

TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ

22TCN 276:2001

THÀNH PHẦN VÀ QUY TRÌNH CHẾ TẠO BÊ TÔNG MÁC M60 – M80
TỪ XI MĂNG PC 40 TRỞ LÊN

Chương 1.

QUY ĐỊNH CHUNG

1.1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định về việc lựa chọn vật liệu, thiết kế thành phần bê tông, công nghệ trộn, vận chuyển, đổ, bảo dưỡng và các phương pháp kiểm tra chất lượng bê tông đối với bê tông mác M60 – M80 theo TCVN 6025 – 1995 có sử dụng phụ gia siêu dẻo, phụ gia khoáng, cốt liệu truyền thống và xi măng Poóc lăng PC 40 trở lên.

1.2. Các tiêu chuẩn trích dẫn

1.2.1. Tiêu chuẩn Việt Nam

TCVN 6025-95: Bê tông – Phân mác theo cường độ nén

TCVN 5439-98: Xi măng – Phân loại

TCVN 2682-91: Xi măng - Poóc lăng

TCVN 4031-85: Xi măng. Phương pháp xác định độ dẻo tiêu chuẩn, thời gian đông kết và tính ổn định thể tích

TCVN 6108-95: (ISO 679-89E) Xi măng - Phương pháp thử xác định thời gian đông kết và độ bền

TCVN 6017-95: (ISO 9597-1989 E) Xi măng - Phương pháp thử xác định độ ổn định

TCVN 4030-85: Xi măng - Phương pháp xác định độ mịn của bột xi măng.

TCVN 337-86: Cát xây dựng – Phương pháp lấy mẫu

TCVN 339-86: Cát xây dựng – Phương pháp xác định khối lượng riêng.

TCVN 340-86: Cát xây dựng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích xộp và độ xộp

TCVN 342-86: Cát xây dựng – Phương pháp xác định thành phần hạt và mô đun độ lớn

TCVN 343-86: Cát xây dựng – Phương pháp xác định hàm lượng chung bụi – bùn - sét

TCVN 1770-86: Cát xây dựng – Phương pháp xác định hàm lượng sunfat và sunfit

TCVN 345-1986: Đá dăm, sỏi và sỏi dăm dùng trong xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật

TCVN 1771-87: Đá dăm, sỏi trong xây dựng. Phương pháp thử

TCVN 1772-87: Nước cho bê tông và vữa. Yêu cầu kỹ thuật

TCVN 4506-87: Xi măng Poóc lăng

TCVN 3105-93: Lấy mẫu chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử bê tông nặng.

1.2.2. Tiêu chuẩn ASTM và AASHTO và ACI

ASTM 448-86, C 618-94a, C 144. C 1240-93, C 893-93, C 494-90. AASHTO T 19-88, T 84-88, T 85-88, M 43-88

ACI 211.4R-93, ACI 234 R-96, ACI 363 R-97 (Phê chuẩn lại 1997)

Chương 2.

LỰA CHỌN NGUYÊN VẬT LIỆU

2.1. Xi măng

Dùng xi măng Poóc lăng PC 40 trở lên phù hợp với TCVN 2682-91. Thành phần hóa học và độ mịn của xi măng phải phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 2682-89 (hoặc ASTM C150)

Cần yêu cầu nhà máy xi măng cung cấp chứng chỉ kiểm tra xi măng trong xi lô trong vòng 6 -12 tháng trước khi sử dụng bao gồm chỉ số về các đặc tính cường độ và chỉ số về độ đồng đều của xi măng. Trước khi sử dụng xi măng cần kiểm tra chất lượng của xi măng theo tiêu chuẩn Việt Nam phù hợp. Việc kiểm tra cần được tiến hành trên các mẻ trộn thử nghiệm. Các thử nghiệm này chỉ dùng những vật liệu được sử dụng cho bê tông sau này với cường độ được xác định sau 7.28 ngày và 56.91 ngày nếu cần thiết.

Cần thử nghiệm cả tính tỏa nhiệt và có những chỉ dẫn cần thiết về độ tỏa nhiệt của xi măng.

Cần kiểm tra tối ưu hỗn hợp xi măng với các chất phụ gia. Cần lựa chọn chính xác loại chất làm giảm nước phù hợp với đặc tính của loại xi măng.

2.2. Các hợp chất hóa học

2.2.1. Tổng quát

Các hỗn hợp trộn thêm được sử dụng rộng rãi trong sản xuất bê tông Mác M60- M80 bao gồm: các hỗn hợp khoáng siêu mịn và hóa học như các liên kết sunphonat, các axit cacboxielie (phenol - C_6H_6OH) được hydrat hóa, các hóm hydrat - cacbon, melanin, naphtalin, các chất gia tốc vô cơ và hữu cơ dưới các dạng công thức khác nhau. Sự lựa chọn đúng các hợp chất hóa học còn góp phần tăng đáng kể cường độ nén, kiểm soát tốc độ đóng rắn, thúc đẩy nhanh cường độ, cải thiện độ dẻo và độ bền lâu của bê tông

2.2.2. Chất làm chậm đông cứng (theo ASTM C 494, loại B và D)

Chất làm chậm đông cứng hỗ trợ cho việc kiểm soát quá trình hydrat hóa ban đầu và cơ chế kiểm soát tốc độ rắn xi măng làm cho bê tông có thể thi công dễ dàng hơn.

Liều lượng các chất làm chậm được chọn bằng phương pháp thực nghiệm theo yêu cầu tăng cường độ và yêu cầu về tốc độ đóng rắn của bê tông. Chậm làm chậm còn có tác dụng làm giảm thiểu sự biến thiên về cường độ do ảnh hưởng nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng, cường độ ở các giai đoạn sau sẽ bị giảm. Tuy nhiên, khi tăng thêm liều lượng chất làm chậm để kiểm soát tốc độ đóng rắn sẽ làm giảm nhẹ mức độ giảm cường độ gây ra bởi nhiệt độ. Ngược lại, nên giảm tỷ lệ liều lượng chất làm chậm khi nhiệt độ môi trường thấp.

2.2.3. Chất giảm nước cao – Phụ gia siêu dẻo (PGSD)

Có thể sử dụng PGSD loại F và loại G hoặc phụ gia siêu dẻo do Việt Nam sản xuất phù hợp với ASTM 494:

Chất làm giảm nước cao sẽ làm cường độ bê tông tăng nhanh hơn đặc biệt ở các giai đoạn đầu (trước 3 ngày). Cần sử dụng loại phụ gia siêu dẻo phù hợp với xi măng cả về loại và liều lượng. Các chất giảm nước cao (PGSD) được thêm vào bê tông tại nhà máy, tại công trình hoặc sử dụng kết hợp. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo hoặc dẻo cao trong bê tông được xác định theo hướng dẫn của người sản xuất và thông qua thí nghiệm về phụ gia để bê tông đạt được yêu cầu kỹ thuật và hiệu quả kinh tế.

Sử dụng chất PGSD có thể tăng cường độ ở độ sụt cố định hoặc tăng độ sụt. Phương pháp chung là trộn đều hỗn hợp vào bê tông và giám sát chặt chẽ quy trình sử dụng phụ gia để sử dụng thành công chất PGSD. Có thể dùng các phụ gia nước ngoài như của Thụy Sĩ, Đức, Mỹ, Nga hoặc phụ gia sản xuất trong nước như PA – 95, PA – 99 của ngành GTVT. Dùng phụ gia ở dạng bột hoặc dạng lỏng tỷ lệ thích hợp được xác định bằng thực nghiệm. Trước khi chính thức sử dụng phụ gia, phải đọc các hướng dẫn của người sản xuất và đánh giá chất lượng thông qua các mẻ trộn thử.

2.3. Các phụ gia khoáng

Các phụ gia khoáng được sử dụng rộng rãi trong sản xuất bê tông M60-M80 là tro hoặc muội silic.

2.3.1 Tro bay

Tro bay dùng cho bê tông mác tối đa là M60 được chia thành hai loại. Tro bay loại F thường được sản xuất bằng cách thiêu kết than antraxit hoặc bitum và có các đặc tính của pyzôlan nhưng có ít hoặc không có các đặc tính kết dính. Tro bay loại C thường được sản xuất bằng cách đốt cháy than non hoặc than bitum, được cho vào để tăng các đặc tính pyzôlan và có một số đặc tính kết dính tự sinh.

Các đặc tính kỹ thuật của tro bay phải phù hợp với các quy định trong tiêu chuẩn ASTM C 618. Các phương pháp lấy mẫu và kiểm tra được trình bày trong tiêu chuẩn ASTM C 311. Những biến thiên về các đặc tính vật lý hoặc hóa học của các phụ gia khoáng mặc dù nằm trong phạm vi dung sai về đặc tính kỹ thuật qui định nhưng chúng có thể gây ra sự biến thiên đáng kể cho các đặc tính của bê tông cường độ cao. Điều đặc biệt quan trọng là các phụ gia khoáng phải được kiểm tra về chất lượng, tính đồng đều và nghiên cứu cẩn thận các đặc tính tạo ra cường độ và tính tương hợp với các vật liệu khác trong hỗn hợp bê tông trước khi chúng được sử dụng trong thực tế.

Yêu cầu về thành phần hóa học của 2 loại tro bay ghi trong bảng 2.1

Bảng 2.1

Thành phần	Tro bay loại F	Tro bay loại C
Silic dioxit (SiO ₂) + Nhôm ôxit (Al ₂ O ₃) + sắt ôxit (Fe ₂ O ₃), min, %	70	50
Sunfua trioxit (SO ₂), max, %	5,0	5,0
Độ ẩm, max, %	3,0	3,0
Lượng mất khi nung, max, %	6,0 ⁽¹⁾	6,0
Độ kiềm chuyển đổi sang Na ₂ O, max, % ⁽²⁾	1,5	1,5

Ghi chú:

(1) Có thể cho phép giá trị này tới 12%, nếu báo cáo về phẩm chất hoặc kết quả thí nghiệm chấp nhận được.

(2) Chỉ áp dụng khi bê tông dùng cốt liệu có phản ứng kiềm và xi măng có hàm lượng kiềm đạt tới giới hạn.

Độ mịn của tro bay được biểu thị bằng lượng lọt sàng 45 m(N* 325) tính bằng %. Chỉ tiêu này không quá 34% đối với cả hai loại tro bay. Các chỉ tiêu vật lý khác của tro bay phải phù hợp với các quy định của tiêu chuẩn ASTM C 618.

2.3.2. Muội silic

Muội silic và các hỗn hợp chứa muội oxit silic được sử dụng trong bê tông mác M60 - M80 dùng xi măng PC40 trở lên nhằm tăng khả năng chịu lực, kết cấu chịu mài mòn, giảm độ thấm nước. Muội oxit silic là một sản phẩm phụ lấy ra từ quá trình tái sản xuất thạch anh với than đá trong các lò hồ quang điện trong ngành công nghiệp sản xuất silicon và các hợp kim sắt - silicon. Muội này có hàm lượng dioxit silicon vô định hình cao và chứa các tinh thể hình cầu rất mịn thu được từ khí thoát ra khỏi lò.

Muội silic bao gồm các hạt thủy tinh rất mịn với một diện tích bề mặt lên tới 20.000m²/kg khi được đo bằng kỹ thuật hấp phụ ni tơ. Sự phân bố về mặt kích thước hạt của một loại khói oxit silic điển hình cho thấy hầu hết các hạt đều nhỏ hơn 1 micro (1 μm), đường kính trung bình khoảng 0,1 μm nhỏ hơn kích thước của hạt xi măng gấp khoảng 100 lần. Khối lượng riêng của muội silic phổ biến là 2.2g/cm³, nhưng cũng có thể cao hơn (2.5g/cm³)

Theo ASTM C 1240 – 93, muội silic có thành phần hóa học được quy định như trong bảng 2.2.

Bảng 2.2

Tiêu chuẩn ASTM về muội silic

(Các quy định sau đây được lấy nguyên văn từ ASTM C 1240 - 93)

Các yêu cầu hóa học
- Hàm lượng SiO ₂ tối thiểu là 85%. - Độ ẩm của muội silic, tối đa là 3%. - Lượng mất khi nung, tối đa là 6%. Diện tích bề mặt riêng: 15 - 30m ² /g
Các yêu cầu khác
- <i>Độ mịn</i> : Lượng sót tích lũy trên sàng 45 m(N*325), không lớn hơn 10% - <i>Độ hoạt hóa puzolan</i> : Với xi măng Poóc lăng, xác định ở tuổi 7 ngày tối thiểu 85% - <i>Mức độ đồng nhất</i> : Độ đặc và độ mịn của các mẫu thử được lấy từ một nguồn muội silic không thay đổi quá 5% so với trị số trung bình đã được xác lập bởi 10 kết quả thí nghiệm đã có hoặc bởi tất cả các kết quả thí nghiệm đã có nếu số kết quả thí nghiệm đó nhỏ hơn 10. * <i>Cần chú ý tránh sự kết tụ của các hạt vật liệu cực nhỏ</i> * Độ hoạt hóa Puzolan được xác định từ phép đo cường độ chịu nén của bê tông dùng muội silic. Đây là phép đo phản ứng của muội silic với xi măng được cung cấp và có thể thay đổi tùy theo nguồn cung cấp của cả muội silic và xi măng. Nhà cung cấp sản phẩm muội silic cần được công bố chỉ tiêu này.

Muội silic có hàm lượng ôxít silic và độ mịn cực cao nên là vật liệu có tính pyzolan cao. Muội silic phản ứng với vôi trong quá trình hydrat hóa xi măng để tạo ra hợp chất kết dính bền vững – CSH. Hàm lượng muội silic thông thường nằm trong phạm vi từ 5 – 15% hàm lượng xi măng Poóc lăng.

2.3.3. Đánh giá và lựa chọn phụ gia khoáng và phụ gia hóa học.

Các phụ gia khoáng siêu mịn, được dự kiến sử dụng trong hỗn hợp bê tông mác M60-M80 được đánh giá thông qua các mẻ trộn thử trong phòng thí nghiệm để có được chất lượng mong muốn một cách tối ưu. Các mẻ trộn thử được tiến hành với các lượng xi măng và liều lượng phụ gia siêu dẻo và phụ gia khoáng siêu mịn khác nhau để thiết lập các đường cong dùng cho việc lựa chọn khối lượng xi măng phụ gia khoáng và phụ gia hóa học cần thiết.

2.4. Cốt liệu

2.4.1. Tổng quát về cốt liệu

Cả cốt liệu thô và nhỏ được sử dụng trong bê tông mác M60 - M80 cần đáp ứng những yêu cầu tối thiểu của ASTM C 33; hoặc TCVN 1770-86, TCVN 1771-87.

2.4.2. Phân loại

2.4.2.1. Cốt liệu nhỏ (Cát)

Cát với mô đun độ lớn nhỏ hơn 2,5 không được sử dụng cho bê tông mác M60 - M80. Cát với mô đun độ lớn khoảng 3,0 cho độ sụt và cường độ nén tốt nhất. Cốt liệu nhỏ cho bê tông M60 - M80 là cát sông sạch, loại to có mô đun độ lớn nằm trong khoảng 2,5 – 3,2 và có cấp phối tốt, không có phản ứng kiềm với xi măng. Các tính chất của cát phải đạt các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 1770-86

2.4.2.2 Cốt liệu thô (đá)

Bê tông có cường độ nén lớn hơn 75MPa mẫu lập phương tiêu chuẩn (62.5 MPa mẫu hình trụ tiêu chuẩn) với hàm lượng xi măng cao và tỉ lệ nước xi măng thấp thì kích thước tối đa của cốt

liệu thô nên giữ ở mức tối thiểu từ 12,7 mm đến 9,5 mm. Các kích thước tối đa từ 19,0 mm đến 25,4mm được sử dụng khi cường độ bê tông nén từ 60 MPa – 75 MPa mẫu lập phương (hoặc 50 MPa – 6.25 MPa mẫu hình trụ)

Cốt liệu lý tưởng cho bê tông cường độ cao là cốt liệu sạch, dạng khối, có góc cạnh, 100% đã đạt nghiền và có lượng hạt thoi dẹt nhỏ nhất so với các quy định của tiêu chuẩn, hiện hành.

Các khoáng thuộc nhóm silic có khả năng liên kết tốt với xi măng Poóc lăng.

Cốt liệu thô dùng cho bê tông M60 – M80 là đá dăm được sản xuất từ đá gốc là đá phún xuất và biến chất có cường độ ở trạng thái bão hòa nước lớn hơn hoặc bằng 2 lần cường độ bê tông. Khi dùng đá trầm tích nó cường độ thấp hơn yêu cầu đó, phải thí nghiệm cường độ bê tông với đá này để chứng minh rằng loại đá này có thể cho cường độ bê tông mong muốn. Nên dùng đá dăm có kích thước hạt lớn nhất (D_{max}) từ 10 đến 20 mm theo tiêu chuẩn Việt Nam (hoặc từ 9,5 – 25 mm theo tiêu chuẩn Mỹ) có cấp phối liên tục và thành phần đạt được quy định trong ASTM C 33 hoặc TCVN 1771-87.

Các tính chất của đá dăm được thử nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN 1772-87.

2.5. Nước

Nước trộn bê tông phải phù hợp với TCVN 4506-87 hoặc AASHTO – 26

Chương 3.

THIẾT KẾ THÀNH PHẦN BÊ TÔNG

3.1. Quy định chung

Các tỉ lệ thành phần bê tông đối với bê tông mác M60 – M80 rất đa dạng và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như mức cường độ yêu cầu theo tuổi bê tông (thời điểm kiểm tra), các tính chất của vật liệu và kiểu ứng dụng. Ngoài ra, tính kinh tế các yêu cầu về kết cấu thực tế sản xuất, điều kiện môi trường và cả thời điểm trong năm cũng ảnh hưởng đến sự lựa chọn hỗn hợp bê tông.

Phương pháp xác định thành phần bê tông M60 – M80 chặt chẽ hơn so với phương pháp xác định các hỗn hợp bê tông cường độ thông thường. Đặc biệt chú ý đến việc lựa chọn phụ gia khoáng và phụ gia hóa học, xác định tỉ lệ nước/ vật liệu kết dính hợp lý. Cần có nhiều mẻ trộn thử để có được những số liệu cần thiết cho phép người nghiên cứu xác định tỉ lệ pha trộn tối ưu. Phương pháp chung để thiết kế thành phần bê tông mác M60 – M80 là phương pháp lý thuyết kết hợp với thực nghiệm (Phương pháp ACI) trên cơ sở lý thuyết về thể tích tuyệt đối và cường độ yêu cầu.

3.2. Cường độ yêu cầu

Thành phần bê tông được xác định trên cơ sở kinh nghiệm ngoài thực tế hoặc thông qua các mẻ trộn thử trong phòng thí nghiệm. Để đáp ứng các yêu cầu về cường độ quy định, bê tông phải được xác định thành phần sao cho các kết quả cường độ nén trung bình phải lớn hơn cường độ nén thiết kế quy định (R_b) một giá trị đủ cao đủ xác suất của giá trị cường độ thấp là nhỏ nhất. Khi chọn phương pháp xác định thành phần bê tông M60 - M80 trên cơ sở kinh nghiệm thực tế, cường độ yêu cầu (R_{yc}) cần được sử dụng làm cơ sở cho việc chọn thành phần bê tông. Khi xác định thành phần bê tông M60-M80 trên cơ sở các mẻ trộn thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, thì cường độ yêu cầu R_{yc} có thể được xác định theo công thức sau:

$$R_{yc} = \frac{R_b}{0.90} \cdot 9.65 \text{ MPa (mẫu hình trụ)}$$

$$R_{yc} = \frac{R_b}{0.90} \cdot 11.6 \text{ MPa (mẫu hình lập phương)}$$

Hệ số 0.9 nhằm xét đến yếu tố cường độ đo được đo trong các điều kiện ngoài hiện trường chỉ đạt được 90% so với cường độ đo được trong các điều kiện của phòng thí nghiệm. Cường độ yêu cầu ngoài hiện trường R_{ycr} được xác định theo công thức sau:

$$R_{ycc} = R_b + 9.65 \quad (\text{MPa}) \text{ đối với mẫu hình trụ}$$

$$R_{ycc} = R_b + 11.6 \quad (\text{MPa}) \text{ đối với mẫu lập phương}$$

3.3. Các giai đoạn kiểm tra cường độ theo tuổi của bê tông

Sự lựa chọn thành phần bê tông có thể bị ảnh hưởng bởi tuổi bê tông. Tuổi bê tông có thể lựa chọn khác nhau phụ thuộc các yêu cầu công trình. Tuổi bê tông thường được các tiêu chuẩn qui định sau 28 ngày. Tuy nhiên, quá trình kiểm tra được tiến hành trước 28 ngày hoặc sau đó còn tùy thuộc vào các yêu cầu của công trình.

3.3.1. Giai đoạn ban đầu

Đối với bê tông ứng suất trước có thể cần các cường độ trong vòng 12 đến 24 giờ. Các kết cấu bê tông đặc biệt cần sử dụng ngay đến yêu cầu cường độ cao ngay từ những giai đoạn đầu. Thời điểm kiểm tra tùy theo yêu cầu có thể ở 1, 3, 7 hoặc 14 ngày.

3.3.2. Giai đoạn sau 28 ngày (tuổi 28 ngày)

Là một giai đoạn kiểm tra rất phổ biến đối với cường độ nén của bê tông tuổi 28 ngày. Cường độ bê tông tuổi 28 ngày được coi là cường độ tiêu chuẩn với mẫu thử tiêu chuẩn lập phương hay hình trụ.

3.3.3. Giai đoạn sau (tuổi 56 hoặc 90 ngày)

Bê tông mác M60 - M80 có thể xác định ở tuổi 56 hoặc 90 ngày để có thể đạt được tính sử dụng có hiệu quả.

Các mẫu thử để kiểm tra có thể được giữ lại để kiểm tra ở những giai đoạn sau lâu hơn giai đoạn đã được chấp nhận. Trong trường hợp cường độ nén đã xác định không đạt được, kiểm tra tiếp theo của giai đoạn sau hoặc giữ các mẫu kiểm tra lại để đánh giá chất lượng bê tông theo thời gian.

3.3.4. Giai đoạn kiểm tra liên quan tới sự đóng rắn

Khi lựa chọn các thành phần bê tông, kiểu đóng rắn dự tính trước nên được cân nhắc cùng lúc với giai đoạn kiểm tra, đặc biệt là khi thiết kế bê tông cho các ứng dụng cần cường độ cao ở giai đoạn đầu.

3.4. Xác định tỉ lệ Nước/ Xi măng hoặc Nước/ Chất kết dính

3.4.1. Bản chất của tỉ lệ Nước/ Xi măng trong bê tông cường độ cao

Khi vật liệu phụ gia khoáng được sử dụng trong bê tông thì tỉ lệ Nước/Xi măng + Chất phụ gia khoáng theo trọng lượng cần được dùng để thay thế cho tỉ lệ Nước/ Xi măng theo truyền thống. Lượng xi măng và phụ gia khoáng được qui định là lượng chất dính kết (CDK)

Tổng lượng nước được xác định theo độ sụt của bê tông

Bê tông M60 – M80 sử dụng chất phụ gia siêu dẻo có tỉ lệ N/CKD thấp và độ sụt cao từ 14 đến 20 cm.

Tỉ lệ N/CKD về trọng lượng đối với bê tông mác M60 – M80 tùy theo cường độ bê tông và mác xi măng và D_{max} của cốt liệu thô. Khối lượng của chất phụ gia siêu dẻo đôi khi được tính vào tỉ lệ N/CKD.

3.4.2. Xác định lượng nước trộn và hàm lượng không khí

Khối lượng nước trên một đơn vị thể tích bê tông xác định phụ thuộc vào kích thước tối đa, hình dáng hạt và cấp, loại của đá, lượng xi măng và loại phụ gia làm giảm nước được sử dụng. Nếu chất PGSD được sử dụng thì hàm lượng nước trong hỗn hợp trộn này được dùng để tính toán tỉ lệ N/CKD. Bảng 3.1 đưa ra cách ước tính lượng nước trộn cần thiết cho việc sản xuất bê tông cường độ cao với các loại đá có kích thước tối đa từ 9,5 đến 25mm trước khi cho thêm bất kỳ một phụ gia hóa học nào.

Dự tính lượng nước trộn cần thiết và hàm lượng không khí của bê tông tươi trên cơ sở sử dụng cát có độ rỗng 35%

Độ sụt, cm	Lượng nước trộn lít/m ³			
	Kích thước tối đa của đá, mm			
	9,5	12,7	19	25
2,5 đến 5cm	183	174	168	165
5 đến 7,5	189	183	174	171
7,5 đến 10	195	189	180	177
Hàm lượng không khí lọt vào, %	3 (2.5)*	2.5 (2.0)*	2 (1.5)*	1.5 (1.0)*

Ghi chú: *Các giá trị trong bảng đã cho phải được điều chỉnh đối với cát có lỗ rỗng khác 35% theo công thức sau: $N_{lr} = (r_c - 35) \times 4,7 \text{ l/m}^3$

Trong đó:

r_c : độ rỗng của cát;

' - hỗn hợp có sử dụng chất PGSD

Bảng trên còn cho các giá trị tương ứng đối với hàm lượng không khí lẫn vào hỗn hợp bê tông. Khối lượng nước trộn này là tối đa đối với các loại đá có góc cạnh, sạch, hình dạng phù hợp và được phân loại tốt nằm trong giới hạn của tiêu chuẩn ASTM C33 và TCVN 1771-86

3.4.3. Lựa chọn tỉ lệ N/CKD

Trong hỗn hợp bê tông cường độ cao, sử dụng các vật liệu khác như muối silic (MS) hoặc tro bay (TB), được gọi chung là các chất khoáng (K). Tỉ lệ nước so với xi măng và khoáng được tính bằng chia trọng lượng của nước trộn cho trọng lượng kết hợp của xi măng và khoáng: N/CKD

Cụ thể là: N/(Xi măng + Muối silic) hoặc N/(Xi măng + Tro bay)

Trong bảng 3.2 và cho các giá trị tối đa của N/CKD

Bảng 3.2

Giá trị tối đa N/CKD khuyến dùng đối với bê tông được sản xuất có PGSD

Cường độ 28 ngày ngoài thực địa R_{yc} , MPa $R_{\text{lấp phương}} / R_{\text{trụ}}$		Tỉ lệ N/CKD			
		Kích thước tối đa của cốt liệu thô, tính bằng mm			
		95	12,7	19	25
<u>58</u> 48.3	28 ngày	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 ngày	0,55	0,52	0,48	0,46
<u>66</u> 55	28 ngày	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 ngày	0,48	0,45	0,42	0,40
<u>75</u> 62.5	28 ngày	0,38	0,36	0,36	0,34
	56 ngày	0,42	0,39	0,37	0,36
<u>83</u> 69	28 ngày	0,33	0,32	0,31	0,30
	56 ngày	0,37	0,35	0,33	0,32