

BỘ XÂY DỰNG

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số: 212004/QĐ-BXD

Hà nội, ngày 22 tháng 9 năm 2004

QUYẾT ĐỊNH CỦA BỘ TRƯỞNG BỘ XÂY DỰNG

Về việc ban hành TCXDVN 322 : 2004 "Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền "

BỘ TRƯỞNG BỘ XÂY DỰNG

- Căn cứ Nghị định số 36 / 2003 / NĐ-CP ngày 4 / 4 / 2003 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Xây dựng.

- Căn cứ Biên bản ngày 25 tháng 3 năm 2004 của Hội đồng Khoa học kỹ thuật chuyên ngành nghiệm thu đề tài " Nghiên cứu thiết kế thành phần bê tông sử dụng cát nghiền "

- Xét đề nghị của Viện trưởng Viện Vật liệu Xây dựng tại công văn số 109 / VLXD-KHKT ngày 8 tháng 4 năm 2004 và Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ

QUYẾT ĐỊNH

Điều 1: Ban hành kèm theo quyết định này 01 Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam :

TCXDVN 322 : 2004 " Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền "

Điều 2: Quyết định này có hiệu lực sau 15 ngày kể từ ngày đăng công báo

Điều 3: Các Ông: Chánh văn phòng Bộ, Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ, Viện trưởng Viện Vật liệu Xây dựng và Thủ trưởng các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này ./.

BỘ TRƯỞNG BỘ XÂY DỰNGNơi nhân:

- Như điều 3
- VP Chính Phủ
- Công báo
- Bộ Tư pháp
- Vụ Pháp chế
- Lưu VP&Vụ KHCN

đã ký

Nguyễn Hồng Quân

TCXDVN

TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG VIỆT NAM

TCXDVN

2004

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT CHỌN THÀNH PHẦN
BÊ TÔNG SỬ DỤNG CÁT NGHIÊN**

Technical guide for selecting proportions of manufactured sand concrete



Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền

Technical guide for selecting proportions of manufactured sand concrete

1. Phạm vi áp dụng

Chỉ dẫn này áp dụng cho bê tông xi măng thông thường với cốt liệu nhỏ là cát được nghiền từ các loại đá thiên nhiên. Mục tiêu chính của hướng dẫn này là thiết kế bê tông đạt cường độ nén tới 60MPa. Khi có các yêu cầu khác đối với bê tông, như: mác chống thấm, chịu mài mòn, không co,... cần tham khảo tài liệu: " Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại" của Bộ Xây dựng.

2. Tài liệu viện dẫn

- TCVN 2682:1999. Xi măng poóc lăng - yêu cầu kỹ thuật
- TCVN 6260:1997. Xi măng poóc lăng hỗn hợp - yêu cầu kỹ thuật
- TCVN 4033:1995. Xi măng Puzolan
- TCVN 4316- 86. Xi măng poóc lăng xỉ hạt lò cao - yêu cầu kỹ thuật
- TCVN 6067:1995. Xi măng poóc lăng bền sun phát - yêu cầu kỹ thuật
- TCVN1771-87. Đá dăm và sỏi dùng trong xây dựng
- TCVN 4506-87. Nước cho bê tông và vữa xây dựng.
- ASTM C494-99a. Phụ gia hoá học cho bê tông
- Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại

3. Quy định chung

Yêu cầu kỹ thuật của vật liệu cơ bản dùng để chế tạo bê tông phải phù hợp với tiêu chuẩn hiện hành cho mỗi loại, ngoài ra cần chú ý:

3.1 Xi măng

Tuỳ theo môi trường sử dụng bê tông mà lựa chọn loại xi măng cho phù hợp theo các tiêu chuẩn ở mục 2

Thông thường nên sử dụng xi măng có cường độ thực tế như sau cho các mác bê tông

Mác bê tông (MPa)	Cường độ xi măng (MPa)
< 30	30 - 40
Từ 30 - 40	Từ 35 - 45
Từ 40 - 60	Từ 40 - 55

3.2 Cốt liệu

a. Cốt liệu lớn

Chất lượng cốt liệu lớn phải phù hợp với TCVN1771-87. Không nên dùng sỏi có bề mặt trơn cho bê tông mác lớn hơn M30. Với bê tông mác lớn hơn và bằng M40, lượng hạt thoi dẹt cần nhỏ hơn 15%.

Kích thước cỡ hạt lớn nhất (D_{max}) nên chọn như sau:

- Không vượt quá 1/5 kích thước nhỏ nhất giữa các mặt trong của ván khuôn.
- Không vượt quá 1/3 chiều dày tấm, bản.
- Không vượt quá 3/4 kích thước thông thuỷ giữa các thanh cốt thép liền kề.
- Không vượt quá 1/3 đường kính ống bơm.

b. Cốt liệu nhỏ

Chất lượng cốt liệu nhỏ phải phù hợp TCVN 1770-86. Nên sử dụng cát có lượng hạt từ 2,5 - 5mm không lớn hơn 20% và lượng hạt nhỏ hơn 0,15mm từ 5 - 15%. Để cải thiện tính dẻo của bê tông và vữa, ở những nơi có cát tự nhiên hạt mịn, như: Cát sông, cát biển.v.v... nên rửa sạch và dùng ở tỷ lệ từ 5 - 10%. Với bê tông bơm và bê tông có yêu cầu mác chống thấm, nên sử dụng cát hỗn hợp (cát nghiền+cát tự nhiên) có mô đun từ 2,2 - 2,7.

3.3 Phụ gia hoá học

Yêu cầu kỹ thuật phụ gia hoá học cho bê tông phải đáp ứng ASTM C494-99a Khi sử dụng cần lưu ý các hướng dẫn của nhà sản xuất. Phụ gia hoá học có độ giảm nước từ 5 - 12% nên sử dụng cho bê tông mác nhỏ hơn M40, độ giảm nước lớn hơn 12% sử dụng cho bê tông mác lớn hơn và bằng M40 và bê tông chống thấm. Khi thời gian từ khi trộn tới khi thi công lớn hơn 30 phút, nhất là ở nhiệt độ lớn hơn 30°C thì cần dùng phụ gia có tác nhân kéo dài đông kết. Với bê tông bơm nên sử dụng phụ gia dẻo hoá cao hoặc siêu dẻo để tăng tính dẻo cho bê tông.

3.4 Nước trộn bê tông

Nước trộn bê tông phải đáp ứng yêu cầu của TCVN 4506-87

Nước trộn bê tông có thể được hạn chế bằng sử dụng phụ gia dẻo hoá hoặc giảm độ sụt thi công đến mức hợp lý. Tỷ lệ N/X cho một số loại bê tông có thể chọn không lớn hơn giá trị sau:

Loại bê tông	Tỷ lệ N/X
- Mác bê tông \geq M40, mác chống thấm \geq B12, thời gian tháo cốt pha sớm.	0,45
- Mác bê tông từ M30 - M35, có yêu cầu mác chống thấm	0,5

4. Hướng dẫn tính toán thành phần bê tông cát nghiền

Trước khi tính thành phần bê tông cần xác định một số tính chất cơ bản của vật liệu theo các tiêu chuẩn hiện hành trong mục 2.

Các thông số cơ bản cần có khi tính thành phần bê tông như sau.

- Tính chất bê tông
- + Cường độ nén (R_n), tuổi bê tông, loại khuôn mẫu.
- + Kích thước cấu kiện thi công, mật độ cốt thép, điều kiện thi công: thời gian trộn tới khi thi công, loại phương tiện thi công (loại bơm, đầm.v.v...) nhiệt độ môi trường.v.v...
- Vật liệu chế tạo bê tông
- + Xi măng: cường độ thực tế tuổi 28 ngày
- + Cốt liệu lớn: Khối lượng thể tích xốp, khối lượng riêng, kích thước hạt lớn nhất(D_{max}), độ ẩm
- + Cốt liệu nhỏ: Khối lượng thể tích xốp, khối lượng riêng, môđun độ lớn, lượng hạt lớn hơn 5 và nhỏ hơn 0,15mm, độ ẩm.
- + Phụ gia hoá học: Loại, mức độ giảm nước (%), khả năng kéo dài đông kết.

4.1 - Bước 1- Chọn độ sụt (ĐS)

Độ sụt bê tông phù hợp cho các dạng kết cấu cơ bản khi đầm máy được chọn theo bảng 1

Bảng 1-Độ sụt bê tông cho các dạng kết cấu

Dạng kết cấu	Độ sụt (cm)	
	Nhỏ nhất	Lớn nhất
- Móng và tường móng bê tông cốt thép	3 -4	9 - 10
- Đầm, tường cột bê tông cốt thép.	3 -4	11 - 12
- Đường, nền, sàn	3 - 4	9 - 10
- Khối lớn	3 -4	7 - 8
- Bê tông bơm	9-14	14-20

GHI CHÚ:

Với các kết cấu không có trong bảng có thể chọn độ sụt tương đương với các kết cấu cơ bản trên.

4.2. Bước 2 – Chọn lượng nước trộn bê tông

Sơ bộ lượng nước trộn bê tông được tra trong bảng 2.

Bảng 2 Lượng dùng nước cho 1 m³ bê tông vật liệu khô hoàn toàn

Độ sụt (mm)	D _{max} cốt liệu lớn (mm)			
	10	20	40	70
0-20	200	190	175	160
30-50	215	205	190	175
60-80	225	215	200	185
90-110	235	225	210	195
120-140	245	235	220	205

GHI CHÚ:

- Khi dùng phụ gia dẻo hoá thì lượng giảm nước được xác định theo hướng dẫn sử dụng phụ gia.

- Lượng nước trên được xác định trên mẫu cát bazan có Mn=2,8-3,1 và lượng hạt mịn (< 0,15 mm) =10%. Cần tăng lượng nước khi lượng hạt mịn nhỏ hơn 3 hoặc lớn hơn 12% khoảng 5-10 lít/m³.

- Khi dùng thêm cát tự nhiên hạt mịn từ 10-30% thì phải tăng nước từ 5-20 lít/ m³ tùy theo hàm lượng và độ hút nước của cát pha thêm

- Khi dùng cát nghiền từ đá vôi có thể giảm khoảng 7 lít/m³

- Khi lượng dùng xi măng ít hơn 250kg hoặc nhiều hơn 400kg cần thêm khoảng 1 lit nước ứng với giảm hoặc tăng 10kg xi măng

- Khi dùng cốt liệu thô là sỏi cần giảm khoảng 10 lít/m³

- Khi dùng xi măng Pooclăng hỗn hợp từ các phụ gia khoáng có độ hút nước lớn thì cần tăng từ 10-15 lít/m³

4.3. Bước3 - Tính tỷ lệ X/N

a. Lựa chọn cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm (R_n)

Tùy theo từng công trình cụ thể, bên đặt hàng sẽ đưa ra yêu cầu về R_n, các phòng thí nghiệm cần đáp ứng yêu cầu đó. Trong trường hợp không có các yêu cầu cụ thể từ phía khách hàng thì tạm tính R_n tính theo công thức sau:

$$R_n = R_{yc} \times K$$

Trong đó:

- K là hệ số an toàn, K = 1,10 đối với các nơi trộn bê tông có hệ thống tự động cân đong định lượng và có nguồn cung cấp vật liệu tương đối ổn định. K = 1,15 ứng với các nơi trộn bê tông phải cân đong thủ công và nguồn cung cấp vật liệu kém ổn định.

- R_n ứng với mẫu lập phương cạnh 15 cm ở tuổi 28 ngày. Nếu mẫu là hình trụ cần quy đổi theo các qui định hiện hành.

b. Tính tỷ lệ X/N theo công thức sau:

$$R_n = A \times R_x \left(\frac{X}{N} \pm 0,5 \right)$$

Khi $\frac{X}{N} \leq 2,5$ thì

$$\frac{X}{N} = \frac{R_n}{A \times R_x} + 0,5$$

Khi $\frac{X}{N} > 2,5$ thì

$$\frac{X}{N} = \frac{R_n}{A' \times R_x} - 0,5$$

Trong đó:

- X là lượng xi măng cho 1m³ bê tông, tính bằng kilogam
- N là lượng nước cho 1m³ bê tông, tính bằng lit
- A', A là hệ số phụ thuộc vào chất lượng cốt liệu lấy theo bảng 3
- R_n là cường độ nén của bê tông tuổi 28 ngày trong phòng thí nghiệm, tính bằng daN/cm²
- R_x là cường độ xi măng tuổi 28 ngày, tính bằng daN/cm²

Bảng 3-Hệ số tra A và A'

Chất lượng cốt liệu		Hệ số A	
		A	A'
Cốt liệu tốt	Độ rỗng hỗn hợp cốt liệu <26%	0,61	0,43
	Cát sạch, bột mịn 4-10%		
Cốt liệu trung bình	Độ rỗng hỗn hợp cốt liệu 26-28%	0,56	0,40
	Cát sạch, bột mịn 10% -15%		
Cốt liệu kém	Độ rỗng hỗn hợp cốt liệu >28%	0,51	0,37
	Cát kém sạch, bột mịn 15-20%		

Ghi chú:

- A và A' ứng với cốt liệu lớn là đá dăm có D_{max} 20 mm. Khi cốt liệu có D_{max} ≥40 mm thì A giảm 0,02 - 0,04.
- Khi cốt liệu lớn là sỏi thì hệ số A cần giảm 0,04
- Bảng trên ứng với tỷ lệ cát trên cốt liệu (C/CL) =0,38-0,41. Nếu tăng tỷ lệ hoặc giảm tỷ lệ này cần giảm hoặc tăng hệ số A là 0,03

Hệ số A trong bảng tương ứng với cường độ bê tông mẫu lập phương cạnh 15cm và cường độ nén tuổi 28 ngày ở điều kiện chuẩn.

4.4. Bước 4-Tính lượng dùng xi măng (X) và phụ gia hóa học (PG)

Lượng dùng xi măng (kg) cho 1 m³ bê tông được tính theo công thức:

$$X = \frac{X}{N} \times N \quad \text{kg}$$

Trong đó:

Tỷ lệ X/N được tính như 4.3 mục b

N là lượng nước cho một m³ bê tông như 4.2, tính bằng lít.

Với bê tông bơm thì lượng xi măng không được thấp hơn 280 kg/ m³

Lượng dùng phụ gia (PG) cho 1m³ bê tông được tính bằng kg, theo công thức sau:

$$PG = X \times \frac{x}{100}$$

Trong đó:

- X là lượng dùng xi măng tính như công thức trên, tính bằng kilogam

- x là tỷ lệ phụ gia sử dụng so với lượng xi măng, %. Tỷ lệ này lấy theo hướng

dẫn của nhà cung cấp và kinh nghiệm sử dụng phụ gia

4.5. Bước 5-Tính hoặc tra bảng cốt liệu lớn (Đá dăm, Sỏi)

a/ Phương pháp 1 - Tính khối lượng cốt liệu lớn cho 1m³ bê tông

- Tính thể tích hồ xi măng (V_h) theo công thức :

$$V_h = \frac{X}{\rho_{ax}} + N$$

Trong đó:

V_h là lượng hồ xi măng trong bê tông, tính bằng lít

X là lượng xi măng cho 1 m³ bê tông theo 4.4, tính bằng kilogam

N là lượng nước cho 1m³ bê tông theo bảng 2, tính bằng lít

ρ_{ax} là khối lượng riêng xi măng, tính bằng g/cm³. Trong trường hợp không có số liệu cụ thể có thể lấy $\rho_{ax}=3,1$ g/cm³

- Tính độ hở giữa các hạt cốt liệu lớn (r)

$$r = \left(1 - \frac{\rho_{vd}}{\rho_v}\right)$$

Trong đó:

ρ_{vd} là khối lượng thể tích xếp hở của cốt liệu lớn, Tính bằng kg/m³

ρ_v là khối lượng thể tích của cốt liệu lớn. Tính bằng g/cm³.

ρ_v của một số loại đá sỏi như sau:

Đá vôi: 2,66 ÷ 2,68; đá bazan: 2,80 ÷ 2,90; sỏi: 2,60 ÷ 2,65 g/cm³

- Tính lượng cốt liệu lớn theo công thức sau:

$$D = \frac{1000}{\frac{r \times k_d}{\rho_{vd}} + \frac{1}{\rho_v}} \quad \text{kg}$$

Trong đó:

- r là độ xốp cốt liệu lớn
- k_d là hệ số dư vữa theo bảng 4
- ρ_{vd} , ρ_v là khối lượng thể tích xốp và khối lượng thể tích của cốt liệu lớn, tính bằng tấn/m³

Bảng 4-Bảng tra hệ số dư vữa k_d

Môđun độ lớn của cát (Mn)	Thể tích hồ xi măng cho 1m ³ bê tông (lit)					
	250	275	300	325	350	375
3,3	1,55	1,59	1,64	1,69	1,74	1,94
3,0	1,51	1,55	1,60	1,65	1,70	1,90
2,6	1,46	1,50	1,55	1,60	1,65	1,82
2,2	1,40	1,44	1,49	1,54	1,59	1,76

GHI CHÚ:

- Bảng trên hệ số k_d ứng với độ sụt = 4-8 cm nếu độ sụt nhỏ hơn 4 thì k_d giảm 0,04, nếu độ sụt lớn hơn 8 thì k_d tăng 0,05 - 0,1
- Với bê tông cần mác chống thấm và cường độ uốn thì hệ số k_d trong bảng cần tăng 0,08 - 0,1.

b/ Phương pháp 2 – Tra bảng thể tích cốt liệu lớn cho 1m³ bê tông

Ngoài cách tính khối lượng như mục (a) có thể tra bảng để xác định thể tích đồ đồng của cốt liệu lớn theo bảng 5

Bảng 5. Bảng tra thể tích đồ đồng cốt liệu lớn

Môđun độ lớn của cát (Mn)	Thể tích hồ xi măng cho 1m ³ bê tông (lit)					
	250	275	300	325	350	375
3,3	796	784	770	756	744	695
3,0	808	796	782	768	754	705
2,6	823	811	797	782	768	726
2,2	843	831	814	799	785	739

GHI CHÚ:

Bảng trên ứng với độ sụt ĐS = 4-8 cm, nếu độ sụt nhỏ hơn 4 thì thể tích đá tăng 12lít, nếu độ sụt lớn hơn 8 thì thể tích đá giảm 14 – 28lít. Với bê tông cần tăng mác chống thấm và cường độ uốn thì thể tích đá giảm 22 – 28lít.

4.6.Bước 6-Tính lượng cốt liệu nhỏ theo công thức sau :

$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\rho_{ax}} + \frac{D}{\rho_{ad}} + \frac{N}{\rho_n} + \frac{PG}{\rho_{a\ pg}} \right) \right] \times \rho_{ac} \quad \text{kg/m}^3$$

Trong đó :

- X,D,N,PG: Lượng xi măng, đá, nước, phụ gia trong 1m³ bê tông, tính bằng kilogam
- $\rho_{ax}, \rho_{ad}, \rho_n, \rho_{apg}, \rho_{ac}$: Khối lượng riêng của xi măng, đá, nước, phụ gia, cát , tính bằng g/cm³

GHI CHÚ: Với bê tông bơm nên pha thêm từ 5-10% cát tự nhiên hạt mịn

4.7. Bước 7 – Ba thành phần cấp phối

- Thành phần 1: là thành phần cơ bản như đã tính ở các bước trên
- Thành phần 2 và 3: Là thành phần tăng và giảm 10% khối lượng xi măng như thành phần 1 và hiệu chỉnh lượng đá, cát như bước 5 (4.5) và 6(4.6).

4.8. Bước 8- Hiệu chỉnh lượng cốt liệu theo lượng hạt >5mm và độ ẩm

a. Theo hàm lượng hạt >5mm

- Khối lượng cát đã hiệu chỉnh : $C_{hc} = C \times (1,0 + x/100)$ (kg/m³)
- Khối lượng đá đã hiệu chỉnh : $D_{hc} = D - (C_{hc} - C)$ (kg/m³)

Trong đó: x là lượng hạt lớn hơn 5mm có trong cát, tính bằng phần trăm

b. Theo độ ẩm thực có của vật liệu

Khi trong đá, cát có độ ẩm là W_d và W_c thì khối lượng vật liệu thực tế được tính theo công thức:

- Khối lượng đá:

$$D_u = D \times \left(1 + \frac{W_d}{100} \right) \quad \text{kg/m}^3$$

- Khối lượng cát :

$$C_u = C \times \left(1 + \frac{W_c}{100} \right) \quad \text{kg/m}^3$$

- Lượng nước :

$$N_u = N - [(D_u - D_{hc}) + (C_u - C_{hc})] \quad \text{kg/m}^3$$

4.9. Bước 9- Xác định khối lượng vật liệu cho một mẻ trộn

Khối lượng xi măng (X_m), đá (D_m), cát (C_m), phụ gia (PG_m) tính bằng kg cho 1 mẻ trộn

có thể tích V_m m³ được tính như sau:

$$\begin{aligned} X_m &= X \times V_m \quad (\text{kg}); & D_m &= D_{tt} \times V_m \quad (\text{kg}) \\ C_m &= C_{tt} \times V_m \quad (\text{kg}); & PG_m &= PG \times V_m \quad (\text{kg}) \end{aligned}$$

5. Thí nghiệm kiểm tra và hiệu chỉnh

5.1. Bước 1- Kiểm tra và hiệu chỉnh độ sụt (Theo TCVN 3106-1993)

Độ sụt đo được phải không sai lệch so với độ sụt yêu cầu quá 2 cm.

Độ sụt thấp hơn tới 3-5 cm thì tăng cả nước và xi măng như tỷ lệ đã tính toán theo 4.3 mục b

Nếu độ sụt cao hơn yêu cầu từ 2-3 cm thì tăng khoảng 2-3% cả đá, cát. Hoặc độ sụt cao hơn 4-5 cm thì tăng khoảng 3-5% cả cát và đá.

Trong mọi trường hợp độ sụt sai lệch quá 5 cm hoặc sau khi hiệu chỉnh như trên mà vẫn sai lệch quá 2cm thì phải xem lại các phép tính và làm lại mẻ trộn khác.

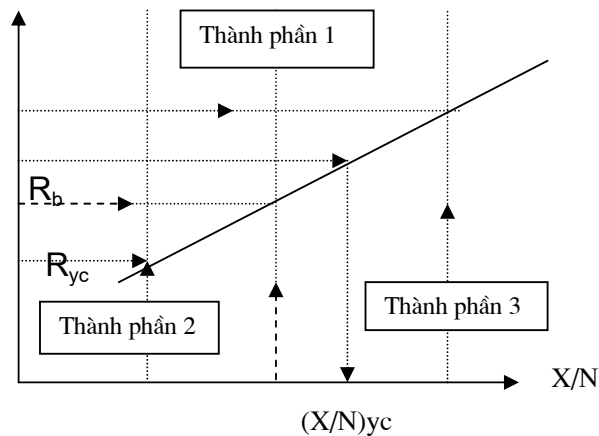
5.2. Bước 2- Xác định khối lượng thể tích bê tông tươi (Theo TCVN 3108-1993)

5.3. Bước 3- Xác định cường độ nén và các chỉ tiêu khác (Theo TCVN 3118-1993 và các tiêu chuẩn khác)

5.4. Bước 4- Chọn thành phần bê tông chính thức

Thành phần bê tông chính thức sẽ được lấy theo thành phần cấp phối của mẫu có cường độ sát với R_n . Nếu cả ba thành phần đều sai lệch quá 5% cường độ thí nghiệm R_n thì dựng đồ thị $R_b=f(X/N)$ trên cơ sở 3 giá trị ứng với 3 tỷ lệ X/N đã thí nghiệm. Lấy giá trị cường độ yêu cầu chiếu vào đường thẳng quan hệ rồi dóng xuống trục hoành tìm X/N yêu cầu. Từ đó tính chỉnh lại N,C,D theo các bước như các mục trên.

Cách làm này chỉ áp dụng được khi 3 điểm lập thành quan hệ đường thẳng và thành phần chọn có tỷ lệ X/N không sai lệch quá 20% các giá trị đã thí nghiệm.



5.5. Bước 5- Hiệu chỉnh khối lượng vật liệu thực tế

Sau khi chọn thành phần bê tông chính thức, cần hiệu chỉnh khối lượng vật liệu để đảm bảo cho sản lượng đủ 1m^3 như sau:

a/Xác định thể tích mẻ trộn thực tế

Thể tích thực tế (V_{tt}) của bê tông có được từ lượng vật liệu đã trộn được tính theo công thức:

$$V_{tt} = \frac{(X_m + C_m + D_m + N_m + PG_m)}{\rho_{vbt}} \quad \text{m}^3$$

Trong đó :

- X_m, C_m, D_m, N_m, PG_m : Khối lượng xi măng, cát, đá, nước, phụ gia có trong mẻ trộn (kể cả khối lượng đã hiệu chỉnh để đạt độ sụt yêu cầu) tính bằng Kg
- ρ_{vbt} : Khối lượng thể tích thực tế của bê tông như mục 5.2 tính bằng Kg/m^3

b/ Khối lượng vật liệu thực tế cho 1m^3 bê tông được tính theo công thức sau:

$$X = \frac{X_m}{V_{tt}} \quad \text{kg/m}^3 \quad C = \frac{C_m}{V_{tt}} \quad \text{kg/m}^3$$

$$D = \frac{D_m}{V_{tt}} \quad \text{kg/m}^3 \quad N = \frac{N_m}{V_{tt}} \quad \text{kg/m}^3 \quad PG = \frac{PG_m}{V_{tt}} \quad \text{kg/m}^3$$

Trong đó :

- X_m, C_m, D_m, PG_m tương ứng là khối lượng xi măng, cát, đá, nước, phụ gia tính cho 1m^3 bê tông, tính bằng kilogam
- V_{tt} thể tích thực tế của mẻ trộn bê tông, tính bằng kg/m^3

5.6. Bước 6 – Tính lượng vật liệu cho một mẻ trộn máy

Hệ số ra bê tông β

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

Trong đó:

X, C, D là khối lượng xi măng, cát, đá trong 1m^3 bê tông, tính bằng kilogam

$\rho_{vx}, \rho_{vc}, \rho_{vd}$ là khối lượng thể tích xộp hổng (đổ đống) của xi măng, cát, đá, tính bằng kg/m^3

Thể tích bê tông $V_{mẻ}$ lớn nhất có thể trộn 1 mẻ trong thùng trộn dung tích $V_{máy}$

$$V_{mẻ} = \beta \times V_{máy}$$

Vật liệu thực tế cho 1 mẻ trộn máy X_1, C_1, D_1, N_1, PG_1

$$X_1 = X \times V_{mẻ}$$

$$C_1 = C \times V_{m\acute{e}}$$

$$D_1 = D \times V_{m\acute{e}}$$

$$N_1 = N \times V_{m\acute{e}}$$

$$PG_1 = PG \times V_{m\acute{e}}$$

6. Ví dụ tính toán

VÍ DỤ 1- TÍNH THÀNH PHẦN VẬT LIỆU BÊ TÔNG

1. Thông số như sau

1.1. Yêu cầu bê tông:

Cường độ nén thí (R_n) = 200 daN/cm² ở tuổi 28 ngày.

Kích thước mẫu chuẩn 150x150x150 mm

1.2. Điều kiện thi công:

- Điều kiện cân, trộn: *Thủ công*; loại đầm: *Máy*; thể tích 1 mẻ trộn: 1m³
- Đặc điểm cấu kiện thi công: chiều dày 100mm, khoảng cách gần nhất 2 thanh cốt thép: 60mm. Độ sụt thi công yêu cầu 60mm tại thời điểm sau khi trộn 15phút.

2-Vật liệu chế tạo bê tông

2.1. Xi măng

- Loại XM: *PCB 30 Bút Sơn*; Cường độ nén thực tế: 412daN/cm²

2.2- Loại cốt liệu lớn : Đá Vôi;

Kích thước (D_{max}): 20mm

- Khối lượng thể tích: 2,70g/cm³; Khối lượng thể tích xốp: 1462kg/m³.
- Độ hút nước: 0,3% Độ ẩm: 0,29%.

2.3- Cốt liệu nhỏ:

- Nguồn gốc đá nghiền: *Đá Vôi*; Khối lượng riêng: 2,70g/cm³
- Khối lượng thể tích xốp: 1590kg/m³
- Mô đun độ lớn (Mn): 3,08; Hàm lượng hạt < 0,15mm: 11,7%
- Hàm lượng hạt >5mm: 13,5% Độ ẩm: 5,2%

3. Quy trình tính thành phần

-*Bước 1:* Theo 4.1 chọn $\Delta S = 90$ mm ngay sau khi trộn

-*Bước 2:* Theo bảng 2 chọn lượng nước: 213 Kg/m³ đã chú ý đến ghi chú

-*Bước 3:* Theo 4.3 mục a. Cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm $R_n = 200 \times 1,1 =$

$$\text{Tỷ lệ } \frac{X}{N} = \frac{220}{0,6 \times 412} + 0,5 = 1,47$$

220daN/cm²

-*Bước 4:* Tra bảng 3 có hệ số $A = 0,6$ đã chú ý đến ghi chú

Theo 4.4 lượng $X = 1,47 \times 213 = 313 \text{ kg/m}^3$

- *Bước 5:* Theo 4.5 mục (a) thể tích hồ xi măng là 314 l

- Tra bảng 4 có hệ số dư vữa $K_d = 1,63$ đã chú ý đến ghi chú

$$r = 1 - \frac{\rho_{vd}}{\rho_v} = 1 - \frac{1462}{2670} = 0,45$$

- Độ xốp hỏng cốt liệu lớn:

$$D = \frac{1000}{\frac{1,63 \times 0,45}{1,462} + \frac{1}{2,7}} = 1147 \text{ kg/m}^3$$

- Khối lượng đá dăm theo 4.5 (a):

Hoặc theo 4.5 (b) thể tích cốt liệu đổ đống là 777 l/m³

- *Bước 6:* Theo 4.6 lượng cát là :

$$C = [1000 - (\frac{314}{3,1} + \frac{1147}{2,7} + \frac{213}{1})] \times 2,7 = 705 \text{ kg/m}^3$$

- *Bước 7:* - Các thành phần định hướng:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu (kg) cho 1 m ³ bê tông				
	Xi măng	Cát	Đá	Nước	Phụ gia
Thành phần 1-Cơ sở	313	705	1147	213	
Thành phần 2-Giảm 10% XM	285	721	1155	213	
Thành phần 3-Tăng 10% XM	344	687	1139	213	

-*Bước 8:* Hiệu chỉnh cốt liệu theo hàm lượng hạt >5 mm và độ ẩm cho thành phần 1

a/ Theo hàm lượng hạt >5 mm

$$D_{hc} = 1147 - (800 - 705) = 1052 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{hc} = 705 \times (1 + \frac{13,5}{100}) = 800 \text{ kg/m}^3$$

b/ Theo độ ẩm:

$$D_{tt} = 1052 \times (1 + \frac{0,29}{100}) = 1055 \text{ kg/m}^3$$

$$N_{tt} = 213 - [(1055 - 1052) + (842 - 800)] = 168 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{tt} = 800 \times (1 + \frac{5,2}{100}) = 842$$

-*Bước 9:* Khối lượng vật liệu thực tế cho 1 mẻ trộn $0,05\text{m}^3$ Thành phần 1

$$X_m = 313 \times 0,05 = 15,65 \text{ kg}; \quad D_m = 1055 \times 0,05 = 42,1 \text{ kg}$$

$$C_m = 842 \times 0,05 = 52,57 \text{ kg}; \quad N_m = 168 \times 0,05 = 8,4 \text{ kg}$$

4. Thí nghiệm kiểm tra và hiệu chỉnh:

- Kiểm tra và hiệu chỉnh độ sụt.

Thực tế thí nghiệm thành phần bê tông 1 đã hiệu chỉnh độ ẩm, lượng hạt >5mm có lượng vật liệu cho 1 mẻ trộn $0,05 \text{ m}^3$ là:

$$\begin{array}{ll} \text{- Nước: } 8,4 \text{ kg}; & \text{- Xi măng: } 15,65 \text{ kg} \\ \text{- Đá: } 52,75 \text{ kg} & \text{- Cát: } 42,1 \text{ kg} \end{array}$$

a. Trong trường hợp độ sụt đo được: 6 cm. Vậy sai lệch so với yêu cầu là -3 cm.

Lượng nước cho thêm vào là: $0,37 \text{ kg}$.

Lượng xi măng cho thêm vào là: $X_{M_t} = 1,47 \times 0,37 = 0,54 \text{ kg}$

b. Trong trường hợp độ sụt đo được: 13 cm sai lệch so với yêu cầu là +4 cm

Lượng cát khô cho thêm là $C_t = 42,1 \times 0,03 = 1,26 \text{ kg}$

Lượng đá khô cho thêm là $D_t = 52,75 \times 0,03 = 1,58 \text{ kg}$

- Xác định khối lượng thể tích bê tông tươi:

Sau khi hiệu chỉnh bê tông có khối lượng thể tích là 2384 kg/m^3

- Xác định cường độ nén

Thành phần bê tông 1 có cường độ nén 226 daN/cm^2

Thành phần bê tông 2 có cường độ nén 202 daN/cm^2

Thành phần bê tông 3 có cường độ nén 260 daN/cm^2

Chọn thành phần bê tông 1 có $R_n = 226 \text{ daN/cm}^2$

- Hiệu chỉnh vật liệu thực tế

Thể tích mẻ trộn bê tông thực tế theo thành phần 1 (trường hợp a) là:

$$V_n = \frac{(15,65 + 1,26) + (8,4 + 0,37) + 42,1 + 52,75}{2384} = 0,05026 \quad \text{m}^3$$

- Khối lượng vật liệu thực tế cho 1 m^3 bê tông.

$$\begin{array}{ll} \text{Xi măng} & X_n = \frac{15,65 + 1,26}{0,05026} = 322 \quad \text{kg/m}^3 \\ \text{Nước} & N_n = \frac{8,4 + 0,37}{0,05026} = 175 \quad \text{kg/m}^3 \end{array}$$

Đá

$$D_u = \frac{52,75}{0,05026} = 1014 \quad \text{kg/m}^3$$

Cát

kg/m³

$$C_u = \frac{42,1}{0,05026} = 838$$

VÍ DỤ 2 - TÍNH THÀNH PHẦN VẬT LIỆU BÊ TÔNG

1. Thông số như sau:

1.1. Yêu cầu bê tông:

Cường độ nén (R_n) = 330 daN/cm² ở tuổi 28 ngày.

Kích thước mẫu chuẩn $\phi 150 \times H 300$ mm

1.2. Điều kiện thi công:

- Điều kiện cân, trộn: Máy; loại đầm: Máy; thể tích 1 mẻ trộn: 1m³; vận chuyển bằng bơm.

- Đặc điểm cấu kiện thi công: chiều dày 200mm, khoảng cách gần nhất 2 thanh cốt thép: 60mm. Độ sụt yêu cầu 110mm tại thời điểm sau khi trộn 45phút.

Điều kiện khác: $T^{\circ}C = 31^{\circ}C$

2-Vật liệu chế tạo bê tông.

2.1. Xi măng

- Loại XM: PCB 30 Bút Sơn; Cường độ nén thực tế: 412daN/cm²

2.2- Loại cốt liệu lớn : Đá Dăm;

Kích thước (D_{max}): 20mm

- Khối lượng thể tích : 2,68g/cm³; Khối lượng thể tích xốp: 1437Kg/m³.

- Độ hút nước: 0,41% Độ ẩm: 0,30%.

2.3- Cốt liệu nhỏ:

- Nguồn gốc đá nghiền: Granit; Khối lượng riêng: 2,68g/cm³

- Khối lượng thể tích xốp: 1564kg/m³

- Mô đun độ lớn (Mn): 2,64 (pha thêm 15% cát hạt mịn);

- Hàm lượng hạt < 0,15mm: 8,3%

- Hàm lượng hạt >5mm: 16,4% Độ ẩm: 4,3%

2.4- Phụ gia hoá học

- Tên Sikament R4; Mức giảm nước: 14%

- Loại phụ gia: Dẻo hoá kéo dài thời gian đông kết

3. Quy trình tính thành phần:

-Bước 1: Theo 4.1 chọn $\Delta S = 150$ mm ngay sau khi trộn

-Bước 2: Theo bảng 2 chọn lượng nước: 202 Kg/m³ đã chú ý đến ghi chú

-*Bước 3:* Theo 4.3 mục a. Cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm $R_n = 300 \times 1,2 \times 1,1 = 396 \text{ daN/cm}^2$

-*Bước 4:* Tra bảng 3 có hệ số $A = 0,6$ đã chú ý đến ghi chú Tỷ lệ

$$\frac{X}{N} = \frac{396}{0,6 \times 412} + 0,5 = 2,13$$

Theo 4.4 lượng $XM = 2,13 \times 202 = 430 \text{ kg/m}^3$

Và lượng phụ gia

$$PG = 430 \times \frac{1}{100} = 4,3 \text{ kg/m}^3$$

$$V_h = \frac{430}{3,1} + 202 = 341 \text{ l}$$

- *Bước 5:* Theo 4.5 mục (a) thể tích hồ xi măng

- Tra bảng 4 có hệ số dư vữa $K_d = 1,74$ đã chú ý đến ghi chú

- Độ xốp hồng cốt liệu lớn:

$$r = 1 - \frac{\rho_{vd}}{\rho_v} = 1 - \frac{1437}{2650} = 0,458$$

- Khối lượng đá dăm theo 4.5 (a):

$$D = \frac{1000}{\frac{1,74 \times 0,458}{1,437} + \frac{1}{2,68}} = 1078 \text{ kg/m}^3$$

Hoặc theo 4.5 (b) thể tích cốt liệu đổ đống là 750 l/m^3

$$C = [1000 - (\frac{430}{3,1} + \frac{1078}{2,68} + \frac{202}{1} + \frac{4,3}{1,1})] \times 2,68 = 677 \text{ kg/m}^3$$

- *Bước 6:* Theo 4.6 lượng cát là :

- *Bước 7:* - Các thành phần định hướng:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu (kg) cho 1 m ³ bê tông				
	Xi măng	Cát	Đá	Nước	Phụ gia
Thành phần 1-Cơ sở	430	677	1078	202	4,3
Thành phần 2-Giảm 10% XM	390	713	1093	200	3,9
Thành phần 3-Tăng 10% XM	473	647	1071	206	4,73

-*Bước 8:* Hiệu chỉnh cốt liệu theo hàm lượng hạt >5 mm và độ ẩm thành phần 2

a/ Theo hàm lượng hạt >5 mm

$$C_{hc} = 713 \times (1 + \frac{16,4}{100}) = 830 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{hc} = 1093 - (830 - 713) = 976 \text{ kg/m}^3$$

b/ Theo độ ẩm:

$$D_{tt} = 976 \times (1 + \frac{0,3}{100}) = 979 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{tt} = 830 \times (1 + \frac{4,3}{100}) = 866$$

$$N_{tt} = 200 - [(979-976)+(866-830)] \cdot \frac{1000}{1000} \cdot 0,1^3 \text{ kg/m}^3$$

-*Bước 9:* Khối lượng vật liệu thực tế cho 1 mẻ trộn $0,1\text{m}^3$ Thành phần 2

$$X_m = 390 \times 0,1 = 39 \text{ kg};$$

$$D_m = 979 \times 0,1 = 97,9 \text{ kg}$$

$$C_m = 866 \times 0,1 = 86,6 \text{ kg};$$

$$N_m = 161 \times 0,1 = 16,1 \text{ kg}$$

$$PG_m = 3,9 \times 0,1 = 0,39 \text{ kg}$$

VÍ DỤ 3 - TÍNH THÀNH PHẦN VẬT LIỆU BÊ TÔNG

1. Thông số như sau:

1.1. Yêu cầu bê tông:

Cường độ nén (R_n) = 720 daN/cm² ở tuổi 28 ngày.

Kích thước mẫu chuẩn 150x150x150 mm

Cường độ uốn 70 daN/cm²

1.2. Điều kiện thi công:

- Điều kiện cân, trộn: *thủ công*; loại đầm: *Máy*; thể tích 1 mẻ trộn: 1m^3 ;

- Đặc điểm cấu kiện thi công: chiều dày 150mm, khoảng cách gần nhất 2 thanh cốt thép: 70mm. Độ sụt yêu cầu 40 mm tại thời điểm sau khi trộn 20phút.

Điều kiện khác: *Vật liệu kém ổn định.*

2-Vật liệu chế tạo bê tông.

2.1. Xi măng

- Loại XM: *PC40 Chinfon*;

Cường độ nén thực tế: 512daN/cm²

2.2- Loại cốt liệu lớn : Đá Dăm;

Kích thước (D_{max}): 40mm

- Khối lượng thể tích: 2,70g/cm³;

Khối lượng thể tích xốp: 1470kg/m³.

- Độ hút nước: 0,4%

Độ ẩm: 0,32%.

2.3- Cốt liệu nhỏ:

- Nguồn gốc đá nghiền: *Đá Vôì*; Khối lượng riêng: 2,70g/cm³

- Khối lượng thể tích xốp: 1595kg/m³

- Mô đun độ lớn (Mn): 3,12;

Hàm lượng hạt < 0,15mm: 10%

- Hàm lượng hạt >5mm:0%

Độ ẩm: 2,4%

2.4- Phụ gia hoá học

- Tên *Rebuild 1000*;

Mức giảm nước: 18%

3. Quy trình tính thành phần:

-*Bước 1:* Theo 4.1 chọn $\Delta S = 70$ mm ngay sau khi trộn

-*Bước 2:* Theo bảng 2 chọn lượng nước: 166 kg/m³ đã chú ý đến ghi chú

-*Bước 3:* Theo 4.3 mục a. Cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm $R_{tn} = 600 \times 1,2 = 720$ daN/cm²

-*Bước 4:* Tra bảng 3 có hệ số $A' = 0,42$ đã chú ý đến ghi chú

Tỷ lệ

$$\frac{X}{N} = \frac{720}{0,42 \times 512} - 0,5 = 2,85$$

Theo 4.4 lượng $XM = 2,85 \times 166 = 473 \text{ kg/m}^3$

$$PG = 473 \times \frac{1,2}{100} = 4,79 \text{ kg/m}^3$$

Và lượng phụ gia

- *Bước 5:* Theo 4.5 mục (a) thể tích hồ xi măng

$$V_h = \frac{473}{3,1} + 166 = 319 \text{ l}$$

- Tra bảng 4 có hệ số dư vữa $K_d = 1,78$ đã chú ý đến ghi chú

- Độ xốp hồng cốt liệu lớn:

$$r = 1 - \frac{\rho_{vd}}{\rho_v} = 1 - \frac{1470}{2700} = 0,45$$

- Khối lượng đá dăm theo 4.5 (a):

$$D = \frac{1000}{\frac{1,78 \times 0,45}{1,47} + \frac{1}{2,70}} = 1093 \text{ kg/m}^3$$

Hoặc theo 4.5 (b) thể tích cốt liệu đổ đồng là 750 l/m^3

$$C = [1000 - (\frac{473}{3,1} + \frac{1093}{2,7} + \frac{166}{1} + \frac{4,79}{1,12})] \times 2,70 = 734 \text{ kg/m}^3$$

- *Bước 6:* Theo 4.6 lượng cát là :

- *Bước 7:* - Các thành phần định hướng:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu (Kg) cho 1 m ³ bê tông				
	Xi măng	Cát	Đá	Nước	Phụ gia
Thành phần 1-Cơ sở	473	734	1093	166	4,79
Thành phần 2-Giảm 10% XM	430	767	1104	164	4,35
Thành phần 3-Tăng 10% XM	520	695	1079	171	5,26

-*Bước 8:* Hiệu chỉnh cốt liệu theo hàm lượng hạt >5 mm và độ ẩm thành phần 1

a/ Theo hàm lượng hạt >5 mm

b/ Theo độ ẩm:

$$D_{tt} = 1093 \times (1 + \frac{0,32}{100}) = 1097 \text{ kg/m}^3$$

$$N_{tt} = 166 - [(1097-1093)+(752-734)] = 144 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{tt} = 734 \times \left(1 + \frac{2,4}{100}\right) = 752 \text{ kg/m}^3$$

-*Bước 9*: Khối lượng vật liệu thực tế cho 1 mẻ trộn $0,05\text{m}^3$

$$X_m = 473 \times 0,05 = 23,65 \text{ kg};$$

$$D_m = 1095 \times 0,05 = 54,75 \text{ kg}$$

$$C_m = 752 \times 0,05 = 37,6 \text{ kg};$$

$$N_m = 144 \times 0,05 = 7,2 \text{ kg}$$

$$PG_m = 4,73 \times 0,05 = 0,24 \text{ kg}$$

Bộ xây dựng
Viện vật liệu xây dựng

**Phương pháp thiết kế thành phần
bê tông cát nghiền**

**(Thuộc đề tài: Nghiên cứu phương pháp thiết kế
thành phần bê tông sử dụng cát nghiền. Mã số: RD 03 – 02)**

Hà Nội- 4/2004