

Chương 1

VẬT LIỆU XÂY DỰNG

*Biên soạn: GS. TS. Dương Đức Tín⁽¹⁾,
GS. TSKH. Nguyễn Thúc Tuyên⁽²⁾,
PGS. TS. Lê Minh⁽³⁾*

1.1. TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

1.1.1. Công thức tính và ký hiệu

Bảng 1-1. Thuật ngữ, công thức và các ký hiệu

Tên gọi	Ký hiệu	Công thức	Đơn vị	Thuyết minh
Khối lượng riêng	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	g/cm^3	m - khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô (g hoặc kg); V - thể tích của vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (cm^3 hoặc m^3); V_v - thể tích tự nhiên (bao gồm kẽ rỗng) của vật liệu (cm^3 hoặc m^3).
Khối lượng thể tích	ρ_v	$\rho_v = \frac{m}{V_v}$	kg/m^3 g/cm^3	
Độ rỗng	r	$r = \frac{V_v - V}{V_v}$ $= \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho}\right) \times 100$	%	
Hệ số nở dài	α	$L = L_0(1 + \alpha t)$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	L_0 - độ dài ban đầu của vật liệu (cm hoặc m); L - tổng chiều dài của vật liệu sau khi đã giãn ra (cm hoặc m).
Hệ số nở thể tích	β	$V = V_0(1 + \beta t)$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	V - thể tích sau khi trương nở (cm^3 hoặc m^3); V_0 - thể tích ban đầu; t - trị số tăng cao của nhiệt ($^{\circ}\text{C}$).
Hệ số dẫn nhiệt	λ	$\lambda = \frac{Qa}{F(t_1 - t_2)T}$	kCal/m.độ.giờ	Q - nhiệt lượng thông qua mẫu thí nghiệm (kCal); a - độ dày mẫu thí nghiệm (m); F - diện tích mẫu thí nghiệm; $(t_1 - t_2)$ - chênh lệch nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$); T - thời gian (giờ); m - khối lượng của vật liệu (kg).
Nhiệt dung riêng	C	$C = \frac{Q}{m(t_1 - t_2)}$	Cal/kg.độ	

⁽¹⁾ Chủ biên và viết các mục 1.1; 1.2; 1.3.

⁽²⁾ Viết các mục 1.4; 1.5; 1.6; 1.7.

⁽³⁾ Viết các mục 1.8; 1.9; 1.10; 1.11.

Tên gọi		Ký hiệu	Công thức	Đơn vị	Thuyết minh
Cường độ	- Nén - Kéo	R	$R = \frac{P}{F}$	MPa (10daN/cm ²)	P - tải trọng phá hoại (daN); F - diện tích chịu lực của mẫu thí nghiệm (cm ²).
	Kéo khi uốn	R _{ku}	$R_{ku} = \gamma \frac{PL}{bh^2}$	MPa (10daN/cm ²)	P - tải trọng phá hoại (daN); L - khoảng cách giữa 2 gối tựa của mẫu thí nghiệm (cm); b - độ rộng của mẫu thí nghiệm (cm); h - độ cao của mẫu thí nghiệm (mm); γ - hệ số phụ thuộc vào vị trí đặt tải trọng tập trung P.
Độ hút nước theo khối lượng		H _p	$H_p = \frac{m_1 - m}{m} 100$	%	m - khối lượng vật liệu ở trạng thái khô (g hoặc kg); m ₁ - khối lượng của vật liệu ở trạng thái hút nước bão hoà (g hoặc kg); V ₁ - thể tích của vật liệu ở trạng thái tự nhiên (cm ³ hoặc m ³); m ₀ - khối lượng của vật liệu ở trạng thái tự nhiên bao gồm lượng ngậm nước (g hoặc kg).
Độ hút nước theo thể tích		H _v	$H_v = \frac{m_1 - m}{V_1} 100$	%	
Độ ngậm nước		W	$W = \frac{m_o - m}{m} 100$	%	
Hệ số hoá mềm		K _{hm}	$K_{hm} = \frac{R_{bh}}{R}$		R _{bh} - cường độ chịu nén của vật liệu ở trạng thái bão hoà nước (daN/cm ²); R - cường độ chịu nén của vật liệu ở trạng thái khô ráo (daN/cm ²).
Hệ số thấm		K _t	$K_t = \frac{Q}{F} \times \frac{L}{H} = \frac{v}{J}$	cm/s	Q - lưu lượng thấm cm ³ /s; F - diện tích mặt cắt của mẫu thí nghiệm vật liệu (cm ²); L - cự ly thấm (cm hoặc m); H - cột nước (cm hoặc m); v - lưu tốc trung bình trên mặt cắt (cm/s); J - độ dốc thấm.
Độ chống thấm nước		B (CT)		daN/cm ²	Độ chống thấm nước của bê tông được xác định bằng cấp áp lực nước tối đa mà ở đó 4 trong 6 viên mẫu thử chưa bị nước thấm qua (daN/cm ²).
Môđun đàn hồi		E	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$	daN/cm ²	σ - ứng suất kéo (hoặc nén) của vật liệu (daN/cm ²); ε - biến dạng tương đối.

1.1.2. Tính chất cơ bản của vật liệu xây dựng chủ yếu**Bảng 1-2. Thông số cơ bản của các vật liệu xây dựng chủ yếu**

Vật liệu	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Khối lượng thể tích (g/cm ³)	Nhiệt dung riêng (kCal/kg.độ)	Hệ số dẫn nhiệt (kCal/m.độ.giờ)	Cường độ chịu nén hoặc kéo (daN/cm ²)
Thép	7,85	7,85	0,11	50	2300 - 6000 (chịu kéo)
Gang	7,25	7,25	0,11	43	
Đồng đỏ	8,9	8,9			
Ximăng PC	3,10	1,20 - 1,60	0,11 ^A	1,0 - 1,1 ^A	300 - 500 (28 ngày)
Gỗ	1,55	0,40 - 0,90	0,57	0,10 - 0,30	300 - 500
Cát	2,60	1,45 - 1,65	0,17 ^A	2,60 ^A	
Sỏi sạn	2,60	1,60 - 1,80		0,32	
Đá dăm	2,60	1,40 - 1,50		0,32	
Gạch đất sét phổ thông	2,70	1,40 - 2,20	0,19 - 0,24	0,70	50 - 200
Vôi sống	3,20	0,80 - 1,10			2,50
Bitum dầu mỏ		1,0 - 1,10		0,60	
Guđrông than đá	1,10 - 1,20				
Bê tông xi măng		2,00 - 2,50	0,21 - 0,26 ^A	2,0 - 2,8 ^A	100 - 800 (28 ngày)
Bê tông nhựa đường		2,0			
Bê tông kêrămzit		1,60 - 1,70		0,40 - 0,50	100 - 300
Nước	1,00	1,00			
Chất dẻo cốt thủy tinh		1,4 - 2,2			

Ghi chú: Số có dấu "A" là khi ở 20°C, các số khác là ở 0°C.

1.2. XI MĂNG VÀ PHỤ GIA KHOÁNG CHO XI MĂNG

Chất kết dính rắn trong nước có ba nhóm chủ yếu: Xi măng Poocăng hay xi măng silicat, xi măng alumin và xi măng La mã. Ở đây sẽ chỉ nói về xi măng Poocăng.

Phụ gia khoáng cho xi măng là các loại vật liệu được nghiền cùng clanhke xi măng Pooclang hay được nghiền mịn riêng và sẽ cho vào thiết bị trộn cùng lúc với xi măng Pooclang, nhằm tăng sản lượng hoặc cải thiện chất lượng sản phẩm cuối.

Các tiêu chuẩn chọn lựa, kiểm tra vật liệu dưới đây chủ yếu dựa vào các tiêu chuẩn Việt nam (TCVN), của ngành thủy lợi (14TCN), ngành xây dựng (20TCN, TCXD hoặc TCXDVN) nhưng khi cần thì có chỗ dựa vào tài liệu của ACI (Viện Bê tông Hoa Kỳ) và ASTM (Hội Thí nghiệm và Vật liệu Hoa Kỳ) mà nhà nước ta vẫn cho phép tham chiếu.

1.2.1. Các loại xi măng Pooclang

Số chủng loại xi măng Pooclang trong mỗi nước khác nhau.

Bảng 1-3 giới thiệu một cách phân loại mà nhiều nước chấp nhận

Bảng 1-3. Các loại xi măng Pooclang chủ yếu (theo A.M.Neville/1997)

Cách gọi phổ thông của Anh	Cách gọi của ASTM (Mỹ)
Xi măng Pooclang thông dụng	Loại I
Xi măng Pooclang đông rắn nhanh	Loại III
Xi măng Pooclang đông rắn cực nhanh	-
Xi măng Pooclang có cường độ ban đầu rất cao	-
Xi măng Pooclang ít toả nhiệt	Loại IV
Xi măng Pooclang biến tính	Loại II
Xi măng Pooclang bền sunfat	Loại V
Xi măng Pooclang xỉ lò cao	Loại IS ; Loại I (SM)
Xi măng trắng	-
Xi măng Pooclang puzolan	Loại IP ; Loại I (PM)
Xi măng xỉ	Loại S
<i>Ghi chú:</i> Các loại xi măng của Mỹ, không kể loại IV và V, có thể có thêm các tác nhân cuốn khí và khi đó kí hiệu có chú thích thêm chữ A, thí dụ loại IA.	

1.2.1.1. Xi măng Pooclang (PC)

Xi măng Pooclang là chất kết dính rắn trong nước, được chế tạo bằng nghiền mịn clanhke xi măng Pooclang với một lượng thạch cao cần thiết. Có các mức PC30, PC40 và PC50; trong đó PC là kí hiệu qui ước cho xi măng Pooclang, các trị số 30, 40 và 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày đông rắn, tính bằng N/mm² (MPa), xác định theo TCVN:6016: 1995. Các chỉ tiêu chất lượng được qui định trong bảng 1-4.

1.2.1.2. Xi măng Pooclang hỗn hợp (PCB)

Xi măng Pooclang hỗn hợp được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clanhke xi măng Pooclang 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 Pooclang không chứa phụ gia khoáng. Được sản xuất theo các mức PCB30 và PCB40 (các kí hiệu qui ước cũng giống như với PC ở trên). Chỉ tiêu chất lượng được qui định như trong bảng 1-5.

Bảng 1-4. Chất lượng của xi măng Pooclăng (theo TCVN 2682:1999)

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC30	PC40	PC50
1. Giới hạn bền nén, N/mm ² (MPa), không nhỏ hơn			
- 3 ngày ± 45 phút	16	21	31
- 28 ngày ± 8 giờ	30	40	50
2. Thời gian đông kết, phút			
- Bắt đầu không nhỏ hơn		45	
- Kết thúc, không lớn hơn		375	
3. Độ nghiền mịn, xác định theo			
- Phần còn lại trên sàng 0,08 mm, %, không lớn hơn	15		12
- Bề mặt riêng, phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn	2700		2800
4. Độ ổn định thể tích xác định theo phương pháp Le Chatelier, mm, không lớn hơn		10	
5. Hàm lượng anhydrit sunphuric (SO ₃), %, không lớn hơn		3,5	
6. Hàm lượng magiê oxit (MgO), %, không lớn hơn		5,0	
7. Hàm lượng mất khi nung (MKN), %, không lớn hơn		5,0	
8. Hàm lượng cặn không tan (CKT), %, không lớn hơn		1,5	

Bảng 1-5. Các chỉ tiêu chất lượng của xi măng PCB (theo TCVN 6260:1997)

Các chỉ tiêu	Mức	
	PCB30	PCB40
1. Cường độ chịu nén, N/mm ² , không nhỏ hơn		
- 72 giờ ± 45 phút	14	18
- 28 ngày ± 2 giờ	30	40
2. Thời gian đông kết		
- Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn		45
- Kết thúc, giờ, không lớn hơn		10
3. Độ nghiền mịn		
- Phần còn lại trên sàng 0,08 mm, %, không lớn hơn		12
- Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn		2700
4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Le Chatelier, mm, không lớn hơn		10
5. Hàm lượng anhydrit sunfuric (SO ₃), %, không lớn hơn		3,5

1.2.1.3. Xi măng Pooclăng puzolan (P_{puz})

Xi măng Pooclăng puzolan thông dụng được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clanhke xi măng Pooclăng 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 Pooclăng. Phụ gia puzolan được chọn theo TCVN 3735:1982. Tùy theo loại phụ gia mà tỷ lệ pha trộn vào là từ 15 đến 40%, tính theo khối lượng xi măng Pooclăng puzolan. Có 3 mức PC_{puz}20, PC_{puz}30 và PC_{puz}40 mà chỉ tiêu chất lượng cho trong bảng 1-6.

Bảng 1-6. Các chỉ tiêu chất lượng của xi măng PC_{puz} (theo TCVN 4033:1995)

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC_{puz20}	PC_{puz30}	PC_{puz40}
1. Giới hạn bền nén, N/mm ² (MPa), không nhỏ hơn			
- Sau 07 ngày đêm	13	18	25
- 28 ngày \pm 8 giờ	20	30	40
2. Thời gian đông kết, phút			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn		45	
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn		10	
3. Độ nghiêng mịn, xác định theo			
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm, %, không lớn hơn		15	
- Bề mặt riêng, phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn		2600	
4. Độ ổn định thể tích xác định theo phương pháp Le Chatelier, mm, không lớn hơn		10	
5. Hàm lượng anhydrit sunphuric (SO ₃), %, không lớn hơn		3	
7. Hàm lượng mất khi nung (MKN), %, không lớn hơn		7	

1.2.1.4. Xi măng Pooclăng ít toả nhiệt (PC_{LH})

Chủ yếu dùng cho chế tạo bê tông khối lớn. Hiện có $PC_{LH} 30A$, $PC_{LH} 30$ và $PC_{LH} 40$, trong đó $PC_{LH} 30A$ là kí hiệu của xi măng Pooclăng toả nhiệt ít với giới hạn bền nén 28 ngày 30N/mm²; $PC_{LH} 30$ và $PC_{LH} 40$ là xi măng toả nhiệt vừa với giới hạn bền nén sau 28 ngày 30N/mm² và 40N/mm². Các chỉ tiêu kĩ thuật cho trong các bảng 1-7.

Bảng 1-7. Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng Pooclăng ít toả nhiệt (theo TCVN 6069:1995)

Tên chỉ tiêu	Loại xi măng		
	$PC_{LH} 30A$	$PC_{LH} 30$	$PC_{LH} 40$
1. Nhiệt thủy hoá, cal/g, không lớn hơn			
- Sau 07 ngày	60	70	
- Sau 28 ngày	70	80	
2. Giới hạn bền nén, N/mm ² (MPa), không nhỏ hơn			
- Sau 07 ngày	18	21	28
- Sau 28 ngày	30	30	40
3. Thời gian đông kết, phút			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	
4. Độ nghiêng mịn, xác định theo			
- Phần còn lại trên sàng 0,08 mm, %, không lớn hơn	15	15	
- Bề mặt riêng, phương pháp Blaine, cm ² /g, không nhỏ hơn	2500	2500	
5. Độ ổn định thể tích xác định theo phương pháp Le Chatelier, mm, không lớn hơn	10	10	

1.2.1.5. Xi măng poocăng bền sunfat

Được sử dụng để làm bê tông thủy công trong môi trường nước ăn mòn sunfat. Có hai nhóm, hai mức: bền sunfat thường PC_{S30} , PC_{S40} và bền sunfat cao PC_{HS30} và PC_{HS40} . Trong các ký hiệu này, PC_S và PC_{HS} là chỉ xi măng Poocăng bền sunfat thường và bền sunfat cao, còn các trị số 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu, tính theo N/mm^2 (MPa). Chất lượng của xi măng Poocăng bền sunfat được ghi ở bảng 1-8.

1.2.1.6. Xi măng Poocăng xỉ hạt lò cao

Được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clanhke xi măng Poocăng (loại chưa pha phụ gia) với xỉ 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 Poocăng. Chất lượng xỉ theo TCVN 4315-1986. Các tính chất cơ lý được quy định như trong bảng 1-9.

Bảng 1-8. Tính chất cơ lý của xi măng Poocăng bền sunfat
(theo TCVN 6057:1995)

Tên chỉ tiêu	Mức, %			
	Bền sunfat thường		Bền sunfat cao	
	PC_{S30}	PC_{S40}	PC_{HS30}	PC_{HS40}
1. Độ nở sunfat sau 14 ngày, %, không lớn hơn	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				
- Tỷ diện tích, xác định theo phương pháp Blaine, cm^2/g , không nhỏ hơn	2500	2800	2500	2800
- Phần còn lại trên sàng 0,08, %, không lớn hơn	15	12	15	12
4. Thời gian đông kết				
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45		45	
- Kết thúc, phút, không muộn hơn	375		375	
Ghi chú. (*) Khi độ nở sunfat $\leq 0,040$ thì không cần khống chế hàm lượng C_3A và tổng $C_4AF + C_3A$				

Bảng 1-9. Xi măng Poocăng xỉ hạt lò cao (theo TCVN 4316:1986)

Tên chỉ tiêu	Mức xi măng				
	20	25	30	35	40
1. Giới hạn bền nén sau 28 ngày đêm, tính bằng N/mm^2 , không nhỏ hơn	20	25	30	35	40
2. Giới hạn bền uốn sau 28 ngày đêm, tính bằng N/mm^2 , không nhỏ hơn	3,5	4,5	5,5	6,0	6,5
3. Thời gian đông kết:					
- Bắt đầu, tính bằng phút, không sớm hơn			45		
- Kết thúc, tính bằng giờ, không muộn hơn			10		

Tên chỉ tiêu	Mức xi măng				
	20	25	30	35	40
4. Tính ổn định thể tích			tốt		
- Thử theo mẫu bánh đa			10		
- Thử theo độ nở Le Chatelier, tính bằng mm, không lớn hơn			15		
5. Độ mịn (phần còn lại trên sàng lỗ 0,08mm), tính bằng %, không lớn hơn			5		
6. Lượng mất khi nung (MKN) khi xuất xưởng, tính bằng %, không lớn hơn			3		
7. Hàm lượng SO_3 , tính bằng %, không lớn hơn					

1.2.2. Phụ gia khoáng cho xi măng

Công nghiệp sản xuất xi măng ngày càng dùng nhiều các loại phụ gia khoáng để thêm sản lượng, chủng loại và cải thiện chất lượng xi măng. TCVN 6260:1997 về Xi măng Poocăng hỗn hợp chia phụ gia khoáng theo loại có hoạt tính và loại đầy (để ken đầy) và qui định về hàm lượng % sử dụng chúng. Các qui định về chỉ tiêu chất lượng cho trong bảng 1-10.

Bảng 1-10. Các chỉ tiêu chất lượng của phụ gia khoáng
(theo TCVN 6682: 2001)

Tên chỉ tiêu	Mức	
	Phụ gia hoạt tính	Phụ gia đầy
1. Chỉ số hoạt tính cường độ xi măng Poocăng sau 28 ngày so với mẫu đối chứng, %, không nhỏ hơn	75	-
2. Thời gian kết thúc đông kết của vữa vôi - phụ gia, giờ, không muộn hơn	96	-
3. Độ bền nước của vữa vôi - phụ gia	Đạt yêu cầu	-
4. Hàm lượng tạp chất bụi và sét, %, không lớn hơn	-	3,0
5. Hàm lượng SO_3 , %, không lớn hơn	4	
6. Hàm lượng kiềm có hại của phụ gia sau 28 ngày, %, không lớn hơn	1,5	

Dưới đây giới thiệu một số loại phụ gia khoáng cho xi măng thường được sử dụng ở nước ta.

1.2.2.1. Phụ gia khoáng hoạt tính Pozolan

Được nghiền mịn từ vật liệu Pozolan. Có tính silic oxit hoặc có cả tính silic oxit và tính nhôm oxit. Khi đứng riêng thì có thể ít hoặc không có tính dính kết nhưng khi được nghiền mịn và có mặt độ ẩm thì phản ứng hoá học với canxi hydroxit ở các nhiệt độ thường và tạo thành hợp chất có tính dính kết. Có gốc tự nhiên khi từ gốc đá trầm tích phong hoá như đất, đá diatomit; từ gốc sản phẩm núi lửa như tro núi lửa, tuff núi lửa, tras, đá bazan v.v... Loại nhân tạo như tro bay nhiệt điện, xỉ lò cao hạt hoá, đất sét nung v.v...

Nói phụ gia Pozolan là nói bao trùm nhiều phụ gia khoáng hoạt tính nhưng người ta cũng hay gọi một số phụ gia Pozolan với tên riêng của nó.

1.2.2.2. Phụ gia xỉ hạt lò cao

Là vật liệu nghiền mịn từ xỉ thu được khi luyện gang, được làm nguội nhanh để tạo thành dạng hạt nhỏ, pha thủy tinh. Xỉ bao gồm chủ yếu các canxi silicat, aluminat và một số oxit như MgO , TiO_2 ... Xỉ thường được nghiền nhỏ hơn xi măng, tỉ diện lớn hơn $3500cm^2/g$, có khi tới $5000cm^2/g$. Việt Nam chia xỉ hạt lò cao thành hạng 1 và hạng 2, các yêu cầu kỹ thuật có trong bảng 1-11.

Bảng 1-11. Yêu cầu kỹ thuật đối với xỉ hạt lò cao (theo TCVN 4315:1986)

Tên chỉ tiêu	Phân loại	
	1	2
1. Hệ số phẩm chất không nhỏ hơn	1,7	1,4
2. Hàm lượng nhôm oxit (Al_2O_3) tính bằng %, không nhỏ hơn	9,0	7,0
3. Hàm lượng magiê oxit (MgO) tính bằng %, không lớn hơn	10,0	12,0
4. Hàm lượng titan oxit (TiO_2) tính bằng %, không lớn hơn	3,0	3,0
5. Hàm lượng mangan oxit (MnO) tính bằng %, không lớn hơn	2,0	4,0

1.2.2.3. Tro bay nhiệt điện

Là tro lắng đọng lại sau lọc tĩnh điện hay cơ học của khí thải tại các nhà máy nhiệt điện đốt bằng than. Hạt tro bay hình cầu (có lợi theo quan điểm chọn hàm lượng nước dùng) và có độ mịn cao, trong khoảng nhỏ hơn $1\mu m$ và $100\mu m$, tỷ diện đo theo phương pháp Blaine khoảng $250\div 600m^2/kg$. Tỷ diện cao nghĩa là vật liệu đã sẵn sàng có phản ứng với canxi hydroxit. Trong tro bay có các silic oxit, nhôm oxit, canxi oxit, magiê oxit, lưu huỳnh oxit và một lượng than chưa cháy mà thường yêu cầu không được quá 6% khối lượng tro bay.

1.2.3. Về chọn loại và mức xi măng dùng cho bê tông của kết cấu và công trình

1.2.3.1. Một số chỉ dẫn chung

Một vài chỉ dẫn được cho trong bảng 1-12 và bảng 1-13.

Bảng 1-12. Chọn loại và mức xi măng sử dụng (theo 14TCN 66-2002)

TT	Loại xi măng	Công dụng chính	Được phép sử dụng	Không được phép sử dụng
1	Xi măng Poóc-lăng, xi măng Poóc-lăng hỗn hợp	<p>Mức 40 đến 50</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trong các kết cấu bê tông cốt thép có yêu cầu cường độ bê tông cao có mức 30 trở lên, đặc biệt cho các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước. - Trong các kết cấu bê tông mỏng toàn khối. 	- Trong công tác khôi phục, sửa chữa các công trình có yêu cầu mức bê tông cao và cường độ bê tông ban đầu lớn.	<ul style="list-style-type: none"> - Trong các kết cấu bê tông đúc sẵn hoặc toàn khối thông thường không cần đến đặc điểm riêng của loại xi măng này (không đông cứng nhanh, cường độ cao). - Trong các kết cấu ở môi trường có độ xâm thực vượt quá các qui định cho phép.

TT	Loại xi măng	Công dụng chính	Được phép sử dụng	Không được phép sử dụng
		<p><i>Mác 30</i></p> <p>- Trong các kết cấu bê tông cốt thép toàn khối thông thường có mác từ 15 đến 30.</p>	<p>- Cho các loại vữa xây mác từ 5 trở lên, vữa lán nền và sàn, vữa chống thấm.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông có mác dưới 10.</p> <p>- Cho các loại vữa xây có mác nhỏ hơn 5.</p> <p>- Trong các kết cấu ở môi trường xâm thực vượt quá qui định đối với loại xi măng này.</p> <p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép và vữa thông thường không cần đến đặc điểm riêng của loại xi măng này.</p>
2	Xi măng Poóc-lăng bền sunfat	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép của các công trình ở môi trường xâm thực sunfat hoặc tiếp xúc với nước biển, nước lợ và nước chua phèn.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép ở nơi nước mềm, nơi có mực nước thay đổi.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép và vữa thông thường không cần đến đặc điểm riêng của loại xi măng này.</p>
3	Xi măng Poóc-lăng ít toả nhiệt	<p>- Cho các kết cấu khối lớn trong xây dựng thủy lợi, thủy điện, đặc biệt là lớp bê tông bên ngoài ở những nơi khô ướt thay đổi.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép làm móng hoặc bề mặt lớn của các công trình công nghiệp.</p> <p>- Trong các kết cấu bê tông cốt thép chịu tác dụng của nước khoáng khi nồng độ môi trường không vượt quá các qui định cho phép.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thông thường hoặc các loại vữa xây trát không cần đến đặc điểm riêng của loại xi măng này.</p>
4	Xi măng Poóc-lăng xỉ	<p>- Cho các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép đúc sẵn hoặc toàn khối, ở cả trên khô, dưới đất và dưới nước.</p> <p>- Cho phần bên trong các kết cấu bê tông khối lớn của các công trình thủy lợi, thủy điện.</p> <p>- Cho việc sản xuất bê tông lót móng hoặc bề mặt lớn của các công trình công nghiệp.</p>	<p>- Trong các kết cấu ở môi trường nước mềm hoặc nước khoáng ở mức độ xâm thực không vượt quá các qui định cho phép.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, bê tông mặt ngoài các công trình ở nơi có mực nước thay đổi thường xuyên.</p> <p>- Cho việc sản xuất bê tông trong điều kiện thời tiết nóng và thiếu bảo dưỡng ẩm.</p>
5	Xi măng Poóc-lăng puzơlan	<p>- Cho các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép ở dưới đất, dưới nước chịu tác dụng của nước mềm.</p> <p>- Cho phần bên trong các kết cấu bê tông khối lớn của các công trình thủy lợi, thủy điện, móng hoặc bề mặt các công trình công nghiệp.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép ở dưới đất ẩm.</p> <p>- Cho các loại vữa xây ở nơi ẩm ướt và dưới nước.</p> <p>- Trong các kết cấu ở môi trường nước khoáng với mức độ xâm thực không vượt quá các qui định cho phép.</p>	<p>- Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép ở nơi khô ướt thay đổi thường xuyên.</p> <p>- Cho việc sản xuất bê tông ở trong điều kiện nắng nóng và thiếu bảo dưỡng ẩm.</p>

Bảng 1-13. Chỉ dẫn chọn mác xi măng ứng với mác bê tông
(theo 14 TCN 66-2002)

Mác bê tông	Mác xi măng		
	Sử dụng chính	Cho phép sử dụng	Không cho phép sử dụng
15	30	-	40 trở lên
20	30	40	50
25	30	40	50
30	40	30	50
40	50	40	dưới 40
50	50	40	dưới 40

1.2.3.2. Ghi chú

- Nếu môi trường nước có tính ăn mòn sunfat, cần tiến hành thí nghiệm hệ số chống ăn mòn K_b của loại xi măng định dùng trước môi trường, theo 14TCN 67-2001. Nếu K_b lớn hơn 0,8, thì xi măng đó được coi là chống được ăn mòn.

- Khi cốt liệu dùng trong bê tông có khả năng phản ứng kiềm-silic như đá opan chanxedôn, diệp thạch silic v.v... phải dùng loại xi măng có tổng hàm lượng kiềm không vượt quá 0,6%, tính đổi ra Na_2O theo công thức: $\Sigma \% Na_2O = \% Na_2O + 0,658 \% K_2O$. Khi cốt liệu dùng trong bê tông có khả năng phản ứng kiềm-cacbonat như đá gồm các tinh thể khoáng dolomit trong thành phần hạt mịn của đất sét và canxit, phải dùng loại xi măng có hàm lượng kiềm nhỏ hơn hoặc bằng 0,4%.

1.3. BÊ TÔNG THỦY CÔNG

Bê tông thủy công là loại bê tông nặng thông thường, dùng để xây dựng các công trình hoặc những kết cấu nằm thường xuyên hoặc không thường xuyên trong nước.

Có thể phân loại bê tông thủy công theo các tiêu chí khác nhau: theo vị trí của bê tông so với mực nước thì có bê tông thường xuyên nằm trong nước, bê tông ở vùng mực nước thay đổi, bê tông ở trên khô (nằm trên vùng mực nước thay đổi); theo hình khối của kết cấu bê tông thủy công thì có bê tông khối lớn (theo TCVN 4453-93, đó là khi kích thước cạnh nhỏ nhất không dưới 2,5m và chiều dày lớn hơn 0,8m), bê tông khối không lớn; theo vị trí của bê tông trong kết cấu đối với công trình khối lớn thì có bê tông mặt ngoài và bê tông ở bên trong; theo tình trạng chịu áp lực nước thì có bê tông chịu áp lực nước và bê tông không chịu áp lực nước.

Bê tông thủy công phải đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật như với bê tông nặng và thêm các yêu cầu đặc thù như có độ chống thấm nước đạt yêu cầu thiết kế, có độ bền trước môi trường nước phải tiếp xúc, khi cần thì thích ứng được với các chế độ nhiệt của bê tông khối lớn.

1.3.1. Cát (cốt liệu mịn cho bê tông)

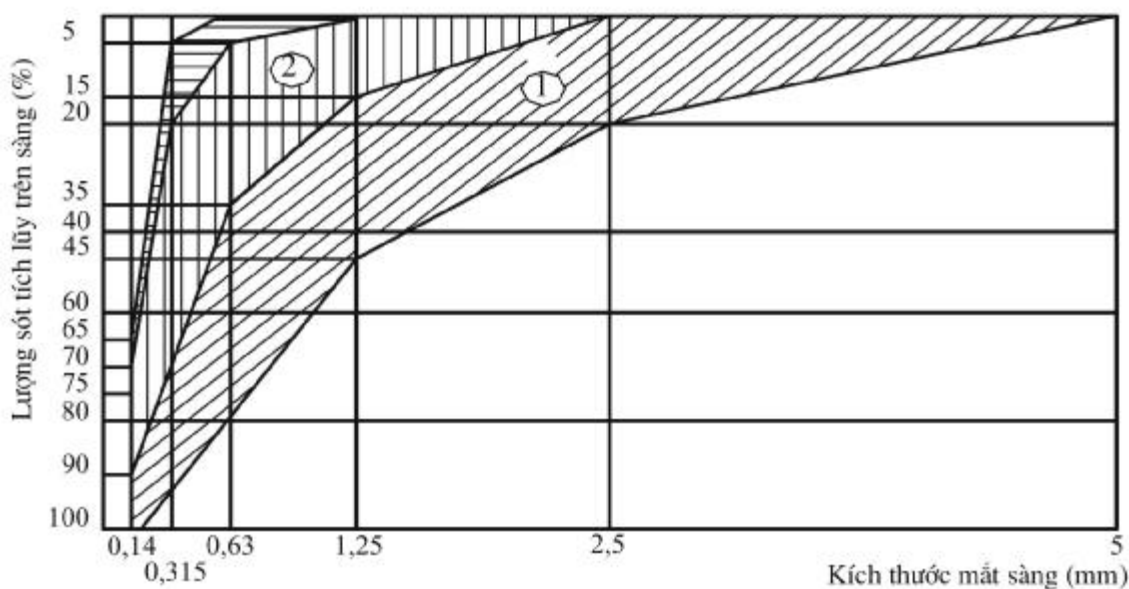
Có cát thiên nhiên và cát nhân tạo. Để làm bê tông, phải chọn cát đạt các yêu cầu kỹ thuật qui định. Cát thuộc nhóm to và vừa được phép sử dụng cho tất cả các mác bê tông thủy công. Cát nhỏ chỉ nên dùng cho bê tông mác dưới. Nếu dùng cát mịn, phải có luận chứng đầy đủ về kinh tế và kỹ thuật.

1.3.1.1. Cát phải nằm trong phân loại của bảng 1-14.

Bảng 1-14. Phân loại cát (theo 14TCN 68-2002)

Tên các chỉ tiêu	Nhóm cát			
	To	Vừa	Nhỏ	Rất nhỏ (mịn)
Mô đun độ lớn	lớn hơn 2,5 đến 3,3	từ 2 đến 2,5	từ 1,5 đến nhỏ hơn 2	từ 1 đến nhỏ hơn 1,5
Khối lượng thể tích xấp xỉ tính theo kg/m ³ , không nhỏ hơn	1400	1300	1200	1150
Lượng hạt nhỏ hơn 0,14mm, tính theo % khối lượng cát, không lớn hơn	10	10	20	30

1.3.1.2. Cát dùng cho bê tông thủy công phải có đường biểu diễn thành phần hạt nằm trong các vùng của biểu đồ qui định bởi TCVN 1770 : 1986, như hình 1-1.



Hình 1-1. Biểu đồ thành phần hạt của cát

Vùng (1) cát to và vừa ; vùng (2) cát nhỏ ; vùng (3) cát rất nhỏ.

1.3.1.3. Tùy theo điều kiện làm việc của bê tông trong công trình, cát phải có các chỉ tiêu không vượt quá những trị số ghi trong bảng 1-15.

Bảng 1-15. Các chỉ tiêu qui định của cát (theo 14 TCN 68 - 2002)

Tạp chất	Bê tông ở vùng mực nước biến đổi	Bê tông ở dưới nước và bên trong công trình	Bê tông ở trên mặt nước
Sét, á sét, các tạp chất ở dạng hạt	không	không	không
- Hàm lượng bùn, bụi, sét được xác định bằng phương pháp rửa, tính bằng % khối lượng mẫu cát, không được lớn hơn	1	2	3
- Để làm bê tông mác ≥ 40 , chỉ tiêu này không được lớn hơn	1	1	1
Hàm lượng sét, tính bằng % khối lượng mẫu cát, không được lớn hơn	0,5	1	2
Tạp chất hữu cơ	Mẫu dung dịch không thâm hơn mẫu chuẩn. Khi thấy mẫu thâm hơn, phải kiểm tra thêm và có kết luận của phòng thí nghiệm		
Các hợp chất sunfat và sunfit (tính đổi ra SO_3), tính bằng % khối lượng mẫu cát, không lớn hơn	1	1	1
Đá ôpan và các biến thể vô định hình khác của silic ôxit	Thông qua thí nghiệm xác định khả năng phản ứng kiềm -silic		
Hàm lượng mica, tính bằng % khối lượng mẫu cát, không lớn hơn	1	1	1
Ghi chú: Không cho phép có đất sét cục ($d \geq 1,25 \text{ mm}$) hoặc màng đất sét bao quanh hạt cát.			

1.3.2. Đá dăm, sỏi và sỏi dăm (cốt liệu thô dùng cho bê tông)

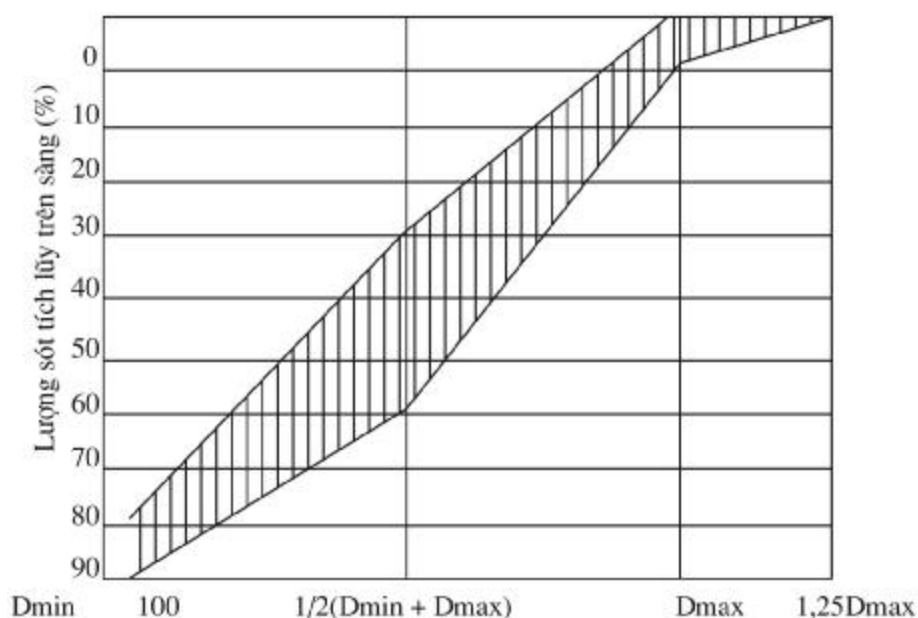
Đá dăm, sỏi và sỏi dăm (đập từ cuội) đặc chắc để làm cốt liệu thô cho bê tông được chọn dùng theo các qui định có trong TCVN 1771:1987 và 14TCN 70-2002.

1.3.2.1. Sỏi dăm phải chứa các hạt đập vỡ với số lượng không nhỏ hơn 80% theo khối lượng. Hạt đập vỡ là hạt có diện tích mặt vỡ của nó lớn hơn 1/2 diện tích bề mặt của hạt vỡ đó.

1.3.2.2. Tùy theo độ lớn của hạt, đá dăm, sỏi, sỏi dăm 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; lớn hơn 70 mm.

1.3.2.3. Cốt liệu lớn phải có đường biểu diễn thành phần hạt nằm trong vùng gạch chéo của biểu đồ hình 1.2. Riêng đối với cỡ hạt 5 - 10 mm, cho phép chứa hạt có kích thước dưới 5 mm tới 15%.

1.3.2.4. Hàm lượng hạt thoi, dẹt (loại hạt có chiều rộng hoặc chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng 1/3 chiều dài) trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm không vượt quá 35% theo khối lượng.



Hình 1-2. Biểu đồ thành phần hạt của đá dăm, sỏi và sỏi dăm
(theo TCVN 1770:1986)

1.3.2.5. Hàm lượng hạt mềm yếu (các hạt đá dăm nghiền từ trầm tích hay tuýp phun xuất có cường độ nén ở trạng thái bão hoà nước nhỏ hơn 200 daN/cm^2) và phong hoá (hạt đá dăm gốc đá phun xuất và gốc đá biến chất lần lượt có cường độ nén ở trạng thái bão hoà nước nhỏ hơn 800 daN/cm^2 và nhỏ hơn 400 daN/cm^2) trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm không được lớn hơn 10% theo khối lượng.

1.3.2.6. Hàm lượng tạp chất trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm tùy thuộc vào điều kiện làm việc của bê tông thủy công và không được vượt quá các qui định trong bảng 1-16.

Bảng 1-16. Hàm lượng tạp chất qui định trong đá dăm, sỏi, sỏi dăm
(theo 14TCN 70-2002)

Hàm lượng tạp chất	Bê tông ở vùng mực nước thay đổi và bê tông ở trên vùng mực nước thay đổi	Bê tông ở dưới nước thường xuyên và bê tông ở bên trong công trình
- Hàm lượng bùn, bụi, sét, % theo khối lượng, không lớn hơn.	1	2
- Với kết cấu mỏng, kết cấu ứng suất trước thì không được lớn hơn	0,5	0,5
Tạp chất hữu cơ	Không thấm hơn mẫu chuẩn khi thí nghiệm so mẫu	
- Hợp chất sunfat và sunfit (tính đổi ra SO_3), % khối lượng, không lớn hơn	0,5	0,5
- Hàm lượng silic vô định hình, mmol/1000ml NaOH, không lớn hơn	50	50

Ghi chú. Không cho phép có những cục đất sét, gỗ mục, lá cây, rác rưởi và lớp màng đất sét bao ngoài hạt đá dăm, sỏi, sỏi dăm.

1.3.2.7. Độ bền cơ học của đá dăm được xác định theo độ nén đập trong xi lanh và cũng được xác định theo độ bền của đá gốc.

1.3.2.7.1. Mác của đá dăm từ đá thiên nhiên được qui định theo độ nén đập trong xi lanh như trong bảng 1-17.

Bảng 1-17. Mác đá dăm từ đá thiên nhiên theo độ nén đập trong xi lanh
(theo TCVN 1771: 87)

Mác của đá dăm (MPa)	Độ nén đập ở trạng thái bão hoà nước, %		
	Đá trầm tích	Đá phun xuất xâm nhập và đá biến chất	Đá phun xuất phun trào
140	-	đến 12	đến 9
120	đến 11	lớn hơn 12 đến 16	lớn hơn 9 đến 11
100	lớn hơn 11 đến 13	16 - 20	11 - 13
80	13 - 15	20 - 25	13 - 15
60	15 - 20	25 - 34	15 - 20
40	20 - 28	-	-
30	28 - 38	-	-
20	38 - 54	-	-

Mác của đá dăm từ đá thiên nhiên xác định theo độ nén đập nói trên phải cao hơn mác bê tông như sau:

- Không dưới 1,5 lần đối với bê tông mác dưới 30.
- Không dưới 2 lần đối với bê tông mác 30 và lớn hơn.
- Đá dăm từ đá phun xuất trong mọi trường hợp phải có mác không nhỏ hơn 80; đá dăm từ đá biến chất phải có mác không nhỏ hơn 60, đá dăm từ đá trầm tích phải có mác không nhỏ hơn 10.

1.3.2.7.2. Cường độ nén ở trạng thái bão hoà nước của đá phun xuất dùng làm đá dăm cho bê tông ở khu vực mực nước thay đổi không được nhỏ hơn 100 N/mm^2 và độ hút nước của đá dăm không lớn hơn 0,5%.

Cường độ nén ở trạng thái bão hoà nước của các loại đá trầm tích dùng làm đá dăm cho bê tông ở khu vực mực nước thay đổi không được nhỏ hơn 80 N/mm^2 và độ hút nước của đá dăm không lớn hơn 1%.

1.3.2.8. Độ bền cơ học của đá dăm, sỏi và sỏi dăm được xác định theo độ nén đập trong xi lanh. Mác của sỏi và sỏi dăm theo cường độ nén đập trong xi lanh dùng cho bê tông thủy công có mác khác nhau cần phải phù hợp với yêu cầu nêu trong bảng 1-18.

Bảng 1-18. Mác sỏi, sỏi dăm từ đá thiên nhiên theo độ nén đập trong xi lanh
(theo TCVN 1771:1987)

Mác bê tông	Độ nén đập ở trạng thái bão hoà nước trong xi lanh không lớn hơn, %	
	Sỏi	Sỏi dăm
40 và cao hơn	8	10
30 và cao hơn	12	14
20 và thấp hơn	16	18

1.3.3. Nước dùng cho bê tông thủy công

1.3.3.1. Nước dùng cho bê tông thủy công phải đảm bảo các yêu cầu sau đây theo TCVN 4506 -1987: không chứa váng dầu mỡ; hàm lượng tạp chất hữu cơ không vượt quá 15mg/l; có độ pH không nhỏ hơn 5 và không lớn hơn 12,5; tổng hàm lượng muối hoà tan, hàm lượng ion Clo, sunfat và cặn không tan không vượt quá các trị số qui định trong bảng 1-19.

Bảng 1-19. Qui định về tổng hàm lượng muối hoà tan, hàm lượng ion Clo, sunfat và cặn không tan (theo TCVN 4506:1987)

Mục đích dùng nước	Hàm lượng lớn nhất cho phép, mg/l			
	Muối hoà tan	Ion sunfat	Ion Clo	Cặn không tan
Nước để trộn bê tông dùng cho các kết cấu bê tông cốt thép thông thường, các công trình xả nước và các phần của kết cấu khối lớn ở vùng mực nước thường xuyên thay đổi	5000	2700	1200	200
Nước dùng để trộn bê tông cho các công trình dưới nước và các phần bên trong của các kết cấu khối lớn. Nước trộn bê tông dùng cho kết cấu bê tông không cốt thép và không có yêu cầu trang trí bề mặt	10000	2700	3500	300
Nước bảo dưỡng các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép	5000	2700	1200	500
Nước bảo dưỡng bê tông không có yêu cầu trang trí bề mặt	30000	2700	20000	500
Nước dùng để tưới các mạch ngừng trước khi đổ tiếp hỗn hợp bê tông, tưới ướt bề mặt bê tông trước khi chèn khe nối, tưới bề mặt công trình xả nước và nước làm nguội bê tông trong các ống thoát nhiệt của bê tông khối lớn	1000	500	350	500
Nước dùng để rửa, tưới ướt và làm ướt cốt liệu	5000	2700	1200	500

1.3.3.2. Nước không thoả mãn các yêu cầu ghi trong bảng 1-19 có thể cho phép dùng, nếu thí nghiệm so sánh với mẫu nước uống được không gây ảnh hưởng tới các yêu cầu về chất lượng bê tông qui định trong thiết kế.

1.3.4. Các loại phụ gia cho bê tông

Có nhiều loại phụ gia. Được dùng như một thành phần của bê tông hoặc vữa, để mang lại hay cải thiện một hoặc đồng thời vài tính chất của bê tông. Như với hỗn hợp bê tông, có thể tăng tính dễ đổ mà không cần tăng lượng nước trộn; có thể làm chậm hoặc tăng nhanh thời gian đông kết, đóng rắn của xi măng và bê tông; có thể làm bê tông bớt co ngót; có thể giảm tiết nước, phân tầng của hỗn hợp bê tông v.v... Đối với bê tông đã cứng rắn, dùng phụ gia có thể làm chậm sự phát nhiệt trong thời gian cứng hoá ban đầu; có thể tăng nhanh tốc độ phát triển cường độ; giảm tính thấm nước; có thể khống chế độ nở do phản ứng kiềm - cốt liệu; tăng độ dính kết của bê tông với cốt thép v.v...

Do khả năng dùng rất rộng rãi, do luôn có các loại vật liệu mới nên không thể có được một xếp loại thật đầy đủ. Lựa chọn sử dụng chúng nên dựa vào phòng thí nghiệm.

1.3.4.1. Các loại phụ gia khoáng cho bê tông

Có thể là các vật liệu khoáng nghiền mịn vẫn dùng trong sản xuất xi măng, có thể là một số vật liệu khoáng khác, mịn tự sinh hoặc được nghiền mịn. Số liệu cho trong bảng 1-20.

1.3.4.1.1. Các phụ gia khoáng vẫn dùng trong công nghiệp sản xuất xi măng Poocăng hỗn hợp (xem 1.2.2.1).

Được dùng để chế tạo các loại xi măng Poocăng hỗn hợp từ trong nhà máy hay trên hiện trường (xem 1.2.2.1). Nên tận dụng phương án đầu.

1.3.4.1.2. Muối silic (silicafume - SF)

Là sản phẩm phụ của công nghệ sản xuất silic hoặc hợp kim sắt-silic, hàm lượng SiO_2 có từ 85 đến 98% khối lượng vật liệu. Là các hạt rất nhỏ có đường kính trung bình khoảng $0,01\mu\text{m}$ (nhỏ hơn kích thước trung bình của hạt xi măng khoảng 100 lần). SiO_2 ở dạng thủy tinh vô định hình có hoạt tính cao và độ mịn đầy nhanh phản ứng với canxi hydroxit do sự thủy hoá xi măng poocăng sinh ra. Những phân tử rất nhỏ của Silicafume có thể xâm nhập vào không gian giữa các hạt xi măng, làm tăng tính đặc chắc của bê tông. Hiện hay dùng muối silic ở khoảng 5÷15% tổng trọng lượng chất kết dính trong bê tông. Dùng muối silic kết hợp với phụ gia siêu dẻo và xi măng mác cao có thể chế tạo được bê tông mác cao, thậm chí rất cao.

1.3.4.1.3. Phụ gia tro trấu

Tro trấu có hàm lượng silic oxit rất cao, cháy ở nhiệt độ thấp ($500\div 700^\circ\text{C}$), cho vật liệu vô định hình, cấu trúc xốp, kích thước hạt từ 10 đến $100\mu\text{m}$, hạt có hình dạng thay đổi tùy nơi sản xuất. Có hiệu ứng puzolan rất mạnh và có thể đóng góp tăng cường độ ở tuổi 3 đến 7 ngày. Thường cần dùng đồng thời phụ gia siêu dẻo.

1.3.4.1.4. Một số vật liệu silic oxit vô định hình qua xử lý

Như mêtacaulanh, là loại kaolinit tinh khiết và mịn được qua nung ở khoảng $650\div 850^\circ\text{C}$ và nghiền tới độ mịn $700\div 900\text{ m}^2/\text{kg}$.

1.3.4.2. Các phụ gia hoá học dùng cho bê tông

Đã có nhiều và luôn luôn có thêm các sản phẩm cụ thể khác và vì vậy muốn chọn sử dụng chúng nên có sự trợ giúp của chuyên gia. Nhìn bao quát, có thể tạm phân chúng theo năm loại: 1) Loại phụ gia cuốn khí; 2) Loại phụ gia tăng nhanh đông rắn; 3) Loại phụ gia giảm nước và điều chỉnh ninh kết-đóng rắn; 4) Loại phụ gia dùng làm bê tông chảy; 5) Các loại phụ gia khác.

Bảng 1-20. Yêu cầu vật lý với phụ gia khoáng hoạt tính nghiền mịn
(theo 14TCN 105-1999)

Loại phụ gia	Độ mịn, %, còn lại trên sàng 0,08, max	Chỉ số hoạt tính đối với xi măng, % so với đối chứng, min		Thời gian ninh kết		Độ ổn định thể tích theo Le Chatelier mm, max	Độ bền nở sunfat (*) 14 ngày, %, max		Độ giảm nguy hiểm ăn mòn kiềm - cốt liệu (**) 14 ngày, %, min
		7 ngày	28 ngày	Bắt đầu, không sớm hơn	Kết thúc, không muộn hơn		Trung bình	Cao	
Xỉ hạt lò cao nghiền mịn	15	75	75	45 phút	10 giờ	10	0,10	0,05	75
Puzolan tự nhiên nghiền mịn	15	75	75	45 phút	10 giờ	10	0,10	0,05	75
Tro bay	15	75	75	45 phút	10 giờ	10	0,10	0,05	75
Muội silic	5	85	-	45 phút	10 giờ	10	0,10	0,05	80

(*) Chỉ áp dụng một giá trị cụ thể.
(**) Chỉ áp dụng khi bê tông chế tạo với cốt liệu được xem là có hoạt tính nguy hiểm với kiềm trong xi măng.

1.3.4.2.1. Các loại phụ gia cuốn khí (air entraining admixtures)

Được dùng nhằm đưa các bọt không khí vào phân bố đều và ổn định trong bê tông. Chúng cải thiện được tính bền vững của bê tông trước các hiện tượng đông băng, tan băng, giúp bề mặt bê tông đỡ bị các bong tróc, gây ra bởi các hoá chất dùng làm tan băng trên mặt đường. Chúng cũng có thể tăng được tính lưu động cho bê tông tươi, giảm bớt được tính phân tầng hay tách nước.

Có nhiều vật liệu có khả năng hoạt động như phụ gia cuốn khí. Lại cũng có những vật liệu như hidro peroxit, bột nhôm v.v... có thể dùng để đưa bọt khí vào hỗn hợp xi măng nhưng không được coi là phụ gia cuốn khí bởi chúng không sinh ra được hệ thống bọt khí đủ tác dụng chống đông băng, tan băng.

Vì ở Việt Nam không có yêu cầu phòng chống hiện tượng đông băng, tan băng, còn tác dụng tăng tính lưu động cho bê tông thì cũng có thể đạt được bằng biện pháp khác nên việc sử dụng loại phụ gia này cần cân nhắc kỹ.

1.3.4.2.2. Phụ gia tăng nhanh đóng rắn, giảm n-ớc và điều chỉnh ninh kết đóng rắn

Tiêu chuẩn ngành thủy lợi về phụ gia hoá cho bê tông 14TCN 104-1999, tương ứng với tiêu chuẩn Mỹ ASTM C 494-92, đã xếp chúng theo 07 loại phụ gia: Loại A - phụ gia giảm nước; Loại B - phụ gia chậm đông kết; Loại C - phụ gia tăng nhanh đóng

rắn; Loại D - phụ gia giảm nước và làm chậm đông kết; Loại E - phụ gia giảm nước và đông rắn nhanh; Loại F - phụ gia siêu dẻo (giảm nước bậc cao); Loại G - phụ gia siêu dẻo làm chậm đông kết. Các yêu cầu kỹ thuật của chúng được cho trong bảng 1-21.

1.3.4.2.3. Các loại phụ gia dùng cho bê tông chảy

Bê tông chảy (flowing concrete) là loại bê tông cho độ sụt lớn hơn 190 mm, dùng để thi công ở nơi bê tông có yêu cầu tự lên mà vẫn có độ nhớt cần thiết, không để xảy ra hiện tượng quá phân tầng, tách nước hay chậm đông rắn bất thường. Nếu sản xuất loại bê tông này bằng cách thêm lượng nước thì chất lượng bê tông sẽ rất xấu và như vậy phải dùng các loại phụ gia chuyên dụng như các loại sunfonat naptalen, sunfonat melamin, lignosunfonat biến tính v.v...

1.3.4.2.4. Các loại phụ gia hoá học khác

Tiểu ban 212 của ACI đã liệt kê danh sách một số phụ gia hoá khác: 1) Phụ gia tạo khí (tạo bọt); 2) Phụ gia làm vữa chảy; 3) Phụ gia tăng nở; 4) Phụ gia neo (giữ bê tông cũ và mới trong sửa chữa); 5) Phụ gia trợ bơm; 6) Phụ gia tạo màu; 7) Phụ gia diệt nấm khuẩn; 8) Phụ gia chống ẩm; 9) Phụ gia hạn chế tính thấm nước; 10) Phụ gia hạn chế tương tác của phản ứng silic-kiềm; 11) Phụ gia ức chế ăn mòn kim loại...

Dưới đây giới thiệu qua một vài phụ gia nói trên:

a. Phụ gia tạo khí (gas forming admixtures):

Để tăng hàm lượng khí trong bê tông, giúp hỗn hợp bê tông đỡ tách nước, phân tầng... Các phụ gia sinh ra hiệu ứng này là hydro peroxit sinh ra oxy; bột nhôm sinh ra hydro và một số cacbon hoạt tính mà không khí hấp thụ trong đó được giải phóng ra. Bột nhôm được dùng rộng rãi để tạo khí, loại bột nhôm được ưa dùng hơn dù rằng loại mịn có thể được dùng khi cần một phản ứng thấp hơn. Lưu ý không lẫn với phụ gia cuốn khí nói ở 1.3.4.2.1.

b. Phụ gia để làm vữa lỏng:

Phụ gia này làm lỏng vữa, nên được dùng cho bê tông có cốt liệu đặt trước, đòi hỏi độ linh động rất lớn và các cỡ hạt lớn không bị lắng đọng xuống; làm vữa không co v.v...

Làm vữa rót trong bê tông đặt cốt liệu trước, thường kết hợp các loại phụ gia giảm nước cùng với loại phụ gia ngăn ngừa phân tầng của cốt liệu thô. Làm vữa rót không có thể dùng các phụ gia tạo bọt hoặc phụ gia gây nở, hoặc cả hai.

c. Phụ gia gây nở:

Được dùng để giảm bớt hiệu quả co khô.

Vật liệu dùng phổ biến nhất là sự kết hợp sắt hạt hoặc sắt vụn cùng với các hoá chất để tạo cho sắt được oxi hoá. Quá trình nở sẽ là lớn nhất nếu hỗn hợp được luân phiên chịu khô, ẩm. Xi măng nở được dùng trong các công trình lớn khi cần có mức nở đồng nhất.

d. Phụ gia để làm phụ gia neo (liên kết):

Được chế tạo đặc biệt để dùng cùng xi măng Pooclang nâng cao tính chất dính kết.

Thường gồm một nhũ tương polime hữu cơ như latex, được chế biến sao cho thích hợp với bản chất kiềm của vữa xi măng Poocăng và các ion có mặt. Nhũ tương không bền thì bị đóng cục lại trong hỗn hợp và không dùng được.

e. Phụ gia làm chất trợ bơm:

Là các loại phụ gia chỉ có nhiệm vụ duy nhất là cải thiện tính bơm. Thông thường chúng không được dùng trong bê tông không bơm hoặc bê tông đã bơm rồi.

Nhiều chất trợ bơm là những chất sền sệt, làm tăng tính chất bám dính của bê tông. Có 5 loại phụ gia làm mỏng: 1) Chất tổng hợp tan trong nước và các polime hữu cơ thiên nhiên tăng được tính nhớt của nước; 2) Chất kết tụ hữu cơ - cacboxyl chứa styren copolime, các chất điện ly tổng hợp; 3) Nhũ tương của vật liệu hữu cơ như parafin, nhựa than, atphan, acrylic và các polime khác; 4) Vật liệu vô cơ có tỷ diện mặt ngoài lớn như bentonit biến tính hữu cơ, silicafume; 5) Vật liệu vô cơ dạng mịn như tro bay, các vật liệu puzolan thiên nhiên hoặc được xử lý nhiệt...

g. Phụ gia để làm giảm tính thấm n-ớc:

Tính thấm là nói về tốc độ nước thấm qua mẫu bê tông bão hoà nước, dưới một gradient thủy lực. Các bột khoáng (nhất là tro bay, puzolan thiên nhiên hay đã qua xử lý, một lượng nhỏ bentonit, silicafume) có tỷ lệ phối trộn hợp lý, giảm được tính thấm của hỗn hợp có hàm lượng xi măng tương đối thấp. Việc giảm bớt tổng hàm lượng nước bằng cách dùng phụ gia giảm nước có thể giảm bớt phần nào tổng lỗ rỗng, tuy nhiên chưa có đủ số liệu chứng tỏ sự thấm được giảm đi đáng kể; dùng phụ gia siêu dẻo thì thấy có. Xem yêu cầu đối với phụ gia loại này trong bảng 1-22.

h. Phụ gia hoá học để giảm bớt sự nở của kiềm-cốt liệu:

Có báo cáo cho là có thể dùng các muối hoà tan của lithium, bari, một số phụ gia cuốn khí, phụ gia giảm nước-chậm ninh kết. Có thông tin cho rằng sự hạn chế này được tăng nhiều nếu dùng 1% muối lithium và từ 2 đến 7% một loại muối bari so với trọng lượng xi măng. Dùng muối của vật liệu có tính chất protein và vật liệu giảm nước chậm ninh kết có thể tạo mức hạn chế trung bình.

i. Phụ gia ức chế ăn mòn:

Có nhiều hoá chất được đánh giá là phụ gia ức chế được ăn mòn thép bởi clorua như: crômat, photphat, kiềm, nitrit, florua. Được nói đến nhiều hơn như là canxi, natri benzoat, canxi lignosulfonat, natri nitrit.

1.3.5. Các tính chất chủ yếu của bê tông

1.3.5.1. Độ sụt (độ dẻo) và độ cứng của hỗn hợp bê tông

Là hai chỉ tiêu biểu thị tính dễ thi công của hỗn hợp bê tông mới trộn, đang ở trạng thái dẻo. Độ sụt đo bằng thiết bị nón cụt, độ cứng đo bằng nhớt kế Vebe.

Hỗn hợp bê tông thủy công được phân loại theo bảng 1-23 và phải phù hợp các yêu cầu trong bảng 1-24.

Bảng 1-21. Yêu cầu kỹ thuật với phụ gia hoá cho bê tông
 (theo 14TCN 104-1999, tương đương ASTM 494/C 494M-99a)

Chỉ tiêu kỹ thuật	Giảm nước hoá dẻo (A)	Làm chậm ninh kết (B)	Tăng nhanh đóng rắn (C)	Giảm nước và chậm ninh kết (D)	Giảm nước và đóng rắn nhanh (E)	Giảm nước cao (F)	Giảm nước cao và chậm ninh kết (G)
1. Hàm lượng nước, max, %, so với đối chứng ..	95	....	...	95	95	88	88
2. Thời gian ninh kết, sai số cho phép so với đối chứng, giờ:phút:							
<u>Bắt đầu</u> : ít nhất... không nhiều hơn...	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1: 30	Muộn hơn 1: 00 Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 Sớm hơn 3: 30	Muộn hơn 1: 00 Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 Sớm hơn 3: 00	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1:30	Muộn hơn 1: 00 Muộn hơn 3: 30
<u>Kết thúc</u> : ít nhất không nhiều hơn	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1: 30	..... Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 .....	..... Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 .....	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1:30	..... Muộn hơn 3 : 30

Chỉ tiêu kỹ thuật	Giảm nước hoá dẻo (A)	Làm chậm ninh kết (B)	Tăng nhanh đóng rắn (C)	Giảm nước và chậm ninh kết (D)	Giảm nước và đóng rắn nhanh (E)	Giảm nước cao (F)	Giảm nước cao và chậm ninh kết (G)
1. Hàm lượng nước, max, %, so với đối chứng ..	95	....	...	95	95	88	88
2. Thời gian ninh kết, sai số cho phép so với đối chứng, giờ:phút:							
<u>Bắt đầu</u> : ít nhất... không nhiều hơn...	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1: 30	Muộn hơn 1: 00 Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 Sớm hơn 3: 30	Muộn hơn 1: 00 Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 Sớm hơn 3: 00	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1:30	Muộn hơn 1: 00 Muộn hơn 3: 30
<u>Kết thúc</u> : ít nhất không nhiều hơn	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1: 30	..... Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 .....	..... Muộn hơn 3: 30	Sớm hơn 1: 00 .....	..... Sớm hơn 1: 00 và muộn hơn 1:30	..... Muộn hơn 3 : 30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hàm lượng muối magiê mg/l	Không ăn mòn	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000	≤ 2000	≤ 2500	≤ 3000	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000
	Ăn mòn yếu	$1001 \div 1500$	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$	$2001 \div 2500$	$2501 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$1001 \div 1500$	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$
	Ăn mòn trung bình	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$2501 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$4001 \div 5000$	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$	$3001 \div 4000$
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	> 3000	> 4000	Không được phép sử dụng	> 4000	> 5000	Không được phép sử dụng	> 3000	> 4000
Hàm lượng kiềm mạnh	Không ăn mòn	≤ 50	≤ 60	≤ 80	≤ 80	≤ 90	≤ 100	≤ 30	≤ 50	≤ 60
	Ăn mòn yếu	$51 \div 60$	$61 \div 80$	$81 \div 90$	$91 \div 100$	$101 \div 120$	$31 \div 50$	$51 \div 60$	$51 \div 60$	$61 \div 80$
	Ăn mòn trung bình	$61 \div 80$	$81 \div 100$	$101 \div 150$	$91 \div 100$	$101 \div 120$	$121 \div 170$	$51 \div 60$	$61 \div 80$	$81 \div 120$
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	$101 \div 150$	$151 \div 170$	Không được phép sử dụng	$171 \div 200$	$171 \div 200$	Không được phép sử dụng	$81 \div 120$	$126 \div 150$

Ghi chú:

- 1 - Ghi chú ⁽¹⁾, ⁽²⁾, ⁽³⁾ như trong bảng 1-38 .
- 2 - Khi đánh giá mức độ tác động ăn mòn của môi trường nước trên bê tông khối lớn ít cốt thép, thì chỉ số pH của bê tông có độ đặc chắc bình thường lấy bằng chỉ số pH của bê tông có độ đặc chắc cao nêu trong bảng này, còn chỉ số pH của bê tông có độ đặc chắc cao lấy như đối với bê tông có độ đặc chắc đặc biệt.
- 3 - Trong trường hợp có sự tác động của axit hữu cơ với độ đậm đặc cao lên kết cấu, thì việc đánh giá tác động ăn mòn bằng độ pH sẽ không chính xác, cho nên độ ăn mòn cần được xác định trên cơ sở các số liệu thực nghiệm.
- 4 - Giá trị của a và b được tra trong bảng 1-40.

1.3.5.2. Mác và cường độ của bê tông

1.3.5.2.1. Mác (mác thiết kế) của bê tông: Là cường độ nén cần có theo nhiệm vụ thiết kế. TCVN 6025:1995 qui định chung là theo thí nghiệm ở tuổi 28 ngày, tính theo MPa (N/mm²). Với các kết cấu bê tông của công trình chỉ bắt đầu chịu lực ở tuổi dài ngày, nên đề nghị cho phép làm với tuổi 60, 90 ngày. Có các mác M10, M15, M20, M25, M30, M40, M45 v.v... Sau tên mác, ghi thêm tuổi trong ngoặc đơn, thí dụ M 25(28).

1.3.5.2.2. C-ờng độ nén của bê tông: Cường độ thực tế của mẫu kiểm tra, xác định trên mẫu chuẩn lập phương có kích thước 150x150x150mm, bảo dưỡng và thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn, tính bằng MPa (N/mm²) hoặc daN/cm² (kG/cm²). Khi thí nghiệm với các mẫu không có kích thước trên, kết quả phải được phòng thí nghiệm tính chuyển đổi.

1.3.5.2.3. C-ờng độ kéo khi uốn (c-ờng độ uốn): Được xác định trên mẫu chuẩn hình dầm có kích thước 150x150x600mm và được tính bằng MPa (N/mm²) hoặc daN/cm² (kG/cm²). Khi bê tông được làm bằng các vật liệu thông thường, có thể có một tương quan (chỉ để tham khảo) về cường độ nén và cường độ kéo khi uốn.

Bảng 1-22. Yêu cầu kỹ thuật với phụ gia giảm tính thấm nước
(theo 14 TCN 106-1999)

Chỉ tiêu	Phụ gia dạng bột	Phụ gia dạng lỏng
1. Cường độ nén tuổi 3, 7, 28, 90 và 360 ngày, tối thiểu, %, so với đối chứng	90	90
2. Cường độ uốn tuổi 3, 7, 28 ngày, tối thiểu, %, so với đối chứng	90	90
3. Thay đổi chiều dài, co ngót tối đa:		
- % so với đối chứng	135	135
- Trị số tuyệt đối so với đối chứng, mm	0,8	0,8
4. Độ đồng nhất :		
- Hàm lượng chất khô, % sai số tối đa	5	5
- Khối lượng riêng, % sai số tối đa so với giá trị công bố của nhà sản xuất	-	10
- Độ mịn, % sai số so với giá trị công bố của nhà sản xuất	5	-
- Độ ẩm, % tối đa	5	-
Độ hút nước của bê tông, 28 ngày, % so với đối chứng, tối đa	65	
Độ chống thấm nước của bê tông, 28 ngày, cao hơn đối chứng, tối thiểu	01 mác	
Mác chống thấm nước của bê tông, so với thiết kế, tối thiểu	Đạt	

Bảng 1-23. Phân loại bê tông theo độ sụt và độ cứng (14 TCN 64-2002)

Loại hỗn hợp bê tông	Độ sụt, cm	Độ cứng, giây
- Hỗn hợp bê tông chảy	lớn hơn 15	0
- Hỗn hợp bê tông dẻo	từ 4 đến 15	0
- Hỗn hợp bê tông kém dẻo	từ 1 đến 3	từ 15 đến 25
- Hỗn hợp bê tông khô	0	từ 30 đến 200

Bảng 1-24. Độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông tại nơi đổ
(14 TCN 64-2002)

Loại kết cấu bê tông và bê tông cốt thép	Độ cứng, giây	Độ sụt, cm			
		Cát trung bình và lớn ($M_{dl} \geq 2$)		Cát nhỏ $1,5 \leq M_{dl} \leq 2$	
		Không pha phụ gia giảm nước	Có pha phụ gia giảm nước	Không pha phụ gia giảm nước	Có pha phụ gia giảm nước
- Bê tông khối lớn và kết cấu bê tông cốt thép có hàm lượng thép ít hơn 0,5%	7 ÷ 11	2 ÷ 4	1 ÷ 3	1 ÷ 3	1 ÷ 2
- Kết cấu bê tông ít cốt thép có hàm lượng thép từ 0,5 đến 1%	5 ÷ 7	4 ÷ 8	3 ÷ 6	3 ÷ 6	2 ÷ 5
- Kết cấu bê tông cốt thép có hàm lượng thép lớn hơn 1%	3 ÷ 5	8 ÷ 14	6 ÷ 10	6 ÷ 10	5 ÷ 8

Ghi chú: Phụ gia giảm nước là phụ gia hoá dẻo hoặc siêu dẻo.

Bảng 1.25 - Tương quan cường độ nén kéo khi uốn (chỉ để tham khảo)

Cường độ nén, MPa / Cường độ kéo khi uốn, MPa						
15/2,5	20/3,0	25/3,5	30/4,5	35/4,5	40/5,0	50/5,5

1.3.5.2.4. Cường độ kéo khi bẻ: Được xác định trên mẫu hình trụ hoặc mẫu lập phương 150x150x150 mm.

1.3.5.3. Độ chống thấm nước

1.3.5.3.1. Ký hiệu là B hay CT, đơn vị biểu thị là daN/cm², được xác định bằng áp lực nước tối đa khi mẫu còn chưa thấm ở tuổi 28 ngày (14TCN 63-2002), thí nghiệm theo TCVN 3116:1993. Khi kết cấu công trình chỉ phải chịu áp lực nước thiết kế ở tuổi dài ngày thì nên đề nghị xác định tính chống thấm nước ở tuổi 60 hoặc 90 ngày. Phân loại như trong bảng 1-26.

Bảng 1-26. Qui định về mức chống thấm nước của bê tông thủy công
(theo 14TCN - 2002)

Mức chống thấm nước (B hoặc CT)	Chịu áp lực nước tối đa
B-2 (CT-2)	không nhỏ hơn 2 daN/cm ²
B-4 (CT-4)	không nhỏ hơn 4 daN/cm ²
B-6 (CT-6)	không nhỏ hơn 6 daN/cm ²
B-8 (CT-8)	không nhỏ hơn 8 daN/cm ²
B-10 (CT-10)	không nhỏ hơn 10 daN/cm ²
B-12 (CT-12)	không nhỏ hơn 12 daN/cm ²

Ghi chú: Độ chống thấm nước của bê tông cũng còn được qui định theo hệ số thấm K_f (cm/s), như theo 14TCN 65-2002.

1.3.5.3.2. Yêu cầu về mức chống thấm của bê tông thủy công ở dưới nước và ở vùng mực nước biến đổi được xác định theo đặc điểm của kết cấu và cột nước tác dụng lớn nhất lên kết cấu công trình như trong bảng 1-27.

Bảng 1-27. Yêu cầu về mức chống thấm của bê tông thủy công ở dưới nước và ở vùng mực nước biến đổi (theo 14TCN - 2002)

Tỉ số giữa cột nước tác dụng lớn nhất và bề dày kết cấu hoặc bề dày lớp bên ngoài của kết cấu (gradient)	Mức chống thấm (B hoặc CT)
Nhỏ hơn 5	B-4
Từ 5 đến 10	B-6
Lớn hơn 10	B-8
<p><i>Ghi chú:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lớp bên ngoài kết cấu được quy định là lớp có chiều dày bé hơn hoặc bằng 2 m (tùy điều kiện về yêu cầu chống thấm và công nghệ thi công). - Mức chống thấm nước của bê tông ở bên trong kết cấu công trình được lựa chọn theo qui phạm thiết kế. 	

1.3.5.3.3. Tương quan giữa cường độ nén và mức chống thấm nước của bê tông theo áp lực nước tối đa ghi trong bảng 1-28. Bảng này chỉ có giá trị tham khảo. Để xác định mức chống thấm của bê tông, phải thông qua thí nghiệm.

Bảng 1-28. Bảng tham khảo tương quan giữa cường độ nén và mức chống thấm nước của bê tông thủy công (theo 14TCN 63-2002)

R_n (MPa)	15	20	25	30	35	40	50 ÷ 60
B (CT)	2	4	6	8	10	12	> 12

1.3.5.4. Độ chống bào mòn của dòng chảy

Cần được xét đến khi dòng nước chảy qua mặt bê tông với tốc độ cao và có mang cát, có thể gây bào mòn. Đây là một kiểm tra chuyên sâu và cần được làm trong phòng thí nghiệm có thiết bị chuyên dùng.

1.3.5.5. Tính bền chắc của bê tông thủy công trước môi trường nước ăn mòn

Nước ta có bờ biển dài và thềm lục địa rộng lớn. Để bê tông thủy công dùng trong các khu vực đó có được tính bền chắc là việc rất quan trọng. Các nội dung này sẽ được trình bày trong mục 1.3.7.

1.3.5.6. Các tính chất biến dạng của bê tông

1.3.5.6.1. Biến dạng co ngót khô:

Biểu thị bằng độ co khô. Xác định theo TCVN 3117 : 1993. Khi không có số liệu thí nghiệm, có thể dùng $1,5 \times 10^{-4}$.

1.3.5.6.2. Biến dạng nhiệt của bê tông:

Biểu thị bằng hệ số dẫn nở nhiệt α . Nó biểu thị trị số dẫn dài ra (hoặc co ngắn lại) của độ dài đơn vị, khi nhiệt độ tăng hoặc hạ 1°C . Giá trị α của bê tông thường vào khoảng $(0,6 \div 1,2) \times 10^{-5}$. Trong thiết kế có thể lấy $\alpha = 1 \times 10^{-5}$.

1.3.5.6.3. Biến dạng d- ới tác dụng của tải trọng dài hạn:

Biến dạng từ biến của bê tông, được biểu thị trong hình 1.3, lúc đầu tăng rất nhanh, sau 2-3 năm có xu thế ổn định. Hiện tượng suy giảm này gọi là "đảo". Tỷ số giữa ứng suất sau khi đảo và ứng suất ban đầu gọi là hệ số đảo.

1.3.5.6.4. Mô đun đàn hồi E:

Mô đun đàn hồi E được xác định theo TCVN 5726:1993. Nếu thiếu tài liệu thí nghiệm, có thể dùng công thức sau:

$$E \text{ (daN/cm}^2\text{)} = \frac{10^6}{2,2 + \frac{330}{R_{28}}}$$

trong đó R_{28} - cường độ bê tông 28 ngày tuổi.

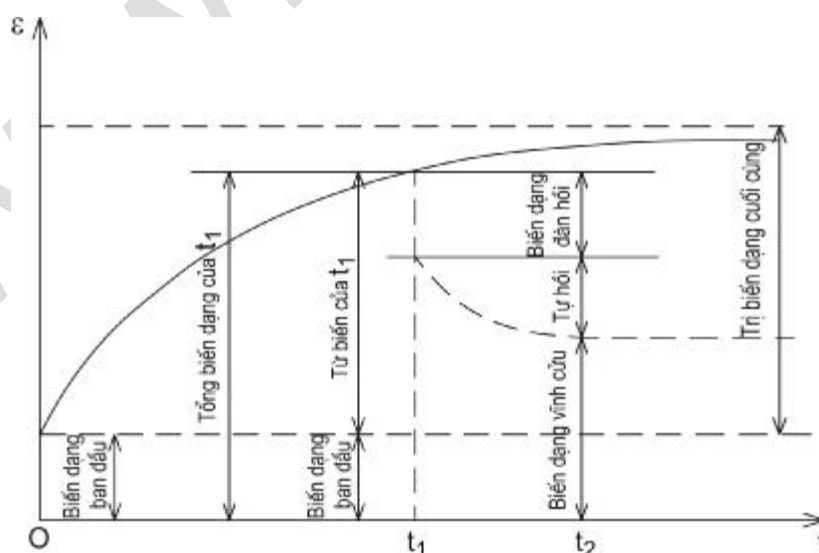
Có thể tham khảo một số trị số mô đun đàn hồi của bê tông cho ở bảng 1-29.

Bảng 1-29. Trị số tham khảo mô đun đàn hồi của bê tông

Mác bê tông	Mô đun đàn hồi E (daN/ cm ²)	Mác bê tông	Mô đun đàn hồi E (daN/ cm ²)
10	$1,85 \times 10^5$	30	$3,00 \times 10^5$
15	$2,30 \times 10^5$	40	$3,30 \times 10^5$
20	$2,60 \times 10^5$	60	$3,65 \times 10^5$
25	$2,85 \times 10^5$		

1.3.5.7. Tính năng nhiệt học của bê tông

Tính năng nhiệt học của bê tông gồm: Hệ số dẫn nhiệt của bê tông, nhiệt dung riêng, hệ số khuếch tán nhiệt, hệ số truyền nhiệt v.v... Chúng chủ yếu được quyết định bởi tính chất nhiệt học của cốt liệu thô, mịn và hàm lượng của chúng. Xem giới thiệu ở bảng 1-30.



Hình 1-3. Biến dạng từ biến của bê tông

1.3.6. Chọn các thông số trong thành phần bê tông thủy công

Thiết kế thành phần bê tông phải bảo đảm được các yêu cầu kỹ thuật như mác bê tông, độ chống thấm nước, chống xâm thực v.v..., thỏa mãn được các điều kiện thi công như kích thước kết cấu, mật độ cốt thép, phương tiện thi công v.v... Có nhiều phương pháp thiết kế khác nhau, nhưng nói chung đều qua thiết kế ban đầu, thí nghiệm kiểm tra và có điều chỉnh tiếp. Kết quả thí nghiệm đạt được và giá trị kinh tế sản phẩm là tiêu chí so sánh cuối cùng.

Dưới đây sẽ không giới thiệu một phương pháp cụ thể nào mà giới thiệu cách chọn một số tham số kỹ thuật ban đầu mà phương pháp thiết kế nào cũng phải tôn trọng. Các bảng số trích từ các TCN của ngành và của tài liệu "Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại" do Bộ Xây dựng Việt Nam (viết tắt là BXD) xuất bản năm 2000.

Bảng 1-30. Tính năng nhiệt học của bê tông

Tính năng	Ký hiệu	Đơn vị	Thuyết minh	Trị số tham khảo
Hệ số dẫn nhiệt	λ	kCal/mgiờ°C	Nhiệt lượng truyền dẫn được trên diện tích một m ² , mỗi giờ, qua bê tông dày 1m và chênh nhau 1°C.	2,3
Nhiệt dung riêng	C	kCal/ kg°Cgiờ	Nhiệt lượng cần thiết để nhiệt độ một đơn vị khối lượng bê tông tăng được 1°C.	0,24
Hệ số khuếch tán nhiệt	α	m ² /giờ	Biểu thị khả năng khuếch tán nhiệt khi bê tông được gia nhiệt hoặc nguội đi: $\alpha = \frac{\lambda}{C\gamma_0}$	0,004
Hệ số truyền nhiệt	β	kCal/ m ² giờ°C	Nhiệt lượng qua được bề mặt bê tông lộ thiên, trên diện tích mỗi m ² , mỗi giờ đồng hồ khi chênh lệch nhiệt độ của bê tông và không khí là 1°C	20 (mùa đông) 16 (mùa hè)

1.3.6.1. Chọn độ sụt cho hỗn hợp bê tông: Lấy theo bảng 1-24.

1.3.6.2. Chọn đường kính lớn nhất (D_{\max}) của đá

Kích thước hạt lớn nhất (D_{\max}) của cốt liệu lớn phải phù hợp với quy định sau:

a) Không được vượt quá 2/3 khoảng cách thực giữa 2 thanh cốt thép và không được vượt quá 1/3 chiều dày nhỏ nhất của kết cấu công trình.

b) Khi đổ bê tông bản, không được vượt quá 1/2 chiều dày của bản.

c) Khi dùng máy trộn có dung tích lớn hơn 0,8m³, không được vượt quá 120mm; khi dung tích bé hơn 0,8m³ không được vượt quá 80mm.

d) Khi vận chuyển bê tông bằng bơm, kích thước hạt lớn nhất không được lớn hơn 0,4 đường kính trong của vòi bơm đối với sỏi và 0,33 đối với đá dăm.

e) Khi đổ bê tông bằng ống vòi voi, kích thước hạt lớn nhất không lớn hơn 1/3 chỗ nhỏ của đường kính ống.

1.3.6.3. Chọn lượng nước trộn

Lượng nước trộn ban đầu cần cho 1 m³ bê tông ghi ở bảng 1.31.

Bảng 1-31 đã được lập với đá dăm, xi măng PC và có giá trị không đổi khi hàm lượng xi măng ở trong khoảng 200÷400 kg/m³ bê tông.

Khi hàm lượng xi măng trên 400 kg/m³ thì mỗi khi tăng thêm 10 kg xi măng, lấy thêm 1 lít nước. Khi cốt liệu lớn là sỏi, lấy giảm lượng nước đi 10 lít. Khi dùng xi măng poocăng hỗn hợp PCB, lượng nước lấy thêm 10 ÷ 15 lít. Khi dùng cát có $M_{dl}=1÷1,4$, tăng lượng nước 5 lít; cát có $M_{dl} > 3$, giảm lượng nước đi 5 lít.

Bảng 1-31. Lượng nước trộn ban đầu cần cho 1 m³ bê tông, lít (theo BXD)

Độ sụt, cm	Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn 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
1-2	195	190	185	185	180	175	170	170	165	165	160	155
3-4	205	200	195	195	190	185	185	180	175	175	170	165
5-6	210	205	200	200	195	190	190	185	180	180	175	170
7-8	215	210	205	205	200	195	195	190	185	185	180	175
9-10	220	215	210	210	205	200	200	195	190	190	185	180
11-12	225	220	215	215	210	205	205	200	195	195	190	185

1.3.6.4. Chọn tỉ lệ xi măng-nước X/N

1.3.6.4.1. Với loại bê tông lấy mác bê tông theo cường độ nén tuổi 28 ngày để tính thì chọn X/N theo:

a. Với $X/N \leq 2,5$:
$$\frac{X}{N} = \frac{R_n}{A \cdot R_x} + 0,5$$

b. Với $X/N > 2,5$:
$$\frac{X}{N} = \frac{R_n}{A_1 R_x} - 0,5$$

Trong đó R_x là cường độ thực tế của xi măng, theo MPa; R_n là cường độ bê tông, theo MPa, lấy bằng mác bê tông cần có theo cường độ nén nhân với hệ số an toàn 1,1÷1,5; A và A_1 là các hệ số chất lượng vật liệu lấy theo bảng 1-32.

Bảng 1-32. Hệ số chất lượng vật liệu A và A₁ (theo BXD)

Chất lượng vật liệu	Chỉ tiêu đánh giá	Hệ số A và A ₁ ứng với xi măng thử cường độ theo					
		TCVN 6016:1995		TCVN 4032:1985		Theo phương pháp nhanh	
		A	A ₁	A	A ₁	A	A ₁
Tốt	- Xi măng hoạt tính cao, không trộn phụ gia thủy - Đá sạch, đặc chắc, cường độ cao, cấp phối hạt tốt - Cát sạch, M _{dl} = 2,4÷2,7	0,54	0,34	0,60	0,38	0,47	0,30
Trung bình	- Xi măng hoạt tính trung bình, Pooc lăng hỗn hợp chứa 10 ÷15% phụ gia thủy - Đá chất lượng phù hợp với TCVN 1771:1987 - Cát chất lượng phù hợp với TCVN 1770:1986, M _{dl} =2,0÷3,4	0,50	0,32	0,55	0,35	0,43	0,27
Kém	- Xi măng hoạt tính thấp, Pooc lăng hỗn hợp chứa trên 15% phụ gia thủy - Đá có 01 chỉ tiêu chưa phù hợp TCVN 1772: 1987 - Cát mịn	0,45	0,29	0,5	0,32	0,40	0,25

1.3.6.4.2. Khi thiết kế chỉ định mác bê tông không phải ở tuổi 28 ngày thì để xác định tỉ lệ X/N, cường độ bê tông ở các tuổi này (R₁) được quy đổi về cường độ bê tông tuổi 28 ngày theo công thức $R_{28} = R_1 / k_1$ với hệ số k₁ cho ở bảng 1-33.

Bảng 1-33. Hệ số quy đổi cường độ nén của bê tông ở các tuổi về cường độ nén ở tuổi 28 ngày (theo 14TCN 63-2002)

Tuổi bê tông ngày	3	7	28	60	90	180
k ₁	0,5	0,7	1	1,1	1,15	1,2

1.3.6.4.3. Đối với bê tông có yêu cầu đạt đồng thời cường độ nén và độ chống thấm nước, tỉ lệ X/N tính được theo mục 1.3.6.4.1 cần đem so sánh với các giá trị trong bảng 1-34. Nếu giá trị tính được lớn hơn giá trị ở bảng 1-34 thì lấy giá trị đã tính. Nếu nhỏ hơn thì lấy theo giá trị ở bảng 1-34.

Bảng 1-34. Tỉ lệ X/N tối thiểu đối với bê tông cần chống thấm nước (theo BXD)

Độ chống thấm nước cần có, daN/cm ²	B2 (CT2)	B4 (CT4)	B6 (CT6)	B8 (CT8)	B10 (CT10)	B12 (CT12)
X/N tối thiểu (N/X tối đa)	1,65 (0,6)	1,80 (0,55)	2,0 (0,50)	2,2 (0,45)	2,4 (0,42)	2,5 (0,40)

1.3.6.4.4. Khi bê tông dùng trong môi trường nước mềm, giá trị X/N tính được theo công thức mục 1.3.6.3.1 cần đem so sánh với các giá trị trong bảng 1-35. Nếu giá trị tính được lớn hơn giá trị ở bảng 1-35 thì lấy giá trị đã tính. Nếu nhỏ hơn thì lấy theo giá trị ở bảng 1-35.

Bảng 1-35. Tỷ lệ X/N tối thiểu cho bê tông trong môi trường nước mềm (theo BXD)

Điều kiện làm việc của bê tông kết cấu	X/N tối thiểu (hoặc N/X tối đa)
Vùng thay đổi mực nước	
- Có dòng chảy, không có đất hoặc hệ số thấm của đất xung quanh cao	2,2 (0,45)
- Có dòng chảy, hệ số thấm của đất thấp	2,1 (0,47)
- Không có dòng chảy	2,0 (0,50)
Vùng ngập nước	
- Có áp lực	2,0 (0,5)
- Không có áp lực	1,8 (0,55)
<i>Ghi chú:</i> Bảng được xây dựng trên cơ sở thí nghiệm với xi măng mác 30 MPa. Khi dùng xi măng 40 MPa, có thể lấy X/N thấp hơn 0,2 giá trị trong bảng.	

1.3.6.5. Xác định vật liệu cho một mẻ trộn hỗn hợp bê tông

1.3.6.5.1. Xác định hệ số sản lượng (hệ số ra bê tông) β :

$$\beta = \frac{1}{\frac{X}{\rho_{vx}} + \frac{C}{\rho_{vc}} + \frac{D}{\rho_{vd}}}$$

trong đó:

X, C, D - khối lượng xi măng, cát, đá (sỏi) trong $1m^3$ bê tông, kg (tính theo chỉ dẫn BXD);

ρ_{vx} , ρ_{vc} , ρ_{vd} - khối lượng thể tích xốp (đổ đồng) của xi măng, cát, đá (sỏi), tính bằng kg/m^3 . Số liệu thường gặp: $\rho_{vx}=1100\div1300 kg/m^3$;
 $\rho_{vc}=1350\div1450 kg/m^3$; $\rho_{vd}=1350\div1450 kg/m^3$; $\rho_{vs}=1500\div1550 kg/m^3$.

1.3.6.5.2. Thể tích bê tông $V_{mê}$ tối đa có thể trộn 1 mẻ trong thùng máy dung tích $V_{máy}$:

$$V_{mê} = \beta \cdot V_{máy}$$

1.3.6.5.3. Vật liệu thực tế cho một mẻ trộn máy X_1 , C_1 , D_1 , N_1 :

$$X_1 = X_h \cdot V_{mê}; \quad C_1 = C_h \cdot V_{mê};$$

$$D_1 = D_h \cdot V_{mê}; \quad N_1 = N_h \cdot V_{mê};$$

trong đó các trị số X_h , C_h , D_h , N_h là khối lượng xi măng, cát, đá, nước đã điều chỉnh theo thực tế hiện trường.

1.3.7. Đánh giá sự ăn mòn bê tông của môi trường nước (theo Matxcovin V.M)

1.3.7.1. Phân loại ăn mòn của Matxcovin V. M

Theo Matxcovin V. M, các quá trình ăn mòn được chia làm ba dạng: ăn mòn dạng I, đặc trưng bằng sự thải kiềm của các nhân tố hoà tan của bê tông; ăn mòn dạng II đặc trưng bởi sự tạo nên những hợp chất hay hoá chất hoà tan không có tính chất kết dính do kết quả của các phản ứng trao đổi giữa các phân tử của đá, xi măng và chất lỏng-môi trường ăn mòn và ăn mòn dạng III đặc trưng bởi sự hợp thành hoặc tích tụ trong bê tông những chất muối ít hoà tan và có đặc tính làm tăng thể tích trong bê tông mà bê tông đã đóng rắn. Phân ra ba mức ăn mòn yếu, ăn mòn trung bình, ăn mòn mạnh theo các chỉ tiêu trong bảng 1-36 và cần chú ý các điểm sau đây:

1. Mức độ ăn mòn của môi trường được qui định với các điều kiện sau đây: Nhiệt độ của chất lỏng từ 0 đến 50°C; các kết cấu chịu tác dụng của môi trường ăn mòn khi có cột áp thủy tĩnh từ một phía không lớn hơn 10m hoặc không có cột áp thủy tĩnh; các kết cấu ở trong nước hoặc trong đất có hệ số thấm lớn hơn 0,1m/ngày đêm.

2. Nếu chất lỏng chứa các chất hữu cơ, thì cần đánh giá riêng mức độ ăn mòn của môi trường.

3. Mức độ ăn mòn của môi trường theo hàm lượng SO_4^{2-} được qui định đối với bê tông dùng xi măng Poocăng.

4. Mức độ ăn mòn của môi trường được qui định đối với bê tông có hàm lượng xi măng 300 kg/m³, không bị thấm nước ở áp lực nước 0,4MPa (4,0daN/cm²) với độ dày 150mm trong thời gian 24 giờ.

Bảng 1-36. Các mức độ ăn mòn (theo Matxcovin - CHuIII-28-73)

Mức độ ăn mòn của môi trường	Các chỉ tiêu cơ bản của môi trường ăn mòn						
	Độ cứng của nước, N	Độ pH	Axit cacbonic xâm thực, CO ₂ mg/l	Mg ²⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Tổng hàm lượng các muối khi có bề mặt bay hơi, (g/l)
Yếu	đến 3,0	> 5,0÷6,5	> 10÷40	> 1000÷2000	> 100÷500	> 250÷500	> 10 ÷ 20
Trung bình	-	> 4,0÷5,0	> 40	> 2000	> 500	> 500÷1000	> 20÷50
Mạnh	-	đến 4,0	-	-	-	> 1000	> 50

Độ đặc chắc của bê tông có liên quan đến sự ăn mòn của môi trường. Độ đặc chắc được phân ra ba mức độ như trong bảng 1-37.

Bảng 1-37. Chỉ tiêu độ đặc chắc của bê tông (theo Matxcovin - CHuIII-28-73)

Độ đặc chắc của bê tông	Các chỉ tiêu biểu thị độ đặc chắc		
	Mác chống thấm của bê tông	Độ hút nước theo % khối lượng	Tỉ lệ N/X không lớn hơn
- Bình thường	B-4	5,7 ÷ 4,8	0,60
- Cao	B-8	4,7 ÷ 4,3	0,55
- Đặc biệt	Lớn hơn B-8	4,2 và nhỏ hơn	0,45

1.3.7.2. Đánh giá sự ăn mòn bê tông của môi trường nước

(theo Matxcovin - CHuII II- 28-73)

Bảng 1-38. Đánh giá mức độ ăn mòn loại I của môi trường nước ⁽¹⁾ đối với bê tông chế tạo bằng các loại xi măng Pooclang, Pooclang hỗn hợp, Pooclang xỉ, Pooclang puzolan

Chỉ tiêu ăn mòn của môi trường đặc trưng cho quá trình ăn mòn loại I	Mức độ tác động ăn mòn của môi trường	Công trình không chịu áp lực						Công trình chịu áp lực (³)		
		Đất thấm mạnh và trung bình ($K_f \geq 0,1\text{m/ngày đêm}$) và hồ chứa nước			Đất thấm yếu ($K_f < 0,1\text{m/ngày đêm}$)					
		Độ đặc chắc của bê tông (²)								
		Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt	Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt	Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt
Kiểm bi-cacbonat tính bằng mg/l hay bằng độ	Không ăn mòn	>1,4 (4°)	1,4 (4°)	> 0,7 (2°)	Không qui định	Không qui định	Không qui định	> 2 (5,6°)	2 (5,6°) ÷ 1,07 (3°)	< 1,07 (3°)
	Ăn mòn yếu	1,4 (4°) ÷ 0,7 (2°)	< 0,7 (2°)	Không qui định	Không qui định	Không qui định	Không qui định	2,5 (5,6°) ÷ 1,07 (3°)	<1,07 (3°)	Không qui định
	Ăn mòn trung bình	< 0,7 (2°)	Không qui định	Không qui định	Không qui định	Không qui định	Không qui định	<1,07 (3°)	Không qui định	Không qui định
	Ăn mòn mạnh	Không cho phép sử dụng	Không qui định	-	Không cho phép dùng	Không cho phép sử dụng	Không quy định	Không cho phép sử dụng	-	-

Ghi chú:

⁽¹⁾ - Đánh giá mức độ ăn mòn của môi trường nước ở nhiệt độ thường. Khi tăng nhiệt độ đến 50°C, phải giảm đi một cấp mức độ tác động của môi trường ở dạng ăn mòn I và III và tăng lên một cấp đối với ăn mòn dạng II.

⁽²⁾ - Độ đặc chắc được qui định ở bảng 1-37 ở trên.

⁽³⁾ - Áp lực nước không được cao quá 10m cột nước. Khi áp lực nước lớn hơn, mức độ ăn mòn của môi trường nước phải được xác định bằng thực nghiệm.

Bảng 1-39. Đánh giá mức độ ăn mòn loại II của môi trường nước ⁽¹⁾

(đối với bê tông chế tạo bằng xi măng Poóc-lăng, xi măng Poóc-lăng hỗn hợp, xi măng Poóc-lăng xỉ, xi măng Poóc-lăng puzolan)

Chỉ tiêu ăn mòn của môi trường đặc trưng cho quá trình ăn mòn dạng II	Mức độ tác động ăn mòn của môi trường	Điều kiện sử dụng công trình								
		Công trình không chịu áp lực							Công trình chịu áp lực ⁽³⁾	
		Đất thấm mạnh và trung bình (K _T ≥ 0,1 m/ngày đêm) và hồ chứa nước			Đất thấm yếu (K _T < 0,1m/ngày đêm)					
		Độ đặc chắc của bê tông ⁽²⁾								
		Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt	Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt	Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Chỉ tiêu độ pH	Không ăn mòn	> 6,5	> 5,9	> 4,9	> 5	> 5	> 3,9	> 6,5	> 5,9	> 5,4
	Ăn mòn yếu	6,5 ÷ 6	5,9 ÷ 5	4,9 ÷ 4	5 ÷ 4	5 ÷ 4	3,9 ÷ 3	6,5 ÷ 6	5,9 ÷ 5,5	5,4 ÷ 5
	Ăn mòn trung bình	5,9 ÷ 5	4,9 ÷ 4	3,9 ÷ 2	3,9 ÷ 3	3,9 ÷ 3	2,9 ÷ 1,5	5,9 ÷ 5,5	5,4 ÷ 5	4,9 ÷ 4
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	< 4	< 2	Không được phép sử dụng	< 3	< 1,5	Không được phép sử dụng	< 5	< 4
Hàm lượng axit cacbonic tự do, mg/l	Không ăn mòn	< a[Ca ²⁺] + b	< a[Ca ²⁺] + b	Không qui định	< a[Ca ²⁺] + b + 40	Không qui định	Không qui định	< a[Ca ²⁺]+b ÷ a[Ca ²⁺]+b+40	< a[Ca ²⁺]+b÷ a[Ca ²⁺]+b+40	< a[Ca ²⁺] + b+40
	Ăn mòn yếu	a[Ca ²⁺]+b ÷ a[Ca ²⁺]+b+40	≥ a[Ca ²⁺] + b+40	Không qui định	≥ a[Ca ²⁺] + b + 40	Không qui định	Không qui định	a[Ca ²⁺]+b ÷ a[Ca ²⁺]+b+40	a[Ca ²⁺]+b ÷ a[Ca ²⁺]+b+40	> a[Ca ²⁺] + b+ 40
	Ăn mòn trung bình	> a[Ca ²⁺] + b + 40	Không qui định	Không qui định	Không qui định	Không qui định	Không qui định	>a[Ca ²⁺] + b +40	>a[Ca ²⁺] + b + 40	Không qui định
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	Không qui định	Không được phép sử dụng	Không qui định	Không qui định	Không qui định	Không được phép sử dụng	Không qui định	Không qui định

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hàm lượng muối magiê mg/l	Không ăn mòn	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000	≤ 2000	≤ 2500	≤ 3000	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000
	Ăn mòn yếu	$1001 \div 1500$	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$	$2001 \div 2500$	$2501 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$1001 \div 1500$	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$
	Ăn mòn trung bình	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$2501 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$4001 \div 5000$	$1501 \div 2000$	$2001 \div 3000$	$3001 \div 4000$
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	> 3000	> 4000	Không được phép sử dụng	> 4000	> 5000	Không được phép sử dụng	> 3000	> 4000
Hàm lượng kiềm mạnh	Không ăn mòn	≤ 50	≤ 60	≤ 80	≤ 80	≤ 90	≤ 100	≤ 30	≤ 50	≤ 60
	Ăn mòn yếu	$51 \div 60$	$61 \div 80$	$81 \div 90$	$91 \div 100$	$101 \div 120$	$31 \div 50$	$51 \div 60$	$51 \div 60$	$61 \div 80$
	Ăn mòn trung bình	$61 \div 80$	$81 \div 100$	$101 \div 150$	$91 \div 100$	$101 \div 120$	$121 \div 170$	$51 \div 60$	$61 \div 80$	$81 \div 120$
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	$101 \div 150$	$151 \div 170$	Không được phép sử dụng	$171 \div 200$	$171 \div 200$	Không được phép sử dụng	$81 \div 120$	$126 \div 150$

Ghi chú:

- 1 - Ghi chú ⁽¹⁾, ⁽²⁾, ⁽³⁾ như trong bảng 1-38 .
- 2 - Khi đánh giá mức độ tác động ăn mòn của môi trường nước trên bê tông khối lớn ít cốt thép, thì chỉ số pH của bê tông có độ đặc chắc bình thường lấy bằng chỉ số pH của bê tông có độ đặc chắc cao nêu trong bảng này, còn chỉ số pH của bê tông có độ đặc chắc cao lấy như đối với bê tông có độ đặc chắc đặc biệt.
- 3 - Trong trường hợp có sự tác động của axit hữu cơ với độ đậm đặc cao lên kết cấu, thì việc đánh giá tác động ăn mòn bằng độ pH sẽ không chính xác, cho nên độ ăn mòn cần được xác định trên cơ sở các số liệu thực nghiệm.
- 4 - Giá trị của a và b được tra trong bảng 1-40.

Bảng 1-40. Giá trị của a và b trong bảng 1-39

Hàm lượng HCO_3^-		Tổng hàm lượng các ion Cl^- và SO_4^{2-}											
		0 ÷ 200		201 ÷ 400		401 ÷ 600		601 ÷ 800		801 ÷ 1000		> 1000	
Độ	mgđl/l	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	1,0	0	15										
4	1,4	0,01	16	0,01	17	0,01	17	0	17	0	17	0	17
5	1,8	0,04	18	0,03	17	0,02	18	0,02	18	0,02	18	0,02	18
6	2,1	0,07	19	0,06	19	0,05	19	0,04	18	0,04	18	0,04	18
7	2,5	0,10	21	0,08	20	0,07	19	0,06	18	0,06	18	0,05	18
8	2,9	0,13	23	0,11	21	0,09	20	0,08	18	0,07	18	0,07	18
9	3,2	0,16	25	0,14	22	0,11	20	0,10	19	0,09	18	0,08	18
10	3,6	0,20	27	0,17	23	0,14	21	0,12	19	0,11	18	0,10	18

Bảng 1-41. Đánh giá mức độ ăn mòn loại III của môi trường nước ⁽¹⁾

(đối với bê tông chế tạo bằng các loại xi măng Poocăng, Poocăng hỗn hợp, Poocăng xỉ và Poocăng puzolan)

Chỉ tiêu ăn mòn của môi trường đặc trưng cho quá trình ăn mòn dạng III	Mức độ tác động ăn mòn của môi trường	Điều kiện sử dụng công trình								
		Công trình không chịu áp lực						Công trình chịu áp lực ⁽³⁾		
		Đất thấm mạnh và trung bình ($K_f \geq 0,1$ m/ngày đêm) và hồ chứa nước			Đất thấm yếu ($K_f < 0,1$ m/ngày đêm)					
		Độ đặc chắc của bê tông ⁽²⁾								
		Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt	Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt	Đặc chắc bình thường	Đặc chắc cao	Đặc chắc đặc biệt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hàm lượng sunfat, mg/l tính đổi ra ion SO_4^{2-} đối với: a) Xi măng Poocăng, xi măng Poocăng xỉ Khi hàm lượng ion $Cl^- \leq 1000$ mg/l	Không ăn mòn	300	400	500	300	500	600	250	400	500
	Ăn mòn yếu	300 ÷ 400	401 ÷ 500	501 ÷ 800	301 ÷ 500	501 ÷ 600	601 ÷ 800	251 ÷ 400	401 ÷ 500	501 ÷ 800
	Ăn mòn trung bình	401 ÷ 500	501 ÷ 800	801 ÷ 1200	501 ÷ 600	601 ÷ 800	801 ÷ 1200	401 ÷ 500	501 ÷ 800	801 ÷ 1000
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	> 800	> 800	Không được phép sử dụng	> 800	> 1200	Không được phép sử dụng	> 800	> 800
Khi hàm lượng ion $Cl^- > 1000$ mg/l	Không ăn mòn	(150 + 0,15Cl) ≤ 1000	(250 + 0,15Cl) ≤ 1200	(350 + 0,15Cl) ≤ 1400	(150 + 0,15Cl) ≤ 1000	(350 + 0,15Cl) ≤ 1400	(440 + 0,15Cl) ≤ 1700	(150 + 0,15Cl) ≤ 1000	(250 + 0,15Cl) ≤ 1200	(350 + 0,15Cl) ≤ 1400

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Ăn mòn yếu	Từ (150 + 0,15Cl) ≤ 1000 đến (250 + 0,15Cl) ≤ 1200	Từ (250 + 0,15Cl) ≤ 1200 đến (350 + 0,15Cl) ≤ 1400	Từ (350 + 0,15Cl) ≤ 1400 đến (650 + 0,15Cl) ≤ 1700	Từ (150 + 0,15Cl) ≤ 1000 đến (350 + 0,15Cl) ≤ 1400	Từ (350 + 0,15Cl) ≤ 1400 đến (450 + 0,15Cl) ≤ 1700	Từ (450 + 0,15Cl) ≤ 1700 đến (650 + 0,15Cl) ≤ 2300	Từ (150 + 0,15Cl) ≤ 1000 đến (250 + 0,15Cl) ≤ 1200	Từ (250 + 0,15Cl) ≤ 1200 đến (350 + 0,15Cl) ≤ 1400	Từ (350 + 0,15Cl) ≤ 1400 đến (650 + 0,15Cl) ≤ 1700
	Ăn mòn trung bình	Từ (150 + 0,15Cl) ≤ 1000 đến (250 + 0,15Cl) ≤ 1200	Từ (150 + 0,15Cl) ≤ 1000 đến (250 + 0,15Cl) ≤ 1200	Từ (650 + 0,15Cl) ≤ 700 đến (1050 + 0,15Cl) ≤ 2300	Từ (350 + 0,15Cl) ≤ 1400 đến (450 + 0,15Cl) ≤ 1700	Từ (450 + 0,15Cl) ≤ 1700 đến (650 + 0,15Cl) ≤ 2300	Từ (650 + 0,15Cl) ≤ 2300 đến (1050 + 0,15Cl) ≤ 3000	Từ (250 + 0,15Cl) ≤ 12100 đến (350 + 0,15Cl) ≤ 1400	Từ (350 + 0,15Cl) ≤ 1400 đến (650 + 0,15Cl) ≤ 1700	
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	(650 + 0,15Cl) ≤ 1700 (650 + 0,15Cl) > 1700	(1050 + 0,15Cl) > 2300	Không được phép sử dụng	(650 + 0,15Cl) > 2300	(1050 + 0,15Cl) > 3000	Không được phép sử dụng	(650 + 0,15Cl) > 1700	
b) Xi măng bền sunfat và xi măng puzolan	Không ăn mòn	≤ 3000	≤ 4000	≤ 5000	≤ 3000	≤ 5000	≤ 6000	≤ 3000	≤ 4000	≤ 5000
	Ăn mòn yếu	3001 ÷ 400	4001 ÷ 5000	5001 ÷ 7000	3001 ÷ 5000	5001 ÷ 6000	6001 ÷ 8000	3001 ÷ 4000	4001 ÷ 5000	5001 ÷ 7000
	Ăn mòn trung bình	4001 ÷ 5000	5001 ÷ 7000	7001 ÷ 10000	5001 ÷ 6000	6001 ÷ 8000	8001 ÷ 12000	4001 ÷ 5000	5001 ÷ 7000	7001 ÷ 10000
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	> 7000	> 10000	Không được phép sử dụng	> 8000	> 12000	Không được phép sử dụng	> 7000	> 10000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
c) Xi măng toả nhiệt vừa	Không ăn mòn	≤ 1500	≤ 2000	≤ 2500	≤ 1500	≤ 2500	≤ 3000	≤ 1500	≤ 2000	≤ 2500
	Ăn mòn yếu	$1501 \div 2000$	$2001 \div 2500$	$2501 \div 3500$	$1501 \div 2500$	$2501 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$1501 \div 2000$	$2001 \div 2500$	$2501 \div 3500$
	Ăn mòn trung bình	$2001 \div 2500$	$2501 \div 3500$	$3501 \div 5000$	$2501 \div 3000$	$3001 \div 4000$	$4001 \div 6000$	$2001 \div 2500$	$2501 \div 3500$	$3501 \div 5000$
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	> 3500	> 5000	Không được phép sử dụng	> 4000	> 6000	Không được phép sử dụng	> 3501	> 5000
Hàm lượng clorit, sunfat, nitrat, các loại muối khác và kiềm mạnh khi xuất hiện bề mặt bốc hơi tính bằng g/l	Không ăn mòn	< 10	< 16	< 21	< 10	< 16	< 21	Theo chỉ dẫn đặc biệt	Theo chỉ dẫn đặc biệt	Theo chỉ dẫn đặc biệt
	Ăn mòn yếu	$10 \div 15$	$16 \div 20$	$21 \div 30$	$10 \div 15$	$16 \div 20$	$21 \div 30$	nt	nt	nt
	Ăn mòn trung bình	$16 \div 200$	$21 \div 30$	$31 \div 50$	$16 \div 20$	$21 \div 30$	$31 \div 50$	nt	nt	nt
	Ăn mòn mạnh	Không được phép sử dụng	> 30	> 50	Không được phép sử dụng	> 30	> 50	nt	nt	nt

Ghi chú: Như trong bảng 1-38.

1.3.7.3. Các biện pháp ngăn ngừa ăn mòn

Nên sử dụng tổng hợp nhiều biện pháp như:

- Chọn lựa loại xi măng. Khi môi trường nước có tính ăn mòn hoà tan (theo độ kiềm bicarbonat), nên dùng xi măng pooc lăng puzolan, hoặc loại xi măng PCB mà khoáng vật hoạt tính sử dụng có nguồn gốc trầm tích và dùng xi măng nghiền càng mịn càng tốt. Khi có ăn mòn sunfat, dùng xi măng ít C_3S , C_3A và C_4AF . Khi có xâm thực sunfat mạnh, nên dùng xi măng bền sunfat. Trong bê tông ở vùng mực nước thay đổi, không dùng các loại xi măng pooc lăng puzolan, pooc lăng xỉ hạt lò cao.

- Khi sử dụng cốt liệu trong bê tông tiếp xúc với môi trường nước ăn mòn cần chú ý là khi có ăn mòn axit thì không dùng cốt liệu từ đá cacbonat và khi có ăn mòn xút, không dùng cốt liệu có silic vô định hình.

- Bảo đảm độ chống thấm nước, độ đặc chắc và tính đồng nhất của bê tông đạt được các yêu cầu thiết kế thông qua các biện pháp thi công chặt chẽ và cố tận dụng những vật liệu xây dựng mới như các phụ gia khoáng siêu mịn, các phụ gia dẻo hoá cao cấp trong việc làm bê tông hoặc ngăn cách mặt bê tông với môi trường nước bằng các lớp trát, sơn phủ chống thấm.

- Bảo vệ và chống clorua ăn mòn cốt thép qua các biện pháp như dùng chất ức chế ăn mòn cốt thép, dùng lớp phủ bảo vệ trực tiếp hoặc các cách bảo vệ điện hoá.

1.4. CÁC LOẠI BÊ TÔNG ĐẶC BIỆT

1.4.1. Bê tông khối lớn

Bê tông khối lớn được quy định theo TCVN 4453-93 có kích thước như sau: cạnh nhỏ nhất không nhỏ hơn 2,5 m và chiều dày lớn hơn 0,8 m. Đặc điểm của bê tông khối lớn là nhiệt thủy hoá của xi măng phát sinh có thể gây biến đổi thể tích, các biến đổi thể tích bị kiềm chế gây nứt nẻ bê tông. Mục đích của việc xác định thành phần bê tông khối lớn là tạo ra được hỗn hợp bê tông đạt được sự tăng nhiệt độ cho phép, đạt cường độ và độ bền.

Bê tông khối lớn dùng các loại vật liệu sau đây:

Xi măng - Có thể dùng các loại xi măng pooc lăng, xi măng pooc lăng hỗn hợp, hoặc xi măng ít toả nhiệt được quy định trong các tiêu chuẩn nhà nước tương ứng TCVN. Lượng xi măng cần giảm đến mức tối thiểu, đủ đạt được cường độ yêu cầu, nhưng nhiệt thủy hoá thấp. Để tăng lượng hạt mịn trong bê tông, pha phụ gia khoáng hoạt tính.

Phụ gia khoáng hoạt tính (PGK) có thể là puzolan thiên nhiên, tro bay, xỉ lò cao dạng hạt.

Phụ gia giảm nước (tăng dẻo và siêu dẻo) được pha vào bê tông để giảm tỷ lệ N/X+PGK trong bê tông. Loại phụ gia, yêu cầu kỹ thuật và sử dụng phụ gia được quy định trong các tiêu chuẩn ngành thủy lợi 14TCN 104-999, 14TCN 105-1999 và 14TCN 114-2001.

Cát, đá dùng trong bê tông khối lớn phải đạt các yêu cầu được nêu trong tiêu chuẩn nhà nước TCVN 1770-1986, TCVN 1772-1987 và tiêu chuẩn ngành thủy lợi 14TCN 68- 2002 và 14TCN 70-2002.

Thông thường bê tông khối lớn không yêu cầu cường độ nén cao. Độ bền và các tính chất liên quan đến nhiệt độ và nứt nẻ là các vấn đề quan trọng, vì vậy cần xét các chỉ tiêu tính chất sau đây: mô đun đàn hồi, hệ số Poisson, cường độ kéo, khả năng biến dạng kéo, từ biến, sự biến đổi thể tích khi khô, hệ số nở nhiệt, độ dẫn nhiệt, sự phân tán nhiệt, sự thấm nước.

Công trình bê tông khối lớn thường được thi công trong thời gian dài, nên không cần xét cường độ ban đầu và mác bê tông có thể xác định ở tuổi 60, 90 ngày và chậm hơn.

Bê tông không phải là vật liệu đàn hồi thực, biểu đồ ứng suất-biến dạng khi tải trọng liên tục tăng lên là một đường cong. Tuy nhiên mô đun đàn hồi trong thực tế được coi là hằng số nằm trong dải ứng suất thường phát sinh trong bê tông khối lớn và nằm trong khoảng $1,9 \times 10^4 \div 3,8 \times 10^4$ MPa ở tuổi 28 ngày và trong khoảng $2,6 \times 10^4 \div 4,7 \times 10^4$ MPa ở tuổi 1 năm.

Sự biến đổi thể tích của bê tông do thay đổi độ ẩm, nhiệt độ, do nhiệt thủy hoá của xi măng và do chịu tải có thể gây nứt nẻ, làm giảm khả năng chịu lực và độ bền bê tông. Việc pha puzolan thường tăng độ co khô, ngoại trừ trường hợp dùng tro bay làm giảm lượng nước trộn yêu cầu. Sự biến đổi thể tích có thể xuất phát từ phản ứng kiềm silic giữa chất kiềm trong xi măng và oxit silic vô định hình trong cốt liệu. Việc dùng một lượng puzolan thích hợp có khả năng chống được phản ứng kiềm silic. Phải dùng loại xi măng có hàm lượng kiềm thấp, khi cốt liệu dùng có khả năng sinh ra phản ứng kiềm-silic.

Để khống chế nhiệt độ một cách có hiệu quả, có thể dùng các biện pháp sau đây:

- 1) Khống chế lượng xi măng, dùng xi măng ít toả nhiệt, thay thế một phần xi măng bằng phụ gia puzolan thiên nhiên, tro bay hoặc xỉ lò cao dạng hạt.
- 2) Làm nguội trước các vật liệu chế tạo bê tông: cát, đá, nước.
- 3) Làm nguội bê tông trong khi trộn như trộn nước đá, bơm nitor vào nước trộn.
- 4) Làm nguội bê tông trong kết cấu bằng ống làm nguội chôn trong bê tông.
- 5) Quản lý việc xây dựng công trình như không đổ bê tông ở nhiệt độ cao (trời nắng nóng)...

Hiện tượng xói mòn có nguyên nhân chính là bê tông có lỗ rỗng và tác động của dòng chảy. Việc sử dụng bê tông có cường độ và độ bền mài mòn cao có làm giảm nguy cơ xói mòn, nhưng giải pháp tốt nhất là phòng ngừa, loại trừ hoặc giảm nguyên nhân gây xói mòn bằng cách thiết kế, thi công và vận hành công trình một cách đúng đắn và thích hợp.

Sự ăn mòn đối với bê tông khối lớn trong môi trường nước cũng diễn biến giống như bê tông thông thường, nhưng trong bê tông khối lớn ít cốt thép, thì nguy cơ phá hoại do ăn mòn không lớn. Sự phá hoại bê tông do phản ứng kiềm-silic tiềm tàng là vấn đề đáng quan tâm và phải có giải pháp đề phòng và xử lý thích đáng.

Xác định thành phần bê tông khối lớn gồm các bước sau đây:

Bước 1: Xác định tất cả các yêu cầu đối với tính chất của bê tông khối lớn bao gồm:

- Đường kính danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu lớn có thể dùng cho kết cấu công trình.
- Độ sụt của hỗn hợp bê tông.
- Nhiệt độ tối đa khi đổ bê tông.
- Cường độ quy định của bê tông ở độ tuổi quy định.
- Yêu cầu về chất lượng đối với cốt liệu.
- Loại xi măng và puzolan (nếu có dùng).

Bước 2: Xác định các tính chất của vật liệu chế tạo bê tông, bao gồm các tính chất sau đây:

- Khối lượng riêng của cốt liệu.
- Độ hấp thụ nước của cốt liệu.
- Môđun độ lớn của cốt liệu nhỏ.
- Khối lượng riêng của xi măng Pooc-lăng và puzolan (nếu dùng) và hỗn hợp xi măng+ puzolan.
- Các tính chất vật lý hoá học của xi măng Pooc-lăng, puzolan và hỗn hợp bao gồm cả nhiệt thủy hoá ở tuổi 7 ngày.

Lượng trộn puzolan được sơ bộ xác định như sau:

- Lấy 20 - 35 % của khối lượng chất dính kết đối với bê tông ở bên trong khối lớn.
- Lấy 20 - 25 % của khối lượng chất dính kết đối với bê tông ở bên ngoài khối lớn.

Ghi chú : Chất dính kết (CDK) là hỗn hợp xi măng và puzolan.

Bước 3: Xác định tỉ lệ N/CDK. Nếu tỉ lệ N/CDK không được quy định trong hồ sơ dự án thì chọn N/ CDK lớn nhất cho phép theo bảng 1-42.

Bảng 1-42. Tỉ lệ N/CDK

Vị trí của kết cấu	N/CDK
Phần mớn nước trong công trình thủy lợi hoặc đường mép nước, ở đó bê tông khi thi bảo hoà nước, khi khô	0,55
Phần bên trong của kết cấu khối lớn	Không hạn chế
Kết cấu thường phơi ra ngoài	0,55
Hoàn toàn ngập trong nước	0,58
Bê tông đổ trong nước	0,45
Tiếp xúc với nước ngầm chứa nhiều sunfat hoặc các dung dịch ăn mòn khác hoặc nước biển	0,45
Chịu tác dụng của dòng nước chảy mạnh (tốc độ tới 12m/s)	0,45

Tỉ lệ N/CKD cũng có quan hệ với cường độ bê tông như trong bảng 1-43.

Bảng 1-43. Quan hệ gần đúng giữa cường độ bê tông và tỉ lệ N/CKD

Tỉ lệ N/CKD	Cường độ nén của bê tông ở tuổi 28 ngày (MPa) (mẫu hình trụ 15×30cm)	
	Đá sỏi	Đá dăm
0,48	30	
0,58	23	
0,68	19	22
0,78	15	17
0,88	11	13
Ghi chú: Để chuyển đổi các giá trị cường độ ở trong bảng trên sang cường độ mẫu lập phương có kích thước 15×15×15 cm, phải nhân với hệ số 1,2.		

So sánh hai tỉ lệ N/CKD tra được trong hai bảng trên, chọn tỉ lệ N/CKD nhỏ hơn. Tỉ lệ N/CKD có thể giảm đi 0,02 để tỉ lệ N/CKD lớn nhất cho phép không vượt quá khi hiệu chỉnh ở hiện trường.

Bước 4: Xác định lượng nước trên theo bảng 1-44 đưa vào đường kính danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu lớn sẽ dùng và độ sụt yêu cầu của hỗn hợp bê tông.

Bảng 1-44. Lượng nước trộn gần đúng trong bê tông (lít)

Độ sụt, cm	Đường kính danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu lớn, mm							
	9	12,5	19	25	33	50	75	150
1-2	208	199	187	178	163	154	131	112
3-4	228	217	202	193	178	169	145	125
6-7	243	228	214	202	187	178	160	-
Hàm lượng khí gần đúng trong bê tông, %	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Ghi chú:

- 1 - Đường kính danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu ở trong bảng được lấy theo mắt sàng của Mỹ. Nếu dùng bộ sàng theo tiêu chuẩn của Việt Nam, thì lấy các sàng có kích thước mắt sàng xấp xỉ các sàng của Mỹ.
- 2 - Lượng nước trộn cho bê tông, dùng cốt liệu có đường kính lớn hơn 33mm là ứng với độ sụt của hỗn hợp bê tông đã được sàng ướt.
- 3 - Số liệu về lượng nước trộn ghi trong bảng ứng với đá dăm cấp phối tốt. Nếu là đá sỏi, thì lượng nước trộn thường có thể giảm đi khoảng 10 lít.
- 4 - Nhiệt độ đổ bê tông cũng ảnh hưởng đến lượng nước trộn yêu cầu, cần có sự điều chỉnh lượng nước trộn.
- 5 - Nếu dùng phụ gia giảm nước, thì giảm lượng nước trộn theo khả năng giảm nước phụ gia. Lượng nước có sẵn trong phụ gia lỏng đưa vào bê tông phải được coi là một phần của lượng nước trộn bê tông.

Bước 5: Tính hàm lượng xi măng trong 1m^3 hỗn hợp bê tông từ tỉ lệ N/CDK và lượng nước đã xác định được trong bước 3 và 4. Nếu có qui định lượng xi măng tối thiểu, thì phải so sánh lượng xi măng đã tính toán với lượng xi măng tối thiểu và chọn lượng xi măng nào lớn hơn.

Bước 6: Xác định thể tích tuyệt đối của chất dính kết (gồm xi măng và puzolan) và thể tích tuyệt đối của riêng xi măng và puzolan bằng các công thức sau đây:

$$V_{\text{CDK}} = \frac{\text{CDK}}{\rho_{\text{CDK}}(100)} \quad (\text{m}^3)$$

trong đó:

$$\rho_{\text{CDK}} = \frac{\rho_x \cdot x + \rho_p(100 - x)}{100}$$

$$V_x = V_{\text{CDK}}(1 - F_p) \quad \text{và} \quad V_p = V_{\text{CDK}} \cdot F_p$$

với:

V_{CDK} - thể tích tuyệt đối của chất dính kết, m^3 ;

V_x, V_p - thể tích tuyệt đối của xi măng và của puzolan, m^3 ;

CDK - khối lượng của chất dính kết trong bê tông, kg;

ρ_{CDK} - khối lượng riêng của chất dính kết, kg/dm^3 ;

ρ_x, ρ_p - khối lượng riêng của xi măng và của puzolan, kg/dm^3 ;

F_p - tỉ lệ puzolan tính theo thể tích tuyệt đối của chất dính kết, được biểu thị bằng số thập phân;

x - hàm lượng xi măng, %.

Bước 7: Xác định % thể tích tuyệt đối của cốt liệu lớn trong tổng thể tích của cốt liệu theo bảng 1-45 dựa vào môđun độ lớn của cốt liệu nhỏ và kích thước danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu lớn.

Bảng 1-45. Hàm lượng theo thể tích tuyệt đối của cốt liệu lớn khi dùng cát tự nhiên (CTN) hoặc cát nghiền (CN)

Kích thước danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu, mm	Môđun độ lớn của cát							
	2,40		2,60		2,80		3,00	
	CTN	CN	CTN	CN	CTN	CN	CTN	CN
Đá dăm, 150	80	78	79	77	78	76	77	75
Đá sỏi, 150	82	80	81	79	80	78	79	77
Đá dăm, 75 và nhỏ hơn	75	73	74	72	73	71	72	70
Đá sỏi, 75 và nhỏ hơn	77	75	76	74	75	73	74	70

Bước 8: Xác định thể tích tuyệt đối của cát, lấy một đơn vị thể tích bê tông trừ đi thể tích tuyệt đối của từng vật liệu thành phần đã được xác định ở bước 6 sẽ được thể

tích tuyệt đối của cốt liệu. Dựa vào kết quả của bước 7 sẽ xác định được thể tích tuyệt đối của cốt liệu nhỏ và cốt liệu to. Cần lưu ý là nếu xác định hàm lượng khí trong hỗn hợp bê tông thì phải trừ đi cả thể tích không khí đó.

Bước 9: Lập tổ hợp các cỡ hạt riêng biệt của cốt liệu lớn bằng cách phối liệu các cấp hạt để được thành phần hạt của cốt liệu lớn như qui định trong bảng 1-46.

Bảng 1-46. Thành phần hạt qui định của cốt liệu lớn ứng với các D_{max} khác nhau

Kích thước mắt sàng, mm	$D_{max}=150$ mm		$D_{max}=75$ mm	
	% lọt sàng		% lọt sàng	
	Dầm	Sỏi	Dầm	Sỏi
150	100	100	-	-
125	85	89	-	-
100	70	78	-	-
75	54	64	100	100
50	38	49	69	75
37,5	28	39	52	61
25	19	28	34	44
19	19	21	25	33
15	5	9	9	14

Bước 10: Chuyển đổi tất cả các thể tích tuyệt đối sang khối lượng của các thành phần trong bê tông.

Bước 11: Trộn các mẻ thử để thí nghiệm và kiểm tra các tính chất yêu cầu của bê tông, từ đó điều chỉnh thành phần để đạt được bê tông có các tính chất yêu cầu.

1.4.2. Bê tông đầm lăn

Bê tông đầm lăn (tiếng Anh gọi tắt là RCC) là loại bê tông không có độ sụt, được thi công (chuyên chở, vận chuyển, đầm chặt) bằng các thiết bị vữa thi công đất và đá đổ.

Trong xây dựng đập hay mặt đường bê tông, công nghệ này có thể cho tốc độ thi công nhanh nên rất được quan tâm. Bê tông đầm lăn có đặc điểm là có chỉ số độ cứng cao (từ 15 đến 30 giây), mật độ cốt liệu lớn và hàm lượng xi măng hoặc chất kết dính (xi măng cộng phụ gia khoáng hoạt tính) ít. Ở những chỗ khó lu lèn, phải dùng hỗn hợp có độ cứng thấp bằng cách tăng hàm lượng vữa (gồm xi măng, phụ gia và nước) trong bê tông khoảng 10% và gọi là bê tông biến thái. Khi đó có thể dùng đầm dùi để đầm chặt bê tông.

Khả năng đầm chặt bê tông được khống chế bởi các nhân tố sau đây:

- Hàm lượng nước tự do.
- Hàm lượng xi măng + pudolan, tỉ lệ xi măng/pudolan.

- Hàm lượng cát, thành phần hạt của cát.
- Kích thước danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu.
- Phụ gia.

Phải thí nghiệm quan hệ độ ẩm-khối lượng thể tích để xác định độ ẩm tối ưu ứng với khối lượng thể tích lớn nhất. Hàm lượng nước lớn hơn mức tối ưu sẽ tăng tính dễ đổ của hỗn hợp bê tông, nhưng giảm độ đặc chắc. Khi hàm lượng nước ít thì không lấp đầy các lỗ rỗng và không bôi trơn các hạt nên khối lượng thể tích cũng giảm. Độ đặc của hỗn hợp bê tông không xác định được bằng độ sụt, mà bằng độ cứng Vebe. Độ cứng Vebe thường bằng khoảng 15 - 20 giây.

Tro bay (hoặc puzolan), phụ gia giảm nước làm chậm đông cứng và phụ gia cuốn khí có thể có lợi cho việc đầm chặt bê tông. Tro bay thay thế một phần xi măng sẽ làm giảm yêu cầu nước của hỗn hợp bê tông. Tro bay là bột mịn sẽ làm tăng tính dễ đổ và tăng khối lượng thể tích của bê tông, phụ gia giảm nước và phụ gia cuốn khí giảm nhiều độ cứng Vebe, tăng rõ rệt tính dễ đổ và dễ đầm chặt.

Yêu cầu về chất lượng và thành phần hạt của cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn đối với bê tông đầm lăn cũng giống như đối với bê tông thông thường.

Kích thước danh nghĩa lớn nhất (D_{max}) của cốt liệu có thể là 40mm hoặc 80mm và không quá 80mm. $D_{max}=40mm$ ứng với cấp phối II gồm 2 cỡ 5-20mm và 20-40mm. $D_{max}=80mm$; Với cấp phối III gồm 3 cỡ 5-20mm, 20-40mm và 40-80mm. Chất lượng của cốt liệu lớn cũng ảnh hưởng đến việc đầm chặt. Cốt liệu có cường độ thấp có thể bị vỡ trong quá trình đầm chặt và tạo ra sự biến đổi khối lượng thể tích của bê tông.

Mức độ đầm chặt có ảnh hưởng lớn nhất đối với cường độ của bê tông đầm lăn. Giữa hai yếu tố này có quan hệ trực tiếp. Đối với mỗi một phần trăm (1%) độ rỗng trong bê tông tăng lên, cường độ nén của bê tông giảm đi 5%... Khối lượng thể tích giảm 5% dẫn tới giảm cường độ nén của bê tông xấp xỉ 40%, ta thấy cường độ nén của bê tông giảm rõ rệt.

Sự rò rỉ nước có thể xảy ra ở vùng đầm không tốt của bê tông đầm lăn. Có thể đảm bảo độ kín nước bằng cách chọn độ đặc của hỗn hợp bê tông thích hợp cho việc đầm chặt, tránh phân tầng để đạt khối lượng thể tích đồng đều của lớp đổ từ trên mặt đến đáy thông qua việc đầm tốt hỗn hợp bê tông.

Độ bền xói mòn có liên quan đến khối lượng thể tích của bê tông đầm chặt, nhưng không tỉ lệ thuận. Độ bền xói mòn thường là hàm số của cường độ nén bê tông.

Việc kiểm tra chất lượng bê tông đầm lăn liên quan đến việc đầm chặt, bao gồm việc thử độ đặc, độ ẩm, khối lượng thể tích và cường độ. Mức độ đầm chặt thông thường xác định bằng hệ số độ chặt (%) là tỉ số của khối lượng thể tích khi đầm chặt và khối lượng thể tích tối đa, nhân với 100. Khối lượng thể tích tối đa đã được xác định bằng quan hệ độ ẩm- khối lượng thể tích (theo ASTM D1557). Khối lượng thể tích tối đa phải được kiểm tra trong quá trình xây dựng, do có thể có những thay đổi về vật liệu, thành phần của hỗn hợp và thiết bị. Việc xác định khối lượng thể tích hiện trường bằng phương pháp phễu rót cát (ASTM D1556) là không thích hợp, nếu việc đầm chặt đang

tiếp tục ngay gần đó có thể làm biến dạng hố đào. Có thể dùng thiết bị hạt nhân để xác định khối lượng thể tích hiện trường. Đây là phương pháp thông thường trong kiểm tra chất lượng bê tông đầm lăn. Phép thử hiện trường được làm tại các vị trí ngẫu nhiên cho mỗi diện tích 500m² bề mặt bê tông đã đầm chặt.

Cường độ bê tông đầm lăn được xác định trên mẫu được đầm chặt bằng bàn rung hoặc búa chấn động nặng 6,5 ÷ 9,5 kg, rung động với 2000 ÷ 2400 dao động trong 1 phút tùy thuộc vào tính dễ đổ của hỗn hợp bê tông.

Cường độ bê tông tại hiện trường được xác định bằng cách khoan nôn. Nôn khoan dùng để xác định cường độ nén, cường độ kéo khi búa, cường độ kéo dọc trục, cường độ cắt trực tiếp, hệ số Poisson và môđun đàn hồi, khối lượng thể tích. Qua nôn khoan, cũng đánh giá được sự phân bố cốt liệu, độ dày của lớp đổ và tình trạng bê tông ở chỗ tiếp xúc của các lớp,...

Quan hệ giữa cường độ nén (R_n) và cường độ uốn R_u của bê tông đầm lăn được biểu thị bằng công thức Hess: $R_n = C\sqrt{R_u}$; trong đó C là hằng số thực nghiệm khoảng 9 ÷ 11 tùy thuộc loại bê tông.

Thành phần bê tông đầm lăn có thể xác định theo phương pháp của Trung Quốc như dưới đây:

Nguyên tắc chung là thành phần bê tông phải thỏa mãn các yêu cầu về cường độ của bê tông và độ đặc của hỗn hợp bê tông. Đầu tiên tính thành phần bê tông theo các công thức và bảng biểu, sau đó trộn mẻ thử và thí nghiệm các chỉ tiêu cường độ, độ đặc và điều chỉnh thành phần để đạt các yêu cầu đã đề ra, sao cho hợp lý và kinh tế nhất. Mức ngậm cát trong bê tông đầm lăn nói chung lớn hơn bê tông thông thường khoảng 3÷5%.

Các bước thiết kế thành phần bê tông đầm lăn như sau:

1/ Xác định các chỉ tiêu, yêu cầu của bê tông đầm lăn như cường độ ở tuổi qui định, độ cứng Vebe, cũng như các chỉ tiêu của các vật liệu thành phần (cường độ nén ở tuổi 28 ngày của chất dính kết là xi măng + phụ gia khoáng, khối lượng riêng của xi măng, cát, đá phụ gia khoáng). Hàm lượng phụ gia khoáng kiến nghị lấy vào khoảng 17 ÷ 25% khối lượng chất dính kết.

2/ Xác định tỉ lệ CDK/N hoặc N/CDK theo công thức:

$$R_b = AR_{CDK} \left(\frac{CDK}{N} - B \right)$$

trong đó:

R_b - cường độ bê tông đầm lăn;

A, B - các hệ số được xác định bằng thực nghiệm hoặc được chọn ở bảng 1-47.

R_{CDK} - cường độ chịu nén (mác) của chất dính kết ở tuổi 28 ngày.

Bảng 1-47. Trị số A và B

Loại cốt liệu lớn	A	B
Sỏi	0,733	0,789
Đá dăm	0,811	0,581

3/ Cho lượng nước (N) sơ bộ theo bảng 1-48.

Bảng 1-48. Lượng nước sơ bộ trong 1m³ hỗn hợp bê tông đầm lăn

Đường kính danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu lớn, mm	20	40	80
Cát tự nhiên	100 - 120 lít	90 - 115 lít	80 - 110 lít
Cát nghiền	110 - 125 lít	100 - 120 lít	90 - 115 lít

4/ Xác định hàm lượng chất dính kết trong 1m³ hỗn hợp bê tông theo tỉ lệ CDK/N trong đó N đã xác định ở trên.

5/ Xác định hàm lượng phụ gia khoáng trong 1m³ hỗn hợp bê tông đầm lăn, kiến nghị lấy trong khoảng 17÷25% khối lượng chất dính kết.

6/ Xác định hàm lượng cát và đá trong 1m³ hỗn hợp bê tông đầm lăn.

Mức ngậm cát C/(C+Đ) có thể lấy trong khoảng 33 ÷ 38% và định lượng cát, đá theo công thức sau đây:

$$\frac{N}{\rho_N} + \frac{X}{\rho_X} + \frac{PGK}{\rho_{PGK}} + \frac{C}{\rho_C} + \frac{D}{\rho_D} = 1000 - V_K$$

trong đó:

N, X, PGK, C, Đ lần lượt là hàm lượng nước, xi măng, phụ gia khoáng, cát và đá trong 1m³ hỗn hợp bê tông tính bằng kg;

ρ_N , ρ_X , ρ_{PGK} , ρ_C , ρ_D lần lượt là khối lượng riêng của nước, xi măng, phụ gia khoáng, cát và đá tính bằng kg/dm³;

V_K thể tích khí tính bằng lít trong 1m³ hỗn hợp bê tông; V_K lấy trong khoảng 5 ÷ 25 lít.

Như vậy ta có được thành phần sơ bộ của 1m³ hỗn hợp bê tông:

X: N: PGK: C: Đ

Thành phần này phải được kiểm tra bằng thực nghiệm và được điều chỉnh nếu cần thiết, để có thành phần chính thức của bê tông đầm lăn đạt được yêu cầu đã đề ra.

1.4.3. Bê tông tự lèn

Bê tông tự lèn là bê tông có độ lưu động rất cao khi hỗn hợp bê tông được đổ từ độ cao nào đó có thể tự chảy để lấp đầy hoàn toàn ván khuôn, ngay cả khi có mặt độ cốt thép dày, mà không cần đầm. Đồng thời bê tông vẫn đảm bảo tính đồng nhất, có nghĩa là không xảy ra hiện tượng phân tầng, tiết nước trong quá trình vận chuyển và thi công.

1.4.3.1. Tính chất của bê tông tự lèn

- Độ lưu động của hỗn hợp bê tông tự lèn thường được biểu thị bằng độ xòe và được xác định như sau: dùng một cái khuôn hình nón cụt, đường kính đáy bằng 32cm, đường kính miệng bằng 16cm, cao 60cm. Đổ hỗn hợp bê tông đầy ngang miệng khuôn, sau đó rút khuôn. Hỗn hợp bê tông sụt xuống và tạo thành một bánh tròn. Đo hai đường kính của bánh tròn theo hai phương thẳng góc với nhau, rồi tính giá trị trung bình cộng của hai số đo và gọi đó là độ xòe của hỗn hợp bê tông. Độ xòe của hỗn hợp bê tông tự lèn thường trong khoảng $90 \div 100$ cm. Kết cấu càng mỏng, cốt thép càng dày thì độ xòe yêu cầu càng phải lớn. Có thể thí nghiệm độ xòe bằng côn đo độ sụt thông thường. Độ xòe tối thiểu bằng 60cm.

- Cường độ bê tông có thể đạt dưới 50 MPa hoặc lớn hơn tùy theo yêu cầu của công trình. Hiệu quả về kỹ thuật của bê tông tự lèn như sau:

- Thi công nhanh, giảm chi phí hoàn thiện bề mặt, giảm chi phí về thiết bị và nhân công.
- Cho phép chế tạo các cấu kiện mỏng với cốt thép dày, đảm bảo hỗn hợp bê tông lấp đầy ván khuôn.
- Cải thiện chất lượng kết cấu bê tông, đảm bảo độ đặc chắc, bề mặt phẳng, tăng tính thấm nước, giảm mức độ cacbonat hoá, nâng cao độ bền và tăng tuổi thọ của công trình.

1.4.3.2. Vật liệu chế tạo bê tông tự lèn

- Xi măng dùng cho bê tông tự lèn có thể là xi măng Poocăng, xi măng Poocăng hỗn hợp mác 30, 40 và 50.

- Để tăng độ chảy của hỗn hợp bê tông phải dùng phụ gia siêu dẻo thế hệ hai gốc Naphtalen focmaldehyt sunfonat hoặc Melamin focmaldehyt sunfonat, hoặc phụ gia Vinylcopolyme. Nếu sử dụng phụ gia siêu dẻo thế hệ ba, gốc Polycarboxylic axit, polycarboxylat este, thì độ chảy của bê tông sẽ lớn hơn, khi đó có thể giảm nước mà bê tông đạt cường độ cao hơn, chất lượng bê tông tốt hơn.

- Để tăng hàm lượng hạt mịn, phải dùng kết hợp một phụ gia khoáng như tro bay, tro trấu, muội silic. Có thể thay thế một phần các phụ gia đó bằng bột đá.

- Liều lượng phụ gia hoá học và phụ gia khoáng trong bê tông phải được xác định thông qua thực nghiệm.

- Nên dùng cốt liệu lớn có đường kính danh nghĩa lớn nhất (D_{max}) trong khoảng $10 \div 20$ mm. Nếu cần thiết có thể dùng cốt liệu có D_{max} lớn hơn.

1.4.3.3. Số liệu tham khảo khi thiết kế thành phần bê tông tự lèn

- Trong bê tông tự lèn hàm lượng hạt mịn (không lớn quá 0,125mm) phải cao hơn nhiều so với bê tông thông thường. Lượng hạt mịn bao gồm xi măng, phụ gia khoáng và phần hạt mịn trong cát, có thể từ 500 kg đến 650 kg trong m^3 bê tông.
- Hàm lượng xi măng có thể từ 375kg đến 520kg trong $1m^3$ bê tông.
- Hàm lượng nước đối với bê tông có chất lượng thấp vào khoảng 200 lít; trong $1m^3$ bê tông đối với chất lượng trung bình, hàm lượng nước trong khoảng $180 \div 200$ lít; đối với bê tông chất lượng cao, lượng nước nhỏ hơn 180 lít trong $1m^3$ bê tông.
- Tổng hàm lượng cốt liệu trong hỗn hợp bê tông tự lèn thấp hơn khoảng $10 \div 15\%$ so với hỗn hợp bê tông có độ chảy cao và thấp hơn khoảng $15 \div 20\%$ so với hỗn hợp bê tông có độ sụt bằng $3 \div 5$ cm.
- Độ xoe thích hợp của bê tông tùy thuộc kích thước kết cấu và cốt thép trong bê tông.

1.4.4. Bê tông (vữa) xi măng Pooclang pha latex

Trong thành phần bê tông này có xi măng, cốt liệu, nước và nhũ tương latex tổng hợp như polyvinyl axetat, acrylic, styrene-butadien và vinyl etilen. Ba chất cuối thích hợp với môi trường ẩm. Phụ gia latex làm tăng hàm lượng khí trong bê tông, cần lưu ý lựa chọn loại latex và tỉ lệ pha trộn thích hợp.

Đối với lớp dày từ 13 tới 32mm, thành phần vữa xi măng pha latex có thể lấy như sau: 1 phần xi măng + (3,0÷3,5) phần cát theo khối lượng. Tỉ lệ N/X khoảng $0,3 \div 0,40$ và tỉ lệ Latex rắn/Xi măng khoảng $0,1 \div 0,2$ theo khối lượng. Đối với lớp dày từ 32mm trở lên, thành phần hỗn hợp có thể như sau: 1 phần xi măng + (2,5÷3,1) phần cát + (1,4÷2,0) phần cốt liệu lớn theo khối lượng. Tỉ lệ N/X chọn khoảng $0,30 \div 0,40$ và tỉ lệ Latex rắn/Xi măng bằng khoảng $0,10 \div 0,20$ theo khối lượng. Độ sụt của hỗn hợp này bằng khoảng $100 \div 150$ mm.

Cách trộn hỗn hợp bằng máy trộn có thể như sau:

- Cho latex và một nửa lượng nước trộn vào thùng đã làm ướt trước, cho thùng quay với tốc độ $16 \div 18$ vòng/phút, đổ cốt liệu và xi măng vào thùng và cho nốt phần nước còn lại. Tổng thời gian trộn không vượt quá 4 phút ở tốc độ nhỏ để tránh cuốn khí. Nhiệt độ của hỗn hợp khi đổ có thể từ $15 \div 30^{\circ}\text{C}$.
- Khi nước trong hỗn hợp bay hơi, các phân tử latex kết hợp lại, tạo màng. Để bảo dưỡng bê tông (vữa), cần phủ một lớp bao tải ẩm sau khi bề mặt bê tông có thể phủ được, để tránh co nứt trước khi lớp màng này tạo thành. Trên bao tải ướt phủ ni lông trong 24 giờ, sau đó bỏ bao tải và để bê tông khô trong 3 - 5 ngày tùy thuộc loại xi măng và môi trường.
- Cường độ vữa xi măng latex được xác định trên mẫu lập phương $5 \times 5 \times 5$ cm và cường độ bê tông xi măng latex được xác định trên mẫu lập phương $15 \times 15 \times 15$ cm.
- Tránh để bê tông (vữa) mới đổ bị mưa. Khi trời mưa, phải ngừng đổ bê tông và phải thay thế sửa chữa những chỗ bị nước mưa phá hoại.
- Vữa xi măng latex thường được dùng trong sửa chữa công trình bê tông cốt thép...

1.4.5. Bê tông polime

Bê tông polime được chế tạo bằng epoxy với chất làm đông cứng hoặc bằng monome methyl methacrylat với chất xúc tác. Bê tông polime dùng trong sửa chữa công trình và làm lớp phủ trên bề mặt kết cấu bê tông cốt thép.

- Bê tông epoxy: Cốt liệu nhỏ thường dùng cho bê tông này là cát thạch anh không có hoặc chứa ít hạt mịn (lọt sàng 0,075mm). Kích thước lớn nhất của cốt liệu không lớn quá 1/3 chiều dày của lớp vữa hoặc lớp phủ. Cốt liệu phải sạch, khô hoặc có độ ẩm không quá 0,5%.

- Vữa epoxy thường có thành phần như sau: 4 ÷ 7 phần cát + 1 phần nhựa theo khối lượng. Có thể thêm cốt liệu lớn với tỉ lệ cát/ cốt liệu lớn giống như trong bê tông xi măng. Phải xác định khối lượng riêng và cường độ của bê tông. Để đảm bảo độ bền, độ rỗng của bê tông không được lớn hơn 12%.

- Các thành phần epoxy, chất làm loãng, chất đông rắn phải hỗn hợp trước, sau đó mới trộn vào bê tông (vữa). Khi trộn tay, cho cát vào hỗn hợp epoxy, rồi trộn. Khi trộn máy, hỗn hợp epoxy cùng được đổ vào cốt liệu trong máy trộn.

- Bê tông methyl methacrylat: Bê tông polime này bao gồm cốt liệu trộn với một monome được chế tạo tại chỗ. Methyl methacrylate có độ nhớt nhỏ, cường độ dính kết với bê tông cao và giá tương đối thấp, nên thường dùng cho bê tông polime. Bê tông này đông cứng nhanh trong môi trường không khí, thường phát triển cường độ nén tới 35MPa hoặc lớn hơn trong vòng 2 giờ sau khi đổ và dính bám chặt với bê tông nền. Hoá chất dùng thuộc loại dễ cháy, độc hại, nên phải có sự giám sát chặt chẽ để đảm bảo an toàn.

Cần phải có chất xúc tác để sự polime hoá xảy ra trong khoảng thời gian mong muốn. Chất xúc tác gồm hai loại: loại kích thích ban đầu để bắt đầu quá trình polime hóa và loại tăng nhanh tốc độ polime hoá. Tỉ lệ các chất xúc tác này biến đổi trong phạm vi rộng, tùy thuộc vào nhiệt độ của môi trường như trong bảng 1-49.

Bảng 1-49. Các ví dụ về thành phần của monome cho bê tông polime dùng trong sửa chữa công trình

Thành phần	Tỉ lệ các thành phần theo khối lượng	Chất kích thích ban đầu	Chất tăng nhanh đông cứng	Nhiệt độ môi trường, °C
1	90% MMA	3% BPO -70	1% DMA	2 – 21
	5% TMPTMA		1% DMT	
2	5% PMMA	2% BPO -70	1% DMT	21 – 35
	90% MMA	4% LP	2% DMT	21 – 35
	10% BA	6%LP	3% DMT	4 - 21

MMA: Methyl methacrylat;

TMPTMA: Trimetholpropan trimethacrylat;

BA: Butyl acrylat;

PMMA: Polymethyl methacrylat;

BPO-70: Benzol peroxit (nồng độ 70%); LP: Lauroyl peroxit;

DMA: Dimethyl anilen;

DMT: Dimethyl – p – toluidin.

Cốt liệu càng khô càng tốt ($W \leq 0,5\%$). Đường kính lớn nhất của cốt liệu không lớn hơn $1/3$ chiều dày lớp phủ. Tỷ lệ thêm cốt liệu lớn cỡ 13-19mm với tỷ lệ xấp xỉ bằng tỷ lệ cốt liệu nhỏ theo khối lượng.

Trộn monome này ở nơi râm mát, thoáng khí và không có nguồn lửa. Người thao tác phải có dụng cụ bảo vệ mắt, đeo găng, khẩu trang có bộ lọc hoá chất và bố trí bình xịt cứu hỏa. Việc sử dụng bảo quản monome này phải theo đúng hướng dẫn của người sản xuất, để bảo đảm an toàn tuyệt đối cho sản xuất. Có hai cách trộn và đổ loại bê tông này: (1) Trộn trước cốt liệu đổ vào chỗ đổ, sau đó rót monome lên cốt liệu; (2) Trộn trước monome với cốt liệu như bê tông thông thường trước khi đổ. Phương pháp thứ nhất đơn giản và thường yêu cầu ít thiết bị hơn, phương pháp thứ hai thường dẫn tới ít phân tầng cốt liệu và yêu cầu ít monome hơn.

Bê tông này có thể đầm chặt bằng tay hoặc dùng chấn động, nhưng chú ý không để xảy ra phân lớp giữa monome và cốt liệu. Sau khi nổi monome lên bề mặt, rắc cát lên và xoa phẳng mặt. Chỗ monome đọng lại phải đổ thêm cát. Do monome bay hơi, nên trên bề mặt bê tông (vữa) được phủ một lớp nilông để giảm tổn thất bay hơi ngay sau khi bề mặt đã được hoàn thiện.

1.4.6. Xi măng - l-ới thép

Xi măng lưới thép là một vật liệu dùng cho kết cấu thành mỏng gồm thép cốt, lưới thép và vữa trát xi măng.

Kết cấu xi măng lưới thép thường rất mỏng và lớp xi măng lưới thép cũng rất mỏng. Nếu nước thấm qua lớp bảo vệ và tiếp xúc với cốt thép sẽ gây gỉ thép và phá hoại kết cấu, giảm nhanh tuổi thọ của công trình. Cần chú ý đặc biệt đến nhược điểm này của xi măng lưới thép và có biện pháp khắc phục bằng các biện pháp hữu hiệu như thi công vữa (bê tông hạt nhỏ) thật đặc chắc, pha phụ gia chống thấm, phụ gia ức chế ăn mòn thép vào vữa hoặc dùng sợi thép không gỉ hoặc phun quét mặt ngoài kết cấu bằng sơn, chất chống thấm đặc biệt v.v...

Kết cấu xi măng lưới thép được dùng trong một số công trình hoặc bộ phận công trình thủy lợi như cầu máng, cánh cửa cống v.v...

1.4.6.1. Vật liệu dùng cho xi măng lưới thép

Lưới thép được làm bằng thép có đường kính từ 0,6 đến 1,2 mm, được đan thành các mắt vuông có kích thước 6×6, 8×8, 10×10, 12×12, 15×15 mm. Khi đan lưới thép, nên cho sợi ngang và sợi dọc luôn vào nhau. Khi cần tăng độ dày của mặt cắt hoặc yêu cầu kết cấu trong quá trình chế tạo sẵn có độ cứng nhất định, thì giữa các lớp lưới thường bố trí thép cốt nhỏ có đường kính từ 5 ÷ 12 mm.

Về chủng loại của sợi thép và tính năng của lưới sợi thép có thể tham khảo bảng 1-50.

Bảng 1-50. Kích thước hình học và cơ học của lưới thép

TT	Đường kính dây thép (mm)	Diện tích dây đơn, (mm ²)	Kích thước mặt lưới (mm)	Khối lượng mỗi m ² lưới (kg)	Số dây thép sợi của một mét dài	Giới hạn bền (daN/cm ²)	Modun đàn hồi (daN/cm ²)
1	1,0	0,00785	10×10	1,0	91	Lớn hơn 4500	Lớn hơn 1,6.10 ⁶
2	1,2	0,01131	15×15	1,19	63	Lớn hơn 4500	Lớn hơn 1,6.10 ⁶
3	0,6	0,00283	8×8	0,4-0,43	117	Lớn hơn 5600	Lớn hơn 1,45.10 ⁶
4	0,7	0,00385	6×6	0,95	150	-	-
5	0,7	0,00385	7×7	0,81	130	-	-
6	0,7	0,00385	8×8	0,613	115	-	-
7	0,7	0,00385	10×10	0,573	95	-	-
8	0,9	0,00637	8×8	1,18	113	-	-
9	0,9	0,00637	10×10	0,88	93	-	-
10	0,9	0,00637	12×12	0,65-0,675	79	Lớn hơn 4600	Lớn hơn 1,21.10 ⁶
11	1,0	0,00785	10×10	1,0	91	-	-
12	1,2	0,01131	10×10	1,33	90	-	-
13	0,9	0,00637	1×10	0,88	93	4300	1,6.10 ⁶
14	1,0	0,00785	10×10	1,0	11	7400	1,7.10 ⁶

- Xi măng dùng cho xi măng lưới thép có thể là xi măng poocăng (PC) hoặc xi măng poocăng hỗn hợp (PCB) mác 30, 40 hoặc 50 tùy theo yêu cầu của mác vữa xi măng- cát.

- Các yêu cầu kỹ thuật về vật liệu dùng cho cánh cửa cống bằng xi măng lưới thép, có thể tham khảo bảng 1-51 và bảng 1-52.

1.4.6.2. Xác định thành phần vữa cho xi măng - lưới thép

Vữa xi măng- cát dùng cho kết cấu xi măng-lưới thép là vữa mác cao (mác 30 hoặc lớn hơn) đạt yêu cầu của tiêu chuẩn 14TCN 80-2001. Thành phần vữa cát xi măng mác cao có thể tính được theo phương pháp sau đây dựa trên cơ sở cường độ yêu cầu của vữa, độ lưu động của hỗn hợp vữa, mác xi măng và chất lượng cát sẽ sử dụng để chế tạo vữa.

1/ Xác định tỉ lệ $\frac{X}{N}$ theo công thức:

$$R_v = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,8 \right)$$

trong đó:

R_v , R_x lần lượt là mác vữa và mác xi măng (hoặc cường độ xi măng);

X/N - tỉ lệ xi măng/ nước;

A- hệ số phụ thuộc chất lượng vật liệu chủ yếu là cát lấy A=1,05 đối với vật liệu chất lượng cao; A = 0,9 đối với vật liệu chất lượng trung bình; A = 0,85 đối với vật liệu chất lượng thấp.

Từ công thức trên tính được:

$$\frac{X}{N} = \frac{R_V + 0,8AR_X}{AR_X} \text{ hoặc } \frac{N}{X} = \frac{AR_X}{R_V + 0,8AR_X}$$

2/ Xác định tỉ lệ $\frac{X}{C}$ (tỉ lệ xi măng/cát) theo biểu đồ hình 1.4 .

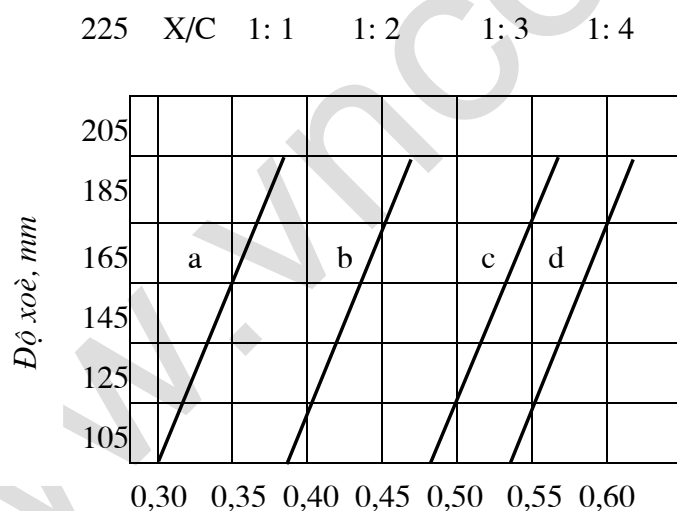
Chọn độ xòe của vữa, được xác định bằng bàn dần. Sau khi có độ xòe và tỉ lệ N/X đã tìm được ở điểm 1). Trên biểu đồ dóng đường ngang từ độ xòe đã xác định, rồi dóng đường thẳng đứng từ tỉ lệ N/X, hai đường dóng đó giao cắt nhau ở một điểm. Nếu giao điểm nằm trên một đường thẳng a,b,c,d nào đó thì xác định ngay được tỉ lệ X/C. Nếu giao điểm nằm ở giữa hai đường trong số bốn đường đó, thì phải dùng phương pháp nội suy để xác định tỉ lệ X/C. Biểu đồ này ứng với loại cát có môđun độ lớn bằng 2,5 hoặc lớn hơn và lượng cần nước của cát bằng 7% (chỉ tiêu này được xác định theo 14TCN 80-2001). Nếu lượng cần nước của cát lớn hơn 7%, thì hàm lượng cát giảm 5% đối với mỗi % tăng lượng cần nước; nếu lượng cần nước nhỏ hơn 7%, thì hàm lượng cát tăng 5% đối với mỗi % giảm lượng cần nước so với lượng cần nước 7%.

Bảng 1-51. Yêu cầu về cát dùng trong cánh cửa cống bằng XMLT

Hạng mục	Khung bên, dầm, giá đỡ bằng bê tông cốt thép					Bản mặt bằng xi măng-lưới thép
Thành phần hạt	Mất sàng (mm)	0,15	0,30	1,20	5	Đường kính hạt trung bình 0,35-0,5 mm, mức hỏng không lớn hơn 40%. Loại bỏ hạt lớn hơn 3 mm và nhỏ hơn 0,15 mm
	Sỏi tích lũy trên sàng, %	95 -100	70 - 95	20 -25	0 -10	
Hàm lượng bùn bụi sét, % khối lượng cát	3					3
Hàm lượng sét, % (không có cục)	1					1
Chất lưu hoá và muối sunfat (tính theo SO ₃), %	1					1
Hàm lượng mica, %	0,5					0,5
Tạp chất hữu cơ (theo phương pháp so màu)	Màu nước ngâm cát phải nhạt hơn màu chuẩn, nếu không phải thí nghiệm để đối chiếu cường độ, cường độ bê tông dùng cát nguyên thể và cát đã rửa. Nếu hai cường độ tương tự nhau thì cát vẫn dùng được.					

Bảng 1-52. Yêu cầu về thép, xi măng và vữa xi măng cát dùng trong cánh cửa cống bằng XMLT

Hình thức cánh cửa cống	Vật liệu			
	Dây thép	Cốt thép	Xi măng	Bê tông hạt nhỏ hoặc vữa xi măng cát
Cánh cửa cống bản phẳng bằng xi măng lưới thép	Dây thép mạ kẽm có đường kính 0,9 mm, đan mắt lưới 12×12 mm, khối lượng 0,65 kg/m ³ , 8 lớp	Cốt thép gai A5 có cường độ cực hạn tính toán bằng 350 N/mm ²	Xi măng Pooclăng hoặc xi măng Pooclăng hỗn hợp mác 40 hoặc 50	Tỉ lệ X: C: N = 1:1:0,4 theo khối lượng, mác 30
Cánh cửa cống vỏ mỏng ngược bằng xi măng - lưới thép	Dây thép kéo nguội có đường kính 1,0 mm, kích thước mắt 10 × 10 mm, khối lượng 1 kg/m ³	Đường kính cốt thép bằng 5 mm, khoảng cách 5 ÷ 10 cm	Xi măng Pooclăng, mác 500	Tỉ lệ phối hợp X: C: N = 1:1,2: 0,38, mác 40



Hình 1-4. Tỉ lệ N/X

3/ Xác định hàm lượng xi măng theo công thức:

$$X = \frac{100}{\frac{1}{\rho_X} + \frac{N}{X} + \frac{n}{\rho_C}} \quad (\text{kg})$$

trong đó:

$$n = \frac{C}{X};$$

ρ_X, ρ_C lần lượt là khối lượng riêng của xi măng và cát, kg/dm^3 .

Nếu tính cả hàm lượng không khí trong hỗn hợp vữa, thì hàm lượng xi măng được tính theo công thức:

$$X = \frac{100 - K}{\frac{1}{\rho_X} + \frac{N}{X} + \frac{n}{\rho_C}} \quad (\text{kg})$$

trong đó K là thể tích không khí, tính bằng lít trong 1000 lít hỗn hợp bê tông. Để tính gần đúng, có thể lấy $K = 20$ lít.

4/ Xác định hàm lượng nước (N) trong 1m^3 hỗn hợp vữa theo công thức:

$$N = X \times \frac{N}{X} \quad (\text{lít})$$

5/ Xác định hàm lượng cát (C) trong 1m^3 hỗn hợp vữa theo công thức:

$$C = n \cdot X \quad (\text{kg})$$

Sau khi xác định được thành phần tính toán của vữa (X, C, N), phải thí nghiệm mẻ trộn thử để điều chỉnh thành phần sao cho đạt được các yêu cầu về cường độ và độ lưu động (biểu thị bằng độ xoe). Nếu dùng phụ gia tăng dẻo, thì cũng đưa vào mẻ trộn thử để giảm lượng nước trộn.

Đầu tiên phải thử độ lưu động, nếu độ lưu động không đạt, thì tăng nước và ngược lại. Sau đó thử cường độ 28 ngày của 3 nhóm mẫu vữa với lượng xi măng như đã tính toán và với các lượng xi măng được thêm và bớt 10%. Từ đó vẽ được đường quan hệ giữa hàm lượng xi măng-cường độ vữa và xác định được hàm lượng xi măng ứng với cường độ vữa yêu cầu theo biểu đồ đó.

Cuối cùng xác định được thành phần vữa đạt được các yêu cầu về độ lưu động và cường độ đã đề ra.

1.5. VỮA THỦY CÔNG

Vữa thủy công chủ yếu là vữa xi măng cát dùng cho khối xây của các công trình thủy lợi. Ngoài xi măng, cát và nước, có thể pha thêm phụ gia khoáng và phụ gia hoá học để cải thiện tính chất của vữa theo hướng mong muốn. Yêu cầu đối với vữa thủy công qui định trong tiêu chuẩn 14TCN 80-2001.

Việc lựa chọn xi măng để chế tạo vữa tùy thuộc vào điều kiện của kết cấu công trình và có thể tham khảo bảng 1-53.

Bảng 1-53. Loại xi măng dùng cho vữa thủy công

Điều kiện của kết cấu công trình	Loại xi măng dùng
Kết cấu công trình ở trên mặt đất hoặc ở trong đất có độ ẩm thấp.	Xi măng Poocăng, xi măng Poocăng puzolan, xi măng Poocăng xỉ, xi măng Poocăng hỗn hợp.
Kết cấu công trình ở trong đất có độ ẩm cao hoặc bão hoà nước hoặc kết cấu ở trong nước.	Xi măng Poocăng hỗn hợp, xi măng Poocăng xỉ, xi măng Poocăng puzolan
Kết cấu ở trong nước có tính chất ăn mòn, trong nước biển, nước chua phèn.	Xi măng Poocăng bền sunfat, xi măng Poocăng puzolan, xi măng Poocăng xỉ.
Đường ống, mối nối của tước bin, vữa gắn ở móng và đỉnh neo trong kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.	Xi măng pha phụ gia nở chống thấm.

Cát để chế tạo vữa thủy công phải có môđun độ lớn không nhỏ hơn 1. Kích thước hạt lớn nhất của cát không được lớn hơn: 2,5 mm đối với khối xây gạch; 5mm đối với khối xây đá; 2,5 mm đối với lớp vữa trát thô và 1,25 mm đối với lớp vữa trát mịn. Đối với vữa bơm vào ống đặt áp ứng suất trước, dùng cát có kích thước hạt lớn nhất bằng 2mm và môđun độ lớn bằng $1 \div 1,5$.

Riêng đối với vữa phun, kích thước hạt lớn nhất tùy thuộc vào vòi máy phun và được quyết định theo kết quả thí nghiệm trên máy phun sử dụng. Đối với vữa cường độ cao (từ 20MPa trở lên), dùng cát vừa và cát to như đối với bê tông.

Các yêu cầu khác đối với cát dùng cho vữa thủy công được qui định trong bảng 1-54.

Bảng 1-54. Yêu cầu đối với cát

Tên các chỉ tiêu	Mác vữa 7,5 và nhỏ hơn	Mác vữa lớn hơn 7,5
Môđun độ lớn không nhỏ hơn	1	1.5
Sét, á sét, các tạp chất dạng cục	Không có	Không có
Lượng hạt lớn hơn 5mm	Không có	Không có
Khối lượng thể tích, tính bằng kg/m ³ không nhỏ hơn	1150	1250
Hàm lượng sunfat, sunfit, tính theo khối lượng của SO ₃ , không lớn hơn	2	1
Hàm lượng bùn, bụi, sét tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	10	3
Lượng hạt nhỏ hơn 0,14mm, tính bằng% khối lượng cát, không lớn hơn	35	20
Hàm lượng tạp chất hữu cơ được thử theo phương pháp so màu, mẫu của dung dịch ngâm cát không xẫm hơn	Mẫu chuẩn	

Yêu cầu đối với phụ gia khoáng hoạt tính dùng cho vữa được qui định trong tiêu chuẩn 14TCN 105-99. Yêu cầu đối với phụ gia hóa học dùng cho vữa được qui định trong tiêu chuẩn 14TCN 104-99.

Việc chọn mác vữa cho các loại khối xây dựng thủy công có thể tham khảo bảng 1-55.

Bảng 1-55. Mác vữa cho khối xây dựng thủy công

Kết cấu công trình	Mác vữa tham khảo
Sân sau hạ lưu bể tiêu năng	50 - 75
Bảo vệ đáy hạ lưu cống	50 - 75
Trạm thủy điện, trạm bơm nước	75 - 100
Bể trữ nước	50 - 75
Móng nhà trạm thủy điện	50
Tường bên trạm thủy điện	25 - 75
Kênh mương xây bằng đá, gạch đất sét hoặc gạch bloc	50 - 75
Mái kênh mương lát bằng các tấm bê tông	50 - 75

Độ lưu động của hỗn hợp vữa được biểu thị bằng độ xuyên côn. Có thể chọn độ lưu động (độ xuyên côn) của hỗn hợp theo bảng 1-56.

Bảng 1-56. Độ xuyên côn của hỗn hợp vữa

Loại khối xây	Độ xuyên côn, cm	Ghi chú
Khối xây gạch	4 - 10	Nếu trời ẩm, lạnh hoặc gạch đá đặc chắc dùng độ xuyên côn nhỏ; ngược lại nếu trời khô, nóng hoặc gạch đá không đặc chắc, thì dùng độ xuyên côn qui định.
Khối xây đá hộc	4 - 7	
Khối xây đá dùng phương pháp chấn động	1 - 3	
Đá thô xây bằng vữa xi măng-cát và dùng phương pháp chấn động	4 - 5	Nếu đầm nện bằng tay, thì nên dùng độ xuyên côn bằng 6 – 7cm.

Tỉ lệ N/X ảnh hưởng đến cường độ và khả năng chống thấm của vữa. Nếu tỉ lệ N/X nhỏ mà vẫn đảm bảo độ lưu động cần thiết của hỗn hợp vữa thì cường độ và khả năng chống thấm nước của vữa tăng lên và ngược lại.

Để giảm tỉ lệ N/X, có thể dùng các loại phụ gia giảm nước (tăng dẻo) thường và phụ gia siêu dẻo. Tỉ lệ N/X lớn nhất cho phép của vữa xi măng-cát có thể tham khảo bảng 1-57.

Bảng 1-57. Tỷ lệ N/X lớn nhất cho phép đối với hỗn hợp vữa xi măng-cát

Vị trí của kết cấu công trình	Tỷ lệ N/X	
	Xi măng Poocăng	Xi măng Poocăng hỗn hợp, xi măng Poocăng puzơlan, xi măng Poocăng xỉ
Bộ phận nằm trong vùng mức nước lên xuống		
- Ở nơi khí hậu khắc nghiệt	0,55	0,60
- Khí hậu bình thường, ôn hoà	0,60	0,65
Bộ phận ở trên khô hoặc thường xuyên ở dưới đất hoặc trong nước	0,60	0,65

Khi xác định thành phần khối lượng của hỗn hợp vữa, cần biết mác vữa, mác xi măng (hoặc cường độ nén của xi măng), khối lượng thể tích của cát theo kg/m³. Thành phần của vữa thường được biểu thị bằng khối lượng vật liệu cho 1m³ hỗn hợp vữa. Tiến hành:

Bước 1: Xác định lượng xi măng ứng với 1m³ cát theo công thức:

$$X = \frac{R_v}{K R_x} \cdot 100 \quad (\text{kg})$$

trong đó:

R_v, R_x lần lượt là mác vữa, mác xi măng hoặc cường độ nén của xi măng;

K - hệ số phụ thuộc vào loại cát và xi măng dùng để chế tạo vữa được xác định theo bảng 1-58.

Bảng 1-58. Trị số K

Loại xi măng	Môđun độ lớn của cát				
	1,1 - 1,3	1,4 - 1,5	1,6 - 2,0	2,0 - 2,2	>2,2
Xi măng Poocăng	0,74	0,79	0,87	0,91	0,96
Xi măng Poocăng hỗn hợp hoặc xi măng Poocăng puzơlan, xi măng Poocăng xỉ	0,83	0,89	1,0	1,04	1,09

Bước 2: Xác định tỷ lệ N/X lớn nhất cho phép của vữa xi măng cát theo bảng 1-59.

Bảng 1-59. Tỷ lệ N/X cho phép lớn nhất

Vị trí của kết cấu, công trình	Tỷ lệ N/X lớn nhất cho phép	
	Xi măng Poocăng	Xi măng Poocăng hỗn hợp, xi măng Poocăng puzolan, xi măng Poocăng xỉ
Bộ phận công trình nằm ở vùng mức nước biến đổi		
- Khí hậu khắc nghiệt	0,65	0,60
- Khí hậu bình thường và ôn hoà	0,60	0,65
Bộ phận nằm dưới đất hoặc trong nước	0,60	0,65

Bước 3: Xác định lượng nước (N) theo các trị số X và N/X đã xác định được ở bước 2 và bước 3.

Bước 4: Thí nghiệm để điều chỉnh thành phần đã tính toán.

Thí nghiệm độ xuyên côn (độ lưu động) của hỗn hợp vữa. Nếu độ xuyên côn nhỏ hơn độ xuyên côn yêu cầu, thì thêm nước và thêm xi măng. Nếu độ xuyên côn lớn hơn yêu cầu thì giảm nước để sao cho vữa đạt yêu cầu về độ lưu động. Thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp qui định trong tiêu chuẩn 14TCN 80-2001.

Với thành phần của hỗn hợp vữa đã được điều chỉnh theo độ xuyên côn yêu cầu, đúc mẫu để thí nghiệm cường độ nén của vữa theo tiêu chuẩn 14TCN 80-2001. Nếu cường độ thực tế không đạt yêu cầu, thì phải thêm xi măng. Nếu cường độ lớn hơn mức quá 15% thì giảm xi măng để cuối cùng có cường độ thực tế của vữa bằng hoặc lớn hơn không quá 15% cường độ vữa yêu cầu.

Với thành phần của hỗn hợp vữa đã được điều chỉnh theo cường độ yêu cầu, nếu cần thiết, thí nghiệm độ thấm nước của vữa theo phương pháp được qui định trong tiêu chuẩn 14 TCN 80-2001. Nếu độ chống thấm thực tế không đạt yêu cầu, thì phải thêm xi măng để cuối cùng có thành phần vữa đạt yêu cầu về độ chống thấm. Nếu độ chống thấm thực tế vượt quá yêu cầu về chống thấm, thì giữ nguyên thành phần của vữa như sau khi đã điều chỉnh theo cường độ yêu cầu của vữa. Tóm lại sau các thí nghiệm này có thành phần của 1m^3 hỗn hợp vữa: X, N, C (C là khối lượng của 1m^3 cát, chính là khối lượng thể tích của cát).

Cần lưu ý, nếu trong vữa có pha phụ gia thì phải thí nghiệm vữa được pha một tỷ lệ phụ gia theo qui định hoặc theo hướng dẫn của cơ sở sản xuất phụ gia.

Bước 5: Xác định thành phần của 1m^3 vữa:

- Xác định khối lượng thể tích của vữa (ρ_v), ta có được thành phần của vữa đã làm trong bước 4 (theo tiêu chuẩn 14TCN 80-2001).

- Xác định thành phần chính thức của 1m^3 vữa:

$$\text{Lượng xi măng: } X' = \frac{X}{X + N + C} \rho_v$$

$$\text{Lượng nước: } N' = \frac{N}{X + N + C} \rho_v$$

$$\text{Lượng cát: } C' = \frac{C}{X + N + C} \rho_v$$

trong đó X, X', N, N', C và C' được tính bằng kg; còn ρ_v được tính bằng kg/m^3 .

1.6. NHỰA ĐƯỜNG (BITUM) VÀ VẬT LIỆU CHỐNG THẤM NƯỚC TRÊN CƠ SỞ NHỰA ĐƯỜNG

Nhựa đường có tên khoa học là bitum. Đó là một sản phẩm của công nghiệp hoá dầu được cấu tạo bởi các nhóm chất hóa học được nêu trong bảng 1-60.

Bảng 1-60. Các nhóm chất hoá học trong bitum

Nhóm chất hóa học	Hình thái	Khối lượng riêng (t/m^3)	Hàm lượng, %	Đặc điểm
Chất dầu	Thể lỏng, tính dính, không màu sắc hoặc màu vàng nhạt	Nhỏ hơn 1	45 - 60	Tạo cho bitum có tính lưu động
Chất nhựa	Đặc, dính, màu đen, bán rắn	Gần bằng 1	15 - 30	Làm cho bitum có tính dính kết, tính dẻo
Axit atfan và các anhydrit	Đặc, dính, màu đen, dạng keo	Lớn hơn 1	Nhỏ hơn 1	Tăng lực dính kết của bitum với bề mặt vật liệu khoáng
Cacben và cacboit	Dạng bột, màu trắng hoặc đen	Lớn hơn 1	10 - 30	Nâng cao tính ổn định nhiệt và tính dính kết của bitum
Atfan than giống than	Dạng lỏng, màu đen thẫm	Lớn hơn 1	Nhỏ hơn 2,5	Hạ thấp lực dính kết của bitum
Parafin	Trắng, giòn	Xấp xỉ 1	2 - 3	Hạ thấp tính ổn định nhiệt của bitum

Bitum thường được sản xuất ở dạng bán rắn và được phân ra các mức sau đây theo chỉ số độ kim lún như trong bảng 1-61.

Bảng 1-61. Yêu cầu tiêu chuẩn đối với bitum

Các chỉ tiêu	Mác bitum theo độ xuyên kim									
	40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Độ kim lún ở 25°C, 100g, 5 giây	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Điểm bắt lửa được xác định bằng cốc từ Cleveland, °C	232	-	292	-	232	-	218	-	177	-
Độ giãn dài ở 25°C, 5cm/phút, cm	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-
Độ hòa tan trong trichloroetylen, %	99	-	99	-	99	-	44	-	99	-
Lượng mất khi nung, %	-	0,8	-	0,8	-	1,0	-	13	-	15
Độ xuyên kim của chất trả % độ xuyên kim ban đầu	58	-	54	-	50	-	46	-	40	-
Độ giãn dài của chất trả ở 25°C, 5cm/phút, cm	-	-	50	-	75	-	100	-	100	-

Bitum lỏng là dung dịch bitum trong dung môi (ét xăng, dầu hoả, dầu diezen) và được phân ra 3 loại: khô nhanh, khô vừa và khô chậm. Yêu cầu tiêu chuẩn đối với các mác của bitum lỏng khô nhanh và khô vừa được nêu trong bảng 1-62 và bảng 1-63.

Bảng 1-62. Bitum lỏng khô nhanh

Các chỉ tiêu	Bitum lỏng khô nhanh							
	RC-70		RC-250		RC-800		RC-3000	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Độ nhớt động học ở 60°C, mm²/s	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Độ nhớt Saybolt ở 250°C	60	120	125	250	100	200	300	600
Điểm bắt lửa (cốc hở Tag), °C	-	-	27	-	27	-	27	-
Hàm lượng nước, %	-	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,2
Sản phẩm chưng cất tới 190°C	10	-	-	-	-	-	-	-
tới 225°C	50	-	35	-	15	-	-	-
tới 260°C	70	-	60	-	45	-	25	-
tới 315°C	85	-	80	-	75	-	70	-
Chất bã sau chưng cất tới 360°C, tính bằng % thể tích mẫu bitum lỏng	55	-	65	-	75	-	80	-
Độ hoà tan trong trichloroethylene, %	99	-	99	-	99	-	99	-

Bảng 1-63. Bitum khô vừa

Các chỉ tiêu	Bitum khô vừa									
	MC-30		MC-70		MC-250		MC-800		MC-3000	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Độ nhớt động học ở 60° C, mm ² /s	70	60		140	250	500	800	1600	3000	6000
Độ nhớt Saybolt, s										
ở 25°C	-	-	75	150	-	-	-	-	-	-
ở 50°C	60	120	-	-	-	-	-	-	-	-
ở 60°C	-	-	-	-	125	200	-	-	-	-
ở 82,2°C	-	-	-	-	-	-	100	200	300	600
Điểm bắt lửa (cốc hở Tag), °C				-	27	-	27	-	27	-
Hàm lượng nước, %				0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,2
Sản phẩm chưng cất										
tới 190°C	10	70	55	-	35	-	15	-	25	-
tới 225°C	50	85	99	-	60	-	45	-	70	-
tới 260°C				-	80	-	75	-	C	-
Chất bã sau chưng cất tới 360°C, tính bằng % thể tích mẫu bitum lỏng	-	65		-	65	-	75	-	80	-
Độ hoà tan chất bã trong trichloroethylen %				-	99	-	99	-	99	-

Nhũ tương bitum là thể lỏng gồm hai pha: Pha phân tán và môi chất phân tán. Pha phân tán là các hạt bitum nhỏ lơ lửng trong môi chất phân tán. Ngoài ra có thêm chất nhũ hoá. Có hai loại nhũ tương bitum: Nhũ tương kiềm và nhũ tương axit. Nhũ tương axit lại phân ra 3 loại: Khô nhanh, khô vừa và khô chậm. Yêu cầu tiêu chuẩn đối với nhũ tương axit được nêu trong bảng 1-64.

Bảng 1-64. Nhũ tương axit

Các chi tiết	Loại khô nhanh				Loại khô vừa				Loại khô chậm			
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CS-1h	
Độ nhớt Saybolt, s												
- ở 25°C	20	100	100	400	50	450	50	450	20	100	20	100
- ở 50°C												
Thử tính ổn định khi cất giữ 24h, %		1		1		1		1		1		1
Khả năng bao phủ và độ bền nước :												
- Lớp phủ, cốt liệu khô.					T	T	T	T				
- Lớp phủ, cốt liệu ướt.					Th	Th	Th	Th				
Chất dầu chung cất được, % thể tích của nhũ tương bitum		3		3		12		12				
Chất bã chung cất được, %	60		65		65		65		57		57	
Độ kim lún của chất bã, 25°C, 100g 5s	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Độ kéo dài, 25°C, 5cm/min, cm	40		40		40		40		40		40	
Độ hoà tan trong trichloroethylen, %	97,5		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5	
Chú thích. T – tốt; Th – thường.												

Matit bitum thường là hỗn hợp của bitum, bột khoáng và amiăng với tỉ lệ 7: 3: 0.12 theo khối lượng. Dùng bitum nóng chảy hoặc bitum lỏng.

Thảm bitum với cốt thảm là vải, sợi gai hoặc vải sợi thủy tinh. Vải được tẩm bitum có điểm hoá mềm 45°C, hoặc quét bitum có điểm hoá mềm 80 ÷ 90°C. Khi quấn quanh cọc có đường kính 20mm và ở nhiệt độ 18± 2°C và 25± 2°C, không xuất hiện vết nứt.

Vữa cát bitum là hỗn hợp bitum, bột khoáng và cát như trong bảng 1-65.

Bảng 1-65. Vữa cát bitum

Vật liệu chế tạo	Yêu cầu đối với vật liệu	Tỉ lệ phối hợp theo khối lượng
Bitum	Chọn các bitum theo điều kiện khí hậu ở địa điểm dùng vữa. Nói chung có thể dùng bitum mác 60/70	12÷20%
Bột khoáng	Thường dùng bột đá vôi, lượng lọt sàng 0,074mm là 70 ÷ 100%	22 ÷ 32%
Cát	Cát cứng rắn, nhiều góc cạnh, khô ráo, sạch sẽ độ rỗng nhỏ	

Bê tông bitum là hỗn hợp của đá, cát, bột đá và bitum. Đá có D_{max} thường không lớn hơn 25mm và là đá nghiền (đá vôi tốt hơn macma). Dùng cát nghiền tốt hơn cát tự nhiên. Theo số liệu của một số công trình trên thế giới, thành phần bê tông bitum nằm trong khoảng như sau: Đá (40÷50%), cát (40÷50%), bột đá (10÷20%), bitum (khoảng 8%).

Bê tông bitum được phân loại như trong bảng 1-66.

Bảng 1-66. Phân loại bê tông bitum và sử dụng bê tông bitum, vữa bitum

Cơ sở phân loại	Tên gọi	Đặc điểm và ý đồ sử dụng
Phân loại theo ý đồ sử dụng	Bê tông bitum của lớp chống nước	Dùng ở bộ phận chống thấm của đập, yêu cầu tính đặc chắc và tính không thấm nước cao. Độ rỗng của bê tông bitum từ 2 ÷ 3%, hệ số thấm $10^{-10} \div 10^{-7}$. Dùng cốt liệu có cấp phối liên tục, hàm lượng nhựa trong bê tông 6 ÷ 9%.
	Bê tông bitum của lớp thoát nước	Dùng ở lớp thoát nước bên dưới lớp chống thấm, bộ phận này có tính thấm nước tốt, độ rỗng sau khi đầm, nén khoảng 20 ÷ 40% hay dùng cấp phối có độ rỗng lớn. Hàm lượng nhựa khoảng 2 ÷ 4%.
	Bê tông bitum của lớp lọc ngược hoặc lớp làm bằng mặt	Dùng ở lớp mỏng của khối chống thấm, hình thành một lớp cứng chắc, tiện cho máy rải vận hành, bảo đảm khối chống thấm ổn định. Lớp này thường dùng cốt liệu thô, hàm lượng nhựa khoảng 3,5 ÷ 5%
	Bê tông bitum của lớp bảo vệ	Dùng ở lớp mặt khối chống thấm, thường thay bê tông bitum bằng vữa cát bitum hoặc matit bitum.
Phân loại theo đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu	Bê tông bitum loại hạt thô	Đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu 35 ÷ 40mm
	Bê tông bitum loại hạt vừa	Đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu 20 ÷ 25mm
	Bê tông bitum loại hạt mịn	Đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu 10 ÷ 15mm
	Bê tông bitum có cấp phối liên tục hỗn hợp bitum cát	Đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu nhỏ hơn 15mm

Cơ sở phân loại	Tên gọi	Đặc điểm và ý đồ sử dụng
Phân loại theo tổ hợp cấp phối cốt liệu	Bê tông bitum cấp phối liên tục	Bê tông do các cấp cốt liệu lớn, trung bình, nhỏ tạo thành, tính chống thấm tốt
	Bê tông bitum cấp phối giai đoạn	Bê tông chỉ do cốt liệu lớn, bé tạo thành, tính ổn định nhiệt và tính chống thấm nước tương đối
Độ rỗng của bê tông nhiều hay ít	Bê tông bitum cấp phối đặc chắc	Độ rỗng của bê tông bitum được khống chế trong khoảng $3 \div 5\%$, bột $1 \div 3\%$ (tính theo thể tích), cường độ giới hạn $R_{50} (ở 50^\circ C) = 18 \div 8 \text{ daN/cm}^2$
	Bê tông cấp phối rỗng	Độ rỗng của bê tông bitum được khống chế trong khoảng $10 \div 12\%$, bột 10% cường độ giới hạn daN/cm^2 .
Phân loại theo phương pháp thi công, nhiệt độ thi công nhựa đường	Bê tông bitum dùng nóng	Gia nhiệt cốt liệu và bitum, rồi trộn với nhau. Chất lượng bê tông cao, nhưng lượng bitum tương đối nhiều. Bê tông bitum nóng thường dùng cho công trình thủy lợi và giao thông.
	Bê tông bitum dùng nguội	Dùng bitum lỏng để trộn bê tông bitum. Lượng bitum dùng ít hơn, thi công thuận tiện, nhưng yêu cầu sử dụng một lượng dung dịch chất hữu cơ lớn. Trong xây dựng ít dùng loại bê tông bitum này.
	Bê tông bitum đầm nén	Hỗn hợp bê tông bitum nóng được trải đều, rồi được đầm nén. Phương pháp này dùng cho công trình tường chống thấm đập đất đá, bể trữ nước, kênh mương, xây trát bản mặt các loại đê, bảo vệ mặt nội bộ đập đất đá.
	Bê tông bitum đổ tại chỗ	Đổ vữa bitum vào nền móng của bờ dốc, đã xếp đá. Nguyên tắc của phương pháp này là không yêu cầu đầm nén. Thích hợp ở nơi đầm nén khó khăn.
	Tấm bitum đúc sẵn	Phương pháp này là trộn hỗn hợp bitum + cát + đá + chất khoáng, rồi đúc thành tấm. Loại tấm đúc sẵn này không thấm nước chịu mài mòn tốt, có thể dùng để xây lát và bảo vệ mặt công trình.

1.7. VẬT LIỆU PHỤT BẰNG HÓA CHẤT

Vữa phụt bằng hoá chất dùng để phụt vào khe nứt cực kỳ nhỏ ($0,1 \text{ mm}$ trở xuống). Sau khi đi vào khe nứt đạt đến độ sâu nào đó, vữa sẽ đông kết nhanh thành thể rắn, bít kín các khe hở, có tác dụng cố kết và chống thấm. Vữa phụt hoá chất có cường độ dính kết cao, có thể làm tăng cường độ của kết cấu bê tông và kết cấu gạch đá.

Theo kinh nghiệm của Trung Quốc, có thể sử dụng một số loại vữa phụt sau đây được sử dụng cho các công trình thủy lợi, thủy điện theo bảng 1-67.

Bảng 1-67. Thành phần chủ yếu, tính năng và ý đồ sử dụng của một số loại vữa phụt

TT	Tên gọi vật liệu vữa phụt		Thành phần chủ yếu	Khe hở hoặc đường kính lỗ có thể phụt vữa vào (mm)	Thời gian đông kết của vữa phụt	Cường độ chịu nén của vữa phụt (MPa)	Ý đồ sử dụng chủ yếu	Phương thức phụt vữa
1	Xi măng	Vữa thuần xi măng	Xi măng, đất trương nở, đất sét, phụ gia thích hợp	1 - 0,15	8 - 12 giờ	12 - 20	Gia cố chấn nước cho vết nứt của nền đá, phụt vữa nền móng của đập	Dung dịch đơn
		Xi măng pha phụ gia						Dung dịch đơn
2	Xi măng - thủy tinh lỏng		Xi măng, thủy tinh lỏng	1 - 0,15	Hơn 10 giây đến vài chục giây	5 - 25		Dung dịch kép
3	Thủy tinh lỏng	Thủy tinh lỏng - Canxi clorua	Thủy tinh lỏng, canxi clorua	0,5 - 0,1	Tức thời	2 - 3	Gia cố nền móng, gia cố ngăn nước tầng bồi xói	Dung dịch kép
		Thủy tinh lỏng - Natri aluminic axit	Natri aluminic axit	0,5 - 0,1	Hơn 10 giây đến vài chục giây			Dung dịch kép
4	Vữa phụt crôm lignhin					4 - 20	Ngăn nước cho tầng bồi xói, gia cố ngăn nước ở vết nứt đá gốc	Vữa đơn hoặc vữa kép
5	Vữa phụt đông kết		Acrylamid, chất phụ trợ	0,01- 0,013	Vài giây đến vài chục giây	4 - 6	Gia cố ngăn nước cho vết nứt của nền đá, chống thấm ngăn nước tầng bồi xói	Vữa kép
6	Vữa phụt		Acrylamide, nhựa ure aldehyde đã xử lý bằng amonium sunfat, axit sunfuric	0,08 - 0,05	Hơn mười giây đến vài chục giây	80 - 100	Chống thấm ngăn nước tầng bồi xói	Vữa kép

TT	Tên gọi vật liệu vữa phụt	Thành phần chủ yếu	Khe hở hoặc đường kính lỗ có thể phụt vữa vào (mm)	Thời gian đông kết của vữa phụt	Cường độ chịu nén của vữa phụt (MPa)	Ý đồ sử dụng chủ yếu	Phương thức phụt vữa
7	Vữa phụt	Formol Acrylic, axit methyl este, vật liệu phụ trợ	0,05 - 0,01	1 - 2 giờ	600 - 800	Tu bổ hàn vết nứt của đập	
8	Epoxy	Nhựa epoxy, vật liệu phụ trợ	0,2		700 - 1200	Tăng cường cho bê tông	
9	Cyanogen đông kết	Isocyanate, nhựa polyeste béo, vật liệu phụ trợ		Vài giây đến mười mấy giây	48 - 98	Gia cố nền, xử lý giải nát vụn của tầng gầy	Vữa đơn

1.8. VẬT LIỆU KIM LOẠI

1.8.1. Phân loại thép

Có nhiều cách phân loại thép. Bảng 1-68 là phân loại theo loại lò luyện, theo thành phần hoá học và theo ý đồ sử dụng.

Bảng 1-68. Phân loại thép

Căn cứ để phân loại	Tên gọi		Thuyết minh
Phân theo loại lò luyện	Thép lò bằng		Luyện thép cacbon và thép hợp kim thấp phổ thông
	Thép lò quay		Luyện thép cacbon và thép hợp kim thấp phổ thông.
	Thép lò điện		Chủ yếu luyện thép hợp kim.
Phân theo thành phần hoá học	Thép cacbon	Thép cacbon thấp	Hàm lượng cacbon nói chung nhỏ hơn 0,25%
		Thép cacbon vừa	Hàm lượng C giữa 0,25% ÷ 0,6%.
		Thép cacbon cao	Hàm lượng cacbon nói chung lớn hơn 0,6%.
		Thép chất lượng cao	Hàm lượng S và P thường không vượt quá 0,040%.
	Thép hợp kim	Thép hợp kim thấp	Tổng hàm lượng nguyên tố hợp kim thường nhỏ hơn 3,5%.
		Thép hợp kim vừa	Tổng hàm lượng nguyên tố hợp kim từ 3,5% ÷ 10%.
		Thép hợp kim cao	Tổng hàm lượng nguyên tố hợp kim từ 10% trở lên.

Căn cứ để phân loại	Tên gọi		Thuyết minh
Phân theo ý đồ sử dụng	Thép kết cấu	Thép xây dựng Thép cơ khí (thép cacbon - thép hợp kim)	Dùng để chế tạo nồi lò, tàu bè, cầu nhà xưởng và kiến trúc khác. Dùng để chế tạo cơ khí và linh kiện cơ giới.
	Thép công cụ	Thép công cụ cacbon. Thép công cụ hợp kim. Thép công cụ cao tốc.	Dùng để chế tạo dao, dụng cụ đo lường và khuôn mẫu.
	Thép có tính năng đặc biệt		Thép không gỉ, chịu axit, chịu nhiệt, thép từ...

1.8.2. Thép cacbon thông thường (TCVN 1765-75)

- Theo công dụng, thép cacbon thông thường được chia thành 3 nhóm:
 - Nhóm A - đảm bảo tính chất cơ học.
 - Nhóm B - đảm bảo thành phần hoá học.
 - Nhóm C - đảm bảo tính chất cơ học và thành phần hoá học.
- Ký hiệu mác thép cacbon thông thường như sau:
 - Chữ CT là chữ viết tắt “Thép cacbon thông thường”.
 - Chữ số đứng sau chỉ giới hạn bền tối thiểu khi kéo tính bằng daN/mm².
 - Ví dụ: CT31, CT33, CT34, CT38.
 - Chữ B và C đứng đầu mác thép chỉ nhóm thép.
 - Thép nhóm A không cần ghi. Ví dụ: CT34, BCT34, CCT34.
- Chữ in thường đứng sau chữ số chỉ độ bền khi kéo biểu thị mức độ khử oxy:
 - s - thép sôi, n - thép nửa lặng, không ghi - thép lặng. Ví dụ: CT38s, CT38n, CT38, BCT38.
- Để biểu thị loại thép, đằng sau cùng mác thép có thêm chữ số Ả rập. Ví dụ: CT38n2, BCT38s2, CCT42n2. Không cần ghi số chỉ loại đối với thép loại 1. Ví dụ: BCT38s, CCT42n.
- Ở thép lặng có thêm gạch ngang đằng sau độ bền kéo để phân biệt với số chỉ loại thép.
 - Ví dụ :BCT38-2, CCT42-3, CCT38-6.
- Đối với thép nửa lặng có nâng cao hàm lượng mangan ở sau chữ tắt biểu thị mức độ khử ôxy có thêm chữ Mn. Ví dụ : CT38nMn , BCT38nMn2, CCT52nMn3.
- Khi khắc dấu để ghi nhãn, được phép lấy độ cao của chữ và độ cao của số bằng nhau, ví dụ: BCT38nMn2.
- Đối với thép nhóm C loại 4, 5, 6 cần ghi rõ phương pháp nấu luyện trong chứng từ.

- Thép nhóm A phải đảm bảo tính chất cơ lý ở bảng 1-69.
- Thép nhóm B phải đảm bảo thành phần hoá học ở bảng 1-70.
- Thép nhóm C phải đảm bảo tính chất cơ lý ở bảng 1-68, thành phần hoá học ở bảng 1-69 và độ dai va đập ở bảng 1-71.

Thép được sử dụng trong xây dựng là thép cacbon thường cán nóng, có các hình dạng tròn, dẹt, vuông, L, U, I, T, Z hoặc thép bản, thép tấm.

Bảng 1-69. Yêu cầu về tính chất cơ lý của thép cacbon thông thường
(theo TCVN 1765-75)

Mác thép	Độ bền kéo đứt daN/mm ²	Giới hạn chảy σ_c (daN/mm ²)				Độ giãn dài δ , % cho độ dày, mm			Uốn 180° cho độ dày (mm)	
		đến 20	trên 20 đến 40	trên 40 đến 100	trên 100	đến 20	trên 20 đến 40	trên 40		
		Không nhỏ hơn				đến 20			đến 20	trên 20
CT31	≥ 31	-	-	-	-	23	22	20	D = 2a	Đường kính gổ uốn tăng lên theo độ dày mẫu
CT33s	31÷40	-	-	-	-	35	34	32	D = 0	
CT33n, CT33	32÷42	-	-	-	-	34	33	31	(không gổ uốn)	
CT34s	33÷42	22	21	20	19	33	32	30	D = 0	
CT34n CT34	34÷44	23	22	21	20	32	31	29	(không gổ uốn)	
CT38s	37÷47	24	23	22	20	27	26	24	D = 0	
CT38n, CT38	38÷49	25	24	23	21	26	25	23	D = a/2	Đường kính gổ uốn tăng lên theo độ dày mẫu
CT38n Mn	38÷50	25	24	23	21	26	25	23	D = a/2	
CT42s	41÷52	26	25	24	23	25	24	22	D = 2a	
CT42n, CT42	42÷54	27	26	25	24	24	23	21	D = 2a	
CT51n CT51	51÷64	29	28	27	26	20	19	17	D = 3a	
CT52nMn CT61n, CT61	52÷60 ≥61	29 32	28 31	27 30	26 30	20 15	19 14	17 12	D = 3a	

Bảng 1-70. Yêu cầu thành phần hoá học của thép cacbon thông thường
(theo TCVN 1765-75)

Mác thép	Hàm lượng các nguyên tố, %							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
				Không lớn hơn				
BCT31	≤ 0,23	-	-	0,07	0,06	-	-	-
BCT33s	0,06-0,12	0,25÷0,5	≤ 0,05	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT33n	0,05-0,12	0,25÷0,5	0,05÷0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT33	0,06-0,12	0,25÷0,5	0,12÷0,3	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT34s	0,09-0,15	0,25÷0,5	≤ 0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT34n	0,09-0,15	0,25÷0,5	0,05÷0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT34	0,09-0,15	0,25÷0,5	0,12÷0,3	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT38s	0,14-0,22	0,3÷0,6	≤ 0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT38n	0,14-0,22	0,4÷0,65	0,05÷0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT38	0,14-0,22	0,4÷0,65	0,12÷0,3	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT38nMn	0,14-0,22	0,8÷1,1	≤ 0,15	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT42s	0,18-0,27	0,4÷0,7	≤ 0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT42n	0,18-0,27	0,4÷0,7	0,05÷0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT42	0,18-0,27	0,4÷0,7	0,12÷0,3	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT51n	0,28-0,37	0,5÷0,8	0,05÷0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT51	0,28-0,37	0,5÷0,8	0,15÷0,35	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT52nMn	0,22-0,30	0,8÷1,2	≤ 0,15	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT61n	0,38-0,49	0,5÷0,8	0,05÷0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
BCT61	0,38-0,49	0,5÷0,8	0,15÷0,35	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30

Bảng 1-71. Yêu cầu độ dai và đập của thép các bon thông thường
(TCVN 1765-75)

Mác thép	Loại thép cán	Vị trí của mẫu so với hướng cán	Độ dày, mm	Độ dai và đập daN/cm ² , không nhỏ hơn	
				Ở nhiệt độ + 20 °C	Sau khi hoá già cơ học
CCT38n, CCT38	Tấm	Ngang	5÷9	8	4
			10÷25	7	3
			26÷40	5	-
	Băng rộng	Dọc	5÷9	10	5
			10÷25	8	3
			26÷49	7	-
			5÷9	11	5
			10÷25	10	3
			26÷40	9	-
			5÷9	8	4
CCT38nMn	Tấm	Ngang	10÷30	7	3
			31÷40	5	-
			5÷9	10	5
	Băng rộng	Dọc	10÷30	8	3
			31÷40	7	-
			5÷9	11	5
			10÷30	10	3
			31÷40	9	-
			5÷9	7	-
			10÷25	6	-
CCT42n, CCT42	Tấm	Ngang	26÷40	4	-
			5÷9	10	-
			10÷25	9	-
	Hình và định hình	Dọc	26÷40	7	-

1.8.3. Thép kết cấu hợp kim thấp

Dựa vào công dụng chủ yếu thép kết cấu hợp kim thấp được chia làm 2 nhóm:

a) Thép dùng làm kết cấu kim loại, gồm các mác thép:

Thép Mangan: 14Mn, 19Mn, 09Mn2, 14Mn2, 18Mn2.

Thép Silic-Mangan: 12MnSi, 16MnSi, 17MnSi, 09Mn2Si, 10Mn2Si.

Thép Mangan -Vanadi: MnV.

Thép Crôm-Mangan- Silic: 14CrMnSi.

Thép Crôm-Silic-Niken-đồng: 15 CrSiNiCu, 10 CrSiNiCu.

b) Thép làm cốt trong bê tông, gồm các mác thép:

Thép Silic-Mangan: 35MnSi, 18Mn2Si, 25Mn2Si.

Thép Crôm-Mangan-Zircôn: 20CrMn2Zr.

Thép Silic: 80Si.

Thành phần hóa học và tính chất cơ lý của thép hợp kim thấp (Xem bảng 1-72, 1-73).

Bảng 1-72. Thành phần hoá học của thép hợp kim thấp

(Theo TCVN 3104 -79)

Mác thép	Thành phần hoá học, %								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N.tố khác
A. Thép dùng làm kết cấu kim loại									
14Mn	0,12- 0,18	0,17-0,37	0,70-1,00	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	Vanadi 0,05-0,14
19Mn	0,15-0,22	0,17-0,37	0,80-1,15	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
09Mn2	≤0,12	0,17-0,37	1,40-1,50	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
14Mn2	0,12-0,18	0,17-0,37	1,20-1,60	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
18Mn2	0,14-0,20	0,25-0,55	1,20-1,60	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
12MnSi	0,09-0,15	0,50-0,80	0,50-1,20	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
16MnSi	0,12-0,18	0,40-0,70	0,90-1,20	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
17MnSi	0,14-0,20	0,40-0,60	1,00-1,40	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
09Mn2Si	≤0,12	0,50-0,80	1,30-1,70	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
10Mn2Si	≤0,12	0,90-1,20	1,30-1,65	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
15MnV	0,12-0,18	0,17-0,37	0,90-1,20	0,50-0,80	≤0,30	≤0,30	≤0,035	≤0,040	
14Cr MnSi	0,11-0,16	0,40-0,70	0,90-1,30	0,60-0,90	0,30-0,60	0,20-0,40	≤0,035	≤0,040	
15CrSiNiCu	0,12-0,18	0,40-0,70	0,40-1,70	0,60-0,90	0,50-0,80	0,40-0,65	≤0,035	≤0,040	
10CrSiNiCu	≤0,12	0,80-1,10	0,50-1,80						

Mác thép	Thành phần hoá học, %								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N.tố khác
B. Thép dùng làm cốt thép trong bê tông									
33MnSi	0,30-0,37	0,60-0,90	0,81-1,20	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,040	≤0,045	Zircon 0,007- 0,14
18Mn2Si	0,14-0,23	0,60-0,90	1,20-1,60	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,040	≤0,045	
25Mn2Si	0,20-0,29	0,60-0,90	1,20-1,60	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,040	≤0,045	
20CrMn2Zr	0,19-0,26	0,40-0,70	1,50-1,90	0,90-1,20	≤0,30	≤0,30	≤0,040	≤0,045	
80Si	0,74-0,82	0,60-1,00	0,50-0,80	≤0,30	≤0,30	≤0,30	≤0,040	≤0,045	

Bảng 1-73. Tính chất cơ lý của thép hợp kim thấp

(TCVN 3104-79)

Mác thép	Chiều dày vật cân mm	Tính chất cơ lý khi kéo			Độ dai va đập, daN/m ²	Thử nghiệm uốn nguội D- bề dày góc uốn a- bề dày d- đường kính
		Giới hạn bền daN/mm ²	Giới hạn chảy daN/mm ²	Độ giãn dài tương đối ε %	Ở + 20 ⁰ C	
		Không nhỏ hơn				
A. Thép dùng làm kết cấu kim loại						
14Mn	4-10	46	29	21	-	180 ⁰ D=2a
19Mn	4-10	46	32	22	-	180 ⁰ D=2a
09Mn2	4-20	45	31	21	-	180 ⁰ D=2a
	21-32	45	30	21	-	
14Mn2	4-10	47	34	21	-	180 ⁰ D=2a
	11-32	46	33	21	-	
18Mn2	8-10	52	36	21	-	180 ⁰ D=2a
12MnSi	4-10	47	32	26	-	180 ⁰ D=2a
	4-10	50	33	21	-	180 ⁰ D=2a
	11-20	49	32	21	6	
	21-32	48	30	21	6	
16MnSi	33-60	47	29	21	6	
	>60-160	46	28	21	6	
	4-10	52	35	23	-	180 ⁰ D=2a
17MnSi	11-20	50	34	23	-	

Mác thép	Chiều dày vật cần mm	Tính chất cơ lý khi kéo			Độ dai va đập, daN/m ²	Thử nghiệm uốn nguội D- bề dày góc uốn a- bề dày d- đường kính
		Giới hạn bền daN/mm ²	Giới hạn chảy daN/mm ²	Độ giãn dài tương đối ε %	Ở + 20 ⁰ C	
		Không nhỏ hơn				
09Mn2Si	4-10	50	35	21	-	180 ⁰ D=2a
	11-20	48	33	21	6	
	21-32	47	31	21	6	
	33-60	46	29	21	6	
	61-80	45	28	21	6	
	>80-160	44	27	21	6	
10Mn2Si1	4-10	52	38	21	-	180 ⁰ D=2a
	11-20	51	36	21	6	
	21-32	50	35	21	6	
	33-60	48	34	21	6	
	>60-160	46	32	21	6	
15MnV	1-20	52	38	21	4	180 ⁰ D=2a
	11-20	52	36	21	3	
	21-32	48	34	21	3	
14CrMnSi	4-10	50	35	22	-	180 ⁰ D=2a
15Cr NiCu	4-32	50	35	21	-	180 ⁰ D=2a
10CrSiNiCu	4-10	54	40	19	-	180 ⁰ D=2a
	11-15	54	40	19	-	180 ⁰ D=2a
	16-32	54	40	19	-	180 ⁰ D=2a
	33-40	52	40	19	-	
B. Thép dùng làm cốt thép trong bê tông						
35Mn Si	6-40	60	40	14	-+-	90 ⁰ D=3d
18Mn2Si	6-9	60	40	14	-	90 ⁰ D=3d
	40-90	50	30	14	-	
25 Mn2 Si	6-40	60	40	14	-	90 ⁰ D=3d
20CrMn2Zr	10-32	90	60	6	-	45 ⁰ D=5d
80Si	10-18	90	60	6	-	45 ⁰ D=5d
Chú thích: Yêu cầu về độ dai của các mác thép hợp kim thấp được quy định ở TCVN 3104-79.						

1.8.4. Một số sản phẩm thép xây dựng

1.8.4.1. Cốt thép: Cốt thép được chia làm 4 nhóm theo tính chất cơ học của thép CI, CII, CIII, CIV.

Tính chất cơ học của cốt thép phải đảm bảo các yêu cầu ở bảng 1-74.

Bảng 1-74. Yêu cầu kỹ thuật đối với cốt thép

(Theo TCVN 1651-85)

Nhóm cốt thép	Đường kính (mm)	Giới hạn chảy (daN/mm ²)	Giới hạn bền (daN/mm ²)	Độ giãn dài tương đối (%)	Thử uốn nguội C- độ dày trực uốn, d - đường kính thép cốt
		Không nhỏ hơn			
CI	6-40	24	38	25	C = 0,5d (180 ⁰)
CII	10-40	30	50	19	C = 3d (180 ⁰)
CIII	6-40	40	60	14	C = 3d (90 ⁰)
CIV	10-32	60	90	6	C = 3d (45 ⁰)

Ghi chú:

- Thép cốt nhóm CI được chế tạo từ thép các cacbon thông thường mác CT33-3, CT 33n-3, CT35s-3, CCT33n-3, CCT33s-2 (TCVN 1765-75).
- Cốt thép nhóm CII được chế tạo từ mác thép các bon thông thường CCT51-2, CCT51n-2 (TCVN 1765-75).
- Cốt thép nhóm CIII được chế tạo từ thép hợp kim thấp, mác 25Mn2Si, 35MnSi, 18Mn2Si, 25Mn2Si, 35MnSi (TCVN 3104-79).
- Cốt thép nhóm CIV được chế tạo từ thép hợp kim thấp, mác thép 20CrMn2Zn (TCVN 3104-79).

1.8.4.2. Thép hình

Thép hình cacbon (có dạng chữ I, U, T, L, ống tròn, ống chữ nhật, thép dãi...) được chế tạo từ thép cacbon xây dựng XCT34, XCT 38, XCT 42, XCT52 theo TCVN 5709-1993. Chữ XCT chỉ thép cacbon xây dựng, chữ số đứng sau biểu thị độ bền tối thiểu khi kéo, tính bằng daN/mm².

Yêu cầu đối với mác thép XCT34, XCT38, XCT42, XCT52, được quy định tại tiêu chuẩn TCVN 5709-1993. Các mác thép này tương ứng với mác thép CT34, CT38, CT42 và CT52 theo TCVN 1765-75 ở bảng 1-69.

1.8.4.3. Cọc cừ thép

Bảng và hình dưới đây giới thiệu 2 loại cọc cừ thép của Nhật và Nga.

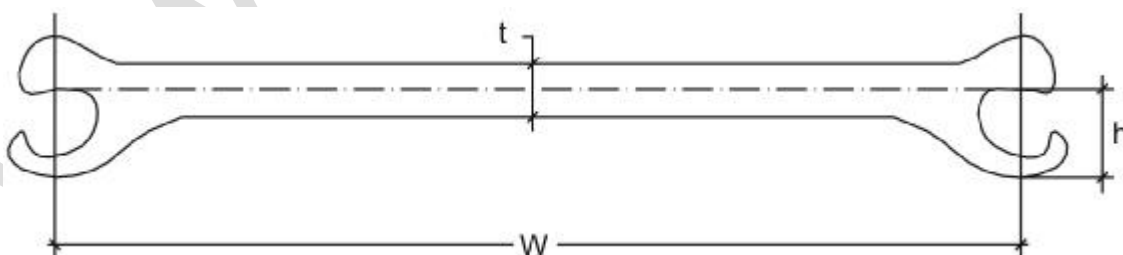
Bảng 1-75. Quy cách cọc cừ thép Nhật Bản

Ký hiệu mặt cắt	Kích thước (mm)			Diện tích mặt cắt (cm ²)	Khối lượng một mét dài (kg/m)	Môđun chống uốn (cm ³)	Mômen quán tính (cm ⁴)	Độ dài cọc (m)
	ω	h	t					
YSP-F	400	44,5	9,5	69,07	54,2	47,8	196	20
YSP-FA	400	44,5	12,7	77,55	60,8	48,3	196	20

Ghi chú: Bề rộng tiêu chuẩn có thể chọn theo quy cách sản xuất của nhà máy nước ngoài trong phạm vi 381÷500 mm.

Bảng 1-76. Thành phần hoá và tính chất cơ lý của cọc cừ thép Nhật Bản

Tên gọi	Chỉ tiêu
Hàm lượng lưu huỳnh không vượt quá	0,04%
Hàm lượng photpho không vượt quá	0,04%
Hàm lượng cacbon không vượt quá	0,25%
Giới hạn bền, nhỏ nhất	50daN/mm ²
Giới hạn chảy, nhỏ nhất	30daN/mm ²
Độ dẫn dài, không nhỏ hơn	18%

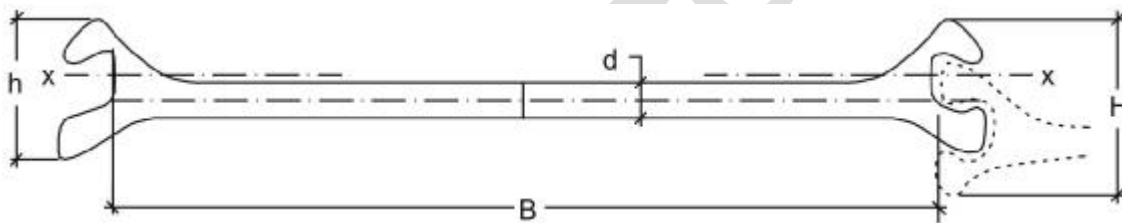
**Hình 1-5. Quy cách cọc bản thép Nhật Bản**

Bảng 1-77. Quy cách cọc bản thép của Nga

Mặt cắt	Kích thước (mm)				Diện tích mặt cắt (cm ²)	Khối lượng một mét dài (kg/m)	Mô men quán tính (cm ⁴)	Mô đun chống uốn (cm ³)	Độ dài cọc (m)
	B	H	h	d					
II II.1	400	103	79	10	85	67	290	71	12~25

Bảng 1-78. Tính chất cơ lý cọc bản thép của Nga

Mác thép	Giới hạn chảy (daN/mm ²)	Giới hạn bền (daN/mm ²)	Độ giãn dài (%)
CT5	27	50~62	15~20

**Hình 1-6. Quy cách cọc bản thép của Nga**

1.8.5. Đồng và hợp kim đồng

Bảng 1-79. Đồng và hợp kim đồng thường dùng trong công trình thủy

Tên gọi	Đặc điểm
Đồng điều	Đồng thuần chất có màu đỏ tím, khối lượng riêng 8,9 t/m ³ ; điểm sôi 1083°C. Tính kéo giãn tốt, độ giãn dài có thể đạt 50%. Sản phẩm đồng điều như tấm, dải, ống có các tính chất cho trong bảng 1-80.
Đồng thau	Là hợp kim giữa đồng và kẽm, có màu vàng. Độ cứng và cường độ cao hơn so với đồng điều. Trong thành phần của đồng thau còn có thể có chì, silic, nhôm, mangan, thiếc và sắt... nhằm thay đổi tính năng đúc, chịu ăn mòn, tăng cường độ như đồng thau chì, đồng thau mangan và đồng thau thiếc...

Tên gọi		Đặc điểm
Đồng đen	Đồng đen có thiếc	Là hợp kim của đồng và thiếc. Có tính năng cơ lý cao, dễ đúc luyện và chịu mài mòn tốt. Thường dùng để chế tạo linh kiện chịu mài mòn và các linh kiện đúc có tiếp xúc với khí có tính ăn mòn axit, bazơ.
	Đồng đen không có thiếc	Là hợp kim gốc đồng không có thiếc, mà có các nguyên tố khác như nhôm, niken, mangan, silic, sắt, beryli, chì... Đồng đen không thiếc còn gọi là đồng đen đặc biệt. Nó có cường độ, tính chịu mài mòn, chịu ăn mòn cao. Có thể còn có tính dẫn điện, tính dẫn nhiệt cao.

Bảng 1-80. Tính năng cơ lý của sản phẩm đồng điều

Tên gọi	Chủng loại sản phẩm	Quy cách	Trạng thái vật liệu	Giới hạn bền, daN/mm ²	Độ giãn dài (%)	Ý đồ sử dụng
Tấm đồng điều	Tấm cán nhiệt Tấm cán nguội	Độ dày 0,4 ÷ 15 mm	- Mềm	> 20 > 20	> 30 > 30	<ul style="list-style-type: none"> - Dùng để làm vật ngăn nước tại khe co giãn của công trình thủy (dày từ 1,0 đến 1,6 mm). - Làm đệm lót của máy móc. - Sửa chữa cơ giới
	Tấm cán nguội		Cứng	> 30	> 3	
Dải đồng điều			Mềm	> 21	> 30	Chế tạo cơ khí và sửa chữa cơ giới
			Cứng	> 30	> 3	
Ống đồng điều	Ống kéo dãn	Đường kính ngoài 3 ÷ 80 mm	Mềm	> 21	> 35	Ống dẫn dầu cơ giới và công nghệ nhiệt
	Ống kéo dãn		Cứng	> 21	> 35	
	Ống nén ép					
Cây (thanh) đồng điều	Kéo dãn	Đường kính 5 ÷ 100 mm.	Mềm	> 20	> 38	Sửa chữa điện và linh kiện cơ giới
	Kéo dãn	Mặt cắt tròn (hay dẹt), vuông, sáu cạnh.	Cứng	> 27	> 6	
	Nén ép			> 20	> 30	
Sợi đồng điều	Kéo dãn	Đồng số 1,2	Cứng			Chế tạo dây dẫn và cáp điện

1.9. VẬT LIỆU GỖ

1.9.1. Phân nhóm gỗ

Các loại gỗ dùng để chịu lực chủ yếu trong xây dựng và trong giao thông vận tải được chia thành sáu nhóm theo ứng suất nén dọc, uốn, kéo dọc và cắt dọc như quy định trong bảng 1-81.

Bảng 1-81. Phân nhóm gỗ theo ứng suất (theo TCVN 1072-71)

Nhóm	Ứng suất, daN/cm ²			
	Nén dọc thớ	Uốn	Kéo dọc thớ	Cắt dọc thớ
I	từ 630 trở lên	từ 1300 trở lên	từ 1395 trở lên	từ 125 trở lên
II	525 - 629	1080 - 1299	1165 - 1394	105 - 124
III	440 - 524	900 - 1079	970 - 1164	85 - 104
IV	365 - 439	750 - 899	810 - 969	70 - 84
V	305 - 364	625 - 749	675 - 809	60 - 69
VI	từ 304 trở xuống	từ 624 trở xuống	từ 674 trở xuống	từ 59 trở xuống

Đối với các loại gỗ chưa có số liệu về ứng suất thì tạm thời dựa theo khối lượng thể tích để chia nhóm như trong bảng 1-82.

Bảng 1-82. Phân nhóm gỗ theo khối lượng thể tích (theo TCVN 1072-71)

Nhóm	Khối lượng thể tích (kg/m ³)
I	từ 860 trở lên
II	730 - 850
III	620 - 0,72
IV	550 - 610
V	500 - 540
VI	từ 490 trở xuống

1.9.2. Chỉ tiêu kỹ thuật tham khảo về một số loại gỗ**Bảng 1-83. Phân nhóm theo cường độ một số loại gỗ thường dùng**

TT	Tên gỗ	Tên khoa học	Ứng suất (daN/cm ²)			
			Nén dọc thớ	Uốn	Kéo dọc thớ	Cắt dọc thớ
Nhóm I						
	A					
1	Giẻ cuống	Quercus pseudocornea A. Cher	712	1396	1710	149
2	Sồi đá	Lithocarpus sp.	637	1308	1548	139
	B					
3	Lim xanh	Erythrobloeum fordii Oliver	763	1683	-	126
4	Sến	Madhuca pasquieri H.J.Lam	706	2008	-	126
5	Táo muối	Vatica fleuryana Tardien	630	2163	1613	-
	C					
6	Kiến kiến	Hopea pierrei Hance	640	1726		
Nhóm II						
	A					
1	Giẻ đen	Castanopsis sp.	645	1168	1323	139
2	Giẻ thơm	Quercus sp.	592	1159	1405	105
3	Giẻ sồi	Quercus sp.	551	1159	1165	137
4	Xoan như	Spondias sp	536	1270	1526	112
	B					
5	Gôi gác	Aphanamixis grandifolia Bl.	562	1555	1458	105
6	Giẻ quả cau	Quercus platycalyx Hickel et A.Camus	615	1209	1372	108
7	Giẻ mỡ gà	Pasania echidnocarpa hickel et A.Camus	552	1086	1579	129
	C					
8	Giổi	Talauma giổi A. Chev	532	1187		
Nhóm III						
	A					
1	Chò chỉ	Parashorea stellata Kurz	540	951	1031	101
2	Mỡ do	(Tuyên Quang)	473	988	1570	89
3	Vàng kiềng	Nauclea purpurea Roxb.	528	1012	1275	95
	B					
4	Giẻ gai	Castanopsis sp.	542	982	1054	111

Bảng 1-84. Phân nhóm theo khối lượng thể tích một số loại gỗ thường dùng

Thứ tự	Tên gỗ	Tên khoa học	Khối lượng thể tích, t/m ³
Nhóm I			
1	Giẻ vàng Tuyên quang		0,88
2	Giẻ xám	Pasania alephantum Hickel et A.Camus	0,97
3	Kim Giao	Podocarpus latifolia Wall	0,94
4	Muồng đen	Cassia siamea Lamk	0,93
5	Nghiến	Parapentaca tonkinensis Gagnep	0,93
6	Sang đá	Xanthophyllum colubrinum Gagnap.	0,91
7	Táo xanh	Vitica sp.	0,86
8	Táo mật	Vitica tonkinensis A. Chev.	0,88
Nhóm II			
1	Đinh đột	Bridelia sp.	0,73
2	Giẻ cau	Quercus platycalyx Hickel et A.Camus	0,82
3	Giẻ đỏ lá gai	(Thái Nguyên)	0,76
4	Giẻ đỏ làm thoi	Pasania fenestrata Oersted.	0,73
5	Gội	Aphanamixis sp.	0,73
6	Sếu	Cellis sinensis Persoon	0,76
7	Trâm móc	Syzygium sp.	0,79
8	Trâm tía	Syzygium sp.	0,76
9	Thông ta	Pinus merkusii Jungh. et Viers	0,75
Nhóm III			
1	Chò nâu	Dipterocarpus tonkinensis A.Chev	0,63
2	Giẻ thơm lá to	Pasania sphaerocarpa Hickel et A.Camus	0,69
3	Giẻ gai quả nhỏ	Castanopsis Ferox (Roxb). Spach	0,62

Thứ tự	Tên gỗ	Tên khoa học	Khối lượng thể tích, t/m ³
4	Giẻ vàng mép	Castanopsis Lecomtei Hickel et A.Camus	0,68
5	Giẻ ngô	Lithocarpus bacgiangensis (Hickel et A.Camus) Camur	0,63
6	Muồng ràng ràng	Adenanthera microsperma Teljm	0,65
7	Re mỡ	Cryptocarya sp.	0,68
8	Sà cừ	Khaya senegalensis A.Juss.	0,71
9	Teck	Tectona grandis Linn	0,64
Nhóm IV			
1	Ruối	Streblus asper Lour	0,62
2	Giổi xanh		0,56
3	Giẻ xoan		0,56
4	Muối	Mangifera sp.	0,59
5	Lai rừng	Aleurites sp.	0,56
6	Xoan mộc	Toona febriluga Roem	0,56
7	Xoan ta	Melia azedarach Linn.	0,56
Nhóm V			
1	Lộc xứng trâu	Beilschmedia sp.	0,56
2	Mít nài	Artocarpus sp.	0,53
3	Muồng luông	(Quỳ châu)	0,50
4	Sồi gai quả to	Castanopsis sp.	0,53
5	Tại trâu	Dillenia sp.	0,50
Nhóm VI			
1	Gạo	Gossampinus mala barica (DC. Merr)	0,36
2	Muồng lưa		0,46
3	Muồng bã mía		0,32
4	Quao	Dolichandrone spathacea (Linn.f.) K.Schum	0,39
5	Sung nâu	Ficus sp.	0,37

Thứ tự	Tên gỗ	Tên khoa học	Khối lượng thể tích, t/m ³
6	Sung lá nhãn	Ficus sp.	0,37
7	Trầu	Aleurites montana Wils	0,41
8	Vông	Erythrina indica Lam.	0,40

1.9.3. Chống mối mọt

Bảng 1-85. Một số thuốc phòng trừ mối, mọt, mục, nấm cho gỗ đang dùng ở Việt Nam

TT	Tên thuốc	Hoá chất chính	Cách dùng
Theo TCXD 204:1998			
1	LN-3	CuSO ₄ .5H ₂ O. K ₂ Cr ₂ O ₇ (dạng muối hoà tan trong nước)	5kg/m ³ theo phương pháp tẩm chân không áp lực
2	LN-5	ZnCl ₂ ; NaF (dạng muối hoà tan trong nước)	6kg/m ³ theo phương pháp tẩm chân không áp lực
3	PBB	Cl ₅ C ₆ ONa; H ₃ BO ₄	5kg/m ³ theo phương pháp tẩm chân không áp lực
Ghi chú của TCXD: Có thể sử dụng các loại thuốc chống mối mọt của nước ngoài được nhà nước cho phép			
Theo quyết định số 53/ 2003/ QĐ-BNN của Bộ Nông nghiệp & PTNT			
1	Kantiborer 10EC/ Malayxia Celcide/ Malayxia	Cypermethrin	Chống sâu mọt hại gỗ Chống mọt hại gỗ
2	CHg/Viện KH Lâm nghiệp VN	CHg (CuSO ₄ + K ₂ Cr ₂ O ₇ + CrO ₃)	Chống con hà, nấm mục hại thuyền gỗ, cửa van gỗ
3	M ₁ /Viện KH Lâm nghiệp VN	Muối, các ôxít của Cu, K ₂ Cr ₂ O ₇ + Metum 5	Con hà hại thuyền gỗ, cửa van gỗ
4	Cislin 2.5 EC	Deltamethrin (min 98%)	Sâu mọt hại gỗ

1.10. VẬT LIỆU GẠCH

1.10.1. Phân loại

Gạch xây thường được phân ra 2 loại là gạch đặc và gạch rỗng. Theo nguyên liệu và công nghệ chế tạo, lại phân ra gạch đất sét nung và gạch không nung, trong đó có gạch bloc đúc bằng bê tông. Trong xây dựng thủy lợi chỉ nên dùng gạch đặc bằng đất nung hoặc bê tông.

1.10.2. Kích thước gạch

- Gạch xây đất sét nung có dạng hình hộp chữ nhật với các kích thước cơ bản được qui định như trong bảng 1-86.

Bảng 1-86. Kích thước gạch xây đất sét nung

TT	Tên gạch	Chiều dài, mm	Chiều rộng, mm	Chiều dày, mm
1	Gạch đặc 60(GĐ 60)	220	105	60
2	Gạch đặc 45(GĐ 45)	190	90	45

Sai lệch kích thước của viên gạch không được vượt quá các giá trị sau đây:

- Theo chiều dài: ± 7 mm; theo chiều rộng: ± 5 mm; theo chiều dày: ± 3 mm.
- Gạch bloc bê tông đặc thường có kích thước 100×150×300mm.

1.10.3. Khuyết tật

- Khuyết tật về kích thước thể hiện qua sai lệch vượt quá các giới hạn nêu trong bảng 1-86. Các khuyết tật khác được nêu trong bảng 1-87.

Bảng 1-87. Các khuyết tật của viên gạch

TT	Loại khuyết tật	Giới hạn cho phép
1	Độ cong, tính bằng mm, không vượt quá : - Trên mặt đáy - Trên mặt cạnh	4 5
2	Số lượng vết nứt xuyên qua suốt chiều dày kéo sang chiều rộng không quá 40 mm	1
3	Số lượng vết nứt góc có chiều sâu từ 5 đến 10 mm và chiều dài theo cạnh từ 10 đến 15 mm	2
4	Số lượng vết nứt cạnh có chiều sâu từ 5 đến 10 mm và chiều dài theo cạnh từ 10 đến 15 mm	2
5	Số lượng các vết tróc có kích thước trung bình từ 5 đến 10 mm xuất hiện trên mặt viên gạch do có tạp chất vôi	3

1.10.4. Mác và cường độ chịu nén và uốn của viên gạch

Gạch đặc đất sét nung được phân thành các mác 50, 75, 100, 125, 150

Cường độ chịu nén và uốn của gạch ứng với các mác không được nhỏ hơn các giá trị nêu trong bảng 1-88.

Bảng 1-88. Cường độ nén và uốn của gạch

TT	Cường độ chịu nén, daN/cm ²		Cường độ chịu uốn, daN/cm ²	
	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất của 1 mẫu	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất của 1 mẫu
1	150	125	28	14
2	125	100	25	12
3	100	75	22	11
4	75	50	18	9
5	50	35	16	8

1.10.5. Kiểm tra chất lượng gạch đặc đất sét nung

- Lấy mẫu gạch để thí nghiệm theo TCVN 1451:86.
- Kiểm tra hình dạng và đo kích thước của viên gạch bằng thước thép.
- Xác định cường độ chịu nén của gạch đất sét nung và gạch bloc bê tông bằng thí nghiệm theo TCVN 246-86 và TCVN 6476-99.
- Xác định cường độ chịu uốn của gạch bằng thí nghiệm theo TCVN 247-86.
- Xác định độ hút nước của gạch đất sét nung và gạch bloc bê tông bằng thí nghiệm theo TCVN 248-66 và TCVN 1355-3-98.
- Xác định khối lượng riêng của gạch bằng thí nghiệm theo TCVN 249-86.
- Xác định khối lượng thể tích của gạch bằng thí nghiệm theo TCVN 250-76.

1.10.6. Sử dụng gạch trong công trình thủy lợi

Gạch đặc dùng để xây ở trên khô, dưới nước và trong đất. Gạch xây ở trong nước phải đặc chắc, độ hút nước nhỏ và hệ số hoá mềm không nhỏ hơn 0,85. Khi chịu áp lực nước, gạch phải có khả năng chống thấm (nước không thấm qua sau 2 giờ thí nghiệm thấm nước dưới áp suất bằng 0,3 atm). Khi xây trên nền ẩm ướt, mác của gạch không được nhỏ hơn 0,75.

Gạch dùng để xây dựng tường chắn đất, bể xả nước, cống, kênh mương, nhà trạm bơm và trạm thủy điện.

1.11. VẬT LIỆU ĐÁ

1.11.1. Vật liệu đá thiên nhiên

Bảng 1-89. Khối lượng đơn vị và cường độ của một số loại đá chủ yếu

Tên gọi	Khối lượng riêng (kg/m ³)	Mác tính toán trong khối xây	Thí nghiệm dấ ngoại, đập cục nhỏ, thể tích từ 100÷200cm ³ , (gần đúng)
Đá phun trào kết tinh hạt mịn chưa phong hoá (granit, syenit, porphyrit, diabase)	Từ 2700 (granit) đến 3000 (diabase)	1000 và 1000 trở lên	Đập rất mạnh, khó tách ra 2÷3 mảnh
Đá phun trào kết tinh chưa phong hoá (đá badan, đá granit hạt thô porphyrit, andesite...)	Từ 2700 (granit) đến 3200 (diabase)	800 ÷ 1000	Đập rất mạnh, phân ra 2~3 mảnh
Đá phun trào chắc chắn phong hoá (độ hút nước lớn hơn 1,5%)	Từ 2500 đến 3100	600	Khi đập vào, phát ra âm thanh thấp và tách ra nhiều mảnh lớn bé.
Đá phun trào chắc chắn phong hoá (độ hút nước lớn hơn 4%)	Không hy vọng ứng dụng		Đập vào không có âm và bị nát vụn
Cát kết silic và cát kết đá vôi (độ hút nước nhỏ hơn 1%)	2600	1000	Khi đập vào, phân thành mảnh nhọn cứng và dòn
Đá vôi kết tinh hạt mịn dạng silicat hoặc cẩm thạch (độ hút nước đạt 2%)	2600	800	Khi đập vào, phân ra 2÷4 mảnh lớn
Đá vôi chắc chắn (độ hút nước bằng 2÷5%)	2500	600	Khi đập vào, phân ra một số mảnh
Đá vôi chắc chắn (độ hút nước đạt 10%)	2200	300	Khi đập vào thì nát vụn ra

Bảng 1-90. Mô đun đàn hồi của một số loại đá chủ yếu

Chủng loại đá	Mô đun đàn hồi (daN/cm ²)
Đá granit và đá phun trào chắc chắn khác	$50 \times 10^4 \div 88 \times 10^4$ (cường độ 1500daN/cm ² ÷ 2500daN/cm ²)
Cẩm thạch (marble)	60
Đá vôi	$18 \times 10^4 \div 54 \times 10^4$ (cường độ 200daN/cm ² ÷ 1200daN/cm ²)

Bảng 1-91. Một số vật liệu đá thiên nhiên thường dùng trong xây dựng

Tên gọi	Chỉ tiêu chất lượng chủ yếu		Sử dụng chủ yếu
	Hạng mục	Chỉ tiêu	
Đá granit	Khối lượng thể tích (kg/m ³)	2500 ÷ 2700	Móng, cột cầu, dè đập, đá vòm, mặt đường, kết cấu hải cảng dè móng
	Chịu nén	1200 ÷ 2500	
	Cường độ (daN/cm ²)	85 ÷ 150	
	Chịu uốn	130 ÷ 190	
	Chịu cắt	<1	
	Độ hút nước(%)	5,6 ÷ 7,34	
	Hệ số nở nhiệt (10 ⁻⁶ /°C)	8	
	Tính dai trung bình (cm)	11	
Đá vôi	Độ hao mòn khối lượng trung bình (%)	75 ÷ 200	Trụ cầu, móng, mặt đường và vật liệu, nguyên liệu làm vôi bột đá...
	Thời gian sử dụng tốt (năm)	1000 ÷ 2600	
	Khối lượng thể tích (kg/m ³)	220 ÷ 1400	
	Chịu nén	18 ÷ 200	
	Cường độ (daN/cm ²)	70 ÷ 140	
	Chịu uốn	2 ÷ 6	
	Chịu cắt	6,75 ÷ 6,77	
	Độ hút nước (%)	7	
Cát kết	Hệ số nở nhiệt (10 ⁻⁶ /°C)	8	Móng, xây mặt, đường đi bộ
	Tính dai trung bình (cm)	20 ÷ 40	
	Độ hao mòn khối lượng trung bình (%)	2200 ÷ 2500	
	Thời gian sử dụng tốt (năm)	470 ÷ 1400	
	Khối lượng thể tích (kg/m ³)	35 ÷ 140	
	Chịu nén	85 ÷ 140	
	Cường độ (daN/cm ²)	< 10	
	Chịu uốn	9,02 ÷ 11,2	
Đá vôi	Chịu cắt	10	
	Độ hút nước(%)	12	
	Hệ số nở nhiệt (10 ⁻⁶ /°C)		
	Tính dai trung bình (cm)		

Tên gọi	Chỉ tiêu chất lượng chủ yếu		Sử dụng chủ yếu
	Hạng mục	Chỉ tiêu	
	Thời gian sử dụng tốt (năm)	20 ÷ 200	
Cẩm thạch (marble)	Khối lượng thể tích (kg/m ³)	2600 ÷ 2700	Đường đi bộ mặt đất mặt tường, mặt trụ, lan can, tấm cách điện...
	Chịu nén	700 ÷ 1100	
	Chịu uốn	60 ÷ 160	
	Chịu cắt	70 ÷ 120	
	Độ hút nước(%)	< 1	
	Hệ số nở nhiệt (10 ⁻⁶ /°C)	6,5 ÷ 10,12	
	Tính dai trung bình (cm)	10	
	Độ hao mòn khối lượng trung bình (%)		
	Thời gian sử dụng tốt (năm)	40 ÷ 100	

1.11.2. Phân loại và yêu cầu sử dụng

Bảng 1-92. Phân loại sử dụng

Loại	Đặc điểm	Khả năng sử dụng
Đá mọc (đá thô)	Là đá cục hình dạng không quy tắc, có sau nổ mìn.	Có thể dùng để đắp đập đá đổ, để chống sóng, tường chắn đất hoặc để bảo vệ mái, cũng có thể dọn vào bê tông thể tích lớn
Đá học	Là đá mọc sau gia công sơ bộ, có : - Loại gia công sao cho có 2 mặt song song với nhau gọi là đá học dạng phiến - Loại hai mặt trên dưới và hai mặt bên song song với nhau là loại khối chữ nhật.	- Loại phiến dùng giống như đá mọc và còn dùng để xây móng, trụ cầu, tuy nen... - Loại khối chữ nhật dùng để xây mặt đập, trụ cống, trụ cầu, cầu cảng và thân tường...
Đá chẻ và đá đẽo	Đá chẻ được sản xuất bằng chẻ - nổ mìn hoặc chêm sắt, sau có gia công thêm. Đá đẽo được gọt bằng búa. Hai loại này đều cần có bề mặt ngoài tương đối bằng phẳng	Đá chẻ dùng như đá học, ở chỗ cần mặt ngoài phẳng hơn. Đá đẽo có loại đẽo vừa, có loại đẽo kỹ, có loại dùng xây tường kiểu tổ ong (xem thêm 14 TCN 12-02)
Đá kiểu (đá đồ)	Cửa, đục các tảng đá được chọn lọc cẩn thận, mặt kết hợp và mặt lộ ra đều nên bằng phẳng. Theo kích thước của thiết kế	Chủ yếu để xây vòm, đá mũ cửa tường, trụ... Giá thành cao
Đá dăm	Là đá thô xay vỡ mà thành	Dùng làm cốt liệu của bê tông

Bảng 1-93. Yêu cầu đối với vật liệu đá dùng trong công trình thủy công

Loại kết cấu	Cường độ chịu nén (daN/cm ²)	Hệ số hoá mềm	Tính bền vững lâu dài	Khối lượng thể tích (t/m ³)	Ghi chú
Đê chống sóng	Không nhỏ hơn 300	Không nhỏ hơn 0,9 (đối với đá phun trào), Không nhỏ hơn 0,7 (đá biến chất)	Không nứt, chưa phong hoá.	Không nhỏ hơn 2,5 (đá phun trào) Không nhỏ hơn 2,3 (đá biến chất)	Chống được va đập
Đập đá đổ	600÷800	Không nhỏ hơn 0,85÷0,90	Chống được ăn mòn		
Mặt bảo vệ đập đất, mái kênh, bảo vệ bờ.	Không nhỏ hơn 300		Yêu cầu không khe nứt, chưa phong hoá.	Không nhỏ hơn 2,0	

1.12. VẬT LIỆU NGĂN NƯỚC

Vật liệu ngăn nước dùng tại khe nối của kết cấu thủy công và làm kín nước tại các cửa cống. Một số vật liệu ngăn nước thường dùng cho trong bảng 1-94.

Bảng 1-94. Vật liệu ngăn nước thường dùng

Tên vật liệu	Phạm vi sử dụng
Dải cao su	Ngăn nước xung quanh cửa cống thủy công, tại khu vực giá rét, ngăn nước hàng thứ 2 của khe nhiệt hoặc ngăn nước cho đập thấp và cống.
Chất dẻo	Tại khu vực nhiệt độ ôn hoà, ngăn nước hàng thứ 2 của khe nhiệt đập vừa và ngăn nước cho đập thấp và cống
Lá đồng thau	Ngăn nước 2 hàng của khe nhiệt đập cao và ngăn nước hàng thứ nhất của khe nhiệt đập vừa.

1.12.1. Dải (băng) cao su ngăn nước

Dải (băng) cao su ngăn nước thường được chế tạo từ cao su thiên nhiên hoặc cao su tổng hợp. Tính chất một số dải cao su thường dùng cho ở bảng 1-95, bảng 1-96.

Bảng 1-95. Tính chất cơ lý của dải cao su ngăn nước cửa van

TT	Chỉ tiêu	Quy cách
1	Khối lượng riêng (t/m^3)	1,2 ÷ 1,5
2	Hàm lượng keo (keo mới)	$\geq 60\%$
3	Giới hạn bền (daN/cm^2)	$\sigma_b = 130 \div 150$
4	Độ cứng Shore	$H_s = 50 \div 60$
5	Suất kéo dãn	$\delta = 400 \div 500\%$
6	Quan hệ giữa mô đun đàn hồi và độ cứng	Xem bảng 1-97
7	Làm việc ổn định ở nhiệt độ $-40^\circ C \div +40^\circ C$	Không phát sinh nứt do kết băng hoặc hoá cứng.
8	<p>Khi tăng lực đến một mức nhất định, rồi bỏ ngoại lực, độ biến dạng lớn nhất trong 5 phút, không quá:</p> <p>1) Mẫu thí nghiệm nén đến 60% độ cao ban đầu, ứng suất nén bằng $9 \div 10 daN/cm^2$.</p> <p>2) Mẫu thí nghiệm nén đến 80% độ cao ban đầu, ứng suất nén bằng $3 \div 4 daN/cm^2$.</p>	0,2%

Bảng 1-96. Quan hệ giữa mô đun đàn hồi và độ cứng của dải cao su ngăn nước

Độ cứng Shore (H_s)	Trị số trung bình của mô đun đàn hồi E (daN/cm^2)	
	Khi nén	Khi cắt
35 ÷ 40	16,2 ÷ 20,0	5,3 ÷ 5,7
45 ÷ 50	23,1 ÷ 27,0	6,7 ÷ 7,2
55 ÷ 60	32,4 ÷ 38,0	8,3 ÷ 9,5
65 ÷ 70	45,0 ÷ 54,2	11,3 ÷ 13,6
75 ÷ 80	64,0 ÷ 81,6	16,0 ÷ 20,4

1.12.2. Dải (băng) chất dẻo ngăn n-ớc**Bảng 1-97. Yêu cầu tính năng bền vững của dải ngăn nước bằng chất dẻo**

Tên hạng mục	Cách thử	Hệ số lão hoá	
		Cường độ chịu kéo	Suất giãn dài tương đối
Lão hoá nhiệt	NaOH 360giờ, $70 \pm 1^{\circ}\text{C}$	Trên 0,95	Trên 0,95
Hút lấy kiềm	Dung dịch kiềm 1% (NaOH hoặc KOH)	Trên 0,95	Trên 0,95
Hiệu ứng kiềm	Dung dịch kiềm 1%, $60 \div 65^{\circ}\text{C}$, 30 ngày	Trên 0,95	Trên 0,95

1.12.3. Lá đồng ngăn n-ớc

Lá đồng ngăn nước chế tạo từ đồng thau, dùng để ngăn nước cho đập cao, đập vừa, thường có độ dày khoảng $1,0 \div 1,6\text{mm}$. Độ dày lựa chọn nên căn cứ vào chênh lệch đầu nước mà quyết định.

Đồng thau là hợp kim giữa đồng và kẽm, ngoài đồng và kẽm, trong thành phần đồng thau còn có chì, silic, nhôm, mangan, thiếc, sắt... dùng để thay đổi tính năng đúc luyện, chịu ăn mòn như đồng thau chì, đồng thau mangan, đồng thau thiếc...

Chương 1 11**VẬT LIỆU XÂY DỰNG 11****1.1. Tính chất cơ bản của vật liệu xây dựng 11**

1.1.1. Công thức tính và ký hiệu 11

1.1.2. Tính chất cơ bản của vật liệu xây dựng chủ yếu 13

1.2. Xi măng và phụ gia khoáng cho xi măng 13

1.2.1. Các loại xi măng Poocăng 14

1.2.2. Phụ gia khoáng cho xi măng 18

1.2.3. Về chọn loại và mác xi măng dùng cho bê tông của kết cấu và công trình 19

1.3. Bê tông thủy công 21

1.3.1. Cát (cốt liệu mịn cho bê tông) 22

1.3.2. Đá dăm, sỏi và sỏi dăm (cốt liệu thô dùng cho bê tông) 23

1.3.3. Nước dùng cho bê tông thủy công 26

1.3.4. Các loại phụ gia cho bê tông 26

1.3.5. Các tính chất chủ yếu của bê tông 30

1.3.6. Chọn các thông số trong thành phần bê tông thủy công 37

1.3.7. Đánh giá sự ăn mòn bê tông của môi trường nước (theo Matxcovin V.M) 41

1.4. Các loại bê tông đặc biệt 49

1.4.1. Bê tông khối lớn 49

1.4.2. Bê tông đầm lăn 54

1.4.3. Bê tông tự lèn 58

1.4.4. Bê tông (vữa) xi măng Poocăng pha latex 59

1.4.5. Bê tông polime 60

1.4.6. Ximăng - lưới thép 61

1.5. Vữa thủy công 65**1.6. Nhựa đ- ờng (bitum) và vật liệu chống thấm n- ớc trên cơ sở nhựa đ- ờng 70****1.7. Vật liệu phụt bằng hóa chất 75****1.8. Vật liệu kim loại 77**

1.8.1. Phân loại thép 77

1.8.2. Thép cacbon thông thường (TCVN 1765-75) 78

1.8.3. Thép kết cấu hợp kim thấp 82

1.8.4. Một số sản phẩm thép xây dựng 85

1.8.5. Đồng và hợp kim đồng 87

1.9. Vật liệu gỗ 88

1.9.1. Phân nhóm gỗ 88

1.9.2. Chỉ tiêu kỹ thuật tham khảo về một số loại gỗ 90

1.9.3. Chống mối mọt 94

1.10. Vật liệu gạch 95

1.10.1. Phân loại 95

1.10.2. Kích thước gạch 95

1.10.3. Khuyết tật 95

1.10.4. Mác và cường độ chịu nén và uốn của viên gạch 96

1.10.5. Kiểm tra chất lượng gạch đặc đất sét nung 96

1.10.6. Sử dụng gạch trong công trình thủy lợi 96

1.11. Vật liệu đá 97

1.11.1. Vật liệu đá thiên nhiên 97

1.11.2. Phân loại và yêu cầu sử dụng 99

1.12. Vật liệu ngăn nước 100

1.12.1. Dải (băng) cao su ngăn nước 100

1.12.2. Dải (băng) chất dẻo ngăn nước 102

1.12.3. Lá đồng ngăn nước 102