

PHỤ LỤC

Ví dụ 1: LỰA CHỌN THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ 60 MPa, DÙNG TRO BAY VÀ PHỤ GIA SIÊU DẸO VIỆT NAM

Các dữ liệu cho trước:

- Cường độ bê tông quy định 60 MPa (mẫu hình lập phương $15 \times 15 \times 15\text{cm}$), độ sụt của hỗn hợp bê tông 18cm.

- Xi măng PC 40, khối lượng riêng $\rho_x = 3.10 \text{ kg/dm}^3$

- Cát sông có mô đun độ lớn $M_{II} = 2.7$, khối lượng riêng $\rho_c = 2.60 \text{ kg/dm}^3$, khối lượng thể tích ở trạng thái đầm chặt $\gamma_c^{dc} = 1.7 \text{ kg/l}$, độ hấp phụ nước của cát $H_c = 1.2\%$, độ ẩm của cát $W_c = 2\%$.

- Đá dăm bazan có khối lượng riêng bằng $\rho_d = 2.93 \text{ kg/dm}^3$, khối lượng thể tích ở trạng thái đầm chặt $\gamma_d^{dc} = 1.78 \text{ kg/l}$, độ hấp phụ nước của cát $H_d = 0.5\%$, độ ẩm của đá $W_d = 1\%$, $R_d = 1350 \text{ daN/cm}^2$.

Cấp C theo tiêu chuẩn ASTM

- Tro bay có khối lượng riêng $\rho_t = 2.64 \text{ kg/dm}^3$.

- Phụ gia siêu dẻo PA-99 của Công ty tư vấn tài nghiệm công trường giao thông dạng lỏng, có tỷ trọng $\rho_{p.d} = 1.15$, tỷ lệ pha trộn 1.1% trọng lượng xi măng trong bê tông.

Các bước tính toán như sau

Bước 1: Từ cường độ quy định của bê tông là $R_{bt} = 60 \text{ MPa}$, lựa chọn bê tông theo phương pháp trộn tại phòng thí nghiệm, tính cường độ yêu cầu $R_{ce} = (60 + 11.6) : 0.9 = 79.5 \text{ MPa}$; $R_{gcc} = 60 + 11.6 = 71.6$.

Bước 2: Tra bảng 3.4, chọn $D_{max} = 12.7 \text{ mm}$ vì cường độ yêu cầu của bê tông $> 75 \text{ MPa}$.

Bước 3: Tra bảng 3.1, tìm được lượng nước trộn trong bê tông là $N = 174 \text{ lít}$ chưa kể nước nước hấp phụ trong cát đá với độ sụt $S_n = 2.5 - 3 \text{ cm}$. Do dùng phụ gia siêu dẻo bột nước 8%.

$$N = 174 - (0.08 \times 174) = 160 \text{ lít}$$

Độ rỗng của cát $r = (1 - 1.70/2.7) \times 100\% = 35\%$, do đó không phải điều chỉnh lượng nước đã tra bảng.

Bước 4: Tra bảng 3.2 và nội suy xác định tỉ lệ $N/X + \text{tro bay} = 0.32$

Bước 6: Xác định hàm lượng chất dính kết gồm xi măng và tro bay:

$$\frac{N}{N/(X+T)} = \frac{160}{0.32} = 500 \text{ kg}$$

Chọn tỉ lệ tro bay là 26% thì lượng tro bằng $T = 100 \text{ kg}$ và lượng xi măng $X = 400 \text{ kg}$.

Bước 7: Tra bảng 3.5, tìm được thể tích đầm chặt của đá trong 1 m^3 bê tông bằng $0,68 \text{ m}^3$ và trọng lượng đá $D = 0,68 \times 1602 = 1089 \text{ kg}$.

Bước 8: Hàm lượng phụ gia PA - 99, $PG = 500 \times 1,4/100 = 7,0 \text{ kg}$ hoặc $7,0/1,15 = 6 \text{ lít/m}^3$ bê tông.

Bước 9: Xác định hàm lượng cát trong 1 m^3 hỗn hợp bê tông:

- Thể tích tuyệt đối của xi măng $V_x = 400/3.10 = 129,0$
- Thể tích tuyệt đối của tro bay $V_t = 100/2.64 = 37,8$
- Thể tích tuyệt đối của đá $V_d = 1089/2.76 = 394,6$
- Thể tích nước $V_n = 160 \text{ lít}$
- Thể tích của không lẩn trong bê tông $V_k = 20 \text{ lít}$.

(Hàm lượng khí lầy = 2%)

- Thể tích tuyệt đối của cát

$$V_c = 1000 - 129,0 - 37,8 - 394,6 - 160 - 20 = 258,6 \text{ dm}^3$$

- Trọng lượng của cát $C = 258,6 \times 2,68 = 693 \text{ kg}$

Thành phần bê tông là:

$$\begin{array}{lll} X = 400 \text{ kg} & D = 1089 \text{ kg} & N = 160 \text{ lít} \\ TB = 100 \text{ kg} & C = 693 \text{ kg} & PG = 6,0 \text{ lít/m}^3 \end{array}$$

Bước 10: Tiến hành các mẻ trộn thử tại phòng thí nghiệm và tại hiện trường theo số liệu tính toán, nếu các kết quả đạt yêu cầu thì cho phép sản xuất. Nếu không đạt yêu cầu thì phải điều chỉnh thành phần bê tông, chủ yếu là lượng nước và xi măng như đối với bê tông thông thường.

Tiến hành các mẻ trộn thử nghiệm theo trình tự sau

Bước 10.1: Xác định bê tông làm mẫu thử

Theo giả định tro loại C có thành phần từ $20 \div 35\%$ lượng xi măng. Các tổ mẫu dự định chế tạo gồm 3 tổ mẫu ứng với thành phần tro loại C biến đổi theo ba cấp: 20%, 25%, 30%.

Tính lại thành phần xi măng và tro của bê tông thí nghiệm như sau:

Dạng hỗn hợp	Hàm lượng tro %	Lượng tro (kg)	Lượng xi măng (kg)	Tổng cộng
N°1	20	100	400	800
N°2	25	125	375	500
N°3	30	150	350	500

Thành phần nước và đá trong 3 tổ mẫu là không thay đổi.

Khối lượng cát tính theo lượng xi măng và lượng tro

$$C_1 = 693 \text{ kg} \quad C_2 = 691,7 \text{ kg} \quad C_3 = 685,2 \text{ kg}$$

Thành phần ba tổ mẫu như sau:

Dạng hỗn hợp	Tro (kg)	Xi măng (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	Nước (kg)	PGSD (lít)
Nº1	100	400	693	1089	160	6,0
Nº2	125	375	691	1089	160	6,0
Nº3	150	350	685,2	1089	160	6,0

Bước 10.2: Chế tạo và bộ mẫu thử $15 \times 15 \times 15$ cm trong điều kiện tiêu chuẩn

Bước 10.3: Thử mẫu ở tuổi 28 ngày có các kết quả sau:

Dạng hỗn hợp	Cường độ nén sau 28 ngày daN/cm ²	Nhiệt độ bê tông °C	Độ sụt (cm)
Nº1	820	35	18,2
Nº2	828	34	18,1
Nº3	823	33	18,0

Theo kết quả hỗn hợp N^o2 được lựa chọn vì có nhiệt độ bê tông thấp và cường độ cao nhất, độ sụt đảm bảo.

Ví dụ 2: THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ 70 MPa DÙNG MUỘI SILIC VÀ PHỤ GIA SIÊU DẸO THUY SỈ

Các dữ liệu cho trước:

Tính toán mở trộn ở phòng thí nghiệm.

Cường độ bê tông qui định: $R_k = 70$ MPa (mẫu $15 \times 15 \times 15$ cm)

Độ sụt hỗn hợp bê tông: 15 cm

Xi măng PC 40, $\rho_k = 3,1$ g/cm³

Cát sông có mô đun độ lớn $M_k = 2,8$, khối lượng riêng $2,65$ g/cm³, khối lượng thể tích $\gamma_s = 1,7$ g/cm³, độ hấp phụ nước 1%, độ ẩm cát $W_s = 2\%$.

Đá dăm granit, khối lượng riêng của đá là $2,85$ kg/cm³, khối lượng thể tích: $1,5$ g/cm³. Khối lượng thể tích ở trạng thái đầm chặt $\gamma_d = 1,602$ g/cm³ $R_d = 160$ daN/cm².

Muội silic gốc Thuy Sỉ: Hàm lượng $SiO_2 = 92-98\%$.

Các bước tính toán như sau

Bước 1: Tính $R_{cr} = (81 + 11,6) : 0,9 = 90,6$ MPa:

$$R_{cc} = 70 + 11,6 = 81,6$$

Bước 2: Xác định đường kính lớn nhất của cốt liệu lấy

$$D_{max} = 9,5 \text{ mm} - 12,7 \text{ mm} (R_{cr} > 75 \text{ MPa}), \text{ chọn } D_{max} = 12,7$$

Bước 3: Tra bảng 3.2 xác định tỷ lệ $X / (X + S) = 0,32$

Bước 4: Tra bảng 3.1 xác định lượng nước với độ sụt ban đầu: 3cm

$D_{\max} = 13,7$ mm là 174 lít/m³ bê tông (độ rỗng cát là 35%)

Sử dụng phụ gia siêu dẻo, lượng nước giảm 6% $N = 163,6 = 164$ lít.

Bước 5: Tính lượng xi măng + muối silic (MS)

$$X + MS = 164 : 0,32 = 513 \text{ kg}$$

Hàm lượng muối silic là 8%

Vậy: $MS = 8\% (X + MS) = 0,08 \times 513 = 41 \text{ kg}$

$$X = 513 - 41 = 472 \text{ kg}$$

Bước 6: Xác định hàm lượng đá (kg/m³ bê tông)

Thể tích đá dăm đã đầm chặt: Tra bảng 3.4 được $V_d = 0,65$

Lượng đá: $D = 0,68 \times 1602 = 1090 \text{ kg/m}^3$ bê tông

Bước 7: Tính toán hàm lượng phụ gia siêu dẻo Thuy Sĩ loại RN ký hiệu là SD (kg)

$$SD = 1,5 \text{ lít/100 kg}$$

Vậy $SD = 490 \times 0,01 \text{ lít} = 4,90 \text{ lít/m}^3$ bê tông

Bước 8: Xác định lượng cát (kg/m³ bê tông)

$$V_a^x = 472 : 0,015 = 152,12 \text{ lít}$$

$$V_a^s = 41 : 2,2 = 18,6 \text{ lít}$$

$$V_a^N = 164 \text{ lít}$$

$$V_a^d = 1090 : 2,85 = 382$$

$$V_a^k = 20 \text{ lít}$$

$$V_a^r = 1000 - (152,2 + 18,6 + 164 + 382,4 + 20) = 262,8$$

$$C = 262,8 \times 2,65 = 697 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_b = 697 + 1090 + 164 + 513 = 2464 \text{ kg/m}^3$$

Bước 9: Xi măng thành phần bê tông:

Thành phần bê tông: N°1 là:

$$X = 472 \text{ kg}$$

$$N = 164 \text{ kg}$$

$$MS = 41 \text{ kg}$$

$$\text{Tỷ lệ } N / (N + MS) = 0,32$$

$$C = 697 \text{ kg}$$

$$PGSD = 7,0 \text{ lít/m}^3$$

$$D = 1090 \text{ kg}$$

Bước 10: Trộn thử

Tiến hành các mẻ trộn thử tại phòng thí nghiệm và tại hiện trường. Nếu các kết quả thử đạt yêu cầu thì cho phép sản xuất. Nếu không đạt thì phải điều chỉnh thành phần bê tông chủ yếu là thành phần nước và xi măng như đối với bê tông thông thường.

Bước 10.1: Thành phần các mẻ trộn thí nghiệm

Tính toán thành phần tổ mẫu với lượng muối silic là 8, 10, 15% so với lượng chất dính kết (513 kg)

Lượng $MS_1 = 41$ kg;

$MS_2 = 10\% \times 513 = 51,0$ kg;

$MS_3 = 15\% \times 513 = 77$ kg.

Thành phần bê tông chế tạo ba tổ mẫu như sau:

Dạng hỗn hợp	Muối silic (kg)	Xi măng (kg)	Cát (kg)	Đá (kg)	Nước (kg)	PGSD (lít)
N ^o 1	41	472	697	1090	164	7,0
N ^o 2	51	462	693	1090	164	7,0
N ^o 3	77	436	684	1090	164	7,0

Bước 10.2: Chế tạo ba tổ mẫu có kích thước 15 x 15 x 15 cm theo TCVN..., tuổi 28 ngày dưỡng hộ theo điều kiện tiêu chuẩn

Bước 10.3: Thí nghiệm mẫu ở tuổi 28 ngày có các kết quả sau:

Dạng hỗn hợp	Cường độ nén sau 28 ngày daN/cm ²	Nhiệt độ bê tông °C	Độ sụt (cm)
N ^o 1	901	36	16,0
N ^o 2	907	37	15,5
N ^o 3	906	38	15,0

Bước 10.4: kết luận

Theo các kết quả của thí dụ cho thấy hỗn hợp bê tông N^o2 đảm bảo cường độ và các yếu tố khác nếu được chọn.