phổ biến đó là một thể hệ mới nhất của các vật liệu tạo ra kết cấu mới. Loại bê tông này có thể tạo ra được trên công trường với cốt liệu thông thường và vữa chất kết dính được cải thiện bằng cách dùng một vài sản phẩm tốt như muội silic và chất siêu dẻo.

Như vậy bê tông cường độ cao là loại bê tông không những có khả năng chịu lực cao mà còn có độ sụt lớn dựa trên cơ sở sử dụng muội silic và chất siêu dẻo.

Thành phần tổng quát của bê tông cường độ cao sẽ là: lượng xi măng có thể biến đổi trong khoảng từ 400-550 kg/m<sup>3</sup> liều lượng muội silic trong khoảng từ 5 - 15% khối lượng xi măng, tỷ lệ N/X khoảng 0,25 - 0,35, tỷ lệ chất siêu dẻo từ 1-1,2 lít/100 kg xi măng.

Muội silic là một chất bột silic khô rất mịn, nó là sản phẩm phụ của công nghệ sản xuất silic. Muội silic có kích thước vô cùng nhỏ từ 0,1µm đến vài µm, nó có tác dụng kép về mặt vật lý và hoá học. Đầu tiên nó có tác dụng lấp đầy bằng cách xen vào giữa các hạt xi măng, cho phép làm giảm lượng nước mà tính dễ đổ vẫn như nhau. Ngoài ra muội silic (microsilica) phản ứng với hidroxitcanxi tự do ở bên trong bê tông để tạo ra thêm silicat canxi thuỷ hoá (dạng keo), tạo ra sự dính kết chặt chẽ hơn giữa hồ và cốt liệu.

Dưới đây giới thiệu một số phụ gia muội silic đang được sử dụng cho bê tông cường độ cao hiện nay.

**FORCE 10.000D:** là loại phụ gia bê tông chất lượng cao được sử dụng để tăng cường độ chịu nén và uốn của bê tông, tăng độ bền mài mòn và khả năng chống thấm.

Tỷ lệ pha trộn FORCE 10.000D phải tính bằng % Microsilic trên trọng lượng của xi măng hoặc bằng số kg trên 1m<sup>3</sup> bê tông. Thông thường tỷ lệ pha trộn 5-15% Microsilic theo khối lượng xi măng.

Khi sử dụng FORCE 10.000D có thể kết hợp với một chất phụ gia siêu dẻo khác để giữ độ sụt tạo điều kiện thuận lợi cho việc vận chuyển đổ khuôn và hoàn thiện.

**MB-SF** là phụ gia có chất khoáng Silic siêu mịn, nén chặt và khô dùng để sản xuất bê tông có chất lượng cao. Khi dùng loại phụ gia này cũng làm tăng cường độ chịu nén, uốn, tăng độ bền mài mòn và chống lại sự co giãn thường xuyên cho bê tông.

Tỉ lệ pha trộn MB-SF phải tính bằng % trên trọng lượng của xi măng: Thông thường tỉ lệ là 3 ÷ 10% theo lượng xi măng. Liều lượng chính xác phải được thí nghiệm thực tế. Khi dùng cho bê tông dẻo thì sử dụng 3 ÷ 5% theo trọng lượng xi măng. Liều lượng trên sử dụng cho hầu hết các hỗn hợp bê tông trộn bình thường. Tùy theo điều kiện thi công và đặc điểm của vật liệu thực tế mà thí nghiệm kiểm tra cho chính xác.

**SIKACGRETE-PPI:** là loại phụ gia bê tông thể hệ mới dạng bột chứa SiO<sub>2</sub> hoạt tính có tác dụng làm tăng độ đặc chắc, tuổi thọ, cường độ nén, tính bền

sunfat, giảm sự ăn mòn của Clo. Đây là loại phụ gia rất phù hợp cho bê tông cốt thép và bê tông dự ứng lực.

Liều lượng pha trộn thường là  $5 \div 10\%$  theo trọng lượng xi măng.

Phụ gia siêu dẻo :

Đây là sản phẩm được chia thành 2 họ lớn là các Naphtalen sunfonat và các nhựa Menlamin. Chúng làm cho các hạt nhỏ trong bê tông không vón lại được bằng cách hút bám xung quanh từng hạt mịn. Hoạt động này có tác dụng làm cho hồ xi măng dẻo hơn, vì vậy có thể giảm tỉ lệ N/X mà vẫn giữ được tính dễ đổ tốt, cường độ bê tông lại tăng đáng kể nhờ giảm bớt lượng nước dư thừa.

Dưới đây giới thiệu một số loại phụ gia siêu dẻo thường dùng cho bê tông.

Sikament-R4: là một chất siêu dẻo có tác dụng làm chậm việc đông cứng, dùng cho sản phẩm bê tông chảy ở vùng khí hậu nóng và cũng là tác nhân giảm nước tạo cường độ sớm, tăng cường độ chống thấm cho bê tông.

Liều lượng pha trộn tính theo trọng lượng xi măng thường là  $0,5 \div 1,5\%$ . Tỉ lệ này phụ thuộc vào chất lượng, tính chất của xi măng, tỉ lệ N/X và nhiệt độ của môi trường.

Sikament-RN: là loại phụ gia siêu dẻo có tác dụng làm chậm đông kết xi măng, dùng để sản xuất bê tông chảy ở khí hậu nóng và cũng là một tác nhân giúp tăng cường độ sớm và cường độ cuối cùng cũng tăng cao. Dùng loại phụ gia này có thể giảm được tới 20% lượng nước, giảm bớt sự phân tầng và duy trì độ sụt lâu dài tạo điều kiện dễ dàng cho quá trình thi công.

Liều lượng pha trộn thường là  $0,5 \div 1,5$  lít/100kg xi măng. Tỉ lệ này phụ thuộc vào loại xi măng, cốt liệu, tỉ lệ N/X và nhiệt độ của môi trường.

***Lưu ý khi sử dụng phụ gia***

Trong công nghệ bê tông hiện nay việc sử dụng phụ gia để cải thiện tính chất công nghệ và tính chất kỹ thuật của bê tông đã trở thành khá phổ biến. Để phát huy tác dụng của phụ gia khi sử dụng cần lưu ý một số điểm sau:

- Lượng phụ gia sử dụng phải phù hợp với liều lượng do nhà sản xuất quy định.

- Liều lượng các phụ gia phải được cân đong chính xác cho từng mẻ trộn .

- Nếu thấy chất phụ gia được cung cấp không ổn định về tính chất phải ngừng ngay việc sử dụng.

Các phụ gia chưa qua thử nghiệm không được sử dụng.

### **5.7.5. Bê tông hạt nhỏ**

Cùng với sự phát triển kết cấu bê tông kích thước lớn bằng bê tông cốt thép đã xuất hiện những kết cấu mái nhíp lớn dạng vòm, kết cấu vỏ mỏng với chiều dày  $20 \div 30$ mm và những sản phẩm có chiều dày bé khác dẫn đến nhu cầu về loại bê tông đặc chắc, có cường độ cao, cốt liệu bé với cỡ hạt lớn nhất không vượt quá 10mm và thực tế chỉ nên  $5 \div 7$ mm (có khi 3mm).

Đặc điểm của bê tông hạt nhỏ là có bề mặt riêng của cốt liệu cao và có thể tích rỗng giữa các hạt lớn, do đó cần tăng hàm lượng hồ xi măng trong hỗn hợp so với bê tông thường. Bê tông hạt nhỏ còn có đặc điểm là có độ đồng nhất

về cấu tạo và có sự phân bố đều đặn của hạt cốt liệu nhờ đó giảm được ứng suất tập trung tại chỗ tiếp xúc giữa đá xi măng và cốt liệu.

Để giảm lượng dùng hồ ximăng trong hỗn hợp bê tông hạt nhỏ cần đặc biệt chú ý tới phẩm chất cốt liệu và cần xác định một cấp phối hạt cốt liệu tốt nhất, đồng thời giảm lượng nước nhào trộn bằng cách sử dụng các loại phụ gia hoạt tính bề mặt và sử dụng loại hỗn hợp cứng và cứng vừa bằng cách tăng cường đầm chặt có hiệu quả khi tạo hình để giảm chiều dày lớp xi măng giữa các hạt cốt liệu và tăng được mật độ thể tích cốt liệu.

Bê tông hạt nhỏ có cường độ chịu kéo bằng từ  $0,07 \div 0,1$  cường độ nén (với bê tông mác từ  $60 \div 40$ ).

Lực dính kết giữa bê tông hạt nhỏ và cốt thép khoảng  $0,15R_{\text{nén}}$  (với cốt trơn) và  $0,2 \div 0,3 R_{\text{nén}}$  (với cốt có gờ).

Môđun đàn hồi với loại bê tông có N/X và có cỡ hạt cốt liệu lớn trung bình sẽ không bé hơn sơ với bê tông thường.

## **5.8. Cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép**

### **5.8.1. Khái niệm và phân loại**

#### ***Khái niệm***

Bê tông cốt thép (BTCT) là loại vật liệu xây dựng mà bê tông và cốt thép cùng làm việc trong một thể đồng nhất. Bê tông là loại vật liệu giòn cường độ chịu kéo chỉ bằng  $\frac{1}{15} - \frac{1}{10}$  cường độ chịu nén, còn thép là vật liệu dẻo chịu kéo tốt. Do đó khi dùng thép để cùng làm việc với bê tông ở vùng chịu kéo của kết cấu chịu uốn là rất thích hợp. Nhờ có lớp bê tông bảo vệ bên ngoài nên hạn chế được hiện tượng ăn mòn cốt thép, bê tông có khả năng liên kết rất tốt với thép nên có thể xem như kết cấu đồng nhất về mặt chịu lực. Mặt khác, thép và bê tông có hệ số giãn nở nhiệt gần giống nhau nên đảm bảo được tính toàn khối của BTCT.

Các cấu kiện bê tông và BTCT được sản xuất trong nhà máy bê tông hoặc bãi cấu kiện. Để sản xuất hàng loạt, các cấu kiện được định hình hóa và tiêu chuẩn hóa ngay từ khâu thiết kế. Cấu kiện cũng được hoàn thiện đến mức độ cao trước khi xuất xưởng.

So với bê tông đổ tại chỗ thì cấu kiện BTCT có những ưu điểm sau:

- Dễ cơ giới hóa

- Nâng cao chất lượng của bê tông do không chế được khâu lựa chọn và xử lý nguyên vật liệu và dễ kiểm tra quá trình công nghệ, hạn chế ảnh hưởng của thời tiết.

- Tiết kiệm nguyên vật liệu làm ván khuôn.

- Cải thiện điều kiện làm việc, tăng năng suất lao động.

Bên cạnh những ưu điểm trên, cấu kiện BTCT cũng có nhược điểm như chi phí vận chuyển tăng lên, khi thi công cần kiểm tra chặt chẽ các mối ghép để đảm bảo chất lượng của công trình.

### Phân loại

Tùy theo cách đặt cốt thép người ta chia cấu kiện BTCT thành 2 loại: cấu kiện BTCT thông thường và cấu kiện BTCT ứng suất trước. Trong cấu kiện BTCT thông thường hay xảy ra hiện tượng nứt trong bê tông tại vùng chịu kéo vì độ giãn dài của bê tông rất nhỏ (1- 2 mm/m), còn độ giãn dài của thép lớn gấp 5-7 lần so với bê tông. Để tránh nứt người ta có thể nén trước bê tông ở vùng chịu kéo bằng cách kéo căng cốt thép trước khi đổ bê tông hoặc sau khi đổ bê tông.

Việc tạo ứng suất trước trong cấu kiện BTCT không những ngăn ngừa vết nứt trong vùng kéo mà còn có tác dụng giảm lượng dùng thép, hạ thấp trọng lượng của cấu kiện, nâng cao tính bền vững của công trình.

Tùy theo mục đích sử dụng các cấu kiện được chia thành nhiều nhóm như:

- Cấu kiện dùng cho nhà dân dụng: tấm sàn, cầu thang, khối móng (hình 5-12).
- Cấu kiện dùng cho nhà công nghiệp: cột, dầm, dàn vì kèo (hình 5-13).

- Cấu kiện dùng cho xây dựng đường: tấm lát đường, cột điện, tà vẹt.
- Cấu kiện dùng cho công trình thủy công: ống, máng dẫn nước (hình 5-14).

### 5.8.2. Các loại cấu kiện bê tông cốt thép thông dụng

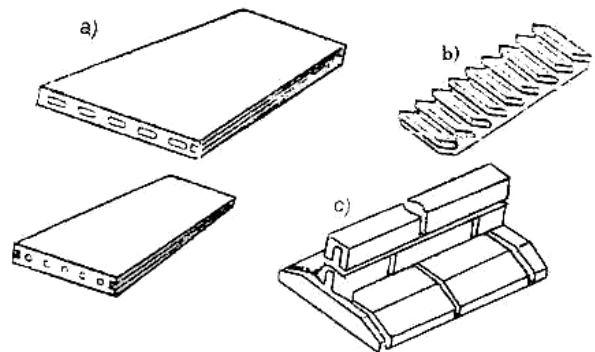
#### Tấm sàn hộp BTCT

Tấm sàn hộp BTCT là loại cấu kiện được dùng cho sàn và mái nhà dân dụng.

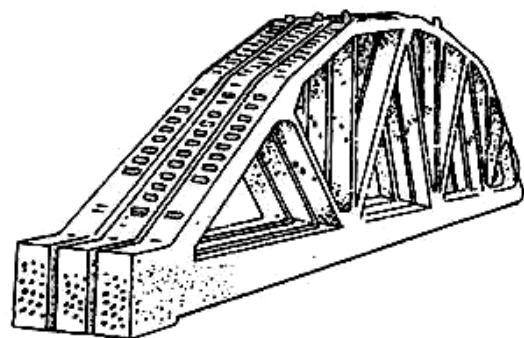
Hình dạng và các kích thước cơ bản của tấm sàn được quy định theo TCVN 2276:1991 (hình 5-12 và các bảng 5-23, 5-24, 5-25).

Theo khối lượng, tấm sàn được chia thành 3 loại:

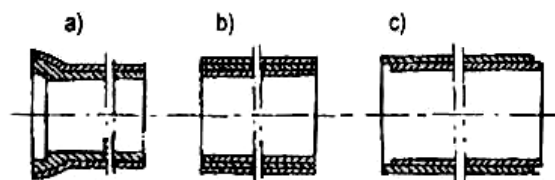
- Tấm sàn loại nhỏ: Khối lượng 1 tấm nhỏ hơn 500kg. Loại này bao gồm các tấm sàn với mặt cắt có 1 hoặc 2 lỗ rỗng, chiều cao 200mm, chiều dài từ 1500 đến 4500 với môđun 300mm.



Hình 5-12: Các cấu kiện BTCT dùng cho nhà dân dụng:  
a. Tấm sàn; b. Cầu thang; c. Khối móng



Hình 5-13: Dàn BTCT dùng cho nhà công nghiệp.



Hình 5-14: Các loại ống BTCT:  
a. Loại miệng phễu; b. Loại bằng đầu; c. Loại giạt khác

- Tấm sàn loại trung bình: Khối lượng một tấm từ 500kg đến 1000kg. Loại này bao gồm các tấm sàn với mặt cắt có 2 lỗ rỗng, chiều cao 200mm, chiều dài từ 3000 đến 4500mm với môđun 300mm.

-Tấm sàn loại lớn: Khối lượng một tấm sàn trên 1000kg. Loại này bao gồm các tấm sàn với mặt cắt có 2 lỗ rỗng, chiều cao 250mm và 300mm, chiều dài từ 4800 đến 7200mm với môđun 300mm.

Theo khả năng chịu tải, tấm sàn được thiết kế theo 4 cấp tải trọng dưới đây:

-Tải trọng cấp 1: Không lớn hơn 4500 N/m<sup>2</sup>

-Tải trọng cấp 2: Từ 4510 đến 6500 N/m<sup>2</sup>

-Tải trọng cấp 3: Từ 6510 đến 8500 N/m<sup>2</sup>

-Tải trọng cấp 4: Từ 8510 đến 10000 N/m<sup>2</sup>

(các tải trọng trên đây không bao gồm khối lượng bản thân của tấm sàn)

Kí hiệu các tấm sàn hộp được ghi bằng 2 chữ cái SH kèm theo các chữ số hoặc nhóm chữ số theo thứ tự sau:

Chữ số đầu tiên chỉ cấp tải trọng của tấm sàn;

Nhóm chữ số tiếp theo chỉ chiều dài danh nghĩa của tấm sàn tính bằng dm;

Nhóm chữ số hoặc số cuối cùng chỉ chiều rộng qui ước của tấm sàn tính bằng dm.

Ví dụ: SH-2-24.9

Là kí hiệu của tấm sàn hộp chịu tải trọng cấp 2, có chiều dài qui ước 24dm (2400mm), chiều rộng qui ước 9dm (900mm).

Tấm sàn được chế tạo bằng bê tông cốt thép thường (không dùng cốt thép ứng lực trước). Bê tông dùng để sản xuất tấm sàn phải có mác không nhỏ hơn 150. Chất lượng thép, xi măng và cốt liệu để đổ bê tông phải phù hợp với tiêu chuẩn qui phạm. Kích thước và một số chỉ tiêu cơ bản của tấm sàn hộp (bảng 5-23; 5-24; 5-25)

**Bảng 5-23**

Kí hiệu tấm sàn	Kích thước thiết kế			Tải trọng tính toán. (N/m <sup>2</sup> )
	Dài	Rộng	Cao	
SH-1-15.9	1480	880	200	4500
SH-2-15.9	“	“	“	6500
SH-3-15.9	“	“	“	8500
SH-4-15.9	“	“	“	10000
SH-1-15.12	1480	1180	200	4500
SH-2-15.12	“	“	“	6500
SH-3-15.12	“	“	“	8500
SH-4-15.12	“	“	“	10000
SH-1-18.9	1780	880	200	4500
SH-2-18.9	“	“	“	6500
SH-3-18.9	“	“	“	8500
SH-4-18.9	“	“	“	10000

**Bảng 5-24**

Kí hiệu tấm sàn	Kích thước thiết kế			Tải trọng tính toán. (N/m <sup>2</sup> )
	Dài	Rộng	Cao	
SH-1-30.9	2980	880	200	4500
SH-2-30.9	“	“	“	6500
SH-3-30.9	“	“	“	8500
SH-4-30.9	“	“	“	10000
SH-1-33.9	3280	880	200	4500
SH-2-33.9	“	“	“	6500
SH-3-33.9	“	“	“	8500
SH-4-33.9	“	“	“	10000
SH-1-36.9	3580	880	200	4500
SH-2-36.9	“	“	“	6500
SH-3-36.9	“	“	“	8500
SH-4-36.9	“	“	“	10000

**Bảng 5-25**

Kí hiệu tấm sàn	Kích thước thiết kế			Tải trọng tính toán. (N/m <sup>2</sup> )
	Dài	Rộng	Cao	
SH-1-57.12	5680	1180	250	4500
SH-2-57.12	“	“	“	6500
SH-3-57.12	“	“	“	8500
SH-4-57.12	“	“	“	10000
SH-1-60.12	5980	1180	250	4500
SH-2-60.12	“	“	“	6500
SH-3-60.12	“	“	“	8500
SH-4-60.12	“	“	“	10000
SH-1-66.12	6580	1180	300	4500
SH-2-66.12	“	“	“	6500
SH-3-66.12	“	“	“	8500
SH-4-66.12	“	“	“	10000

***Yêu cầu kỹ thuật:***

Sai số cho phép của kích thước thực tế so với kích thước thiết kế của tấm sàn hộp theo qui định như sau:

Chiều dài tấm sàn  $\pm 10\text{mm}$

Chiều rộng tấm sàn  $\pm 5\text{mm}$

Chiều cao tấm sàn  $\pm 3\text{mm}$

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ không nhỏ hơn 15mm đối với cốt thép chịu lực, không nhỏ hơn 10mm đối với cốt đai và cốt cấu tạo.

Độ cong của mặt tấm sàn (mặt trên, mặt dưới và mặt bên) không được lớn hơn 3mm trên mỗi đoạn dài 2000mm và không được lớn hơn 1/500 chiều dài toàn bộ.

Mặt dưới tấm sàn (thuộc trần nhà) nếu không trát trần cho phép độ nhám nhỏ hơn 1mm; nếu trát trần cho phép độ nhám trong phạm vi từ 1mm đến 5mm. Không được để dính dầu mỡ, giấy, tre nứa và các tạp chất khác.

Không được có các lỗ rỗ bê tông với đường kính và chiều sâu lớn hơn 5mm ở bản mặt và bản đáy tấm sàn.

**Bảo quản:** Để gác chông các tấm sàn này lên các tấm sàn khác phải có các đòn kê bằng gỗ, chiều dày đòn kê phải không nhỏ hơn 30mm và phải cao hơn chiều cao móc cầu ít nhất là 5mm. .

Khi xếp kho phải kê sao cho các tấm sàn thật ổn định. Các đòn kê phải theo các qui định trên và phải thẳng hàng từ trên xuống dưới. Không xếp 1 chông cao quá 10 tấm sàn.

### **Cột điện BTCT ly tâm**

Cột điện BTCT ly tâm là loại cấu kiện BTCT tiết diện tròn được sản xuất bằng phương pháp ly tâm dùng làm cột điện các đường dây trên không và trạm điện. Theo chiều dài, cột được chia làm 2 loại:

-Loại đúc liền đối với cột có chiều dài nhỏ hơn 14 m.

-Loại nối gồm 2 đoạn với chiều dài lớn hơn hoặc bằng 14 m.

Nguyên vật liệu để chế tạo bê tông phải thỏa mãn qui định hiện hành, bê tông đúc cột là bê tông nặng mác không nhỏ hơn 300.

Theo TCVN 5846:1994, kí hiệu và nhãn hiệu cột được qui định như sau:

- Kí hiệu cột bao gồm các chữ cái và chữ số, trong đó:

Hai chữ cái in hoa chỉ công nghệ sản xuất cột; LT: ly tâm.

Hai chữ số tiếp theo chỉ chiều dài cột tính bằng mét.

Chữ A, B, C, D liền sau hai chữ số chỉ khả năng chịu lực của cột theo thứ tự tăng dần.

-Nhãn hiệu cột gồm các chữ cái đầu của tên cơ sở sản xuất hoặc biểu tượng hoặc tên giao dịch viết tắt đã đăng kí và kí hiệu cột.

Ví dụ nhãn hiệu cột: QN – LT 10A

Trong đó: QN – nhà máy bê tông Quy Nhơn sản xuất cột;

LT 10A – Cột bê tông ly tâm không dự ứng lực trước dài 10 m.

**Yêu cầu kỹ thuật:**

Đầu cột có đường kính ngoài là 190mm. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép ở đầu cột không nhỏ hơn 50mm.

Chiều dài cột, đường kính ngoài của đáy cột phải theo các qui định (bảng 5-26).

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép ở đáy cột không nhỏ hơn 60mm.

**Bảng 5-26**

Kí hiệu cột	Chiều dài cột, m	Đường kính ngoài đáy cột, mm
10A;10B;10C	10	323
12A;12B;12C	12	350
14A;14B;14C	14	377
16B;16C	16	403
18B; 18C	18	430
20B; 20C; 20D	20	456

Các yêu cầu kỹ thuật khác phải thỏa mãn theo TCVN 5846:1994.

*Bảo quản và vận chuyển:*

Cột lưu kho xếp theo lô và theo loại. Mỗi lô xếp thành nhiều tầng, nhiều nhất là 5 tầng. Giữa các tầng kê cả tầng sát đất phải kê gỗ. Diêm kê phải tính toán thích hợp.