

## BỘ XÂY DỰNG

**"CHỈ DẪN KỸ THUẬT CHỌN THÀNH PHẦN BÊ TÔNG CÁC LOẠI"  
THEO QUYẾT ĐỊNH SỐ 778/1998/QĐ-BXD NGÀY 05/9/1998**



Hà Nội, năm 1998

**Lời nói đầu:**

- Chỉ dẫn này chỉ mang tính tham khảo;
- Các tiêu chuẩn trong chỉ dẫn đã cũ nên cần cập nhật các tiêu chuẩn hiện hành;
- Kết hợp với các tài liệu khác có liên quan.

## **1. Phạm vi áp dụng**

**1.1. Chỉ dẫn kỹ thuật này (CDKT) hướng dẫn chọn thành phần bê tông nặng các loại sau:**

- Bê tông thông thường mác dưới 40 MPa;
- Bê tông mác  $40 \div 60$  MPa;
- Bê tông chịu uốn hoặc kéo;
- Bê tông chống thấm;
- Bê tông chịu mài mòn;
- Bê tông không co;
- Bê tông phục vụ công nghệ:
  - + Vận chuyển bằng bơm;
  - + Thi công kéo dài;
  - + Tháo cốp pha sớm.

CDKT này không áp dụng để chọn thành phần bê tông có yêu cầu về lượng bọt khí trong cấu trúc lớn hơn 3%.

**1.2. Chọn thành phần bê tông được tiến hành theo các bước:**

- Tính toán 3 thành phần định hướng;
- Thí nghiệm kiểm tra và chọn một thành phần có tính năng phù hợp yêu cầu thiết kế, thi công;
- Điều chỉnh vật liệu bê tông theo vật liệu hiện trường.

**1.3. Vật liệu được sử dụng chọn thành phần bê tông theo tiêu chuẩn này được lấy theo TCVN liên quan hiện hành. Phương án chọn vật liệu cơ bản bao gồm xi măng, cốt liệu lớn, nhỏ, phụ gia phù hợp cho từng loại bê tông được ghi trong chỉ dẫn này là các định hướng để bê tông đạt các yêu cầu đề ra.**

## **2. Các tiêu chuẩn liên quan**

### **2.1. Xi măng**

- 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 Poóc lăng Puzolan.
- TCVN 4316 : 1986 Xi măng Poóc lăng xỉ hạt lò cao - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 6067 : 1995 Xi măng Poóc lăng bền sunphát - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 4787 : 1989 Xi măng - Phương pháp lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử.

- TCVN 141 : 1986 Xi măng - Phương pháp phân tích hóa học.
- TCVN 4030 : 1985 Xi măng - Phương pháp xác định độ mịn của bột xi măng.
- TCVN 4031 : 1985 Xi măng - Phương pháp xác định độ dẻo tiêu chuẩn, thời gian ninh kết và tính ổn định thể tích.
- TCVN 4032 : 1985 Xi măng - Phương pháp xác định giới hạn bền uốn và nén.
- TCVN 6016 : 1995 Xi măng - Phương pháp thử xác định độ bền.
- TCVN 6017 : 1995 Xi măng - Phương pháp thử. Xác định thời gian đông kết và độ ổn định.
- Phụ lục 1: Xi măng - Xác định cường độ bằng phương pháp nhanh trên mẫu 2x2x2cm.

## **2.2. Cát**

- TCVN 1770 : 1986 Cát xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 337 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp lấy mẫu.
- TCVN 339 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng riêng.
- TCVN 340 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích và độ xốp.
- TCVN 341 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm.
- TCVN 342 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định thành phần hạt và mô đun độ lớn.
- TCVN 343 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định chung bùn, bụi, sét.
- TCVN 344 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định hàm lượng sét.
- TCVN 345 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định tạp chất hữu cơ.
- TCVN 346 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định hàm lượng sun phat, sun phit.
- TCVN 4376 : 1986 Cát xây dựng - Phương pháp xác định hàm lượng mica.
- TCVN 238 : 1999 Cốt liệu bê tông - Phương pháp hóa học xác định khả năng phản ứng kiềm - silíc.
- Phụ lục 2: Cốt liệu bê tông - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử hàm lượng Cl<sup>-</sup>. BS8110.

## **2.3. Đá, sỏi**

- TCVN 1771 : 1987 Đá dăm và sỏi dùng trong xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 1772 : 1986 Đá, sỏi trong xây dựng - Phương pháp thử.

#### **2.4. Nước**

- TCVN 4506 : 1987 Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.

#### **2.5. Phụ gia**

- Phụ lục 3: Phụ gia hóa học cho bê tông - Yêu cầu kỹ thuật ASTM C494.

#### **2.6. Hỗn hợp bê tông và bê tông**

- TCVN 3105 : 1993 Hỗn hợp bê tông và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử.
- TCVN 3106 : 1993 Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt.
- TCVN 3107 : 1993 Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp Vebe xác định độ cứng.
- TCVN 3108 : 1993 Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích.
- TCVN 3109 : 1993 Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định độ tách vữa và độ tách nước.
- TCVN 3111 : 1993 Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định hàm lượng bọt khí.
- TCVN 3112 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định khối lượng riêng.
- TCVN 3113 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ hút nước.
- TCVN 3114 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ mài mòn.
- TCVN 3115 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích.
- TCVN 3116 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước.
- TCVN 3117 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ co.
- TCVN 3118 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén.
- TCVN 3119 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn.
- TCVN 3120 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi bẻ.
- TCVN 5726 : 1993 Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ lắng trụ và mô đun đàn hồi khi nén tĩnh.
- TCVN 4453 : 1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Thi công và nghiệm thu.
- TCVN 191 : 1996 Bê tông và vật liệu làm bê tông - Thuật ngữ và định nghĩa.
- Phụ lục 4: Thí nghiệm tổn thất độ sụt của hỗn hợp bê tông.
- Phụ lục 5: Thí nghiệm biến dạng của bê tông không co.

### **3. Phương án dùng vật liệu cho bê tông các loại**

(Trong mục này, cường độ xi măng được hiểu là cường độ thực tế của xi măng MPa xác định theo TCVN 6016:1995).

#### **3.1. Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn (kí hiệu $D_{max}$ )**

Áp dụng cho bê tông tất cả các loại:

3.1.1. Cần chọn sử dụng cốt liệu có kích thước hạt lớn tối đa cho phép sao cho khi thi công không để bê tông kết cấu bị rỗ.

3.1.2. Đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu để thi công một kết cấu cụ thể cần đảm bảo đồng thời các điều kiện:

- 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 thủy giữa các thanh cốt thép liền kề.

#### **3.2. Bê tông thường mác dưới 40 MPa**

Phương án dùng vật liệu theo thứ tự ưu tiên sau:

3.2.1. Dùng xi măng cường độ  $30 \div 35$  MPa để chế tạo bê tông mác  $15 \div 25$  MPa; xi măng cường độ  $40 \div 45$  MPa để chế tạo bê tông mác  $30 \div 35$  MPa;

Cát, đá, sỏi - sử dụng tối đa tiềm năng vật liệu khai thác tại chỗ, kể cả các loại cốt liệu có 1-2 chỉ tiêu không hoàn toàn thỏa mãn yêu cầu của TCVN 1770:1986, TCVN 1771:1987. Cát mịn  $M_{dl} = 1 \div 1.5$  chỉ nên dùng cho bê tông mác tới 20 MPa. Cát  $M_{dl} = 1.5 \div 2$  có thể dùng cho bê tông mác tới 35 MPa.

Nên dùng các loại phụ gia dẻo hóa, dẻo hóa cao để tiết kiệm xi măng.

Khi hỗn hợp bê tông yêu cầu phải có độ sụt lớn ( $DS = 12 \div 18$ cm) nhất thiết phải sử dụng phụ gia dẻo hóa cao hoặc siêu dẻo nhằm hạn chế nứt, bê tông kết cấu do co ngót. Việc này đặc biệt cần thiết khi thi công các kết cấu dày cốt thép, các bản liên tục kích thước lớn, các kết cấu mảnh bị khối đổ lớn hoặc nền cứng ngàm chặt không cho bê tông được co ngót tự do.

Đối với các khối đổ kích thước lớn, nếu sử dụng xi măng Poóc lăng thông thường hoặc xi măng Poóc lăng hỗn hợp cần dùng phụ gia dẻo hóa cao hoặc siêu dẻo chậm đóng rắn nhằm giảm lượng dùng xi măng và tốc độ tỏa nhiệt. Cần kết hợp với việc sắp xếp tiến độ và phân chia khối lượng đổ hợp lý theo chỉ dẫn thiết kế thi công.

3.2.2. Khi phải dùng xi măng cường độ  $30 \div 35$  MPa để chế tạo bê tông mác  $30 \div 35$  MPa, độ sụt hỗn hợp bê tông yêu cầu thấp ( $DS \leq 10$ cm) thì cần chọn cốt liệu có chất

lượng trung bình trở lên (thỏa mãn TCVN 1770:1986 và TCVN 1771:1987) kết hợp với ít nhất một loại phụ gia dẻo hóa hoặc dẻo hóa cao. Với cát, đá có chất lượng thấp, cần sử dụng kết hợp tối thiểu với một loại phụ gia siêu dẻo.

3.2.3. Khi phải dùng xi măng cường độ  $30 \div 35$  MPa để chế tạo bê tông mác  $30 \div 35$  MPa, độ sụt hỗn hợp bê tông yêu cầu cao ( $DS = 12 \div 18$ cm) thì nên chọn cốt liệu có chất lượng trung bình trở lên kết hợp với ít nhất một loại phụ gia siêu dẻo có khả năng giảm nước cao.

3.2.4. Ngoài các yêu cầu đã nêu, cát, đá cần được không chế khả năng gây phản ứng kiềm - silic, hàm lượng Cl<sup>-</sup> theo TCVN 238 : 1999 và phụ lục 2 của bản chỉ dẫn này.

### 3.2.5 Lượng xi măng tối thiểu

Khi chế tạo bê tông mác thấp  $2.5 \div 15$  MPa mà phải sử dụng xi măng mác 30 hoặc 40 MPa thì cần không chế lượng xi măng tối thiểu không dưới mức ghi ở bảng

### 3.1 để hỗn hợp bê tông không bị phân tầng

Bảng 3.1. Hàm lượng xi măng tối thiểu trong  $1\text{m}^3$  bê tông, kg

Kích thước hạt cốt liệu lớn nhất D <sub>max</sub> , mm	10	20	40	70
Bê tông độ sụt, 1-10cm	220	200	180	160
Bê tông độ sụt, 10-16cm	240	220	210	180

## 3.3. Bê tông mác $40 \div 60$ MPa

3.3.1. Xi măng chọn theo thứ tự ưu tiên sau:

### 3.3.1.1. Bê tông mác 40 MPa

- Dùng xi măng cường độ  $50 \div 55$  MPa với bê tông có độ sụt yêu cầu thấp ( $DS \leq 10$ cm) hoặc kết hợp với 1 loại phụ gia dẻo hóa, dẻo hóa cao với bê tông có độ sụt yêu cầu cao ( $DS = 12 \div 18$ cm).

- Dùng xi măng cường độ  $40 \div 45$  MPa kết hợp với 1 loại phụ gia dẻo hóa hoặc dẻo hóa cao cho bê tông có độ sụt yêu cầu thấp ( $DS \leq 10$ cm) hoặc kết hợp với 1 loại phụ gia siêu dẻo cho bê tông có độ sụt yêu cầu cao ( $DS = 12 \div 18$ cm).

- Dùng xi măng cường độ  $30 \div 35$  MPa kết hợp với 1 loại phụ gia siêu dẻo có khả năng giảm nước mạnh cho bê tông có độ sụt yêu cầu thấp ( $DS \leq 10$ cm). Không dùng xi măng này cho bê tông mác 40 MPa có độ sụt yêu cầu cao ( $DS = 12 \div 18$ cm).

### 3.3.1.2. Bê tông mác 50 MPa

- Dùng xi măng cường độ  $50 \div 55$  MPa kết hợp với 1 loại phụ gia dẻo hóa hoặc dẻo hóa cao cho bê tông có độ sụt yêu cầu thấp ( $DS \leq 10$ cm), kết hợp với 1 loại phụ gia siêu dẻo cho bê tông có độ sụt yêu cầu cao ( $DS = 12 \div 18$ cm).

- Dùng xi măng cường độ  $40 \div 45$  MPa kết hợp với tối thiểu 1 loại phụ gia dẻo hóa cao cho bê tông có độ sụt thấp ( $DS \leq 10\text{cm}$ ), kết hợp với tối thiểu 1 loại phụ gia siêu dẻo cho bê tông có độ sụt cao ( $DS = 12 \div 18\text{cm}$ ).

#### **3.3.1.3. Bê tông mác 60 MPa**

- Dùng xi măng cường độ  $50 \div 55$  MPa kết hợp với tối thiểu 1 loại phụ gia dẻo hóa, dẻo hóa cao cho bê tông có độ sụt thấp ( $DS \leq 10\text{cm}$ ), kết hợp với 1 loại phụ gia siêu dẻo cho bê tông có độ sụt cao ( $DS = 12 \div 18\text{cm}$ ).

- Dùng xi măng cường độ  $40 \div 45$  MPa kết hợp với tối thiểu 1 loại phụ gia siêu dẻo có khả năng giảm nước mạnh cho bê tông có yêu cầu độ sụt thấp ( $DS \leq 10\text{cm}$ ), không dùng xi măng này để chế tạo bê tông mác 60 MPa có độ sụt cao ( $DS = 12 \div 18\text{cm}$ ).

#### **3.3.2. Đá - Chọn loại chất lượng cao**

- Chỉ dùng các loại đá dăm, không nên dùng sỏi.

- Cường độ đá cần đảm bảo lớn gấp 2 lần mác bê tông yêu cầu thiết kế, riêng đá dăm có nguồn gốc đá vôi lớn gấp ít nhất 1.5 lần.

- Thành phần hạt, nên phối hợp 2÷3 cỡ đá có sẵn. Thông qua thực nghiệm chọn tỉ lệ phối hợp các cỡ cho hỗn hợp đá có khối lượng thể tích xốp (khối lượng đồ đông) lớn nhất. Việc phối hợp cần đặc biệt thực hiện khi chế tạo bê tông có mác cao hơn cường độ xi măng trên 1.2 lần.

- Nên dùng đá sạch hoặc rửa sạch trước khi dùng (hàm lượng bụi, bùn, sét dưới 0.5%).

Khử sạch sét bám trên bề mặt các viên đá.

- Lượng hạt thoi dẹt dưới 15%. Các yêu cầu khác TCVN 1771:1987 và các phụ lục liên quan ghi trong bản chỉ dẫn này.

#### **3.3.3. Cát - Chọn loại chất lượng cao**

- Chỉ nên dùng cát có cấp phối hạt nằm trong biểu đồ chuẩn TCVN 1770:1986 và mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2 \div 3.3$ .

- Nên chọn cát  $M_{dl} = 2.4 \div 2.7$  khi chế tạo bê tông có mác cao hơn cường độ xi măng.

- Chọn cát sạch hoặc rửa sạch trước khi dùng (hàm lượng bụi, bùn, sét dưới 1%) cát lẫn ít tạp chất. Các chỉ tiêu khác theo TCVN 1770:1986.

- Khả năng phản ứng kiềm - silic, hàm lượng  $Cl^-$  không chế theo TCVN 238:1999 và phụ lục 2 của chỉ dẫn này.

### ***3.4. Bê tông có yêu cầu đồng thời cường độ nén và uốn (bê tông đường, sân bay và một số kết cấu xây dựng khác)***



3.4.1. Khi dùng các vật liệu thông dụng, tương quan mác bê tông theo cường độ nén ( $R_n$ ) và uốn ( $R_u$ ) thường đạt các giá trị ghi trên bảng 3.2.

Bảng 3.2. Tương quan về mác theo cường độ nén và uốn

Cấp	Cường độ nén/Cường độ uốn, MPa						
1	15/2.5	20/3.0	25/3.5	30/4.0	35/4.5	40/5.0	50/5.5
2	15/3.0	20/3.5	25/4.0	30/4.5	35/5.0	40/5.5	50/6.0

3.4.2. Tương quan  $R_n/R_u$  theo cấp 1 có thể đạt khi thực hiện phương án chọn vật liệu đạt cường độ nén theo các mục 3.1, 3.2, 3.3 của chỉ dẫn này.

3.4.3. Tương quan  $R_n/R_u$  theo cấp 2 có thể đạt khi thực hiện phương án chọn vật liệu đảm bảo:

- Đá theo 3.3.2, ưu tiên dùng đá dăm sạch, gốc đá vôi cường độ cao.
- Cát theo 3.3.3, ưu tiên dùng cát sạch.

3.4.4. Với bê tông có yêu cầu cường độ uốn chỉ nên dùng loại hỗn hợp bê tông có độ sụt thấp (hợp lí  $DS = 2 \div 4\text{cm}$ , max  $DS = 8\text{cm}$ ).

### **3.5. Bê tông có yêu cầu đồng thời cường độ nén và độ chống thấm nước**

3.5.1. Khi dùng các vật liệu thông dụng, tương quan mác bê tông theo cường độ nén ( $R_n$ ) và độ chống thấm nước (kí hiệu là B hoặc CT) thường đạt các giá trị ghi trên bảng 3.3.

Bảng 3.3. Tương quan cường độ nén - Độ chống thấm nước

Mác bê tông $R_n$ (MPa)		15	20	25	30	35	40	50-60
Độ chống thấm nước B (hoặc CT)	Cấp 1	2	4	6	8	10	12	>13
	Cấp 2	4	6	8	10	12	13	>13

*Ghi chú: Độ chống thấm nước của bê tông là cấp áp lực nước lớn nhất mà 4 trong 6 viên mẫu thử chưa bị nước thấm qua. Độ chống thấm nước của bê tông được thử theo TCVN 3116:1993.*

3.5.2. Tương quan  $R_n$ -B theo cấp 1 có thể đạt khi thực hiện phương án chọn vật liệu để đạt  $R_n$  theo các mục 3.1, 3.2, 3.3 của chỉ dẫn này. Xi măng không dùng loại có cường độ vượt quá 2 lần mác bê tông theo cường độ nén.

3.5.3. Tương quan  $R_n$ -B theo cấp 2 có thể đạt được khi phương án chọn vật liệu đảm bảo:

- Đá dăm theo 3.3.2, ưu tiên loại sạch, gốc đá vôi, ít thoái rữa.

- Cát theo 3.3.3, tỉ lệ hạt mịn kích thước nhỏ hơn 0.3mm (gồm tổng khối lượng các hạt cát lọt sàng 0.3mm và xi măng) trong  $1\text{m}^3$  bê tông đạt yêu cầu ghi trong bảng 3.4. Để đạt yêu cầu trên nên dùng cát  $M_{dl} = 1.5 \div 2.4$  cho bê tông mác 35 MPa trở xuống và cát  $M_{dl} = 2.0 \div 2.8$  cho bê tông mác 40 ÷ 60 MPa.

3.5.4. Với bê tông có yêu cầu chống thấm nước nên sử dụng bê tông độ sụt thấp ( $DS \leq 10\text{cm}$ ) và nên dùng phụ gia dẻo hóa để hạ bớt lượng dùng nước.

Với bê tông có độ sụt cao ( $DS = 12 \div 18\text{cm}$ ) nhất thiết phải kết hợp dùng 1 loại phụ gia dẻo hóa cao hoặc siêu dẻo. Cần chọn các phụ gia không gây độ tách nước vượt quá so với bê tông thường không phụ gia có cùng thành phần.

Bảng 3.4. Lượng hạt mịn kích thước nhỏ hơn 0.3mm hợp lí dùng cho bê tông chống thấm cấp 2

(Bao gồm toàn bộ khối lượng xi măng cộng với khối lượng các hạt nhỏ hơn 0.3mm trong cát, đá và phụ gia mịn)

$D_{\max}$ cốt liệu lớn	Hàm lượng hạt mịn trong $1\text{m}^3$ bê tông, kg	
	Cốt liệu lớn: Sỏi	Cốt liệu lớn: Đá dăm
40	450 ÷ 500	500 ÷ 600
20	500 ÷ 550	600 ÷ 700
10	600 ÷ 650	700 ÷ 800

### **3.6. Bê tông có yêu cầu đồng thời cường độ nén và độ mài mòn (Bê tông bó vỉa, tấm lát hè, đường, cầu thang, nền nhà sàn công nghiệp, các silô chứa và một số kết cấu xây dựng khác)**

3.6.1. Độ mài mòn  $M_m$  được tính bằng khối lượng mất đi (g) khi mẫu bị mài mòn trên 1 đơn vị diện tích bề mặt mẫu bị mài mòn ( $\text{cm}^2$ ). Phương pháp thử thực hiện theo TCVN 3114:1993. Độ mài mòn có thể phân thành 3 cấp theo bảng 3.5.

Bảng 3.5. Các cấp độ mài mòn

Cấp	Độ mài mòn	Giá trị $M_m$ , $\text{g}/\text{cm}^2$
1	Nhiều	0.6 - 0.9
2	Trung bình	0.3 - 0.6
3	Ít	0.1 - 0.3

3.6.2. Đối với các kết cấu bê tông có yêu cầu chống mài mòn, trong nhiệm vụ thiết kế thường chỉ định mác bê tông cùng giá trị  $M_m$ . Mác bê tông thông dụng nhất đối với kết cấu vừa chịu lực vừa chịu mài mòn là mác 30 ÷ 50 MPa. Độ chống mòn của bê tông

khi đó phụ thuộc chủ yếu vào khả năng chịu mài mòn của cốt liệu, ít phụ thuộc vào mác bê tông.

3.6.3. Độ mài mòn theo cấp 1 thường đạt với hầu hết các loại bê tông mác  $20 \div 40$  MPa, chế tạo từ các vật liệu thông dụng.

3.6.4. Độ mài mòn theo cấp 2 đạt khi sử dụng cốt liệu lớn là đá dăm với cường độ trên 80 MPa ( $800 \text{ daN/cm}^2$ ) và cát có  $M_{dl} = 2.0 \div 2.3$  hoặc khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, dăm granít với cát mịn  $M_{dl} < 2$ .

3.6.5. Độ mài mòn theo cấp 3 đạt khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi hoặc dăm granít với cát hạt trung hoặc thô  $M_{dl} = 2.0 \div 3.3$ .

Thứ tự ưu tiên sử dụng các loại cốt liệu lớn cho bê tông chịu mài mòn cao: hạt clinke xi măng, sỏi dăm, sỏi, dăm granít, dăm đá với cường độ cao  $R = 120 \div 150$  MPa, dăm đá với cường độ trung bình  $R = 80 \div 120$  MPa. Không nên dùng dăm đá với cường độ thấp với cát mịn cho kết cấu chịu mài mòn. Hạt clinke xi măng chỉ dùng cho kết cấu chịu mòn đặc biệt (lót silô xi măng, silô clinke, silô vật liệu rời...).

3.6.6. Đối với bê tông chống mòn nên sử dụng xi măng cường độ cao và bê tông có độ sụt thấp ( $DS \leq 10 \text{ cm}$ , hợp lí  $DS = 2 \div 4 \text{ cm}$ ) nhằm tăng mật độ vật liệu chống mòn là cốt liệu. Các yêu cầu để đảm bảo mác bê tông theo cường độ nén lấy theo 3.1, 3.2, 3.3 của chỉ dẫn này.

***3.7. Bê tông đạt đồng thời cường độ nén và không co ngót (Bê tông chèn bu lông, bản mã, đệm máy, đỡ mối nối uốt, chèn đầu cọc ép sau, lấp đầy các vết rỗ thấm)***

3.7.1. Bê tông không co ngót nêu trong chỉ dẫn này là loại bê tông được chế tạo từ vật liệu nhẹ bê tông thông thường nhưng được pha thêm phụ gia chống co.

Bê tông được coi là không co khi khử được đồng thời độ co mềm và độ co cứng của bê tông. Độ biến dạng kiểm tra theo hướng dẫn ở phụ lục 5 của bản chỉ dẫn này cần đảm bảo:

- Sau 14 ngày dưỡng ẩm liên tục, độ dẫn dài đạt  $0.1 : 0.4 \text{ mm/m}$ .
- Sau 14 ngày tiếp theo ngừng dưỡng ẩm, độ dẫn dài đạt không dưới  $0.02 \text{ mm}$ .

3.7.2. Phụ gia chống co nên sử dụng các loại khoáng khi tương tác với xi măng và nước tạo ra các cấu tử nở  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3\text{CaSO}_4$ . Các khoáng dễ bảo quản, ít thay đổi tính chất do môi trường và theo thời gian, tạo được tính năng chống co ổn định. Phụ gia chống co thường ở dạng bột.

Các loại phụ gia chống co phổ biến ở Việt Nam thường có nguồn gốc từ:

- Hỗn hợp đá phen (Alunít) sau khi được phân rã nhiệt triệt để gồm các khoáng hoạt tính  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (hoặc  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ),  $\text{SiO}_2$  và thạch cao 3 nước.
- Mônôsulfo can xi aluminát  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaSO}_4.n\text{H}_2\text{O}$ , khoáng silíc hoạt tính và thạch cao 2 nước.

Với tỉ lệ sử dụng hai nhóm phụ gia trên khoảng  $5 \div 15\%$  so với khối lượng xi măng, phụ gia chống co cần đảm bảo khả năng tương hợp tốt với xi măng Poóc lăng, để không làm giảm quá 5% cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày so với bê tông không phụ gia cùng thành phần và không làm xi măng ninh kết sớm hơn 45 phút, muộn hơn 10 giờ. Phụ gia cần có độ mịn tương đương xi măng (khoảng  $2500\text{cm}^2/\text{g}$  theo Blain hoặc 90% lọt sàng 0.08). Phụ gia nên trộn đều trước với xi măng rồi mới đem dùng.

Các loại phụ gia chống co khác sử dụng theo chỉ dẫn của người sản xuất.

3.7.3. Không dùng bột nhôm hoặc các chất sinh khí làm chất chống co cho các loại bê tông chèn bu lông, bản mã chịu lực, chèn đệm máy, đổ mỗi nối ước chịu lực hoặc neo đầu cọc vào đài.

#### 3.7.4. Phương án chọn xi măng và cốt liệu

Về cơ bản, tùy theo yêu cầu bê tông theo cường độ chịu nén, chọn xi măng và cốt liệu theo 3.1, 3.2, 3.3. Nhằm hạn chế từ đầu độ co của thành phần bê tông cơ bản khi chưa pha phụ gia cần ưu tiên:

- Sử dụng cát trung và thô  $M_{dl} = 2.4 \div 3.3$ .
- Dùng hỗn hợp bê tông độ sụt thấp (hợp lí  $DS = 2 \div 4\text{cm}$ , max  $DS = 8\text{cm}$ ).
- Kết hợp sử dụng phụ gia chống co với phụ gia dẻo hóa, dẻo hóa cao, siêu dẻo. Riêng đối với trường hợp bê tông yêu cầu độ sụt cao ( $DS = 12 \div 18\text{cm}$ ) nhất thiết phải kết hợp sử dụng phụ gia không co với phụ gia siêu dẻo.

### **3.8. Bê tông vận chuyển bằng bơm**

Bê tông vận chuyển bằng bơm có đặc điểm là yêu cầu độ sụt cao ( $DS = 12 \div 18\text{cm}$ ). Phương án chọn vật liệu cho bê tông bơm cần đảm bảo:

3.8.1. Các yêu cầu ghi trong mục 3.2, 3.3 để bê tông đạt cường độ nén.

3.8.2. Yêu cầu về kích thước lớn của hạt cốt liệu lớn như ghi trong mục 3.1. Ngoài ra để chống tắc bơm, đường kính hạt cốt liệu lớn cần được khống chế không vượt quá 1/3 đường kính ống bơm (ví dụ  $D_{\max} \leq 40\text{mm}$  khi dùng ống bơm có đường kính trong 150mm). Lượng hạt toai dẹt không vượt quá 15%.

3.8.3. Yêu cầu về lượng xi măng tối thiểu

Lượng xi măng hợp lý nhất cho bê tông bơm  $350 \div 420 \text{ kg/m}^3$ . Lượng xi măng tối thiểu cho bê tông bơm không nên dưới  $280 \text{ kg/m}^3$ . Để đáp ứng yêu cầu này nên chọn xi măng cường độ không vượt quá 2 lần cường độ bê tông và hạn chế bơm các loại bê tông mác thấp.

#### **3.8.4. Yêu cầu về phụ gia**

Trong mọi trường hợp nhằm tiết kiệm xi măng, để hỗn hợp bê tông dễ bơm và hạn chế co ngót gây nứt kết cấu, cần sử dụng phụ gia dẻo hóa cao hoặc siêu dẻo. Ngoài việc giảm nước thì để chống tắc bơm còn cần đảm bảo:

- Không làm cho độ tách nước, độ tách vữa của bê tông (TCVN 3109:1993) vượt quá bê tông không phụ gia cùng thành phần.
- Không làm cho tổn thất độ sụt theo thời gian của bê tông (phụ lục 4) vượt quá bê tông không phụ gia cùng thành phần.

Đối với các thành phần bê tông ít xi măng nên chọn phụ gia dẻo hóa cao hoặc siêu dẻo có khả năng cuốn khí, khoảng  $2 \div 5\%$  theo thể tích, thử theo TCVN 3111:1993.

#### **3.9. Bê tông có thời gian thi công kéo dài**

3.9.1. Thời gian thi công yêu cầu (được tính bằng giờ hoặc bằng phút) là khoảng thời gian cần thiết để thực hiện toàn bộ các công đoạn thi công cho 1 mẻ trộn hỗn hợp bắt đầu từ khi trộn cho đến khi đầm chặt xong.

3.9.2. Thời gian cho phép thi công 1 mẻ trộn hỗn hợp bê tông là khoảng thời gian độ sụt của chúng bị giảm từ giá trị ban đầu ( $DS_0$ ) tới giá trị độ sụt tối thiểu ( $DS_{\min}$ ) còn đủ để đổ và đầm chặt hỗn hợp, không để kết cấu bị rỗ hoặc khuyết tật.  $DS_{\min}$  đối với kết cấu thông thường khi thi công đầm máy có thể lấy  $1 \div 2 \text{ cm}$ , với kết cấu dày cốt thép hoặc khó thi công hơn  $DS_{\min}$  lấy khoảng  $3 \div 4 \text{ cm}$ , thi công đầm bằng que chọc  $DS_{\min}$  cần lấy cao hơn so với đầm máy  $2 \div 3 \text{ cm}$ .

Các thành phần bê tông thông thường với thời gian thi công yêu cầu không dài quá 45 phút về mùa hè ( $t^\circ \geq 30^\circ \text{C}$ ) và không quá 60 phút về mùa đông thì áp dụng biện pháp nâng độ sụt ban đầu  $DS_0$  lên  $2 \div 3 \text{ cm}$  so với  $DS_{\min}$  để thi công thuận lợi. Phương án vật liệu trong trường hợp này chỉ cần lấy theo chỉ dẫn 3.1, 3.2, 3.3 để bê tông đạt yêu cầu về cường độ nén là đủ.

3.9.3. Khi thời gian thi công yêu cầu kéo dài tới 90 phút về mùa hè, 120 phút về mùa đông, trong thành phần bê tông nên có dùng các loại phụ gia dẻo hóa có khả năng kéo dài thời gian tổn thất độ sụt cho bê tông  $30 \div 45$  phút.

3.9.4. Khi thời gian thi công yêu cầu kéo dài hơn nữa, cụ thể  $90 \div 120$  phút về mùa hè,  $120 \div 150$  phút về mùa đông cần chọn phương án dùng phụ gia dẻo hóa chậm ninh kết, dẻo hóa cao chậm ninh kết hoặc siêu dẻo chậm ninh kết. Liều lượng phụ gia được chọn tùy theo loại phụ gia dùng và thời gian yêu cầu kéo dài (xác định theo phụ lục 4).

3.9.5. Trong điều kiện thi công kéo dài, việc lập phương án vật liệu hợp lý để kéo dài thời gian tồn thất độ sụt sẽ đem lại hiệu quả kinh tế lớn hơn so với việc tăng nước để tăng độ sụt ban đầu cho hỗn hợp bê tông. Ngoài ra nên kết hợp thêm các biện pháp công nghệ khác như tưới ướt trước cốt liệu, che chắn hỗn hợp bê tông không bị nắng và gió làm mất nước và hun nóng bê tông.

### **3.10. Bê tông cần tháo ván khuôn sớm**

3.10.1. Thời gian được phép tháo ván khuôn đà giáo, phụ thuộc vào các thông số: khẩu độ và cường độ bê tông kết cấu ở tại thời điểm tháo. Các thông số này được lấy theo quy định của thiết kế hoặc chỉ dẫn của TCVN 4453:1995.

3.10.2. Khi cần tháo ván khuôn sớm hơn thường lệ, phải có các biện pháp để bê tông đạt được cường độ ở tuổi dự kiến tháo ván khuôn tương đương cường độ bê tông cho phép được tháo chúng. Có thể theo thứ tự ưu tiên sau:

3.10.2.1. Tăng cường độ bê tông bằng việc sử dụng phụ gia giảm nước

Chọn vật liệu theo hướng dẫn ở mục 3.1, 3.2, 3.3 của chỉ dẫn này. Chọn thành phần bê tông không có phụ gia (thành phần gốc) đạt cường độ nén theo yêu cầu thiết kế.

Bổ sung phụ gia dẻo hóa hoặc siêu dẻo vào thành phần gốc, giảm nước trộn, giữ nguyên độ sụt nhằm tăng cường độ bê tông ở các tuổi. Hiệu quả đạt được có thể tham khảo ở bảng 3.6. Căn cứ vào đây định hướng tuổi bê tông thích hợp có thể tháo ván khuôn. Kết quả cuối cùng cần khẳng định qua mẫu thí nghiệm.

Bảng 3.6. Cường độ bê tông ở các tuổi sớm so với cường độ bê tông không phụ gia ở tuổi 28 ngày

Loại bê tông	Phần trăm $R_t/R_{28}$ không phụ gia ứng với tuổi sau				
	3 ngày	7 ngày	14 ngày	21 ngày	28 ngày
1. Thông thường không phụ gia	50	70	83	92	100
2. Phụ gia dẻo hóa cao	62	87	104	116	125
3. Phụ gia siêu dẻo	67	94	112	125	135

### 3.10.2.2. Tăng cường độ bê tông bằng tăng mác xi măng hoặc tăng lượng xi măng

Lấy vật liệu và thành phần bê tông đạt mác thiết kế làm chuẩn. Thay xi măng ở thành phần này bằng loại xi măng có cường độ cao hơn (ưu tiên sử dụng xi măng không có phụ gia thủy) hoặc tăng tỉ lệ X/N bằng cách tăng lượng xi măng giữ nguyên lượng nước và độ sụt. Cường độ bê tông ở thời điểm tháo ván khuôn kiểm nghiệm qua mẫu thí nghiệm.

10.2.3. Dùng thành phần bê tông đạt mác thiết kế kết hợp với một số biện pháp công nghệ: phủ bạt, phủ ni lông khi trời nắng ( $R_3$  có thể đạt  $60 \div 65\% R_{28}$ ), đầm lại bê tông (chờ cho bê tông se bớt nước thì tiến hành đầm lại;  $R_3$  có thể đạt  $60 \div 65\%$ ,  $R_7$  có thể đạt  $85 \div 90\%$ ). Kiểm nghiệm cường độ bê tông qua mẫu thí nghiệm áp dụng các công nghệ trên.

3.10.3. Trong điều kiện khí hậu Việt Nam để bảo vệ cốt thép trong bê tông không bị gỉ, không dùng các loại phụ gia tăng nhanh đông rắn có chứa  $Cl^-$  ( $CaCl_2$ ,  $NaCl$  hoặc  $FeCl_3...$ )

## **4. Các thông số cần biết**

Để chọn thành phần bê tông cần biết các thông số tối thiểu sau:

### **4.1. Yêu cầu về bê tông**

- Mác (theo cường độ nén), tuổi cần đạt, mẫu chuẩn (trụ hoặc lập phương).
- Các tính năng khác: cường độ uốn, độ chống thấm, chống mài mòn, chống co...

### **4.2. Yêu cầu về điều kiện thi công**

- Tên (hoặc dạng) kết cấu, kích thước, mật độ cốt thép.
- Thời gian thi công (vận chuyển, đổ đầm) 1 mẻ trộn, nhiệt độ môi trường.
- Các yêu cầu công nghệ khác: vận chuyển bằng bơm, dỡ ván khuôn sớm...

### **4.3. Vật liệu chế tạo**

- Xi măng: loại, cường độ thực tế, phương pháp thí nghiệm cường độ.
- Đá (sỏi): loại, khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp (đổ đông), đường kính hạt lớn nhất, độ hồng giữa các hạt.
- Cát: loại, khối lượng riêng, mô đun độ lớn, lượng hạt trên 5mm.
- Phụ gia: loại, năng lực giảm nước, khả năng làm chậm ninh kết.

## **5. Trình tự tính toán thành phần bê tông**

### **5.1. Chọn độ sụt (hoặc độ cứng) hỗn hợp bê tông**

5.1.1. Độ sụt thích hợp cho các dạng kết cấu cơ bản, đầm bê tông bằng máy, ghi ở bảng 5.1. Giá trị tối đa, nên dùng cho kết cấu khó đầm (ví dụ: mỏng hoặc dày cốt thép). Giá trị tối thiểu, nên dùng cho kết cấu dễ đầm (ví dụ: kích thước lớn hoặc thưa cốt thép). Các giá trị trung gian dùng cho kết cấu có kích thước và mật độ cốt thép

trung bình. Bảng 5.1 áp dụng để chọn độ sụt hỗn hợp bê tông ngay khi trộn (đã có dự phòng tổn thất độ sụt khoảng 2cm) cho thời gian thi công dưới 45 phút ở thời tiết nóng ( $t^{\circ} \geq 30^{\circ}\text{C}$ ), dưới 60 phút cho thời tiết mát ( $t^{\circ} < 30^{\circ}\text{C}$ ).

Bảng 5.1. Độ sụt hỗn hợp bê tông nên dùng cho các dạng kết cấu

Dạng kết cấu	Độ sụt, cm	
	Tối đa	Tối thiểu
Móng và tường móng bê tông cốt thép	$9 \div 10$	$3 \div 4$
Móng bê tông, giếng chìm, tường phần ngầm	$9 \div 10$	$3 \div 4$
Dầm, tường bê tông cốt thép	$11 \div 12$	$3 \div 4$
Cột	$11 \div 12$	$3 \div 4$
Đường, nền, sàn	$9 \div 10$	$3 \div 4$
Khối lớn	$7 \div 8$	$3 \div 4$

5.1.2. Các dạng kết cấu không có tên gọi như trong bảng 5.1 chọn độ sụt tương đương về điều kiện thi công như với các kết cấu cơ bản ghi trong bảng 5.1.

5.1.3. Khi thi công đầm thủ công độ sụt chọn cao hơn  $2 \div 3\text{cm}$  so với giá trị bảng 5.1. Khi thi công đầm bằng phương pháp rung nén, rung và chọn độ sụt bằng  $0 \div 1\text{cm}$  hoặc chọn hỗn hợp có độ cung Vebe  $4 \div 8\text{s}$ .

5.1.4. Độ sụt thích hợp phục vụ một số công nghệ thi công đặc biệt có thể chọn như sau:

Cọc khoan nhồi:  $14 \div 16\text{cm}$ ; bê tông bơm, rót  $12 \div 18\text{cm}$  tùy theo khoảng cách và chiều cao bơm; rót chèn các khe, hốc, mối nối nhỏ không đầm được:  $18 \div 22\text{cm}$ .

5.1.5. Khi thời gian thi công cần kéo dài thêm  $30 \div 45$  phút, độ sụt có thể chọn cao hơn  $2 \div 3\text{cm}$  so với giá trị ghi ở bảng 5.1. Khi cần kéo dài hơn nữa thì nên thực hiện theo mục 3.9 của chỉ dẫn này.

## **5.2. Lượng nước trộn**

5.2.1. Lượng nước trộn ban đầu cần cho  $1\text{m}^3$  bê tông ghi ở bảng 5.2.

Lượng nước được lập trong bảng này phù hợp với cốt liệu lớn là đá dăm, xi măng Poóc lăng thông thường và được xác định theo độ sụt,  $D_{\max}$  của cốt liệu lớn,  $M_{d1}$  của cát và có giá trị không đổi khi lượng xi măng sử dụng (tính theo 5.4.1) cho  $1\text{m}^3$  nằm trong khoảng  $200 \div 400\text{kg/m}^3$ .



5.2.2. Khi lượng xi măng sử dụng (tính theo 5.4.1) trên  $400\text{kg/m}^3$  lượng nước tra bảng sẽ được điều chỉnh theo 5.1.3 theo nguyên tắc cộng thêm 1 lít cho 10kg xi măng. Phụ gia sử dụng dạng bột cũng được tính như xi măng để điều chỉnh lượng nước.

5.2.3. Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước tra bảng được giảm đi 10 lít.

5.2.4. Khi sử dụng xi măng Poóc lăng hỗn hợp, Poóc lăng xỉ lượng nước tra bảng được cộng thêm 10 lít. Khi sử dụng xi măng Poóc lăng puzolan, lượng nước tra bảng được cộng thêm 5 lít.

5.2.5. Khi sử dụng cát có  $M_{dl} = 1 \div 1.4$  lượng nước tăng 5 lít. Khi dùng cát có  $M_{dl} > 3$  lượng nước giảm đi 5 lít.

5.2.6. Nên sử dụng phụ gia dẻo hóa, dẻo hóa cao hoặc siêu dẻo để giảm bớt nước trộn. Mức giảm bớt nước xác định theo đặc tính loại phụ gia dự kiến sử dụng. Sơ bộ có thể lấy  $5 \div 9\%$  đối với phụ gia dẻo hóa;  $10 \div 15\%$  đối với phụ gia dẻo hóa cao và  $16 \div 20\%$  đối với phụ gia siêu dẻo. Lượng nước chứa trong phụ gia dạng lỏng được tính vào thành phần nước trộn.

Bảng 5.2. Lượng nước trộn ban đầu cần cho  $1\text{m}^3$  bê tông, lít

Số TT	Độ sụt cm	Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn $D_{\max}$ , $mm$											
		10			20			40			70		
		Môđun độ lớn của cát, $M_{dl}$											
		1.5÷1.9	2.0÷2.4	2.5÷3	1.5÷1.9	2.0÷2.4	2.5÷3	1.5÷1.9	2.0÷2.4	2.5÷3	1.5÷1.9	2.0÷2.4	2.5÷3
1	1 ÷ 2	195	190	185	185	180	175	175	170	165	165	160	155
2	3 ÷ 4	205	200	195	195	190	185	185	180	175	175	170	165
3	5 ÷ 6	210	205	200	200	195	190	190	185	180	180	175	170
4	7 ÷ 8	215	210	205	205	200	195	195	190	185	185	180	175
5	9 ÷ 10	220	215	210	210	205	200	200	195	190	190	185	180
6	11÷ 12	225	220	215	215	210	205	205	200	195	195	190	185

5.2.7. Chọn lượng nước cho hỗn hợp bê tông có yêu cầu độ sụt cao như sau:

DS = 13 ÷ 16cm: Theo dòng DS = 7 ÷ 8cm bảng 5.2 kết hợp với phụ gia dẻo hóa, theo dòng DS = 5 ÷ 6cm kết hợp với phụ gia dẻo hóa cao, theo dòng DS = 3 ÷ 4cm kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

DS = 17 ÷ 20cm: Theo dòng DS = 9 ÷ 10cm kết hợp với phụ gia dẻo hóa, theo dòng DS = 7 ÷ 8cm kết hợp với phụ gia dẻo hóa cao, theo dòng DS = 5 ÷ 6cm kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

### **5.3. Tỷ lệ xi măng - nước: X/N.**

5.3.1. Với các loại bê tông, lấy yêu cầu mác bê tông theo cường độ nén để tính (trước tiên áp dụng công thức 5.1, nếu thấy X/N tính được lớn hơn 2.5 thì chuyển áp dụng sang công thức 5.2).

a. Với  $X/N \leq 2.5$ :

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 \quad (5.1)$$

a. Với  $X/N > 2.5$ :

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1 R_x} - 0,5 \quad (5.2)$$

trong đó:

$R_x$  - Cường độ thực tế của xi măng, MPa.

$R_b$  - Cường độ bê tông, MPa, lấy bằng mác bê tông yêu cầu theo cường độ nén nhân với hệ số an toàn: 1.1 đối với các trạm trộn tự động; 1.15 đối với các trạm trộn cân đong thủ công.

$A, A_1$  - Hệ số chất lượng vật liệu. Các hệ số này căn cứ vào phương pháp thử nghiệm cường độ xi măng và chất lượng vật liệu dự kiến sử dụng, xác định theo bảng 5.3.

5.3.2. Công thức (5.1) và (5.2) áp dụng để tính tỉ lệ X/N nhằm đạt cường độ nén của bê tông xác lập ở tuổi 28 ngày trên mẫu chuẩn kích thước 150 x 150 x 150 mm theo TCVN 3118:1993.

5.3.3. Khi thiết kế chỉ định mác bê tông ở tuổi không phải 28 ngày thì để xác định tỷ lệ X/N, cường độ bê tông ở các tuổi này ( $R_t$ ) được quy đổi về cường độ bê tông tuổi 28 ngày bằng công thức (5.3) như sau:

$$R_{n(28\text{ngày})} = R_t/k_t \quad (5.3)$$

trong đó  $k_t$  - hệ số quy đổi, xác định sơ bộ theo bảng 5.4.

**Bảng 5.3. Hệ số chất lượng vật liệu A và A<sub>1</sub>**

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

**Bảng 5.4. Hệ số quy đổi cường độ nén của bê tông ở các tuổi về cường độ bê tông 28 ngày k<sub>t</sub>**

Tuổi bê tông, ngày	3	7	28	60	90	180
k <sub>t</sub>	0,5	0,7	1	1,1	1,15	1,2

**Ghi chú:** Hệ số k<sub>t</sub> của bảng này áp dụng cho điều kiện nhiệt độ không khí t > 20°C.

- k<sub>t</sub> ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,45 và 0,65 khi nhiệt độ không khí t = 15 ÷ 20°C.

- k<sub>t</sub> ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,40 và 0,60 khi nhiệt độ không khí t = 10 ÷ 15°C.

Các hệ số trên chỉ là sơ bộ phục vụ cho phần tính toán. Giá trị chính xác cần được xác định qua mẫu thử nghiệm kiểm tra nêu ở các phần sau (mục 6).

5.3.4. Khi thiết kế quy định mác bê tông được xác định trên các mẫu trụ Φ 150 x 300 mm thì để áp dụng công thức (5.1) và (5.2), cường độ bê tông mẫu trụ được chuyển về cường độ bê tông mẫu lập phương theo ISO 3893:1997 ghi trên bảng 5.5.

**Bảng 5.5. Các cấp bê tông trên cơ sở cường độ nén (ISO 3893:1997)**

Cấp bê tông R (MPa)	C 4/5	C 6/7.5	C 8/10	C 10/12.5	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/35	C 35/40	C 40/45	C 45/50	C 50/55
Mẫu trụ Φ 150 x 300mm	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Mẫu lập phương 150x150x150mm	5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

5.3.5. Đối với bê tông có yêu cầu đạt đồng thời cường độ nén và độ chống thấm, tỉ lệ X/N tính được theo các điều 5.3.1 ÷ 5.3.4 cần được so sánh với các giá trị ghi trên bảng 5.6. Nếu giá trị tính được lớn hơn giá trị X/N ở bảng với độ chống thấm yêu cầu thì lấy theo giá trị tính được. Ngược lại, nếu nhỏ hơn thì lấy theo giá trị ở bảng 5.6.

Bảng 5.6. Tỉ lệ X/N tối thiểu đối với bê tông chống thấm

Độ chống thấm yêu cầu, at	B2 (CT2)	B4 (CT4)	B6 (CT6)	B8 (CT8)	B10 (CT10)	B12 (CT12)
X/N tối thiểu hoặc (N/X tối đa)	1.65 (0.6)	1.80 (0.55)	2.0 (0.50)	2.2 (0.45)	2.4 (0.42)	2.5 (0.40)

5.3.6. Tỉ lệ X/N của bê tông kết cấu sử dụng trong môi trường nước mềm sau khi tính được theo 5.3.1 ÷ 5.3.4 cần được so sánh với các giá trị ghi trên bảng 5.7. Nếu giá trị tính được lớn hơn giá trị trong bảng thì lấy X/N theo giá trị tính. Nếu bé hơn thì lấy theo giá trị X/N của bảng 5.7.

Bảng 5.7. Tỉ lệ X/N tối thiểu cho kết cấu bê tông trong môi trường nước mềm

Điều kiện làm việc của bê tông kết cấu	X/N tối thiểu hoặc (N/X tối đa)
Vùng thay đổi mức nước:	
- Có dòng chảy, không có đất hoặc hệ số thấm của đất xung quanh cao	2.2 (0.45)
- Có dòng chảy, hệ số thấm của đất thấp	2.1 (0.47)
- Không có dòng chảy	2.0 (0.50)
Vùng ngập nước:	
- Có áp lực	2.0 (0.5)
- Không có áp lực	1.8 (0.55)

**Ghi chú:** Bảng 5.7 áp dụng khi dùng xi măng mác 30 MPa thử theo TCVN 6016:1995.

Khi dùng xi măng mác 40 MPa, X/N có thể lấy thấp hơn 0.2 giá trị trong bảng.

Với bê tông kết cấu làm việc trong môi trường biển tỉ lệ X/N không chế theo bảng 5.6 căn cứ quy định về mác bê tông và mác chống thấm nước của bê tông ghi trong tiêu chuẩn "Bảo vệ kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Yêu cầu chống ăn mòn trong môi trường biển Việt Nam".

Với bê tông kết cấu làm việc trong môi trường hóa chất công nghiệp, nước ngập chứa các chất ăn mòn, tỉ lệ X/N và mác chống thấm không chế theo TCVN 3993:1985, TCVN 3994:1985.

5.3.7. Tỷ lệ X/N cho các loại bê tông còn lại ghi ở chỉ dẫn này (ngoài điều 5.3.5 và 5.3.6) là giá trị X/N tính được.

#### **5.4. Hàm lượng xi măng, phụ gia**

5.4.1. Hàm lượng xi măng (X) cho 1m<sup>3</sup> bê tông được xác định bằng công thức:

$$X = \frac{X}{N} \cdot N \quad (\text{kg}) \quad (5.4)$$

Trong đó:

X/N - Tỷ lệ xi măng trên nước, phần đơn vị, xác định ở mục 5.3.

N - lượng nước trộn ban đầu, lít, xác định ở mục 5.2.

5.4.2. Hàm lượng xi măng tối thiểu để hỗn hợp bê tông không bị phân tầng được không chế bằng các giá trị ghi trong bảng 3.1 (điều 3.2.5); với bê tông để bơm không nhỏ hơn 280kg.

5.4.3. Khi lượng xi măng tính được lớn hơn 400kg, cần hiệu chỉnh lại lượng nước. Lượng nước hiệu chỉnh (N<sub>hc</sub>) bằng công thức:

$$N_{hc} = \frac{10N - 400}{10 - X / N} \quad (\text{lít}) \quad (5.5)$$

Trong đó: N, X/N xác định ở mục 5.2 và 5.3.

Sau đó giữ nguyên tỷ lệ X/N (mục 5.3), tính lại lượng xi măng theo lượng nước đã hiệu chỉnh bằng công thức (5.4).

5.4.4. Hàm lượng phụ gia được tính theo % hàm lượng xi măng.

#### **5.5. Hàm lượng cốt liệu lớn (Đá hoặc sỏi)**

Hàm lượng cốt liệu lớn cho 1m<sup>3</sup> bê tông được xác định trên cơ sở đảm bảo mật độ cốt liệu lớn và vừa hợp lý trong bê tông. Các bước tính toán như sau:

5.5.1. Xác định thể tích hồ xi măng, V<sub>h</sub>:

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N \quad (\text{lít}) \quad (5.6)$$

Trong đó :

X - Lượng xi măng cho 1m<sup>3</sup> bê tông, kg, bao gồm xi măng và phụ gia dạng bột xác định ở mục 5.4.

N - lượng nước cho 1m<sup>3</sup> bê tông, lít, bao gồm nước xác định ở mục 5.3 hoặc 5.4.3 nếu có điều chỉnh.

$\rho_x$  - khối lượng riêng của xi măng,  $g/cm^3$ , lấy bằng 3.1 khi sử dụng xi măng Poóclăng thường và xi măng Poóclăng hỗn hợp (có lượng phụ gia thủy < 15%); 3.0 và 2.9 khi sử dụng tương ứng xi măng Poóclăng xi (hoặc Poóclăng hỗn hợp chứa 15 ÷ 40% phụ gia thủy) và Puzolan.

5.5.2. Xác định hệ số dư vữa hợp lý  $K_d$ :

5.5.2.1. Đối với các hỗn hợp bê tông cần  $\Delta S = 2 \div 12cm$  (trừ bê tông có yêu cầu cường độ uốn hoặc cường độ chống thấm nước), hệ số dư vữa hợp lý  $K_d$  được xác định theo bảng 5.8.

**Bảng 5.8. Hệ số dư vữa hợp lý ( $K_d$ ) dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo ( $\Delta S = 2 \div 12cm$ ); cốt liệu lớn là đá dăm (nếu dùng sỏi,  $K_d$  tra bảng cộng thêm 0,06)**

Mô đun độ lớn của cát	$K_d$ ứng với giá trị $V_h = X/\rho_x + N$ (lít/ $m^3$ ) bằng									
	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
3,0	1,33	1,38	1,43	1,48	1,52	1,56	1,59	1,62	1,64	1,66
2,75	1,30	1,35	1,40	1,45	1,49	1,53	1,56	1,59	1,61	1,63
2,5	1,26	1,31	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52	1,55	1,57	1,59
2,25	1,24	1,29	1,34	1,39	1,43	1,47	1,50	1,53	1,55	1,57
2,0	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,45	1,48	1,51	1,53	1,55
1,75	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,37	1,40	1,43	1,45	1,47
1,5	1,07	1,12	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33	1,36	1,38	1,40

Với các độ sụt khác, điều chỉnh  $K_d$  như sau:

- Khi bê tông có độ sụt 14 ÷ 18cm,  $K_d$  tra bảng cộng thêm 0,1 đối với cát có  $M_{dl} < 2$ ; cộng thêm 0,15 với cát có  $M_{dl} = 2 \div 2,5$ ; cộng thêm 0,2 với cát có  $M_{dl} > 2,5$ .

- Khi bê tông có độ sụt 0 ÷ 1cm (Vebe = 4 ÷ 8s)  $K_d$  tra bảng trừ bớt 0,1 đối với cát có  $M_{dl} < 2$  (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,05); trừ bớt 0,15 ÷ 0,2 đối với cát có  $M_{dl} \geq 2$  (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,1).

5.5.2.2. Đối với bê tông có yêu cầu về độ chống thấm nước hoặc cường độ uốn:  $K_d$  được xác định theo bảng 5.8 với mọi độ sụt hỗn hợp bê tông khác nhau sau đó cộng thêm 0,1 đối với cát có  $M_{dl} < 2$ ; cộng thêm 0,15 với cát có  $M_{dl} = 2 \div 2,5$ ; cộng thêm 0,2 với cát có  $M_{dl} > 2,5$ .

5.5.3. Xác định lượng cốt liệu lớn (D), công thức 5.7

$$D = \frac{1000}{\frac{r_d \cdot k_d}{\rho_{vd}} + \frac{1}{\rho_d}} \quad (\text{kg})$$

hoặc:

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} \quad (\text{kg}) \quad (5.7)$$

Trong đó:

D - Hàm lượng đá dăm hoặc sỏi trong  $1\text{m}^3$  bê tông, kg.

$r_d$  - Độ rỗng giữa các cốt liệu lớn,  $r_d = 1 - (\rho_{vd}/\rho_d \cdot 1000)$ , tính bằng phần đơn vị, xác định theo TCVN 1772:1986.

$\rho_{vd}$  - Khối lượng thể tích xộp (khối lượng đồ đồng) của cốt liệu lớn,  $\text{kg/m}^3$  (TCVN 1772:1986).

$\rho_d$  - Khối lượng thể tích của cốt liệu lớn,  $\text{g/cm}^3$  (TCVN 1772:1986).

Giá trị  $\rho_d$  thường gặp: dăm gốc đá vôi  $2.63 \div 2.68$ ; granít  $2.7 \div 2.8$ ; sỏi  $2.63 \div 2.66\text{g/cm}^3$ .

$K_d$  hệ số dư vữa hợp lí, xác định theo mục 5.5.2.

5.6. Hàm lượng cát

Hàm lượng cát (C) trong  $1\text{m}^3$  bê tông được xác định trên cơ sở tổng thể tích tuyệt đối các vật liệu thành phần bảo đảm sau khi thành hình cho  $1\text{m}^3$  hay 1000lít. Không kể thể tích các bọt khí chiếm khoảng  $0.3 \div 2.5\%$  đối với bê tông thông thường hàm lượng cát được xác định bằng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c \quad (\text{kg})$$

Trong đó:

X, D, N - Lượng xi măng (kể cả phụ gia dạng bột), đá (sỏi), nước (kể cả lượng nước trong phụ gia dạng lỏng) trong  $1\text{m}^3$  bê tông, kg - xác định theo các mục 5.2, 5.4 và 5.5.

$\rho_x, \rho_d$  - Khối lượng riêng của xi măng, khối lượng thể tích đá (hoặc sỏi),  $\text{g/cm}^3$ , xác định theo các mục 5.5.1 và 5.5.3.

$\rho_n$  - Khối lượng riêng của nước lấy bằng  $1\text{g/cm}^3$ .

$\rho_c$  - Khối lượng riêng của cát,  $\text{g/cm}^3$ , xác định theo TCVN 331:1986; giá trị thường gặp đối với cát sông  $2.62 \div 2.65 \text{g/cm}^3$ .

### **5.7. Lập 3 thành phần định hướng**

- Thành phần 1 gọi là thành phần cơ bản đã tính theo các bước nêu ở các phần trước.
- Thành phần 2 là thành phần tăng 10% xi măng so với lượng xi măng ở thành phần 1, lượng nước như thành phần 1 hiệu chỉnh theo 5.2.2, đá, cát tính lại theo trình tự 5.5 - 5.6.
- Thành phần 3 là thành phần giảm 10% xi măng so với lượng xi măng ở thành phần 1, lượng nước như thành phần 1, đá, cát tính lại theo trình tự 5.5 - 5.6.

Nếu trong cát có chứa sỏi (hạt trên 5mm) thì lượng cát ở các thành phần được tăng thêm, lượng đá (sỏi) được tính giảm tương ứng với lượng sỏi trong cát.

## **6. Thí nghiệm kiểm tra**

Thí nghiệm nhằm mục đích kiểm tra 3 thành phần tính toán thông qua...thành phần đáp ứng yêu cầu về chất lượng bê tông, điều kiện thi công và ... $1\text{m}^3$ .

Trình tự thực hiện:

### **6.1. Chọn khuôn đúc mẫu**

Số khuôn cần đúc: mỗi chỉ tiêu và ở 1 độ tuổi cần đúc 3 khuôn thí nghiệm, thử chống thấm cần 6 khuôn. Kích thước, hình dạng khuôn cần chọn phụ thuộc  $D_{\max}$  cốt liệu lớn và chỉ tiêu cần thí nghiệm theo TCVN 3105:1993.

### **6.2. Xác định thể tích mẻ trộn $V_m, \text{dm}^3$**

Với mỗi thành phần thí nghiệm thực hiện 1 mẻ trộn. Thể tích của một mẻ trộn có thể lấy bằng  $1.2 \div 1.5$  lần thể tích tổng số khuôn cần đúc, nhưng không nhỏ hơn 8 lít (thể tích tối thiểu cần cho thử độ sụt).

### **6.3. Xác định khối lượng vật liệu cho 1 mẻ trộn**

Khối lượng xi măng ( $X_m$ ), cát ( $C_m$ ), đá (sỏi) ( $D_m$ ), nước ( $N_m$ ) và phụ gia ( $PG_m$ ) cho 1 mẻ trộn tính bằng kg, được xác định theo công thức 6.1 ÷ 6.5.

$$X_m = \frac{X}{1000} \times V_m \quad (6.1)$$

$$C_m = \frac{C}{1000} \times V_m \quad (6.2)$$

$$D_m = \frac{D}{1000} \times V_m \quad (6.3)$$



$$N_m = \frac{N}{1000} \times V_m \quad (6.4)$$

$$PG_m = \frac{PG}{1000} \times V_m \quad (6.5)$$

Trong đó X, C, D, N, PG tương ứng là khối lượng xi măng, cát, đá (sỏi), nước, phụ gia tính cho 1m<sup>3</sup> bê tông, kg.

Chuẩn bị vật liệu:

- Phơi hoặc sấy khô cát, đá (sỏi). Khi dùng cát đá ẩm trong các thí nghiệm cần xác định độ ẩm để hiệu chỉnh khối lượng ở các bước sau.

- Nếu sử dụng vật liệu ẩm thì lượng cát, đá được tính tăng tương ứng. Lượng nước yêu cầu giảm tương ứng với số nước ngậm trong cát và đá.

#### **6.4. Thí nghiệm độ sụt**

- Vật liệu cân đong rồi trộn thành hỗn hợp theo TCVN 3105:1993.

- Thí nghiệm độ sụt được thực hiện theo TCVN 3106:1993. Độ sai lệch cho phép so với yêu cầu  $\pm 1$  cm. Nếu không đạt có thể hiệu chỉnh như sau:

- + Nếu độ sụt thực tế đo được thấp hơn độ sụt yêu cầu khoảng 2 ÷ 3 cm thì cho thêm 5 lít nước cho 1m<sup>3</sup> bê tông. Nếu độ sụt thấp hơn thực tế 4 ÷ 5 cm trở lên cần tăng thêm cả nước lẫn xi măng, giữ nguyên tỉ lệ X/N. Để tăng một cấp độ sụt khoảng 2 ÷ 3 cm cần thêm 5 lít nước.

- + Nếu độ sụt vượt quá độ sụt yêu cầu khoảng 2 ÷ 3 cm thì tăng thêm cả cát và đá khoảng 2 ÷ 3% so với khối lượng ban đầu. Nếu độ sụt vượt 4 ÷ 5 cm trở lên thì tăng đồng thời khoảng 5% X, C và D.

Khối lượng tăng thêm được ghi vào nhật ký tương ứng bằng các kí hiệu X<sub>t</sub>, C<sub>t</sub>, D<sub>t</sub>, và N<sub>t</sub>.

Sau đó hỗn hợp được trộn lại bằng xẻng cho tới đồng màu rồi thử lại độ sụt. Thời gian thực hiện điều chỉnh và thí nghiệm độ sụt không nên kéo dài quá 15 phút.

#### **6.5. Đúc mẫu, xác định khối lượng thể tích, bảo dưỡng mẫu.**

Hỗn hợp bê tông sau khi chuẩn độ sụt được trộn đều lại và đúc thành các tổ mẫu theo chỉ dẫn của TCVN 3105:1993. Khối lượng thể tích của hỗn hợp đã đầm chặt  $\gamma_0$  (kg/m<sup>3</sup>) được xác định bằng thùng riêng hoặc ngay trên khuôn đúc theo TCVN 3108:1993. Sau đó các mẫu được bảo dưỡng theo TCVN 3105:1993.

## **6.6. Xác định cường độ nén và các chỉ tiêu khác**

6.6.1. Cường độ nén của bê tông xác định theo TCVN 3118:1993.

Các mẫu kích thước khác mẫu chuẩn cần chuyển đổi về mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm bằng các hệ số tương ứng ghi trong TCVN 3118:1993.

6.6.2. Các chỉ tiêu cơ lý khác của bê tông (cường độ uốn, độ chống thấm...) yêu cầu được xác định theo các TCVN liên quan hiện hành (xem mục 2.6 của chỉ dẫn này).

## **6.7. Chọn thành phần bê tông chính thức**

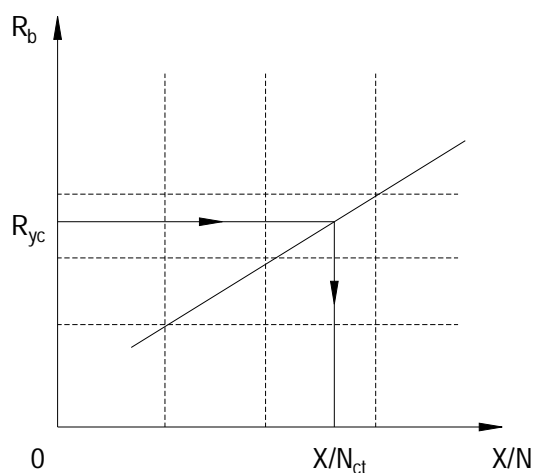
6.7.1. Trên cơ sở 3 thành phần đã thí nghiệm, chọn một thành phần đảm bảo:

- Có cường độ nén và uốn thực tế ( $R_n$ ) vượt mức bê tông yêu cầu thiết kế là cường độ nén  $R_n$  và  $R_u$ . Mức vượt theo thống kê trung bình của giai đoạn sản xuất trước trên cùng trạm trộn từ cùng các nguồn nguyên liệu để đảm bảo xác suất 95% mẫu thử lấy tại hiện trường vượt mức. Nếu không có số liệu thống kê, sơ bộ có thể lấy mức vượt khoảng 10% đối với các trạm trộn cân tự động, 15% đối với các trạm trộn cân, đóng thủ công.
- Có các chỉ tiêu cơ lý khác (độ chống mài mòn, độ chống thấm...) đạt hoặc vượt giá trị thiết kế yêu cầu.

6.7.2. Khi không có thành phần nào đạt yêu cầu

đề ra thì dựng đồ thị  $R_b = f(X/N)$  trên cơ sở 3 giá trị ứng với 3 tỉ 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  $X/N$  cần thiết. Từ đó tính lại  $N$ ,  $C$ ,  $D$  theo các bước như đã nêu ở phần 4 của chỉ dẫn này.

Cách làm này chỉ áp dụng được khi 3 điểm lập thành quan hệ đường thẳng và thành



phần chọn có  $X/N$  nằm trong phạm vi  $\pm 20\%$  vùng ngoài các giá trị  $X/N$  đã thí nghiệm. Với bê tông các công trình thủy lợi, thủy điện thường có yêu cầu nghiêm khắc về độ chống thấm nước thì sau khi chỉnh lại thành phần như đã nói ở trên, cần có thí nghiệm lại về độ chống thấm nước.

### **6.8. Hiệu chỉnh khối lượng vật liệu**

Sau khi chọn thành phần chính thức, hiệu chỉnh khối lượng vật liệu để đảm bảo sản lượng đủ  $1\text{m}^3$  như sau:

#### **6.8.1. Xác định thể tích mẻ trộn thực tế**

$$V_{tt} = \frac{(X_m + X_t) + (C_m + C_t) + (D_m + D_t) + (N_m + N_t) + PG_m}{\gamma_0} \quad (\text{m}^3)$$

Trong đó:

$X_m, C_m, D_m, N_m, PG_m$ : Khối lượng xi măng, cát, đá, nước, phụ gia ban đầu, kg (xem mục 6.3).

$X_t, C_t, D_t, N_t$ : Khối lượng xi măng, cát, đá, nước đưa thêm vào trong quá trình thí nghiệm điều chỉnh độ sụt, kg (xem mục 6.4).

#### **6.8.2. Khối lượng vật liệu thực tế**

$$X = \frac{X_m + X_t}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (6.7)$$

$$C = \frac{C_m + C_t}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (6.8)$$

$$D = \frac{D_m + D_t}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (6.9)$$

$$N = \frac{N_m + N_t}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (6.10)$$

$$PG = \frac{PG_m}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (6.11)$$

Trong đó: X, C, D, N, PG - Khối lượng xi măng, cát, đá, nước, phụ gia (ở thành phần đã được chọn chính thức) cho sản lượng đủ  $1\text{m}^3$ .

### **6.9. Viết phiếu thành phần bê tông**

Phiếu chọn thành phần bê tông cần thể hiện các nội dung sau:

- Đơn vị hoặc người đặt hàng
- Mác bê tông và các tính năng yêu cầu
- Tên công trình hoặc nơi sử dụng bê tông
- Tính năng chính, mã số các phiếu thử cơ lý vật liệu kèm theo đã sử dụng
- Thành phần vật liệu cho  $1\text{m}^3$  bê tông tính theo vật liệu khô
- Các ghi chú: về lượng sỏi trong cát và các yêu cầu khống chế khác
- Tên, chữ kí người thực hiện, dấu cơ quan thực hiện.

## **7. Thành phần bê tông hiện trường**

Căn cứ vào thành phần bê tông do phòng thí nghiệm cấp, điều chỉnh thành phần bê tông hiện trường phù hợp với độ ẩm thực tế của vật liệu.

### **7.1. Điều chỉnh thành phần theo độ ẩm cốt liệu**

$$X_h = X \quad (7.1)$$

$$C_h = C(1 + W_c/100) \quad (7.2)$$

$$D_h = D(1 + W_d/100) \quad (7.3)$$

$$N_h = N - C.W_c/100 - D.W_d/100 \quad (7.4)$$

$X_h, C_h, D_h, N_h$ : Khối lượng xi măng, cát, đá, nước thành phần, kg.

$X, C, D, N$ : Khối lượng xi măng, cát, đá, nước của thành phần thí nghiệm mục 6.9, kg.

$W_c, W_d$ : Độ ẩm tương ứng của cát, đá %.

Khi chỉ ước tính được độ ẩm của cát, đá cần không chế chặt chẽ lượng nước trong  $N_h$  đảm bảo hỗn hợp trộn ra cho đúng độ sụt thiết kế.

### **7.2. Điều chỉnh cát, đá theo lượng ngậm sỏi trong cát**

$$C_h = C(1 + S_c^h/100) \quad (7.5)$$

$$D_h = D - C.S_c^h/100 \quad (7.6)$$

Trong đó:

$C_h, D_h$ : Khối lượng cát, đá của thành phần hiện trường, kg.

$S_c^h$ : Lượng sỏi trong cát sót lại trên sàng 5mm, xác định qua thí nghiệm, %.

$C, D$ : Khối lượng cát, đá của thành phần thí nghiệm, kg.

Nếu trong thành phần thí nghiệm lượng sỏi trong cát đã được tính bù vào cát thì cần so sánh lượng sỏi trong cát thực tế hiện trường  $S_s^h$  với lượng sỏi ở thành phần thí nghiệm  $S_s$ . Khi đó giá trị trong các công thức  $S_s^h$  trong các công thức 7.5 và 7.6 được thay bằng  $(S_s^h - S_s)$ .

### **7.3. Vật liệu cho một mẻ trộn máy**

#### **7.3.1. Hệ số ra bê tông $\beta$**

$$\beta = \frac{1}{\frac{X}{\rho_{vx}} + \frac{C}{\rho_{vc}} + \frac{D}{\rho_{vd}}} \quad (7.7)$$

Trong đó:

$X, C, D$ : Khối lượng xi măng, cát, đá (sỏi) trong  $1m^3$  bê tông, kg.

$\rho_{vx}, \rho_{vc}, \rho_{vd}$  - Khối lượng thể tích xộp (đổ đồng) của xi măng, cát, đá (sỏi), tính bằng  $kg/m^3$ . Số liệu thường gặp  $\rho_{vx} = 1100 \div 1300kg/m^3$ ;  $\rho_{vc} = 1350 \div 1450kg/m^3$ ;  $\rho_{vd} = 1350 \div 1450kg/m^3$ ;  $\rho_{vs} = 1500 \div 1550kg/m^3$ .

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

$$V_{mê} = \beta \cdot V_{máy} \quad (7.8)$$

7.3.3. Vật liệu thực tế cho 1 mẻ trộn máy  $X_1, C_1, D_1, N_1, PG$

$$X_1 = X_h \cdot V_{mê} \quad (7.9)$$

$$C_1 = C_h \cdot V_{mê} \quad (7.10)$$

$$D_1 = D_h \cdot V_{mê} \quad (7.11)$$

$$N_1 = N_h \cdot V_{mê} \quad (7.12)$$

$$PG = PG_h \cdot V_{mê} \quad (7.13)$$

#### **7.4. Phương pháp tăng độ sụt hỗn hợp bê tông**

Khi thi công có yêu cầu tăng độ sụt (gấp nút kết cấu quá dày cốt thép, thời tiết nóng, gió...) có thể tăng độ sụt hỗn hợp bê tông theo nguyên tắc: đồng thời tăng nước và tăng xi măng, giữ nguyên tỉ lệ  $X/N$  và lượng cốt liệu. Nếu chỉ thêm nước để tăng độ sụt, cường độ bê tông sẽ giảm và không đạt yêu cầu thiết kế đề ra.

### **8. Ví dụ**

#### **8.1. Tính toán thành phần bê tông**

**Ví dụ 1. Bê tông mác 20 (MPa) sử dụng xi măng mác 30 (MPa).**

##### **1. Các thông số đầu vào**

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 20MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: không; Môi trường sử dụng: thông thường.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Sàn BTCT dày 10cm, giới hạn  $D_{max}$  (theo 3.1)  $\leq 20mm$ .
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 40 phút Dầm dùi,  $t^\circ$  môi trường  $29^\circ C$ .
- Các yêu cầu công nghệ khác: không.

1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Bim Sơn PCB30, cường độ thực tế 37.8 MPa, thí nghiệm theo p.p TCVN 6016:1995.

- Đá (sỏi): Dùng sỏi

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.56g/cm^3$ , khối lượng thể tích xấp  $\rho_{vd} = 1520kg/m^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 20mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 41.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.62g/cm^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.5$ , lượng hạt trên sàng 5mm: không.

- Phụ gia: không.

## **2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn DS = 7-8cm.

2.2. Xác định lượng nước N:

Theo mục 5.2, tra bảng 5.2: N = 195 - 10 (do dùng sỏi) = 185 lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.1), hệ số A = 0.5 (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{20 \times 1,15}{0,50 \times 37,8} + 0,5 = 1,712$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy X/N = 1.712.

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 1,712 \times 185 = 317 \text{ kg}$$

Hiệu chỉnh nước N: theo mục 5.2, khi X < 400kg thì không cần hiệu chỉnh.

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia: không dùng phụ gia, PG = 0.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 317/3,1 + 185 = 287 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa K<sub>d</sub>: theo mục 5.5.2, tra bảng 5.8:

$$K_d = 1,38 + 0,06 (\text{do dùng sỏi}) = 1,44$$

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D (S): theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1520}{0,41 \times (1,44 - 1) + 1} = 1287 \text{ kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{317}{3,1} + \frac{1287}{2,56} + \frac{185}{1} \right) \right] \times 2,62 = 550 \text{ kg}$$

## **3. Các thành phần định hướng**

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	317	550	1287	185	-
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	285	567	1297	185	-
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	349	536	1274	185	-

**Ghi chú:** Trong thành phần 2 và thành phần 3 ứng với lượng xi măng mới, lượng  $D$ ,  $C$  tính lại theo trình tự 2.6 và 2.7.

**Ví dụ 2. Bê tông mác 30 (MPa) sử dụng xi măng mác 30 (MPa).**

**1. Các thông số đầu vào**

**1.1. Yêu cầu về bê tông:**

- Mác (theo cường độ nén): 30MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: không; Môi trường sử dụng: thông thường.

**1.2. Điều kiện thi công**

- Tên và đặc điểm kết cấu: Cột, dầm mật độ cốt thép  $l_{\min} = 50\text{mm}$ .
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 40 phút Dầm dùi,  $t^\circ$  môi trường  $28^\circ\text{C}$ .
- Các yêu cầu công nghệ khác: không.

**1.3. Vật liệu chế tạo**

- Xi măng: Bim Sơn PCB30, cường độ thực tế 47 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.
- Đá (sỏi): Đá dăm

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.61\text{g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xốp  $\rho_{vd} = 1430\text{kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 20mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 46.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.65\text{g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.5$ , lượng hạt trên sàng 5mm: không.

- Phụ gia: không.

**2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn  $DS = 5\text{-}6\text{cm}$ .

2.2. Xác định lượng nước  $N$ :

Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:  $N = 190$  lít.

2.3. Xác định tỉ lệ  $X/N$ : Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.1), hệ số  $A = 0.43$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{30 \times 1,15}{0,43 \times 47} + 0,5 = 2,207$$

- So sánh giá trị  $X/N$  tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy  $X/N = 2,207$ .

2.4. Xác định hàm lượng xi măng  $X$ :

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 2,207 \times 190 = 419\text{kg}$$

Hiệu chỉnh nước N: khi  $X > 400\text{kg}$  áp dụng công thức (5.5) theo mục 5.4.3

$$N_{hc} = \frac{10N - 400}{10 - X / N} = \frac{10 \times 190 - 400}{10 - 2.207} = 192\text{lít}$$

$$X_{hc} = X/N \times N_{hc} = 2.207 \times 192 = 424\text{kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia: không dùng phụ gia, PG = 0.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 424/3.1 + 192 = 329\text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2, tra bảng 5.8:  $K_d = 1.46$

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D (S): theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d (k_d - 1) + 1} = \frac{1430}{0.46 \times (1.44 - 1) + 1} = 1180\text{kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{424}{3.1} + \frac{1180}{2.56} + \frac{192}{1} \right) \right] \times 2.65 = 580\text{kg}$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	424	580	1180	192	-
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	382	608	1194	190	-
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	466	550	1170	196	-

**Ghi chú:** Với lượng xi măng mới ở thành phần 2 và thành phần 3 lượng nước N được hiệu chỉnh theo 2.4, lượng D, C được tính lại theo trình tự 2.6 và 2.7.

### Ví dụ 3. Bê tông mác 40 (MPa) sử dụng xi măng mác 30 (MPa).

#### 1. Các thông số đầu vào

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 40MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: không; Môi trường sử dụng: vùng ngập nước biển.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Cầu cảng, mật độ cốt thép  $l_{\min} = 50\text{mm}$ .
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 40 phút Dầm dùi, t° môi trường 29°C.



- Các yêu cầu công nghệ khác: trạm trộn cân đong tự động.

### 1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Sông Gianh PCB30, cường độ thực tế 40 MPa, thí nghiệm theo p.p TCVN 6016:1995.

- Đá (sỏi): Đá dăm

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.64 \text{ g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xốp  $\rho_{vd} = 1405 \text{ kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 20mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 47.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.62 \text{ g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.90$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 10%.

- Phụ gia: Siêu dẻo giảm nước 18%, hàm lượng chất khô 40%.

## ***2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông***

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn DS = 5-6cm.

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:

$$N = 190 - 0.18 \times 190 \text{ (dùng phụ gia)} = 156 \text{ lít.}$$

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.32$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} - 0,5 = \frac{40 \times 1.1}{0.32 \times 40} - 0,5 = 2.938$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy X/N = 2.938.

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 2.938 \times 156 = 458 \text{ kg}$$

Hiệu chỉnh nước N: khi  $X > 400 \text{ kg}$  áp dụng công thức (5.5) theo mục 5.4.3

$$N_{hc} = \frac{10N - 400}{10 - X/N} = \frac{10 \times 156 - 400}{10 - 2.938} = 164.3 \text{ lít}$$

$$X_{hc} = X/N \times N_{hc} = 2.938 \times 164.3 = 483 \text{ kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia: PG = 1%. XM = 0.01 x 483 = 4.83 lít.

Theo mục 5.2: lượng nước trộn thực tế 164.3 - 4.83 x 60% = 161.4 lít.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 483/3.1 + 164.3 = 320 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2, tra bảng 5.8:  $K_d = 1.52$

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1405}{0.47x(1.52 - 1) + 1} = 1129 \text{ kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{483}{3.1} + \frac{1129}{2.64} + \frac{164.3}{1} \right) \right] \times 2.62 = 661 \text{ kg}$$

**Ghi chú:** Cát không sàng, lượng hạt trên 5mm tính vào đá

$$C_l = C(1 + S_c/100) = 661x(1 + 10/100) = 727 \text{ kg}$$

$$D_l = D - C_l \cdot S_c/100 = 1129 - 661x10/100 = 1063 \text{ kg}.$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	483	727 (661)	1063 (1129)	161.4	4.83
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	435	767 (697)	1076 (1146)	157	4.35
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	531	682 (620)	1054 (1116)	166	5.31

**Ghi chú:** trị số C, D trong ngoặc khi sàng cát qua sàng 5mm.

### Ví dụ 4. Bê tông mác 50 (MPa) sử dụng xi măng mác 40 (MPa).

#### 1. Các thông số đầu vào

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 50MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: không; Môi trường sử dụng: thông thường.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Trụ cầu (cầu vượt đường cao tốc), mật độ cốt thép  $l_{min} = 100\text{mm}$ .
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 90 phút Dầm dùi, t<sup>o</sup> môi trường 22°C.
- Các yêu cầu công nghệ khác: trạm trộn cân đong tự động.

1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Sông Gianh PCB40, cường độ thực tế 55 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.
- Đá (sỏi): Đá dăm

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.63\text{g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xốp  $\rho_{vd} = 1500\text{kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 70mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 43.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.62 \text{ g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.4$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: dẻo hóa cao giảm nước 15%, hàm lượng chất khô 40%.

## **2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn  $DS = 5\text{-}6\text{cm}$ , cần tăng thêm 2cm (do thời gian thi công dài 90 phút). Do đó  $DS = 7\text{-}8\text{cm}$ .

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:

$$N = 180 - 0.15 \times 180 \text{ (dùng phụ gia)} = 153 \text{ lít.}$$

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.27$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} - 0,5 = \frac{50 \times 1.1}{0.27 \times 55} - 0,5 = 3.2$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy  $X/N = 3.2$ .

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 3.2 \times 153 = 490 \text{ kg}$$

Hiệu chỉnh nước N: khi  $X > 400 \text{ kg}$  áp dụng công thức (5.5) theo mục 5.4.3

$$N_{hc} = \frac{10N - 400}{10 - X/N} = \frac{10 \times 153 - 400}{10 - 3.2} = 166 \text{ lít}$$

$$X_{hc} = X/N \times N_{hc} = 3.2 \times 166 = 531 \text{ kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia:  $PG = 1\%$ .  $XM = 0.01 \times 531 = 5.31 \text{ lít}$ .

Theo mục 5.2: lượng nước trộn thực tế  $166 - 5.31 \times 60\% = 162.8 \text{ lít}$ .

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 531/3.1 + 166 = 337 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2, tra bảng 5.8:  $K_d = 1.47$

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1500}{0.43 \times (1.47 - 1) + 1} = 1248 \text{ kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{531}{3.1} + \frac{1248}{2.63} + \frac{166}{1} \right) \right] \times 2.62 = 491 \text{ kg}$$

### **3. Các thành phần định hướng**

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	531	491	1248	162.8	5.31
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	478	538	1261	157.9	4.78
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	581	449	1235	167.9	5.81

#### **Ví dụ 5. Bê tông mác 60 (MPa) sử dụng xi măng mác 40 (MPa).**

##### **1. Các thông số đầu vào**

###### **1.1. Yêu cầu về bê tông:**

- Mác (theo cường độ nén): 60MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: không; Môi trường sử dụng: thông thường.

###### **1.2. Điều kiện thi công**

- Tên và đặc điểm kết cấu: Dầm, cột nhà cao tầng, mật độ cốt thép  $l_{\min} = 60\text{mm}$ .
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 40 phút Dầm dùi,  $t^\circ$  môi trường 32°C.
- Các yêu cầu công nghệ khác: trạm trộn cân đong tự động.

###### **1.3. Vật liệu chế tạo**

- Xi măng: Sông Gianh PCB40, cường độ thực tế 49.2 MPa, thí nghiệm theo p.p TCVN 6016:1995.

- Đá (sỏi): Đá dăm

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.64\text{g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xấp  $\rho_{vd} = 1540\text{kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 40mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 42.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.62\text{g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.97$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: siêu dẻo liều cao giảm nước 22%, hàm lượng chất khô 35%.

##### **2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn DS = 7-8cm.

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:

$$N = 180 - 0.22 \times 180 (\text{dùng phụ gia}) = 140.4 \text{ lít.}$$

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.32$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} - 0,5 = \frac{60 \times 1,1}{0,32 \times 49,2} - 0,5 = 3,69$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy X/N = 3.69.

#### 2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 3,69 \times 140,4 = 518 \text{ kg}$$

Hiệu chỉnh nước N: khi X > 400kg áp dụng công thức (5.5) theo mục 5.4.3

$$N_{hc} = \frac{10N - 400}{10 - X/N} = \frac{10 \times 140,4 - 400}{10 - 3,69} = 159 \text{ lít}$$

$$X_{hc} = X/N \times N_{hc} = 3,69 \times 159 = 587 \text{ kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia: PG = 1.8% \* XM = 0.018 x 587 = 10.57 lít.

Theo mục 5.2: lượng nước trộn thực tế 159 - 10.57 x 65% = 152.1 lít.

#### 2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 587/3,1 + 159 = 348 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa K<sub>d</sub>: theo mục 5.5.2, tra bảng 5.8: K<sub>d</sub> = 1.56

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d (k_d - 1) + 1} = \frac{1540}{0,42 \times (1,56 - 1) + 1} = 1247 \text{ kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{587}{3,1} + \frac{1247}{2,64} + \frac{159}{1} \right) \right] \times 2,62 = 470 \text{ kg}$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	587	470	1247	152.1	10.57
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	528	502	1255	147.0	9.50
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	646	394	1226	157.4	11.63

**Ví dụ 6. Bê tông mác 30/5.0 (MPa) sử dụng xi măng mác 30 (MPa) ( $R_n = 30$ ;  $R_u = 5.0$ ).**

### **1. Các thông số đầu vào**

#### **1.1. Yêu cầu về bê tông:**

- Mác (theo cường độ nén): 30MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác:  $R_u = 5.0$ ; Môi trường sử dụng: thông thường.

#### **1.2. Điều kiện thi công**

- Tên và đặc điểm kết cấu: Bê tông đường bay không cốt thép dày 24cm.
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 40 phút Dầm dùi, bàn;  $t^\circ$  môi trường  $27^\circ\text{C}$ .
- Các yêu cầu công nghệ khác: không.

#### **1.3. Vật liệu chế tạo**

- Xi măng: Bim Sơn PCB30, cường độ thực tế 48 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.
- Đá (sỏi): Đá dăm sạch, cấp phối hạt tốt, ít thoi dẹt.

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.63\text{g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xấp xỉ  $\rho_{vd} = 1430\text{kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 40mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 46.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.63\text{g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.75$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: không.

### **2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn  $DS = 3\text{-}4\text{cm}$ .

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:  $N = 175$  lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.43$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{30 \times 1.15}{0.43 \times 48} + 0,5 = 2.17$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy  $X/N = 2.17$ .

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 2.17 \times 175 = 380\text{kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia:  $PG = 0$ .

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 380/3.1 + 175 = 298 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2:  $K_d = 1.45$  (tra bảng 5.8) + 0.2 (điều 5.5.5.2) = 1.65.

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1430}{0.46x(1.65 - 1) + 1} = 1101 \text{ kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{380}{3.1} + \frac{1101}{2.63} + \frac{175}{1} \right) \right] \times 2.63 = 746 \text{ kg}$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	380	746	1101	175	-
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	342	771	1109	175	-
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	418	789	1021	177	-

**Ví dụ 7. Bê tông mác 30 (MPa) - B8 sử dụng xi măng mác 30 (MPa) ( $R_n = 30$ ;  $B = 8.0at$ ).**

#### 1. Các thông số đầu vào

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 30MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác:  $B = 8at$ ; Môi trường sử dụng: thông thường.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Bể nước, mật độ cốt thép  $l_{min} = 120$ , tường dày 200.
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 60 phút Dầm dùi;  $t^\circ$  môi trường  $20^\circ C$ .
- Các yêu cầu công nghệ khác: Trạm trộn cân đong tự động.

1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Bim Sơn PCB30, cường độ thực tế 48 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.
- Đá (sỏi): Đá dăm.

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.63 \text{ g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xấp xỉ  $\rho_{vd} = 1430 \text{ kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 40mm. Độ hồng giữa các hạt  $V_r = 46.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.62\text{g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.5$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%. Lượng hạt  $\leq 0.3\text{mm}$  (17%).

- Phụ gia: không.

## **2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn DS = 5-6cm.

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2: N = 180 lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.43$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{30 \times 1.1}{0.43 \times 48} + 0,5 = 2.1$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy X/N = 2.2.

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 2.2 \times 180 = 396\text{kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia: PG = 0.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 396/3.1 + 180 = 308 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2:  $K_d = 1.42$  (tra bảng 5.8) + 0.15 (điều 5.5.5.2) = 1.57.

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1430}{0.46 \times (1.57 - 1) + 1} = 1133\text{kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{396}{3.1} + \frac{1133}{2.63} + \frac{180}{1} \right) \right] \times 2.62 = 685\text{kg}$$

2.8. Kiểm tra hàm lượng hạt mịn  $< 0.3$ :

$$X + C_{<0.3} = 396 + 685 \times 17\% = 513\text{kg} \text{ (đạt yêu cầu bảng 3.4)}$$



### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	396	685	1133	180	-
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	356	711	1111	180	-
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	436	653	1121	184	-

**Ví dụ 8. Bê tông mác 30 (MPa) -  $M_m = 0.3$  sử dụng xi măng mác 40 (MPa) ( $R_n = 30$ ; độ chống mài mòn  $0.3\text{g/cm}^2$ ).**

#### 1. Các thông số đầu vào

##### 1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 30MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: Độ chống mài mòn  $M_m = 0.3\text{g/cm}^2$ ; Môi trường sử dụng: thông thường.

##### 1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Bê tông lớp mặt đường.
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 45 phút Dầm bàn;  $t^\circ$  môi trường  $27^\circ\text{C}$ .
- Các yêu cầu công nghệ khác: không.

##### 1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Bim Sơn PCB40, cường độ thực tế 54 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.
- Đá (sỏi): Đá dăm granít.

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.62\text{g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xấp  $\rho_{vd} = 1400\text{kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 20mm. Độ hồng giữa các hạt  $V_r = 47.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.62\text{g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.46$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: không.

#### 2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn  $DS = 3-4\text{cm}$ .

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:  $N = 185$  lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.43$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{30 \times 1,15}{0,43 \times 54} + 0,5 = 1,99$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy X/N = 1.99.

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N).N = 1,99 \times 185 = 368\text{kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia: PG = 0.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 368/3,1 + 185 = 304 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa K<sub>d</sub>: theo mục 5.5.2: K<sub>d</sub> = 1.41 (tra bảng 5.8).

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1400}{0,47 \times (1,41 - 1) + 1} = 1174\text{kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{368}{3,1} + \frac{1174}{2,62} + \frac{185}{1} \right) \right] \times 2,62 = 650\text{kg}$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	368	650	1174	185	-
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	331	672	1183	185	-
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	405	626	1164	186,5	-

**Ví dụ 9. Bê tông mác 40 (MPa) - không co, sử dụng xi măng mác 40 (MPa).**

#### 1. Các thông số đầu vào

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 40MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: Bê tông không co; Môi trường sử dụng: thông thường.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Bê tông chèn bu lông, kích thước thông thủy vách hồ và bu lông: 60mm, hốc sâu 1m.

- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 30 phút Dầm bàn;  $t^{\circ}$  môi trường  $20^{\circ}\text{C}$ .

- Các yêu cầu công nghệ khác: Trộn trộn cân đồng tự động.

### 1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Sông Gianh PCB40, cường độ thực tế 61 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.

- Đá (sỏi): Đá dăm.

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.64\text{g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xấp xỉ  $\rho_{vd} = 1405\text{kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 10mm. Độ rỗng giữa các hạt  $V_r = 47.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.63\text{g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.75$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: AC-89 liều dùng 8%.

## 2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn  $DS = 7\text{-}8\text{cm}$ .

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:  $N = 205$  lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.43$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{30 \times 1.1}{0.43 \times 61} + 0,5 = 2.177$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy  $X/N = 2.177$ .

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 2.177 \times 205 = 446\text{kg}$$

Hiệu chỉnh nước N: khi  $X > 400\text{kg}$  áp dụng công thức (5.5) theo mục 5.4.3

$$N_{hc} = \frac{10N - 400}{10 - X/N} = \frac{10 \times 205 - 400}{10 - 2.177} = 211\text{lít}$$

$$X_{hc} = X/N \times N_{hc} = 2.177 \times 211 = 459\text{kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia:  $PG = 8\% \cdot XM = 0.08 \times 459 = 36.7$  lít.

Theo mục 5.2: lượng nước trộn thực tế:  $211 + 3.7 = 214.7$  lít.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = (468 + 36.7)/3.1 + 214.7 = 375\text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2:  $K_d = 1.56$  (tra bảng 5.8).

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1405}{0.47x(1.56 - 1) + 1} = 1112kg$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{468 + 36.7}{3.1} + \frac{1112}{2.64} + \frac{214.7}{1} \right) \right] \times 2.63 = 537kg$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	459	537	1112	215	36.7
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	413	583	1121	210	33.0
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	505	492	1100	220	40.4

#### Ví dụ 10. Bê tông mác 30 (MPa) - bơm, sử dụng xi măng mác 40 (MPa).

##### 1. Các thông số đầu vào

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 30MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: không; Môi trường sử dụng: thông thường.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Bê tông sàn.
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 60 phút Dầm bàn; t° môi trường 22°C.
- Các yêu cầu công nghệ khác: Bơm bê tông.

1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Bim Sơn PCB40, cường độ thực tế 51.5 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.
- Đá (sỏi): Đá dăm.

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.63g/cm^3$ , khối lượng thể tích xốp  $\rho_{vd} = 1410kg/m^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 20mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 46.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.63g/cm^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.5$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: Dẻo hóa cao.

## **2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn  $DS = 5-6\text{cm}$ , dùng phụ gia dẻo hóa cao cho bê tông bơm lấy  $DS = 13-14\text{cm}$ .

2.2. Xác định lượng nước N: Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:  $N = 190$  lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.43$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{30 \times 1,1}{0,43 \times 51,5} + 0,5 = 1,99$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy  $X/N = 1,99$ .

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 1,99 \times 190 = 378\text{kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia:  $PG = 1\% \cdot XM = 0,01 \times 378 = 3,78$  lít.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 378/3,1 + 190 = 312 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2:  $K_d = 1,43$  (tra bảng 5.8) + 0,2 (điều 5.5.2.1) = 1,63.

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1410}{0,46 \times (1,63 - 1) + 1} = 1093\text{kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{378}{3,1} + \frac{1093}{2,63} + \frac{190}{1} \right) \right] \times 2,63 = 717\text{kg}$$

## **3. Các thành phần định hướng**

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho $1\text{m}^3$ bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	378	717	1093	190	3,8
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	340	741	1101	190	3,4
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	416	686	1085	192	4,2

**Ví dụ 11. Bê tông mác 30 (MPa) - thời gian thi công 2 giờ, sử dụng xi măng mác 30 (MPa).**

**1. Các thông số đầu vào**

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 30MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: thời gian thi công 2 giờ; Môi trường sử dụng: thông thường.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Bê tông sàn.
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 120 phút Dầm dùi; t° môi trường 22°C.
- Các yêu cầu công nghệ khác: Bơm bê tông.

1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Bim Sơn PCB30, cường độ thực tế 44 MPa, thí nghiệm theo p.p nhanh.
- Đá (sỏi): Đá dăm.

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.62\text{g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xấp xỉ  $\rho_{vd} = 1420\text{kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 20mm. Độ hở giữa các hạt  $V_r = 46.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.62\text{g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.5$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: Phụ gia chậm ninh kết, dẻo hóa cao giảm 12% nước, hàm lượng chất khô 30%. Tồn thất độ sụt khi dùng phụ gia 3 ÷ 4cm/giờ.

**2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn DS = 3-4cm, cộng thêm 4cm cho tồn thất độ sụt giờ thứ 2, DS = 7cm.

2.2. Xác định lượng nước N:

Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:  $N = 195 - 0.12 \times 195 = 172$  lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.43$  (tra bảng 5.3).

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{30 \times 1.1}{0.43 \times 44} + 0,5 = 2.244$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy X/N = 2.244.

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 2.244 \times 172 = 386\text{kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia:  $PG = 1\% \cdot XM = 0.01 \times 386 = 3.86$  lít.

Theo mục 5.2: lượng nước trộn thực tế:  $172 - 3.86 \times 0.7 = 169$  lít.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 386/3.1 + 172 = 296 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2:  $K_d = 1.40$  (tra bảng 5.8).

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1420}{0.46x(1.40 - 1) + 1} = 1199 \text{ kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{386}{3.1} + \frac{1199}{2.62} + \frac{172}{1} \right) \right] \times 2.62 = 644 \text{ kg}$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	386	644	1199	169	3.86
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	347	673	1209	160.70	3.47
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	425	629	1188	169.25	4.25

**Ví dụ 12. Bê tông mác 25 (MPa) - tháo cốp pha sau 8 ngày, sử dụng xi măng mác 40 (MPa).**

#### 1. Các thông số đầu vào

1.1. Yêu cầu về bê tông:

- Mác (theo cường độ nén): 25MPa ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150mm.
- Các tính năng khác: tháo ván khuôn sau 8 ngày,  $R_{yc} = 85\%R_{tk}$ ; Môi trường sử dụng: thông thường.

1.2. Điều kiện thi công

- Tên và đặc điểm kết cấu: Bê tông sàn.
- Thời gian thi công 1 mẻ trộn: 45 phút Dầm dùi; t° môi trường 22°C.
- Các yêu cầu công nghệ khác: Trạm trộn cân đong tự động.

1.3. Vật liệu chế tạo

- Xi măng: Bim Sơn PCB40, cường độ thực tế 46.4 MPa, thí nghiệm theo p.p 6016:1995.

- Đá (sỏi): Đá dăm.

Khối lượng riêng  $\rho_d = 2.63 \text{ g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xấp  $\rho_{vd} = 1420 \text{ kg/m}^3$ ;

Đường kính hạt lớn nhất 20mm. Độ rỗng giữa các hạt  $V_r = 46.0\%$ .

- Cát vàng: Khối lượng riêng  $\rho_c = 2.63 \text{ g/cm}^3$

Mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2.75$ , lượng hạt trên sàng 5mm: 0%.

- Phụ gia: Phụ gia dẻo hóa cao giảm 13.5% nước, hàm lượng chất khô 30%.

## **2. Trình tự tính toán thành phần cấp phối bê tông**

2.1. Chọn độ sụt: Theo mục 5.1, tra bảng 5.1 chọn  $DS = 3\text{-}4\text{cm}$ .

2.2. Xác định lượng nước N:

Theo mục 5.2, tra bảng 5.2:  $N = 185 - 0.135 \times 185 = 160$  lít.

2.3. Xác định tỉ lệ X/N: Theo mục 5.3, áp dụng công thức (5.2), hệ số  $A_1 = 0.50$  (tra bảng 5.3).

Tháo cốt pha sau 8 ngày (an toàn 1 ngày, tính toán lấy  $R_7$ ), cường độ yêu cầu  $R_{yc} = 25 \times 85\% = 21.25 \text{ MPa}$ .

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 = \frac{(21.25/0.7) \times 1.1}{0.5 \times 46.4} + 0,5 = 1.94$$

- So sánh giá trị X/N tìm được với các yêu cầu ở mục 5.3.5 và 5.3.6, lấy  $X/N = 1.94$ .

2.4. Xác định hàm lượng xi măng X:

Theo mục 5.4, áp dụng công thức (5.4):

$$X = (X/N) \cdot N = 1.94 \times 160 = 310 \text{ kg}$$

2.5. Xác định hàm lượng phụ gia:  $PG = 1\% \cdot XM = 0.01 \times 310 = 3.10$  lít.

Theo mục 5.2: lượng nước trộn thực tế:  $160 - 3.10 \times 0.7 = 157.83$  lít.

2.6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đá (sỏi):

2.6.1. Tính thể tích hồ xi măng: theo mục 5.5.1, áp dụng công thức (5.6):

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + N = 310/3.1 + 160 = 260 \text{ lít}$$

2.6.2. Xác định hệ số dư vữa  $K_d$ : theo mục 5.5.2:  $K_d = 1.37$  (tra bảng 5.8).

2.6.3. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn D: theo mục 5.5.3, áp dụng công thức (5.7):

$$D = \frac{\rho_{vd}}{r_d(k_d - 1) + 1} = \frac{1420}{0.46 \times (1.37 - 1) + 1} = 1214 \text{ kg}$$

2.7. Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: theo mục 5.6, áp dụng công thức (5.8):



$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{D}{\rho_d} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] \times \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{310}{3.1} + \frac{1214}{2.63} + \frac{160}{1} \right) \right] \times 2.63 = 732 \text{ kg}$$

### 3. Các thành phần định hướng

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1 - Cơ sở	310	732	1214	157.83	3.1
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	279	750	1223	158.04	2.8
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	341	715	1204	157.62	3.4

## 8.2. Thí nghiệm kiểm tra

### Ví dụ 13. Trình tự chung

#### 1. Thành phần bê tông thí nghiệm

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	335	660	1180	195	-

#### 2. Trình tự chung

##### 2.1. Chọn khuôn đúc

2.1.1. Cường độ nén: Kích thước khuôn 150 x 150 x 150mm; số tuổi cần đúc 7, 28 ngày; số khuôn cần đúc 6 viên.

2.1.2. Các tính năng khác: không

2.2. Thể tích mẻ trộn:  $V_m = 1.5 \times 6 \times (1.5 \times 1.5 \times 1.5) = 30$  lít

2.2.1. Hàm lượng xi măng X:

$$X_m = (X.V_m)/1000 = 335 \times 30/1000 = 10.05 \text{ kg}$$

2.2.2. Hàm lượng cốt liệu nhỏ C:

$$C_m = (C.V_m)/1000 = 660 \times 30/1000 = 19.8 \text{ kg}$$

2.2.3. Hàm lượng cốt liệu lớn D:

$$D_m = (D.V_m)/1000 = 1180 \times 30/1000 = 35.4 \text{ kg}$$

2.2.4. Hàm lượng nước N:

$$N_m = (N.V_m)/1000 = 195 \times 30/1000 = 5.85 \text{ lít.}$$

#### **Ví dụ 14. Điều chỉnh độ sụt**

##### **1. Thành phần bê tông thí nghiệm: DS yêu cầu = 5-6cm.**

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm 1	360	660	1815	180	-
Thành phần thí nghiệm 2	420	640	1211	160	4.2
Thành phần thí nghiệm 3	400	680	1145	175	4.2

##### **2. Điều chỉnh độ sụt**

2.1. Giả sử thành phần bê tông 1 có độ sụt thực tế đo được 3cm cần tăng 2-3cm. Điều chỉnh thành phần vật liệu như sau:

- Lượng nước trộn:  $N_t = N + 5 = 180 + 5 = 185$  lít.
- Hàm lượng xi măng:  $X_t = X = 360$  kg.
- Hàm lượng cốt liệu nhỏ:  $C_t = C = 660$  kg.
- Hàm lượng cốt liệu lớn:  $D_t = D = 1815$  kg.

2.2. Giả sử thành phần bê tông 2 có độ sụt thực tế đo được 1cm cần tăng 4-5cm. Điều chỉnh thành phần vật liệu như sau:

- Lượng nước trộn:  $N_t = N + 10 = 160 + 10 = 170$  lít.
- Hàm lượng xi măng:  $X/N = \text{const}$

$$X_t = X/N.N_t = 420/160 \times 170 = 446 \text{ kg.}$$

- Hàm lượng cốt liệu nhỏ:  $C_t = C = 640$  kg.
- Hàm lượng cốt liệu lớn:  $D_t = D = 1211$  kg.
- Hàm lượng phụ gia:  $PG_t = 1\% \times X_t = 0.01 \times 446 = 4.46$  lít.

2.3. Giả sử thành phần bê tông 3 có độ sụt thực tế đo được 8cm cần giảm 2cm. Điều chỉnh thành phần vật liệu như sau:

- Lượng nước trộn:  $N_t = N = 175$  lít.
- Hàm lượng xi măng:  $X_t = X = 400$  kg.
- Hàm lượng cốt liệu nhỏ:  $C_t = C(1 + 0.02) = 680 \times (1 + 0.02) = 694$  kg.
- Hàm lượng cốt liệu lớn:  $D_t = D(1 + 0.02) = 1145 \times (1 + 0.02) = 1168$  kg.

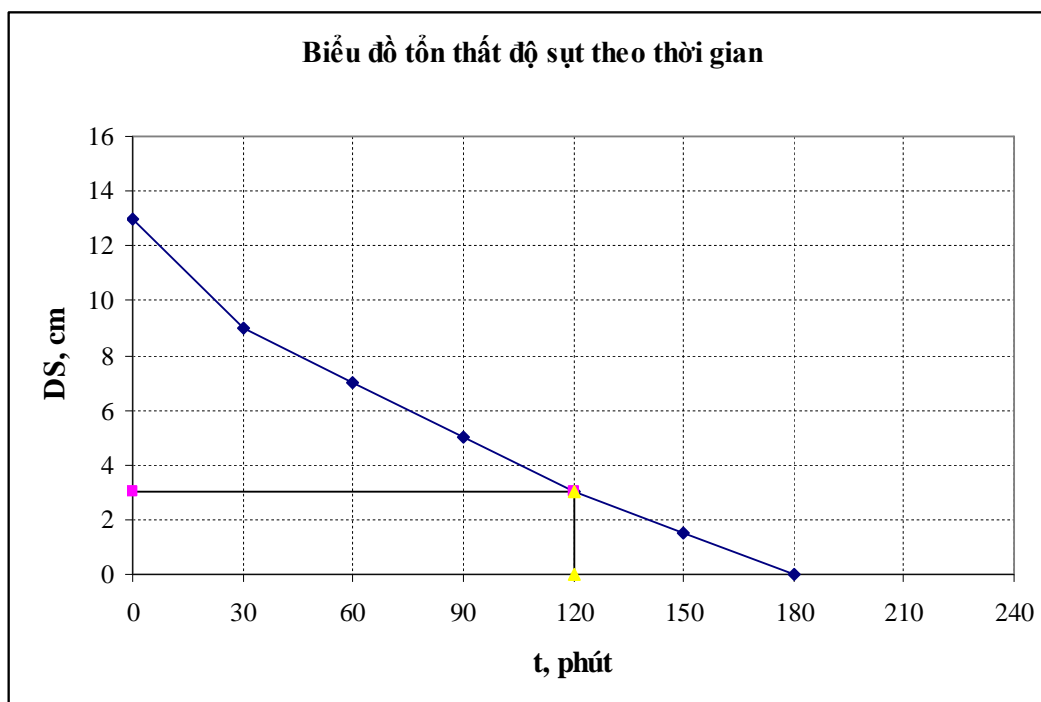
### Ví dụ 15. Thời gian thi công

1. Yêu cầu thời gian thi công bê tông hiện trường:

Thành phần vật liệu cho $1\text{m}^3$ bê tông				
X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
340	770	1085	185	3.0

2. Kết quả thí nghiệm tổn thất độ sụt theo thời gian như sau:

Thời gian, phút	0	30	60	90	120	150	180
Độ sụt, cm	13	9	7	5	3	1.5	0



Kết quả thí nghiệm cho thấy: sau 120 phút hỗn hợp bê tông đạt độ sụt  $DS_{120} = 3\text{cm}$  đảm bảo điều kiện thi công (đầm máy). Như vậy, thành phần bê tông thí nghiệm đạt yêu cầu cho thời gian thi công 2 giờ.

**Ví dụ 16. Chọn thành phần chính thức.**

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				KLTT Hhbt $\gamma_{tt}$	Kết quả thí nghiệm 28 ngày	
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít		R <sub>n</sub> , MPa	$\gamma$ , kg/m <sup>3</sup>
Thành phần 1 - Cơ sở	419	580	1185	192	2392	34.2	2392
Thành phần 2 - Giảm 10% XM	377	607	1194	192	2405	28.9	2380
Thành phần 3 - Tăng 10% XM	461	553	1176	192	2396	40.3	2403
	Mác thiết kế					30.0	

Cường độ nén thí nghiệm của thành phần 1 vượt quá 14% so với cường độ yêu cầu thiết kế. Như vậy, thành phần 1 được chọn là thành phần bê tông chính thức (theo 6.7). Điều chỉnh thành phần vật liệu theo  $\gamma_{tt}$  là:

$$V_{tt} = (419 + 580 + 1185 + 192)/2392 = 0.993$$

$$X = 419/0.993 = 422 \text{ kg}$$

$$C = 580/0.993 = 584 \text{ kg}$$

$$D = 1185/0.993 = 1193 \text{ kg}$$

$$N = 192/0.993 = 196 \text{ lít.}$$

**8.3. Thành phần bê tông hiện trường**

**Ví dụ 17. Điều chỉnh thành phần theo lượng ngậm sỏi trong cát**

1. Thành phần bê tông thí nghiệm:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	419	580	1185	192	-

2. Giả sử sỏi trong cát tại hiện trường là  $S_h = 12.5\%$ . Thành phần bê tông được điều chỉnh như sau:

- Hàm lượng xi măng:  $X_h = X = 419 \text{ kg}$

- Hàm lượng cốt liệu nhỏ:  $C_h = C(1 + S_h/100) = 580 \times (1 + 12.5/100) = 653 \text{ kg.}$

- Hàm lượng cốt liệu lớn:  $D_h = D - C.S_h/100 = 1185 - 653 \times 12.5/100 = 1103 \text{ kg.}$

- Lượng nước trộn:  $N_h = N = 192 \text{ lít.}$

Thành phần mới như sau:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	419	653	1103	192	-

**Ví dụ 18. Điều chỉnh theo độ ẩm cốt liệu**

1. Thành phần bê tông thí nghiệm:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	499	482	1313	151	4.99

2. Giả sử tại hiện trường độ ẩm của cát  $W_c = 4\%$ , độ ẩm của đá  $W_d = 0.5\%$ .

- Hàm lượng xi măng:  $X_h = X = 499$  kg

- Hàm lượng cốt liệu nhỏ:  $C_h = C(1 + W_c/100) = 482 \times (1 + 4/100) = 501$  kg.

- Hàm lượng cốt liệu lớn:  $D_h = D(1 + W_d/100) = 1313 \times (1 + 0.5/100) = 1320$  kg.

- Lượng nước trộn:  $N_h = N - C.W_c/100 - D.W_d/100$

$$= 151 - 501 \times 4/100 - 1320 \times 0.5/100 = 124.5 \text{ lít.}$$

- Hàm lượng phụ gia:  $PG_h = PG = 4.99$  lít.

Thành phần mới như sau:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	499	501	1320	124.5	4.99

**Ví dụ 19. Thành phần mẻ trộn máy**

1. Thành phần bê tông thí nghiệm:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	324	691	1228	160	3.24

2. Thành phần bê tông hiện trường - Vật liệu cho một mẻ trộn máy, máy trộn có dung tích 1200lít.

$$\beta = \frac{1}{\frac{X}{\rho_{vx}} + \frac{C}{\rho_{vc}} + \frac{D}{\rho_{vd}}} = \frac{1000}{\frac{324}{1.15} + \frac{691}{1.4} + \frac{1228}{1.42}} = 0.61$$

- Thể tích bê tông trộn tối đa  $V_{mê}$ :

$$V_{mê} = \beta \cdot V_{máy} = 0.61 \times 1200 = 732 \text{ lít}$$

- Hàm lượng xi măng X:

$$X_1 = X \cdot V_{mê} = 324 \times 732/1000 = 237 \text{ kg}$$

- Hàm lượng phụ gia PG:

$$PG_1 = PG.V_{mê} = 3.24 \times 732/1000 = 2.37 \text{ lít}$$

- Hàm lượng cốt liệu nhỏ C:

$$C_1 = C.V_{mê} = 691 \times 732/1000 = 505.8 \text{ kg}$$

- Hàm lượng cốt liệu lớn D:

$$D_1 = D.V_{mê} = 1228 \times 732/1000 = 899 \text{ kg}$$

- Lượng nước trộn N:

$$N_1 = N.V_{mê} = 160 \times 732/1000 = 117.12 \text{ lít}$$

Thành phần mới như sau:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	237	505.8	899	117.12	2.37

### **Ví dụ 20. Điều chỉnh độ sụt tại hiện trường**

1. Thành phần bê tông thí nghiệm: DS = 5-6cm

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X, kg	C, kg	D, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần thí nghiệm	490	640	1130	115	4.9

2. Độ sụt thực tế tại công trường do thời tiết nóng, yêu cầu cần đạt 7-8cm, tăng thêm 2-3cm.

Điều chỉnh thành phần vật liệu như sau:

- Lượng nước trộn:  $N_t = N + 5 = 165 + 5 = 170 \text{ lít}$ .

- Hàm lượng xi măng:  $X/N = \text{const}$

$$X_t = X/N.N_t = 490/165 \times 170 = 505 \text{ kg}.$$

- Hàm lượng cốt liệu nhỏ:  $C_t = C = 640 \text{ kg}$ .

- Hàm lượng cốt liệu lớn:  $D_t = D = 1130 \text{ kg}$ .

- Hàm lượng phụ gia:  $PG_t = 1\% \times X_t = 0.01 \times 505 = 5.05 \text{ lít}$ .

## **Phụ lục 1**

### **XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN BỀN CHỊU NÉN CỦA XI MĂNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHANH**

#### **1. Thiết bị thử**

- Cân đĩa 2000g;
- Thùng chưng mẫu;
- Bếp điện (hay bếp than);
- Thùng giữ mẫu;
- Dụng cụ để trộn hồ xi măng;
- Bàn dẫn;
- Máy ép 5T;
- Khuôn 2 x 2 x 2cm bằng kim loại.

#### **2. Quy trình thử**

Cân 400g xi măng, trộn với nước thành hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn (TCVN 4029:1985). Đúc 12 viên mẫu có kích thước 2 x 2 x 2cm bằng hồ xi măng như đã trộn ở trên. Cách tạo mẫu như sau: đổ đầy hồ xi măng vào từng ô khuôn. Dùng que sắt  $\Phi 3-4\text{mm}$  chọc mỗi ô khuôn 10 cái từ xung quanh dần vào giữa. Sau đó đặt khuôn lên bàn dẫn và quay 25 lần. Dùng dao mảnh đã lau ảm xén bằng mặt khuôn rồi đặt 6 viên mẫu vào thùng giữ mẫu ở nhiệt độ  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  trong 20 giờ.

Cho 6 viên mẫu còn lại vào thùng chưng đun sôi cách thủy trong 4 giờ. Thời gian từ lúc bắt đầu đun đến lúc sôi không chậm quá 30 ÷ 40 phút. Đun xong để nguội trong thùng chưng 1 giờ rồi lấy khuôn ra tháo mẫu. Đo lại kích thước từng viên mẫu, cân từng viên rồi ép trên máy để xác định cường độ nén trung bình của các viên chưng hơi ( $R_{ch}$ ).

Sau 20 giờ, lấy 6 viên mẫu ở thùng giữ mẫu ra và ép để xác định cường độ nén trung bình của các viên dưỡng hộ tự nhiên ( $R_0$ ).

$R_{ch}$  hoặc  $R_0$  đều là giá trị trung bình của 4 viên có giá trị cường độ nén cao nhất trong 6 viên đem ép.

#### **3. Tính kết quả**

Tìm tỉ lệ giữa  $R_{ch}$  và  $R_0$ :

$$\eta = R_{ch}/R_0$$

Cường độ nén của xi măng sau 28 ngày có thể tính chuyển đổi theo công thức:

$$R_{28} = K \cdot R_{ch}$$

Trong đó: K - hệ số chuyển đổi tùy theo giá trị  $\eta$  (xem bảng).

$\eta$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2
K	1.15	1.07	1.00	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.92	0.92



## **Phụ lục 2**

### **YÊU CẦU KỸ THUẬT VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ HÀM LƯỢNG CLORUA HÒA TAN CỦA CỐT LIỆU**

#### **1. Yêu cầu kỹ thuật**

Hàm lượng clorua hòa tan của cốt liệu cần được khống chế sao cho tổng hợp lượng  $\text{Cl}^-$  trong  $1\text{m}^3$  bê tông không vượt quá  $0.6\text{kg}$  theo JSCE - SP1 (Nhật Bản) hoặc không vượt quá  $0.4\%$  xi măng theo BS 8110:1985 (Anh).

Trung bình  $\text{Cl}^-$  trong cát được khống chế không vượt quá  $0.05\%$  khối lượng đối với bê tông cốt thép thông thường và không vượt quá  $0.005\%$  khối lượng đối với bê tông cốt thép ứng suất trước. Nếu cả cát, đá và nước trộn đều nhiễm mặn thì phân tích  $\text{Cl}^-$  hòa tan trong từng vật liệu tính tổng  $\text{Cl}^-$ , khống chế theo lượng  $\text{Cl}^-$  cho phép cho  $1\text{m}^3$  bê tông hay không vượt quá  $0.1\%$  xi măng.

#### **2. Phương pháp thử**

Dựa theo tiêu chuẩn BS 812 part 117:1968.

##### **2.1. Thiết bị chính**

- Tủ sấy  $200^\circ\text{C}$ ;
- Cân phân tích chính xác tới  $0.001\text{g}$ ;
- Dụng cụ thủy tinh: pipet, buret, cốc, phễu lọc.

Mẫu được trộn đều lấy  $500\text{g}$  nghiền mịn, lấy phần qua sàng  $0.075\text{mm}$ , sấy khô ở  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  (Nếu dùng phương pháp khoan lấy mẫu bột bê tông tại công trình lấy  $15\text{g}$ ).

##### **2.2. Cách thử**

Cân  $5\text{g}$  mẫu đã được chuẩn bị và sấy khô cho vào bình có nắp kín, thêm  $100\text{ml}$  nước cất lắc  $12$  giờ. Để lắng lọc lấy nước chiết để xác định hàm lượng clorua.

Dùng phương pháp chuẩn độ Morh hoặc Volhard để xác định hàm lượng clorua có trong nước chiết từ đó tính được hàm lượng clorua trong cốt liệu.

### Phụ lục 3

#### PHỤ GIA HÓA HỌC CHO BÊ TÔNG - YÊU CẦU KỸ THUẬT (ASTM C494)

Phân loại phụ gia:

Loại A: Phụ gia dẻo hóa

Loại B: Phụ gia chậm đông rắn

Loại C: Phụ gia tăng đông rắn

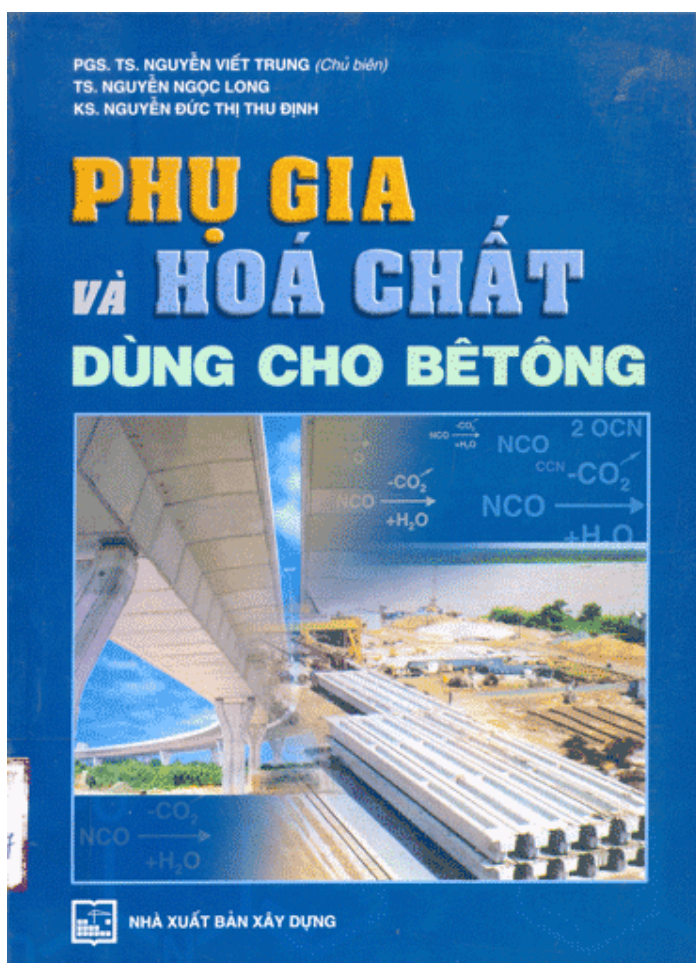
Loại D: Phụ gia dẻo hóa chậm đông rắn

Loại E: Phụ gia dẻo hóa tăng nhanh đông rắn

Loại F: Phụ gia siêu dẻo

Loại G: Phụ gia siêu dẻo chậm đông rắn

Tham khảo sách phụ gia và hóa chất dùng cho bê tông



## **Phụ lục 4**

### **THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH THỜI GIAN TỒN THẤT ĐỘ SỤT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG**

#### **1. Thiết bị thử**

Theo TCVN 3106:1993.

#### **2. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử**

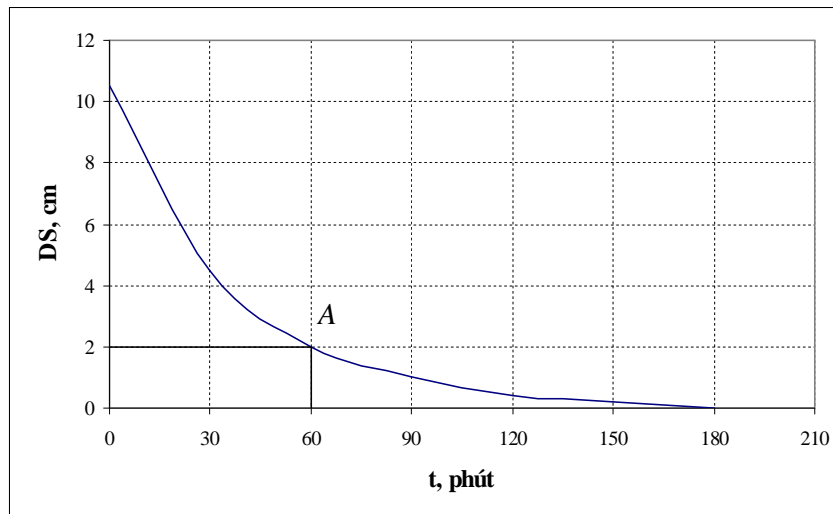
Theo TCVN 3105:1993.

#### **3. Quy trình thử**

- Sau khi trộn xong hỗn hợp, tiến hành đo độ sụt ban đầu của hỗn hợp bê tông theo TCVN 3106:1993 (Kí hiệu  $DS_0$ ) không chế trong khoảng thời gian từ 0 ÷ 5 phút sau khi trộn.

- Hỗn hợp sau từng thời điểm 30'; 60'; 90'; 120'... được trộn đều lại bằng xẻng rồi tiếp tục đo độ sụt. Kí hiệu  $DS_{30}$ ;  $DS_{60}$ ;  $DS_{90}$ ;  $DS_{120}$ ... cho tới khi bê tông mất hoàn toàn độ sụt.

- Dùng các giá trị  $DS_0$ ;  $DS_{30}$ ;  $DS_{60}$ ;  $DS_{90}$ ; vừa xác định tiến hành dựng biểu đồ như hình vẽ.



- Từ giá trị 2 ÷ 3cm ở trục tung dóng đường song song trục hoành cắt đồ thị ở điểm A. Giá trị 2 ÷ 3cm là độ sụt tối thiểu cho phép đầm bê tông bằng máy ở điều kiện thi công bình thường. Trong trường hợp thi công khó hơn, độ sụt tối thiểu có thể lấy 4 ÷ 5cm. Từ giá trị này cũng làm như trên để xác định điểm A.

#### **4. Tính kết quả**

Thời gian tồn thất độ sụt của hỗn hợp bê tông là khoảng thời gian tính từ 0 (sau khi trộn) đến điểm A khi độ sụt còn lại giá trị nhỏ nhất có thể đầm chặt hỗn hợp bê tông (trong ví dụ  $t = 60$  phút).

## **Phụ lục 5**

### **PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA BIẾN DẠNG BÊ TÔNG KHÔNG CO**

#### **1. Thiết bị thử**

- Đồng hồ đo biến dạng có độ chính xác tới 0.001mm;
- Giá đo gồm: bản thép 10 x 200 x 600mm có hàn 2 trụ thép để giữ đồng hồ đo;
- Tấm tôn mỏng có gắn 2 râu thép để liên kết với bê tông ở 2 đầu mẫu thử.

#### **2. Chuẩn bị mẫu thử**

- Dùng khuôn 10 x 10 x 40cm
- Đặt 2 tấm tôn mỏng áp sát mặt trong của 2 đầu khuôn
- Dùng nilông mỏng phủ kín mặt trong của khuôn.
- Đúc mẫu theo TCVN 3105:1993
- Vén nilông phủ kín bề mặt trên mẫu, giữ không cho mẫu mất nước trong vòng 30'.

#### **3. Tiến hành thử**

Sau 30 phút bảo dưỡng, nhẹ nhàng tháo dỡ 2 thành khuôn đứng và 2 đầu khuôn, đặt mẫu lên giá đo, căn chỉnh cho đầu kim đồng hồ tiếp xúc trực tiếp vào chính giữa tấm tôn mỏng đặt ở 2 đầu mẫu. Giữ nguyên lớp nilông phủ mẫu kết hợp dưỡng ẩm trong vòng 14 ngày đầu. Mở nilông và để khô tự nhiên trong 14 ngày tiếp theo. Trị số đầu tiên của đồng hồ được ghi vào sổ thí nghiệm ngay sau khi tháo thành và đầu khuôn.

Trong 6 giờ đầu, cứ 30 phút ghi lại số đo đồng hồ một lần, từ giờ thứ 7 đến 24, cứ 60 phút ghi lại số đo đồng hồ một lần, từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 28 mỗi ngày ghi lại số đo đồng hồ 2 lần vào giờ cố định (ví dụ 10h và 5h).

#### **4. Tính kết quả**

Biến dạng của từng mẫu bê tông không co tại thời điểm t được tính theo công thức:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \text{mm/m}$$

Trong đó:

- l: chiều dài mẫu thử (m);
- $\Delta l$ : khoảng chênh lệch chiều dài giữa lần đo ở thời điểm t so với ban đầu (mm);

Độ co của bê tông tại thời điểm t là trung bình cộng của phép thử 3 viên mẫu cùng tổ chính xác tới 0.001mm.

Yêu cầu:

- Sau 14 ngày dưỡng ẩm liên tục  $\varepsilon_{14} = 0.1 \div 0.4$  mm/m;
- Sau 14 ngày tiếp theo ngừng dưỡng ẩm  $\varepsilon_{28} \geq 0.02$  mm/m.