



PHÙNG VĂN LỰ
NGUYỄN ANH ĐỨC
PHẠM HỮU HANH
TRỊNH HỒNG TÙNG

BÀI TẬP

VẬT LIỆU XÂY DỰNG



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



PHÙNG VĂN LỰ (chủ biên)
NGUYỄN ANH ĐỨC - PHẠM HỮU HẠNH - TRỊNH HỒNG TÙNG

BÀI TẬP VẬT LIỆU XÂY DỰNG

(Tái bản lần thứ mười một)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Bản quyền thuộc Nhà xuất bản Giáo dục.

04 – 2008/CXB/81 – 1999/GD

Mã số : 7B011y8 – DAI

LỜI NÓI ĐẦU

Sách **BÀI TẬP VẬT LIỆU XÂY DỰNG** được biên soạn phù hợp với nội dung giáo trình **VẬT LIỆU XÂY DỰNG** của các tác giả Phùng Văn Lu, Phạm Duy Hữu và Phan Khắc Trí, Nhà xuất bản Giáo dục xuất bản lần thứ nhất năm 1993.

Kết cấu các chương của sách gồm ba phần : phần tóm tắt lý thuyết chung có liên quan đến việc giải các bài tập, phần đầu bài và phần lời giải.

Những bài tập giới thiệu trong sách đều là những bài tiêu biểu. Ngoài các bài tập cơ bản còn có một số bài tập tham khảo để mở rộng tư duy và trau dồi thêm kỹ năng giải bài tập cho sinh viên. Phần lời giải có khi trình bày tỉ mỉ, cũng có khi chỉ có tính chất hướng dẫn ; các bài tập tham khảo thì có thể không có phần lời giải.

Sách không những để dùng làm tài liệu cho sinh viên trong việc học tập và nghiên cứu môn Vật liệu xây dựng, mà còn có thể giúp ích cho cả các cán bộ kỹ thuật và kỹ sư xây dựng.

Đây là một công trình tập thể của bộ môn Vật liệu xây dựng, trường Đại học Xây dựng.

Việc biên soạn được phân công như sau :

Trịnh Hồng Tùng soạn các chương 1, 2, 7.

Nguyễn Anh Đức soạn chương 5 và một phần chương 4.

Phạm Hữu Hanh soạn chương 3, 6.

Phùng Văn Lự soạn một phần chương 4 và là chủ biên.

Vì trình độ có hạn, trong biên soạn chắc chắn còn có sai sót. Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc. Các đóng góp xin gửi về Ban biên tập sách Kỹ thuật đại học - Nhà xuất bản Giáo dục - 81 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Hà Nội, tháng 2 - 1994

Các tác giả

Chương 1

NHỮNG TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

1.1. Lý thuyết chung

1.1.1. Khối lượng thể tích

Khối lượng thể tích (ρ_v) là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên :

$$\rho_v = \frac{m}{V_o} \quad (\text{kg/m}^3, \text{kg/l}, \text{T/m}^3)$$

Để xác định ρ_v ta cần xác định khối lượng m và thể tích tự nhiên V_o . Xác định m bằng cách cân vật liệu trực tiếp ở trạng thái khô (để xác định ρ_v^k) hay ở trạng thái ẩm (để xác định ρ_v^w).

Thể tích V_o có thể xác định theo từng trường hợp cụ thể với vật liệu có hình dáng hình học rõ ràng, không có hình dáng hình học hay với vật liệu dạng hạt.

1.1.2. Khối lượng riêng

Khối lượng riêng (ρ) là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc :

$$\rho = \frac{m}{V_a} \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/l} ; \text{T/m}^3)$$

Để xác định ρ cần thiết phải xác định khối lượng m và thể tích đặc V_a .

Khi xác định khối lượng m cần cân vật liệu sau khi đã sấy khô ở $t^\circ = 105 - 110^\circ\text{C}$. Khi xác định V_a cần thực hiện theo một trong hai trường hợp sau :

- Với vật liệu đặc xác định V_a như xác định V_o .
- Với vật liệu rỗng ta nghiêng vật nhỏ đến cỡ hạt lọt qua sàng 900 l\AA/cm^2 để loại trừ thể tích các lỗ rỗng khi xác định thể tích bằng bình tỷ trọng.

1.1.3. Độ đặc và độ rỗng của vật liệu

Độ đặc (d), độ rỗng toàn phần (r) được tính theo công thức :

$$d = \frac{V_a}{V_o} = \frac{\rho_v}{\rho} \quad \text{hay} \quad d = \frac{\rho_v}{\rho} \cdot 100\%.$$

$$r = \frac{V_r}{V_o} = \frac{V_o - V_a}{V_o} = 1 - d = 1 - \frac{\rho_v}{\rho} \quad \text{hay}$$

$$r = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho} \right) \cdot 100\%.$$

Để đánh giá chính xác các tính chất của vật liệu cần xác định độ rỗng toàn phần (công thức trên) và độ rỗng hở. Độ rỗng hở của vật liệu được xác định bằng cách cho vật liệu bão hòa nước.

1.1.4. Độ hút nước và độ hút nước bão hòa

Độ hút nước của vật liệu được biểu thị theo phần trăm khối lượng (H_p) hay thể tích (H_v) :

$$H_p = \frac{m_u - m_k}{m_k} \cdot 100\%$$

$$H_v = \frac{V_n}{V_o} \cdot 100\% \quad \text{hay} \quad H_v = \frac{m_u - m_k}{V_{on} \cdot \rho_n} \cdot 100\%$$

Sự liên hệ của hai đại lượng này có thể biểu diễn theo công thức :

$$H_v = \frac{\rho_v^k}{\rho_n} \cdot H_p$$

Mức độ nước bị hút vào vật liệu được đánh giá bằng hệ số bão hòa nước (C_{bh})

$$C_{bh} = \frac{H_v^{bh}}{r}$$

Trong các công thức của mục này :

m_k - khối lượng mẫu khi khô ;

m_u - khối lượng mẫu khi hút no nước ;

V_n - thể tích của nước mà vật liệu hút vào ;

ρ_n - khối lượng riêng của nước.

Khi thí nghiệm xác định độ hút nước ta đem sấy khô mẫu ở nhiệt độ $t^{\circ} = 105 \div 110^{\circ}\text{C}$ rồi ngâm mẫu ngập trong nước khoảng $3 \times 24\text{h}$ (xem giáo trình thí nghiệm).

Độ hút nước bão hòa được thực hiện bằng một trong hai cách sau đây :

- Thả vật liệu khô ngập trong nước, đem đun sôi, để nguội rồi vớt ra.

- Cho vật liệu khô ngập trong nước, hạ áp suất trên mặt thoáng của nước xuống còn 20mmHg, sau khi thoát hết bọt khí khôi phục lại áp suất thường trong 2h.

1.1.5. Tính truyền nhiệt

Đặc trưng cho tính truyền nhiệt là hệ số truyền nhiệt λ :

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{S(t_1^{\circ} - t_2^{\circ}) \cdot \tau}, \text{ kCal/m} \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$$

trong đó :

Q - nhiệt lượng truyền qua vật liệu khi thí nghiệm (kCal) ;

δ - chiều dày để nhiệt truyền qua (m) ;

S - diện tích truyền nhiệt (m^2) ;

t_1°, t_2° - nhiệt độ ở hai bề mặt mẫu ($^{\circ}\text{C}$) ;

τ - thời gian thí nghiệm (h).

Quan hệ giữa hệ số truyền nhiệt và cấu tạo của vật liệu thể hiện bởi công thức :

$$\lambda_x = \sqrt{0,0196 + 0,22\rho_v^2} - 0,14, \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$$

hoặc
$$\lambda = 1,16(\sqrt{0,0196 + 0,22\rho_v^2} - 0,14), \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

Công thức liên hệ này chỉ đúng khi vật liệu để tự nhiên trong không khí (ở độ ẩm vật liệu $W = 1 \div 7\%$, $t = 20 \div 25^\circ\text{C}$)

Hệ số truyền nhiệt của vật liệu thay đổi, phụ thuộc nhiệt độ trung bình của mẫu thí nghiệm, theo công thức Vlasov :

$$\lambda_t = \lambda_0(1 + 0,002 t_{tb}^0), \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h}$$

trong đó :

λ_0 - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở 0°C ;

λ_t - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở t_{tb} ;

t_{tb} - nhiệt độ trung bình của vật liệu.

Khi tính toán nhiệt truyền qua vật liệu người ta phải dùng λ_t .

1.1.6. Nhiệt dung và nhiệt dung riêng

Nhiệt dung của vật liệu (Q) được xác định theo công thức :

$$Q = C.m(t_2^0 - t_1^0), \text{ kCal}$$

trong đó :

m - khối lượng của mẫu thí nghiệm, kg ;

t_1^0 và t_2^0 - nhiệt độ của mẫu trước và sau khi đốt nóng, $^\circ\text{C}$;

C - nhiệt dung riêng của vật liệu, kCal/kg. $^\circ\text{C}$.

Nhiệt dung riêng của vật liệu thay đổi theo độ ẩm được xác định theo công thức :

$$C_w = \frac{C_o + 0,01.W.C_h}{1 + 0,01W}$$

trong đó :

C_o - nhiệt dung riêng của vật liệu khô ;

C_w - nhiệt dung riêng của vật liệu ẩm ;

C_n - nhiệt dung riêng của nước.

Nhiệt dung riêng của vật liệu hỗn hợp phụ thuộc vào nhiệt dung và tỷ lệ của các thành phần hỗn hợp :

$$C = \frac{m_1 C_1 + m_2 C_2 + \dots + m_n C_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

trong đó :

C - nhiệt dung riêng của vật liệu hỗn hợp ;

C_1, C_2, \dots, C_n - nhiệt dung riêng của vật liệu thành phần ;

m_1, m_2, \dots, m_n - khối lượng vật liệu thành phần tương ứng.

1.1.7. Cường độ của vật liệu

Cường độ là tính chất quan trọng nhất của vật liệu. Trong các kết cấu xây dựng vật liệu chịu tác dụng của nhiều loại tải trọng khác nhau : kéo, nén, uốn, cắt, xoắn... Tương ứng với nó có nhiều loại cường độ.

Cường độ của vật liệu được xác định bằng phương pháp phá hoại và phương pháp không phá hoại. Trong phương pháp phá hoại cường độ vật liệu được xác định bằng cách cho ngoại lực tác dụng vào mẫu có kích thước tiêu chuẩn đến khi mẫu bị phá vỡ rồi tính cường độ theo các công thức :

$R_{n.k} = \frac{P}{S}$, kG/cm², khi thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo, hay chịu nén.

$R_u = \frac{3.P.l}{2b.h^2}$, kG/cm², khi thí nghiệm uốn theo sơ đồ dầm đơn giản chịu một lực tập trung ở giữa, hoặc :

$R_u = \frac{P.l}{bh^2}$, kG/cm², khi thí nghiệm uốn theo sơ đồ dầm đơn giản, chịu hai lực tập trung bằng nhau, cách các gối tựa và cách nhau một khoảng bằng 1/3 (xem giáo trình VLXD).
trang 37

Để đạt mức cho vật liệu cần thí nghiệm với mẫu chuẩn. Khi mẫu có kích thước khác thì phải điều chỉnh kết quả thí nghiệm (xem bảng 1-1).

Hệ số điều chỉnh cường độ bê tông(lấy khuôn $15 \times 15 \times 15\text{cm}$ làm chuẩn)

Kích thước mẫu thí nghiệm, cm	Mức cường độ của vật liệu. kg/cm^2			
	150	200	300	400
$30 \times 30 \times 30$	1,10	1,12	1,14	1,15
$20 \times 20 \times 20$	1,04	1,06	1,08	1,10
$15 \times 15 \times 15$	1,00	1,00	1,00	1,00
$10 \times 10 \times 10$	0,91	0,90	0,90	0,90
$7,07 \times 7,07 \times 7,07$	0,95	0,94	0,93	0,93
$d = 19,5 ; h = 39$	1,29	1,32	1,37	1,42
$d = 15 ; h = 30$	1,24	1,28	1,36	1,39

1.1.8. Hệ số phẩm chất

Hệ số phẩm chất của vật liệu được xác định bằng tỷ số giữa cường độ tiêu chuẩn (kg/cm^2) và khối lượng thể tích tiêu chuẩn (kg/m^3) :

$$K_{p,c} = \frac{R^{t,c}}{\rho_v^{t,c}}$$

1.2. Đề bài

1. Một mẫu đá khô hình dáng không rõ ràng, cân trong không khí được 80g. Sau khi bọc kín bề mặt mẫu bằng 0,72g parafin, khối lượng của nó cân trong nước được 37g.

Xác định khối lượng thể tích của đá. Cho biết khối lượng riêng của parafin là $0,9 \text{ g/cm}^3$, của nước là $1,0 \text{ g/cm}^3$.

2. Thiết lập công thức tính khối lượng riêng của một loại vật liệu hỗn hợp gồm hai vật liệu thành phần. Biết khối lượng riêng của từng vật liệu thành phần và tỷ lệ phối hợp của nó trong vật liệu hỗn hợp.

3. Một mẫu đá thiên nhiên có đường kính là 5cm, chiều cao 5cm. Ở trạng thái khô có khối lượng là 245g. Sau khi hút

nu nước khối lượng tăng lên đến 249g. Xác định khối lượng thể tích và độ hút nước (theo thể tích và theo khối lượng) của đá này.

4. Một mẫu đá khô có khối lượng là 77g, sau khi hút nước cân được 79g. Tính khối lượng thể tích, độ đặc và độ rỗng của đá nếu khối lượng riêng của nó là $2,67 \text{ g/cm}^3$, độ hút nước theo thể tích là 4,28%.

5. Một mẫu đá granit có khối lượng thể tích là $2,7 \text{ g/cm}^3$. Khi cho mẫu hút nước dưới áp lực thì mẫu có độ hút nước theo khối lượng là 3,71%. Biết $C_{bh} = 0,8$; $\rho_n = 1,05 \text{ g/cm}^3$. Hãy xác định khối lượng riêng của đá này.

6. Một mẫu đá vôi khô nặng 300g, sau khi hút nước ở điều kiện thường 3 ngày đêm cân được 309g. Khối lượng thể tích của đá khô là 2400 kg/m^3 . Hãy tính độ hút nước theo khối lượng và theo thể tích, độ rỗng toàn phần và khối lượng riêng của đá này. Cho biết $C_{bh} = 0,7$.

7. Một mẫu đá khô có khối lượng 250g. Khi nhúng ngập mẫu vào ống đong nước để thoát hết bọt khí, thì mẫu làm nước dâng lên 100ml. Nhấc mẫu ra rồi lại nhúng vào ống đong thì mẫu chiếm chỗ của 125ml nước. Cho hút nước đến bão hòa mẫu cân nặng 283 gam. Sau khi sấy khô mẫu, nghiền nhỏ, cho vào bình tỷ trọng xác định được thể tích đặc của nó là 90 cm^3 .

Hãy tính khối lượng thể tích của đá ở trạng thái khô, độ hút nước theo khối lượng và theo thể tích, khối lượng riêng, độ rỗng hở, độ rỗng toàn phần và hệ số bão hòa của vật liệu.

8. Một loại đá vôi có khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước là $2,55 \text{ g/cm}^3$, hệ số bão hòa nước là 0,5. Đá dăm được sản xuất từ đá vôi có khối lượng thể tích đồ đồng là $1,625 \text{ g/cm}^3$, độ rỗng của hỗn hợp đá dăm là 35%. Hãy xác định khối lượng riêng của đá vôi.

9. Một mẫu vật liệu để trong không khí có khối lượng thể tích là 1400 kg/m^3 và độ ẩm 3%. Sau khi mẫu hút nước đến bão hòa thì khối lượng thể tích của nó là 1700 kg/m^3 . Cho biết hệ số bão hòa $C_{bh} = 1,00$. Hãy xác định độ rỗng của vật liệu này.

10. Một mẫu vật liệu ở trạng thái tự nhiên có khối lượng là 250g. Khi xác định độ ẩm của vật liệu người ta sấy mẫu ở nhiệt độ $105^{\circ}\text{C} \div 110^{\circ}\text{C}$ thì khối lượng các mẫu thay đổi theo các lần cân như sau : 245g, 241g, 240g, 240g. Hãy tính độ ẩm của vật liệu này.

11. Tính độ ẩm của cát theo kết quả thí nghiệm sau đây .
Đổ 1kg cát ẩm vào ống đong có chia sẵn 520ml nước, nước trong ống dâng lên đến vạch 910ml. Cho biết khối lượng riêng của cát là $2,6 \text{ g/cm}^3$.

12. Thiết lập công thức tính khối lượng thể tích của vật liệu ở trạng thái khô khi biết khối lượng thể tích ở trạng thái ẩm và độ ẩm của nó. Giả thiết khi thay đổi độ ẩm thì thể tích của vật liệu không thay đổi.

Áp dụng công thức mới thiết lập để tính toán với loại vật liệu có $\rho_v^w = 2650 \text{ kg/m}^3$ và độ ẩm $w = 5\%$.

13. Hãy tính khối lượng thể tích của vật liệu ở độ ẩm 20%. Cho biết khối lượng riêng của vật liệu là $2,6 \text{ kg/dm}^3$, độ rỗng là 20%. Khi độ ẩm tăng 1% thì độ tăng trung bình về thể tích vật liệu là 0,2%.

14. Một loại vật liệu ở độ ẩm 0% có khối lượng thể tích là $2,4 \text{ kg/dm}^3$, sau khi bão hòa nước khối lượng thể tích là $2,7 \text{ kg/dm}^3$ và hệ số bão hòa nước là 0,9.

Hãy xác định độ rỗng của vật liệu nếu lấy khối lượng thể tích của nước là $0,98 \text{ g/cm}^3$ và coi như thể tích của vật liệu không thay đổi.

15. Một loại vật liệu ở độ ẩm 20% có khối lượng thể tích là $1,8 \text{ kg/dm}^3$ và ở trạng thái bão hòa nước khối lượng thể tích là $2,0 \text{ kg/dm}^3$. Khối lượng riêng của vật liệu là $3,0 \text{ kg/dm}^3$.

Hãy xác định hệ số bão hòa nước của vật liệu đó. Giả thiết thể tích của nó không thay đổi khi hút nước.

16. Một loại vật liệu có độ rỗng là 20%, khối lượng riêng là $1,3 \text{ g/cm}^3$. Khi độ ẩm tăng 1% thì độ tăng trung bình về thể tích vật liệu là 0,2%.

Hãy xác định độ ẩm của vật liệu đó. Biết rằng ở độ ẩm này vật liệu có khối lượng thể tích là $1,2 \text{ kg/dm}^3$.

17. Khi xác định khối lượng riêng của đá dăm granít người ta lấy 3 kg đá dăm đã sấy khô đổ vào bình kim loại, đổ đầy nước vào bình và cân được 7,8 kg. Sau khi đổ hết nước và đá ra người ta lại đổ đầy nước vào bình đem cân được 5,91 kg. Khối lượng của bình là 1,0 kg. Đá hút nước theo khối lượng của granít là 0,5%. Hãy tính khối lượng riêng và khối lượng thể tích của đá đó. Nhận xét kết quả tìm được theo phương pháp này.

18. Khi xác định hệ số truyền nhiệt của vật liệu người ta dùng mẫu vật liệu có diện tích bề mặt là $0,25 \text{ m}^2$, chiều dày 5cm. Mẫu được đặt vào thiết bị đo nhiệt, có nhiệt độ hai mặt là 100°C và 20°C . Sau 1.h năng lượng nhiệt truyền qua mẫu là 2 kW.h.

Hãy xác định hệ số truyền nhiệt λ của loại vật liệu này.

19. Hệ số truyền nhiệt λ của vật liệu là hàm số của nhiệt độ trung bình t_{tb} của nó.

Hãy xác định sự thay đổi hệ số truyền nhiệt của một ống Keramia khi nhiệt độ bên trong ống thay đổi từ 500°C đến 750°C và đến 1000°C . Nhiệt độ bên ngoài ống luôn luôn là 60°C .

20. Một mẫu vật liệu ở trạng thái tự nhiên có khối lượng thể tích là 1800 kg/m^3 . Khi đặt mẫu có diện tích bề mặt là 400 cm^2 , chiều dày 5cm vào thiết bị thí nghiệm với nhiệt độ ở hai mặt mẫu là 293K và 393K thì sau 120 phút có bao nhiêu nhiệt truyền qua mẫu.

21. Một loại gạch phòng khô ở 0°C có hệ số truyền nhiệt là $0,36 \text{ kCal/m}^\circ\text{C} \cdot \text{h}$, khối lượng riêng là $2,6 \text{ g/cm}^3$. Hãy xác định độ rỗng của loại gạch này.

22. Một loại bê tông xi có hệ số truyền nhiệt ở điều kiện tự nhiên là $0,46 \text{ kCal/m}^\circ\text{C} \cdot \text{h}$, độ ẩm $W = 3\%$, khối lượng riêng là $2,6 \text{ g/cm}^3$. Hãy xác định độ rỗng của loại vật liệu này.

Nếu lấy một mẫu hình lập phương có cạnh là 20cm đặt vào dụng cụ thí nghiệm có nhiệt độ 2 mặt là 100°C và 20°C thì trong thời gian 90 phút có bao nhiêu nhiệt truyền qua mẫu.

23. Mặt ngoài của một tấm tường gạch dày 45cm có nhiệt độ là $+32^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ phía trong là -18°C . Hỏi trong 1h lượng nhiệt truyền qua 1m^2 bề mặt tường là bao nhiêu.

Giải thêm bài toán này cho các tường bằng bê tông xỉ và bê tông nặng. Hệ số truyền nhiệt của các vật liệu cho như sau : tường gạch là 0,58 ; bê tông xỉ là 0,50 và của tường bê tông nặng là $1,20 \text{ kCal/m}^{\circ}\text{C.h}$.

24. Phải thay đổi lớp cách nhiệt làm bằng lớp hai tấm ép hữu cơ có chiều dày chung là 100mm bằng tấm bông thủy tinh mác 75 ; nhiệt độ ở mặt cách nhiệt là 275°C và mặt kia là 25°C .

Hãy xác định chiều dày lớp bông thủy tinh. Cho biết tấm ép hữu cơ có $\lambda_0 = 0,065 \text{ kCal/m}^{\circ}\text{C.h}$ và $\lambda_t = \lambda_0(1 + 0,0016t_{tb}^{\circ})$, tấm bông thủy tinh có $\lambda_0 = 0,038 \text{ kCal/m}^{\circ}\text{C.h}$ và $\lambda_t = \lambda_0(t + 0,002 t_{tb}^{\circ})$.

25. Một phòng làm việc có kích thước là $5000 \times 3600 \times 4200 \text{ mm}$, xây bằng một loại gạch có độ rỗng 40% và khối lượng riêng 2700 kg/m^3 . Tường dày 22cm, trên mặt tường có tổng diện tích cửa đi và cửa sổ là $3,68\text{m}^2$. Cửa, trần và nền đều cách nhiệt tốt. Hỏi khi nhiệt độ ngoài trời là $+8^{\circ}\text{C}$ thì mỗi ngày đêm phải đốt bao nhiêu than đá có năng suất tỏa nhiệt là 5600 kCal/kg trong lò sưởi để duy trì nhiệt độ trong phòng là $+24^{\circ}\text{C}$.

26. Thiết lập công thức tính nhiệt dung riêng của vật liệu ẩm theo nhiệt dung riêng của vật liệu khô (C_0) và độ ẩm (W) của nó.

27. Một mẫu vật liệu khô có khối lượng là 250 gam, bị đốt nóng từ 10°C lên 45°C tiêu tốn một lượng nhiệt hữu ích là 2187,5 Cal. Hãy xác định nhiệt dung riêng của vật liệu này khi nó có độ ẩm 20%. Biết nhiệt dung riêng của nước là $1 \text{ kCal/kg}^{\circ}\text{C}$.

28. Hãy thiết lập công thức tính nhiệt dung riêng của vật liệu hỗn hợp từ 2, 3... n thành phần, khi biết khối lượng và nhiệt dung riêng của từng vật liệu thành phần đó.

29. Mỗi mét khối hỗn hợp bê tông có 300 kg xi măng, 600 kg cát, 1200 kg đá dăm và 180 lít nước. Hãy tính nhiệt

dung riêng của hỗn hợp bê tông này, từ đó tính lượng nhiệt cần thiết để nâng nhiệt độ 1m^3 hỗn hợp bê tông từ 25°C lên 80°C trong bể dưỡng hộ nhiệt. Có thể lấy nhiệt dung riêng của cát, đá và xi măng bằng nhau, bằng $0,2 \text{ kCal/kg}^\circ\text{C}$.

30. Một tấm ép hữu cơ có 85% khối lượng là sợi xenlulô, 8% là nhựa urêphocmandêhit và 7% là bột đolômit. Biết nhiệt dung riêng của ba loại này lần lượt là $0,5$; $0,45$; $0,18 \text{ kCal/kg}^\circ\text{C}$, tấm ép này tự bốc cháy ở nhiệt độ 450°C .

Hãy xác định năng lượng cần thiết để 3kg tấm ép này bốc cháy khi nhiệt độ ban đầu của nó là 20°C .

31. Một cục đá vôi khô có khối lượng là 50kg được đốt nóng từ $t_1^0 = 15^\circ\text{C}$ lên $t_2^0 = 40^\circ\text{C}$ với lượng nhiệt tiêu tốn hữu ích là 260 kCal . Sau khi cho mẫu hút no nước và để nguội, khối lượng của nó tăng thêm 1kg . Xác định sự thay đổi nhiệt dung của đá vôi và tính nhiệt dung thể tích của nó. Biết khối lượng thể tích khô của đá là 2000 kg/m^3 .

32. Khi thí nghiệm xác định cường độ của một mẫu đá hình lập phương có cạnh 10cm , thấy áp lực lớn nhất theo Manômét của máy ép thủy lực bằng 10at . Đường kính pittông của máy nén $d = 399\text{mm}$.

Xác định lực nén cực đại khi mẫu bị phá hoại và giới hạn bên khi nén của đá này. Biết tổn thất áp lực trong pittông $p_1 = 20\text{p}$.

33. Lựa chọn công suất của máy ép thủy lực đủ để thí nghiệm uốn một dầm bê tông tiết diện là $15 \times 15\text{cm}$, chiều dài $l = 100\text{cm}$, với một lực tập trung đặt giữa nhịp. Biết giới hạn bên của bê tông khi chịu uốn đạt tới 80 kg/cm^2 .

34. Hãy tính xem lực cần thiết của máy nén phải giảm đi bao nhiêu lần khi thí nghiệm gạch và bê tông nếu như dạng thí nghiệm nén thì chuyển sang thí nghiệm uốn với một lực tập trung ở giữa nhịp (xem giáo trình VLXD trang 37). Gạch được uốn cả viên với nhịp tính toán là 18cm , khi nén thì cửa đôi với kích thước mặt nén là $10,5 \times 11,0\text{cm}$. Bê tông nén với mẫu lập phương có cạnh $a = 20\text{cm}$ và uốn với mẫu $15 \times 15 \times 80\text{cm}$,

nhịp tính toán 60cm. Cho biết gạch có $R_u = 0,22 R_n$ và bê tông có $R_u = 0,16R_n$.

35. Hãy so sánh xem chiều cao bức tường có thể tăng lên bao nhiêu lần khi thay tấm tường đá học có khối lượng thể tích là 2000 kg/m^3 bằng các vật liệu :

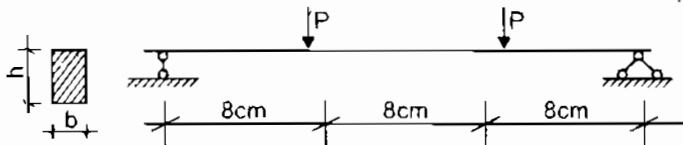
- Gạch xây có $\rho_v = 1850 \text{ kg/m}^3$, $R_n = 65 \text{ kG/cm}^2$;
- Bê tông xốp có $\rho_v = 1350 \text{ kg/m}^3$, $R_n = 35 \text{ kG/cm}^2$;
- Bê tông keramzit có $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, $R_n = 45 \text{ kG/cm}^2$.

Cho biết đá học có $R_n = 200 \text{ kG/cm}^2$, chiều dày tường không thay đổi và bằng 0,64m. Giả thiết chỉ tính với tải trọng bản thân.

36. Bằng tính toán hãy xác định mức của vật liệu dùng cho cột có tiết diện ngang là 2500 cm^2 , chịu tải trọng nén đúng tâm theo tính toán là 75T. Biết hệ số đồng nhất của vật liệu làm cột là 0,65 và giả thiết bỏ qua tải trọng bản thân cột.

37. Một cột nhà làm bằng đá Mabro tiết diện vuông có cạnh 20cm, chịu tải trọng, nén đúng tâm khi làm việc là 350T. Được biết cường độ nén tiêu chuẩn của loại đá này là 1500 kG/cm^2 và hệ số mềm của nó là 0,70. Hãy kiểm tra mức độ an toàn của công trình khi có nạn lụt dài ngày.

38. Một mẫu vật liệu có tiết diện vuông chiều dài 30 cm, đặt trên hai gối tựa cách nhau 24 cm. Có hai lực tập trung $P = 225 \text{ kG}$ đặt tại điểm cách gối tựa $1/3$ chiều dài nhịp (hình 1-1).



Hình 1-1. Sơ đồ làm việc của mẫu thí nghiệm

Biết vật liệu này có cường độ chịu uốn $R_u = 1350 \text{ kG/cm}^2$. Hãy xác định kích thước tiết diện tối thiểu của mẫu.

39. Một máy ép thủy lực có thang đo đến 50T, 150T và 300T (Tải trọng tối đa máy đạt được ở ba thang tải trọng). Hãy lựa chọn thang tải trọng để thí nghiệm nén các mẫu bê tông hình lập phương theo các trường hợp sau :

- a) Cạnh $a = 10$ cm, mức thiết kế $R_b = 250$.
- b) Cạnh $a = 15$ cm, $R_b = 300$.
- c) Cạnh $a = 20$ cm, $R_b = 400$.

40. Khi kéo một thanh thép có chiều dài $l = 100$ mm diện tích thiết diện ngang là 200 mm^2 độ giãn dài tuyệt đối của thép $\Delta l = 0,0125$ mm dưới tải trọng tác dụng $P = 500$ kG. Hãy xác định môđun đàn hồi E của thép này.

41. Một thanh thép có chiều dài $l = 1,2$ m phải có đường kính là bao nhiêu nếu nó phải chịu tải trọng $P = 4$ T (khi kéo). Hãy tính độ giãn dài tuyệt đối của thanh thép khi chịu tải trọng này. Cho biết ứng suất cho phép của thép $R = 1600 \text{ kG/cm}^2$, môđun đàn hồi $E = 2,0 \cdot 10^6 \text{ kG/cm}^2$.

42. Xác định hệ số phẩm chất của các vật liệu đá thiên nhiên có nguồn gốc trầm tích khi sử dụng chúng làm các kết cấu chịu lực : đá vôi canxit, đá vôi vỏ sò và tuf vôi. Biết giới hạn cường độ chịu nén tương ứng của chúng là : 1000 kG/cm^2 , 150 kG/cm^2 , 90 kG/cm^2 và khối lượng thể tích là : 2600 kg/m^3 , 1600 kg/m^3 và 1200 kg/m^3 .

43. Hãy tính và so sánh hệ số phẩm chất của các vật liệu cho ở bảng 1-2 dưới đây :

Bảng 1-2

Tên vật liệu	Khối lượng thể tích, kg/m^3	Cường độ chịu kéo, kG/cm^2
Vật liệu cốt sợi thủy tinh CBAM	1900	9500
Tấm bông thủy tinh	1430	2800
Tấm gỗ ép bakelit	1050	1100
Thép CT ₃	7850	4150

Bài tập tham khảo

44. Hãy tính toán dự trù các loại vật liệu xây dựng cơ bản để xây dựng một tiểu khu dân dụng bao gồm : 10 nhà ở tầng gạch 4 tầng, 8 nhà bê tông toàn khối 3 tầng, 4 nhà panen khối lớn 5 tầng, một trường phổ thông cấp 1-2 có 950 học sinh, một trường phổ thông cấp 3 có 400 học sinh, một câu lạc bộ 200 chỗ ngồi. Nhà ở mỗi tầng có 12 căn hộ với diện tích sử dụng trung bình là $30\text{m}^2/1$ căn hộ. Lượng dùng vật liệu xem phụ lục 2.

45. Chi phí vật liệu được tính ở bài tập 44. Hãy biểu thị bằng tấn khi sử dụng phụ lục 2. Hãy tính toán chỉ số khối lượng dùng vật liệu cho 1m^3 công trình khác nhau và chi phí cho các phương tiện vận tải (ôtô ray, tàu hỏa).

46. Một mẫu vật liệu khô, cân nặng 240g, sau khi cho hút nước dưới điều kiện thường mẫu nặng 250 g và có độ hút nước theo thể tích là 9%. Xác định độ rỗng toàn phần của vật liệu này nếu nó có khối lượng riêng là $2,7 \text{ g/cm}^3$, trong điều kiện thí nghiệm nước có khối lượng thể tích là $1,02 \text{ g/cm}^3$.

47. Một mẫu đá hình lập phương có cạnh là 5cm, ở trạng thái khô cân được 324gam. Sau khi ngâm mẫu trong nước thời gian $3 \times 24\text{h}$ mẫu cân được 338 gam. Hãy xác định độ hút nước theo khối lượng và theo thể tích, khối lượng thể tích tiêu chuẩn và khối lượng thể tích tự nhiên của vật liệu này.

1.3. Bài giải

1. Xác định thể tích tự nhiên của mẫu :

$$V_{\text{vd}} = V_n - V_p = \frac{(80 + 0,72) - 37}{1} - \frac{0,72}{0,9}$$
$$V_{\text{vd}} = 42,92\text{cm}^3.$$

trong đó : V_n - thể tích nước bị mẫu có bọc parafin chiếm ;
 V_p - thể tích parafin bọc mẫu.

Ta tính được khối lượng thể tích của đá :

$$\rho_{\text{vd}} = \frac{80}{42,92} = 1,86 \text{ g/cm}^3.$$

2. Từ công thức định nghĩa ta có :

$$\rho = \frac{m}{V_a} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m \cdot P_1 + m \cdot P_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}$$

Vì trong vật liệu hỗn hợp từ hai thành phần thì $P_1 + P_2 = 1$ hay $P_1 + P_2 = 100\%$. Ta giải tiếp tục sẽ được kết quả :

$$\rho = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 \cdot P_2 + \rho_2 \cdot P_1}$$

3. Thể tích tự nhiên của khối đá hình trụ :

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 5^2 \cdot 5}{4} = 98,13 \text{ cm}^3.$$

Khối lượng thể tích khô :

$$\rho_o = \frac{245}{98,13} = 2,5 \text{ g/cm}^3.$$

Độ hút nước theo khối lượng :

$$H_p = \frac{249 - 245}{245} \cdot 100\% = 1,63\%.$$

Độ hút nước theo thể tích :

$$H_v = \frac{1,63 \cdot 2,5}{1} = 4,08\%.$$

4. Độ hút nước theo khối lượng :

$$H_p = \frac{79 - 77}{77} \cdot 100\% = 2,6\%.$$

Khối lượng thể tích của mẫu :

$$\rho_v = \frac{H_v}{H_p} \cdot \rho_n = \frac{4,28}{2,6} \cdot 1,0 = 1,65 \text{ g/cm}^3.$$

Do đó độ đặc của vật liệu :

$$d = \frac{\rho_v}{\rho} = \frac{1,65}{2,67} = 0,62 \text{ hay } 62\%.$$

và độ rỗng :

$$r = 1 - d = 0,38 \text{ hay } r = 38\%.$$

5. Khi vật liệu hút nước dưới áp lực thì độ hút nước của nó là độ hút nước bão hòa :

$$H_v^{bh} = \frac{2,7}{1,05} \cdot 3,71 = 9,54\%.$$

$$\text{Ta tính được : } r = \frac{H_v^{bh}}{C_{bh}} = \frac{9,54}{0,8} = 11,83\%.$$

Từ công thức : $r = 1 - \frac{\rho_v}{\rho} \cdot 100\%$, ta suy ra $\rho = 3,1 \text{ g/cm}^3$.

6. Theo công thức định nghĩa ta tính được độ hút theo khối lượng $H_p = 3\%$.

$$H_v = \frac{2,4}{1,0} \cdot 3 = 7,2\%.$$

Theo điều kiện đầu bài coi như vật liệu đã bão hòa nước nên tất cả lỗ rỗng hở đều hút nước :

$$r_{hđ} = H_v^{bh} = 7,2\%.$$

Độ rỗng toàn phần :

$$r = \frac{H_v^{bh}}{C_{bh}} = \frac{7,2}{0,7} = 10,29\%.$$

7. Theo đầu bài ra ta có : $V_o = 125 \text{ cm}^3$.

Thể tích nước mẫu hút vào $V_n = 125 - 100 = 25 \text{ cm}^3$.

$$\text{Do vậy : } \rho_v^k = \frac{m_k}{V_o} = \frac{250}{125} = 2,0 \text{ g/cm}^3.$$

$$H_v = \frac{25}{125} \cdot 100\% = 20\%.$$

$$H_p = \frac{H_v}{\rho_v^k} \cdot \rho_n = \frac{20 \times 1}{2} = 10\%.$$

$$\rho = \frac{m_k}{V_a} = \frac{250}{90} = 2,78 \text{ g/cm}^3.$$

$$H_v^{bh} = \frac{m_n^{bh}}{\rho_n \cdot V_o} \times 100\% = \frac{33}{1 \times 125} \times 100\% = 26,4\%.$$

$$r_{hd} = H_v^{bh} = 26,4\%.$$

Độ rỗng toàn phần

$$r = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{2,0}{2,78}\right) \cdot 100\% = 28\%.$$

$$\text{Hệ số bão hòa } C_{bh} = \frac{26,4}{28} = 0,94.$$

8. Khối lượng riêng của đá vôi được tính theo công thức :

$$\begin{aligned} \rho_d &= \frac{m_k}{V_a} = \frac{m^{bh} - m^n}{V_o - V_{rd}} = \frac{V_o \cdot \rho_{vd}^{bh} - V_n^{bh} \cdot \rho_n}{V_o(1 - r_d)} \\ &= \frac{\rho_{vd}^{bh} - C_{bh} \cdot r_d \cdot \rho_n}{1 - r_d}. \end{aligned}$$

trong đó : V_{rd} - thể tích rỗng của đá ;

ρ_{vd}^{bh} - khối lượng thể tích của đá ở trạng thái bão hòa nước ;

r_d - độ rỗng toàn phần của đá vôi.

Mặt khác :

$$r_d = \frac{V_{rd}}{V_o} = \frac{m_n^{bh}}{\rho_n \cdot C_{bh} \cdot V_{od}} = \frac{m^{bh} - m^k}{\rho_n \cdot C_{bh} \cdot V_{od}}.$$

Đối với đá vôi khi hút nước không nở thể tích và khi $\rho_n = 1,0 \text{ g/cm}^3$, ta có :

$$r_d = \frac{\rho_{vd}^{bh} - \rho_{vd}^k}{C_{bh}}$$

Khi đá vôi được nghiền thành đá dăm dùng trong xây dựng, việc tính toán thường lấy khối lượng thể tích của đá (ρ_{vd}^k) bằng khối lượng riêng của hỗn hợp đá dăm ρ_d^h . Ta có thể tích ρ_{vd}^k như sau :

$$\rho_{vd}^k = \rho_d^h = \frac{\rho_v^h}{1 - r^h} = \frac{1,625}{1 - 0,35} = 2,5 \text{ g/cm}^3.$$

Do đó :

$$r_d = \frac{2,55 - 2,5}{0,5} = 0,1 \text{ hay } 10\%.$$

$$\rho_d = \frac{2,55 - 0,5 \cdot 0,1 \cdot 1,0}{1 - 0,1} = 2,78 \text{ g/cm}^3.$$

9. Từ công thức :

$$W = \frac{m_w - m_k}{m_k} \cdot 100\% \text{ ta có } m_k = \frac{m_w}{1 + \frac{W}{100}} \text{ nên trong } 1\text{m}^3$$

vật liệu ẩm ta xác định được :

$$m_k = \frac{1400}{1 + 3/100} = 1359 \text{ kg.}$$

Lượng nước trong 1m^3 vật liệu khi bão hòa nước :

$$m_n = 1700 - 1359 = 341 \text{ kg.}$$

Với $\rho_n = 1 \text{ kg/l}$ ta có $V_n = 341 \text{ lít.}$

Độ hút nước bão hòa của vật liệu sẽ là :

$$H_v^{bh} = \frac{341}{1000} \cdot 100\% = 34,1\%.$$

Độ rỗng của vật liệu :

$$r = \frac{H_v^{bh}}{C_{bh}} = \frac{34,1}{1,0} = 34,1\%.$$

10. Độ ẩm của vật liệu $W = 5\%.$

11. Thể tích nước dâng lên khi cho cát vào bình :

$$\Delta V = 910 - 520 = 390 \text{ml}(\text{cm}^3)$$

Khối lượng cát khô :

$$m_k = \frac{m_w}{1 + W}$$

Thể tích đặc của cát :

$$V_{ac} = \frac{m_k}{\rho_c} = \frac{m_w}{(1 + W)\rho_c}$$

Thể tích của nước trong cát ẩm :

$$V_n = \frac{m_n}{\rho_n} = \frac{m_w \cdot W}{\rho_n(1 + W)}$$

$$V_{ac} + V_n = \Delta V = \frac{m_w}{(1 + W)\rho_c} + \frac{m_w}{\rho_n(1 + W)} = 390 \text{cm}^3.$$

Từ đây rút ra :

$$W = \frac{\Delta V \rho_c - m_w}{\rho_c(m_w - \Delta V \rho_n)} = \frac{390 \cdot 2,6 - 1000}{2,6(1000 - 390 \cdot 1)}$$

$$W = 0,0088 \text{ hay } 0,88\%.$$

Ta cũng có thể xác định độ ẩm của cát bằng cách lập hệ hai phương trình khi coi cát ẩm có hai thành phần là cát khô và nước :

$$\begin{cases} m_k + m_n = 1000\text{g} \\ V_{ac} + V_{an} = 390 \text{cm}^3 \end{cases}$$

12. Từ công thức xác định độ ẩm của vật liệu :

$$W = \frac{m_w - m_k}{m_k} \cdot 100\%.$$

Chia cả tử và mẫu số cho V_o (giả thiết khi hút ẩm thể tích của vật liệu không thay đổi). Ta có :

$$W = \frac{\rho_v^w - \rho_v^k}{\rho_v^k} \cdot 100\%.$$

Từ đây suy ra :

$$\rho_v^k = \frac{\rho_v^w}{1 + 0,01W}$$

trong đó : W tính bằng đơn vị phần trăm.

13. Khối lượng thể tích của vật liệu ẩm được tính như sau :

$$\begin{aligned}\rho_v^w &= \frac{m_u}{V_u} = \frac{m_k(1+W)}{V_{ok}(1+\Delta V)} \\ &= \frac{\rho_v^k \cdot V_{ok}(1+W)}{V_{ok}(1+\Delta V)} = \frac{\rho(1-r)(1+W)}{1+\Delta V}\end{aligned}$$

thay số vào ta được :

$$\rho_v^{20} = \frac{2,6(1-0,2)(1+0,2)}{1+0,2 \cdot \frac{20}{100}} = 2,4 \text{ kg/l.}$$

14. Trong trường hợp bài ra ta lấy $H_p^{bh} = W$. Từ kết quả của bài tập 12 ta tính được :

$$H_p^{bh} = W = \frac{\rho_v^w - \rho_v^k}{\rho_v^k} \cdot 100\% = \frac{27 - 2,4}{2,4} \cdot 100\%.$$

$$H_p^{bh} = 12,5\%.$$

Độ hút nước bão hòa theo thể tích :

$$H_v^{bh} = \frac{2,4 \cdot 12,5}{0,98} = 30,6\%.$$

Độ rỗng của vật liệu :

$$r = \frac{H_v^{bh}}{C_{bh}} = \frac{30,6}{0,9} = 34\%.$$

15. Áp dụng công thức lập được của bài tập 12 ta tính được $\rho_v^k = 1,5 \text{ g/cm}^3$.

Giải giống bài tập 14 ta tìm được $H_v^{bh} = 50\%$.

Độ rỗng của vật liệu :

$$r = \left(1 - \frac{1,5}{3} \right) \cdot 100\% = 50\%.$$

Do vậy $C_{bh} = \frac{H_v^{bh}}{r} = \frac{50}{50} = 1,0.$

16. Từ công thức

$$W = \frac{m_w - m_k}{m_k} \cdot 100\%.$$

$$\begin{aligned} \text{Ta có : } W &= \frac{\rho_v^w \cdot V_o^w - \rho_v^k \cdot V_o^k}{\rho_v^k \cdot V_o^k} \cdot 100\% \\ &= \frac{\rho_v^w \cdot V_o^k (1 + \Delta V) - \rho_v^k \cdot V_o^k}{\rho_v^k \cdot V_o^k} \cdot 100\% \\ &= \frac{\rho_v^w \cdot (1 + \Delta V) - \rho(1 - r)}{\rho(1 - r)} \cdot 100\%. \end{aligned}$$

Thay số vào ta có :

$$W = \frac{12 \left(1 + \frac{0,2 \times 20}{100} \right) - 1,3(1 - 0,2)}{13(1 - 0,2)} \cdot 100\% = 20\%.$$

17. Gọi khối lượng của bình là m_1 ;

khối lượng bình có chứa đá dăm là m_2 ;

khối lượng bình chứa đầy đá dăm và nước là m_3 ;

khối lượng bình chứa đầy nước là m_4 ;

khối lượng nước hút vào đá dăm là m_5 .

Cách thí nghiệm này giống thí nghiệm xác định khối lượng riêng của cát. Khối lượng riêng của đá dăm tính như sau :

$$\begin{aligned} \rho_d &= \frac{(m_2 - m_1) \rho_n}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2) - m_5} \\ &= \frac{(4 - 1) \times 1}{(5,91 - 1) - (7,8 - 4) - 3 \times 0,005} = 2,74 \text{ kg/l} . \end{aligned}$$

$$V_{\text{ad}} = \frac{3}{2,74} = 1,095 \text{ lít} \approx 1,1 \text{ dm}^3.$$

Khối lượng nước hút vào $m_n = 3 \times 0,005 = 0,015 \text{ kt}$.

Thể tích nước hút vào $V_n = m_n / \rho_n = 0,015 \text{ l}$.

$$\rho_{\text{vd}} = \frac{m}{V_o} = \frac{3}{1,1 + 0,015} = 2,69 \text{ kg/l}.$$

Kết quả này chỉ là gần đúng vì trong điều kiện thí nghiệm mẫu chưa bão hòa nước và nếu bão hòa thì kết quả cũng chưa kể đến thể tích các lỗ rỗng kín.

$$18. Q = 2 \text{ kW.h} = 172,8 \text{ kCal}.$$

$$t_{\text{tb}} = \frac{(100 + 20)}{2} = 60^\circ\text{C}.$$

$$\lambda_{60} = \frac{Q\delta}{F(t_1^o - t_2^o)\tau} = \frac{172,8 \cdot 0,05}{0,25(100 - 20) \cdot 1} = 0,432 \text{ kCal/m}^\circ\text{C.h}$$

Áp dụng công thức :

$$\lambda_o = \frac{\lambda_t}{1 + 0,002 t_{\text{tb}}} = \frac{0,432}{1 + 0,002 \cdot 60} = 0,385 \text{ kCal/m}^\circ\text{C.h}.$$

19. Áp dụng công thức :

$$\lambda_t = \lambda_o(1 + 0,002 t_{\text{tb}}^o).$$

Tra λ_o của samốt tại phụ lục 1-2, ta tính được λ_t của samốt ở các nhiệt độ cụ thể 500, 750 và 1000°C.

20. Áp dụng công thức :

$$\lambda_t = \sqrt{0,0196 + 0,22\rho_v^2} - 0,14, \text{ kCal/m}^\circ\text{C.h}$$

với điều kiện tự nhiên $t^o = 25^\circ\text{C}$ ta tính được $\lambda_{25} = 0,28 \text{ kCal/m}^\circ\text{C.h}$.

Trong điều kiện thí nghiệm :

$$\left. \begin{array}{l} t_1^o = 393 \text{ K} = 120^\circ\text{C} \\ t_2^o = 293 \text{ K} = 20^\circ\text{C} \end{array} \right\} t_{\text{tb}}^o = 70^\circ\text{C}$$

từ công thức $\lambda_t = \lambda_o(1 + 0,002 t_{\text{tb}}^o)$

ta có

$$\frac{\lambda_{25}}{1 + 0,002 \times 25} = \frac{\lambda_{70}}{1 + 0,002 \cdot 70}$$

suy ra $\lambda_{70} = 0,304 \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$.

Tính nhiệt truyền qua vật liệu :

$$\begin{aligned} Q &= \lambda_{70} \frac{S(t_1^\circ - t_2^\circ) \cdot \tau}{a}, \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}, \\ &= \frac{0,034 \cdot 0,4(120 - 20) \cdot 2}{0,05} = 486,4 \text{ kCal}. \end{aligned}$$

21. Xác định ρ_v từ công thức :

$$\lambda_1 = \sqrt{0,0196 + 0,22\rho_v^2} - 0,14, \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$$

Lấy điều kiện tính toán $t = 25^\circ\text{C}$

thì $\lambda_{25} = \lambda_0(1 + 0,002 \times t_{ib}^\circ)$

$$\lambda_{25} = 0,36(1 + 0,002 \cdot 25) = 0,378 \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}.$$

Thay λ_{25} vào công thức trên ta có

$$0,378 = \sqrt{0,0196 + 0,22\rho_v^2} - 0,14.$$

$$\rho_v = \sqrt{\frac{(0,378 + 0,14)^2 - 0,0196}{0,22}}$$

$$\rho_v = 1,063 \text{ g/cm}^3.$$

Độ rỗng của gạch phẳng là

$$r = 1 - \frac{\rho_v}{\rho} = 1 - \frac{1,063}{2,6} = 0,59 \text{ hay } 59\%.$$

22. Xác định ρ_v ở điều kiện tự nhiên, giải như bài tập 21 ta xác định được $\rho_v^k = 1,244 \text{ g/cm}^3$.

Xác định

$$\rho_v^k = \frac{\rho_v^w}{1 + W} = \frac{1,244}{1 + 0,03} = 1,21 \text{ g/cm}^3$$

Tính nhiệt truyền qua mẫu :

$$t_{tb} = \frac{100 + 20}{2} = 60^{\circ}\text{C}.$$

$$\lambda_{60} = \frac{0,46(1 + 0,002 \times 60)}{1 + 0,002 \times 25} = 0,49 \text{ kCal/m.}^{\circ}\text{C.h.}$$

$$Q = \frac{0,49 \times 0,04 (100 - 20) \cdot 1,5}{0,2} = 11,76 \text{ kCal.}$$

23. Theo bài ra ta có :

$$T_1 - T_2 = 23^{\circ}\text{C} - (-18^{\circ}\text{C}) = 50^{\circ}\text{C}$$

$$t_{tb} = \frac{32 + (-18)}{2} = +7^{\circ}\text{C}.$$

Lấy gần đúng $\lambda_{+7} = \lambda_0$ thay vào công thức xác định Q ta tính được :

$$\text{Nhiệt truyền qua tường gạch} \quad Q_1 = 64,5 \text{ kCal.}$$

$$\text{Nhiệt truyền qua tường bê tông xỉ} \quad Q_2 = 55,6 \text{ kCal.}$$

$$\text{Nhiệt truyền qua tường bê tông nặng} \quad Q_3 = 133,3 \text{ kCal.}$$

24. Tính hệ số truyền nhiệt trung bình của tấm sợi hữu cơ :

$$\lambda_1^{hc} = 0,065 \left[1 + 0,0016 \times \left(\frac{275 + 25}{2} \right) \right]$$

$$\lambda_{150}^{hc} = 0,083 \text{ kCal/m.}^{\circ}\text{C.h.}$$

và của tấm bông thủy tinh :

$$\lambda_{150}^{tt} = 0,038(1 + 0,002 \times 150) = 0,050 \text{ kCal/m.}^{\circ}\text{C.h.}$$

Để khả năng cách nhiệt không thay đổi lượng nhiệt truyền qua trong hai trường hợp phải bằng nhau :

$$\frac{\lambda_1^{hc} \times S(T_1 - T_2) \cdot \tau}{0,1} = \frac{\lambda_1^{tt} \times S(T_1 - T_2) \tau}{a''}$$

Suy ra chiều dày của lớp bông thủy tinh :

$$\delta'' = \frac{0,050 \times 0,1}{0,083} = 0,06 \text{ m}$$

25. Diện tích 4 bức tường truyền nhiệt là :

$$S = 2 \times 5 \times 4,2 + 2 \times 3,6 \times 4,2 - 3,68 = 68,56 \text{ m}^2.$$

Khối lượng thể tích của tường :

$$\rho_v = (1 - 0,4) \times 2,7 = 1,62 \text{ g/cm}^3.$$

Trong điều kiện bình thường ta có :

$$\begin{aligned} \lambda_{25} &= \sqrt{0,0196 + 0,22\rho_v^2} - 0,14 \\ &= 0,63 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h.} \end{aligned}$$

Tính hệ số truyền nhiệt của tường trong điều kiện làm việc thực tế :

$$\lambda_{16} = \frac{\lambda_{25}(1 + 0,002.16)}{1 + 0,002.25} = 0,62 \text{ kCal/m.}^\circ\text{C.h.}$$

Giả thiết trần, cửa và nền cách nhiệt tuyệt đối thì lượng nhiệt truyền qua khỏi phòng trong một ngày đêm là :

$$Q = \frac{0,62 \times 68,56 \times (24 - 8) \times 24}{0,22} = 74194 \text{ kCal}$$

Lượng than tiêu tốn :

$$m_t = \frac{74194}{5600} = 13,25 \text{ kg}$$

26. Khi vật liệu ẩm :

$$m_w = m_k + m_n = m_k \cdot (1 + 0,01W).$$

$$Q_w = Q_k + Q_n.$$

Theo công thức tính nhiệt dung của vật liệu ta có :

$$C_w \cdot m_w (t_2^0 - t_1^0) = C_k \cdot m_k (t_2^0 - t_1^0) + C_n \cdot m_n (t_2^0 - t_1^0).$$

Suy ra :

$$C_w \cdot m_k (1 + 0,01W) = C_k \cdot m_k + C_n \cdot m_k \times 0,01W.$$

Do đó ta xác lập được :

$$C_w = \frac{C_k + C_n \times 0,01W}{1 + 0,01W}$$

Trong công thức W là độ ẩm của vật liệu tính bằng đơn vị %.

27. Nhiệt dung riêng của vật liệu khô :

$$C_k = \frac{Q}{m_k(t_2^o - t_1^o)} = \frac{2187,5}{0,25(45 - 10)} = 250 \text{ Cal/kg.}^o\text{C}$$
$$= 0,25 \text{ kCal/kg.}^o\text{C.}$$

và vật liệu ẩm :

$$C_w = \frac{0,25 + 0,01 \times 20 \times 1,0}{1 + 0,01 \times 20} = 0,375 \text{ kCal/kg.}^o\text{C}$$

28. Giải bài tập này giống bài tập 26, ta có kết quả sau :

$$C = \frac{C_1 m_1 + C_2 m_2 + \dots + C_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

29. Áp dụng công thức từ bài tập 28. Trong trường hợp này vật liệu là hỗn hợp của 4 thành phần :

$$C_{bt} = \frac{C_x \cdot m_x + C_c \cdot m_c + C_d \cdot m_d + C_n \cdot m_n}{m_x + m_c + m_d + m_n}$$
$$C_{bt} = \frac{0,2(300 + 600 + 1200) + 1 \times 180,0}{300 + 600 + 1200 + 180}$$
$$C_{bt} = 0,263 \text{ kCal/kg.}^o\text{C.}$$

Lượng nhiệt cần cho bê tông khi dưỡng hộ nhiệt :

$$Q_{bt} = 0,263 \times 2280(80 - 25) = 32980 \text{ kCal.}$$

30. Nhiệt dung riêng của tấm ép hữu cơ :

$$C_{hc} = \frac{2,55 \times 0,5 + 0,24 \times 0,45 + 0,18 \times 0,21}{3}$$
$$C_{hc} = 0,474 \text{ kCal/kg.}^o\text{C.}$$

Lượng nhiệt để 3kg tấm ép hữu cơ tự bốc cháy :

$$Q = 0,474 \times 3 \times (450 - 25)$$
$$Q = 604 \text{ kCal.}$$

31. Nhiệt dung của vật liệu khô :

$$C_k = \frac{260}{50(40 - 15)} = 0,21 \text{ kCal/kg.}^o\text{C.}$$

Độ ẩm của vật liệu :

$$W = \frac{m_n}{m_k} \cdot 100\% = \frac{1}{50} \times 100\% = 2\%.$$

Nhiệt dung riêng của vật liệu ẩm :

$$C_w = \frac{0,21 + 0,01 \times 2 \times 1,0}{1 + 0,01 \times 2} = 0,226 \text{ kCal/kg.}^\circ\text{C}.$$

Nhiệt dung thể tích của vật liệu khô :

$$C^V = C_k \cdot \rho_v^k = 0,2 \times 2000 = 420 \text{ kCal/kg.}^\circ\text{C}.$$

Nhiệt dung thể tích của vật liệu ẩm :

$$C_w^V = C_w \cdot \rho_v^w = 0,226 \times 2000(1 + 0,01 \cdot 2) = 461 \text{ kCal/kg.}^\circ\text{C}.$$

32. Tải trọng tác dụng lên mẫu đá khi bị phá hoại :

$$\begin{aligned} P_{\max} &= \frac{p \pi \cdot d^2}{4} - p_1 = \frac{3,14(39,9)^2 \cdot p}{4} - 20p \\ &= (1250 - 20)p = 123000 \text{ kG.} \end{aligned}$$

Cường độ chịu nén của mẫu :

$$R_n = \frac{P_{\max}}{F} = \frac{123000}{10 \times 10} = 1230 \text{ kG/cm}^2.$$

33. Khi mẫu làm việc theo sơ đồ dầm đơn giản có một lực tập trung ở giữa nhịp :

$$\begin{aligned} R_u &= \frac{3 \cdot P \cdot l}{2b \cdot h^2}, \text{ suy ra :} \\ P &= \frac{2 \cdot R_u \cdot bh^2}{3 \cdot l} = \frac{2 \cdot 80 \cdot 15 \cdot 15^2}{3 \cdot 100} = 1800 \text{ kG.} \end{aligned}$$

Vậy ta cần chọn công suất máy nén thủy lực có áp lực tối thiểu là 2 tấn.

34. Lực tác dụng khi thí nghiệm gạch :

- Khi nén :

$$P_l = R_n S = 12 \times 12,5 \times R_n = 150 \cdot R_n.$$

- Khi uốn :

$$P_2 = \frac{2.R_u b h^2}{3.I} = \frac{2 \times 0,22 R_n \times 12 \times 6,5^2}{3 \times 20}$$

$$P_2 = 3,72 R_n.$$

Khi đổi thí nghiệm lực nén của máy giảm đi :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{150 R_n}{3,72 R_n} = 40,3 \text{ lần.}$$

Khi thí nghiệm bê tông thì :

$$P_1 = R_n \cdot F = 20 \times 20 \times R_n = 400 R_n.$$

$$P_2 = \frac{2 R_n b h^2}{3.I} = \frac{2 \cdot 15^3 \cdot 0,16 R_n}{3 \cdot 100} = 3,6 R_n.$$

Lực tác dụng giảm đi khi chuyển từ nén sang uốn :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{400 R_n}{3,6 R_n} = 111 \text{ lần.}$$

35. Để tính chiều cao của tường ta tính tải trọng bản thân của 1m dài tường của từng loại vật liệu (cùng với chiều rộng tường 0,64m) :

$$P = l \cdot b \cdot h \cdot \rho_v = 1 \times 0,64 \times h \times \rho_v.$$

mặt khác

$$P = R_n \cdot S = 1 \times 0,64 \cdot R_n.$$

$$\text{Suy ra : } h = \frac{R_n}{\rho_v}.$$

Khi xây tường gạch :

$$h = \frac{650000}{1850} = 351,4 \text{ m}$$

Khi xây bằng bê tông xốp :

$$h = \frac{350000}{1350} = 259,3 \text{ m.}$$

Giảm 26,5% so với xây tường gạch.

Khi xây bằng tb1 keramzit :

$$h = \frac{450.000}{1000} = 450 \text{ m}$$

Tăng hơn so với xây tường gạch 28,1%.

36. Ứng suất làm việc của vật liệu là :

$$\sigma = \frac{75.1000}{2500} = 30 \text{ kG/cm}^2.$$

Khi hệ số đồng nhất $k = 0,65$ thì cường độ của vật liệu là :

$$R = \frac{\sigma}{k} = \frac{30}{0,65} = 46,2 \text{ kG/cm}^2.$$

Cần chọn mác vật liệu theo độ chịu lực là R50.

37. Ứng suất làm việc của đá :

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{350 \times 1000}{20 \times 20} = 875 \text{ kG/cm}^2.$$

Cường độ của đá khi bão hòa nước :

$$R^{bh} = K_m \cdot R^k = 0,7.1500 = 1050 \text{ kG/cm}^2.$$

nên $\sigma < R^{bh}$. Vậy cột đá làm việc an toàn khi ngập nước lâu ngày.

38. Sơ đồ làm việc của mẫu như hình vẽ 1-1.

Theo điều kiện bền :

$$R_u = \frac{2 \cdot P \cdot l}{bh^2} \quad \text{suy ra :} \quad h = \sqrt[3]{\frac{2Pl}{R_u}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 225 \cdot 24}{1350}} = 2 \text{ cm}$$

Vậy tiết diện ngang của mẫu $b = h = 2 \text{ cm}$.

39. Tải trọng tác dụng lên mẫu :

Trường hợp 1 :

$$P_1 = 250 \cdot 10 \cdot 10 = 25000 \text{ kG} = 25 \text{-tấn,}$$

Trường hợp 2 :

$$P_2 = 300 \times 15 \times 15 = 67500 \text{ kG} = 67,5 \text{ tấn},$$

Trường hợp 3 :

$$P_3 = 400 \times 20 \times 20 = 160000 \text{ kG} = 160 \text{ tấn}.$$

Cần chọn thang tải trọng trong trường hợp 1 là 50T trường hợp 2 là 150T và trường hợp 3 là 300T.

$$40. \quad \xi = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0,0125}{100} = 1,25 \cdot 10^{-4}.$$

Do vậy môđun đàn hồi của thép này là :

$$E = \frac{R}{\xi} = \frac{250}{1,25 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^6 \text{ kG/cm}^2.$$

41. Diện tích tiết diện chịu lực của thép :

$$S = \frac{P}{R} = \frac{4000}{1600} = 2,5 \text{ cm}^2.$$

Độ giãn dài tuyệt đối :

$$\Delta l = \frac{P \cdot l}{ES} = \frac{4000 \times 120}{2 \times 10^6 \times 2,5} = 0,096 \text{ cm}.$$

42. Áp dụng công thức $K_{pc} = \frac{R}{\rho_v}$. Thay các trị số cường độ

và khối lượng thể tích của đá vôi can xít, đá vôi vò sò và tuf vôi vào ta tính được K_{pc} (đá vôi) = 0,385, K_{pc} (đá vôi sò) = 0,094 và K_{pc} (tuf) = 0,075.

43. Giải tương tự bài tập 42. Kết quả hệ số phẩm chất của các vật liệu theo thứ tự tốt đến xấu ghi ở bảng 1-3 dưới đây :

Bảng 1-3

Số TT	Tên vật liệu	R, kG/cm ²	ρ_v , kG/m ³	K_{pc}
1	Tấm sợi CBAM	9500	1900	5,0
2	Bông thủy tinh	2800	1430	1,96
3	Gỗ ép bakelit	1100	1050	1,05
4	Thép CT3	4150	7850	0,53

Chương 2

VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

2.1. Lý thuyết chung

Vật liệu gốm xây dựng là loại vật liệu đá nhân tạo nung, được sản xuất bằng cách tạo hình sản phẩm từ các loại đất sét (có thể cho thêm các loại phụ gia như phụ gia điều chỉnh tính dẻo : samốt, đất sét nung non, cát... ; phụ gia cháy : than cám, mùn cưa ; phụ gia hạ thấp nhiệt độ nung và men) rồi đem nung ở nhiệt độ dung kết.

Vật liệu gốm xây dựng là vật liệu xây dựng có từ lâu đời, được dùng rộng rãi trong nhiều bộ phận của công trình xây dựng.

Sản phẩm gốm xây dựng rất đa dạng : gạch xây, ngói lợp, tấm lát, tấm ốp, các sản phẩm sứ vệ sinh, sản phẩm cách nhiệt, chịu lửa...

Gạch đất sét là sản phẩm thông dụng nhất, kích thước phổ biến là $220 \times 105 \times 60\text{mm}$. Loại gạch này phải có chất lượng phù hợp với TCVN 1451-73.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của gạch : khối lượng thể tích ở trạng thái khô : $\rho_v^k = \rho_v^{lc} = 1700 \div 1900 \text{ kg/m}^3$, hệ số truyền nhiệt $\lambda = 0,5 \div 0,8 \text{ kCal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$, độ hút nước $H_p = 8 \div 25\%$, cường độ chịu nén $R_n = 50 \div 150 \text{ kG/cm}^2$. Khi đánh giá chất lượng gạch người ta phân loại chúng dựa theo các chỉ tiêu kĩ thuật (TCVN 1451/73) ở bảng 2-1.

Bảng 2-1

Loại gạch	Mức gạch	Cường độ chịu nén, kG/cm ²		Cường độ chịu uốn, kG/cm ²		Độ hút nước, %
		Trung bình	Bé nhất	Trung bình	Bé nhất	
Đặc biệt	150	150	100	28	14	10
A	125	125	100	25	12	15
B	100	100	75	22	11	20
C	75	75	50	18	9	25
D	50	50	35	16	8	-

Ngoài gạch đặc thông thường còn có các loại gạch rỗng, gạch xốp có cùng chiều dài, chiều rộng, nhưng chiều cao có nhiều kích thước khác nhau.

Ngói đất sét có hai loại chính sau : Loại 22 viên/m² có kích thước 340 × 205 × 15mm, loại 13 viên/m² có kích thước 460 × 260 × 16mm. Theo TCVN 1452 - 73 ngói phải đạt các yêu cầu về ngoại hình, về các chỉ tiêu vật lý và cơ học : khối lượng thể tích 1800 ÷ 2000kg/m³ ; độ hút nước theo khối lượng ≤ 10% ; độ thấm nước xác định theo tiêu chuẩn : sau 3h nước không được thấm qua ; về cường độ, ngói phải chịu được lực tác dụng tập trung ở giữa hai gờ tựa ít nhất là 70kG.

2.2. Đề bài

1. Xác định lượng đất sét (theo khối lượng và theo thể tích) cần thiết để chế tạo 10.000 viên gạch đất sét ($\rho_v^{tc} = 1800 \text{ kg/m}^3$) và 1000 viên keramíc rỗng ($\rho_v^{tc} = 1350 \text{ kg/m}^3$), thỏa mãn yêu cầu của quy phạm. Đất sét có khối lượng thể tích 1700 kg/m³, độ ẩm W = 15%; tổn thất khi nung đất sét là 10% theo khối lượng đất khô. Lượng hao hụt là 2% với tất cả các nhóm sản phẩm.

2. Có thể sản xuất được bao nhiêu gạch đất sét thường (gạch xây) từ 5 tấn đất sét ? Độ ẩm của đất sét là 10%, tổn thất khi nung là 8% so với khối lượng đất khô. Gạch cần có $\rho_v^{tc} = 1750 \text{ kg/m}^3$ và thỏa mãn tiêu chuẩn Việt Nam.

3. Người ta cần có 1000 viên gạch xếp có $\rho_v^c = 1000 \text{ kg/m}^3$, khối lượng thể tích của gạch thường sản xuất từ đất sét cùng loại là 1850 kg/m^3 . Hãy tính toán lượng mặt gỗ (theo khối lượng) dùng để sản xuất 1000 viên gạch xếp ấy nếu như khối lượng thể tích của mặt là 300 kg/m^3 . Giả thiết sau khi cháy, khối lượng tro không đáng kể, biết khối lượng riêng của gạch đất sét là $2,65 \text{ g/cm}^3$.

4. Cần bao nhiêu đất sét để sản xuất được 1000 viên lát nền kích thước $150 \times 150 \times 13 \text{ mm}$ độ rỗng của viên lát là 4%. Khối lượng riêng của đất đã dung kết là $2,52 \text{ g/cm}^3$. Tổn thất khi sấy và nung là 15% khối lượng đất sét.

5. Hãy xác định mức của một loại gạch xây theo tiêu chuẩn Nhà nước (TCVN 1451-73), nếu kết quả thí nghiệm như sau : Cường độ chịu nén trung bình : 108 kG/cm^2 , nhỏ nhất là 80 kG/cm^2 . Cường độ chịu uốn trung bình là 30 kG/cm^2 nhỏ nhất là 19 kG/cm^2 . Độ hút nước theo khối lượng là 16%. Biết loại gạch này sản xuất bằng phương pháp dẻo.

6. Hãy phân loại, xác định mức, hệ số phẩm chất và cho biết phạm vi sử dụng của một loại gạch xây căn cứ vào kết quả thí nghiệm như sau :

Cường độ chịu nén trung bình 86 kG/cm^2 , nhỏ nhất là 65 kG/cm^2 . Cường độ chịu uốn trung bình 27 kG/cm^2 , nhỏ nhất là 14 kG/cm^2 . Độ hút nước thường là 21%. Khối lượng thể tích khi độ ẩm 7% là 1840 kg/m^3 .

7. Hãy xác định các cường độ cần thiết để phân loại gạch đất sét dựa vào kết quả thí nghiệm 5 mẫu nén và 5 mẫu uốn của một loại gạch xây có kích thước đúng tiêu chuẩn Việt Nam như sau :

Lực phá hoại khi nén 5 mẫu :

13200 ; 11400 ; 12600 ; 13000 ; 9650 kG

Lực phá hoại khi uốn 5 mẫu :

395 ; 370 ; 380 ; 405 ; 320 kG

8. Mẫu nén của một loại gạch có kích thước tiết diện là $11 \times 11\text{cm}$. Ở trạng thái khô mẫu bị phá hoại dưới tải trọng nén đúng tâm là 17,9 tấn. Khi cho 1 mẫu cùng loại bão hòa nước vào nén thì trị số lực phá hoại là 15,2 tấn. Hãy xác định hệ số mềm và điều kiện sử dụng của gạch này.

9. Hãy lựa chọn loại máy nén thủy lực dùng để thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý của gạch đất sét theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ (ГОСТ 580-54).

10. Ba mẫu gạch dùng để thí nghiệm độ hút nước có kích thước $6 \times 10 \times 11\text{cm}$. Thí nghiệm tiến hành như sau : lần 1 đổ nước ngập $1/3$ mẫu, ngâm 24h ; lần 2 đổ tiếp ngập $2/3$ mẫu, ngâm 24h ; lần 3 đổ ngập toàn bộ mẫu, ngâm tiếp 24h nữa. Kết quả thu được như bảng dưới đây.

Bảng 2-2

Mẫu số	Khối lượng khô (g)	Khối lượng mẫu sau khi ngâm		
		24h	48h	72h
1	1185	1275	1350	1434
2	1200	1280	1345	1425
3	1170	1256	1342	1428

Hãy xác định độ hút nước theo thể tích và theo khối lượng. Vẽ biểu đồ, tăng khối lượng theo thời gian ngâm mẫu. Nhận xét về kết quả và cấu tạo của từng mẫu.

2.3. Bài giải

1. Với lượng hao hụt 2% thì các chỉ tiêu sản xuất thực tế là :

Số gạch đất sét :

$$10.000 \times 1,02 = 10.200 \text{ viên}$$

Tổng thể tích của gạch đất sét :

$$10.200 \times 0,22 \times 0,105 \times 0,06 = 14,14\text{m}^3$$

Tổng khối lượng gạch đất sét :

$$14,14 \times 1800 = 25.452 \text{ kg.}$$

Số viên ceramic :

$$1000 \times = 1020 \text{ viên}$$

Tổng thể tích ceramic :

$$1020 \times 0,22 \times 0,105 \times 0,135 = 3,18\text{m}^3$$

Tổng khối lượng ceramic :

$$3,18 \times 1350 = 4293 \text{ kg.}$$

Khối lượng đất sét phải sử dụng là :

$$(25.452 + 4293) \times 1,15 \times 1,1 = 37627\text{kg} .$$

Thể tích đất sét phải sử dụng là :

$$37627 : 1700 = 22,134\text{m}^3$$

2. Khối lượng sản phẩm gạch nung từ 5000 kg đất sét ẩm :

$$m_{sf} = 5000 : 1,1 : 1,08 = 4209\text{kg.}$$

Khối lượng 1 viên gạch có kích thước chuẩn :

$$m_g = 0,22 \times 0,105 \times 0,06 \times 1750 = 2,426\text{kg}$$

Số sản phẩm thu được :

$$4209 : 2,426 = 1735 \text{ viên}$$

3. Độ rỗng của gạch thường là :

$$r_1 = \left(1 - \frac{1850}{2650} \right) \cdot 100\% = 30,2\%$$

Độ rỗng của gạch xốp là :

$$r_2 = \left(1 - \frac{1000}{2650} \right) \cdot 100\% = 62,3\%$$

Độ rỗng của gạch xốp do mặt vữa cháy tạo ra là :

$$r_x = r_2 - r_1 = 62,3 - 30,2 = 32,1\%$$

Thể tích của 1000 viên gạch là :

$$0,22 \times 0,105 \times 0,06 \times 1000 = 1,386\text{m}^3$$

Thể tích của mặt vữa trong 1000 viên gạch xốp :

$$V_{mc} = r_x \cdot 1,386 = 0,445\text{m}^3$$

Lượng mặt của cần thiết là :

$$m_{mc} = V_{mc} \cdot \rho_v^{mc} = 0,445.300 = 133,5\text{kg}$$

4. Thể tích 1000 viên gạch lát nền là :

$$0,15 \times 0,15 \times 0,013 \times 1000 = 0,2925\text{m}^3.$$

Khối lượng 1000 viên gạch là :

$$m_{gl} = \frac{0,2925 \times 2520}{1,04} = 708,7\text{kg}$$

Khối lượng đất sét cần thiết cho sản xuất là :

$$m_{ds} = m_{gl} \cdot 1,15 = 815\text{kg}.$$

5. So sánh với tiêu chuẩn Nhà nước

TCVN 1451-73 ở bảng 2-1.

Ta được mức của gạch là 100, loại B.

6. Xác định mức và phân loại gạch như bài tập 5.

- Xác định hệ số phẩm chất gạch như sau :

Trước hết xác định :

$$\rho_v^{lc} = \frac{\rho_v^{pw}}{1+W} = \frac{1840}{1,07} = 1720\text{kg/m}^3$$

Hệ số phẩm chất :

$$K_{pc} = \frac{R}{\rho_v^{lc}} = \frac{86}{1720} = 0,05$$

- Dựa theo bảng phân loại gạch ta xếp loại cho gạch này là loại C, mức 75. Dùng xây các cấu kiện nơi khô ráo.

7. Theo tiêu chuẩn Việt Nam về thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của gạch đất sét (TCVN 246-67) ta có :

$$R_n = \frac{P}{S} = \frac{P}{11 \times 10,5} \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Ta tính được : } R_{n_1} = \frac{13200}{11 \times 10,5} = 114,3\text{kG/cm}^2 ;$$

$$\begin{aligned}
 R_{n_2} &= 98,7 \text{ kG/cm}^2 ; & R_{n_3} &= 109,1 \text{ kG/cm}^2 ; \\
 R_{n_4} &= 112,6 \text{ kG/cm}^2 ; & R_{n_5} &= 83,6 \text{ kG/cm}^2 ; \\
 R_{n_{tb}} &= 103,7 \text{ kG/cm}^2.
 \end{aligned}$$

Theo tiêu chuẩn Việt Nam về xác định cường độ chịu uốn (TCVN 247-67) :

$$R_u = \frac{3P.l}{2b.h^2} = \frac{3P.20}{2.10.5.6^2} = \frac{60.P}{756} \text{ kG/cm}^2$$

Ta tính được :

$$\begin{aligned}
 R_{u_1} &= 31,35 \text{ kG/cm}^2, & R_{u_2} &= 29,37 \text{ kG/cm}^2, \\
 R_{u_3} &= 30,16 \text{ kG/cm}^2, & R_{u_4} &= 32,14 \text{ kG/cm}^2, \\
 R_{u_5} &= 25,4 \text{ kG/cm}^2. \\
 R_{u_{tb}} &= \frac{31,35 + 29,37 + 30,16 + 32,14 + 25,4}{5} \\
 &= 29,68 \text{ kG/cm}^2.
 \end{aligned}$$

Kết quả ta có :

$$\begin{aligned}
 R_{n_{tb}} &= 103,7 \text{ kG/cm}^2, & R_n^{\min} &= 83,6 \text{ kG/cm}^2 \\
 R_{u_{tb}} &= 29,68 \text{ kG/cm}^2, & R_u^{\min} &= 25,4 \text{ kG/cm}^2.
 \end{aligned}$$

So sánh với cơ sở phân loại ở bảng 2-1 ta phân loại gạch này là gạch loại B mức 100.

8. Tính cường độ chịu nén ở trạng thái khô :

$$R_n^k = \frac{17900}{11 \times 11} = 148 \text{ kG/cm}^2$$

Tính cường độ chịu nén của vật liệu ở trạng thái bão hòa nước :

$$R_n^{bh} = \frac{15200}{11 \times 11} = 125,6 \text{ kG/cm}^2$$

Tính hệ số mềm :

$$K_m = \frac{R_n^{bh}}{R_n^k} = \frac{125,6}{148} = 0,85$$

Theo kết quả này thì loại gạch trên dùng được để xây móng ở nơi có nước ngầm.

9. Theo tiêu chuẩn Liên Xô cũ ГОСТ 530-54, gạch đặc sản xuất từ đất sét có các thông số sau :

- Kích thước : 250 × 120 × 65mm.
- Cường độ chịu nén trung bình 200 kG/cm².

Vậy trị số lực phá hoại là :

$$P = R.F = 200 \times 12 \times 12,5 = 30.000\text{kG.}$$

Cần chọn loại máy nén 50 tấn để thí nghiệm các chỉ tiêu cơ học của gạch.

10. Độ hút nước theo khối lượng của các mẫu được tính theo công thức :

$$H_p = \frac{m_u^{72} - m_k}{m_k} \cdot 100\%$$

m_u^{72} : khối lượng của mẫu đã hút nước sau 72h.

Thể tích của các mẫu gạch :

$$V_o = 6 \times 100 \times 11 = 660\text{cm}^3$$

Độ hút nước của gạch theo thể tích được tính theo cách sau :

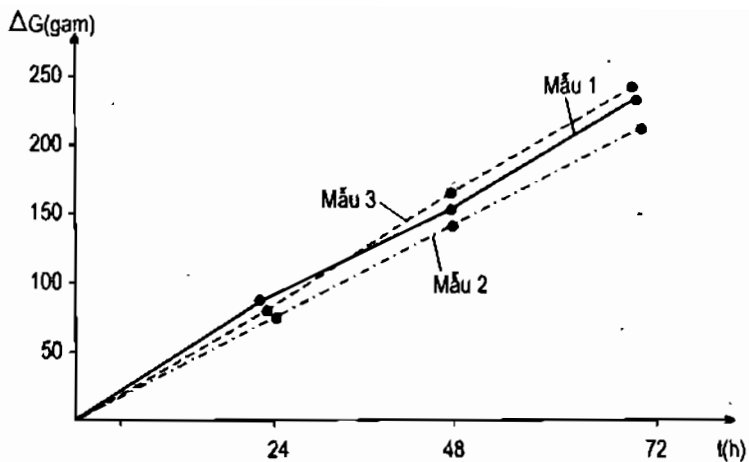
$$H_v = \frac{V_n}{V_o} \cdot 100\% = \frac{m_u^{72} - m_k}{\rho_n \cdot V_o} \cdot 100\%$$

Kết quả tính toán được ghi ở bảng 2-3.

Sự tăng khối lượng của mẫu theo thời gian hút nước thể hiện trên hình 2-1.

Bảng 2-3

Mẫu số	ρ_n^k , g/cm ³	H _p , %	H _v , %	Nhận xét
1	1,80	21,00	37,73	-
2	1,82	18,75	34,10	Rỗng đều
3	1,77	22,06	39,03	Rỗng lớn, thông nhau



Hình 2-1. Sự tăng khối lượng mẫu theo thời gian hút nước

Chương 3

CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

3.1. Lí thuyết chung

Chất kết dính vô cơ là những vật liệu vô cơ, khi nhào trộn với dung môi thích hợp cho hỗn hợp dẻo có thể gắn kết các vật liệu rời và sau đó trong điều kiện thích hợp có khả năng tự rắn chắc tạo ra đá nhân tạo.

Tùy theo phạm vi sử dụng người ta chia chất kết dính vô cơ ra làm hai loại chính : chất kết dính vô cơ rắn trong không khí - là loại chỉ được sử dụng trong không khí, và chất kết dính vô cơ rắn trong nước - là loại có thể sử dụng trong cả môi trường không khí và môi trường nước.

Về thành phần hóa học những chất kết dính vô cơ phổ biến nhất thường chứa 4 nhóm oxyt chính : CaO (đôi khi MgO ; BaO ; K₂O ; Na₂O) SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃. Những oxyt này tác dụng với nhau với tỉ lệ nhất định tạo ra những khoáng khác nhau. Những khoáng này quyết định đến tính chất của chất kết dính vô cơ. Đối với chất kết dính vô cơ rắn trong nước (loại phổ biến nhất trong xây dựng) hay dùng môđun thủy lực (m) để đánh giá chất lượng :

$$m = \frac{\%CaO}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}$$

Trong điều kiện chế tạo thích hợp những chất kết dính rắn trong nước có m cao thì rắn nhanh, cường độ cao, nhưng kém bền nước.

Trong thực tế xây dựng hay gặp nhất là 3 loại chất kết dính vô cơ : thạch cao xây dựng, vôi và xi măng poocăng.

Thạch cao xây dựng là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí được sản xuất từ đá thạch cao thiên nhiên (thành phần chính là $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Khi nung đá thạch cao ở nhiệt độ thích hợp được thạch cao xây dựng (thành phần khoáng chính là $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). Khi trộn với nước nó sẽ tác dụng với nước và lại tạo thành đá thạch cao (thành phần chính cũng là $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Thạch cao xây dựng rắn chắc nhanh (kết thúc ninh kết không muộn hơn 30 phút). Nhưng cường độ thấp và chỉ bền trong môi trường không khí, được sử dụng chủ yếu làm vật liệu trang trí dùng trong nhà và những nơi khô ráo. Tính chất quan trọng của thạch cao xây dựng là độ mịn và cường độ chịu nén. Thạch cao xây dựng được chia làm 2 loại dựa vào 2 tính chất chính ở trên (xem phụ lục 3-1).

Vôi là một trong những chất kết dính vô cơ lâu đời nhất, được sản xuất từ đá vôi (thành phần chính là khoáng can xít CaCO_3). Khi nung, đá vôi phân giải tạo ra vôi (thành phần chính là CaO). Để phân giải hết 1 phân tử gam CaCO_3 cần 42,5 kCal. Trước khi sử dụng vôi phải tôi (cho vôi tác dụng với nước), khi đó có hiện tượng tỏa nhiệt, cứ 1 phân tử gam CaO tác dụng với nước tạo Ca(OH)_2 sẽ tỏa ra 15,5kCal. Để xác định chất lượng của vôi người ta dùng nhiều chỉ tiêu khác nhau, trong đó độ hoạt tính của vôi (x) là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất.

$$x = \frac{g_{\text{CaO}}}{g_v} 100\%$$

Trong đó g_{CaO} là khối lượng của CaO (gam) có trong khối lượng vôi g_v (gam). Vôi được phân ra từ 2 đến 3 loại dựa vào các tính chất cơ bản của chúng (xem các phụ lục 3-2, 3-3).

Xi măng poocăng là chất kết dính quan trọng nhất trong xây dựng, được sản xuất từ 2 nguyên liệu chính là đá vôi và đất sét. Sau khi gia công cơ học và nung ở nhiệt độ 1450°C

được clinke xi măng. Sau đó nghiền clinke với một hàm lượng đá thạch cao thích hợp thì được xi măng pooc lăng. Thành phần hóa học chính của xi măng pooc lăng như sau :

$$\begin{array}{ll} \text{CaO} : 63 \div 66\% & \text{MgO} : 0,5 \div 5\% \\ \text{SiO}_2 : 21 \div 24\% & \text{Al}_2\text{O}_3 : 4 \div 8\% \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 : 2 \div 4\% & \text{SO}_3 : 0,3 \div 1\% \end{array}$$

Trong xi măng các oxit này tác dụng với nhau tạo ra 4 thành phần khoáng chính :

$$\begin{array}{ll} 3\text{CaO.SiO}_2 \text{ (viết tắt } \text{C}_3\text{S)} : & 42 \div 64\% \\ 2\text{CaO.SiO}_2 \text{ (viết tắt } \text{C}_2\text{S)} : & 12 \div 15\% \\ 3\text{CaO.Al}_2\text{O}_3 \text{ (viết tắt } \text{C}_3\text{A)} : & 2 \div 15\% \\ 4\text{CaO.Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (viết tắt } \text{C}_4\text{AF)} : & 10 \div 25\% \end{array}$$

Để đánh giá tổng quát hơn thành phần của xi măng thường dùng các hệ số :

1) Hệ số kiềm (môđun thủy lực) :

$$m = \frac{\% \text{CaO}}{\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (m = 1,9 \div 2,4)$$

2) Hệ số silicat :

$$n = \frac{\% \text{SiO}_2}{\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (n = 1,7 \div 3,5)$$

3) Hệ số aluminat :

$$p = \frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (p = 1 \div 3)$$

4) Hệ số bão hòa :

$$k_{bh} = \frac{\% \text{CaO} - [1,65(\% \text{Al}_2\text{O}_3) + 0,35(\% \text{Fe}_2\text{O}_3) + 0,7(\% \text{SO}_3)]}{2,8(\% \text{SiO}_2)}$$

Khi trộn xi măng pooc lăng với nước, chúng sẽ tác dụng với nhau tạo một số khoáng hydrat chính như sau : $m\text{CaO}.n\text{SiO}_2.\text{H}_2\text{O}$

(hay gặp ở dạng $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $n\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ (hay gặp ở dạng $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) và $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$. Các khoáng hydrat biến đổi sẽ làm cho xi măng rắn chắc. Để đánh giá chất lượng xi măng người ta dựa vào các thông số khác nhau. Nhưng thông số quan trọng nhất là mác xi măng (xem các phụ lục 3-4, 3-5, 3-6). Hiện nay trên thế giới thường dùng 2 phương pháp để xác định mác xi măng : phương pháp vữa cứng và phương pháp vữa dẻo.

Hiện nay ở nước ta, xi măng pooclang được sản xuất có 2 loại : loại không pha trộn (p_c) và loại có pha trộn (p_{cb}). Việc pha trộn phụ gia hoạt tính vào xi măng (tro bay, puzolan, trépen v.v...) sẽ làm tăng tính bền của xi măng pooclang. Do thành phần hoạt tính của phụ gia (SiO_2 hoạt tính) sẽ tác dụng với thành phần kém bền trong hỗn hợp xi măng ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) để tạo thành silicat canxi ngâm nước, bền hơn trong môi trường tự nhiên.

3.2. Đề bài

1. Hãy tính lượng đá thạch cao thiên nhiên cần thiết để sản xuất 10 tấn thạch cao xây dựng (không có tạp chất). Biết đá thạch cao thiên nhiên có 85% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ và độ ẩm là 2%.

2. Khi nung thạch cao xây dựng từ đá thạch cao thiên nhiên (ở trạng thái khô) có 80% là $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Lượng thạch cao xây dựng sẽ thu được là bao nhiêu ? (% khối lượng so với đá thạch cao thiên nhiên).

3. Hãy xác định lượng nước thủy hóa (% khối lượng) của thạch cao xây dựng. Nếu dùng 5 tấn thạch cao xây dựng làm vữa trang trí thì lượng nước sẽ tham gia vào thành phần của vữa thạch cao là bao nhiêu ?

4. Xác định lượng nước tham gia vào thành phần của thạch cao xây dựng (% khối lượng). Nếu nung 5 tấn thạch cao xây dựng để mất nước hóa học thì khối lượng khoáng anhydrit thu được là bao nhiêu ?

5. Hãy xác định độ rỗng của 1 loại đá thạch cao được rắn chắc từ thạch cao xây dựng có $\rho = 2,6\text{g/cm}^3$. Biết ρ của đá

thạch cao là $2,3 \text{ g/cm}^3$ và khi đó thể tích tăng 1% so với thể tích đặc tính toán.

6. Xác định khối lượng thể tích và độ rỗng của một loại đá thạch cao dùng làm tường ngăn, biết độ ẩm của nó là 12%. Khi rắn chắc thể tích tăng 1%. Khối lượng riêng của thạch cao xây dựng là $2,6 \text{ g/cm}^3$; của đá thạch cao là $2,3 \text{ g/cm}^3$. Thành phần của vữa thạch cao $TC/N = 1/0,5 = 2$.

7. Cần bao nhiêu đá vôi có hàm lượng CaCO_3 là 92% và độ ẩm 5% để sản xuất 10 tấn CaO . Nếu năng suất tỏa nhiệt của than đá 6300 kCal/kg, thì cần bao nhiêu than để sản xuất 10T CaO này. Giả thiết bỏ qua lượng nhiệt mất vô ích và sự cháy không hoàn toàn.

8. Hãy xác định (% khối lượng) của CaO so với đá vôi khi nung vôi. Biết đá có độ ẩm 3% và chứa lượng CaCO_3 là 85%.

9. Tính độ hoạt tính của vôi thu được khi nung đá vôi có độ ẩm 2%; lượng CaCO_3 là 80% và mất khi nung là 5% (chủ yếu là các tạp chất cháy, không kể phần CO_2 bay hơi do phân hủy đá vôi).

10. Tính (% khối lượng) vôi thu được từ đá vôi có độ ẩm 2%; hàm lượng CaCO_3 : 85%. Độ hoạt tính cao nhất có thể có là bao nhiêu nếu lượng mất khi nung là 4% (không kể phần CO_2 bay hơi do phân hủy đá vôi).

11. Tính hàm lượng Ca(OH)_2 theo % khối lượng thu được khi tôi loại vôi được sản xuất từ đá vôi có độ ẩm 3% và hàm lượng CaCO_3 là 80%.

12. Hãy tính hàm lượng Ca(OH)_2 thu được khi tôi 1 tấn vôi. Biết rằng trong thí nghiệm xác định độ hoạt tính của loại vôi này lượng HCl 1N cần để chuẩn là 30ml; và độ hoạt tính của vôi được tính theo công thức:

$$x = \frac{2,804.V}{m} (\%)$$

trong đó: V là thể tích HCl 1N (cm^3);

m là khối lượng vôi thí nghiệm (gam);

ở thí nghiệm này $m = 1\text{gam}$.

13. Tính hàm lượng Ca(OH)_2 và H_2O có trong vôi nhuyễn. Biết loại vôi nhuyễn này có $\rho_v = 1350 \text{ kg/m}^3$ và $\rho_{\text{Ca(OH)}_2} = 2,1 \text{ g/cm}^3$; $\rho_n = 1 \text{ g/cm}^3$. Trong vôi nhuyễn có 2% bột khí.

14. Tính lượng vôi nhuyễn thu được từ 10 tấn vôi, vôi này có độ hoạt tính 100%. Biết trong vôi nhuyễn có 52% là Ca(OH)_2 . Nếu $\rho_{\text{Ca(OH)}_2} = 2 \text{ T/m}^3$, $\rho_n = 1 \text{ T/m}^3$; và trong vôi nhuyễn có chứa 2% bột khí thì khối lượng thể tích của loại vôi này là bao nhiêu ?

15. Cần bao nhiêu vôi sống (có độ hoạt tính 100%) để thu được $1,5 \text{ m}^3$ vôi nhuyễn tinh khiết có khối lượng thể tích 1400 kg/m^3 . Biết khối lượng riêng của Ca(OH)_2 là $2,05 \text{ g/cm}^3$, của nước là 1 g/cm^3 và trong vôi nhuyễn có 1% bột khí.

16. Xác định khối lượng thể tích của một loại vôi nhuyễn tinh khiết. Biết trong thành phần của vôi nhuyễn tỉ lệ $\text{Ca(OH)}_2/\text{H}_2\text{O} = 1/1$ (theo khối lượng). Biết, khối lượng riêng của Ca(OH)_2 là 2 g/cm^3 , của nước là 1 g/cm^3 và trong vôi nhuyễn có 1% bột khí.

17. Thiết lập công thức tính độ hoạt tính của vôi sống từ thí nghiệm trung hòa vôi bằng axit clohydric nồng độ $k(\text{N})$. Lượng axit dùng trong thí nghiệm là $v(\text{cm}^3)$ và lượng vôi thí nghiệm là $m(\text{gam})$.

18. Tính lượng vật liệu cần thiết để sản xuất 1 tấn chất kết dính hỗn hợp từ vôi sống và phụ gia trêpen. Biết trong trêpen có 70% là oxit silic hoạt tính và vôi sống có độ hoạt tính 85%. Giả sử sản phẩm của quá trình rắn chắc là $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

19. Để sản xuất xi măng pooc lăng nhà máy nhận được 2 loại nguyên liệu chính có thành phần hóa học ở bảng dưới đây :

Nguyên liệu	CaO(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Đá vôi	48	5	8	1	0,7
Đất sét	6	1	55	10	6

Hãy tính sơ bộ tỉ lệ phối hợp giữa đá vôi và đất sét để clinke xi măng có hệ số bão hòa $K_{bh} = 0,9$. Kiểm tra hàm

lượng MgO trong nguyên liệu sau khi phối hợp với tỉ lệ tính toán ấy.

20. Để chế tạo xi măng pooc lăng có các hệ số về thành phần hóa học là : $m = 1,9 + 2,4$; $n = 1,7 + 3,5$ và $p = 1 + 3$, nhà máy đã sử dụng nguyên liệu có thành phần hóa học theo bảng sau đây :

Nguyên liệu	CaO(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Đá vôi	48	4,8	9	2	0,5
Đất sét	10	0	54	10	4

Theo kiến nghị tỉ lệ giữa đất sét và đá vôi là 1:5. Hãy kiểm tra cấp phối này theo các hệ số trên và kiểm tra thành phần MgO trong nguyên liệu.

21. Tính lượng trèpen cần thiết pha trộn với clinke của xi măng pooc lăng mác PC-60 để nhận được xi măng pooc lăng mác PC-40. Giả thiết trong 28 ngày đầu trèpen không tham gia phản ứng hóa học với xi măng và lượng nước tiêu chuẩn của clinke và ximăng là như nhau.

22. Tính tỉ lệ puzolan hợp lí và xác định mác xi măng puzolan thu được. Biết clinke của xi măng pooc lăng mác PC-50. Trong puzolan có 60% SiO₂ hoạt tính và trong clinke xi măng có 50% C₃S. Giả thiết tỉ lệ pha trộn hợp lí là đảm bảo SiO₂ hoạt tính tác dụng hết với Ca(OH)₂ do C₃S tác dụng với nước tạo ra.

23. Xác định lượng nước hóa học có trong đá xi măng rắn chắc từ xi măng pooc lăng có thành phần : C₃S = 50%, C₂S = 25%, C₃A = 5% và C₄AF = 18%. Giả thiết các thành phần khoáng của xi măng tác dụng triệt để với nước và các sản phẩm tạo thành là C₃S₂H₃, Ca(OH)₂, C₃AH₆ và CFH₂.

24. Cần bao nhiêu phụ gia tăng dẻo để chế tạo 20 tấn xi măng pooc lăng tăng dẻo. Biết khối lượng phụ gia tăng dẻo cho vào xi măng (theo chất khô) là 0,2% và dung dịch của phụ gia tăng dẻo chứa 50% nước.

25. Cân bao nhiêu đolômit thay thế cho 1kg manhezit, để nhận được lượng chất kết dính có cùng hoạt tính. Biết đolômit chứa 8% tạp chất.

26. Cân bao nhiêu chất Na_2SiF_6 để làm phụ gia cho 10 kg thủy tinh lỏng ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$), nếu trong thủy tinh lỏng có 12% Na_2O và 30,8% SiO_2 và tỉ lệ pha trộn hợp lí của Na_2SiF_6 với thủy tinh lỏng theo công thức :

$$x = \frac{94,03}{62 + 60,06} b ; \text{ ở đây } b = \% \text{Na}_2\text{O} + \% \text{SiO}_2$$

27. Kết quả phân tích thành phần của một loại xi măng như sau : $\text{CaO} = 65\%$; $\text{SiO}_2 = 21\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 6\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5\%$ và $\text{SO}_3 = 3\%$. Hãy tính các hệ số của xi măng. Tính ước lượng hàm lượng thạch cao đã cho vào xi măng khi nghiền.

28. Xác định độ rỗng của một loại đá xi măng rắn chắc từ hồ xi măng có lượng nước nhào trộn 28% (so với khối lượng xi măng). Biết lượng nước tham gia vào thành phần của đá xi măng là 20% (so với khối lượng xi măng) ; khối lượng riêng của xi măng là $3,1 \text{ T/m}^3$, của nước là 1 T/m^3 ; trong hồ xi măng có 2% bọt khí ; khi rắn chắc hồ xi măng có thể tích 1%. Giả thiết trong đá xi măng không có nước tự do và sự sai lệch khi quan niệm đá xi măng là hỗn hợp cơ học giữa xi măng và nước liên kết sai số so với thực tế là không đáng kể.

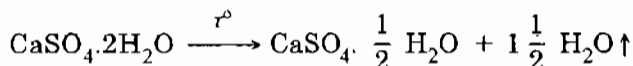
29. Xác định khối lượng thể tích và khối lượng riêng của đá xi măng rắn chắc từ hồ xi măng có tỉ lệ nước nhào trộn và nước liên kết là 31% và 16% (so với khối lượng xi măng). Biết khối lượng riêng của xi măng và của nước là $3,1$ và 1g/cm^3 . Khi rắn chắc hồ xi măng có thể tích 0,5% và trong hồ xi măng có 1,9% bọt khí. Giả thiết như bài 28.

30. Xác định độ co ngót của một loại hồ xi măng khi rắn chắc thành đá xi măng. Biết lượng nước nhào trộn trong hồ xi măng là 32% và nước tham gia vào thành phần của đá xi măng là 20% (so với khối lượng xi măng). Đá xi măng có độ rỗng là 12% ; hồ xi măng có 2% bọt khí. Khối lượng riêng của xi măng và của nước là $3,1$ và 1g/cm^3 . Giả thiết như bài 28.

31. Hãy xác định mức cho một loại xi măng theo tiêu chuẩn hiện hành. Biết việc chế tạo mẫu, bảo quản và thí nghiệm theo TCVN 2682 - 92 và kết quả nén 6 nửa mẫu thí nghiệm có kết quả là (ở tải trọng phá hoại) : 8 tấn ; 7,88 tấn ; 8,2 tấn ; 8,1 tấn ; 8 tấn và 7,9 tấn.

3.3. Bài giải

1. Áp dụng công thức sản xuất thạch cao xây dựng :



Trong đó nguyên tử lượng của các nguyên tố là :

$$\text{Ca} = 40 ; \text{S} = 32 ; \text{H} = 1 ; \text{O} = 16$$

Vậy cứ 172 tấn $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sản xuất được 145 tấn thạch cao xây dựng.

Do đó để sản xuất 10 tấn thạch cao xây dựng cần :

$$m_{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{172 \cdot 10}{145} \text{ tấn} \approx 11,86 \text{ tấn}$$

Vì đá thạch cao chỉ chứa 85% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ vậy lượng đá thạch cao cần là :

$$m_{\text{đá}} = \frac{11,86}{85} \times 100 \approx 13,95 \text{ tấn}$$

Đá thạch cao thiên nhiên có độ ẩm là 2% . vậy lượng đá thạch cao thiên nhiên cần là :

$$m_{\text{đá thiên nhiên}} = 13,95(1 + 0,02) \approx 14,23 \text{ tấn}$$

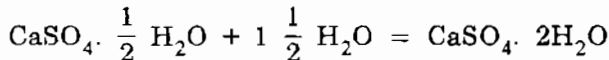
2. Tương tự bài 1, cứ 172 tấn $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sản xuất được 145 tấn thạch cao xây dựng. Nhưng vì đá thạch cao chỉ có 80% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Vậy để sản xuất 145 tấn thạch cao xây dựng cần lượng đá là :

$$m_{\text{đá}} = \frac{172}{0,8} = 215 \text{ tấn}$$

Do đó tỉ lệ % khối lượng thạch cao xây dựng thu được từ loại đá này là :

$$\frac{145}{215} \approx 67,4\%$$

3. Phản ứng giữa thạch cao xây dựng và nước :



Cứ 145 gam cần lượng nước thủy hóa là 27 gam. Vậy (%) nước so với thạch cao xây dựng là :

$$\frac{27}{145} \approx 18,6\%$$

Khi dùng 5 tấn thạch cao xây dựng để làm vữa thì lượng nước thủy hóa tham gia vào thành phần là :

$$5 \text{ tấn} \times 18,6\% \approx 0,93 \text{ tấn} \approx 0,93\text{m}^3$$

4. Thạch cao xây dựng có công thức $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$. Vậy 145 gam thạch cao xây dựng chứa 9 gam nước. Do đó khối lượng (%) nước hóa học trong thạch cao xây dựng là :

$$\frac{9}{145} \approx 6,2\%$$

Do đó khi nung 5 tấn thạch cao xây dựng để mất nước hóa học thì lượng khoáng anhydrit thu được là :

$$\frac{5 \text{ tấn} \cdot (100 - 6,2)}{100} = 4,69 \text{ tấn.}$$

5. Theo phản ứng ở bài 3 nếu khối lượng thạch cao xây dựng trong hồ thạch cao là 1 tấn thì lượng nước cần để phản ứng hết là 0,186 tấn và thể tích đặc của hồ thạch cao là (giả sử trong hồ thạch cao không có nước tự do) :

$$V_{\text{ahố}} = \frac{1}{2,6} + \frac{0,186}{1} \approx 0,57\text{m}^3$$

Giả thiết lượng bọt khí trong hồ thạch cao là không đáng kể thì :

$$V_{\text{ahố}} = V_{\text{ohố}} = 0,57\text{m}^3$$

Do đó thể tích tự nhiên của đá thạch cao được rắn chắc từ hồ thạch cao có chứa 1 tấn thạch cao xây dựng là :

$$V_{\text{odá}} = 1,01 \times V_{\text{ohó}} = 0,57 \text{ m}^3 \times 1,01 = 0,5757 \text{ m}^3.$$

Mặt khác, ta có thể tích đặc của đá thạch cao rắn chắc từ hồ thạch cao có chứa 1 tấn thạch cao xây dựng là :

$$V_{\text{adá}} = \frac{1 + 0,186}{2,3} \approx 0,5156 \text{ m}^3.$$

Do đó độ rỗng của đá thạch cao là :

$$r_d = \frac{0,5757 - 0,5156}{0,5757} \approx 10,44\%$$

6. Nếu lượng bọt khí trong hồ thạch cao không đáng kể thì thể tích tự nhiên của hồ thạch cao có chứa 1 tấn thạch cao xây dựng là :

$$V_o = V_a = \frac{1}{2,6} + \frac{0,5}{1} \approx 0,885 \text{ m}^3$$

Tương tự bài 5 :

$$V_{\text{odá}} = 0,885 \times 1,01 \approx 0,894 \text{ m}^3$$

và $V_{\text{adá}} = 0,5156 \text{ m}^3$

Vậy độ rỗng của đá thạch cao là :

$$r = \frac{0,894 - 0,5156}{0,894} \approx 42,3\%$$

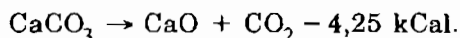
Khối lượng thể tích của đá thạch cao ở trạng thái khô là :

$$\rho_v = \frac{1 + 0,186}{0,894} \approx 1,3266 \text{ g/cm}^3 \approx 1327 \text{ kg/m}^3$$

Khối lượng thể tích của đá thạch cao ở trạng thái ẩm :

$$\rho_v^w = 1327 \times 1,12 \approx 1486 \text{ kg/m}^3$$

7. Từ phản ứng nung vôi :



Vậy để sản xuất 10 tấn CaO cần lượng CaCO_3 là :

$$m_{\text{CaCO}_3} = \frac{10 \text{ tấn} \times 100}{56} \approx 17,857 \text{ tấn}$$

Lượng đá vôi khô cần là :

$$m_{\text{đá vôi khô}} = \frac{17,857}{0,92} \approx 19,41 \text{ tấn}$$

Lượng đá vôi thiên nhiên để sản xuất 10 tấn CaO là :

$$m_{\text{đá thiên nhiên}} = 19,41 \times 1,05 = 20,38 \text{ tấn.}$$

Để phân hủy 100g CaCO_3 cần lượng nhiệt hữu ích là 42,5 kCal. Vậy lượng nhiệt hữu ích để tạo 10 tấn CaO là :

$$42,5 \text{ kCal} \times 17857000 = 758922500 \text{ kCal}$$

Do đó lượng than cần thiết là :

$$m_{\text{than}} = \frac{758922500}{6300} \approx 120464 \text{ kg}$$

8. Từ phương trình như bài 7 có tỉ lệ (%) khối lượng CaO so với CaCO_3 là :

$$\frac{56}{100} = 56\%$$

Nhưng đá chỉ chứa 85% là CaCO_3 vậy tỉ lệ CaO so với đá khô là :

$$56\% \times 0,85 = 47,6\%$$

Do đó so với đá bị ẩm là :

$$47,6\% : 1,03 \approx 46,2\%$$

9. Giả thiết từ 100 tấn đá vôi thiên nhiên có lượng đá vôi khô là :

$$\frac{100}{1,02} = 98,039 \text{ tấn}$$

và hàm lượng CaCO_3 là :

$$m_{\text{CaCO}_3} = 98,039 \times 0,8 \approx 78,43 \text{ tấn}$$

Lượng CaO thu được là :

$$m_{\text{CaO}} = 78,43 \times 0,56 \approx 43,92 \text{ tấn}$$

Lượng mất khi nung là :

$$98,039 \text{ tấn} \times 0,05 \approx 4,9 \text{ tấn}$$

Vậy phần còn lại ở dạng tạp chất là :

$$98,039 - (78,43 + 4,9) \approx 14,709 \text{ tấn}$$

Do đó hoạt tính của loại vôi này là :

$$x = \frac{43,92}{43,92 + 14,709} \approx 74,9\%$$

10. Tương tự như bài 9

Lượng CaCO_3 trong 100 tấn đá vôi thiên nhiên là :

$$m_{\text{CaCO}_3} = 98,039 \times 0,85 = 83,33 \text{ tấn}$$

Lượng CaO thu được là :

$$m_{\text{CaO}} = 83,33 \text{ tấn} \times 0,56 = 46,66 \text{ tấn}$$

Lượng mất khi nung là :

$$98,039 \times 0,04 \approx 3,92 \text{ tấn}$$

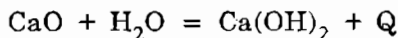
Vậy khối lượng vôi là :

$$[98,039 - (83,33 + 3,92)] + 46,66 \approx 57,45 \text{ tấn}$$

Độ hoạt tính cao nhất của vôi có thể có là :

$$x = \frac{46,66}{57,45} = 81,2\%$$

11. Từ phản ứng tôi vôi :



Tính được lượng Ca(OH)_2 so với CaO là : $\frac{74}{56} \times 100\%$ theo số liệu bài 8. Hàm lượng CaO chiếm trong CaCO_3 là 56%. Vậy Ca(OH)_2 có trong CaCO_3 trước khi nung thành vôi là :

$$\frac{74}{56} \times 56\% = 74\%$$

và ở trong đá chỉ chứa 80% CaCO_3 là :

$$74\% \times 0,8 = 59,2\%$$

Và ở trong đá có độ ẩm 3% là :

$$59,2\% : 1,03 \approx 57,48\%$$

12. Độ hoạt tính của loại vôi này là :

$$x = \frac{2,804 \times 30}{1} \approx 84\%$$

Như vậy 1 tấn vôi có 0,84 tấn CaO.

Theo bài 11 tỉ lệ Ca(OH)_2 so với CaO là $\frac{74}{56}$

Vậy khi tôi 1 tấn vôi này nhận được lượng Ca(OH)_2 là :

$$0,84 \times \frac{74}{56} = 1,11 \text{ tấn}$$

13. 1m^3 vôi nhuyễn có khối lượng là 1350 kg và $0,02\text{m}^3$ bọt khí. Vậy 1350 kg vôi nhuyễn có thể tích đặc là :

$$V_a = 1000 \text{ lít} - 20 \text{ lít} = 980 \text{ lít}$$

$$\text{Ta có : } \begin{cases} m_{\text{Ca(OH)}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 1350 \text{ kg} \\ V_{\text{Ca(OH)}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} = 980 \text{ lít} \end{cases}$$

$$\text{hay } \begin{cases} m_{\text{Ca(OH)}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 1350 \text{ kg} \\ \frac{m_{\text{Ca(OH)}_2}}{\rho_{\text{Ca(OH)}_2}} + \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = 980 \text{ lít} \end{cases}$$

Thay khối lượng riêng của Ca(OH)_2 là 2,1kg/lít và của nước là 1kg/lít và giải phương trình, ta được trong 1350 kg vôi nhuyễn có lượng nước là 643,6 kg và lượng Ca(OH)_2 là 706,4 kg. Vậy hàm lượng Ca(OH)_2 là 52,3% và nước là 47,7%.

14. Vì vôi có độ hoạt tính là 100% nên 10 tấn vôi có 10 tấn CaO.

Lượng Ca(OH)_2 thu được từ 10 tấn vôi là :

$$m_{\text{Ca(OH)}} = 10 \times \frac{74}{56} \approx 13,2 \text{ tấn}$$

Do đó lượng vôi nhuyễn thu được từ 10 tấn vôi là :

$$13,2 \times \frac{100}{52} \approx 25,38 \text{ tấn}$$

Khối lượng nước trong vôi nhuyễn là :

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 25,38 - 13,2 = 12,18 \text{ tấn}$$

Thể tích đặc của vôi nhuyễn là :

$$\begin{aligned} V_a &= V_{a\text{H}_2\text{O}} + V_{a\text{Ca}(\text{OH})_2} \\ &= \frac{12,18}{1} + \frac{13,2}{2} = 18,78 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Thể tích tự nhiên của vôi nhuyễn là :

$$\begin{aligned} V_o &= V_a + V_{\text{bọt khí}} \\ &= \frac{18,78}{0,98} \approx 19,16 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Do đó khối lượng thể tích của vôi nhuyễn là :

$$\rho_v = \frac{25,38}{19,16} = 1,3246 \text{ T/m}^3 \approx 1325 \text{ kg/m}^3$$

15. $1,5 \text{ m}^3$ vôi nhuyễn có khối lượng là :

$$1,5 \times 1400 = 2100 \text{ kg}$$

và thể tích đặc là :

$$V_a = 1,5 \text{ m}^3 \times 0,99 = 1,485 \text{ m}^3$$

Do đó có hệ phương trình :

$$\begin{cases} V_{a\text{H}_2\text{O}} + V_{a\text{Ca}(\text{OH})_2} = 1,485 \text{ m}^3 \\ m_{\text{Ca}(\text{OH})_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 2100 \text{ kg} \end{cases}$$

Giải tương tự bài 13, ta có $m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,899$ tấn và $m_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 1,201$ tấn.

Vì vậy lượng CaO (vôi có hoạt tính 100%) để sản xuất $1,5 \text{ m}^3$ vôi nhuyễn là :

$$m_{\text{vôi}} = 1,201 \times \frac{56}{74} \approx 0,909 \text{ tấn}$$

16. Theo đề bài trong 1 tấn vôi nhuyễn có 500 kg là $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và 500kg là H_2O và thể tích đặc là :

$$V_a = \frac{500}{2000} + \frac{500}{1000} = 0,75 \text{ m}^3$$

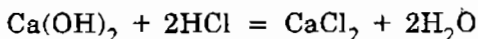
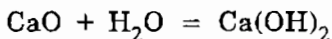
Vì có 1% bọt khí vậy thể tích tự nhiên của 1 tấn vôi nhuyễn là :

$$V_o = \frac{V_a}{0,99} = \frac{0,75}{0,99} \approx 0,7576 \text{m}^3$$

Do đó khối lượng thể tích của vôi nhuyễn là :

$$\rho_v = \frac{1}{0,7576} = 1,3199578 \text{T/m}^3 \approx 1320 \text{kg/m}^3$$

17. Các phản ứng :



Vậy 2 phân tử gam HCl chuẩn được lượng CaO là 56,08 gam. HCl có nồng độ k(N), tức là lượng HCl có trong 1 lít dung dịch là k đương lượng và HCl có trong v(cm³) là $\frac{k.v}{1000}$ đương lượng.

Do đó v(cm³) HCl đã cho chuẩn được lượng CaO là :

$$\frac{k.v.56,08}{2 \times 1000} = 0,02804.k.v$$

$$\text{Độ hoạt tính của vôi} : x = \frac{m_{\text{CaO}}}{m_{\text{vôi}}} \times 100\%$$

Thay vào ta có :

$$x = \frac{0,02804.k.v}{m_{\text{vôi}}} 100\% = \frac{2,804.k.v}{m_{\text{vôi}}} \%$$

18. Sản phẩm là CaO.SiO₂.H₂O

Từ đó tỉ lệ khối lượng CaO : SiO₂ : H₂O là 56 : 60 : 18

Tỉ lệ phối hợp hợp lí của chất kết dính hỗn hợp là CaO trong vôi phải tác dụng hết với SiO₂ hoạt tính trong trêpen.

Vì vôi chỉ có độ hoạt tính là 85% do đó phần vôi thực tế phải là :

$$56 \times \frac{100}{85} = 65,9$$

Tương tự phân trên là :

$$60 \times 100/70 = 85,7$$

Do đó tỉ lệ thực tế là :

$$65,9 : 85,7 : 18$$

Vậy để sản xuất 1 tấn chất kết dính hỗn hợp cần lượng vôi là :

$$m_{\text{vôi}} = \frac{1000}{65,9 + 85,7 + 18} \times 65,9 \approx 389 \text{ kg}$$

và lượng trên là :

$$m_{\text{trên}} = \frac{1000}{65,9 + 85,7 + 18} \times 85,7 \approx 506 \text{ kg}$$

19. Gọi tỉ lệ giữa đá vôi và đất sét là 1 : x. Ta có công thức hệ số bão hòa (không tính lượng SO_3) :

$$k = \frac{\% \text{CaO} - [1,65(\% \text{Al}_2\text{O}_3) + 0,35(\% \text{Fe}_2\text{O}_3)]}{2,8(\% \text{SiO}_2)}$$

$$k = 0,9 = \frac{(48 + 6x) - [1,65(1 + 10x) + 0,35(0,7 + 6x)]}{28(8 + 55x)}$$

$x \approx 0,172$. Vậy tỉ lệ đá vôi : đất sét = 1 : 0,172

Hàm lượng MgO là :

$$\frac{(5 + 1 \times 0,172)\%}{1 + 0,172} \approx 4,4\%$$

$$20. m = \frac{\% \text{CaO}}{\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3 + \% \text{SiO}_2} ;$$

$$n = \frac{\% \text{SiO}_2}{\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3} ; p = \frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{SiO}_2}$$

Vì tỉ lệ của đất sét với đá vôi là 1 : 5, vậy :

$$m = \frac{10 + (5 \times 48)}{10 + (2 \times 5) + 4 + (0,5 \times 5) + 54 + (9 \times 5)} = 1,992$$

$$n = \frac{54 + (9 \times 5)}{10 + (2 \times 5) + 4 + (0,5 \times 5)} \approx 3,7$$

$$p = \frac{10 + (2 \times 5)}{4 + (0,5 \times 5)} \approx 3,08$$

Hàm lượng MgO là :

$$\frac{(4,8 \times 5)\%}{1 + 5} = 4\%$$

Như vậy theo tỉ lệ đề nghị trên hệ số m và hàm lượng MgO thỏa mãn, nhưng các hệ số n và p đều hơi lớn một chút.

21. Tỉ lệ trêpen so với xi măng là :

$$\frac{60 - 40}{40} = 50\%$$

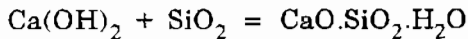
Do đó lượng clinke trong hỗn hợp là :

$$\frac{100}{100 + 50} = 66,7\%$$

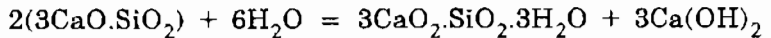
Và tỉ lệ trêpen trong hỗn hợp :

$$\frac{50}{100 + 50} \approx 33,3\%$$

22. Giả sử phản ứng giữa Ca(OH)_2 và SiO_2 hoạt tính xảy ra như sau :



và phản ứng của C_3S và nước là :



Từ các phản ứng trên tính được :

Tỉ lệ Ca(OH)_2 so với C_3S là :

$$\frac{222}{2(168 + 60)} \approx 48,68\%$$

Vậy tỉ lệ Ca(OH)_2 trong xi măng là :

$$\frac{48,68}{100} \times \frac{50}{100} \approx 24,34\%$$

Do đó tỉ lệ hợp lí của puzolan so với xi măng là :

$$\frac{0,6 \times (100 : 60)}{0,74 \times (100 : 24,34)} \approx 32,89\%$$

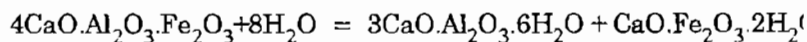
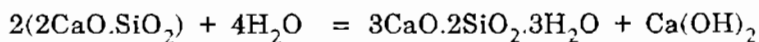
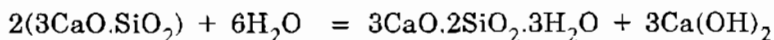
Gọi cường độ của xi măng puzôlan là X thì ta có

$$\frac{50 - X}{X} = 32,89$$

Vậy X = 37,6

Do đó cường độ của xi măng pooc-lăng puzôlan là :
37,6 N/mm².

23. Các phản ứng giữa xi măng và nước :



Đối với C₃S tỉ lệ là :

$$\frac{6 \times 18}{2(3 \times 56 + 28 + 32) + 6 \times 18} \approx 19,1\%$$

Đối với C₂S tỉ lệ là :

$$\frac{4 \times 18}{2(2 \times 56 + 28 + 32) + 4 \times 18} \approx 29,5\%$$

Đối với C₃A tỉ lệ là :

$$\frac{6 \times 18}{3 \times 56 + (2 \times 27) + 48 + 6 \times 18} \approx 28,57\%$$

Đối với C₄AF là :

$$\frac{8 \times 18}{4 \times 56 + 2 \times 27 + 48 + 111,9 + 48 + 8 \times 18} \approx 22,86\%$$

Vậy lượng nước tham gia hóa học là :

$$\frac{19,1}{100} \times 0,5 + \frac{29,5}{100} \times 0,25 + \frac{28,57}{100} \times 0,05 + \frac{22,86}{100} \times 0,18 \approx 22,47\%$$

24. Khối lượng phụ gia tăng dẻo (tính theo chất khô) cho vào xi măng là :

$$20.000\text{kg} \times 0,002 = 40\text{kg}$$

Do đó lượng phụ gia ở dạng dung dịch là :

$$\frac{40\text{kg}}{50} \times 100 = 80\text{kg}$$

25. Thành phần của đolômit là $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$

Vậy tỉ lệ manhêzit có trong đolômit là :

$$\frac{24,3 + 12 + 48}{24,3 + 12 + 48 + 40 + 12 + 48} \approx 0,46$$

Do đó lượng đolômit sạch để có 1 kg manhêzit là :

$$\frac{1}{0,46} = 2,17 \text{ kg}$$

và lượng đolômit thực tế cần có là :

$$\frac{2,17}{0,92} \approx 2,36\text{kg}$$

26. Tỉ lệ pha trộn Na_2SiF_6 để tạo thủy tinh lỏng là :

$$x = \frac{94,03}{62 + 60,06} (0,12 + 0,308) \approx 32,97\%$$

Vậy lượng Na_2SiF_6 có trong 10 kg thủy tinh lỏng là

$$10 \times 0,3297 = 2,297 \text{ kg}$$

27. Ta có các hệ số của xi măng

Hệ số aluminát :

$$p = \frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{6}{5} = 1,2$$

Hệ số silicát :

$$n = \frac{\% \text{SiO}_2}{\% (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{21}{6 + 5} \approx 1,9$$

Hệ số kiềm :

$$m = \frac{\% \text{CaO}}{\% (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{65}{21 + 5 + 6} = 2,03$$

Hệ số bão hòa :

$$K_{\text{bh}} = \frac{65 - (1,65 \times 6 + 0,35 \times 5 + 0,7 \times 3)}{2,8 \times 21} \approx 0,87$$

Có thể coi lượng SO_3 là ở trong thành phần của thạch cao. Tỷ lệ đó là :

$$\frac{32 + 48}{40 + 32 + 48 + 2 \times 18} \approx 0,513$$

Vậy tỷ lệ thạch cao cho vào là :

$$\frac{3\%}{0,513} \approx 7,5,85\%$$

28. Nếu lượng xi măng tạo ra hồ là x tấn thì nước nhào trộn là $0,28x$ và nước hoá học là $0,2x$. Thể tích đặc của hồ xi măng là :

$$V_{\text{ah}} = \frac{x}{3,1} + \frac{0,28x}{1} = \frac{1,868x}{3,1} \text{ m}^3$$

Và thể tích tự nhiên của nó là :

$$V_{\text{oh}} = V_{\text{ah}} + V_{\text{bọt khí}} = V_{\text{ah}} + 0,02V_{\text{oh}}$$

$$\text{Vậy } V_{\text{oh}} = \frac{V_{\text{ah}}}{0,98} = \frac{1,868x}{3,1 \times 0,98}, \text{ m}^3 \quad (1)$$

Theo giả thiết thể tích của đá xi măng là :

$$\begin{aligned} V_{\text{ad}} &= V_{\text{ax}} + V_{\text{a nước liên kết}} \\ &= \frac{x}{3,1} + \frac{0,2x}{1} = \frac{1,62x}{3,1}, \text{ m}^3 \end{aligned} \quad (2)$$

Vì khi rắn chắc đá xi măng có thể tích 1%, vậy thể tích của đá xi măng rắn chắc từ x tấn xi măng là :

$$V_{\text{od}} = V_{\text{oh}} - V_{\text{co}} = 0,99 V_{\text{oh}}$$

Thay (1) vào ta có :

$$V_{\text{od}} = 0,99 \times \frac{1,868x}{3,1 \times 0,98}, \text{ m}^3 \quad (3)$$

$$\text{Độ rỗng của đá xi măng là } r = \left(1 - \frac{V_{\text{ad}}}{V_{\text{od}}} \right)$$

Thay (2) và (3) vào tính được $r \approx 14,15\%$

29. Từ những giả thiết như bài 28 ta có : Khối lượng của đá xi măng rắn chắc từ hồ xi măng có x tấn xi măng là :

$$\sigma = x + 0,16x = 1,16x, \text{ tấn}$$

Thể tích đặc của đá xi măng là :

$$V_{ad} = \frac{x}{3,1} + \frac{0,16x}{1} = \frac{1,496x}{3,1}, \text{ m}^3$$

Vậy khối lượng riêng của đá xi măng là :

$$\rho_d = \frac{\sigma}{V_{ad}} = \frac{1,16x}{1,496x} \times 3,1 \approx 2,4 \text{ T/m}^3$$

Thể tích đặc của hồ xi măng là :

$$V_{ah} = \frac{x}{3,1} + \frac{0,31x}{1} = \frac{1,961x}{3,1}, \text{ m}^3$$

Thể tích tự nhiên của hồ xi măng là :

$$V_{oh} = \frac{V_{ah}}{0,981} = \frac{1,961x}{3,1 \times 0,981}, \text{ m}^3$$

Thể tích tự nhiên của đá xi măng là :

$$V_{od} = V_{oh} - V_{co} = V_{oh} - 0,005V_{oh} = 0,995V_{oh}$$

$$\text{Hay } V_{od} = 0,995 \times \frac{1,961x}{3,1 \times 0,981}, \text{ m}^3$$

Do đó khối lượng thể tích của đá xi măng là :

$$\rho_{vd} = \frac{m}{V_{od}} = \frac{1,16x}{0,995 \times 1,961x} \times 3,1 \times 0,981 \approx 1,8 \text{ T/m}^3$$

30. Thể tích đặc của hồ xi măng là (tương tự bài 28)

$$V_{ah} = \frac{x}{3,1} + \frac{0,32x}{1} = \frac{1,992x}{3,1}, \text{ m}^3.$$

Thể tích tự nhiên của hồ xi măng là :

$$V_{oh} = \frac{V_{ah}}{0,98} = \frac{1,992x}{0,98 \times 3,1}, \text{ m}^3 \quad (1)$$

Thể tích đặc của đá xi măng :

$$V_{ad} = \frac{x}{3,1} + \frac{0,2x}{1} = \frac{1,62x}{3,1}, m^3.$$

$$\text{Vì } r_d = 1 - \frac{V_{ad}}{V_{od}} = 0,12$$

Vậy thể tích tự nhiên của đá :

$$V_{od} = \frac{1,62x}{3,1 \times 0,88}, m^3 \quad (2)$$

Độ co của xi măng khi rắn chắc tính theo công thức :

$$D_{co} = \left(1 - \frac{V_{od}}{V_{oh}} \right) 100\%$$

Thay (1) và (2) vào ta có

$$D_{co} \approx 9,4\%$$

31. Cường độ nén trong thí nghiệm này là :

$$R_n = \frac{P}{F}$$

trong đó : P là tải trọng phá hoại mẫu (N) ; và F là diện tích
 $F = 25cm^2 = 2500mm^2$.

Các cường độ nén là :

$$R_{n1} = \frac{80000}{2500} = 32N/mm^2 ; R_{n2} = \frac{78800}{2500} = 31,5 N/mm^2.$$

Tương tự có $R_{n3} = 32,8 N/mm^2 ; R_{n4} = 32,4 N/mm^2 ;$

$$R_{n5} = 32N/mm^2 \text{ và } R_{n6} = 31,6 N/mm^2.$$

Vậy theo TCVN 2682 - 92 xi măng đạt mức PC-30.

Chương 4

BÊ TÔNG XI MĂNG VÀ CÁC SẢN PHẨM BÊ TÔNG XI MĂNG

4.1. Lí thuyết chung

Bê tông xi măng có nhiều loại : loại đặc biệt nặng (có $\rho_v > 2500 \text{ kg/m}^3$), loại nặng ($\rho_v = 2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$) loại tương đối nặng ($\rho_v = 1800 - 2200 \text{ kg/m}^3$), loại nhẹ ($\rho_v = 500 - 1800 \text{ kg/m}^3$) và loại đặc biệt nhẹ ($\rho_v < 500 \text{ kg/m}^3$).

Trong chương này chúng tôi chỉ giới thiệu loại bê tông nặng và tương đối nặng dùng cho các kết cấu chịu lực.

4.1.1. Các chỉ tiêu chất lượng vật liệu chế tạo bê tông

Xi măng dùng cho bê tông phải có mác phù hợp với mác bê tông theo qui định của TCVN - 1964 như sau :

$$\text{Nếu } R_b > 300 \text{ thì } R_x = 1,5R_b.$$

$$\text{Nếu } R_b \leq 300 \text{ thì } R_x = (2 \div 3)R_b.$$

Với bê tông mác cao (từ 600 trở lên) chỉ yêu cầu $R_x > R_b$ là đủ.

Lượng dùng xi măng (kg) cho 1m^3 bê tông phải lớn hơn lượng xi măng tối thiểu cho phép $[X_{\min}]$. Quy phạm Nhà nước quy định lượng $[X_{\min}]$ như sau (bảng 4-1).

Bảng 4-1

Điều kiện làm việc của kết cấu	Phương pháp đầm chặt	
	Thủ công	Cơ giới
- Công trình tiếp xúc với nước	265	240
- Công trình chịu ảnh hưởng mưa gió	250	220
- Công trình có mái che	220	200

Các chỉ tiêu đánh giá độ thô mịn của cát dùng cho bê tông gồm :

- Mô đun độ lớn :

$$M_{dl} = \frac{A_{2.5} + A_{1.25} + A_{0.63} + A_{0.315} + A_{0.14}}{100}$$

- Đường kính trung bình (mm) :

$$D_{tb} = 0,5 \sqrt{\frac{a_{2.5} + a_{1.25} + a_{0.63} + a_{0.315} + a_{0.14}}{11a_{2.5} + 1,37a_{1.25} + 1,171a_{0.63} + 0,02a_{0.315} + 0,0024a_{0.14}}}$$

- Tỷ diện tích :

$$S = \frac{6}{\rho D_{td}} \quad , \text{ cm}^2/\text{gam}$$

- Lượng nước yêu cầu :

$$N_{yc} = \frac{N}{X} - \frac{N_{tc}}{X}$$

Cấp phối liên tục tiêu chuẩn của cát cho ở bảng 4-2.

Bảng 4-2

d_i , mm	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
A_i , %	0	0÷20	15÷45	35÷70	70÷90	90÷100

Cấp phối liên tục tiêu chuẩn của đá - sỏi cho ở bảng 4-3.

Bảng 4-3

d_i , mm	D_{min}	$\frac{1}{2}(D_{max} + D_{min})$	D_{max}	$1,25 D_{max}$
A_i , %	95 ÷ 100	0 ÷ 70	0 ÷ 5	0

Lượng nước dùng cho bê tông (lit/m³ bê tông) sơ bộ chọn theo bảng 4-4a.

Bảng 4-4a

Độ dẻo yêu cầu		Khi sỏi có D _{max} là				Đá dăm có D _{max} là			
SN. cm	t, s	10	20	40	80	10	20	40	80
9 - 12	< 5	215	200	185	170	230	215	200	185
6 - 8	5 ÷ 10	205	190	175	160	220	205	190	175
3 - 5	10 ÷ 15	195	180	165	150	210	195	180	165
1 - 2	15 ÷ 30	185	170	155	140	200	185	170	155
-	30 ÷ 50	165	160	150	-	175	170	160	-
-	50 ÷ 80	155	150	140	-	165	160	150	-
-	80 ÷ 120	145	140	135	-	160	155	140	-
-	120 ÷ 200	135	130	128	-	150	145	135	-

Ghi chú : - Bảng này tra với cát có N_{yc} = 7%. Khi cát có N_{yc} tăng giảm 1% thì lượng nước tăng giảm 5 l.

- Nếu xi măng có phụ gia vô cơ hoạt tính (puzolan - xỉ quặng) lượng nước tăng 15 ÷ 20 l.
- Khi lượng xi măng dùng tới 450+500 kg/m³ bê tông thì cứ mỗi 100kg xi măng cộng thêm 10 l nước.

Lượng nước sơ bộ (lit/m³ bê tông) cho bê tông xi măng mặt đường cho ở bảng 4-4b.

Bảng 4-4b

Loại cốt liệu cho bê tông mặt đường	Lượng nước
- Đá dăm granit	155
- Đá dăm vôi canxit	165
- Sỏi quartz	145
- Dăm granit và cát hạt nhỏ	165
- Dăm vôi canxit và cát nghiền	180

Theo quy phạm nhà nước, tỉ lệ $\frac{N}{X}$ trong bê tông không được vượt quá giá trị cho trong bảng 4-5 sau đây.

Bảng 4-5

Tính chất môi trường	Bê tông cốt thép	Bê tông thường
Kết cấu có mái che	0,75	-
Kết cấu chịu mưa gió	0,65	-
Kết cấu ngập nước	0,65	0,75
Kết cấu bị ăn mòn mạnh	0,50	0,65
Bê tông đổ trong nước	-	0,50

4.1.2. Đặc tính kĩ thuật của bê tông

Độ dẻo của hỗn hợp bê tông được chọn theo bảng 4-6.

Bảng 4-6

Loại kết cấu	Phương pháp thi công		
	Cơ giới		Thủ công
	SN, cm	t. s	SN, cm
Bê tông nền móng công trình	1 ÷ 2	25 ÷ 35	2 ÷ 3
Bê tông khối lớn ít hay không cốt thép	2 ÷ 4	15 ÷ 25	3 ÷ 6
Bàn, dầm, cột, lanh tô, ô văng, ...	4 ÷ 6	12 ÷ 15	6 ÷ 8
Bê tông có hàm lượng cốt thép trung bình	6 ÷ 8	10 ÷ 12	8 ÷ 12
Bê tông có hàm lượng cốt thép dày	8 ÷ 12	5 ÷ 10	12 ÷ 15
Bê tông đổ trong nước	12 ÷ 18	< 5	-
Bê tông xi măng mặt đường	1 ÷ 4	25 ÷ 35	2 ÷ 6

Ghi chú : Hàm lượng cốt thép trung bình $\frac{F_a}{F_b} \leq 1\%$.

Hàm lượng cốt thép dày $\frac{F_a}{F_b} > 1\%$.

Loại hỗn hợp bê tông mới trộn được phân loại như sau (bảng 4-7).

Bảng 4-7

Loại hỗn hợp bê tông	Chỉ tiêu độ dẻo		Tỉ lệ $\frac{N}{X}$
	SN, cm	t, s	
- Bê tông đặc biệt cứng	0	180 ÷ 700	< 0,3
- Bê tông cứng	0	50 ÷ 180	0,3 ÷ 0,4
- Bê tông ít dẻo	1 ÷ 3	30 ÷ 50	0,4 ÷ 0,5
- Bê tông dẻo	3 ÷ 18	5 ÷ 30	0,5 ÷ 0,8
- Bê tông nhão	> 18	< 5	> 0,8

Công thức về độ chịu lực nén của bê tông được sử dụng phổ biến nhất là công thức Bolomey - Skramtaev :

$$R_b^{28} = AR_x \left(\frac{X}{N} \pm 0,5 \right)$$

Dấu(+) dùng cho bê tông cứng và đặc biệt cứng.

Dấu(-) dùng cho bê tông ít dẻo, dẻo và nhão.

Giá trị của hệ số A tra theo bảng 4-8.

Bảng 4-8

Chất lượng vật liệu dùng chế tạo bê tông	Khi $\frac{N}{X} < 0,4$		Khi $\frac{N}{X} \geq 0,4$	
	$R_{X}^{\#}$ cứng	$R_{X}^{\#}$ mềm	$R_{X}^{\#}$ cứng	$R_{X}^{\#}$ mềm
Cao	0.33	0.43	0.50	0.65
Trung bình	0.30	0.40	0.45	0.60
Thấp	0.27	0.37	0.40	0.55

Cường độ bê tông phát triển theo thời gian tuân theo quy luật logarit và được thể hiện bằng biểu thức :

$$\frac{R_m}{R_n} = \frac{\lg m}{\lg n}$$

Với m, n có giá trị trong khoảng 3 ÷ 90 ngày.

4.1.3. Thiết kế thành phần bê tông

Phương pháp thể tích tuyệt đối (tính toán kết hợp với thực nghiệm) được thực hiện theo hai nguyên lý sau :

Nguyên lý 1 :

$$V_{ax} + V_{an} + V_{ac} = V_{ad} = V_{ob}$$

Nếu viết cho $1m^3$ hỗn hợp bê tông mới trộn thì có dạng :

$$\frac{X}{\rho_x} + \frac{N}{\rho_n} + \frac{C}{\rho_c} + \frac{D}{\rho_d} = 1000l$$

Nguyên lý 2 :

$$V_{ax} + V_{an} + V_{ac} = V_{rd} \cdot \alpha, \text{ hoặc :}$$

$$\frac{X}{\rho_x} + \frac{N}{\rho_n} + \frac{C}{\rho_c} = \frac{D}{\rho_{vd}} \cdot r_d \cdot \alpha.$$

Hệ số α (xác định theo Phụ lục 4-2) gọi là hệ số bọc hay hệ số dư vữa và dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo với cát có $N_{yc} = 7$. Nếu cát có N_{yc} thay đổi $\pm 1\%$ thì giá trị α thay đổi tương ứng là $\mp 0,03$. Với hỗn hợp bê tông cứng, lấy $\alpha = 1,05 \div 1,15$.

Lượng dùng xi măng X. kg/m ³ bê tông	Loại cốt liệu thô	
	Đầm	Sỏi
250	1.3	1.34
300	1.36	1.42
350	1.42	1.48
400	1.47	1.52

Tại hiện trường thi công, khi cát đá ẩm thì lượng dùng vật liệu thực tế được tính lại như sau :

$$X_1 = X$$

$$C_1 = C(1 + W_c)$$

$$D_1 = D(1 + W_d)$$

$$N_1 = N - (CW_c + DW_d)$$

Lượng dùng vật liệu cho một mẻ trộn của máy có dung tích V_m tính theo công thức :

$$X_{mt} = \frac{X_1 \cdot V_m}{1000} \beta, \quad C_{mt} = \frac{C_1 \cdot V_m}{1000} \beta.$$

$$N_{mt} = \frac{N_1 \cdot V_m}{1000} \beta, \quad D_{mt} = \frac{D_1 \cdot V_m}{1000} \beta.$$

Hệ số sản lượng β luôn được xác định bằng thực nghiệm ; nó cho biết mức độ hao hụt thể tích trong quá trình nhào trộn và đầm chắc bê tông.

$$\beta = \frac{V_{ob} \text{ thực tế}}{\sum V_o \text{ vật liệu}}$$

$$\text{hay } \beta = \frac{V_{ob} \text{ thực tế}}{V_{ox} + V_{oc} + V_{od}} = \frac{X_1 + N_1 + C_1 + D_1}{\frac{X_1}{\rho_{vx}} + \frac{C_1}{\rho_{vc}} + \frac{D_1}{\rho_{vd}}}$$

ρ_{vb} thực tế được xác định khi đúc mẫu thử cường độ bê tông :

$$\rho_{vb} \text{ thực tế} = \frac{m_b + m_{\text{khuôn}} - m_{\text{khuôn}}}{V_{\text{O khuôn}}}$$

Phương pháp "Dreux - Gorisse" bao gồm các bước sau :

Các bước tính toán sơ bộ :

+ Xác định đường kính lớn nhất của cốt liệu D_{\max} (bảng 4-10).

Bảng 4-10

Đặc tính của kết cấu bê tông	D_{\max}	
	hạt tròn	hạt nghiền
c - khoảng cách nằm ngang của cốt thép	≤ 0,8C	≤ 0,7C
h - khoảng cách đứng của cốt thép	≤ h	≤ 0,9h
r - bán kính trung bình của mắt cốt thép	≤ 1,4r	≤ 1,3r
h_m - chiều dài tối thiểu của kết cấu	≤ $\frac{h_m}{5}$	

D_{\max} phải phù hợp với chiều dày của lớp bảo vệ C (bảng 4-11).

Bảng 4-11

Đặc tính của môi trường	C_{\min}	D_{\max}
Xâm thực mạnh	4cm	≤ 0,8C
Xâm thực trung bình	2cm	≤ 1,25C
Xâm thực yếu	1cm	≤ 2C

+ Xác định lượng dùng xi măng (hình 4-1) :

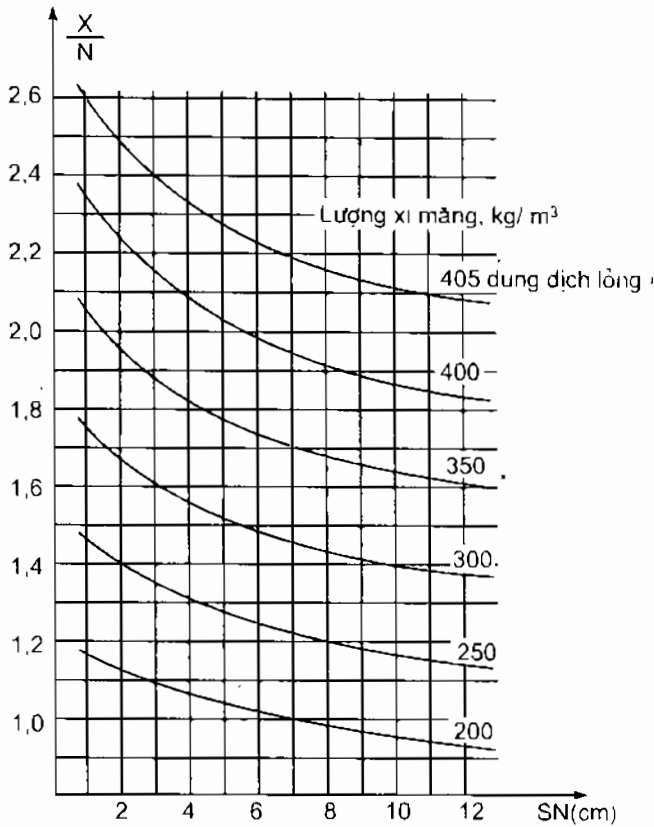
Trong đó : SN (cm) - độ lưu động của hỗn hợp bê tông (cho trước) ; $\frac{X}{N}$ được tính theo công thức :

$$\frac{X}{N} = \frac{R'_{28}}{AR_x} + 0,5$$

R'_{28} - cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi 28 ngày, kG/cm^2 ;

R_x - cường độ chịu nén của xi măng ở tuổi 28 ngày, kG/cm^2 ;

X - lượng xi măng, kg/m^3 ; N - lượng nước, l/m^3 ;
 A - hệ số chất lượng cốt liệu (tra theo bảng 4-12).



Hình 4-1. Sự phụ thuộc của lượng xi măng vào $\frac{X}{N}$ và SN

Bảng 4-12

Chất lượng của cốt liệu	D_{\max}		
	Nhỏ $D_{\max} \leq 16\text{mm}$	Trung bình $25 \leq D_{\max} \leq 40\text{mm}$	Lớn $D_{\max} \geq 63\text{mm}$
Rất tốt	0,55	0,60	0,65
Tốt	0,45	0,50	0,55
Trung bình	0,35	0,40	0,45

Ghi chú : Lượng xi măng tìm được phải không được nhỏ hơn lượng xi măng tối thiểu dưới đây :

$$X_{\min} = \frac{250 + B}{\sqrt[5]{D}}$$

trong đó : B - mac của bê tông, kg/cm^2 ;

D - đường kính lớn nhất của cốt liệu, $\sqrt[5]{D}$ được tra theo bảng 4-13.

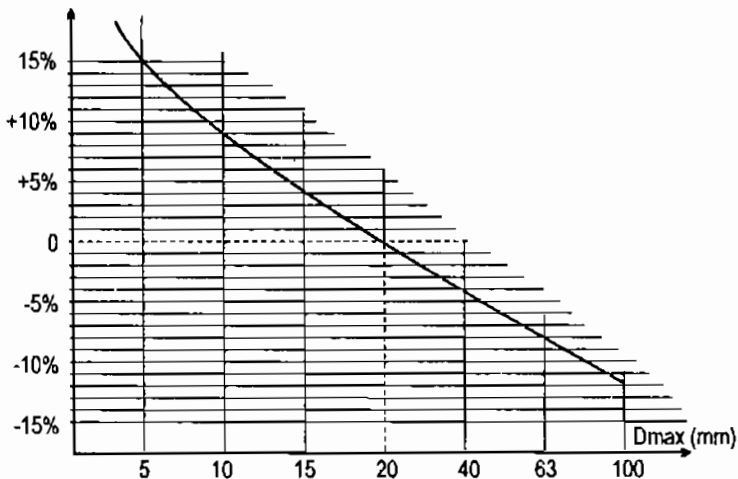
Bảng 4-13

D_{\max} (mm)	6	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
$\sqrt[5]{D}$	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,74	1,82	1,90	2,00	2,09	2,19	2,29	2,40	2,51

+ *Xác định lượng nước* :

$$N = X \cdot \left(\frac{N}{X} \right), \text{kg/m}^3$$

Ghi chú : Lượng nước tìm được ứng với $D_{\max} = 25\text{mm}$. Nếu $D_{\max} \neq 25$ thì lượng nước cần được hiệu chỉnh bằng giá trị tìm được trên hình 4-2.



Hình 4-2. Biểu đồ xác định lượng nước điều chỉnh.

Lượng nước tìm được cần phải giảm bớt một lượng tùy theo trạng thái ẩm của cốt liệu (bảng 4-14).

Bảng 4-14

Trạng thái ẩm của cốt liệu	Lượng nước cần giảm, l/m ³			
	cát 0/5	sỏi 5/12.5	sỏi 5/20	sỏi 20/40
Khô	0 - 20	không đáng kể	không đáng kể	không đáng kể
Ấm	40 - 60	20 - 40	10 - 30	10 - 20
Rất ẩm	80 - 100	40 - 60	30 - 50	20 - 40
Bão hòa	120 - 140	60 - 80	50 - 70	40 - 60

+ Xác định đường cong cấp phối hạt :

Đường cong cấp phối chuẩn (hình 4-3) được xây dựng trên cơ sở loại cốt liệu thực tế, có $D_{max} = 20\text{mm}$. Đường cấp phối chuẩn được xác định bởi 3 điểm OAB. Điểm O có tọa độ {0,080 ; 0}. Điểm B có tọa độ { D_{max} ; 100}. Còn điểm A có :

Hoành độ : nếu $D_{max} \leq 20$ thì hoành độ là D_{max} . Nếu $D_{max} > 20$ thì là điểm giữa của vùng sỏi giới hạn bởi môđun 38 (tương ứng với cỡ sàng 5mm) và môđun tương ứng với D_{max} của sỏi đó.

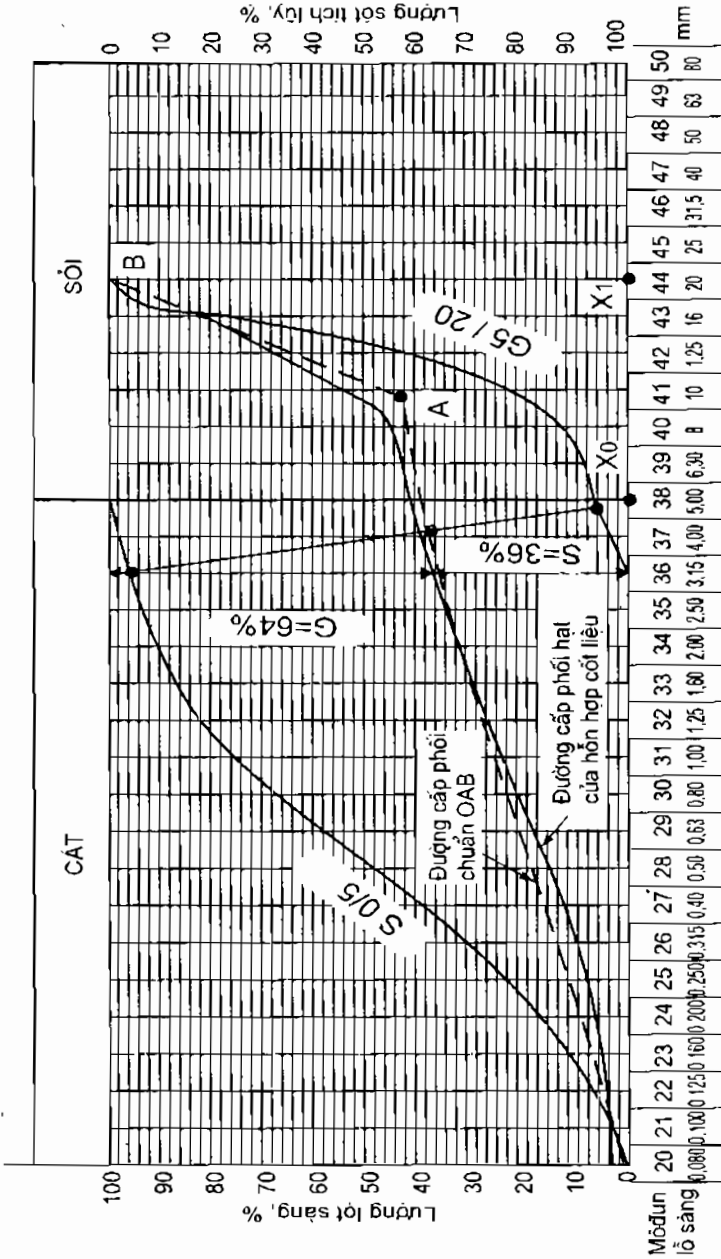
$$\text{Tung độ : } Y = 50 - \sqrt{D_{max}} + K.$$

trong đó : K - hệ số được tra theo bảng 4-15.

Bảng 4-15

Độ lèn chặt		Yếu		Trung bình		Mạnh	
		Hạt tròn	Cát nghiêng	Hạt tròn	Cát nghiêng	Hạt tròn	Cát nghiêng
Lượng xi măng, kg/m ³ bê tông	400 + phụ gia	-2	0	-4	-2	-6	-4
	400	0	+2	-2	0	-4	-2
	350	+2	+4	0	+2	-2	0
	300	-4	+6	+2	+4	0	+2
	250	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	200	+8	+10	+6	+8	+4	+6

- Ghi chú :**
- Giá trị trong bảng ứng với cát có $M_d = 2,5$. Nếu $M_d \neq 2,5$ thì phải cộng thêm hệ số điều chỉnh : $K_s = 6M_d - 15$.
 - Giá trị trong bảng ứng với hỗn hợp bê tông dẻo bình thường. Nếu hỗn hợp bê tông dùng để bơm thì K_s phải tăng thêm một giá trị $K_p = 5 \div 10$.



Hình 4-3. Phân tích thành phần hạt.
Đường cấp phối hạt của hỗn hợp cốt liệu có $D_{max} = 20\text{mm}$.

+ *Xác định hệ số lèn chặt γ :*

Hệ số lèn chặt γ là tỷ số thể tích tuyệt đối của vật rắn (xi măng và cốt liệu) trong $1m^3$ bê tông. Giá trị γ được lựa chọn theo bảng 4-16.

Bảng 4-16

Loại hỗn hợp bê tông	Phương thức lèn ép	γ						
		$D_{max} = 5$	= 10	= 12,5	= 20	= 31,5	= 50	= 100
Chảy	Chọc	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	Chấn động yếu	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	Chấn động bình thường	0,760	0,790	0,805	0,820	0,820	0,825	0,830
Đeo	Chọc	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	Chấn động yếu	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	Chấn động bình thường	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	Chấn động mạnh	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Cứng	Chấn động yếu	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Chấn động bình thường	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	Chấn động mạnh	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

Ghi chú : Giá trị γ trong bảng ứng với cốt liệu hạt tròn, các trường hợp khác phải trừ đi một lượng từ 0,01 đến 0,03.

+ *Xác định hàm lượng cốt liệu :*

Nổi điểm 95% lọt sàng của đường cong cát với điểm 5% lọt sàng của đường cong sỏi. Tung độ giao điểm của đường nổi với đường cấp phối chuẩn sẽ là tỷ lệ % về thể tích tuyệt đối của từng loại cốt liệu $m_1, m_2 \dots m_n$ trong hỗn hợp vật liệu rắn.

Thể tích tuyệt đối của xi măng

$$x = \frac{X}{\rho_x}$$

Thể tích tuyệt đối của cốt liệu

$$V_{cl} = 1000\gamma - x$$

Thể tích tuyệt đối của từng loại cốt liệu

$$V_{cl1} = m_1 \cdot V_{cl}$$

$$V_{cl2} = m_2 \cdot V_{cl}$$

$$V_{cln} = m_n \cdot V_{cl}$$

và khối lượng tương ứng của chúng :

$$P_1 = V_{cl1} \cdot \rho_1$$

$$P_2 = V_{cl2} \cdot \rho_2$$

$$P_n = V_{cln} \cdot \rho_n$$

Bước điều chỉnh thành phần bê tông : tương tự như phương pháp Bolomey - Shramtaev.

4.2. Đề bài

4.2.1. Cốt liệu cho bê tông xi măng

1. Hãy thiết lập công thức xác định mô đun độ lớn M_{dl} của cát theo lượng sót riêng biệt a_i của bộ sàng tiêu chuẩn và qua đó nhận xét về ý nghĩa của mô đun độ lớn.

2. Hãy xác định độ rỗng của cốt liệu và so sánh hiệu quả khi làm thay đổi cách sắp xếp của các hạt cốt liệu (giả thiết tất cả là hình cầu đường kính đồng nhất) theo mô hình (a) và (b) dưới đây (hình 4-4). Hãy chứng minh rằng độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu của một cấp hạt thì không phụ thuộc vào giá trị đường kính hạt mà chỉ phụ thuộc vào cách sắp xếp các hạt sau khi đầm chặt.



Hình 4-4

3. Hãy xác định độ rỗng và so sánh các giá trị xác định được đó đối với hai loại hỗn hợp cốt liệu với 2 cấp hạt mà cách sắp xếp các hạt sau khi đầm chặt thể hiện ở các mô hình dưới đây (hình 4-5).



Hình 4-5

4. Hãy xác định độ rỗng và so sánh các giá trị đã xác định được ấy khi xét 1 cấp phối gián đoạn ($d_i \gg d_{i+1}$) với số cấp hạt lần lượt là 1 cấp, 2 cấp, 3 cấp, 4 cấp; giả thiết rằng tất cả các cấp hạt sau khi đầm chặt đều sắp xếp theo mô hình (a) của bài tập 2 và các hạt đều là hình cầu.

5. Bảng 4-17 dưới đây đưa ra kết quả sàng phân tích hạt của ba loại cát (mỗi loại 1000 gam cát khô), khối lượng riêng và khối lượng thể tích của chúng. Hãy cho biết đặc trưng của ba loại cát này về độ rỗng, môđun độ lớn, tỉ diện tích và đường kính trung bình.

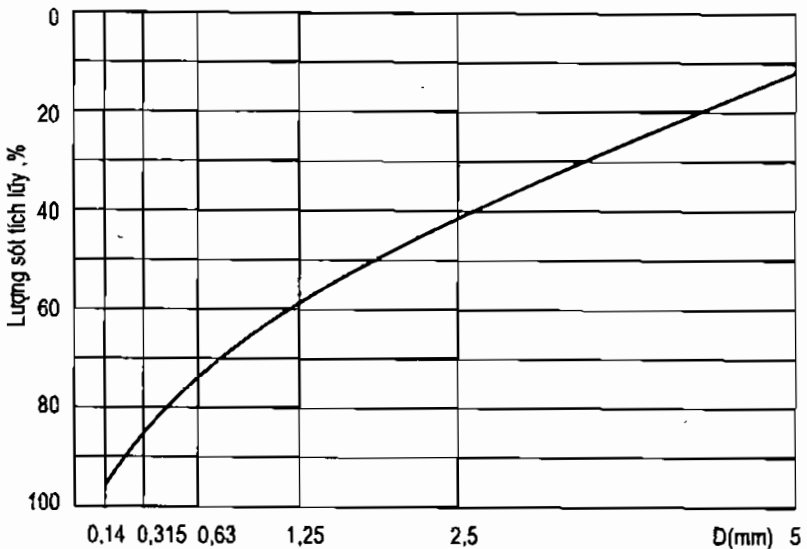
Bảng 4-17

Loại cát	ρ_v , kg/m ³	ρ , kg/m ³	Lượng sót riêng biệt (gam) trên sàng					
			5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
1	1620	2570	0	54	146	220	440	120
2	1580	2550	90	55	155	420	150	80
3	1650	2600	0	23	35	100	330	300

6. Hãy kiểm tra thành phần hạt của hai loại cát dựa vào kết quả sàng phân tích 1000g cát khô mỗi loại cho ở bảng 4-18 dưới đây, căn cứ vào quy định của quy phạm nhà nước TCVN 1770 - 86 đối với cấp phối liên tục của cát dùng chế tạo bê tông nặng.

Loại cát	Lượng sót riêng biệt (gam) trên sàng					
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
1	0	160	240	320	210	60
2	93	137	421	219	100	20

7. Nhà máy bê tông X nhận được loại cát có đồ thị biểu diễn thành phần hạt như hình 4-6 dưới đây. Hãy tính lượng sót riêng biệt a_i của mỗi cỡ sàng tiêu chuẩn và kiểm tra thành phần hạt của cát này theo tiêu chuẩn cấp phối liên tục. Hãy dùng phương pháp điều chỉnh cục bộ nếu cần để đưa thành phần hạt của cát về hợp với quy phạm nhà nước.



Hình 4-6

8. Công trường Z nhận được hai loại cát có thành phần hạt cho ở bảng 4-19. Với mỗi loại cát hãy xác định lượng sót riêng biệt trên mỗi cỡ sàng tiêu chuẩn, kiểm tra thành phần

hạt theo yêu cầu của cấp phối liên tục tiêu chuẩn và điều chỉnh theo yêu cầu đó nếu cần để có loại cát dùng được cho bê tông.

Bảng 4-19

Loại cát	Lượng sót tích lũy (%) trên sàng					
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
1	0	16	40	70	88	97
2	9	37	70	86	100	-

9. Người ta sàng phân tích 3000 gam mỗi loại đá dăm khô và thu được kết quả sàng như bảng 4-20. Hãy kiểm tra thành phần hạt của chúng theo yêu cầu của cấp phối liên tục tiêu chuẩn cho cốt liệu bê tông.

Bảng 4-20

Loại đá	Lượng sót riêng biệt (gam) trên sàng					
	150	80	40	20	10	5
1	30	270	900	1410	310	80
2	0	0	120	630	1260	630
3	0	240	690	720	930	390

10. Hãy đánh giá thành phần hạt của hai loại sỏi có kết quả sàng phân tích hạt mỗi loại 3000 gam sỏi khô cho ở bảng 4-21. Hai loại sỏi này có dùng chế tạo bê tông xi măng chịu lực được không ?

Bảng 4-21

Loại sỏi	Lượng sót riêng biệt (gam) trên sàng					
	150	80	40	20	10	5
1	0	120	900	1350	540	60
2	0	90	630	1380	720	150

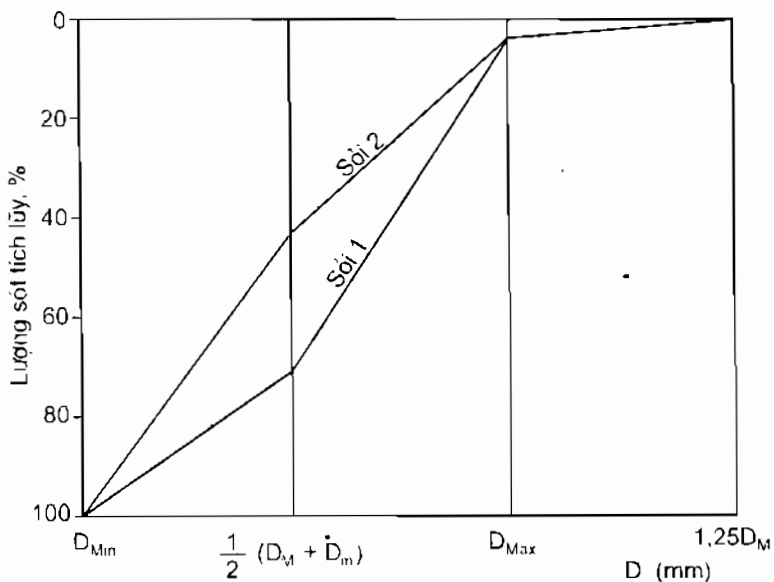
11. Để sản xuất các tấm panen có chiều dày 40mm, nhà máy bê tông Thịnh Liệt (Hà Nội) nhận được các loại sỏi có đường biểu diễn thành phần hạt như hình 4-7 dưới đây. Hãy xác định lượng sót riêng biệt a_i (%) trên các cỡ sàng tiêu chuẩn.

Hãy kiểm tra xem hai loại sỏi trên đây có dùng sản xuất panen được không. Bê tông cho panen loại này yêu cầu mác 200. Hai loại sỏi có các thông số kỹ thuật :

$$D_{\max 1} = 40\text{mm}, D_{\min 1} = 5\text{mm}, \text{mác } D_p - 1 = 8$$

$$D_{\max 2} = 20\text{mm}, D_{\min 2} = 5\text{mm}, \text{mác } D_p - 2 = 4$$

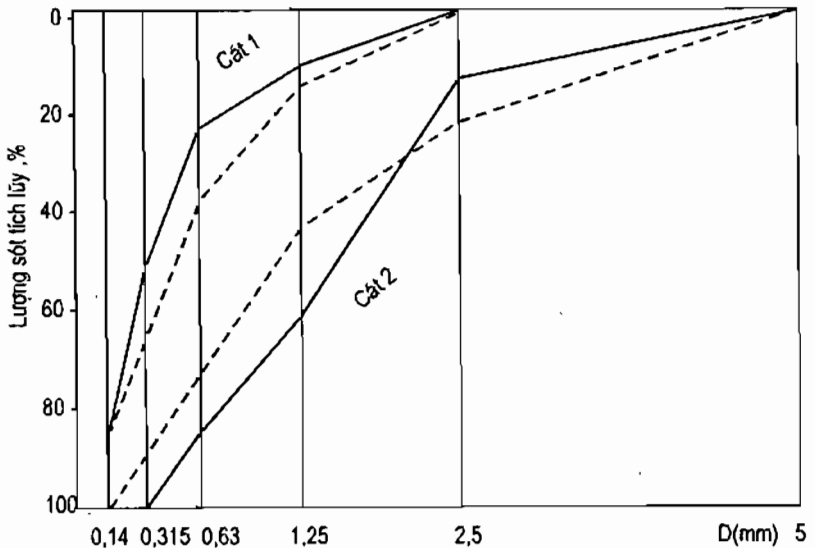
Lượng tạp chất không đáng kể. Lượng hạt yếu ít.



Hình 4-7

12. Từ kết quả của bài tập 10 hãy dùng phương pháp điều chỉnh cục bộ cái tạo thành phần hạt của cả hai loại sỏi để chúng dùng được cho bê tông sản xuất panen mác 200. Vẽ lại biểu đồ cấp phối hạt của chúng sau khi điều chỉnh.

13. Theo kết quả của việc sàng phân tích, người ta vẽ được đồ thị thành phần hạt của hai loại cát như hình 4-8. Bằng cách phối hợp hai loại cát ấy với nhau theo phương pháp tọa độ chữ nhật, hãy tính xem nếu cần có 100 tấn cát để chế tạo bê tông thì bao nhiêu tấn là cát 1 và bao nhiêu tấn là cát 2? Hãy vẽ đồ thị thành phần hạt của loại cát mới.



Hình 4-8

4.2.2. Thiết kế thành phần bê tông xi măng

14. Hãy thiết kế sơ bộ thành phần một loại bê tông nặng mác 300 dùng cho kết cấu khối lớn không có cốt thép, công trình không tiếp xúc với nước ngầm. Vật liệu sử dụng có những đặc trưng kĩ thuật như sau :

- Xi măng poóc-lăng P500 (cứng) ; $\rho_x = 3100 \text{ kg/m}^3$.
- Cát có $N_{yc} = 7,8\%$, chất lượng trung bình, thành phần hạt và hàm lượng tạp chất hợp quy phạm ; $\rho_c = 2600 \text{ kg/m}^3$.
- Đá dăm granit $R_n = 1300 \text{ kg/cm}^2$, $D_{\max} = 40 \text{ mm}$, $\rho_{vd} = 1500 \text{ kg/m}^3$; $r_d = 40\%$; cấp phối hợp quy phạm, tạp chất không đáng kể.

Bê tông thi công cơ giới. Điều kiện khí hậu tốt.

15. Hãy thiết kế sơ bộ thành phần một loại bê tông nặng mác 200 dùng cho kết cấu móng nhà công nghiệp chịu tác dụng

của nước ngầm có tính ăn mòn mạnh, hàm lượng cốt thép > 1%.
Công trình thi công bằng cơ giới và dùng các loại vật liệu sau :

- Xi măng poóc-lăng puzôlan PP400 (cứng) ; $\rho_x = 2900\text{kg/m}^3$.
- Đá dăm từ đá vôi canxít $R_n = 800 \text{ kG/cm}^2$, $\rho_d = 2600\text{kg/m}^3$,
 $\rho_{vd} = 1600\text{kg/m}^3$, $D_{\max} = 40\text{mm}$. Đá sạch, cấp phối hợp quy phạm.

- Cát vàng $N_{yc} = 7\%$, $\rho_c = 2650 \text{ kg/m}^3$. Tạp chất ít, cấp phối hợp quy phạm.

- Nước máy thành phố đã xử lí làm sạch.

16. Thiết kế sơ bộ thành phần một loại bê tông nặng chịu lực theo các tài liệu sau đây :

- Mác bê tông thiết kế 150. Công trình cốt thép dây, bước cốt thép 100mm, lớp bảo vệ 40mm. Công trình tiếp xúc với nước có hàm lượng muối sunfat cao. Chiều dày nhỏ nhất của công trình là 200mm.

- Kết cấu đổ toàn khối, thi công cơ giới. Vật liệu sử dụng gồm :

- Xi măng poóc-lăng puzolan PP 300 (mềm), $\rho_x = 2900\text{kg/m}^3$.

- Cát vàng : $N_{yc} = 6\%$, cấp phối tốt, tạp chất ít, $\rho_c = 2600\text{kg/m}^3$.

- Sỏi thạch anh mác Dp - 8, $D_{\max} = 40\text{mm}$, đá rửa sạch, $\rho_{vd} = 1600 \text{ kg/m}^3$, r = 37%, cấp phối tốt.

- Nước đã được xử lí sạch.

17. Thiết kế thành phần sơ bộ một loại bê tông nặng theo các tài liệu sau :

- Mác bê tông thiết kế 200, dùng cho móng nhà công nghiệp khối lớn; ít cốt thép, chịu tác dụng của nước ngầm vùng ven biển.

- Công trình toàn khối, thi công cơ giới.

- Vật liệu sử dụng :

- Xi măng poóc-lăng P400 (cứng), $\rho_x = 3100\text{kg/m}^3$. Cát vàng $N_{yc} = 7,2\%$; tạp chất : mica 0,2%, sét 4%, sunfat 0,3% ; cấp phối hạt hợp quy phạm ; $\rho_c = 2600\text{kg/m}^3$.

- Sỏi bazan phong hóa mác $D_p - 12$, đã được rửa sạch, cấp phối hợp quy phạm $\rho_{vd} = 1600 \text{ kg/m}^3$, $\rho_d = 2700 \text{ kg/m}^3$; $D_{max} = 40 \text{ mm}$.

18. Hãy tính toán sơ bộ lượng vật liệu cần cung ứng để sản xuất 1000 tấn panen sàn nhà dân dụng theo các tài liệu sau đây :

- Panen hộp ; $h = 30 \text{ cm}$; $a \times b = 80 \times 600 \text{ cm}^2$, ba lỗ rỗng tròn $d = 1600 \text{ mm}$. Cốt chịu lực $4 \phi 16$, cốt cấu tạo $4 \phi 12$, cốt đai $\phi 6$ bước cốt 300 mm . Tạo hình trên bàn rung trong nhà máy. Dưỡng hộ nhân tạo.

- Vật liệu sử dụng :

Thép CT3. Mác bê tông thiết kế 200.

Xi măng poóc-lăng P500 (cứng), $\rho_x = 3100 \text{ kg/m}^3$.

Cát vàng : $N_{yc} = 8\%$, chất lượng trung bình hợp quy phạm, $\rho_c = 2600 \text{ kg/m}^3$.

Đá dăm granít : $R_n = 1000 \text{ kG/cm}^2$, cấp phối tốt, đã rửa sạch, $D_{max} = 20 \text{ mm}$, $\rho_{vd} = 1550 \text{ kg/m}^3$, $r_d = 40\%$.

Nước máy sinh hoạt.

19. Tính toán dự trữ sơ bộ lượng vật liệu để thi công 2000 m^3 bê tông móng đập tràn cho công trình thủy điện Ialy (Tây Nguyên) theo các tài liệu sau đây :

- Bê tông khối lớn không có cốt thép ; mác bê tông 250.

- Nước môi trường không chứa muối ăn mòn.

- Xi măng poóc-lăng puzôlan PP400 (cứng), $\rho_x = 2850 \text{ kg/m}^3$.

- Cát vàng : $N_{yc} = 6\%$, $\rho_c = 2600 \text{ kg/m}^3$, sạch, cấp phối tốt.

- Đá bazan nghiền : $R_d = 3000 \text{ kG/cm}^2$, $D_{max} = 80 \text{ mm}$, cấp phối hợp quy phạm, $\rho_{vd} = 1600 \text{ kg/m}^3$, $r_d = 40\%$.

- Nước sông sạch, không lẫn tạp chất.

- Thi công cơ giới. Thời tiết thuận lợi.

20. Một loại bê tông nặng mác 200 dùng cho kết cấu bê tông cốt thép có hàm lượng cốt thép $1,2\%$ tiếp xúc với nước

thải công nghiệp. Thi công bằng cơ giới ; lớp bảo vệ kết cấu dầy 4cm. Cốt liệu là đá dăm, cát vàng chất lượng cao. Mác xi măng theo thiết kế ban đầu là P400 (mém). Do thay đổi kế hoạch xây dựng, cường độ khai thác của bê tông được tính ở tuổi 70 ngày, hỏi khi đó có thể tiết kiệm được bao nhiêu xi măng cho toàn bộ công trình 5000m^3 bê tông móng cầu này ? Được biết bê tông thi công bằng phương pháp đổ trong nước.

21. Hãy xác định lượng dùng vật liệu sơ bộ cho mỗi mét khối bê tông dùng đúc cấu kiện bê tông cốt thép có bố trí cốt thép dầy.

Bê tông vật liệu chất lượng cao : đá dăm $R_n = 1600 \text{ daN/cm}^2$, $D_{\text{max}} = 40\text{mm}$, $\rho_{\text{vd}} = 1600\text{kg/m}^3$, $\rho_{\text{đ}} = 2600\text{kg/m}^3$; cát vàng $N_{\text{yc}} = 7,2\%$, $\rho_{\text{c}} = 2600 \text{ kg/m}^3$. Cấp phối cốt liệu hợp quy phạm. Xi măng poócăng P400 (mém) có $\rho_{\text{x}} = 3100\text{kg/m}^3$.

Sau bảy ngày đêm bảo dưỡng tiêu chuẩn, yêu cầu bê tông đạt được cường độ nén 150daN/cm^2 để đảm bảo dụng lắp công trình.

22. Một loại bê tông nặng sau khi tính toán sơ bộ có lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông là : X = 320kg/m^3 bê tông, N = 195 l, C = 580kg, Đ = 1150kg. Sau khi kiểm tra độ dẻo bằng thí nghiệm hình nón cụt tiêu chuẩn, kĩ thuật viên phải tăng 12% lượng dùng nước và 12% lượng dùng xi măng mới đạt SN_{yc} . Hãy tính lượng dùng vật liệu đủ cho thí nghiệm kiểm tra cường độ bê tông. Biết $\rho_{\text{x}} = 3100\text{kg/m}^3$; $\rho_{\text{n}} = 980\text{kg/m}^3$.

23. Một loại bê tông nặng có lượng dùng vật liệu khi thí nghiệm kiểm tra độ dẻo như sau :

$$x = 3,2\text{kg} ; n = 1,9\text{l} ; c = 5,72\text{kg} ; d = 13,5\text{kg}$$

Kĩ thuật viên thí nghiệm quyết định tăng thêm 10% xi măng nữa để đảm bảo an toàn cho mác bê tông thiết kế. Hãy tính lại cấp phối bê tông và cho biết nếu bê tông được sử dụng cho một công trình có dung tích tổng hợp là 100m^3 bê tông thì lượng xi măng sẽ phải tiêu phí thêm là bao nhiêu do quyết định của kĩ thuật viên này ? Cho biết : $\rho_{\text{x}} = 3,1\text{tấn/m}^3$; $\rho_{\text{n}} = 1000\text{kg/m}^3$; $\rho_{\text{c}} = 2,6\text{T/m}^3$; $\rho_{\text{đ}} = 2,5\text{T/m}^3$.

24. Một loại bê tông nặng mác thiết kế 300 có tỉ lệ dùng vật liệu tính sơ bộ là : X : C : Đ = 1 : 2,5 : 3,5 theo khối lượng. Tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,5$. Đá dăm $D_{\max} = 20\text{mm}$. Độ cứng của hỗn hợp mới trộn là 120s. Kết quả nén thí nghiệm 3 mẫu $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ ở tuổi 28 ngày dưỡng hộ tiêu chuẩn thu được giá trị lực phá hoại là : 306kN ; 310kN và 295kN. Bê tông có đạt yêu cầu chịu lực không ? Nếu không thì hãy điều chỉnh lượng dùng xi măng và tính lại lượng dùng vật liệu để đúc lại 3 mẫu thử cường độ tiêu chuẩn. Biết rằng theo kinh nghiệm cứ thay đổi 1% lượng dùng xi măng mà giữ nguyên lượng nước trộn thì có thể thay đổi được 2% cường độ bê tông 28 ngày. Loại xi măng dùng trộn bê tông này có $\rho_x = 3000\text{kg/m}^3$.

4.2.3. Thi công bê tông xi măng

25. Tính toán lượng dùng vật liệu thực tế cho một mẻ trộn của máy trộn bê tông $V_m = 425$ lít, nếu lượng dùng vật liệu khô cho 1m^3 bê tông theo thiết kế là X = 312kg ; N = 182l ; C = 612kg ; Đ = 1296kg. Tại hiện trường vật liệu có độ ẩm $W_c = 2\%$ và $W_d = 0,5\%$. Hệ số sản lượng β theo thí nghiệm xác định được là 0,70.

26. Đội thi công công trường X nhận được cấp phối bê tông theo thiết kế là 1 : x : y = 1 : 2,2 : 3,5. Tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,70$. Tại hiện trường độ ẩm của cát và đá lẫn lượt là 2% và 1%. Hãy tính lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông thực tế tại hiện trường khi các số liệu thực nghiệm xác định được là :

$$\rho_c = 2,5\text{g/cm}^3;$$

$$\rho_d = 2,6\text{g/cm}^3;$$

$$\rho_x = 3,0\text{g/cm}^3;$$

$$\rho_n = 1\text{T/m}^3.$$

27. Hỗn hợp bê tông sau khi đầm chặt có khối lượng thể tích là 2420 kg/m^3 . Tỉ lệ thành phần vật liệu :

1 : x : y = 1 : 2 : 4. Tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,50$. Đá dăm có r = 36% và $\rho_d = 2600\text{kg/m}^3$. Hãy xác định hệ số dư vữa α của bê tông ?

28. Một mét khối hỗn hợp bê tông thực tế sau khi đầm chặt dùng lượng vật liệu như sau : xi măng 300 kg, cát 685kg, đá dăm 1200kg và nước 165l. Khối lượng riêng của chúng như sau $\rho_x = 3,1\text{kg/l}$; $\rho_c = 2,65\text{kg/l}$; $\rho_d = 2,6\text{kg/l}$. Tính hệ số lèn chặt của hỗn hợp bê tông.

$$K_{\text{lên}} = \frac{\rho_v \text{ thực tế}}{\rho_v \text{ tính toán}}$$

29. Xác định thời gian tối ưu để chấn động đầm chặt một hỗn hợp bê tông có độ cứng t = 70s bằng máy đầm rung có tần số dao động 2800 l/phút và biên độ dao động 0,35mm. Nếu thay đổi biên độ dao động của máy thành 0,5mm mà vẫn giữ tần số như cũ thì thời gian chấn động là bao nhiêu ?

30. Theo thiết kế 1m^3 bê tông phải dùng lượng vật liệu như sau : xi măng 300kg, cát 685kg, đá dăm 1200kg và nước 185 lít. Khối lượng riêng của vật liệu là : $\rho_n = 1000\text{kg/m}^3$; $\rho_x = 3100\text{kg/m}^3$; $\rho_c = 2650\text{kg/m}^3$; $\rho_d = 2610\text{kg/m}^3$. Quá trình thi công, do khi đầm chặt không kĩ trong bê tông mới đổ khuôn còn 3% bọt khí chưa thoát ra hết. Hãy tính xem những người thi công công trình 1000m^3 bê tông này đã bớt đi bao nhiêu vật liệu so với dự toán ban đầu ? Khối lượng thể tích của bê tông mới bây giờ là bao nhiêu ?

31. Tính lượng vật tư cần thiết để đổ 4 dầm bê tông kích thước $200 \times 400 \times 3500\text{mm}$ nếu theo thiết kế kĩ thuật cấp phối bê tông là 1 : x : y = 1 : 2,1 : 3,5 : tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,70$; hỗn hợp bê tông sau khi đầm có $\rho_{vb} = 2400 \text{ kg/m}^3$. Độ ẩm của cát và đá xác định được là $W_c = 3\%$ và $W_d = 1\%$.

32. Một loại bê tông nặng theo thiết kế có lượng dùng vật liệu cho 1m^3 hỗn hợp bê tông là : xi măng 300kg, cát 685kg, đá dăm 1200kg và nước 185lít. Vật liệu dùng chế tạo có các chỉ tiêu :

$$\text{nước : } \rho_n = \rho_{vn} = 1,00\text{g/cm}^3$$

$$\text{xi măng : } \rho_{vx} = 1,2\text{g/cm}^3, \quad \rho_x = 3,1\text{g/cm}^3.$$

$$\text{cát : } \rho_{vc} = 1,60\text{g/cm}^3, \quad \rho_c = 2,65\text{g/cm}^3.$$

$$\text{đá : } \rho_{vd} = 1,56\text{g/cm}^3, \quad \rho_d = 2,61\text{g/cm}^3.$$

Khí thi công người ta đúc 3 mẫu để thử cường độ tiêu chuẩn của bê tông và xác định được các số liệu :

$$\sum m_{\text{khuôn}} = 18\text{kg}.$$

$$\sum m_{\text{khuôn+mẫu}} = 72,900\text{kg}.$$

Hãy xác định hệ số sản lượng β của loại bê tông này.

4.2.4. Các tính chất kĩ thuật của bê tông xi măng

33. Có hai loại bê tông nặng có thành phần vật liệu như nhau và bằng $1 : x : y = 1 : 2 : 4$. Riêng tỉ lệ $\frac{N}{X}$ của loại bê tông thứ nhất là 0,70, còn loại thứ hai bằng 0,60. Đặc tính của vật liệu chế tạo bê tông như đã cho ở bài tập 32. Được biết rằng sau khi rắn chắc có 20% lượng nước nhào trộn (theo khối lượng xi măng) tham gia vào phản ứng hydrat của xi măng và tham gia vào cấu trúc gel ở dạng hấp phụ. Hãy xác định ρ_{vb} tiêu chuẩn của cả hai loại đá bê tông trên và cho biết ảnh hưởng của tỉ lệ $\frac{N}{X}$ đến ρ_v và độ rỗng của đá bê tông ?

34. Hãy xác định tỉ lệ $\frac{N}{X}$ của hỗn hợp bê tông dùng đúc một cấu kiện lắp ghép. Biết rằng bê tông dùng cốt liệu chất lượng cao của xi măng poóclăng P600 (cứng) ; sau 3 ngày đêm rắn chắc trong điều kiện thường, cường độ chịu nén của bê tông đạt giá trị $180 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$.

35. Với bê tông nặng dùng cốt liệu chất lượng cao và xi măng poóclăng P500 (cứng) thì cường độ bê tông sẽ bằng bao nhiêu khi tỉ lệ $\frac{N}{X}$ lần lượt bằng 0,30 ; 0,35 ; 0,40 ; 0,45 ; 0,50

và 0,60 ; 0,70. Vẽ đồ thị quan hệ giữa cường độ nén R_b^{28} với tỉ lệ $\frac{N}{X}$ khi $R_x = \text{const}$ và nhận xét ?

36. Bê tông nặng dùng xi măng poóc-lăng có lượng dùng xi măng là 300kg/m^3 bê tông ; độ cứng yêu cầu của hỗn hợp bê tông là 120s ; cốt liệu chất lượng trung bình. Sỏi $D_{\text{max}} = 40\text{mm}$. Cát có $N_{yc} 7\%$. Khi mác xi măng xác định bằng phương pháp mềm (TCVN 140 - 64) lần lượt là 300, 400, 500, 600 thì R_b^{28} tương ứng sẽ là bao nhiêu ? Vẽ đồ thị quan hệ $R_b \sim R_x$ khi $\frac{N}{X} = \text{const}$ và nhận xét ?

37. Với các điều kiện tính toán như bài tập 36 trong trường hợp mác xi măng xác định bằng phương pháp cứng thì quan hệ $R_b \sim R_x$ thay đổi như thế nào ?

38. Theo điều kiện như bài tập 36 và 37 nếu thay xi măng poóc-lăng bằng xi măng poóc-lăng puzôlan thì R_{28} bê tông có thay đổi không khi giữ nguyên lượng dùng xi măng và độ dẻo của hỗn hợp bê tông mới trộn ? Mở rộng lí thuyết để có nhận xét về kết quả của phụ gia vô cơ hoạt tính trong xi măng đối với tính chất kĩ thuật của bê tông ?

39. Một loại bê tông nặng mác 200 chế tạo từ cốt liệu chất lượng cao, độ cứng yêu cầu của hỗn hợp là 200s. Đá dăm $D_{\text{max}} = 40\text{mm}$. Cát có N_{yc} bằng 7,2%. Lượng dùng xi măng ấn định là 300kg mỗi mét khối bê tông. Hỏi xi măng poóc-lăng dùng cho bê tông này phải có mác là bao nhiêu mới đảm bảo chất lượng cho bê tông ?

40. Một loại bê tông nặng mác 150 dùng cốt liệu chất lượng trung bình, độ dẻo yêu cầu là $SN = 4\text{cm}$. Sỏi quac-zít có $D_{\text{max}} = 40\text{mm}$, cát vàng $N_{yc} = 8\%$. Lượng xi măng ấn định sử dụng là 280kg/m^3 bê tông. Nếu dùng xi măng poóc-lăng puzôlan thì mác mềm của xi măng phải là bao nhiêu mới đạt yêu cầu ?

41. Hãy lựa chọn mác xi măng poóc-lăng dùng cho bê tông đúc cấu kiện lắp ghép ở Paligôn. Cốt liệu chất lượng cao. Đá

dầm $D_{\max} = 20\text{mm}$. Cát vàng có N_{yc} là 7%. Độ cứng của hỗn hợp bê tông 200s. Cho phép lượng dùng xi măng là 300kg/m^3 bê tông với điều kiện sau 3 ngày bảo dưỡng bê tông phải đạt cường độ nén là 150kG/cm^2 .

42. Một loại bê tông nặng có tỉ lệ dùng vật liệu theo thiết kế là $1 : 2,2 : 4$; tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,80$. Lượng nước dùng cho mỗi mét khối bê tông là 240l. Bê tông dùng cốt liệu chất lượng trung bình, xi măng poóclăng P400 (cứng). Sau khi đưa máy trộn và máy đầm vào thi công thay cho thủ công, người ta giảm độ dẻo của hỗn hợp bê tông xuống do đó lượng nước trộn giảm đi 15%. Hỏi khi đó nếu không giảm lượng xi măng thì mác bê tông tăng được bao nhiêu phần trăm ? Nếu giữ nguyên mác bê tông thì mỗi mét khối bê tông sẽ tiết kiệm được bao nhiêu xi măng nhờ đưa cơ giới vào thi công ?

43. Một loại bê tông nặng có thành phần cấp phối $1 : x : y = 1 : 2 : 4$ theo khối lượng. Tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,70$. Khối lượng riêng của các vật liệu thành phần xi măng, cát, đá, nước lần lượt bằng 3,1 ; 2,55 ; 2,6 và $0,98\text{T/m}^3$. Sau khi đầm chắc bê tông còn chứa 4% bọt khí. Trong quá trình rắn chắc, bê tông co ngót 1% và có 20% lượng nước (tính theo khối lượng xi măng) tham gia vào cấu trúc đá xi măng trong bê tông. Hãy xác định khối lượng thể tích tiêu chuẩn của đá bê tông, độ đặc, độ rỗng và khối lượng riêng của nó ?

44. Với các điều kiện tính toán bài tập 43 trên đây, khi áp dụng các phương tiện thi công hiện đại hơn, người ta kiến nghị giảm tỉ lệ $\frac{N}{X}$ từ 0,70 xuống còn 0,60 mà vẫn giữ tỉ lệ sử dụng xi măng, cát, đá. Hãy cho biết khi đó khối lượng thể tích và các chỉ tiêu khác của đá bê tông thay đổi thế nào ? Mở rộng phạm vi nghiên cứu để tìm quy luật ảnh hưởng của tỉ lệ $\frac{N}{X}$ đến ρ_v bê tông trong điều kiện các yếu tố khác được coi là hằng số ?

45. Đối với bê tông nặng dùng xi măng poóc-lăng P400 (mác cứng). Với tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,60$ thì R_{28} của bê tông là bao nhiêu nếu sử dụng cốt liệu có chất lượng khác nhau? Cũng với yêu cầu như trên tính toán lại R_{28} bê tông khi tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,35$. Vẽ đồ thị quan hệ $R_b \sim$ chất lượng cốt liệu trong hai trường hợp và rút ra nhận xét cần thiết?

4.2.5. Phụ gia trong bê tông xi măng

46. Một loại bê tông có R_5 ngày = 160 kg/cm². Khi cho thêm vào bê tông 1% phụ gia CaCl₂, cường độ chịu nén 3 ngày của bê tông tăng lên gấp hai lần so với khi chưa có phụ gia, R_7 ngày tăng thêm 50% và R_{14} ngày tăng thêm 15% so với khi chưa có phụ gia. Hãy so sánh R_b phát triển theo thời gian trong hai trường hợp có và không có phụ gia CaCl₂ bằng đồ thị vẽ được từ kết quả tính toán, và nhận định về tác dụng của phụ gia CaCl₂?

47. Trong hỗn hợp bê tông chế tạo từ cốt liệu chất lượng trung bình, lượng dùng xi măng poóc-lăng P400 (cứng) cho mỗi mét khối bê tông là 320 kg. Cốt liệu dăm granit $D_{max} = 40$ mm. Độ dẻo của hỗn hợp bê tông mới trộn SN = 4cm. Khi cho vào hỗn hợp bê tông 1,2% phụ gia rắn nhanh CaCl₂, mác bê tông tăng được 11%, R_3 ngày tăng gấp 2,2 lần và R_7 ngày tăng thêm 50%. Hãy xác định thời gian cần thiết để tháo dỡ ván khuôn thi công tiếp trong cả hai trường hợp có và không có phụ gia CaCl₂ nếu yêu cầu kĩ thuật quy định tối thiểu khi tháo ván khuôn, bê tông phải đạt được 70% mác thiết kế.

48. Một loại bê tông nặng có thành phần cấp phối như sau : X = 300kg ; N = 180l ; C = 538kg ; Đ = 1260kg. Bê tông dùng cốt liệu chất lượng trung bình và xi măng poóc-lăng P400 (mác cứng). Bằng thực nghiệm thấy, nếu thêm vào hỗn hợp bê tông 0,2% chất phụ gia tăng dẻo CCB thì có thể giảm 10% lượng nước nhào trộn vào vẫn giữ nguyên độ dẻo của hỗn hợp bê tông.

Hãy xác định ρ của hỗn hợp bê tông sau khi đầm chắc và R_b tiêu chuẩn trong cả hai trường hợp có và không có phụ gia CCB.

49. Một loại bê tông nặng có tỉ lệ dùng vật liệu theo khối lượng $1 : x : y = 1 : 2 : 4$. Tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,61$. Lượng dùng xi măng $X = 320\text{kg/m}^3$ bê tông. Khi cho thêm vào hỗn hợp bê tông 0,15% phụ gia tăng dẻo hữu cơ mà vẫn giữ nguyên độ dẻo của hỗn hợp bê tông, thì tỉ lệ $\frac{N}{X}$ giảm được 8%. Hãy tính lượng dùng vật liệu cho một mẻ trộn của máy 425l khi bê tông đã có phụ gia. Vật liệu có các chỉ tiêu cơ lí như sau :

$$\begin{aligned} \rho_{vx} &= 1,3 \text{ T/m}^3, & \rho_x &= 3,1 \text{ T/m}^3. \\ \rho_{vc} &= 1,6 \quad -, & \rho_c &= 2,6 \quad - \\ \rho_{vd} &= 1,65 \quad -, & \rho_d &= 2,8 \quad - \\ \rho_v &= \rho_n = 1000 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

50. Một công trình xây dựng thủy lợi có dung tích bê tông tổng cộng là 45.000m^3 sẽ tiết kiệm được bao nhiêu xi măng nếu dùng thêm phụ gia tăng dẻo cho bê tông ? Biết rằng khi có thêm loại phụ gia này trong thành phần, lượng nước nhào trộn mỗi mét khối bê tông giảm được 25 l so với thiết kế ban đầu. Đặc trưng kĩ thuật của bê tông và vật liệu dùng cho nó là :

- Mác bê tông thiết kế $R_b = 200$.
- Độ dẻo yêu cầu $t = 40\text{s}$.
- Xi măng poóc-lăng P500 (mác cứng), $\rho_x = 3,1 \text{ T/m}^3$.
- Cốt liệu chất lượng trung bình, hợp quy phạm.

Đá dăm $D_{\max} = 40\text{mm}$; cát vàng $N_{yc} = 7\%$.

51. Một loại bê tông nặng có cấp phối thiết kế ban đầu $1 : x : y = 1 : 2 : 4$; tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,70$. Hỗn hợp bê tông có $\rho_{vb} = 2400\text{kg/m}^3$. Khi cho thêm vào hỗn hợp bê tông 1 lượng nhỏ phụ gia CCB và giữ nguyên độ dẻo người ta bớt được 30 l nước nhào trộn cho 1m^3 bê tông. Hỏi khi đó mác của bê tông

tăng được bao nhiêu phần trăm theo lí thuyết (bỏ qua tác dụng phụ của CCB đến cường độ bê tông). Biết rằng bê tông dùng xi măng PC40 (mềm) và vật liệu sử dụng có chất lượng trung bình.

52. Thiết kế thành phần bê tông theo phương pháp "Dreux - Gorisse" với những số liệu sau :

$$\text{Sỏi : } D_{\max} = 20\text{mm}, \rho_d = 2,62\text{g/cm}^3.$$

$$\text{Cát : } \rho_c = 2,549\text{g/cm}^3, M_{dl} = 2,71.$$

Xi măng poócăng có độ hoạt tính (R_n^{28}) là 480 kG/cm^2 .

Hỗn hợp bê tông dẻo có độ đầm nén tốt, SN = 5cm. Mác bê tông yêu cầu $R_{28} = 300$.

53. Thiết kế thành phần bê tông theo phương pháp "Dreux - Gorisse" với những số liệu sau :

Xi măng poócăng có độ hoạt tính là 500 kG/cm^{21} .

$$\text{Sỏi : } D_{\max} = 50\text{mm} ; \rho_d = 2,65\text{g/cm}^3$$

$$\text{Cát : } \rho_c = 2,6\text{g/cm}^3 ; M_{dl} = 2,85.$$

Hỗn hợp bê tông dẻo, rung lên yếu, SN = 7cm. Mác bê tông yêu cầu là 250.

54. Thiết kế thành phần bê tông theo phương pháp "Dreux - Gorisse" khi bê tông có mác yêu cầu (đã tính đến độ phân tán) là 400 kG/cm^2 để chế tạo kết cấu vỏ mỏng, với việc sử dụng ba loại cát : cát mịn C_1 (0/0,5), cát trung bình C_2 (0,5/1,6) và cát thô C_3 (1,6/5). Cả 3 loại cát đều có khối lượng riêng là $2,54 \text{ g/cm}^3$. Xi măng sử dụng là loại xi măng poócăng có hoạt tính là 500 kG/cm^2 .

Hỗn hợp bê tông dẻo, rung lên bình thường, SN = 7cm.

4.2.6. Bài tập tham khảo

55. Tính toán thành phần của một loại bê tông phủ mặt đường có cường độ chịu uốn yêu cầu $R_u = 400 \text{ N/cm}^2$. Độ dẻo của hỗn hợp bê tông xác định bằng hình nón cụt tiêu chuẩn là từ 1 ÷ 2 cm. Điều kiện vật liệu sử dụng như sau :

Xi măng poóc-lăng có $R_n = 440 \text{ kG/cm}^2$, khối lượng riêng $\rho_x = 3100 \text{ kg/m}^3$. Cát cỡ hạt trung bình có $\rho_{vc} = 1650 \text{ kg/m}^3$; $\rho_c = 2650 \text{ kg/m}^3$. Đá dăm granit có $\rho_{vd} = 1540 \text{ kg/m}^3$, $\rho_d = 2650 \text{ kg/m}^3$.

56. Tính toán thành phần của hỗn hợp bê tông dùng đúc các bản bê tông cốt thép mỏng. Mác bê tông yêu cầu là 300. Độ dẻo yêu cầu $t = 30s$. Vật liệu dùng : Xi măng poóc-lăng P400 (mác cứng). Cát có $M_{dl} = 1,5$; khối lượng riêng $2,63 \text{ kg/l}$. Bê tông dưỡng hộ tự nhiên.

57. Xác định thành phần bê tông xi măng cát dùng cho kết cấu xi măng lưới thép có độ bền cho phép 310 daN/cm^2 (60% mác). Kết cấu có bố trí bẫy lớp lưới thép sợi N^o10. Vật liệu sử dụng : xi măng poóc-lăng P600 (mác cứng), khối lượng riêng $\rho_x = 3000 \text{ kg/m}^3$. Cát hợp quy phạm có $\rho_c = 2600 \text{ kg/m}^3$. Tạo hình trên bàn rung gia áp và dưỡng hộ hơi nước trong 8 giờ.

58. Tính toán thành phần một loại bê tông ít đá dăm (dùng thay vữa xi măng cát trong trường hợp cần tăng khả năng chống biến dạng và mài mòn) khi độ cứng của hỗn hợp bê tông yêu cầu $15 \div 25s$ và lượng xi măng dùng vượt định mức cho phép là 20%. Xi măng P500, cát thô có $\rho_c = 2600 \text{ kg/m}^3$. Đá dăm granit $\rho_d = 2600 \text{ kg/m}^3$, $D_{max} = 40mm$.

59. Tính thành phần của một loại bê tông khi dưỡng hộ bằng hơi nước nóng trong 8 giờ nó đạt cường độ bằng 70% mác 300 thiết kế. Độ cứng của hỗn hợp bê tông $t = 60s$. Đặc tính của vật liệu dùng cho bê tông như sau :

- Xi măng poóc-lăng P400 (cứng), $\rho_x = 3100 \text{ kg/m}^3$.
- Cát cỡ hạt trung bình $\rho_{vc} = 1650 \text{ kg/m}^3$, $\rho_c = 2630 \text{ kg/m}^3$.
- Dăm granit $D_{max} = 40mm$, $\rho_d = 2,6$ và $\rho_{vd} = 1,48 \text{ g/cm}^3$.

60. Khi dùng phương pháp siêu âm thí nghiệm xác định cường độ nén của bê tông trong một tấm tường dày 150 mm người ta ghi được thời gian sóng siêu âm truyền qua tường là $40\mu s$. Bê tông dùng đá dăm granit và có tuổi rắn chắc là 7 ngày. Hãy xác định mác của loại bê tông ấy.

61. Hai loại bê tông nặng có R_n tiêu chuẩn là 200 và 600 daN/cm^2 . Hãy xác định cường độ lắng trụ, cường độ nén

khi uốn, cường độ kéo, cường độ kéo khi uốn, môđun biến dạng khi nén và khả năng dính bám với cốt thép của hai loại bê tông ấy.

Hãy biểu thị các giá trị xác định được của bê tông mác 600 bằng phần trăm so với các giá trị tương ứng của bê tông mác 200 và nhận xét kết quả ?

4.3. Bài giải

1. Công thức cơ bản của môđun độ lớn :

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

Theo định nghĩa về lượng sỏi tích lũy

$$A_{2,5} = a_5 + a_{2,5}$$

$$A_{1,25} = a_5 + a_{2,5} + a_{1,25}$$

$$A_{0,63} = a_5 + a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63}$$

$$A_{0,315} = a_5 + a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + a_{0,315}$$

$$A_{0,14} = a_5 + a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + a_{0,315} + a_{0,14}$$

Vậy

$$M_{dt} = \frac{5a_{5,0} + 5a_{2,5} + 4a_{1,25} + 3a_{0,63} + 2a_{0,315} + a_{0,14}}{100}$$

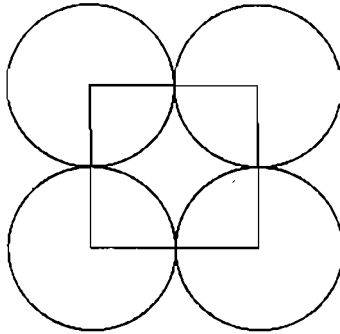
Hệ số của các cấp hạt đường kính lớn hơn các cấp hạt đường kính nhỏ. Do đó môđun độ lớn nhấn mạnh vai trò của các cấp hạt có đường kính lớn có mặt trong cát dùng cho bê tông.

2. Trường hợp a (hình 4-9) :

Giả thiết trong mỗi hạt cốt liệu không còn lỗ rỗng. Gọi đường kính hạt là D.

Xét một khối lập phương mỗi cạnh là một đơn vị chiều dài. Như vậy số hạt trên một cạnh là $\frac{1}{D}$; trong một đơn vị thể

tích có chứa một số hạt là $\left(\frac{1}{D}\right)^3 = \frac{1}{D^3} = n$.



Hình 4-9

Thể tích tự nhiên

$$V_o = 1 \text{ đơn vị thể tích.}$$

Thể tích đặc :

$$V_a = n \frac{\pi D^3}{6} = \frac{1}{D^3} \cdot \frac{\pi D^3}{6}$$

$$V_a = \frac{\pi}{6} = 0,52$$

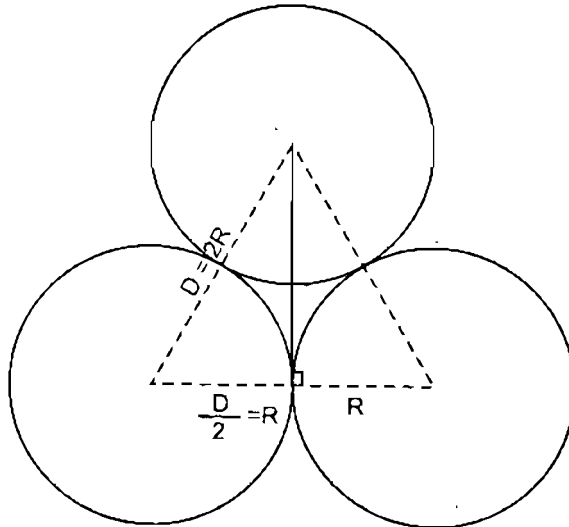
Độ đặc :

$$d = \frac{V_a}{V_o} = \frac{0,52}{1} = 52\%$$

$$\text{Độ rỗng } r = 1 - d = 48\%.$$

Trường hợp b (hình 4-10) :

Nối tâm các hình cầu đường kính D , cứ 4 hạt liên tiếp trong không gian đường nối tâm của chúng sẽ tạo thành 1 hình chóp.



Hình 4-10

tam giác đều cạnh là D , đường cao $\frac{D\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$. Hình chóp tam giác đều có chứa 4 mảnh hình cầu bằng nhau, mỗi mảnh có thể tích bằng $\frac{1}{26}$ thể tích hình cầu đường kính D (tính gần đúng).

Thể tích tự nhiên V_o là thể tích hình chóp tam giác :

$$V_o = \frac{1}{3} \cdot S.h = \frac{1}{3} \cdot \frac{D^2 \sqrt{3}}{4} \times \frac{D\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \approx 0,12D^3.$$

Thể tích đặc là tổng thể tích 4 mảnh hình cầu :

$$V_a = 4 \times \frac{1}{26} \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 \approx 0,08D^3.$$

$$\text{Độ đặc } d = \frac{V_a}{V_o} = \frac{0,08D^3}{0,12D^3} \div 0,67 \div 67\%.$$

$$\text{Độ rỗng } r = 1 - d = 100\% - 67\% = 33\%.$$

Các công thức tính độ đặc và độ rỗng trong cả hai trường hợp đều không phụ thuộc vào giá trị của D . Độ rỗng là một hằng số : mô hình a có độ rỗng 48% ;

mô hình b có độ rỗng 33%.

So sánh hai mô hình sắp xếp cốt liệu thì mô hình b so với a có hai điểm mạnh :

- Độ rỗng của toàn hệ nhỏ hơn rất nhiều.
- Các hạt đạt trạng thái cân bằng ổn định không còn khả năng chuyển vị, do đó toàn hệ là một khối cứng rắn, tạo khả năng chịu lực cao cho bê tông.

3. Trường hợp a (hình 4-11) :

$$D_1 + D_2 = D_1 \sqrt{2}.$$

$$D_2 = 0,41D_1.$$

$$V_o = D_1^3.$$

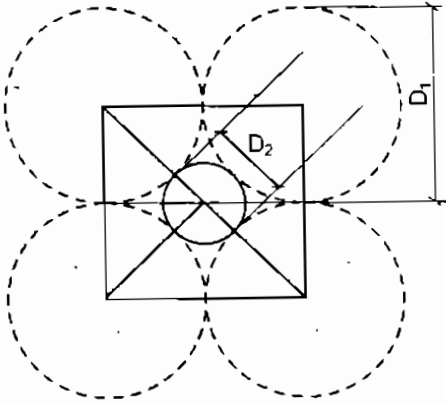
$$V_a = \frac{4}{3} \pi \frac{D_1^3}{8} + \frac{4}{3} \pi \frac{D_2^3}{8}$$

$$V_a = \frac{\pi}{6} (D_1^3 + D_2^3)$$

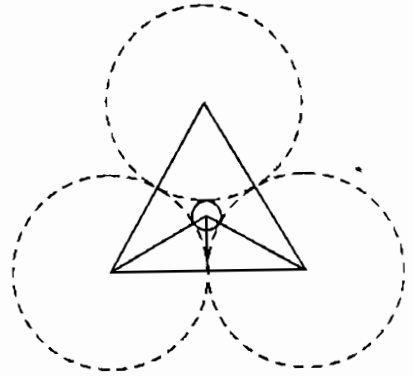
$$V_a = \frac{\pi D_1^3}{6} (1 + 0,41^3)$$

$$V_a \approx 0,56 D_1^3.$$

$$d = 56\% \rightarrow r = 44\%.$$



Hình 4-11



Hình 4-12

Trường hợp b (hình 4-12) :

Theo kết quả bài tập 2 :

$$V_o = 0,12D_1^3.$$

Theo tính toán hình học :

$$D_2 = 0,153D_1.$$

$$V_a = 0,08D_1^3 + \frac{\pi D_2^3}{6}$$

$$= 0,08D_1^3 + \frac{\pi}{6} (0,153D_1)^3 \approx 0,819D_1^3.$$

$$d = \frac{V_a}{V_o} = \frac{0,0819}{0,12} = 0,68 = 68\% \text{ và } r = 32\%.$$

4. Mô hình a bài tập số 2 đã cho kết quả độ rỗng của hỗn hợp một cấp hạt $r_1 = 48\%$.

Trong điều kiện $d_1 \gg d_{i+1}$ cấp hạt thứ hai sẽ được xếp trong khoảng trống giữa các hạt của cấp thứ nhất và trong điều kiện đầm chặt như nhau, chúng cũng sắp xếp như mô hình a của cấp hạt thứ nhất. Độ rỗng giữa các hạt của cấp thứ hai cũng sẽ là 48%. Khi đó độ rỗng chung của hai cấp hạt :

$$r_2 = (0,48)^2 = 0,23 = 23\%.$$

$$\text{Tương tự } r_3 = (0,48)^3 = 0,11 = 11\%.$$

$$r_4 = (0,48)^4 = 0,05 = 5\%.$$

5. Các công thức sử dụng để tính toán :

$$r = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho} \right) 100\%.$$

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

$$D_{1b} = 0,5 \sqrt[3]{\frac{a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + a_{0,315} + a_{0,14}}{11a_{2,5} + 1,37a_{1,25} + 1,171a_{0,63} + 0,02a_{0,315} + 0,0024a_{0,14}}}$$

$$S = \frac{6}{\rho D_{1b}}, \text{ m}^2/\text{kg}.$$

Trước hết, từ kết quả sàng phân tích 1000g cát phải tính lượng sót riêng biệt trên sàng :

$$a_i = \frac{m_i}{1000} \cdot 100\%$$

Lượng sót tích lũy :

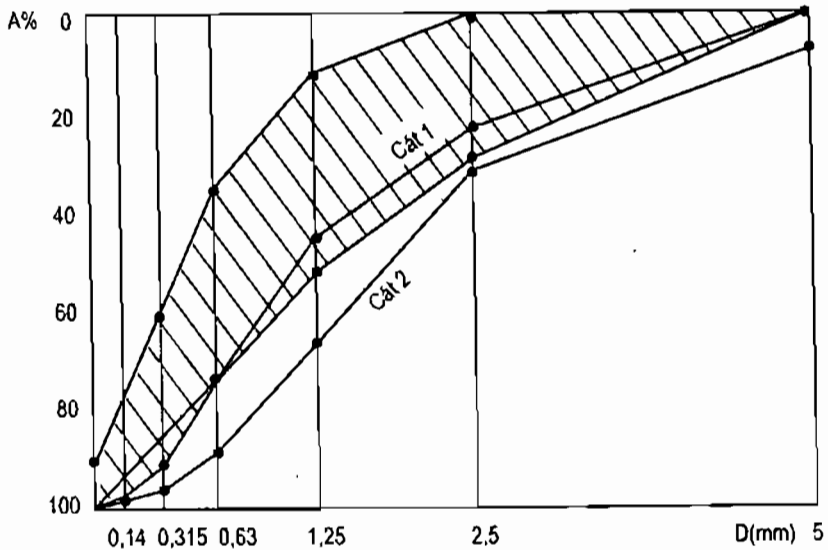
$$A_i = \sum_1^{\max} a_i$$

Sau đó dùng các giá trị lượng sót thích hợp để tính các đại lượng cần thiết theo yêu cầu của đầu bài.

6. Giải bài tập bằng cách lập bảng như sau (bảng 4-22)

Bảng 4-22

Cỡ sàng	Loại cát 1			Loại cát 2		
	m_i	a_i	A_i	m_i	a_i	A_i
5	0	0	0	93	9.3	9.3
2.5	160	16	16	137	13.7	23
1.25	240	24	40	421	42.1	65.1
0.63	320	32	72	219	21.9	87
0.315	210	21	93	100	10	97
0.14	60	6	99	20	2	99



Hình 4-13

7. Từ đồ thị thành phần hạt ta tính lại lượng sót riêng biệt a_i của từng cỡ sàng tiêu chuẩn và điều chỉnh như bảng 4-23.

Bảng 4-23

Cỡ sàng	Tiêu chuẩn Nhà nước	A_i cũ	a_i cũ	Lượng % điều chỉnh	a_i mới	A_i mới
5	0	11	11	-11	0	0
2,5	0 ÷ 20	42	31	-11	20	20
1,25	15 ÷ 45	62	20	0	20	40
0,63	35 ÷ 70	75	13	+11	24	64
0,315	70 ÷ 90	84	9	+11	20	84
0,14	90 ÷ 100	95	11	0	11	95

8. Phương pháp giải quyết như bài tập 7.

9. Tính lượng sót tích lũy như bảng 4-24.

Bảng 4-24

Cỡ sàng	Loại đá 1			Loại đá 2			Loại đá 3		
	m_i	a_i	A_i	m_i	a_i	A_i	m_i	a_i	A_i
150	30	1	1	0	0	0	0	0	0
80	270	9	10	0	0	0	240	8	8
40	900	30	40	120	40	4	690	23	31
20	1410	47	87	630	21	25	720	24	55
10	310	10,3	97,3	1260	42	67	930	31	86
5	80	2,7	100	630	21	88	390	13	99

Căn cứ vào lượng sót tích lũy ta có :

$$\begin{aligned} \text{Loại đá 1 : } D_{\max} &= 150\text{mm}, & A_{D_{\max}} &= 1\% \\ & \frac{1}{2} (D_{\max} + D_{\min}) &= 80\text{mm} & A_1 &= 10\% \\ & D_{\min} &= 10\text{mm} & A_{D_{\min}} &= 97,3\% \end{aligned}$$

Loại này không đạt yêu cầu quy phạm.

$$\begin{aligned} \text{Loại đá 2 : } D_{\max} &= 40\text{mm} & A_{40} &= 4\%. \\ & D_{\min} &= 2,5\text{mm} & A_{2,5} &= 100\%. \\ & \frac{1}{2} (D_{\max} + D_{\min}) &= 20\text{mm} & A_{20} &= 25\% \end{aligned}$$

Loại này không đạt yêu cầu quy phạm.

$$\text{Loại đá 3 : } D_{\max} = 150\text{mm} \quad A_{150} = 0\%.$$

$$D_{\min} = 5\text{mm} \quad A_5 = 99\%.$$

$$\frac{1}{2} (D_{\max} + D_{\min}) = 80\text{mm} \quad A_{80} = 8\%.$$

Không đạt yêu cầu quy phạm.

10. Giải như bài tập 9 và tham khảo bài giải bài tập 12.

11. Từ biểu đồ cấp phối hạt của hai loại dăm ta có bảng 4-25.

Bảng 4-25

Cỡ sàng (mm)	Đá 1		Đá 2	
	A %	a%	A %	a%
80	0	0	0	0
40	3	3	0	0
20	70	67	4	4
10	85	15	45	41
5	98	13	97	52

Sơ sánh với quy phạm của cấp phối liên tục, căn cứ lượng sót tích lũy A_i thì loại sỏi 2 dùng được cho bê tông. Ngoài ra, D_{\max} , mức chịu đập và các chỉ tiêu kỹ thuật khác của sỏi 2 cũng cho phép dùng sỏi 2 chế tạo bê tông mác 200 dùng cho tấm sàn có chiều dày 40mm.

12. Trước hết để dùng cho bê tông đúc panen có chiều dày thành và bán 50mm thì cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu không được lớn hơn 40mm. Vì vậy phải loại bỏ hết các hạt > 40mm. Kết quả như sau (bảng 4-26)

Bảng 4-26

Cỡ sàng	Sỏi 1				Sỏi 2			
	m_i	a% trước đc	a% sau đc	A%	m_i	a% trước đc	a% sau đc	A%
150	0	0	0	0	0	0	0	0
80	120	4	0	0	90	3	0	0
40	900	30	0	0	630	21	0	0
20	1350	45	68	68	1380	46	61	61
10	540	18	27	95	720	24	32	93
5	60	2	3	98	150	5	7	100

Sau khi loại hết các hạt trên sàng 40, cả hai loại sỏi đều có cấp phối đạt yêu cầu quy phạm với $D_{\max} = 40$, nhưng lượng sót của $D_{\max} = 0\%$.

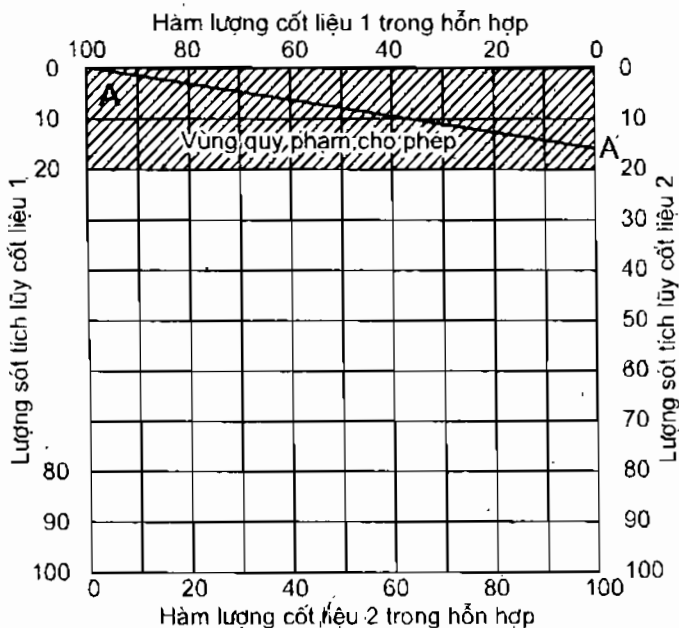
13. Phương pháp tọa độ chữ nhật là phương pháp phối hợp hai loại cốt liệu không hợp quy phạm thành một hỗn hợp có thành phần hạt hợp quy phạm. Điều kiện cần để dùng được phương pháp này là biểu đồ cấp phối của hai loại cốt liệu phải nằm ở hai phía của vùng quy phạm cho phép. Nếu chúng nằm cùng một phía của vùng quy phạm thì không phối hợp được với nhau.

Nội dung của phương pháp tọa độ chữ nhật là tìm tỉ lệ phối hợp cho từng cấp hạt. Sau đó tổng hợp các khoảng phối hợp của tất cả các cấp hạt để tìm tỉ lệ phối hợp chung cho cả hỗn hợp.

Cách làm cụ thể như sau :

+ Tìm khoảng phối hợp cát 1 và 2 cho cấp hạt 2,5 ÷ 5.

Vẽ biểu đồ chữ nhật : Trục đứng bên trái là lượng sót tích lũy cốt liệu 1, bên phải là cốt liệu 2.



Hình 4-14

Trục ngang phía trên là hàm lượng cốt liệu 2 trong hỗn hợp, trục ngang phía dưới là hàm lượng cốt liệu 1 trong hỗn hợp ; hướng trục ngược nhau (hình 4-14).

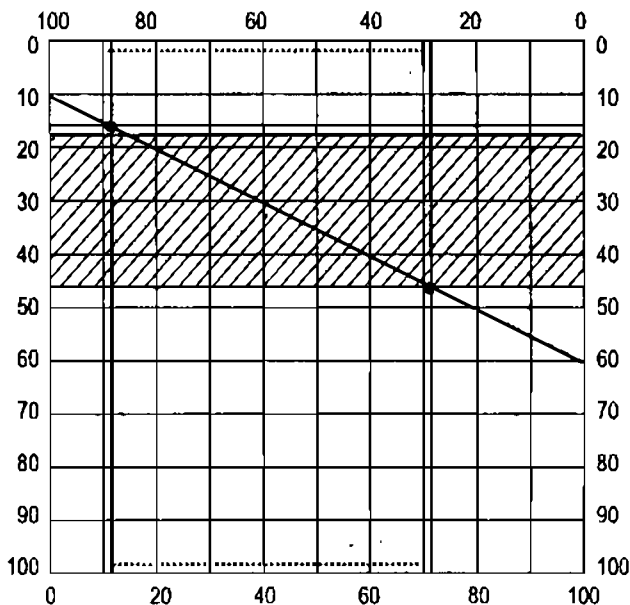
Dánh dấu trên hệ tọa độ vùng cho phép của quy phạm đối với cỡ hạt 2,5 ÷ 5mm và lượng sỏi thực tế của cát 1 và cát 2 trên trục đứng (điểm A và A') ; nối A và A' bằng đường thẳng. Đường đó nằm gọn trong vùng quy phạm. Như vậy với cỡ hạt 2,5 ÷ 5mm phối hợp bất kì tỉ lệ nào của cát 1 và cát 2, hỗn hợp vẫn cho lượng sỏi của cấp hạt 2,5 ÷ 5mm hợp quy phạm.

+ Tìm khoảng phối hợp cho cấp hạt 1,25 ÷ 2,5.

Vẽ hệ tọa độ như đối với cấp 2,5 ÷ 5 trên đây nhưng dùng số liệu của cấp 1,25 ÷ 2,5 (hình 4-15).

Kết quả biểu đồ cho khoảng phối hợp hợp lí cho cấp hạt 1,25 ÷ 2,5 mm là : Cát 1 từ 12 ÷ 70%

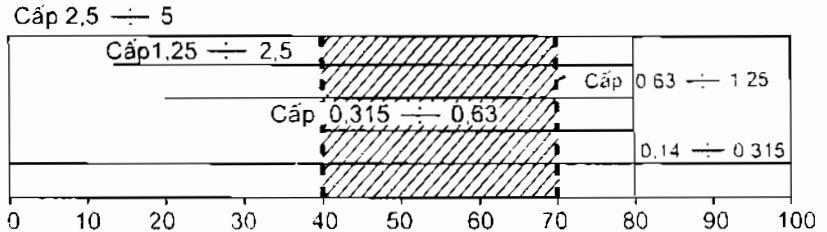
Cát 2 từ 88 ÷ 30%.



Hình 4-15

Lần lượt vẽ biểu đồ cho tất cả các cấp hạt còn lại ta có kết quả như sau :

- + Với cấp 0,63 ÷ 1,25 : Cát 1 : 20% ÷ 80%
Cát 2 : 80% ÷ 20%
- + Với cấp 0,315 ÷ 0,63 : Cát 1 : 40% ÷ 80%
Cát 2 : 60% ÷ 20%.



Hình 4-16

+ Với cấp 0,14 ÷ 0,315 : Cát 1 và cát 2 thỏa mãn với bất kì tỉ lệ nào.

Khoảng chung cho tất cả các khoảng cho phép là (hình 4-16) :

Cát 1 chiếm 40 ÷ 70% trong hỗn hợp,

Cát 2 chiếm 60 ÷ 30% trong hỗn hợp.

Ví dụ ta chọn tỉ lệ 68% cát 1 và 32% cát 2, ta có bảng 4-27.

Bảng 4-27

Loại cát	5	25	1,25	0,63	0,315	0,14
Cát 1	0	0	10	25	50	90
Cát 2	0	15	60	80	100	100
Hỗn hợp	0	4,8	26	43	66	93

14. Các chỉ tiêu kĩ thuật của vật liệu phù hợp với yêu cầu thiết kế bê tông mác 300. Các bước tính toán :

- Chọn số liệu thiết kế : Độ dẻo của hỗn hợp bê tông

$$SN_{yc} = 2 \div 4 \text{ (bảng 4-6) ;}$$

$R_x = 500$ (cứng) ; $D_{\max} = 40\text{mm}$.

- Tính tỉ lệ $\frac{X}{N}$: Theo công thức Bolomey - Skramtaev

$$R_b^{28} = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)$$

Dự đoán hỗn hợp bê tông dẻo, chọn dấu (-).

Theo bảng 4-8 giá trị hệ số $A = 0,45$.

Ta có :

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,50$$

$$\frac{X}{N} = \frac{300}{0,45 \cdot 500} + 0,50 = 1,83$$

$$\frac{N}{X} = \frac{1}{1,83} = 0,54$$

Theo bảng 4-5 thì $\left[\frac{N}{X} \right]_{\max} = 0,65$ - phù hợp yêu cầu.

- Tính lượng xi măng : $X = \frac{X}{N} \times N$.

Theo bảng 4-4 :

$$N = 180 \text{ l} + 10 \text{ l} = 190 \text{ l/m}^3 \text{ bê tông}$$

$$X = 1,83 \times 190 = 348 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông}$$

- Tính lượng đá dăm :

$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r_d}{\rho_{vd}} + \frac{1}{\rho_d}}$$

Với $X = 348 \text{ kg}$ theo bảng 4-9 ta có hệ số bọc $\alpha = 1,42$.

$$D = \frac{1000}{\frac{1,42 \times 0,4}{1,50} + \frac{1}{2,33}} = 1266 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông}$$

- Tính lượng cát :

$$C = \rho_c \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_x} + \frac{N}{\rho_n} + \frac{D}{\rho_d} \right) \right]$$

$$= 2,6 \left[1000 - \left(\frac{348}{3,1} + \frac{190}{1} + \frac{1266}{2,33} \right) \right]$$

$$= 402 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông}$$

15. - Kiểm tra tính năng vật liệu đạt yêu cầu sử dụng.

- Chọn độ dẻo yêu cầu : $t = 5 \div 10s$ (theo bảng 4-6).

- Tính tỉ số $\frac{X}{N}$. Cho hỗn hợp bê tông dẻo :

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)$$

Hệ số A theo bảng 4-8 : $A = 0,50$.

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{200}{0,5 \cdot 400} + 0,50$$

$$\frac{X}{N} = 1,5 \rightarrow \frac{N}{X} = 0,66$$

Bảng 4-5 cho giá trị $\left[\frac{N}{X} \right]_{\max} = 0,50$ với kết cấu chịu tác dụng ăn mòn mạnh của nước môi trường. Vậy tỉ lệ $\frac{N}{X}$ chọn là 0,5 hay $\frac{X}{N} = 2$.

- Tra nước sơ bộ : Theo bảng 4-4a, căn cứ cốt liệu là đá dăm $D_{\max} = 40\text{mm}$ và $t_{yc} = 5 \div 10s$

$$N_{\text{sơ bộ}} = 190 \text{ l}$$

Với xi măng poóclăng puzôlan cộng thêm 15 l.

Với cát mịn $N_{yc} = 8\%$ cộng thêm 10 l.

Vậy lượng nước tính toán tổng cộng là 215 l/m^3 bê tông.

- Tính lượng xi măng :

$$X = \frac{X}{N} \times N = 2 \times 215 = 430 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông}$$

$X > [X_{\min}]$ (bảng 4-1).

- Tính lượng đá :

$$D = \frac{1000}{\frac{r_d \cdot \alpha}{\rho_{vd}} + \frac{1}{\rho_d}}$$

Với $X = 430$ bảng 4-9 cho $\alpha = 1,50$.

$$r_d = 1 - \frac{\rho_{vd}}{\rho_d} = 1 - \frac{1600}{2600} = 0,38$$

$$D = \frac{1000}{\frac{1,50 \times 0,38}{1,6} + \frac{1}{2,6}} = 1369,86 \text{ kg} \div 1370 \text{ kg.}$$

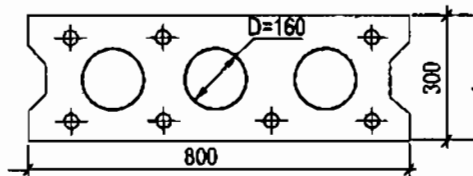
- Tính lượng cát :

$$\begin{aligned} C &= \rho_c \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_x} + N + \frac{D}{\rho_d} \right) \right] \\ &= 2,65 \left[1000 - \left(\frac{430}{2,9} + 215 + \frac{1370}{2,6} \right) \right] \\ &= 294 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông.} \end{aligned}$$

16. Giải theo hướng dẫn của bài tập 14 và 15.

17. Các bảng tra gồm từ bảng 4-1 đến bảng 4-9. Chú ý một số dữ kiện của đầu bài để kiểm tra chất lượng vật liệu dùng cho bê tông xem có phù hợp với điều kiện công trình không.

18. Thể tích của mỗi panen



Hình 4-17

$$\begin{aligned} V_o &= 0,8 \times 0,3 \times 6,0 \text{ m}^3 - 3 \times \frac{\pi \cdot 0,16^2}{4} \times 6,0 \text{ m}^3 \\ &= 1,44 \text{ m}^3 - 0,36 = 1,08 \text{ m}^3 \text{ bê tông.} \end{aligned}$$

Lượng thép CT3 :

$$4 \phi 16 \times 6m = 24m \phi 16 \Rightarrow 28,99kg ; (1,208 kg/m).$$

$$4 \phi 12 \times 6m = 24 m \phi 12 \Rightarrow 21,31 kg ; (0,888 kg/m).$$

$$21 \text{ đai } \phi 6 (L = 2,8m) = 58,80 m \Rightarrow 13,05 kg \phi 6.$$

Tổng cộng 1000 tấm panen cần dùng :

$$\text{Thép } \phi 16 \text{ CT3 : } 28.990 \text{ kg.}$$

$$\text{Thép } \phi 12 \text{ CT3 : } 21.310 \text{ kg.}$$

$$\text{Thép } \phi 6 \text{ CT3 : } 13.050 \text{ kg.}$$

$$\text{Bê tông mác 200 : } 1.080 \text{ m}^3.$$

Để sản xuất bê tông, kết quả tính toán sơ bộ lượng dùng là :

$$X = 269 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông,}$$

$$N = 195 \text{ l/m}^3 \text{ bê tông,}$$

$$C = 448 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông,}$$

$$D = 1408 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông.}$$

$$\text{Với } \frac{N}{X} = 0,72, SN_{yc} = 4 \div 6\text{cm}, \alpha = 1,40.$$

Tổng lượng vật liệu dùng cho panen :

$$X = 290.520 \text{ kg} \Rightarrow 5810 \text{ bao.}$$

$$C = 483.840 \text{ kg} \Rightarrow 334 \text{ m}^3.$$

$$D = 1.520.640 \text{ kg} \Rightarrow 981.058 \text{ m}^3.$$

19. Trước hết thiết kế sơ bộ lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông :

$$- \text{Độ dẻo yêu cầu SN : } 2 \div 4\text{cm.}$$

$$- \text{Tính tỷ lệ } \frac{X}{N} : \frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR} + 0,5.$$

Bảng 4-8 cho giá trị hệ số $A = 0,45$:

$$\frac{X}{N} = \frac{250}{0,45 \cdot 400} + 0,5 = 1,88 \Rightarrow \frac{N}{X} = 0,53.$$

Bảng 4-5 cho tỷ lệ $\frac{N}{X}$ lớn nhất cho phép bằng 0,65.

- Tra nước theo bảng 4-4 ta có :

$$N = 165 \text{ l} + 20 \text{ l} - 10 \text{ l} = 175 \text{ l/m}^3 \text{ bê tông.}$$

- Tính lượng xi măng :

$$X = \frac{X}{N} \cdot N = 1,88 \times 175 = 329 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông.}$$

- Tính lượng đá :

$$D = \frac{1000}{\frac{0,4 \times 1,4}{1,6} + \frac{1}{2,66}} = 1388 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông.}$$

(Bảng 4-9 cho $\alpha = 1,4$ và $\rho_d = \frac{\rho_{vd}}{d} = \frac{1,600}{1 - 0,4}$)

- Tính lượng cát :

$$\begin{aligned} C &= \rho_c \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_x} + N + \frac{D}{\rho_d} \right) \right] \\ &= 2,6 \left[1000 - \left(\frac{329}{2,85} + 175 + \frac{1388}{2,66} \right) \right] \\ &= 487,6 = 488 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông.} \end{aligned}$$

Lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông là :

$$X = 329 \text{ kg}, \quad C = 488 \text{ kg,}$$

$$N = 175 \text{ l}, \quad D = 1388 \text{ kg.}$$

Cho toàn công trình 2000 m^3 móng đập tràn là :

$$X = 658 \text{ tấn.}$$

$$C = 976 \text{ tấn hay } 650 \text{ m}^3.$$

$$D = 2.776 \text{ tấn hay } 1.735 \text{ m}^3.$$

20. Theo các điều kiện đầu bài đã cho thì ta có :

$SN_{yc} = 12\text{cm}$ (cho thi công đổ bê tông trong nước).

$D_{max} = 40\text{mm}$. Hệ số A của công thức cường độ bê tông là 0,65.

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)$$

Ta có :

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{200}{0,65 \cdot 400} + 0,5$$

$$\frac{X}{N} = 1,26 \rightarrow \frac{N}{X} = 0,79$$

Theo điều kiện đầu bài tra được $N = 200 \text{ l/m}^3$ bê tông.

Lượng xi măng ban đầu :

$$X = \frac{X}{N} \cdot N = 252 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông.}$$

Nếu mức thiết kế của bê tông được tính ở tuổi 70 ngày thì :

$$R'_{28} = R_{70} \cdot \frac{\lg 28}{\lg 70} = 200 \cdot \frac{1,447}{1,845}$$

$$R'_{28} = 157 \text{ kG/cm}^2.$$

Khi đó :

$$\left(\frac{X}{N}\right)' = \frac{R'_{28}}{AR_x} + 0,5 = \frac{157}{0,65 \cdot 400} + 0,50$$

$$\left(\frac{X}{N}\right)' = 1,10$$

$$X' = 220 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông.}$$

Lượng xi măng tiết kiệm cho 1m^3 bê tông :

$$\Delta X = X - X' = 252 \text{ kg} - 220\text{kg} = 32\text{kg}$$

Toàn công trình tiết kiệm được :

$$5000\text{m}^3 \times 32\text{kg/m}^3 = 160.000\text{kg} = 160 \text{ tấn.}$$

21. Cũng như bài tập 20. Trước hết xác định R_{28} của bê tông, sau đó áp dụng phương pháp thiết kế bê tông đã giải ở bài tập 14 và 15.

22. Trước hết tính thể tích bê tông tăng thêm sau khi thêm nước và xi măng :

$$\begin{aligned}\Delta V_b &= \frac{\Delta X}{\rho_x} + \frac{\Delta N}{\rho_n} \\ &= \frac{0,12 \cdot 320}{3,1} + \frac{0,12 \cdot 195}{0,98} = 36,25\text{l}\end{aligned}$$

Một mẻ trộn để thử cường độ bê tông gồm 3 mẫu kích thước $150 \times 150 \times 150\text{mm}$. Thể tích bê tông cần có là 0,125 l. Để đảm bảo thí nghiệm ta sẽ trộn 15 l bê tông. Lượng vật liệu cần dùng là :

$$x = \frac{X \cdot 1,12}{1036,25} \times 15 = 5,18\text{kg}$$

$$n = \frac{N \cdot 1,12}{1036,25} \times 15 = 3,16 \text{ l.}$$

$$c = \frac{C \cdot 15}{1036,25} = 8,395 \text{ kg.}$$

$$d = \frac{D \cdot 15}{1036,25} = 16,65 \text{ kg.}$$

Mẻ trộn thử độ dẻo có thể tích bê tông là :

$$\begin{aligned}V_b &= \frac{x}{\rho_x} + \frac{n}{\rho_n} + \frac{c}{\rho_c} + \frac{d}{\rho_d} \\ &= \frac{3,2}{3,1} + \frac{1,9}{1} + \frac{5,72}{2,6} + \frac{13,5}{2,5} = 10,53 \text{ l.}\end{aligned}$$

Cấp phối như thiết kế ban đầu :

$$X_1 = 304 \text{ kg, } N_1 = 180 \text{ l,}$$

$$C_1 = 543 \text{ kg, } D_1 = 1282 \text{ kg.}$$

Sau khi tăng 10% xi măng, mẻ thí nghiệm là 10,633 l. Cấp phối tính lại là :

$$X_2 = \frac{3,52 \times 1000}{10,633} = 330 \text{ kg}$$

$$N_2 = 178,68 \text{ l}$$

$$C_2 = 530 \text{ kg}$$

$$D_2 = 1270 \text{ kg}$$

Lượng xi măng tăng trong mỗi mét khối bê tông là :

$$\Delta x = 330\text{kg} - 304\text{kg} = 26\text{kg}$$

Toàn bộ công trình lượng xi măng sẽ tăng :

$$\Delta x = 100 \times 26\text{kg} = 2600\text{kg} = 2,6 \text{ tấn.}$$

24. Giá trị R_n của mẫu $10 \times 10 \times 10$ tính được như sau :

$$R_1 = \frac{306.000}{10 \times 10} = 3060 \text{ N/cm}^2 = 306 \text{ kG/cm}^2 ;$$

$$R_2 = \frac{310.000}{10 \times 10} = 3100 \text{ N/cm}^2 = 310 \text{ kG/cm}^2 ;$$

$$R_3 = \frac{295.000}{10 \times 10} = 2950 \text{ N/cm}^2 = 295 \text{ kG/cm}^2 ;$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} = 303,66 \text{ kG/cm}^2.$$

Đưa về mẫu tiêu chuẩn $150 \times 150 \times 150$ mm:

$$R_n^{TC} = 0,91 \times R_{10} = 276 \text{ kG/cm}^2$$

Như vậy bê tông chưa đủ khả năng chịu lực. Độ chịu lực còn thiếu là :

$$\Delta R = \frac{300 - 276}{300} \approx 8\%.$$

Theo kinh nghiệm cần phải tăng tối thiểu 5% lượng dùng xi măng.

Theo điều kiện đầu bài với đá dăm $D_{\max} = 20\text{mm}$.

và $t_{yc} = 120\text{s}$ ta có $N = 155 \text{ l}$ (theo bảng 4-4a).

với $1 : x : y = 1 : 2,5 : 3,5$ và $\frac{N}{X} = 0,50$ ta có :

Lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông trước khi điều chỉnh :

$$X = 310 \text{ kg}, \quad N = 155 \text{ l},$$

$$C = 775 \text{ kg}, \quad D = 1085 \text{ kg}.$$

Sau khi tăng thêm 5% xi măng :

Thể tích tăng thêm là:

$$\Delta V = \frac{\frac{310 \times 5}{100}}{3,0} = 5,17 \text{ lít}$$

Lượng dùng vật liệu cho mẻ trộn thử cường độ bê tông với 3 khuôn $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$ là :

$$x = \frac{325,5}{1005,17} \times 10,125 = 3,28 \text{ kg}$$

$$n = \frac{155}{1005,17} \times 10,125 = 1,56 \text{ lít}$$

$$c = \frac{775}{1005,17} \times 10,125 = 7,81 \text{ kg}$$

$$d = \frac{1085}{1005,17} \times 10,125 = 10,93 \text{ kg}$$

25. Áp dụng công thức $x = \frac{X.V_m}{1000} \beta$ ta có lượng vật liệu dùng cho một mẻ trộn của máy 425 lít là :

$$x = \frac{312.425}{1000} \cdot \beta = 92,82 \text{ kg}$$

$$n = 54,23 \text{ l}$$

$$c = 182 \text{ kg}$$

$$d = 386 \text{ kg}$$

Khi vật liệu có ẩm $W_c = 2\%$, $W_d = 0,5\%$ thì :

$$x' = x = 92,82 \text{ kg}$$

$$n' = n - (cW_c + dW_d) = 48,66 \text{ l.}$$

$$c' = c(1 + W_c) = 185,64 \text{ kg.}$$

$$d' = d(1 + W_d) = 387,93 \text{ kg.}$$

26. Nếu dùng vật liệu khô và lượng dùng xi măng là 1 kg thì thể tích bê tông thu được là :

$$V_{ob} = \frac{1}{3,0} + \frac{0,7}{1} + \frac{2,2}{2,5} + \frac{3,5}{2,6} = 3,26 \text{ lít}$$

Lượng dùng vật liệu khô cho 1m^3 bê tông là :

$$x = 307 \text{ kg}, N = 218 \text{ lit}, C = 675 \text{ kg}, D = 1074 \text{ kg}$$

Lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông khi cát và đá ẩm là:

$$X' = X = 307 \text{ kg}$$

$$C' = C(1 + W_c) = 688,5 \text{ kg}$$

$$D' = D(1 + W_d) = 1084,74 \text{ kg}$$

$$N' = N - (CW_c + DW_d) = 193,76 \text{ lít}$$

27. Lượng vật liệu dùng cho 1m^3 bê tông :

$$X = \frac{2420}{1 + 2 + 4 + 0,5} = 322,66\text{kg}$$

$$C = 2X = 645,32\text{kg}$$

$$D = 4X = 1290,64\text{kg}$$

$$N = 0,5X = 161,33\text{kg}$$

Công thức tính lượng đá cho 1m^3 bê tông :

$$D = \frac{1000}{\frac{r_d \cdot \alpha}{\rho_{vd}} + \frac{1}{\rho_d}}$$

Và ta có :

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\rho_{vd}}{r_d} \left(\frac{1000}{D} - \frac{1}{\rho_d} \right) = \\ &= \frac{1,66}{0,36} \left(\frac{1000}{1290,64} - \frac{1}{2,6} \right) = 1,79 \end{aligned}$$

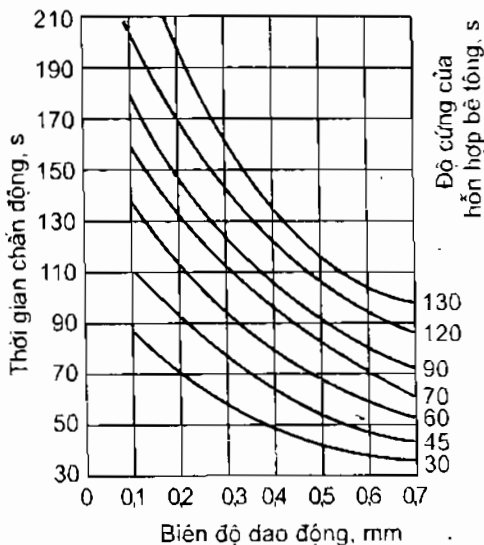
$$28. \rho_{vb} \text{ thực tế} = 300 + 685 + 1200 + 165 = 2350 \text{kg/m}^3.$$

$$\rho_{vb} \text{ tính toán} = \frac{X + N + C + D}{\frac{X}{\rho_x} + \frac{N}{\rho_n} + \frac{C}{\rho_c} + \frac{D}{\rho_d}}$$

$$= \frac{2350}{\frac{300}{3,1} + 165 + \frac{685}{2,65} + \frac{1200}{2,61}} = 2390 \text{ kg/m}^3.$$

$$K_{lên} = \frac{\rho_{vb} \text{ thực tế}}{\rho_{vb} \text{ tính toán}} = \frac{2350}{2390} = 0,98.$$

29. Căn cứ đồ thị vẽ ở hình 4-18 thì với độ cứng của hỗn hợp là 70s và biên độ $a = 0,35\text{mm}$ thời gian tối ưu để đầm chặt bê tông là 100s. Nếu tăng biên độ rung lên 0,50 mm thì thời gian chấn động giảm xuống còn 80s.



Hình 4-18. Quan hệ giữa độ cứng của hỗn hợp bê tông, biên độ dao động của máy đầm rung tần số 2800 lần/phút và thời gian chấn động tối ưu đối với bê tông.

30. Với lượng dùng vật liệu như thiết kế, nếu đảm bảo đầm chặt để bọt khí thoát ra hết thì thể tích bê tông là :

$$V_{ab} = \frac{300}{3,1} + \frac{185}{1} + \frac{685}{2,65} + \frac{1200}{2,61} = 1000 \text{ lít.}$$

Nếu sau đầm chặt trong bê tông còn 3% bọt khí thì lượng vật liệu thực tế dùng cho 1m^3 bê tông là :

$$X' = 300 \times 0,97 = 291 \text{ kg.}$$

$$N' = 185 \times 0,97 = 179,45 \text{ l.}$$

$$C' = 685 \times 0,97 = 664,45 \text{ kg.}$$

$$D' = 1200 \times 0,97 = 1164,00 \text{ kg.}$$

$$\rho'_{vb} = (X' + N' + C' + D') = 2298,9 \text{ kg/m}^3$$

Lượng vật liệu dư ra của 1000m^3 bê tông :

$$\Delta X = 1000 \times (X - X') = 9000 \text{ kg} = 9 \text{ tấn}$$

$$\Delta C = 1000 \times (C - C') = 20.550 \text{ kg} = 13,7 \text{ tấn}$$

$$\Delta D = 1000 \times (D - D') = 36.000 \text{ kg} = 22,5\text{m}^3$$

31. Thể tích bê tông cần cho 4 dầm là :

$$4 \times 200 \times 400 \times 3500 = 1,12\text{m}^3$$

Theo thiết kế, lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông là :

$$X = \frac{2400}{1 + 2,1 + 3,5 + 0,7} = \frac{2400}{7,3} = 329\text{kg}$$

$$C = 2,1X = 691 \text{ kg.}$$

$$D = 3,5X = 1152 \text{ kg.}$$

$$N = 0,7X = 230,3\text{l.}$$

Sau khi tính đổi lượng dùng vật liệu khi có ẩm, ta tính được lượng dùng vật liệu thực tế cho 4 dầm, tức là $1,12\text{m}^3$ bê tông.

32. Hệ số sản lượng :

$$\beta = \frac{V_{ob} \text{ thực tế}}{\sum V_o \text{ vật liệu}}$$

$$V_{\text{ob thực tế}} = \frac{G_b}{\rho_{\text{vbt.tế}}} = \frac{X + N + C + D}{\rho_{\text{vbt.tế}}} \\ = \frac{300 + 185 + 685 + 1200}{\frac{72,9 - 18}{3 \times 0,2 \times 0,2 \times 0,2}} = \frac{2370}{2280} = 1,03 \text{ m}^3.$$

$$\sum V_o \text{ vật liệu} = \frac{X}{\rho_{\text{vx}}} + \frac{C}{\rho_{\text{vc}}} + \frac{D}{\rho_{\text{vd}}} = \\ = \frac{300}{1,2} + \frac{685}{1,6} + \frac{1200}{1,56} = 1447,23 \text{ lít} \approx 1,447 \text{ m}^3 \\ \beta = \frac{1,03}{1,447} = 0,71.$$

33. Trước hết hãy tính ρ_v bê tông sau khi đầm chặt với giả thiết là khi đó trong bê tông hoàn toàn không còn bọt khí :

$$v_1 = \frac{1}{3,1} + \frac{0,7}{1} + \frac{2}{2,65} + \frac{4}{2,61} = 3,31.$$

$$v_2 = \frac{1}{3,1} + \frac{0,6}{1} + \frac{2}{2,65} + \frac{4}{2,61} = 3,21.$$

$$\rho_{\text{vb}_1} = \frac{1 + 0,7 + 2 + 4}{3,3} = 2,33 \text{ kg/l} = 2330 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{vb}_2} = \frac{1 + 0,6 + 2 + 4}{3,2} = 2,37 \text{ kg/l} = 2370 \text{ kg/m}^3$$

Lượng xi măng dùng cho 1 m^3 bê tông :

$$X_1 = \frac{2330}{1 + 0,7 + 2 + 4} = \frac{2330}{7,7} = 302,59 \text{ kg}$$

$$X_2 = \frac{2370}{1 + 0,6 + 2 + 4} = \frac{2370}{7,6} = 311,84 \text{ kg}$$

Lượng nước tham gia vào cấu trúc, bằng 20% lượng xi măng, là :

$$n_1 = 302,59 \times 0,20 = 60,51 \text{ kg} = 60,51 \text{ lít.}$$

$$n_2 = 311,84 \times 0,20 = 62,36 \text{ kg} = 62,36 \text{ lít.}$$

Lượng nước nhào trộn :

$$N_1 = 0,7X_1 = 0,7 \times 302,59 = 211,81 \text{ lít}$$

$$N_2 = 0,6X_2 = 0,6 \times 311,84 = 187,10 \text{ lít}$$

Thể tích rỗng trong 1m^3 bê tông sau rắn chắc với giả thiết bê tông không thay đổi thể tích khi rắn chắc :

$$V_{r_1} = 211,81 - 60,51 = 151,3 \text{ lít}$$

$$V_{r_2} = 187,1 - 62,36 = 124,74 \text{ lít}$$

Độ rỗng của đá bê tông : $r_1 = 15,13\%$

$$r_2 = 12,47\%$$

Khi tỉ lệ $\frac{N}{X}$ của bê tông giảm thì ρ_{vb} tăng lên và độ rỗng của đá bê tông giảm xuống.

34. Theo bảng 4-8 bê tông đúc cấu kiện phải là hỗn hợp bê tông dẻo, nên :

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,50.$$

Ta có quan hệ giữa R_b và thời gian $\frac{R_m}{R_n} = \frac{\lg m}{\lg n}$

hay
$$R_{28} = R_3 \cdot \frac{\lg 28}{\lg 3} = 180 \cdot \frac{1,447}{0,442}$$

$$R_{28} = 589 \text{ daN/cm}^2$$

$$\frac{X}{N} = \frac{589}{0,50 \cdot 600} + 0,5 = 2,46 \text{ (hỗn hợp bê tông dẻo)}$$

$$\frac{N}{X} = 1 : \frac{X}{N} = 0,4065$$

35. Theo Bolomey - Skramtaev (hình 4-19) :

$$R_b^{28} = AR_x \left(\frac{X}{N} \pm 0,5 \right)$$

Khi $\frac{N}{X} < 0,4$ thì $A = 0,33$, $R_x = 500$:

- Với $\frac{N}{X} = 0,3 \rightarrow R_{b_1} = 632 \text{ kG/cm}^2$.

- Với $\frac{N}{X} = 0,35 \rightarrow R_{b_2} = 554 \text{ kG/cm}^2$.

Khi $\frac{N}{X} \geq 0,40$ thì $A = 0,50$, $R_x = 500$:

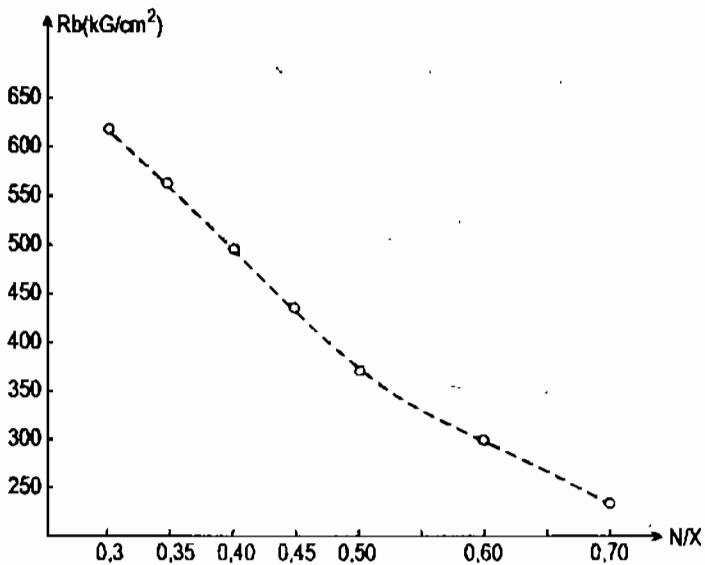
- Với $\frac{N}{X} = 0,4 \rightarrow R_{b_3} = 500 \text{ kG/cm}^2$.

- Với $\frac{N}{X} = 0,45 \rightarrow R_{b_4} = 430 \text{ kG/cm}^2$.

- Với $\frac{N}{X} = 0,50 \rightarrow R_{b_5} = 375 \text{ kG/cm}^2$.

- Với $\frac{N}{X} = 0,60 \rightarrow R_{b_6} = 291 \text{ kG/cm}^2$.

- Với $\frac{N}{X} = 0,70 \rightarrow R_{b_7} = 232 \text{ kG/cm}^2$.

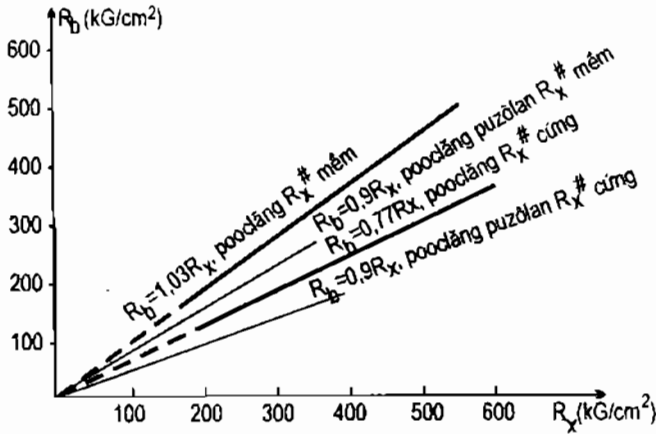


Hình 4-19

36. Bảng tra 4-4a cho ta lượng nước cho 1m^3 bê tông là 135 l.

Khi đó $\frac{X}{N} = \frac{300}{135} = 2,22 \rightarrow$ hỗn hợp bê tông dẻo.

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right), \text{ với } A = 0,6 \rightarrow R_b = 1,03R_x$$



Hình 4-20

37. Khi R_x cứng, $A = 0,45 \rightarrow R_b = 0,77R_x$.

Đồ thị sẽ giảm độ dốc (hình 4-20).

38. Khi thay xi măng pooclăng bằng xi măng pooclăng puzolan, để đảm bảo độ dẻo thì lượng nước sơ bộ tra được phải tăng thêm 15 l ÷ 20l. Như vậy khi $X = \text{const} = 300$ kg thì :

$$\frac{X}{N} = \frac{300}{150} = 2.$$

- Khi R_x mềm, $A = 0,6 \rightarrow R_b = 0,9R_x$.

- Khi R_x cứng, $A = 0,45 \rightarrow R_b = 0,67R_x$.

(Xem đồ thị ở hình 4-20).

39. $R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)$. Với $t = 200s$ và D_{max} cốt liệu 40mm, đá dăm, N_{yc} cát = 72%, tra bảng 4-4a ta có $N = 135 l$; do đó hỗn hợp bê tông dẻo lấy dấu (-) trong công thức Bolomey - Skramtaev.

$$R_x = \frac{\frac{R}{b}}{A \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)} = \frac{200}{0,50 \left(\frac{300}{135} - 0,5 \right)} = 232 \text{ kG/cm}^2$$

Mác xi măng phải là 300 (cứng).

hoặc :
$$R'_x = \frac{200}{0,65 \left(\frac{300}{135} - 0,5 \right)} = 180 \text{ kG/cm}^2$$

Mác xi măng phải là 200 (mềm).

40. Giải tương tự bài 39.

41. Sau khi dùng công thức quan hệ $R_b \sim$ thời gian để xác định R_{28} của bê tông, cách giải như bài 39.

42. Như thiết kế ban đầu thì lượng vật liệu cho $1m^3$ bê tông là :

$$N = 240 l,$$

$$X = \frac{240}{0,8} = 300 \text{ kg},$$

$$C = 2,2X = 660 \text{ kg},$$

$$D = 4X = 1200 \text{ kg}.$$

Mác bê tông khi đó là :

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) = 135 \text{ kG/cm}^2.$$

Nếu giảm được 15% nước = $36 l/m^3$

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N-36} - 0,5 \right) = 174,7 \text{ kG/cm}^2$$

Mác bê tông tăng được $\frac{174,7 - 135}{135} = 29,41\%$.

Nếu không cần tăng cường độ bê tông thì lượng xi măng giảm 15%, tức là giảm 45 kg/m^3 .

Do giảm N và X thể tích bê tông bị hao 1 lượng :

$$\Delta V = \frac{\Delta X}{\rho_x} + \Delta N = \frac{45}{3,1} + 36 = 50,511.$$

Lượng vật liệu dùng cho 1 m^3 bây giờ là :

$$X' = \frac{255 \times 1000}{1000 - 50,5} = 267,75 \text{ kg}$$

$$N' = \frac{(240 - 36)1000}{1000 - 50,5} = 204,21$$

Lượng xi măng tiết kiệm cho mỗi m^3 bê tông là :

$$300 - 267,75 = 32,25 \text{ kg}$$

43. Xem bài giải số 33 với điều lưu ý là bê tông còn bị co thể tích 1% khi rắn chắc.

44. *Hướng dẫn giải* : Trong điều kiện giữ nguyên tỷ lệ sử dụng xi măng : cát : đá, khi tỷ lệ $\frac{N}{X}$ giảm thì tương ứng lượng dùng xi măng, cát, đá cho mỗi mét khối bê tông sẽ tăng lên và do đó $\rho_{vb} = N + X + C + D$ sẽ tương ứng tăng lên. Quan hệ $\frac{N}{X} \sim \rho_{vb}$ là quan hệ tỷ lệ nghịch và gần như tương quan bậc nhất khi các yếu tố khác được coi là hằng số.

45. Với tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,6$, hỗn hợp bê tông và dẻo. Với mác xi măng là P400 cứng, trong các trường hợp cốt liệu có chất lượng thay đổi, hệ số A lần lượt là 0,50 ; 0,45 và 0,40.

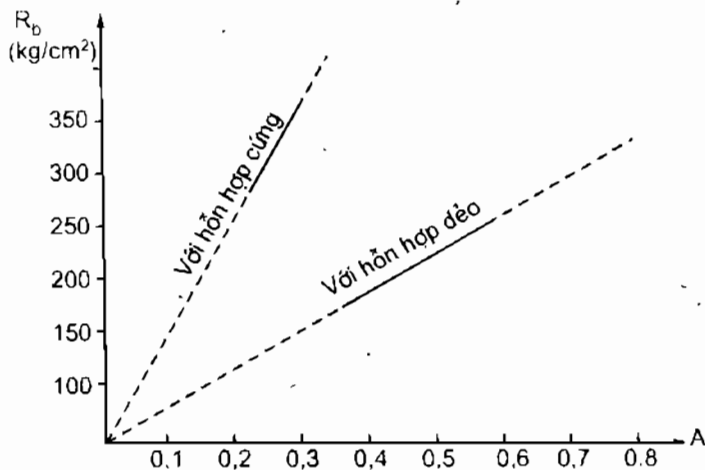
$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)$$

$$R_b = A.400 \left(\frac{1}{0,6} - 0,5 \right) = 466,7A$$

Khi $\frac{N}{X} = 0,35$ hỗn hợp bê tông là cứng. Với R_x cứng hệ số A lần lượt là : 0,33 ; 0,30 ; 0,27.

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} + 0,5 \right)$$

$$R_b = A.400 \left(\frac{1}{0,35} + 0,5 \right) = 1342,85A$$



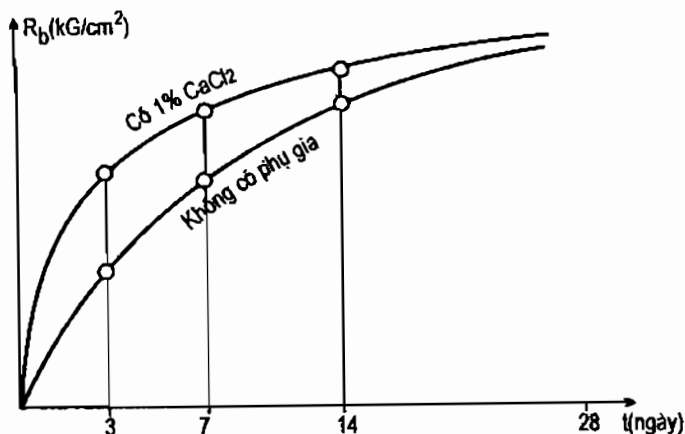
Hình 4-21

Hỗn hợp bê tông cứng cho R_b biến thiên nhanh hơn hỗn hợp bê tông dẻo gấp ba lần khi chất lượng cốt liệu thay đổi (hình 4-21).

46. Từ công thức quan hệ R_b và thời gian :

$$\frac{R_m}{R_n} = \frac{\lg m}{\lg n}$$

Chúng ta xác định được cường độ nén của bê tông ở các tuổi 3 ngày, 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày. Theo dữ kiện đầu bài, ta cũng xác định được R_n của bê tông ở những tuổi trên khi đã cho thêm phụ gia CaCl_2 . Từ đó ta có được đồ thị cho cả hai trường hợp (hình 4-22).



Hình 4-22

Nhận xét : Ở những tuổi ít ngày, khi có phụ gia CaCl_2 cường độ bê tông tăng nhanh vượt bậc. Tuy nhiên, sau 28 ngày rắn chắc, xu thế R_b có phụ gia sẽ có giá trị nhỏ hơn R_b không có phụ gia ; thậm chí, theo thời gian R_b còn bị giảm dần do cấu trúc đá XM bị phân hủy vì CaCl_2 .

47. Sau khi xác định được quy luật phát triển cường độ bê tông theo thời gian có thể dùng đồ thị để xác định thời gian tương ứng khi R_b đạt 70% mức thiết kế. Đó chính là thời hạn cho phép tháo dỡ ván khuôn.

48. Trước khi cho phụ gia CCE bê tông có :

$$\rho_{vb_1} = X + N + C + D = 300 + 180 + 538 + 1260 \text{ kg.}$$

$$\rho_{vb_1} = 2278 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông (giả thiết đầm đến hết bọt khí).}$$

$$R_{b_1} = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)$$

$$= 0,45 \times 400 \left(\frac{300}{180} - 0,5 \right) = 210 \text{ kG/cm}^2.$$

Sau khi cho phụ gia CCB, thể tích sẽ giảm 18 l.

$$X_2 = \frac{300 \times 1000}{(1000 - 18)} = 305,5 \text{ kg.}$$

$$N_2 = \frac{(180 - 18)1000}{1000 - 18} = 1651$$

$$C_2 = 548 \text{ kg}$$

$$D_2 = 1283 \text{ kg}$$

$$\rho_{vb_2} = 2301,6 \text{ kg/m}^3.$$

$$\begin{aligned} R_{b_2} &= AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) \\ &= 0,45 \cdot 400 \cdot \left(\frac{300}{162} - 0,5 \right) = 243,33 \text{ kG/cm}^2 \end{aligned}$$

49. Sau khi cho thêm phụ gia CCB lượng nước trộn giảm 8%. Để giữ nguyên mức bê tông người ta cũng giảm lượng dùng xi măng 8%. Các lượng giảm là :

$$\Delta N = 0,08 \times 320 \times 0,61 = 15,61 \text{ lít}$$

$$\Delta X = 320 \times 0,08 = 25,6 \text{ kg} = 8,25 \text{ lít}$$

$$\Delta V = 15,61 + 8,25 = 23,86 \text{ lít.}$$

Lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông không phụ gia :

$$X_1 = 320 \text{ kg} , N_1 = 195,2 \text{ l,}$$

$$C_1 = 640 \text{ kg, } D_1 = 1280 \text{ kg.}$$

Sau khi cho phụ gia, lượng dùng vật liệu là :

$$X_2 = \frac{(320 - 25,6)}{(1000 - 23,86)} \times 1000 = 300,28 \text{ kg}$$

$$N_2 = \frac{(195,2 - 15,61) \times 1000}{(1000 - 23,86)} = 183,181 .$$

$$C_2 = \frac{64 \times 1000}{1000 - 23,86} = 652,8 \text{ kg.}$$

$$D_2 = \frac{1280 \times 1000}{1000 - 23,86} = 1305,6 \text{ kg}$$

$$\rho_{vb_2} = 2442 \text{ kg/m}^3.$$

$$\beta = \frac{X_2 + N_2 + C_2 + D_2}{\rho_{vb_2}}$$

$$= \frac{\frac{X_2}{\rho_{vx}} + \frac{C_2}{\rho_{vc}} + \frac{D_2}{\rho_{vd}}}{\frac{1000}{230,98 + 408 + 791,27}}$$

$$= \frac{\frac{300,28}{1,3} + \frac{652,8}{1,6} + \frac{1305,6}{1,65}}{1000} = 0,69.$$

Tính lượng dùng vật liệu cho một mẻ trộn $V_m = 425 \text{ l}$ theo công thức :

$$x = \frac{X \cdot V_m}{1000} \beta.$$

50. Trước hết, theo dữ kiện đầu bài, phải thiết kế sơ bộ thành phần bê tông không có phụ gia (lượng xi măng và nước).

- Khi cho phụ gia CCB vào thành phần, người ta bớt được 25l nước mỗi mét khối bê tông. Do đó có thể bớt lượng xi măng nhào trộn mà vẫn đảm bảo các tính năng kỹ thuật của bê tông. Để đảm bảo R_b không thay đổi, theo công thức Bolomey-Skramtaev ta phải đảm bảo tỷ lệ :

$$\frac{X}{N} = \text{const hay } \frac{X_1}{N_1} = \frac{X_2}{N_2}$$

Với $N_2 = N_1 - 25 \text{ l}$ ta có thể tính được X_2 .

Tuy nhiên, X_2 và N_2 không phải lượng dùng cho 1m^3 bê tông mà dùng cho 1 thể tích bê tông là $1000 \text{ l} - \Delta V$, với

$$\Delta V = \frac{N_1 - N_2}{\rho_n} + \frac{X_1 - X_2}{\rho_x}.$$

Do đó phải tính lại để được lượng

X_3, N_3 dùng cho 1m^3 bê tông. Vậy lượng xi măng tiết kiệm được cuối cùng là $X_1 - X_3$ cho mỗi mét khối bê tông. Từ đó tính được lượng xi măng tiết kiệm của cả công trình.

51. Áp dụng công thức về cường độ của Bolomey - Skramtaev :

$$R_b = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) \quad \left(\text{vì } \frac{N}{X} = 0,7 \right)$$

cho cả hai trường hợp có và không có phụ gia, ta sẽ xác định được R_2 và R_1 .

Số phần trăm tăng cường độ bê tông là :

$$\Delta R = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \cdot 100\%$$

52. Mác của bê tông yêu cầu là 300 ; nếu kể đến độ phân tán thì cường độ của bê tông sẽ là :

$$R'_{28} = 300 + 15\% = 345 \text{ kG/cm}^2.$$

Với loại xi măng pooc lăng có cường độ ở tuổi 28 ngày là 4809 kG/cm², $G = 0,5$ (tra bảng 4-12), dựa vào công thức :

$$R'_{28} = GR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) \text{ ta tính được } \frac{X}{N} = 1,94.$$

Với $\frac{X}{N} = 1,94$; $SN = 5$ từ hình 4-1 ta tìm được lượng xi măng $X = 375 \text{ kG/m}^3$.

Lượng nước :

$$N = \frac{X}{\left(\frac{X}{N} \right)} = \frac{375}{1,94} = 195 \text{ l/m}^3.$$

Lượng cốt liệu : xác định đường cấp phối chuẩn OAB (hình 4-3). Điểm A có tọa độ :

$$\text{- hoành độ : } \frac{D_{\max}}{2} = 10\text{mm (modun 41).}$$

$$\text{- tung độ : } Y = 50 - \sqrt{D_{\max}} + K$$

$$\sqrt{D_{\max}} \approx 5$$

K : với $X = 375 \text{ kg}$, hạt cốt liệu tròn, chấn động bình thường bằng cách nội suy (từ bảng 4-15) có $K = -1$.

Vì $M_{dl} = 2,71 (\neq 2,5)$ nên có hệ số điều chỉnh :

$$K_s = 6M_{dl} - 15 \approx +1$$

$$Y = 50 - 5 - 1 + 1 = 45\%$$

Nhờ cấp phối chuẩn tìm được, ta nối điểm 95% lượng lọt sàng của đường cong cát với điểm 5% lượng lọt sàng của đường cong sỏi. Tung độ giao điểm của nó với đường cấp phối chuẩn là giới hạn tỷ lệ của 2 loại cốt liệu (hình 4-3) :

Cát 36%

Sỏi 64%

Từ bảng 4-16 ($D_{max} = 20\text{mm}$, bê tông cứng, đầm nén bình thường) ta có $\rho = 0,835$. Thể tích tuyệt đối của các vật liệu rắn là :

$$1000 \cdot 0,835 = 835 \text{ l}$$

Thể tích tuyệt đối của xi măng :

$$\frac{375}{3,1} = 121 \text{ l}$$

Thể tích tuyệt đối của cốt liệu :

$$835 - 121 = 714 \text{ l}$$

trong đó :

$$\text{cát } 714 \times 0,36 = 257 \text{ l}$$

$$\text{sỏi } 714 \times 0,64 = 457 \text{ l}$$

Khối lượng nguyên vật liệu cho 1m^3 bê tông :

$$\text{cát : } 257 \times 2,54 = 652 \text{ kg}$$

$$\text{sỏi : } 457 \times 2,62 = 1197 \text{ kg}$$

$$\text{xi măng} = 375 \text{ kg}$$

$$\text{nước} = 195 \text{ kg}$$

ρ_v của hỗn hợp bê tông 2,420 kg/l

Điều chỉnh thành phần bê tông

Kiểm tra độ lưu động bằng hình nón cụt tiêu chuẩn với lượng nước 195 l đạt độ lưu động 9cm. Để giảm độ lưu động xuống 5cm thì lượng nước giảm đi 10 l.

Khi thử lại ta tìm được khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông lèn chặt là 2345 kg/m^3 . Như vậy lượng vật liệu cần phải điều chỉnh là :

$$\begin{aligned} 2345 \text{ kg} - 2420 \text{ kg} &= -75 \text{ kg cốt liệu} \\ \text{trong đó} \quad &- 75 \times 36\% = -27 \text{ kg cát,} \\ &- 75 \times 64\% = -48 \text{ kg sỏi.} \end{aligned}$$

Kiểm tra cường độ bê tông với lượng dùng nguyên vật liệu cho 1m^3 như sau :

$$\begin{array}{r} \text{Cát : } 653 - 27 = 262 \text{ kg} \\ \text{Sỏi : } 1197 - 48 = 1149 \text{ kg} \\ \text{Xi măng} \quad \quad \quad 375 \text{ kg} \\ \text{Nước } 195 - 10 = 185 \text{ kg} \\ \hline 2325 \text{ kg} \end{array}$$

Kết quả kiểm tra cường độ bê tông đạt 380 kG/cm^2 (thay vì 345 kG/cm^2). So với lượng xi măng cũ, lượng xi măng mới phải giảm đi một lượng theo tỉ lệ $\frac{345}{380}$.

$$\text{Từ } \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) = 1,94 - 0,5 = 1,44 ,$$

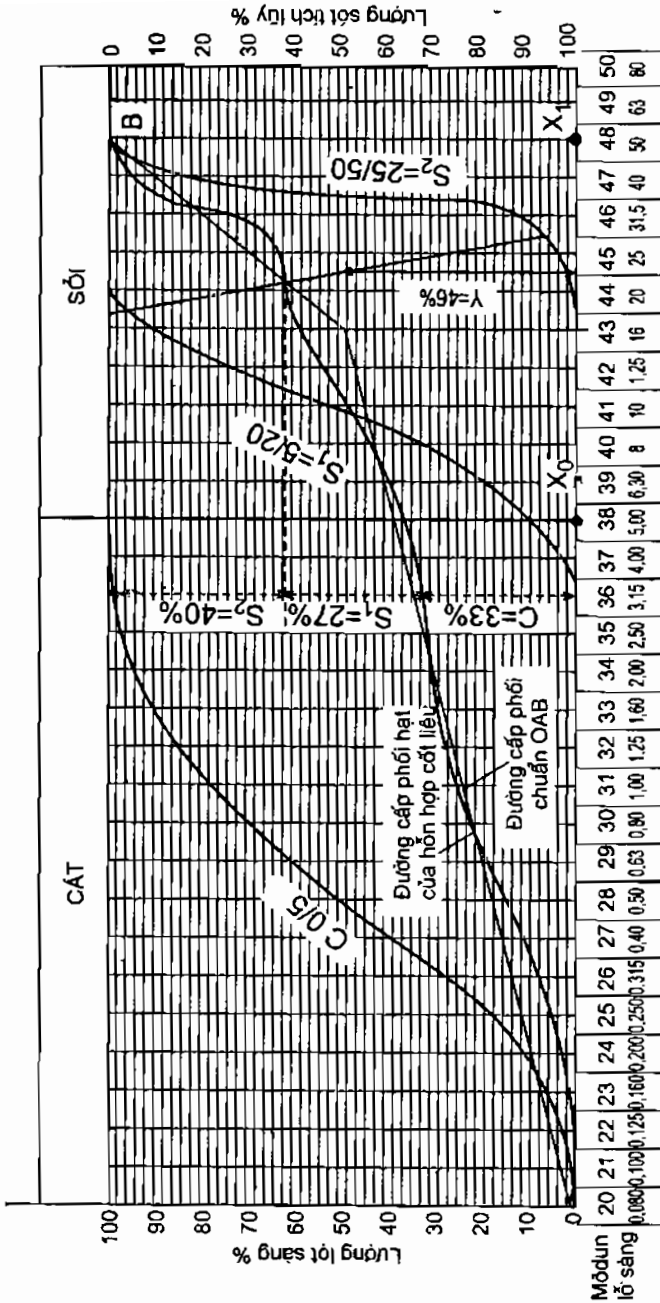
tính được $\frac{X}{N}$ mới sẽ là :

$$\left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) = \frac{345}{380} \times 1,44$$

$$\frac{X}{N} = 1,8$$

Trên hình 4-1, với $\frac{X}{N} = 1,8$ và $SN = 5\text{cm}$ lượng xi măng sẽ xấp xỉ 350 kg . Lượng xi măng giảm sẽ được bù bằng khối lượng cát :

$$\frac{375 - 350 \times 2,54}{3,1} = 21 \text{ kg}$$



Hình 4-23. Phân tích thành phần hạt.
Đường cấp phối hạt của hỗn hợp cốt liệu $D_{max} = 50\text{mm}$.

Khối lượng nguyên vật liệu cho 1m^3 bê tông sau khi điều chỉnh sẽ là :

$$\text{Cát : } 626 + 21 = 647 \text{ kg}$$

$$\text{Sỏi : } = 1149 \text{ kg}$$

$$\text{Xi măng : } = 350 \text{ kg}$$

$$\text{Nước : } \frac{350}{1,8} = 195\text{kg}$$

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt là 2341 kg/m^3 .

Lượng nước thực tế sẽ được xác định theo trạng thái ẩm của cốt liệu để đảm bảo được SN tối thiểu.

53. Khi kể đến độ phân tán thì cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày sẽ là :

$$R'_{28} = 250 + 20\% = 300 \text{ kG/cm}^2$$

Với cốt liệu có chất lượng trung bình, $D_{\max} = 50\text{mm}$, theo bảng 4-12 ta chọn $G = 0,45$. Từ đó ta tính được $\frac{X}{N} = 1,83$. Dựa vào hình 4-1 tìm được lượng xi măng $X = 370 \text{ kg}$.

$$\text{Lượng nước : } N = \frac{370}{1,83} = 202 \text{ l/m}^3 \text{ ứng với } D_{\max} = 25\text{mm}.$$

Với $D_{\max} = 50 \text{ mm}$ thì $N = 202 - 6\% (202) = 190 \text{ l}$ (theo biểu đồ 4-2). Lúc đó lượng xi măng sẽ là : $190 \times 1,83 = 348 \text{ kg}$ (để an toàn lấy 350).

Lượng cốt liệu : Xác định đường cấp phối chuẩn (hình 4-3). Điểm A có tọa độ : Hoành độ tương ứng với modun 43 (điểm giữa của 38 và 48 của $D_{\max} = 50$). Tung độ :

$$Y = 50 - \sqrt{D_{\max}} + K$$

trong đó : $D_{\max} = 50\text{mm}$

$K = +2$ (hạt tròn, rung yếu, $X = 350$). Vì $M_{dl} \neq 2,5$ nên có thêm hệ số K_s :

$$K_s = 6 \times 2,85 - 15 = +2$$

$$\text{Vậy : } Y = 50 - \sqrt{50} + 2 + 2 = 47$$

Để chế tạo bê tông dùng 3 loại cốt liệu : cát : 0/5 ; sỏi 1 : 5/20 ; sỏi 2 : 25/50. Cấp phối của chúng được biểu diễn trên hình 4-23.

Khi nối điểm 95% và 5% của các đường cấp phối liên tục ta tìm được tỷ số % thể tích tuyệt đối tương ứng của chúng là :

Cát : 33%

Sỏi 1 : 27%

Sỏi 2 : 40%

Tra bảng 4-16 ($D_{\max} = 50\text{mm}$, bê tông dẻo, đầm nén yếu) ta có $\rho = 0,83$.

Thể tích tuyệt đối của các cấu tử rắn :

$$1000 \cdot 0,83 = 830 \text{ l}$$

Trong đó :

Thể tích tuyệt đối của xi măng $\frac{350}{3,1} = 113 \text{ l}$

Thể tích tuyệt đối của cốt liệu $830 - 113 = 717 \text{ l}$

Khối lượng của :

$$\text{Cát : } 0,33 \times 717 \times 2,6 = 615 \text{ kg}$$

$$\text{Sỏi 1 : } 0,27 \times 717 \times 2,65 = 515 \text{ kg}$$

$$\text{Sỏi 2 : } 0,40 \times 717 \times 2,65 = 760 \text{ kg}$$

$$\text{Xi măng} = 350 \text{ kg}$$

$$\text{Nước} \quad \frac{350}{1,83} = 191 \text{ kg}$$

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông 2431 kg/m^3 .

Để có chính xác thành phần bê tông cần phải kiểm tra bằng thực nghiệm như bài 52.

54. Theo bảng 4-12 (rung ép tốt, chất lượng cốt liệu tốt) tra được $G = 0,45$. Tính được $\frac{X}{N} = 2,3$.

Với $\frac{X}{N} = 2,3$, $SN = 7\text{cm}$ dựa vào biểu đồ hình 4-1 tìm được lượng xi măng là 400 kg (với điều kiện phải thêm vào một lượng phụ gia lỏng).

$$\text{Lượng nước : } \frac{400}{2,3} = 174 \text{ l.}$$

Vì $D_{\max} = 5\text{mm}$ nên phải thêm vào 15% nước :

$$N = 1,15 \times 174 = 200 \text{ l}$$

Lúc đó lượng xi măng sẽ là :

$$200 \times 2,3 = 460 \text{ kg}$$

Dựa vào đường cấp phối chuẩn OAB (hình 4-24) ta xác định được tỷ lệ thể tích tuyệt đối của 3 loại cát

$$C_1 = 27\%$$

$$C_2 = 11\%$$

$$C_3 = 62\%$$

Theo bảng 4-16 (hỗn hợp bê tông dẻo, chấn động bình thường, $D_{\max} = 5\text{mm}$) ta có $\rho = 0,77$. Thể tích tuyệt đối của các cấu tử rắn trong 1m^3 hỗn hợp bê tông là :

$$1000 \times 0,77 = 770 \text{ l}$$

Trong đó :

Thể tích tuyệt đối của xi măng

$$\frac{460}{31} = 148 \text{ l}$$

Thể tích tuyệt đối của cốt liệu

$$770 - 148 = 622 \text{ l}$$

Khối lượng nguyên vật liệu trong 1m^3 bê tông hạt mịn :

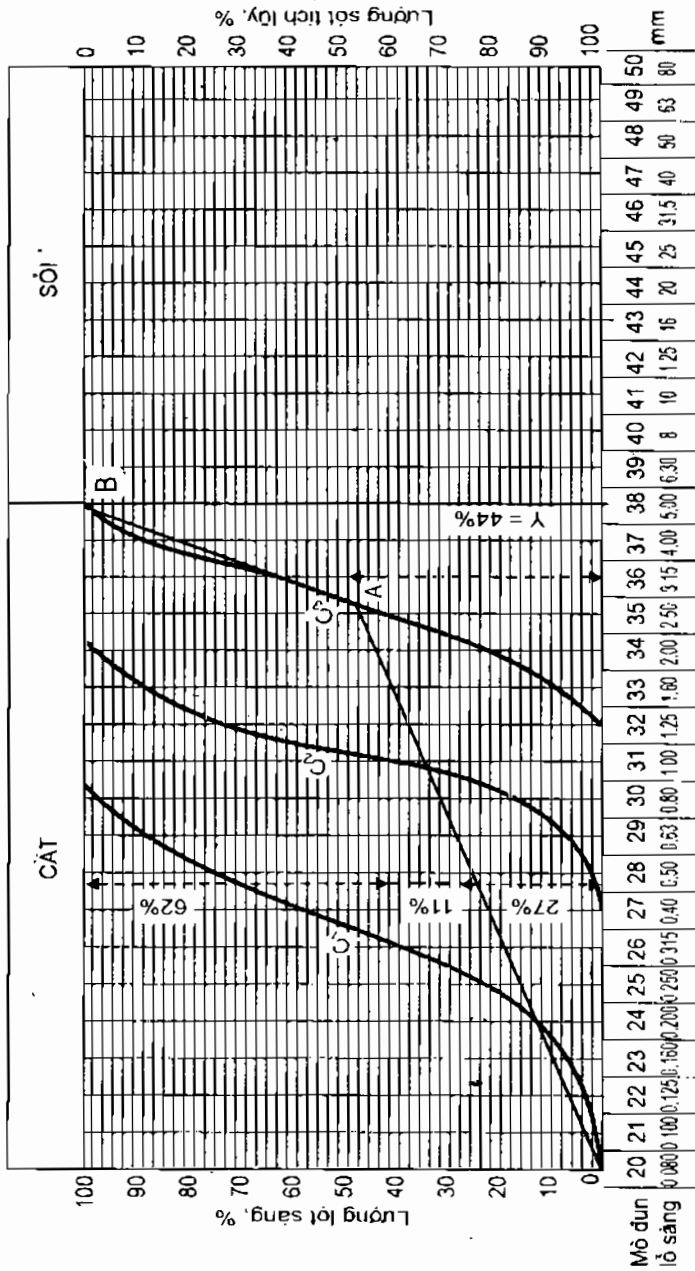
$$\text{Cát mịn } 0/0,5 : \quad 622 \times 0,27 \times 2,54 = 428 \text{ kg}$$

$$\text{Cát trung bình } 0,5/1,6 : \quad 622 \times 0,11 \times 2,54 = 174 \text{ kg}$$

$$\text{Cát thô } 1,6/5 : \quad 622 \times 0,62 \times 2,54 = 980 \text{ kg}$$

$$\text{Xi măng} \quad \quad \quad = 460 \text{ kg}$$

$$\text{Nước + phụ gia lỏng} \quad \quad \quad = 200 \text{ kg}$$



Hình 4-24. Phân tích thành phần hạt,
Đường cấp phối hạt của hỗn hợp 3 loại cát $D_{max} = 5\text{mm}$

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông : 2242 kg/m³.

Để có chính xác hơn thành phần bê tông cần phải kiểm tra bằng thực nghiệm như bài 52.

55. Cường độ chịu uốn của xi măng tính theo $R_{\text{uén}}$ của nó

$$R_{xu} = 0,08.R_{xn} + 11.$$

Ta có : $R_{xu} = 0,08.440 + 11 = 46 \text{ kG/cm}^2$

Tỷ lệ $\frac{N}{X}$ của bê tông mặt đường xác định theo công thức sau :

$$\frac{N}{X} = 0,45 \cdot \frac{R_{xu}}{R_{bu}} + b.$$

Khi bê tông dùng đá dăm granit $b = 0,03$;

Khi bê tông dùng dăm đá vôi $b = 0,07$.

Theo đầu bài ta xác định được $b = 0,03$:

$$\frac{N}{X} = 0,45 \cdot \frac{46}{40} + 0,03 = 0,54.$$

Để đảm bảo tính bền vững và tính chịu băng giá của bê tông mặt đường thì tỷ lệ $\frac{N}{X}$ lớn nhất cho phép trong các trường hợp :

- Vùng khí hậu hàn đới $t_{\text{min}}^{\circ} < -15^{\circ}\text{C}$ $\left[\frac{N}{X} \text{ max} \right] = 0,50$
- Vùng khí hậu ôn đới $t^{\circ} = -5^{\circ} \div -15^{\circ}\text{C}$ $= 0,53$
- Vùng khí hậu cận nhiệt đới $t_{\text{min}} > -5^{\circ}\text{C}$ $= 0,55$
- Vùng nhiệt đới $t_{\text{min}} > 0^{\circ}\text{C}$ $= 0,60$

Như vậy tỷ lệ tính toán $\frac{N}{X} = 0,54$ sử dụng được.

Lượng nước sơ bộ xác định theo bảng 4-4b là 155 l.

Lượng xi măng sơ bộ :

$$X = N : \frac{N}{X_c} = \frac{155}{0,54} = 287\text{kg}$$

Lượng đá dăm xác định như bê tông nặng :

$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r_d}{\rho_{yd}} + \frac{1}{\rho_d}} \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 1,3 \div 1,35 \\ r_d = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho}\right) = 0,42 \end{array} \right.$$

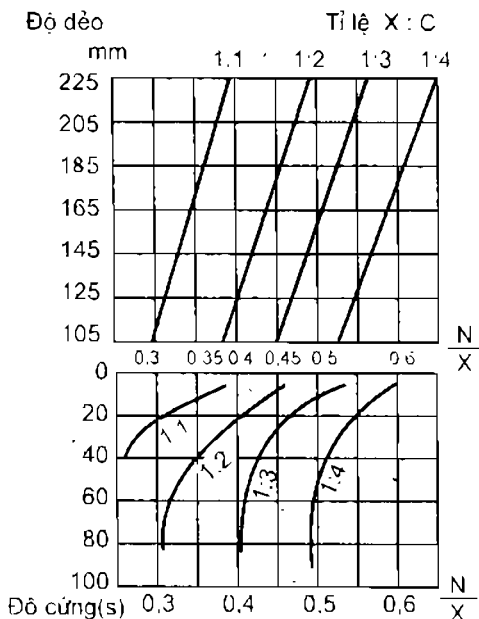
$$D = 1340 \text{ kg.}$$

Lượng cát :

$$C = \rho_c \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_x} + N + \frac{D}{\rho_d} \right) \right] = 655 \text{ kg.}$$

Vấn đề sau cùng là thí nghiệm kiểm tra lại R_b để khẳng định kết quả thiết kế.

56. Bê tông dùng cho các kết cấu bản mỏng bê tông cốt thép hoặc xi măng lưới thép thực chất là loại bê tông hạt mịn, nói đúng hơn là hỗn hợp xi măng-cát (vữa) không dùng cốt liệu thô. Song, qui luật về tính chất vẫn có thể áp dụng của bê tông xi măng chịu lực được. Tuy nhiên, việc thiết kế thành



Hình 4-25

phần phải sử dụng một số kết quả thực nghiệm riêng thể hiện bằng các biểu đồ sau :

Hình 4-25 là đồ thị để chọn tỷ lệ $\frac{XM}{\text{cát}}$ với cát cỡ hạt trung bình ($N_{yc} = 7\%$) tương ứng độ dẻo của hỗn hợp xi măng-cát với tỷ lệ $\frac{N}{X}$ xác định.

Khi cát hạt nhỏ thì lượng cát giảm 5% cho mỗi % tăng của N_{yc} . Cát thô, lượng cát tăng 5% cho mỗi % tăng của N_{yc} .

Giải bài 56 :

$$\frac{N}{X} = \frac{AR_x}{R_b + A \cdot 0,8R_x} = \frac{0,6 \cdot 400}{300 + 0,6 \cdot 0,8 \cdot 400} = 0,49$$

tra trên đồ thị với $\frac{N}{X} = 0,49$ và $t = 30s$ ta có tỷ lệ

$$\frac{XM}{\text{cát}} = \frac{1}{3,2} \text{ (cát có } M_{dl} = 1,5 \text{ là cát hạt nhỏ).}$$

Lượng xi măng xác định bằng công thức sau :

$$X = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_x} + \frac{N}{X} + \frac{C}{\rho_c}} = \frac{1000}{\frac{1}{3,1} + 0,49 + \frac{3,2}{2,63}};$$

$$X = 490 \text{ kg/m}^3 \text{ bê tông ;}$$

$$N = 0,49 X = 240 \text{ l ;}$$

$$C = 3,2 X = 1570 \text{ kg.}$$

Khối lượng thể tích tính toán $\rho_{vb} = 2300 \text{ kg/m}^3$.

57. Mác (cường độ tính toán) của bê tông theo đầu bài :

$$R_b = \frac{310}{0,6} = 517 \text{ daN/cm}^2 = 517 \text{ kG/cm}^2$$

$$\frac{N}{X} = \frac{0,6R_x}{R_b + 0,8 \cdot 0,6R_x} = \frac{0,6 \cdot 600}{517 + 0,48 \cdot 600} = 0,447$$

Để có được chỉ số độ dẻo của hỗn hợp xi măng - cát cần sử dụng đồ thị cho ở hình 4-26.

Theo kinh nghiệm thời gian rung tạo hình khi dùng các phương tiện như sau :

- Dầm dùi cỡ nhỏ :

$$t < 15 \text{ s}$$

- Bàn rung tần số

3000 l/phút : $t < 40\text{s}$

- Bàn rung tần số

6000 l/phút : $t < 80\text{s}$

- Rung gia áp : $t < 100\text{s}$

Ở đây ta chọn $t = 85\text{s}$ và số lớp lưới thép là 5 lớp, thì chỉ số độ dẻo là 123mm ; số lớp lưới = 8 thì chỉ số độ dẻo là 148mm. Số lớp lưới thép theo đầu bài là 7 ta phải tính nội suy :

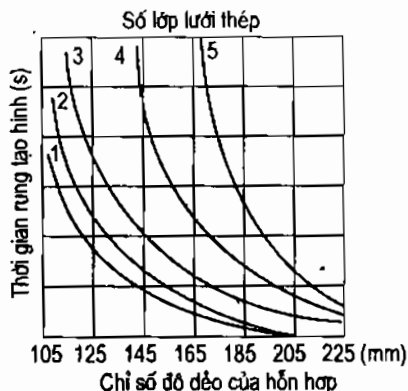
$$123 + \frac{(148 - 123)(7 - 5)}{(8 - 5)} = 139,7\text{mm}$$

Với lưới thép N^o 10 giảm 25% độ dẻo :

$$139,7(100\% - 25\%) = 105 \text{ mm.}$$

Dùng đồ thị trên hình 4-25 của bài tập 56, ta xác định được tỷ lệ $\frac{X}{C}$ ứng với $\frac{X}{N} = 0,447$ và độ dẻo của hỗn hợp 105mm là $X : C = 1 : 2,9$.

Các số liệu trên đây mới chỉ là tính toán sơ bộ. Muốn chọn cấp phối chính xác theo yêu cầu về cường độ thiết kế, cần thí nghiệm với 3 loạt mẫu có tỷ lệ $\frac{N}{X}$ xung quanh giá trị tính sơ bộ.



Hình 4-26

$$\left(\frac{N}{X}\right)_1 = \left(\frac{N}{X} \text{ sơ bộ}\right) = 0,447$$

$$\left(\frac{N}{X}\right)_2 = \left(\frac{N}{X} \text{ sơ bộ}\right) \times 0,80 = 0,35.$$

$$\left(\frac{N}{X}\right)_3 = \left(\frac{N}{X} \text{ sơ bộ}\right) \times 1,2 = 0,53$$

$$\text{Ta có : } X = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_x} + \frac{N}{X} + \frac{C}{\rho_c}}$$

$$X_1 = \frac{1000}{\frac{1}{3,0} + 0,447 + \frac{2,9}{2,6}} = 527 \text{ kg/m}^3$$

$$X_2 = \frac{1000}{\frac{1}{3,0} + 0,35 + \frac{2,9}{2,6}} = 553 \text{ kg/m}^3$$

$$X_3 = \frac{1000}{\frac{1}{3,0} + 0,53 + \frac{2,9}{2,6}} = 503 \text{ kg/m}^3$$

$$N_1 = 0,447X_1 = 235 \text{ l/m}^3.$$

$$N_2 = 0,447X_2 = 247 \text{ l/m}^3.$$

$$N_3 = 0,447X_3 = 225 \text{ l/m}^3.$$

$$C_1 = 2,9X_1 = 1526 \text{ kg/m}^3.$$

$$C_2 = 2,9X_2 = 1605 \text{ kg/m}^3.$$

$$C_3 = 2,9X_3 = 1460 \text{ kg/m}^3.$$

Các tổ hợp số liệu $X_1N_1C_1$; $X_2N_2C_2$ và $X_3N_3C_3$ cho ta ba kết quả thực nghiệm R_1 , R_2 , R_3 của bê tông. Vẽ đồ thị quan hệ $R_b \sim X$ và căn cứ vào $R_{\text{thiết kế}}$ của bê tông ta sẽ có $X_{\text{chọn}}$. Từ giá trị $X_{\text{chọn}}$ ta xác định lại $N_{\text{chọn}}$ và $C_{\text{chọn}}$ tương ứng.

58. Như công thức đã áp dụng ở bài tập 57 dùng cho bê tông hạt nhỏ ít cốt liệu thô, ta có :

$$\frac{N}{X} = \frac{0,45 \cdot 500}{300 + 0,45 \cdot 0,5 \cdot 500} = 0,54$$

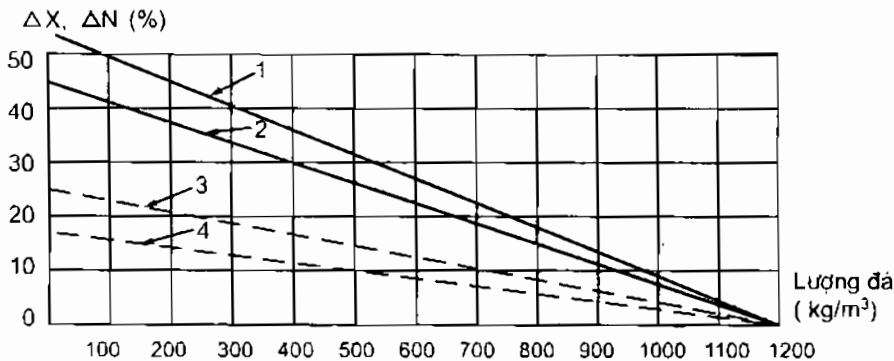
Lượng nước theo biểu đồ ở phụ lục 4-3 tra được 150 l/m^3 .

Lượng xi măng :

$$X = N : \frac{N}{X} = 280 \text{ kg/m}^3.$$

Lượng xi măng sử dụng có thể tăng thêm 20% như điều kiện đầu bài ; do đó theo đồ thị ở hình 4-27, lượng nước có thể tăng thêm 14%. Và lượng đá dăm sử dụng vào khoảng 700 kg/m^3 .

$$X = 280 \times 1,2 = 335 \text{ kg/m}^3, \quad N = 150 \times 1,14 = 170 \text{ l/m}^3.$$



Hình 4-27. Đồ thị để tính toán bê tông ít đá dăm
đường 1 và 2 : lượng xi măng để đảm bảo độ dẻo.

1 - khi độ dẻo xác định bằng SN (bê tông dẻo),

2 - khi độ dẻo xác định bằng t (bê tông cứng) ;

đường 3 - 4 : Lượng nước tăng tương ứng với lượng xi măng tăng.

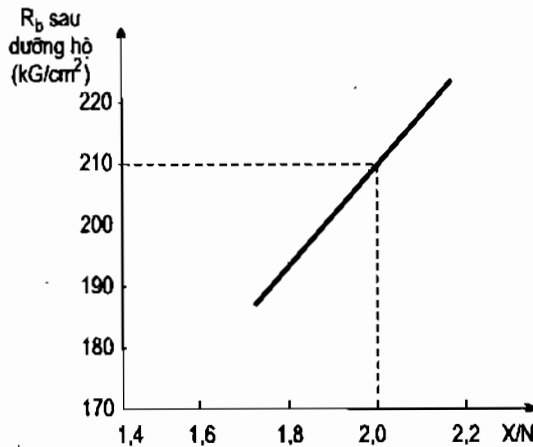
Tính lượng cát :

$$C = \rho_c \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_x} + N + \frac{D}{\rho_d} \right) \right] = 1175 \text{ kg}$$

59. Lượng nước tra đồ thị ở phụ lục 4-3 được $N = 140 \text{ l}$.

Sau bảo dưỡng hơi nước bê tông đạt :

$$R_b = 0,7.300 = 210 \text{ kG/cm}^2.$$



Hình 4-28

Theo đồ thị ở hình 4-28 vẽ được từ kết quả khảo sát cường độ bê tông trong dưỡng hộ hơi nước áp suất cao, ta xác định được $\frac{X}{N} = 2,0$. Từ đó :

$$X = 140 \times 2 = 280 \text{ kg/m}^3$$

$$D = \frac{1000}{\frac{0,43 \cdot 1,1}{148} + \frac{1}{2,6}} = 1415 \text{ kg}$$

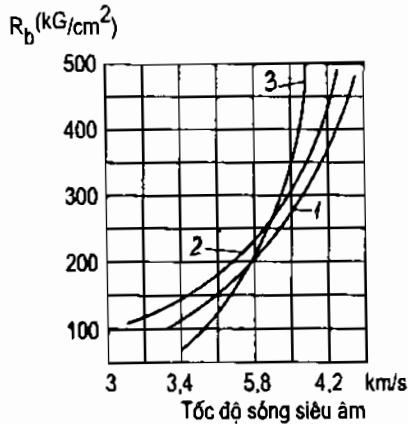
$$C = \rho_c \left[1000 - \left(\frac{280}{3,1} + 140 + \frac{1415}{2,6} \right) \right] = 590 \text{ kg}$$

60. Tốc độ sóng siêu âm tính được là :

$$v = \frac{S}{r} = \frac{150}{40} = 3,75 \text{ km/s}$$

Hình vẽ 4-29 cho ta kết quả : $R_7 = 270 \text{ kg/cm}^2$. Theo công thức Skramtaev :

$$R_{28} = R_7 \cdot \frac{\lg 28}{\lg 7} = 463 \text{ kg/cm}^2.$$



Hình 4-29. Đồ thị xác định R_b bằng sóng siêu âm

- 1 - cho bê tông sỏi thạch anh ;
- 2 - cho bê tông đá dăm granit ;
- 3 - cho bê tông đá dăm canxi.

61. Quan hệ giữa các loại cường độ bê tông như sau :

- Công thức của giáo sư A.A Gvazdev :

$$R_{\text{lãng trụ}} = \frac{1300 + R_b^{\#}}{1450 + 3R_b^{\#}} \cdot R_b^{\#}$$

- Theo kết quả thí nghiệm của Trung tâm ЦНИИСК :

Cường độ nén khi uốn $R_{n,u} = 1,25 R_{\text{lãng trụ}}$

- Công thức Pherié :

Cường độ chịu kéo đúng tâm

$$R_k = 0,5 \sqrt[3]{R_2^{\#2}}$$

Cường độ chịu kéo khi uốn thường bằng 1,5 đến 2,2. Cường độ kéo đúng tâm.

- Cường độ chịu cắt :

$$R_c = 0,7 \sqrt{R_{\text{lãng trụ}} \times R_k}$$

- Môđun biến dạng khi nén :

$$E_n = \frac{10^6}{1,7 + \frac{360}{R_b^{\#}}}, \text{ kG/cm}^2$$

- Lực dính bám cốt thép :

$$R_d \approx (0,15 \div 0,20)R_b^{\#}$$

Giá trị khả năng dính bám với cốt thép gần bằng giá trị của $R_{cát}$.

Sau khi áp dụng các hướng dẫn trên đây để tính cho hai trường hợp bê tông 600 và bê tông 200 ta có thể nhận thấy giá trị các số liệu tương ứng của hai loại bê tông này chênh nhau từ 2 đến 2,5 lần. Như vậy mức bê tông càng cao thì độ bền của bê tông trong các trạng thái làm việc khác nhau cũng được tăng cường.

Riêng môđun biến dạng $\frac{E_n^{600}}{E_n^{200}} \approx 1,5$ lần.