

CHƯƠNG 5

BÊ TÔNG

1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI BÊ TÔNG :

1.1. Khái niệm :

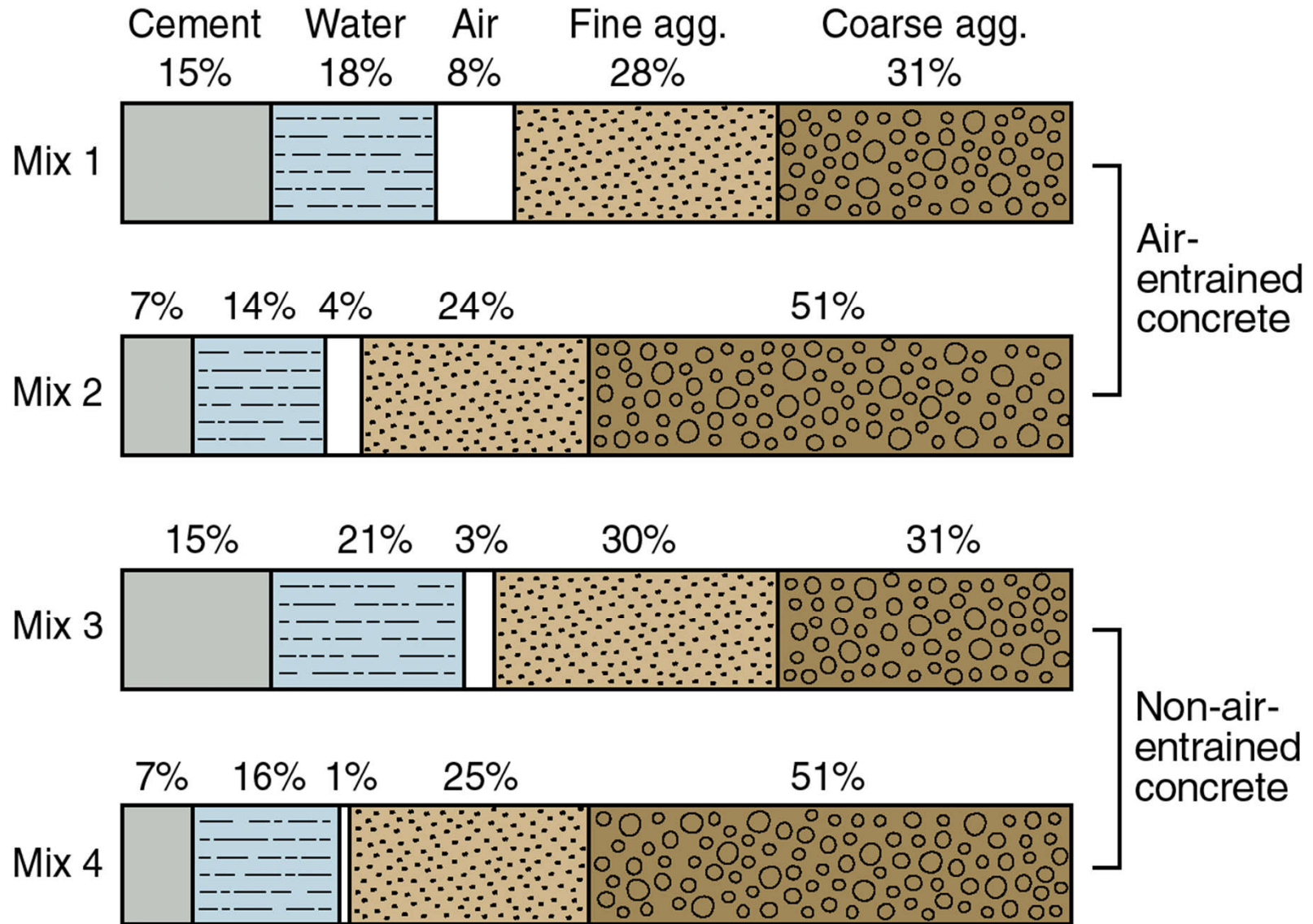
- Bê tông là loại đá nhân tạo, bao gồm :
 - + Cốt liệu : cát, đá dăm, sỏi
 - + Chất kết dính : xi măng, thạch cao, vôi,...
 - + Nước : để nhào trộn, phản ứng hoá học
 - + Phụ gia (có thể có) để cải thiện các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông
- Các hỗn hợp này được nhào trộn đồng nhất với nhau, và chưa bắt đầu ninh kết tạo thành **bê tông tươi**. Sau khi được lèn chặt và đóng rắn, tạo thành bê tông

Thành phần cấp phối



- Cement
- Water
- Fine Aggregate
- Coarse Aggregate

Range in Proportions



- Bê tông là loại vật liệu xây dựng quan trọng, được sử dụng rộng rãi trong xây dựng cơ bản nhờ những ưu điểm sau :
 - + Cường độ chịu nén cao, $R_n = (10 \div >100) \text{Mpa}$
 - + Bền vững và ổn định đối với mưa nắng, nhiệt độ và độ ẩm.
 - + Giá thành rẻ vì sử dụng nguyên liệu địa phương $\geq 90\%$
 - + Bê tông + cốt thép \rightarrow bê tông cốt thép
 - + Công nghệ sản xuất cấu kiện bê tông có khả năng cơ giới hóa, tự động hóa, làm tăng năng suất.
 - + Có thể chế tạo được những loại bê tông có cường độ, hình dạng và tính chất khác nhau trên cùng hệ nguyên liệu

Tuy nhiên, vật liệu bê tông vẫn còn những nhược điểm :

+ Khối lượng thể tích lớn, nặng $(2.2 \div 2.5) \text{ T/m}^3$

+ Cường độ chịu kéo thấp $R_k = (1/10 \div 1/15)R_n$

1.2. Phân loại :

1.2.1. Theo khối lượng thể tích γ_o :

- Bê tông cực nặng : $\gamma_o > 2\,500 \text{ kg/m}^3$
- Bê tông nặng : $\gamma_o = (1\,800 \div 2\,500) \text{ kg/m}^3$
- Bê tông nhẹ : $\gamma_o = (500 \div 1\,800) \text{ kg/m}^3$
- Bê tông đặc biệt nhẹ : $\gamma_o < 500 \text{ kg/m}^3$

1.2.2. Theo chất kết dính :

- Bê tông xi măng : CKD là xi măng, chủ yếu là PC,PCB
- Bê tông silicat : CKD là vôi, cát nghiền mịn ở t⁰,p cao
- Bê tông thạch cao : CKD là thạch cao
- Bê tông polymer : CKD là chất dẻo hóa học, phụ gia vô cơ

1.2.3. Theo công dụng :

- Bê tông công trình sử dụng ở các kết cấu và công trình chịu lực, yêu cầu có cường độ thích hợp và tính chống biến dạng.
- Bê tông công trình-cách nhiệt vừa yêu cầu chịu được tải trọng vừa cách nhiệt, dùng ở các kết cấu bao che như tường ngoài, tấm mái.
- Bê tông cách nhiệt yêu cầu cách nhiệt cho các kết cấu bao che có độ dày không lớn.

- **Bê tông thủy công** yêu cầu chịu lực, chống biến dạng, cần có độ đặc chắc cao, tính chống thấm và bền vững dưới tác dụng xâm thực của nước
- **Bê tông mặt đường** cần có cường độ cao, tính chống mài mòn lớn và chịu được sự biến đổi lớn về nhiệt độ và độ ẩm.
- **Bê tông chịu nhiệt**: chịu được tác dụng lâu dài của nhiệt độ cao trong quá trình sử dụng.
- **Bê tông bền hóa học**: chịu được tác dụng xâm thực của các dung dịch muối, axit, kiềm và hơi của các chất này mà không bị phá hoại
- **Bê tông trang trí** : dùng trang trí bề mặt công trình, có màu sắc yêu cầu và chịu được tác dụng thường xuyên của thời tiết.
- **Bê tông đặc biệt** : dùng ở các công trình đặc biệt, hút được bức xạ của tia γ hay bức xạ nơtrôn

2. NGUYÊN LIỆU CHẾ TẠO :

2.1. Ximăng :

- Không nên sử dụng **ximăng mác thấp** để chế tạo **bê tông mác cao** → lượng ximăng nhiều và không kinh tế
- Không nên sử dụng **ximăng mác cao** để chế tạo **bê tông mác thấp** → lượng ximăng ít và không đủ để bao bọc các hạt cốt liệu, lấp đầy các khoảng trống giữa các hạt cốt liệu.
- **Loại xi măng** : PC hoặc PCB theo TCVN 2682-87; xi măng Portland pouzolane theo TCVN 4033-85; xi măng Portland xỉ lò cao theo TCVN 4316-86. **Loại và mác ximăng phải thích hợp với điều kiện sử dụng và điều kiện môi trường làm việc của bê tông, tính chất và vị trí của công trình xây dựng và phải thích hợp với loại cốt liệu**

- Lượng xi măng quy định tối thiểu :

Bảng 3.2

Loại cỡ hạt cốt liệu (mm)		Liều lượng xi măng tối thiểu đối với công trình ở ngoài trời (kg/m ³)	
Qua sàng lỗ vuông	Qua sàng lỗ tròn	Không có xam thực đặc biệt	Điều kiện xam thực mạnh ⁽¹⁾
10	12,5	330	420
16	20	300	385
20	25	290	370

(1) Nước biển, gần bờ biển, nước có nồng độ sunfat canxi > 5g/lít

- Chọn mác xi măng theo mác bê tông :

R _b	15	20	30	40	50	60
R _x	30	30-40	40-50	50	60	60-70

2.2. Nước :

Nước dùng trong bê tông là nước được cấp từ hệ thống công cộng, cũng như các nguồn nước sinh hoạt khác. Trong các trường hợp khác, nước trộn bê tông cần được phân tích và phải phù hợp với các quy định của tiêu chuẩn “ Nước cho bê tông và vữa” – Yêu cầu kỹ thuật: TCVN 4506-87

2.3. Cốt liệu nhỏ : cát

- Cỡ hạt trung gian giữa cốt liệu lớn và hồ ximăng, từ (0.15 ÷ 5.0) mm
- Cấp phối hạt có nguyên liệu thành phần được liên tục
- Chống co ngót, biến dạng, cong vênh
- Giảm lượng ximăng, tăng sản lượng bê tông
- **Cát xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật TCVN 1770-86**
- *2.3.1 Hàm lượng tạp chất có hại :*
- Bụi, bùn, sét, mica, sulfat $[SO_4]^{2-}$, tạp chất hữu cơ

2.3.2 Thành phần hạt, phạm vi cho phép của cát :

Bộ sàng tiêu chuẩn : 5 ; 2,5 ; 1,25 ; 0,63 ; 0,315 ; 0,16mm.



a) Tính lượng sót riêng biệt : $a_i(\%)$

$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100 \%$$

b) Tính lượng sót tích lũy : (A_i)

$$A_i = \sum a_i$$

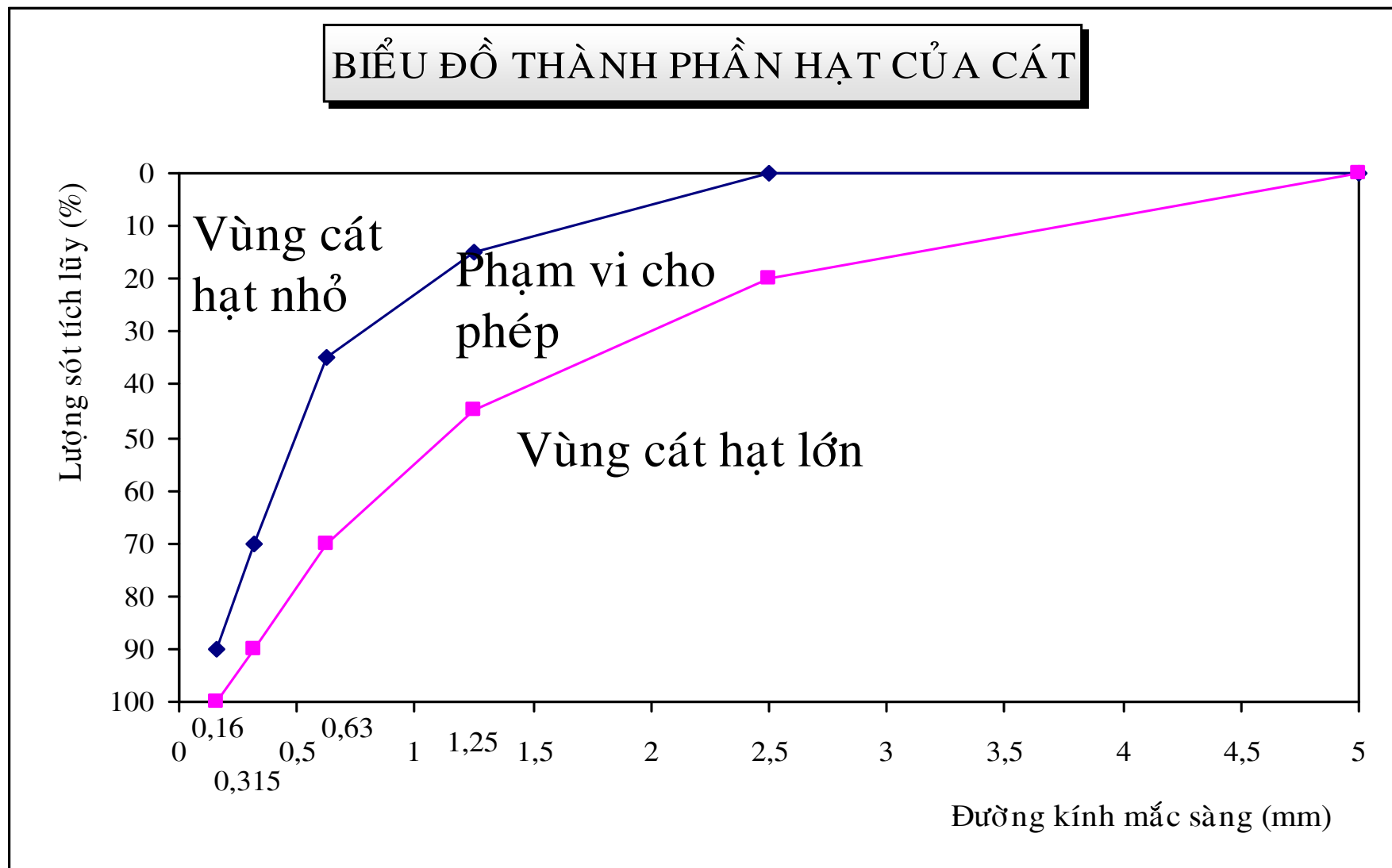
c) Modul độ lớn :

$$Mdl = \frac{\sum A_i}{100} = \frac{A_{2,5} + \dots + A_{0,16}}{100}$$

$Mdl > 2,5$	$A_{0,63} > 50\%$: cát hạt lớn
$2,0 < Mdl < 2,5$	$30 < A_{0,63} < 50\%$: cát hạt trung bình
$1,5 < Mdl < 2,0$	$10 < A_{0,63} < 30\%$: cát hạt nhỏ
$Mdl < 1,5$	$A_{0,63} < 10\%$: cát hạt mịn

Phạm vi cho phép của cốt liệu nhỏ được xác định theo bảng sau :

D (mm)	0.16	0.315	0.63	1.25	2.5	5
A_i (%)	90 - 100	70 - 90	35 - 70	15 - 45	0 - 20	0



THIẾT BỊ RÂY SÀNG CÁT



VD : thành phần hạt của cát dùng chế tạo Bê tông

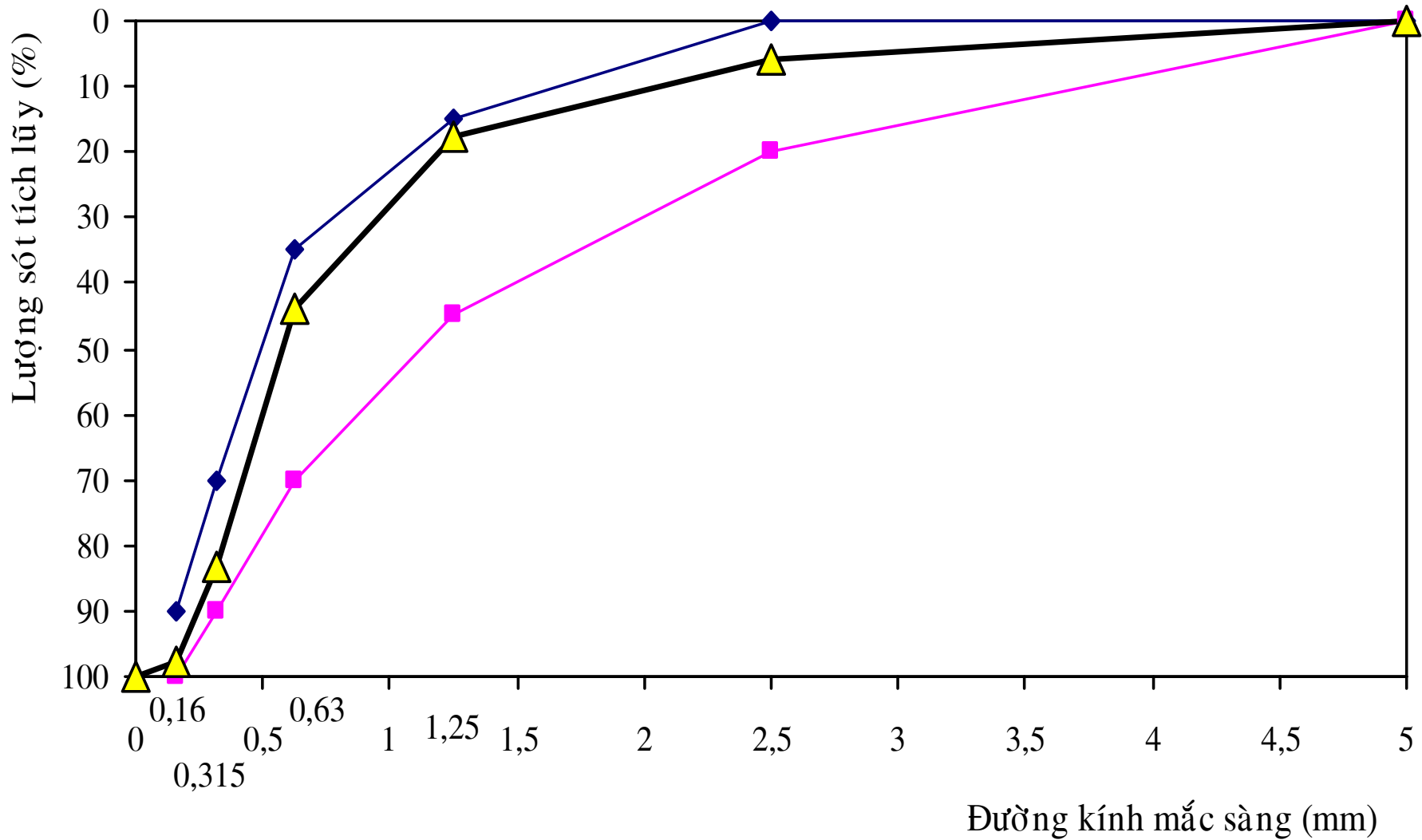
Số liệu thí nghiệm	Kích thước cỡ sàng(mm)					
	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	<0,16
Lượng sót riêng biệt m_i (g)	60.6	116.2	261.3	395.9	142.9	23.1
Lượng sót riêng biệt(%) a_i	6.06	11.62	26.13	39.59	14.29	2,31
Lượng sót tích lũy(%) A_i	6.06	17.68	43.81	83.40	97.69	100

Tổng cộng : 976.9g Lượng lọt qua sàng 0,16mm: 23.1 g

Modun độ lớn :
$$M_n = \frac{6.06 + 17.68 + 43.81 + 83.40 + 97.69}{100} = 2.49$$

Và $A_{0,63} = 43,81\% < 50\%$ \Rightarrow Cát hạt trung bình

BIỂU ĐỒ THÀNH PHẦN HẠT CỦA CÁT



2.4. Cốt liệu lớn : đá dăm, sỏi

- Có cỡ hạt: [5 ÷ 70]mm
 - Là bộ khung chịu lực tổng quát trong bê tông
 - **Sỏi** : là vật liệu ở dạng hạt rời có sẵn trong thiên nhiên, là loại đá trầm tích cơ học, có bề mặt nhẵn, ít góc cạnh, nên cần ít nước, ít tổn xi măng, dễ trộn và dễ đầm, dễ tạo hình.
 - **Đá dăm** : được nghiền, sàng từ đá trầm tích, phun trào, hoặc biến chất, nhiều góc cạnh, bề mặt nhám nên cần nhiều nước, nhiều vữa xi măng khi nhào trộn
- Đá dăm, sỏi, sỏi dăm dùng trong xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật : TCVN 1771-86

Sản phẩm đá



Đá 1 x 2 kích thước 1 x 2 cm



Đá 4 x 6 kích thước 4 x 6 cm



Đá mi kích thước 3/8 inches



Đá mi bụi



Đá hộp- kích thước 20 x 30 cm₁₉

2.4.1 Lượng ngậm tạp chất có hại :

- Bụi, bùn, sét, tạp chất hữu cơ, muối sulfate, mica,...

2.4.2 Cường độ của cốt liệu lớn :

- Yêu cầu : $R_{CL} > R_{\text{đáXM}} \Rightarrow R_{CL} \geq R_b$
- Mác đá dăm từ đá thiên nhiên yêu cầu cao hơn mác bê tông như sau :

$$R_{CL} > 1.5R_b \text{ với } R_b < 30\text{MPa}$$

$$R_{CL} > 2.0R_b \text{ với } R_b \geq 30\text{MPa}$$

- Cường độ đá dăm có thể xác định trực tiếp bằng thí nghiệm nén mẫu có kích thước tiêu chuẩn gia công từ đá gốc sản xuất ra đá dăm đó.

Trong trường hợp không thể xác định trực tiếp cường độ đá dăm, cuội, sỏi từ thí nghiệm cường độ đá gốc, có thể đánh giá qua chỉ tiêu thí nghiệm về **độ ép vỡ (Ev)**. Theo chỉ tiêu này, cốt liệu có độ ép vỡ như sau:

Ev – 8 thích hợp với bê tông mác lớn hay bằng 300

Ev – 12 thích hợp với bê tông mác bằng 200 -300

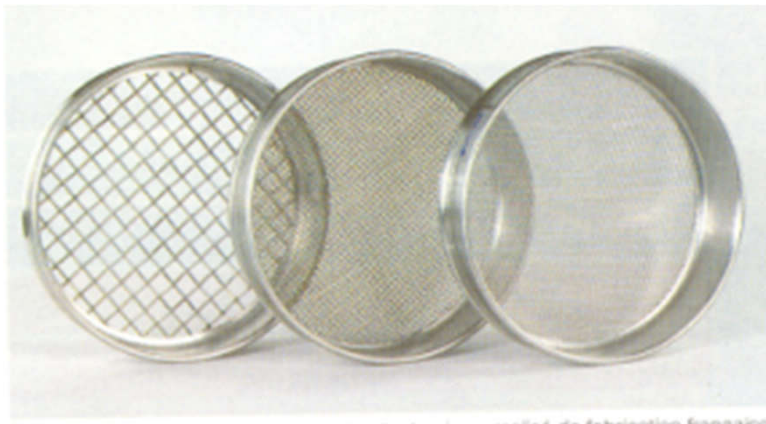
Ev – 16 thích hợp với bê tông mác nhỏ hơn 200.

2.4.3 Hình dáng hạt:

Hạt dăm và cuội sỏi có dạng hình dài và dẹt ảnh hưởng không có lợi tới cường độ bê tông vì thế hàm lượng của chúng trong cốt liệu lớn không được vượt quá 15% theo khối lượng.

2.4.4 Thành phần hạt, phạm vi cho phép của đá :

Bộ sàng tiêu chuẩn : 32 ; 25 ; 20 ; 12,5 ; 10 ; 5 mm



Aucun tamis ne saurait s'employer sur tout autre tamis normalisé de fabrication française

a) *Tính lượng sót riêng biệt* : $a_i(\%)$

$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100 \quad \%$$

b) *Tính lượng sót tích lũy* : (A_i)

$$A_i = \sum a_i$$

Đường kính của cốt liệu lớn được xác định bằng hai chỉ tiêu D_{\max} và D_{\min} .

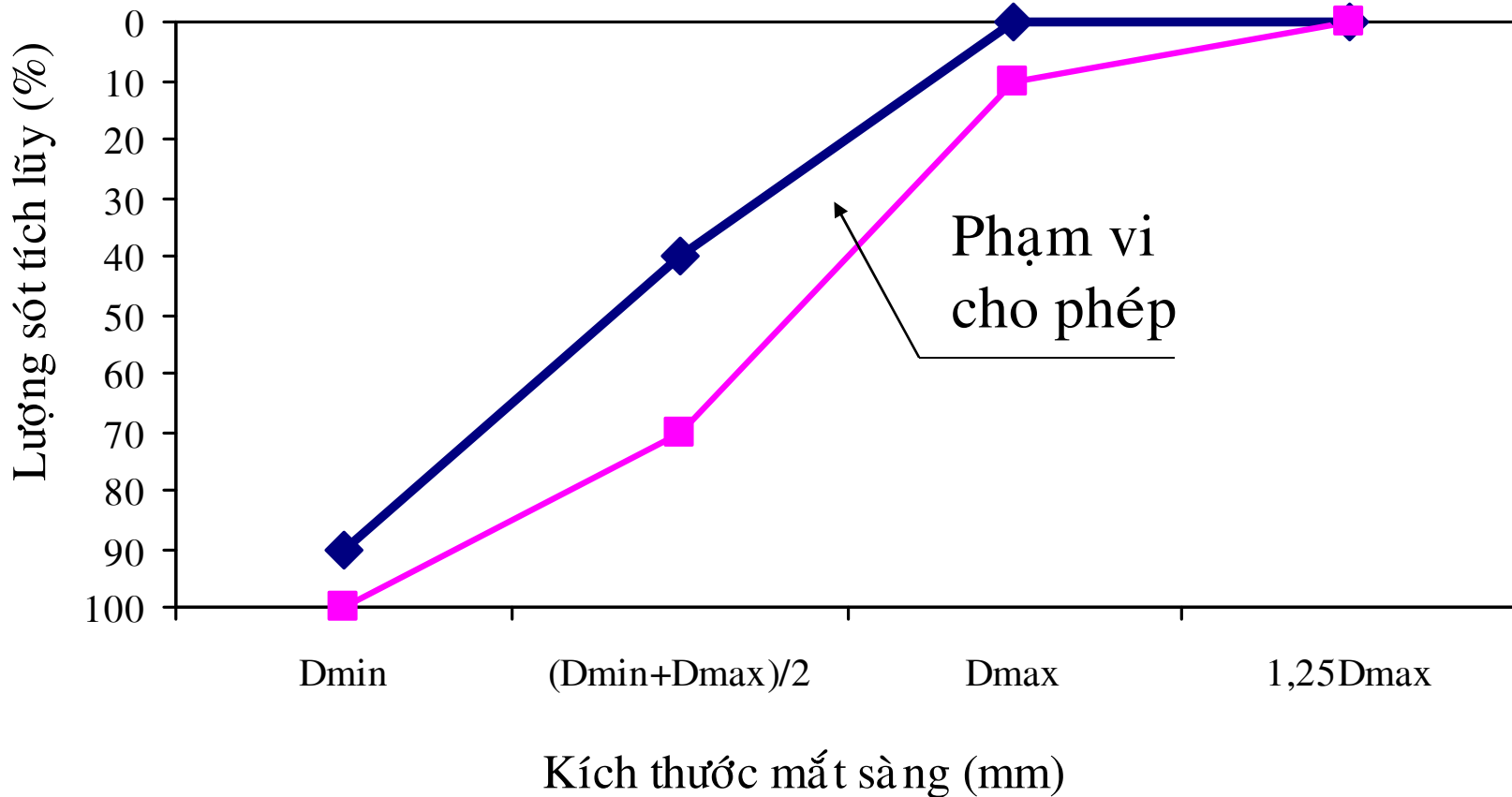
D_{\max} là đường kính lớn nhất của cốt liệu tương ứng với cỡ sàng tiêu chuẩn mà tại đó có lượng sót tích lũy nhỏ hơn 10%.

D_{\min} là đường kính nhỏ nhất của cốt liệu tương ứng với cỡ sàng tiêu chuẩn mà tại đó có lượng sót tích lũy lớn hơn 90%.

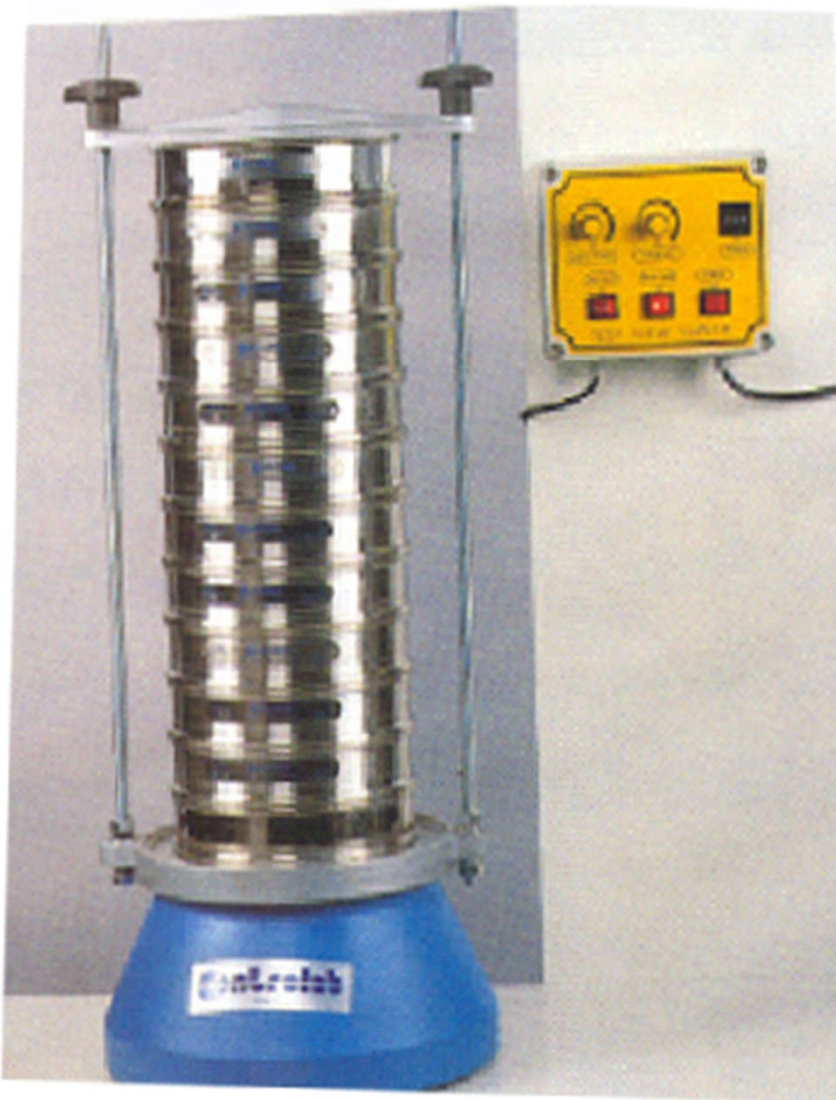
Phạm vi cho phép của cốt liệu lớn được xác định theo bảng sau :

Cỡ sàng tiêu chuẩn (mm)	D_{min}	$0.5(D_{max} + D_{min})$	D_{max}	$1.25D_{max}$
A_i (%)	90 - 100	40 - 70	0 - 10	0

BIỂU ĐỒ THÀNH PHẦN HẠT CỦA ĐÁ



THIẾT BỊ RÂY SÀNG CỐT LIỆU LỚN



Range of Particle Sizes



Số liệu thí nghiệm	Kích thước cỡ sàng (mm)						
	32	25	20	12.5	10	5	<5
Lượng sót riêng biệt, m_i (g)	0	1088	6691	5838	934	213	236
Lượng sót riêng biệt, a_i (%)	0	7.25	44.61	38.92	6.23	1.42	1,57
Lượng sót tích lũy, A_i (%)	0	7.25	51.86	90.78	97.01	98.43	100

Đường kính lớn nhất của đá : $D_{\max} = 25$ mm

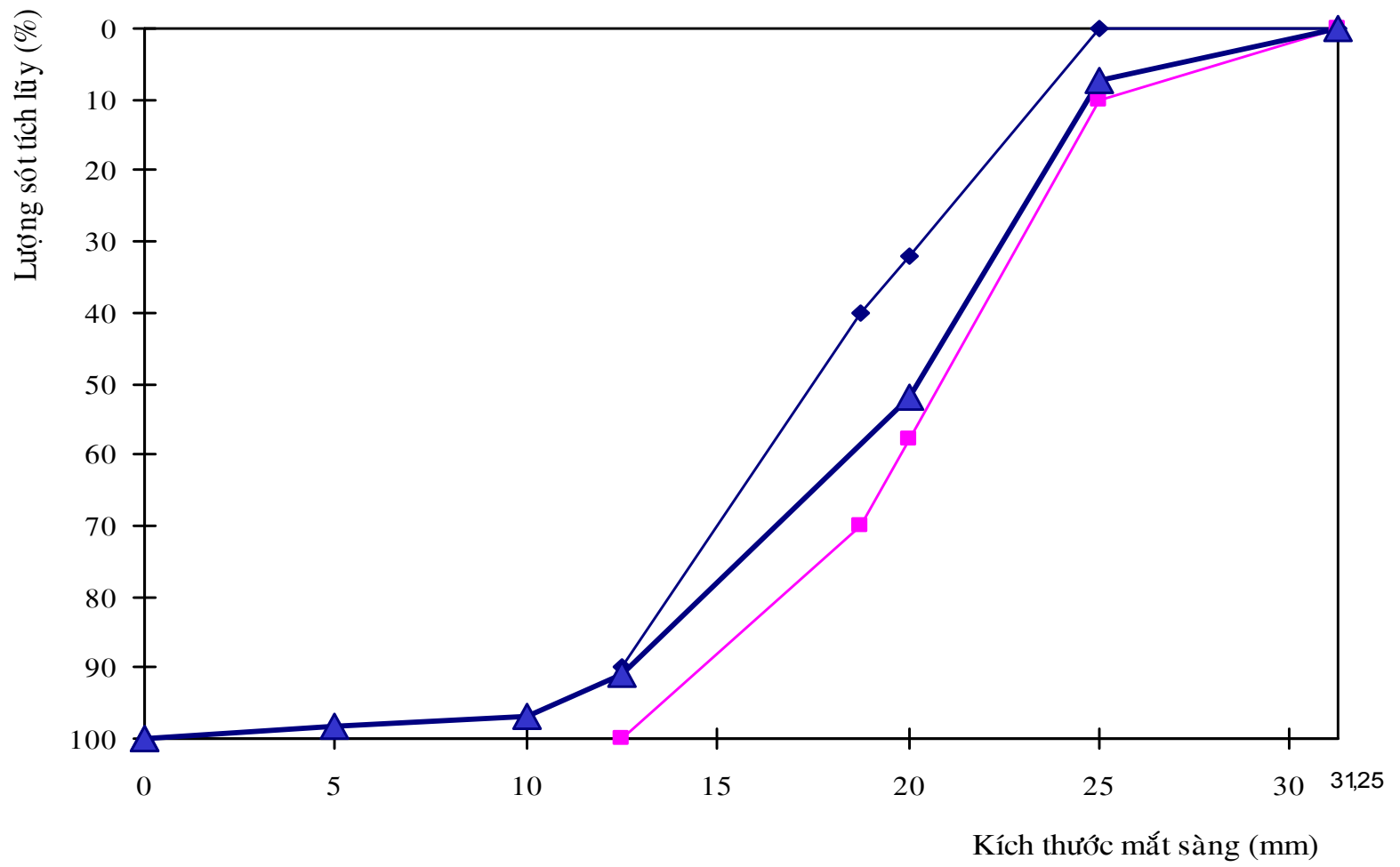
Đường kính nhỏ nhất của đá : $D_{\min} = 12.5$ mm

Khối lượng đá đem rây sàng : 15000 g

Và : $\frac{1}{2}(D_{\max} + D_{\min}) = 18.75(mm)$; $1.25D_{\max} = 31.25(mm)$

Nhận xét: Cấp phối hạt của đá nằm trong phạm vi cho phép dùng để chế tạo bê tông

BIỂU ĐỒ THÀNH PHẦN HẠT CỦA ĐÁ



2.5. Phụ gia :

2.5.1 Phụ gia hoạt tính có thể tác dụng với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong xi măng hoặc vôi tạo nên những silicat bền vững và có cường độ.

2.5.2 Phụ gia nhét đầy không có hại, có hoạt tính không đáng kể, được nghiền đến độ mịn như xi măng có tác dụng tăng tính dẻo và sự dính kết của hỗn hợp, nhét đầy cấu trúc bê tông, nhờ đó có thể giảm lượng dùng xi măng trong bê tông.

Các chất phụ gia được sử dụng có các đặc trưng kỹ thuật đạt tiêu chuẩn tiến hành. **Việc sử dụng phải phù hợp với hướng dẫn của đơn vị chế tạo.** Chủng loại và phạm vi áp dụng phải được phê duyệt. Nếu không có các chứng chỉ kỹ thuật được phê duyệt thì chỉ được sử dụng phụ gia sau khi đã tiến hành thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và được cơ quan có thẩm quyền cấp giấy phép sử dụng.



Admixtures for concrete

3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG :

3.1. Các tính chất của hỗn hợp bê tông:

3.1.1 Tính dẻo của hỗn hợp bê tông :

- Biểu thị khả năng lấp đầy khuôn nhưng vẫn đảm bảo được độ đồng nhất có cấu trúc đồng đều.
- Độ dẻo của **hỗn hợp bê tông dẻo** (SN, cm), được xác định bằng độ sụt của **cône tiêu chuẩn Abrams**, là đặc trưng thể hiện khả năng thi công bê tông. Bê tông tươi được phân thành 4 mức độ theo bảng sau:

Mức độ lưu động	Độ sụt (cm)	Sai số (cm)
Ít dẻo	1-4	±2
dẻo	5-9	±2
Rất dẻo	10-15	±3
Lỏng	>16	±3

- **Hỗn hợp bê tông cứng** : có [CLL] nhiều, nên khi tạo hình cần có năng lượng tác dụng lớn. Độ cứng (ĐC,giây) xác định bằng **nhớt kế kỹ thuật**.

- *Độ sụt*: Độ cao tự hạ thấp của khối bê tông tươi, được tạo hình trong côn tiêu chuẩn, sau khi nhấc côn ra khỏi bê tông . Đơn vị đo độ sụt là cm.



Slump cone with portal

C0150.1



Slump cone with cantilever C0150.2

Kiểm tra độ bệt của bê tông tươi



Kiểm tra độ sụt và đúc mẫu thử nén, uôn bê tông



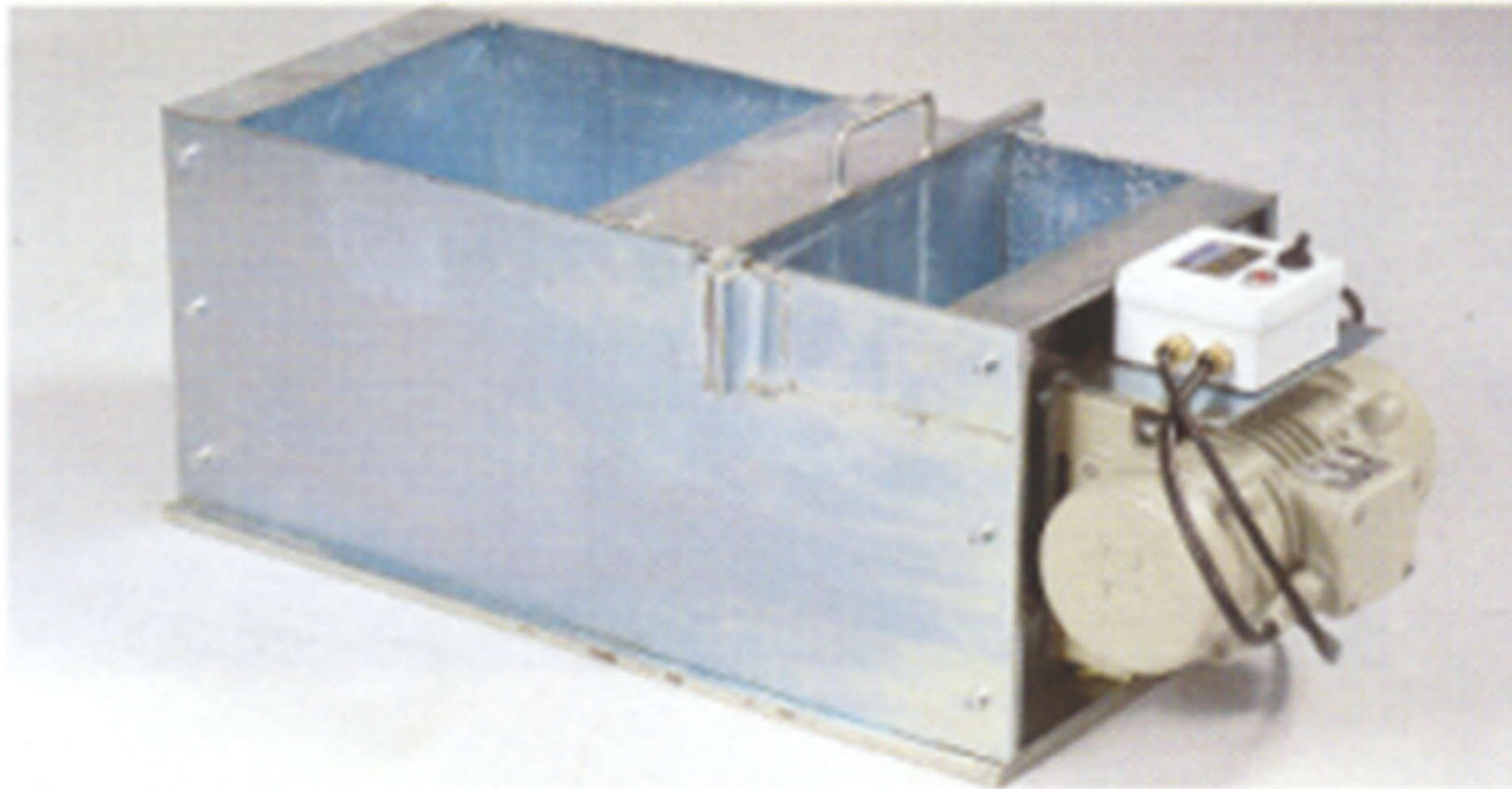
NHỚT KẾ VEBE DÙNG XÁC ĐỊNH ĐỘ CỨNG BÊ TÔNG TƯƠI

Tính công tác của hỗn hợp bê tông cứng được gọi là *độ cứng*, xác định bằng *nhớt kế kỹ thuật Vebe* [TCVN 3107 – 1993].



C0183M

VEBE consistometer
Acc. to BS 1881



C0209

Concrete workability meter
Acc. to AFNOR

3.1.2 Các nhân tố ảnh hưởng đến tính dẻo của hỗn hợp bê tông :

➤ Ảnh hưởng của lượng nước nhào trộn: $SN = f(N)$

➤ Ảnh hưởng của loại, hàm lượng xi măng:

$$SN = f(\text{loại } X, [X])$$

➤ Ảnh hưởng của hàm lượng, tính chất cốt liệu: $SN = f(CL)$

➤ Ảnh hưởng của loại, hàm lượng phụ gia tăng dẻo:

$$SN = f(PG)$$

➤ Ảnh hưởng của phương pháp lèn chặt: $SN = f(\text{pp lèn chặt})$

3.2. Các tính chất của bê tông:

3.2.1 Tính co nở thể tích của bê tông khi đóng rắn :

- Trong quá trình đóng rắn, bê tông xi măng phát sinh biến dạng thể tích : bê tông co lại trong không khí và nở ra trong nước.

3.2.2 Cường độ bê tông :

- Mác bê tông là cường độ chịu nén giới hạn của ít nhất 3 mẫu bê tông hình khối lập phương cạnh 15cm, được chế tạo và dưỡng hộ sau 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn với nhiệt độ môi trường là $27 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm môi trường $\varphi \geq 90\%$

- Các loại mác bê tông :

M10, M15, M20, M25, M30, M40, M50, M60, M80 MPa

XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA BÊ TÔNG



High stiffness load frame with 4 columns. Load measurement with DIGILAB[®] for high strength concrete

C0070S



Bảng 3.4

Loại Mẫu Thử	Đơn Vị	Mác bê tông									
		M 150	M 200	M 250	M 300	M 350	M 400	M 450	M 500	M 550	M 600
Trụ	MPa	12	16	20	25	30	33	35	40	45	50
Lập phương	MPa	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Ghi chú:

Khi bắt đầu thiết kế phải chỉ định rõ làm thí nghiệm trên mẫu lập phương hay mẫu trụ

Hệ số quy đổi cường độ bê tông về mẫu tiêu chuẩn

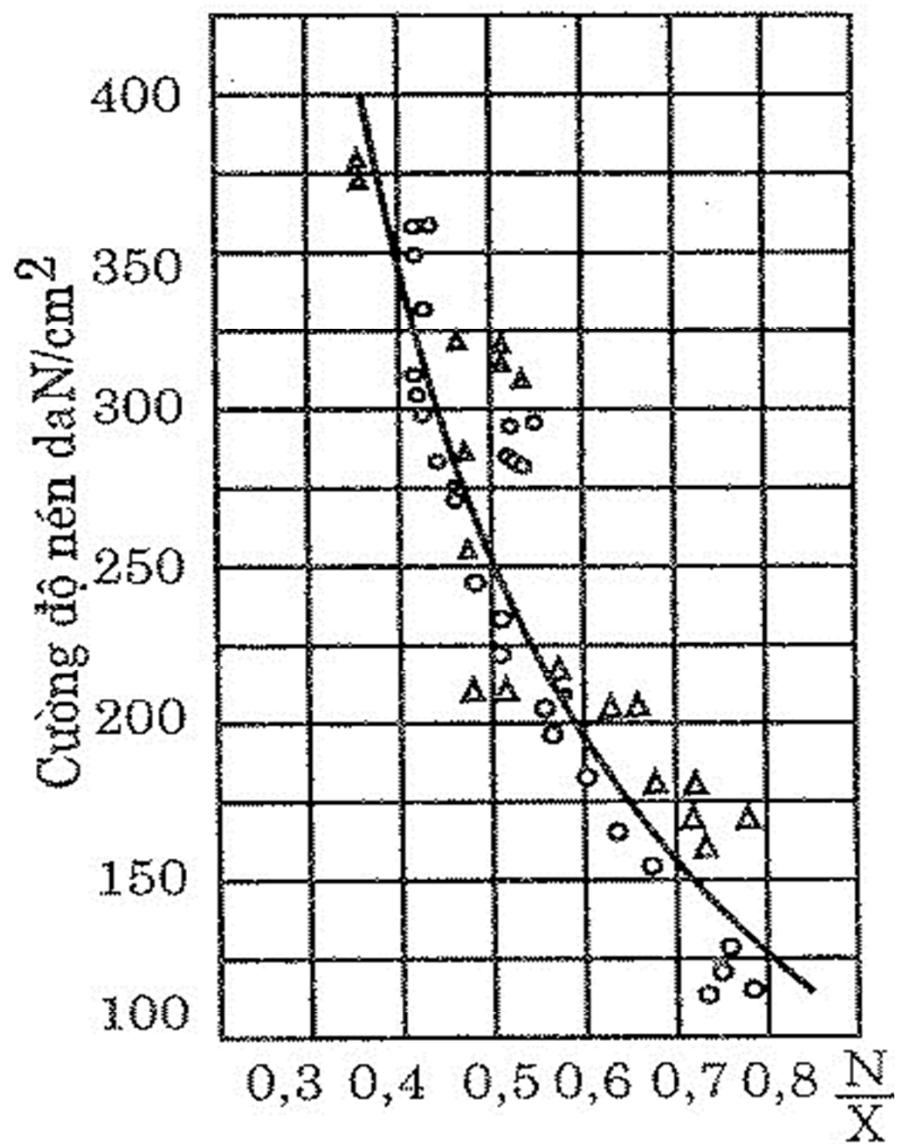
R mẫu 15x15x15 = K, R kích thước khác

Bảng 3.5

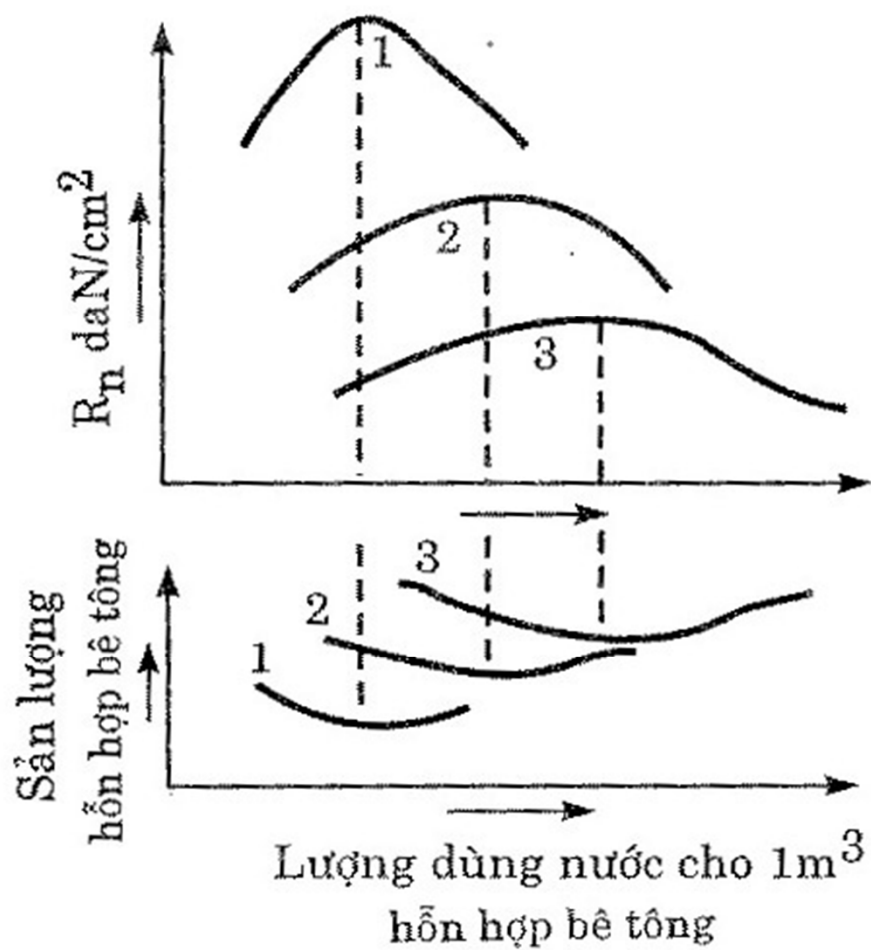
Cốt liệu đá dăm	Mẫu thử	Hệ số K
Dmax : 10-20mm (đá 1x2)	100x100x100mm	0,91
Dmax : 40mm (đá 2x4)	150x150x150mm	1
Dmax : 70mm (đá 4x6)	200x200x200mm	1,05
	300x300x300mm	1,10
	φ: 100 H: 200mm	1,16
	φ: 150 H: 300mm	1,20

3.2.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ bê tông :

- Cường độ đá ximăng
- Tỷ lệ N/X
- Phương pháp gia công chấn động [lèn chặt], phương pháp tạo hình.
- Phụ gia
- Cốt liệu: đặc trưng bề mặt, hình dáng hạt, BBS, tạp chất hữu cơ, tỷ lệ [CLL]/ [CLN], cấp phối hạt, cỡ hạt,...
- Chế độ bảo dưỡng: tự nhiên, hơi nước nóng bão hòa, trong môi trường nước,...



Hình 4-2. $R = f(N/X)$



Hình 4-3. Ảnh hưởng của mức độ đầm chặt đối với lượng cần nước tốt nhất và cường độ bê tông.
1 - đầm chặt mạnh mẽ ; 2 - đầm chặt vừa ; 3 - đầm chặt yếu.

Buồng dưỡng hộ mẫu



Bảo dưỡng bê tông



4. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH CẤP PHỐI BÊTÔNG :

4.1 Khái niệm :

- Tính toán hay thiết kế thành phần bê tông là tìm tỷ lệ hợp lý các nguyên vật liệu thành phần : cát, đá, xi măng, nước sao cho hỗn hợp bê tông đạt các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu và tiết kiệm nguyên vật liệu nhất.
- Các thành phần trên được biểu diễn bằng 2 cách :
 - + Liều lượng nguyên vật liệu trong 1m³ bê tông [kg/m³]
 - + Biểu diễn bằng tỷ lệ theo khối lượng hay thể tích, lấy khối lượng hay thể tích của xi măng làm đơn vị :

$$\frac{X}{X} : \frac{N}{X} : \frac{C}{X} : \frac{D}{X}$$

4.2 Các điều kiện cần biết trước :

- Mác bê tông yêu cầu R_B [MPa]
- Độ dẻo yêu cầu SN^{yc} (cm)
- Điều kiện làm việc của công trình : môi trường nước, khô, xâm thực hay không xâm thực, có yêu cầu chống thấm hay không.
- Điều kiện thi công : tay hay máy, nắng hay mưa,...
- Các tính chất nguyên vật liệu :
 - + Mác và chủng loại xi măng [40,30,...;PCB,PC,...]
 - + Loại cát, đá dăm hay sỏi,...[cỡ hạt, cỡ đá,...]
 - + Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng, cát, đá dăm, ... [γ_{ax} , γ_{ac} , γ_{ad} , γ_{od} , γ_{oc} , γ_{ox}]
 - + Phụ gia sử dụng

4.3 Các phương pháp tính cấp phối bê tông :

Thiết kế cấp phối bê tông bằng các phương pháp :

- Phương pháp tra bảng
- Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn
- Phương pháp tính toán kết hợp thực nghiệm được sử dụng phổ biến nhất hiện nay vì :
 - + Tính toán đơn giản
 - + Khối lượng thực nghiệm không nhiều
 - + Kết quả có độ chính xác tương đối cao

Công thức thiết kế cấp phối bê tông :

- Công thức Bolomey-Skramtaev

$$R_B^{28} = K \cdot R_x \cdot \left(\frac{X}{N} \pm 0,5 \right)$$

- Công thức Abrams $R_B^{28} = \frac{A}{B^m} \Leftrightarrow \log R_B = 3 - 1,27 \frac{N}{X}$

- Công thức Beliaev

$$R_B^{28} = \frac{R_x}{K \cdot \left[\frac{N}{X} \right]^\alpha}$$

- Công thức Bolomey $R_B^{28} = K \cdot \left(\frac{X}{N + V_r} - 0,5 \right)$

4.4 Phương pháp Bolomey-Skramtaev :

4.4.1 Tính toán sơ bộ liều lượng vật liệu dùng cho 1m³ bê tông:

- **Xác định lượng nước (N) dùng cho 1 m³ bê tông** : phụ thuộc vào Dmax[mm], và SN[cm] hoặc ĐC [sec]. Xác định bằng bảng tra.
- **Xác định tỉ số X/N và lượng xi măng (X) cho 1m³ bê tông**

$$R_B^{28} = A \cdot R_x \cdot \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) \quad \text{Khi } 1.4 < X/N \leq 2.5$$

$$R_B^{28} = A_1 \cdot R_x \cdot \left(\frac{X}{N} + 0,5 \right) \quad \text{Khi } X/N > 2.5$$

Với: A, A₁ là Hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào cho chất lượng cốt liệu và phương pháp xác định mác xi măng. Xác định bằng bảng tra

$$\Rightarrow \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A \cdot R_x} + 0,5 \quad \text{hoặc} \quad \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1 \cdot R_x} - 0,5$$

$$\Rightarrow X = \left(\frac{X}{N} \right) \cdot N \quad (kg)$$

So sánh với lượng xi măng quy định tối thiểu, chọn giá trị lớn nhất để tính toán.

4.4.2 Tính toán liều lượng cốt liệu dùng cho 1m³ bê tông :

➤ Xác định lượng đá dăm cho 1m³ bê tông:

$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r_D}{\gamma_{oD}} + \frac{1}{\gamma_{aD}}} \quad (kg) \quad \text{với } r_D = \left(1 - \frac{\gamma_{oD}}{\gamma_{aD}}\right)$$

α : Hệ số tăng thể tích của vữa xi măng phụ thuộc vào lượng xi măng trong 1m³ bê tông, và loại CLL (tra bảng và nội suy).

➤ Xác định lượng cát dùng cho 1m³ bê tông :

$$C = \left[1000 - \left(\frac{D}{\gamma_{aD}} + \frac{X}{\gamma_{ax}} + N \right) \right] \gamma_{ac} \quad (kg)$$

- Biểu thị kết quả dưới 2 dạng:

$$X : N : C : Đ \quad \text{hoặc} \quad \frac{X}{X} : \frac{N}{X} : \frac{C}{X} : \frac{Đ}{X}$$

Điều chỉnh thành phần bê tông theo độ ẩm

Tại công trường, cát và đá đều bị ẩm. Do đó, phải xác định độ ẩm của cát và đá rồi tính toán lại thành phần bê tông để thi công.

- Lượng cát cho 1 m³ bê tông ẩm :

$$C_W = C(1 + W_C)$$

- Lượng đá cho 1 m³ bê tông ẩm :

$$Đ_W = Đ(1 + W_Đ)$$

- Lượng nước thực tế :

$$N_{TTế} = N_{TTóan} - (C.W_C + Đ.W_Đ)$$

Hệ số sản lượng của hỗn hợp bê tông :

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X}{\gamma_{ox}} + \frac{C}{\gamma_{oc}} + \frac{D}{\gamma_{oD}}}$$

Ý nghĩa β :

- β là 1 chỉ tiêu kỹ thuật. Nếu β càng lớn thì sản lượng bê tông càng nhiều, và nếu β càng **nhỏ thì bê tông càng đặc chắc**

-Đối với hỗn hợp bê tông dẻo thông thường $\beta = 0.60 \div 0.75$

-Liều lượng của xi măng cho 1 m³ trộn:

$$X_{mt} = \frac{\beta \times V_o}{1000} X_1$$

-Liều lượng của nước cho 1 m³ trộn:

$$N_{mt} = \frac{\beta \times V_o}{1000} \times N_1$$

-Liều lượng của cát cho 1 m³ trộn:

$$C_{mt} = \frac{\beta \times V_o}{1000} \times C_1$$

-Liều lượng của đá cho 1 m³ trộn:

$$D_{mt} = \frac{\beta \times V_o}{1000} \times D_1$$

5. THI CÔNG BÊ TÔNG

Lựa chọn thành phần bê tông phải căn cứ vào các yêu cầu của công trình xây dựng (khả năng chịu lực, điều kiện môi trường, vv...) và các yêu cầu thi công và các điều kiện khí hậu.

5.1 Chế tạo bê tông

Liều lượng các vật liệu sản xuất bê tông được cân đong theo trọng lượng hoặc thể tích bằng các dụng cụ đo bảo đảm khối lượng trong thi công.

Khi hồ sơ thí nghiệm bê tông có yêu cầu chặt chẽ thì phải xác định cụ thể để đảm bảo cường độ bê tông.

Chế tạo bê tông bằng những phương tiện nhằm bảo đảm hỗn hợp bê tông đồng nhất và các cốt liệu được bọc kín vữa ximăng.

5.2 Vận chuyển, đổ và đầm bê tông:

Việc vận chuyển vữa bê tông từ nơi chế tạo đến nơi sử dụng trước khi đổ bê tông, phải bảo đảm chất lượng cần thiết, đặc biệt tránh cho vữa bê tông khỏi phân tầng.

Nếu không có lý do đặc biệt, không cho thêm nước vào bê tông sau khi vận chuyển đến chân công trình và trước khi đổ bê tông.

Bảng 4.2 Thời gian lưu hỗn hợp bê tông không có phụ gia

Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Thời gian vận chuyển cho phép (phút)
Lớn hơn 30	30
20 – 30	45
10 – 20	60
5 – 10	90

- Đổ bê tông và đầm bê tông : Tất cả công tác đổ và đầm bê tông phải thực hiện dưới sự giám sát trực tiếp của kỹ sư. Ngay sau khi đổ phải chú ý tránh làm xô dịch cốt thép, các neo móc cứng, cốt pha. Không được làm tổn hại đến bề mặt ván khuôn.
- Bê tông phải đảm bảo hoàn toàn chắc đặc bằng cách đầm hoặc bằng biện pháp khác, bê tông phải bám quanh cốt thép và các chi tiết cố định ở sâu tận các góc của ván khuôn để tạo nên một khối bề mặt hoàn thiện tốt. Khi sử dụng máy đầm, cần rung liên tục trong khi đổ từng mẻ trộn bê tông cho đến khi không khí được tống ra ngoài mà không gây phân tầng.
- Bê tông không được đổ trong nước chảy. Nếu đổ bê tông dưới nước, phải đổ đúng vị trí bằng ống đổ bê tông dưới nước và không được phép cho rơi tự do xuống nước.

Độ cao (khoảng cách) xả vữa bê tông từ đáy thùng đến mặt khối đổ cần lấy bằng 1,5m và không được vượt quá 3m để đảm bảo cho vữa bê tông không bị phân tầng, nắp đáy dưới của thùng chứa phải kín khít, để cho nước xi măng không chảy ra ngoài và khi ở đáy vữa bê tông thoát ra được dễ dàng.

- Chiều cao rơi tự do của vữa bê tông không được lớn hơn các trị số sau đây :

+ Đối với kết cấu có cốt thép : 2m

+ Đối với sàn toàn khối : 1m

- Khi đổ vữa bê tông có độ cao lớn hơn quy định trên phải dùng biện pháp đổ máng nghiêng hoặc ống vòi voi. **Nếu có chiều cao < 10m thì phải sử dụng ống vòi voi có thiết bị chấn động lắp ở phía đuôi hoặc ở đoạn giữa.**

- **Ống phễu và ống vòi voi phải có đường kính lớn hơn 2,5-3 lần đường kính hạt có kích thước lớn nhất.** Khoảng cách từ miệng xả đến mặt bê tông phải thỏa mãn quy định trên.

Máng đổ bê tông phải có chiều rộng < 2,5-3 lần đường kính hạt lớn nhất.

Trạm trộn, vận chuyển và đổ bê tông



Rãi đổ bê tông tươi và đầm rung



Công nghệ bơm phun bê tông



Ứng dụng robot phun bê tông trong nước

Hiện nay, các nhà thầu Việt Nam cũng đã bắt đầu quan tâm tới việc dùng robot trong phun bê tông nhưng nó cũng chỉ dừng lại ở mức độ các công trình ngầm tiết diện lớn. Hiện nay, phương pháp này hiện nay chưa được áp dụng tại các công trình ngầm trong mỏ.

Trong công trình hầm đường bộ qua đèo Hải Vân, Liên danh Dong Ah - Sông Đà (Gói thầu 1B) đã thực hiện phun 12.979m³ bê tông phun các loại với bề dày từ [5-40]cm ở cửa hầm phía Nam và họ đã sử dụng các robot phun hiện đang có (1 robot phun Meyco, 2 robot phun Aliva 500 và 1 robot phun Jacon - Australia) một cách hiệu quả và nó đã chứng minh được khả năng của mình tại công trình này.



Hình 11. Máy phun Aliva 500 (Cty SĐ 10) sử dụng tại công trình hầm đèo đường bộ Hải Vân



Hình 12. Robot phun bê tông Jacon (Australia) của Cty SĐ 10

6. Bảo dưỡng & Hoàn thiện bề mặt bê tông

Dưỡng hộ bê tông là quá trình phòng ngừa mất ẩm từ bê tông.

Dưỡng hộ phải bắt đầu ngay sau khi bê tông được đầm chắc nhằm chống :

- + Bị khô sớm, nhất là do bức xạ mặt trời, gió.
- + Bị tiết nước ra do nước mưa hay nước tràn.
- + Bị nguội nhanh trong vài ngày đầu sau khi đổ bê tông.
- + Gradient nhiệt bên trong cao.

Hoàn thiện bề mặt

Hoàn thiện bề mặt được giải quyết theo thỏa thuận giữa bên thiết kế và nhà thầu.

- a) Các lỗ nhỏ gây nên bởi bọt không khí, có thể bỏ qua, nhưng không được rỗng, có lỗ tổ ong hoặc các loại rỗ khác.
- b) Sử dụng bê tông yêu cầu ván khuôn có chất lượng cao, bê tông phải đầm kỹ và mọi bề mặt phải phẳng thật sạch, không bị loang và mất màu.

Hoàn thiện bề mặt

