



BỘ XÂY DỰNG
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG
VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS

CHỈ DẪN KỸ THUẬT

**SỬ DỤNG TRO BAY VÀ CÁT NGHIỀN, CÁT BIỂN
CHO CHẾ TẠO BÊ TÔNG**

*TECHNICAL GUIDELINES FOR USE OF FLY ASH AND
CRUSHED SAND, SEA SAND FOR CONCRETE PRODUCTION*

LỜI NÓI ĐẦU

Căn cứ Quyết định số 1282/QĐ-BXD ngày 12 tháng 07 năm 2018 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về việc giao Viện Vật liệu xây dựng thực hiện nhiệm vụ “Nghiên cứu chế tạo cấu kiện bê tông sử dụng tro xỉ nhiệt điện và vật liệu tại chỗ (cát biển, cát nhân tạo)”. Viện Vật liệu xây dựng đã điều tra, khảo sát, nghiên cứu, tổng kết kinh nghiệm thực tiễn và tham khảo các tiêu chuẩn tiên tiến của quốc tế, đồng thời lấy ý kiến chuyên gia để biên soạn Chỉ dẫn kỹ thuật (CDKT) “Sử dụng tro bay và cát nghiền, cát biển cho sản xuất bê tông”. CDKT này đã được Bộ Xây dựng thẩm định và được Viện Vật liệu xây dựng ban hành theo Quyết định số 319/21/QĐ-VLXD.

Nội dung của CDKT gồm có: 1. Phạm vi áp dụng; 2. Tài liệu viện dẫn; 3. Thuật ngữ, định nghĩa; 4. Quy định chung; 5. Vật liệu chế tạo; 6. Tính chất của bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển; 7. Thiết kế thành phần cấp phối bê tông; 8. Chế tạo, vận chuyển, thi công và bảo dưỡng; 9. Kiểm tra, nghiệm thu bê tông.

Lưu ý rằng CDKT này được sử dụng cho các cá nhân, tổ chức có đủ năng lực chuyên môn và am hiểu về sử dụng bê tông và phụ gia khoáng trong các lĩnh vực thiết kế, chế tạo và thi công các sản phẩm bê tông cho công trình xây dựng. Viện Vật liệu xây dựng không chịu bất cứ trách nhiệm liên đới nào đối với các sự cố kỹ thuật do các cá nhân, tổ chức áp dụng không đúng bản chất chuyên môn của các nội dung trong CDKT này.

Trong quá trình thực hiện nếu có ý kiến hoặc kiến nghị xin gửi về Ban biên soạn CDKT “Sử dụng tro bay và cát nghiền, cát biển cho sản xuất bê tông” của Viện Vật liệu xây dựng (Địa chỉ: Viện Vật liệu xây dựng, số 235, đường Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân, Hà Nội).

BAN BIÊN SOẠN CDKT

“Sử dụng tro bay và cát nghiền, cát biển cho sản xuất bê tông”

Lê Việt Hùng (Chủ trì)

Lê Trung Thành

Lưu Thị Hồng

Nguyễn Văn Đoàn

Lê Văn Quang

Nguyễn Văn Tuấn

Nguyễn Văn Hoan

Phan Văn Quỳnh

Phạm Hữu Thiên

Vũ Văn Linh

**BỘ XÂY DỰNG
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG**

**CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

Số: 319/21/QĐ-VLXD

Hà Nội, ngày 09 tháng 12 năm 2021

QUYẾT ĐỊNH

V/v: Ban hành Chỉ dẫn kỹ thuật

“Sử dụng tro bay và cát nghiền, cát biển cho sản xuất bê tông”

VIỆN TRƯỞNG VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG

- Căn cứ Quyết định số 96/QĐ-BXD ngày 25/01/2018 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về việc quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Viện Vật liệu xây dựng;
- Căn cứ kết quả các đề tài nghiên cứu về tro bay, cát nghiền, cát biển sử dụng cho sản xuất bê tông của Viện Vật liệu xây dựng;
- Xét đề nghị của Giám đốc Trung tâm Xi măng và Bê tông, Trưởng phòng Kế hoạch kỹ thuật và Hợp tác quốc tế.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1: Ban hành kèm theo Quyết định này Chỉ dẫn kỹ thuật “Sử dụng tro bay và cát nghiền, cát biển cho sản xuất bê tông”.

Điều 2: Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký./.

VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG



VIỆN TRƯỞNG
Lê Trung Thành

MỤC LỤC

| | |
|--|----|
| LỜI NÓI ĐẦU..... | 3 |
| DANH MỤC KÝ HIỆU, VIẾT TẮT..... | 8 |
| 1. Phạm vi áp dụng..... | 9 |
| 2. Tài liệu viện dẫn..... | 9 |
| 3. Thuật ngữ, định nghĩa..... | 10 |
| 4. Qui định chung..... | 11 |
| 5. Vật liệu chế tạo..... | 12 |
| 5.1 Xi măng..... | 12 |
| 5.2 Tro bay..... | 12 |
| 5.3 Cốt liệu nhỏ..... | 12 |
| 5.3.1 Cát sông..... | 12 |
| 5.3.2 Cát nghiền..... | 13 |
| 5.3.3 Cát biển..... | 13 |
| 5.3.4 Cát trộn..... | 14 |
| 5.4 Cốt liệu lớn..... | 15 |
| 5.5 Phụ gia hóa học..... | 15 |
| 5.6 Nước trộn..... | 15 |
| 6. Tính chất của bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển..... | 15 |
| 6.1 Tính chất của hỗn hợp bê tông..... | 15 |
| 6.1.1 Yêu cầu chung..... | 15 |
| 6.1.2 Một số lưu ý về đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp bê tông..... | 16 |
| 6.2 Tính chất cơ lý và độ bền lâu của bê tông..... | 18 |
| 6.2.1 Yêu cầu chung..... | 18 |
| 6.2.2 Một số lưu ý về đặc tính kỹ thuật của bê tông..... | 18 |
| 7. Thiết kế thành phần cấp phối bê tông..... | 23 |
| 7.1 Quy định chung..... | 23 |
| 7.2 Các bước thiết kế thành phần cấp phối bê tông..... | 23 |
| 7.2.1 Xác định các yêu cầu tính năng của HHT và bê tông..... | 24 |
| 7.2.2 Xác định tính chất của vật liệu sử dụng..... | 24 |
| 7.2.3 Xác định tỷ lệ tro bay..... | 25 |
| 7.2.4 Xác định cường độ chất kết dính..... | 26 |

| | | |
|--------------------------|---|----|
| 7.2.5 | Xác định cường độ mục tiêu của bê tông..... | 27 |
| 7.2.6 | Tính toán xác định thành phần bê tông cơ sở | 27 |
| 8. | Chế tạo, vận chuyển, thi công và bảo dưỡng..... | 30 |
| 8.1 | Quy định chung..... | 30 |
| 8.2 | Yêu cầu về bảo quản, định lượng vật liệu..... | 31 |
| 8.3 | Trộn bê tông..... | 31 |
| 8.4 | Vận chuyển, đổ và đầm bê tông..... | 32 |
| 8.5 | Bảo dưỡng..... | 32 |
| 9. | Kiểm tra và nghiệm thu bê tông | 33 |
| 9.1 | Kiểm tra chất lượng nguyên vật liệu bê tông..... | 33 |
| 9.2 | Kiểm tra tính năng của hỗn hợp bê tông..... | 34 |
| 9.3 | Kiểm tra tính năng của bê tông đóng rắn..... | 34 |
| 9.4 | Nghiệm thu kết cấu bê tông | 35 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | | 36 |

DANH MỤC KÝ HIỆU, VIẾT TẮT

| STT | Ký hiệu, viết tắt | Ý nghĩa |
|------------|--------------------------|--|
| 1 | BTCT | Bê tông cốt thép |
| 2 | CKD | Chất kết dính (hỗn hợp của xi măng và phụ gia khoáng) |
| 3 | ĐC | Đối chứng |
| 4 | FA | Tro bay (Fly ash) |
| 5 | FBC | Công nghệ đốt than tầng sôi (Fluidized Bed Combustion) |
| 6 | HHBT | Hỗn hợp bê tông |
| 7 | KLTT | Khối lượng thể tích |
| 8 | MKN | Mất khi nung |
| 9 | N | Nước |
| 10 | N/X | Nước/xi măng |
| 11 | N/CKD | Nước/chất kết dính |
| 12 | NMNĐ | Nhà máy nhiệt điện |
| 13 | PCC | Công nghệ đốt than phun (Pulverised Coal Combustion) |
| 14 | PGHH | Phụ gia hóa học |
| 15 | PGK | Phụ gia khoáng |
| 16 | PGSD | Phụ gia siêu dẻo |
| 17 | TB | Tro bay |
| 18 | TGĐK | Thời gian đông kết |
| 19 | R3d, R7d, R28d, R91d | Cường độ nén ở tuổi 3, 7, 28, 91 ngày tương ứng |
| 20 | XM | Xi măng |
| 21 | [1] | Tham khảo tài liệu số [1] |

1. Phạm vi áp dụng

1.1 Chỉ dẫn kỹ thuật (CDKT) này áp dụng cho việc sử dụng tro bay và cát nghiền, cát biển hoặc cát trộn cho sản xuất bê tông. CDKT bao gồm các chỉ dẫn về phạm vi sử dụng, lựa chọn vật liệu, các đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp bê tông, bê tông, quy trình thiết kế thành phần bê tông, công tác trộn, thi công và kiểm tra, nghiệm thu bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền, cát biển hoặc cát trộn khi sử dụng vào công trình.

1.2 Chỉ dẫn này áp dụng cho bê tông cấp cường độ chịu nén trong khoảng B25 đến B40 sử dụng tro bay làm phụ gia khoáng với tỷ lệ từ 10-50 % theo khối lượng chất kết dính, cát biển qua xử lý làm sạch có mô đun từ 1,5 trở lên, cát nghiền từ đá vôi và cát nghiền từ đá cát kết.

2. Tài liệu viện dẫn

Chỉ dẫn kỹ thuật này áp dụng các tiêu chuẩn liên quan dưới đây. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm các bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 10302:2014 Phụ gia khoáng hoạt tính tro bay cho bê tông, vữa và xi măng.

TCVN 2682:2009 Xi măng poóc lăng – Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 6260:2009 Xi măng poóc lăng hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 9205:2012 Cát nghiền cho bê tông và vữa.

TCVN 7572:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử.

TCVN 8826:2011 Phụ gia hóa học cho bê tông.

TCVN 11586:2016 Xi hạt lò cao nghiền mịn cho bê tông và vữa.

TCVN 8827:2012 Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa - Silicafume và tro trấu nghiền mịn.

ASTM C1582M-11 (2017) Standard Specification for Admixtures to Inhibit Chloride-Induced Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete (Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với phụ gia ức chế clorua gây ăn mòn cốt thép trong bê tông).

TCVN 4506:2012 Nước trộn cho bê tông và vữa.

TCVN 9340:2012 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn - Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu.

TCVN 5574:2018 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Yêu cầu thiết kế.

TCVN 4453:1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu.

TCVN 9115:2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép lắp ghép - Thi công và nghiệm thu.

TCVN 9346:2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển.

TCVN 9035:2011 Hướng dẫn lựa chọn và sử dụng xi măng trong xây dựng.

TCVN 12041:2017 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu chung về thiết kế độ bền lâu và tuổi thọ trong môi trường xâm thực.

Quyết định 778/QĐ-BXD năm 1998 của Bộ Xây dựng Chỉ dẫn kỹ thuật lựa chọn thành phần bê tông các loại.

3. Thuật ngữ, định nghĩa

3.1 Tro bay (fly ash)

Loại thải phẩm bụi mịn thu được tại bộ phận lắng bụi khí thải của nhà máy nhiệt điện từ quá trình đốt than.

3.2 Tro bay đốt than phun (pulverized coal ash, ký hiệu PCC)

Là tro bay được hình thành do các quá trình đốt than đã được nghiền mịn trong NMNĐ theo công nghệ đốt than phun ở nhiệt độ cao 1400-1500 °C.

3.3 Tro bay đốt than tầng sôi (fluidized combustion ash, ký hiệu FBC)

Là tro bay được hình thành do quá trình đốt than đã được nghiền trong NMNĐ theo công nghệ đốt than tầng sôi ở nhiệt độ khoảng 800-900 °C.

3.4 Tỷ lệ tro bay (fly ash ratio)

Là tỷ lệ tro bay tính bằng phần trăm được đưa vào thay thế xi măng trong tổng khối lượng chất kết dính (hỗn hợp của xi măng và phụ gia khoáng).

3.5 Cát biển (sea sand)

Cát được lấy từ biển, hoặc vùng phụ cận cửa biển, bao gồm cát bãi biển, cát đáy biển và cát vùng phụ cận cửa biển.

3.6 Cát bãi biển (beach sand)

Cát được lấy từ bãi biển.

3.7 Cát đáy biển (undersea sand)

Cát được lấy từ đáy biển nông hoặc đáy biển sâu.

3.8 Bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển (fly ash and crushed sand/sea sand concrete)

Bê tông sử dụng tro bay làm phụ gia khoáng và cốt liệu nhỏ là một phần hoặc toàn bộ là cát biển hoặc cát nghiền.

3.9 Xử lý làm sạch (washing treatment)

Quá trình sản xuất bằng cách sử dụng thiết bị chuyên dùng tiến hành tuyển rửa bằng nước ngọt để cát phù hợp với tiêu chuẩn kỹ thuật đặt ra.

3.10 Cát nghiền (crushed sand)

Là loại cốt liệu nhỏ có kích thước chủ yếu nhỏ hơn 5 mm được sản xuất bằng cách nghiền các loại đá tự nhiên có cấu trúc đặc chắc đến các cỡ hạt đạt yêu cầu dùng để chế tạo bê tông và vữa.

3.11 Cát trộn (mixed sand)

Là cát được phối trộn giữa cát tự nhiên và cát nghiền để đạt được cấp hạt và tính chất theo mong muốn. Cát tự nhiên ở đây có thể là cát sông hoặc cát biển.

3.12 Vỏ sò (seashell)

Là vỏ hoặc mảnh vỏ từ xác các loại động vật nhuyễn thể có vỏ cứng lẫn trong cát biển như vỏ sò, vỏ ốc.

4. Qui định chung

4.1 Bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển có thể sử dụng cho chế tạo kết cấu bê tông và bê tông cốt thép cho công trình xây dựng dân dụng, công trình giao thông, thủy lợi khi đảm bảo các qui định trong CDKT này.

4.2 Cát nghiền/cát biển được sử dụng với vai trò làm cốt liệu nhỏ thay thế hoàn toàn hoặc thay thế một phần cát sông cho chế tạo bê tông, bê tông cốt thép cho công trình xây dựng dân dụng, công trình giao thông, thủy lợi.

4.3 Tro bay được sử dụng cho bê tông với vai trò là PGK nhằm thay thế một phần xi măng nhằm giảm lượng dùng xi măng, cải thiện tính chất kỹ thuật của hỗn hợp bê tông và bê tông (tăng tính dẻo, khả năng bơm, hoàn thiện bề mặt của hỗn hợp bê tông, tăng độ bền lâu, bảo vệ ăn mòn cốt thép của bê tông).

4.4 Cát biển sử dụng cho bê tông phải qua quá trình xử lý làm sạch chủ yếu để khử muối.

4.5 Cát biển sử dụng cho bê tông nên sử dụng cát đáy biển.

4.6 Không sử dụng cát biển cho kết cấu bê tông dự ứng lực.

4.7 Nên sử dụng cát biển kết hợp với cát nghiền hoặc cát sông.

5. Vật liệu chế tạo

5.1 Xi măng

Sử dụng các loại xi măng poóc lăng đáp ứng theo TCVN 2682:2009 cho chế tạo bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển. Trong trường hợp sử dụng các loại xi măng poóc lăng khác như xi măng poóc lăng hỗn hợp theo TCVN 6260:2009, xi măng poóc lăng xỉ theo TCVN 4316:2007, cần lưu ý đến thành phần phụ gia khoáng sử dụng trong loại xi măng đó để có phương án sử dụng hợp lý, thông thường tỷ lệ sử dụng tro bay sẽ giảm xuống so với khi sử dụng xi măng poóc lăng.

Khi sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển với các loại xi măng khác nhau, cần có các thử nghiệm thực tế để xác định tính năng của loại bê tông đó trước khi sử dụng.

5.2 Tro bay

Tro bay sử dụng cho chế tạo bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển là loại tro bay đốt than phun (tro bay PCC). Tro bay PCC phải đáp ứng các quy định tro bay sử dụng cho bê tông theo TCVN 10302:2014.

Sử dụng tro bay làm phụ gia khoáng cho bê tông hiệu quả trong việc cải thiện tính công tác (tăng tính dẻo, tính dễ bơm, khả năng hoàn thiện bề mặt cho kết cấu bê tông, đặc biệt bê tông sử dụng cát nghiền); cải thiện độ bền lâu, khả năng bảo vệ cốt thép cho bê tông trong môi trường biển, môi trường xâm thực; làm giảm nhiệt thủy hóa của kết cấu bê tông nên thích hợp sử dụng cho bê tông khối lớn. Hàm lượng tro bay sử dụng sẽ tùy thuộc vào loại kết cấu và yêu cầu tính năng và môi trường làm việc của kết cấu.

Chú thích: mặc dù TCVN 10302:2014 không phân chia tro bay thành các loại theo tính năng, nhưng cần lưu ý đến một số tính chất quan trọng ảnh hưởng đến tính năng của tro bay khi sử dụng làm phụ gia khoáng cho bê tông đó là độ mịn (thường được xác định qua lượng sót sàng 45 μm hoặc tỷ diện Blaine), hoạt tính cường độ và hàm lượng mất khi nung (MKN). Tro bay có độ mịn càng lớn, MKN thấp càng tăng tính dẻo cho HHTB và cường độ cho bê tông; tro bay cỡ hạt thô hơn hiệu quả trong việc giảm nhiệt thủy hóa trong khối bê tông, nhưng làm chậm phát triển cường độ bê tông ở tuổi sớm; tro bay có hàm lượng MKN cao làm giảm tác dụng của phụ gia hóa học (hóa dẻo, siêu dẻo), đặc biệt làm giảm khả năng cuốn khí với bê tông sử dụng phụ gia cuốn khí (bê tông chống băng giá).

5.3 Cốt liệu nhỏ

5.3.1 Cát sông

Cát sông đáp ứng các quy định theo TCVN 7570:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật. Cát sông sử dụng cho bê tông có mô đun độ lớn không nhỏ hơn 1,5.

5.3.2 Cát nghiền

Cát nghiền đáp ứng các quy định theo TCVN 9205:2012 Cát nghiền cho bê tông và vữa. Cát nghiền sử dụng cho bê tông có mô đun độ lớn trong khoảng 2,0 đến 3,3.

5.3.3 Cát biển

5.3.3.1 Thành phần hạt: Cát biển cho chế tạo bê tông có thể là cát loại thô hoặc loại mịn, thành phần cỡ hạt phải đáp ứng quy định trong Bảng 1.

Bảng 1. Quy định thành phần cỡ hạt của cát biển làm cốt liệu cho bê tông

| Kích thước lỗ sàng | Lượng sót tích lũy trên sàng, % khối lượng | |
|---|--|--------------|
| | Cát thô | Cát mịn |
| 2,5 mm | Từ 0 đến 20 | 0 |
| 1,25 mm | Từ 15 đến 45 | Từ 0 đến 15 |
| 630 μm | Từ 35 đến 70 | Từ 0 đến 35 |
| 315 μm | Từ 65 đến 90 | Từ 5 đến 65 |
| 140 μm | Từ 90 đến 100 | Từ 65 đến 90 |
| Hàm lượng qua sàng 140 μm , không lớn hơn | 10 | 35 |
| Ghi chú: trừ cỡ sàng 630 μm , hàm lượng sót tích lũy trên các sàng có thể vượt ra ngoài giới hạn một chút, tổng lượng vượt không quá 5%. | | |

5.3.3.2 Mô đun độ lớn của cát biển sử dụng cho chế tạo bê tông không thấp hơn 1,5.

5.3.3.3 Chất lượng cát biển: cát biển hoặc cát nhiễm mặn sử dụng cho chế tạo bê tông phải là loại cát qua xử lý làm sạch, chủ yếu là rửa bằng nước ngọt để khử muối, đồng thời loại bỏ bùn, bùn cục, sạn sỏi kích thước lớn và vỏ sò. Chất lượng của cát biển sử dụng cho bê tông phải phù hợp yêu cầu cho trong Bảng 2. Phương pháp thí nghiệm kiểm tra chất lượng cát phải phù hợp với chỉ tiêu tương ứng theo TCVN 7572:2006.

5.3.3.4 Khả năng phản ứng kiềm-silic cốt liệu của cát nhiễm mặn cho kết cấu bê tông cốt thép phải nằm trong vùng vô hại. Khi nằm ngoài vùng vô hại thì cần kiểm tra theo phương pháp độ nở thanh vữa. Qui định kỹ thuật và phương pháp thử phải phù hợp với TCVN 7572-16:2006.

5.3.3.5 Kích thước của vỏ sò lẫn trong cát biển không được lớn hơn 5 mm. Hàm lượng của vỏ sò phải phù hợp với yêu cầu trong Bảng 3. Đối với cát dùng cho kết cấu bê tông chống thấm hoặc có yêu cầu đặc biệt khác với cấp cường độ không lớn hơn B25, thì hàm lượng vỏ sò không được lớn hơn 8%. Phương pháp thí nghiệm về hàm lượng vỏ sò tham khảo tiêu chuẩn TCVN 7572-20:2006 “Phương pháp xác định hàm lượng mica trong cát”.

Bảng 2. Yêu cầu chất lượng của cát biển cho chế tạo bê tông

| Chỉ tiêu | Giới hạn quy định đối với loại | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| | Cát cho bê tông có cốt thép | Cát cho bê tông không cốt thép |
| Hàm lượng của ion clo tan trong nước, (% theo khối lượng) | $\leq 0,03$ | $\leq 0,15$ |
| Sét cục và tạp chất dạng cục, (% theo khối lượng) | $\leq 0,25$ | $\leq 0,5$ |
| Hàm lượng bùn, bụi và sét, (% theo khối lượng) | $\leq 1,5$ | $\leq 2,0$ |
| Hàm lượng sulfide và sulfate (qui về SO_3 , % theo khối lượng) | $\leq 1,0$ | $\leq 1,0$ |
| Hàm lượng hữu cơ | Không sẫm hơn màu chuẩn | Không sẫm hơn màu chuẩn |

Bảng 3. Yêu cầu hàm lượng vỏ sò trong cát biển cho chế tạo bê tông

| Cấp cường độ của bê tông | $\geq B60$ | B40-B55 | B35-B30 | B25-B15 |
|--|------------|----------|----------|-----------|
| Hàm lượng vỏ sò (% , tính theo khối lượng) | ≤ 3 | ≤ 5 | ≤ 8 | ≤ 10 |

5.3.3.6 Hoạt độ phóng xạ tự nhiên (Aeff) của cát biển sử dụng cho bê tông phải phù hợp với yêu cầu trong Bảng 4.

Bảng 4. Yêu cầu hoạt độ phóng xạ tự nhiên (Aeff) của cát biển cho chế tạo bê tông

| Phạm vi sử dụng | Mức quy định |
|---|------------------|
| Công trình nhà ở và công cộng, (Bq/kg) | ≤ 370 |
| Công trình công nghiệp, đường đô thị và khu dân cư, (Bq/kg) | > 370 đến 740 |
| Đường giao thông ngoài khu dân cư, (Bq/kg) | > 740 đến 1500 |

5.3.4 Cát trộn

Cát trộn phải đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của cát cho bê tông nêu trong TCVN 9502:2012 nếu hàm lượng cát nghiền lớn hơn 50% hoặc TCVN 7572:2006 nếu hàm lượng cát tự nhiên lớn hơn 50%.

5.4 Cốt liệu lớn

Cốt liệu lớn cho bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển tương tự như cốt liệu cho chế tạo bê tông xi măng poóc lăng thông thường đó là đá nghiền, đá sỏi, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 7570:2006.

5.5 Phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học dùng để điều chỉnh một hoặc nhiều tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông và hoặc tính chất cơ lý, độ bền lâu của bê tông. Phụ gia hóa dẻo, phụ gia siêu dẻo sử dụng cho bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển cần phù hợp với TCVN 8826:2012.

5.6 Nước trộn

Nước trộn cho bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506:2012.

6. Tính chất của bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển

6.1 Tính chất của hỗn hợp bê tông

6.1.1 Yêu cầu chung

Bảng 4. Giới hạn hàm lượng ion clo trong bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển¹⁾

| Kết cấu bê tông | Điều kiện môi trường | Hàm lượng ion clo tan trong nước cho phép, % theo khối lượng xi măng ²⁾ |
|-----------------|---|--|
| Không cốt thép | Môi trường khô ráo hoặc được bảo vệ tránh tiếp xúc với hơi ẩm | 0,30 |
| Có cốt thép | Môi trường ẩm nhưng không chứa ion clo | 0,10 |
| | Môi trường ẩm có chứa ion clo | 0,06 |

¹⁾ Hàm lượng ion clo trong bê tông được tính bằng tổng hàm lượng ion clo trong vật liệu chế tạo bê tông. Hàm lượng ion clo trong vật liệu được xác định theo phương pháp hòa tan trong nước TCVN 7572-15.

²⁾ Trường hợp sử dụng phụ gia khoáng (PGK) thì hàm lượng ion clo tính theo tổng khối lượng xi măng và PGK.

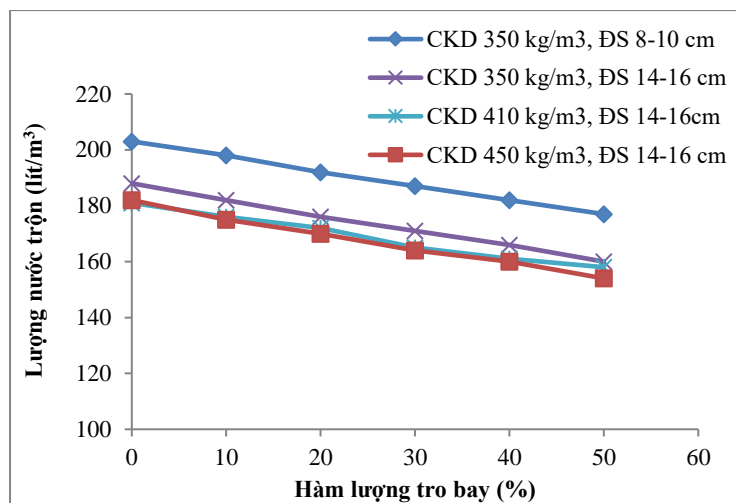
- Hỗn hợp bê tông tro bay và cát biển/cát nghiền phải có tính dính kết, giữ nước và độ linh động tốt, không được tách nước, độ sụt và duy trì độ sụt phải đáp ứng được yêu cầu theo thiết kế. Ngoài ra, cần đảm bảo các chỉ tiêu khác của HHTB như thời gian đông kết, hàm lượng bọt khí, nhiệt độ bê tông khi có yêu cầu. Các chỉ tiêu chất lượng của hỗn hợp bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển cần đáp

ứng theo TCVN 9340:2012 và các yêu cầu khác theo thiết kế tùy thuộc vào công trình sử dụng.

2. Tổng hàm lượng ion clo tan trong axit của HGBT tro bay và cát biển/cát nghiền phù hợp với qui định trong Bảng 4.

6.1.2 Một số lưu ý về đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp bê tông

- 6.1.2.1 Sử dụng tro bay PCC thay thế một phần xi măng trong chất kết dính làm giảm lượng nước trộn so với CKD sử dụng 100% xi măng để đạt cùng tính công tác của HGBT. Thông thường với tỷ lệ tro bay 10% trong CKD thì lượng nước trộn giảm khoảng 2%.



Hình 1. Ảnh hưởng tỷ lệ tro bay đến tính công tác của HGBT[1]

- 6.1.2.2 HGBT sử dụng tro bay PCC có tính dẻo, kết dính tốt, giảm mức độ tách nước, tách vữa so với bê tông không sử dụng tro bay ở cùng độ sụt;
- 6.1.2.3 Sử dụng tro bay PCC cũng làm tăng tính dễ bơm của HGBT do các hạt tro bay hình cầu và tăng lượng hồ chất kết dính trong HGBT; khả năng hoàn thiện (tính dễ đầm và hoàn thiện bề mặt) của HGBT sử dụng tro bay cũng được cải thiện hơn do tro bay làm cải thiện tính công tác, giảm tách nước, kéo dài thời gian công tác của HGBT. Điều này làm thuận lợi hơn cho quá trình thi công bê tông tro bay, đặc biệt trong điều kiện thời tiết nóng.
- 6.1.2.4 Sử dụng tro bay trong CKD làm kéo dài thời gian đông kết của bê tông, mức độ kéo dài tùy thuộc vào hàm lượng tro bay sử dụng, thông thường tăng 30-35 phút cho mỗi 10% tro bay thay thế xi măng tính theo khối lượng.
- 6.1.2.5 Tính chất của HGBT sử dụng cát biển qua rửa cơ bản tương tự như với cát sông (với cùng mô đun độ lớn). Người dùng chủ yếu cần lưu ý đến thành phần cỡ hạt, mô đun độ lớn, hàm lượng vỏ sò trong cát biển. Đây là những yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến tính chất của hỗn hợp bê tông.

6.1.2.6 Sử dụng cát nghiền làm tăng lượng trộn bê tông để đạt cùng độ sụt so với cát sông. Mức độ tăng lượng nước trộn bê tông phụ thuộc vào thành phần cấp phối bê tông, tính chất và loại đá gốc chế tạo cát nghiền. So với sử dụng cát sông, lượng nước trộn cần điều chỉnh tăng khoảng 15-20 L/m³, khoảng 12-15 L/m³ tương ứng với cát nghiền từ đá vôi và cát nghiền từ đá cát kết. Khả năng bơm, hoàn thiện bề mặt của hỗn hợp bê tông cát nghiền nhìn chung kém hơn so với bê tông cát sông ở cùng độ sụt. Do vậy, việc sử dụng kết hợp cát nghiền với tro bay, cát nghiền với cát tự nhiên làm cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông.

6.1.2.7 Nhiệt độ thủy hóa của bê tông: Sử dụng tro bay PCC làm giảm đáng kể nhiệt sinh ra trong bê tông do giảm lượng nhiệt thủy hóa của xi măng. Điều này do phản ứng pozzolanic của tro bay sinh nhiệt rất thấp so với thủy hóa của xi măng. Chính vì vậy, sử dụng tro bay thay thế xi măng cho bê tông khối lớn là phương pháp hữu hiệu để tránh nguy cơ nứt bê tông do ứng suất nhiệt. Với bê tông yêu cầu giảm nhiệt thủy hóa (ví dụ bê tông khối lớn), tăng tỷ lệ tro bay hiệu quả trong việc giảm nhiệt thủy hóa sinh ra so với sử dụng xi măng poóc lăng. Bảng 5 thể hiện kết quả xác định nhiệt thủy hóa của xi măng với tỷ lệ tro bay từ 5-45% so với xi măng poóc lăng PC40. Với tỷ lệ tro bay khoảng 25% và 35%, hỗn hợp CKD gồm xi măng và tro bay có thể đạt yêu cầu về nhiệt thủy hóa của xi măng poóc lăng hỗn hợp tỏa nhiệt trung bình và tỏa nhiệt thấp theo TCVN 7712:2013.

Bảng 5. Nhiệt thủy hóa của xi măng xi [3]

| TT | Ký hiệu | Tỷ lệ xi măng PC40 (%) | Tỷ lệ tro bay (%) | Nhiệt thủy hóa (kcal/g) | |
|----|--|------------------------|-------------------|-------------------------|---------|
| | | | | 7 ngày | 28 ngày |
| 1 | Xi măng PC40 | 100 | 0 | 81,02 | 93,46 |
| 2 | Xi măng PC40+tro bay PCC loại F (TCVN 10302) | 95 | 5 | 78,59 | 90,66 |
| 3 | | 90 | 10 | 75,35 | 87,85 |
| 4 | | 85 | 15 | 72,92 | 85,05 |
| 5 | | 80 | 20 | 69,68 | 81,31 |
| 6 | | 75 | 25 | 64,82 | 75,70 |
| 7 | | 70 | 30 | 60,77 | 72,90 |
| 8 | | 65 | 35 | 56,71 | 68,23 |
| 9 | | 60 | 40 | 51,04 | 62,62 |
| 10 | | 55 | 45 | 48,61 | 57,95 |

6.2 Tính chất cơ lý và độ bền lâu của bê tông

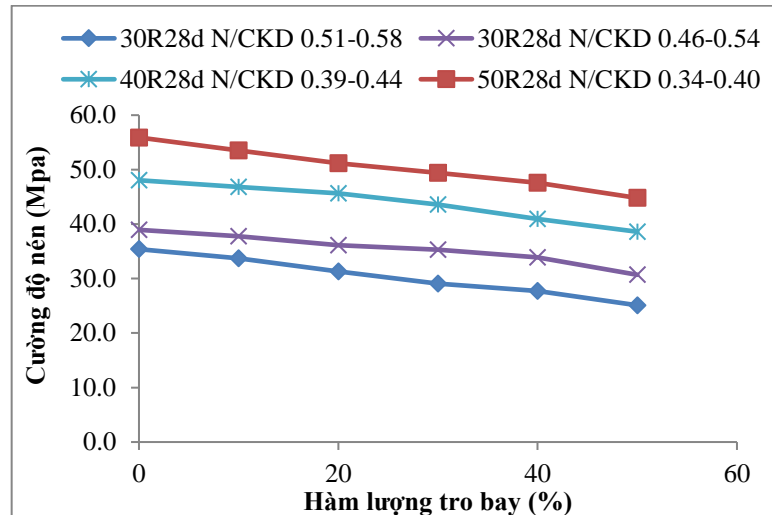
6.2.1 Yêu cầu chung

1. Bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển phải đảm bảo cường độ bê tông (nén, uốn, kéo,...), độ bền lâu, khả năng chống ăn mòn trong môi trường xâm thực phù hợp với quy định của tiêu chuẩn quốc gia liên quan và yêu cầu của thiết kế công trình. Xác định tính năng cơ lý, độ bền lâu của bê tông tro bay và cát nghiền/ cát biển phải được tiến hành theo tiêu chuẩn quốc gia hiện hành tương ứng.
2. Việc thiết kế, thi công và nghiệm thu bê tông tro bay, cát nghiền/cát biển tùy thuộc vào công trình cụ thể mà có các yêu cầu đối với HHTB, tính chất cơ lý và độ bền lâu của bê tông, dựa theo các quy phạm, tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật với bê tông, bê tông cốt thép như TCVN 5574:2012 “Quy phạm thiết kế kết cấu bê tông cốt thép”; TCVN 4453 “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu; TCVN 9115:2012 “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép lắp ghép - Thi công và nghiệm thu”; TCVN 9340:2012 “Hỗn hợp bê tông trộn sẵn – Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu”; TCVN 9346:2012 “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển”; TCVN 9035:2011 “Hướng dẫn sử dụng xi măng trong công trình xây dựng”; TCVN 12041:2017 “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu chung về thiết kế độ bền lâu và tuổi thọ trong môi trường xâm thực”.

6.2.2 Một số lưu ý về đặc tính kỹ thuật của bê tông

6.2.2.1 Cường độ và phát triển cường độ bê tông sử dụng tro bay và cát biển/cát nghiền

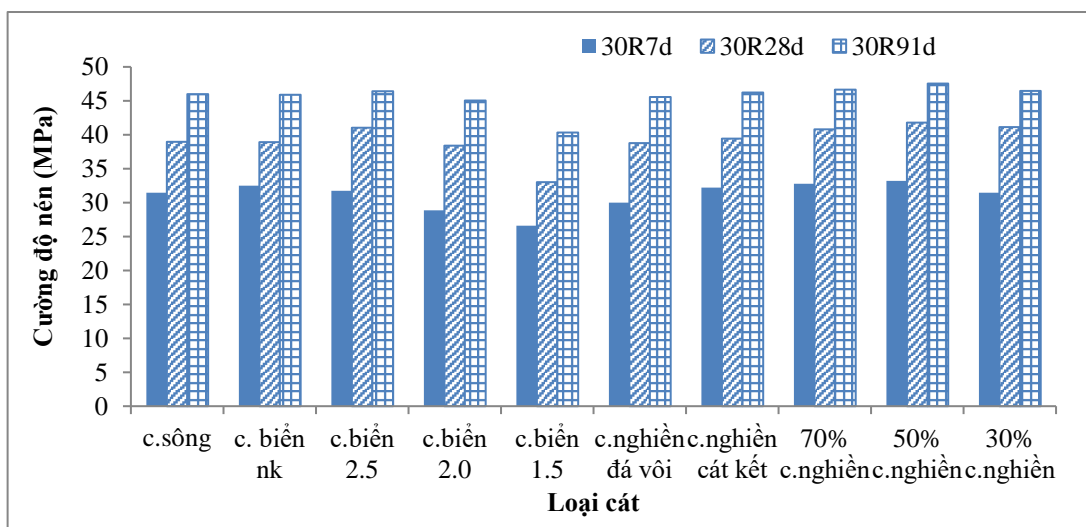
Sử dụng tro bay làm chậm tốc độ phát triển cường độ của bê tông do mức độ thủy hóa do phản ứng puzolanic của tro bay diễn ra muộn hơn so với xi măng. Nghiên cứu chỉ ra, với hàm lượng tro bay PCC sử dụng 15-20% trong chất kết dính thì cường độ bê tông ở tuổi sớm đến 28 ngày thấp hơn, nhưng ở các tuổi muộn (sau 91 ngày) thì cường độ bê tông xấp xỉ hoặc cao hơn trong một số trường hợp so với bê tông chỉ chứa xi măng. Khi hàm lượng tro bay sử dụng lớn hơn 20% thì thời gian để bê tông tro bay đạt cường độ tương đương với mẫu bê tông xi măng lâu hơn [1,2,3,4]. Nếu bê tông có thêm phụ gia hoạt tính cao (chẳng hạn silica fume), phụ gia giảm nước hoặc thay đổi thành phần cấp phối hợp lý thì cường độ bê tông ở tuổi 3 hoặc 7 ngày có thể đạt tương đương với bê tông không sử dụng tro bay [5].



Hình 2. Thay đổi cường độ nén 28 ngày của bê tông với tỷ lệ tro bay khác nhau [1]

Với cấp phối bê tông hợp lý, bê tông sử dụng tro bay cho cường độ tăng theo thời gian và đạt được cường độ tuổi muộn cao hơn so với bê tông chất kết dính chỉ sử dụng xi măng [5]. Điều này đạt được là do các phản ứng puzolanic của tro bay tiếp tục thúc đẩy tăng cường độ bê tông ở giai đoạn sau nếu bê tông được giữ ẩm.

Với bê tông sử dụng cát biển, cát nghiền thì mức độ phát triển cường độ tương tự cát sông. Nghiên cứu với các cấp phối bê tông ở mức 30 và 40 sử dụng cát biển và cát sông có cùng mô đun độ lớn cỡ hạt cho thấy, về cơ bản các cấp phối sử dụng cát biển đã qua rửa cho cường độ và mức độ phát triển cường độ ở các tuổi thí nghiệm từ tuổi 7 ngày đến 91 ngày tương tự như cát sông. Cường độ bê tông bị ảnh hưởng chủ yếu bởi mô đun độ lớn của cát theo chiều hướng giảm mô đun độ lớn của cát làm giảm cường độ bê tông. Sử dụng cát nghiền cho cường độ bê tông lớn hơn cát sông, tuy nhiên để đạt cùng tính công tác thì sử dụng cát nghiền cần tăng lượng nước trộn nên cường độ bê tông có thể tương đương hoặc thấp hơn [1].



Hình 3. Cường độ nén của bê tông sử dụng các loại cát khác nhau. (Hàm lượng CKD = 350 kg/m^3 , N/CKD = 0,54-0,63) [1]

6.2.2.2 Mô đun đàn hồi

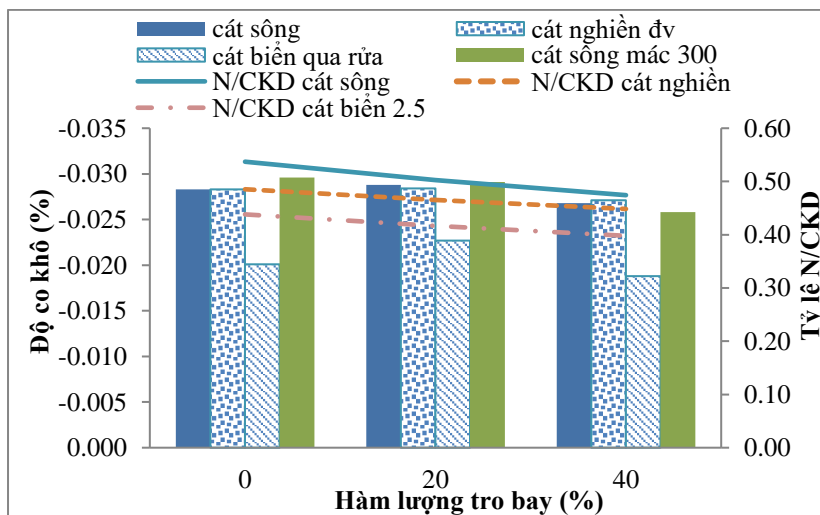
Mô đun đàn hồi của bê tông tro bay thấp hơn một chút ở tuổi sớm và cao hơn một chút ở tuổi muộn so với bê tông sử dụng xi măng poóc lăng. Tuy nhiên mức độ chênh lệch mô đun đàn hồi của bê tông không lớn như đối với cường độ nén.

Đối với bê tông sử dụng cát nghiền/cát biển, không có sự khác biệt nhiều giữa bê tông sử dụng các loại cốt liệu nhỏ từ cát sông, cát nghiền, cát biển hoặc hỗn hợp của chúng. Mô đun đàn hồi chủ yếu phụ thuộc vào cường độ nén của bê tông. Có thể sử dụng công thức dự đoán mô đun theo cường độ nén của bê tông theo ACI 318-14 ($E_c = 4700\sqrt{f'_c}$) [6] cho bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển.

6.2.2.3 Độ co khô và từ biến

Bê tông sử dụng tro bay có độ co khô giảm hoặc tương đương với bê tông chỉ sử dụng xi măng poóc lăng do lượng nước trộn giảm do ảnh hưởng của tro bay. Ngược lại, nếu tỷ lệ N/CKD như nhau thì bê tông, vữa sử dụng tro bay có độ co khô tăng nhẹ so với bê tông, vữa sử dụng xi măng poóc lăng. Theo chỉ dẫn của JSCE [8] thì độ co nội sinh (autogenous shrinkage) do phản ứng thủy hóa của xi măng, thường là nguyên nhân gây nên hiện tượng nứt ở tuổi sớm của bê tông, đặc biệt ở tỷ lệ N/XM thấp. Bê tông sử dụng tro bay làm giảm độ co nội sinh hơn so với bê tông xi măng poóc lăng, mức độ giảm phụ thuộc loại xi măng và tỷ lệ tro bay thay thế xi măng trong chất kết dính. Độ co khô của bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền từ đá vôi/cát biển về cơ bản tương tự độ co khô của bê tông cát sông. Độ co khô khoảng 0,019 đến 0,03% (tức 190×10^{-6} đến 300×10^{-6}) với bê tông có tỷ lệ N/CKD trong khoảng 0,39 đến 0,54 [1].

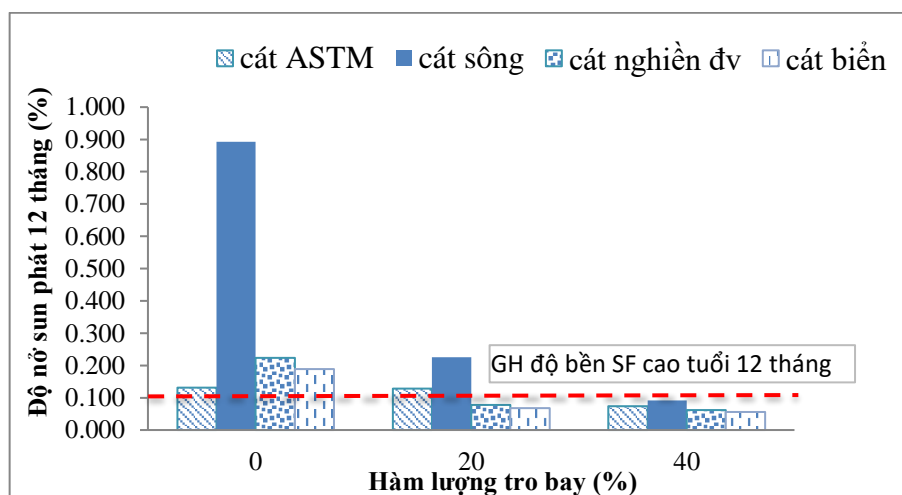
Từ biến của bê tông chứa tro bay tương đương hoặc thấp hơn so với bê tông tương tự nhưng không sử dụng tro bay. Tuy nhiên, các số liệu nghiên cứu về từ biến của bê tông sử dụng tro bay còn ít nên việc thử nghiệm xác định từ biến bê tông tro bay, nhất là ở tuổi sớm là cần thiết (JSCE, [8]).



Hình 4. Ảnh hưởng của tro bay đến co khô sau 3 tháng của bê tông với các loại cát [1]

6.2.2.4 Độ bền sun phát

Sử dụng tro bay PCC làm tăng khả năng bền sun phát. Điều này chủ yếu được giải thích là do tro bay ngoài việc làm giảm tỷ lệ N/CKD còn cải thiện cấu trúc của hệ đá xi măng. Sự cải thiện này do hiệu ứng điền đầy của các hạt tro bay lên bề mặt các hạt cốt liệu lớn làm giảm diện tích chiếm chỗ bởi các bọt khí, đặc biệt là giảm thể tích các lỗ rỗng mao quản lớn trong cấu trúc đá xi măng. Ngoài ra, sử dụng tro bay làm giảm tỷ lệ sử dụng xi măng, tức là giảm hàm lượng khoáng C_3A trong chất kết dính cũng làm giảm nguy cơ phản ứng giữa C_3A và sun phát tạo khoáng ettringite gây nở thể tích. Kết quả nghiên cứu với tro bay PCC Quảng Ninh cho thấy, khi sử dụng tro bay ở tỷ lệ 20% có thể tạo chất kết dính bền sun phát ở mức trung bình, trong khi sử dụng 40% thì có thể đạt mức bền sun phát cao khi đánh giá theo TCVN 7711:2013 “Xi măng poóc lăng hỗn hợp bê tông sun phát”. Tuy nhiên, khi sử dụng tro bay FBC thì khả năng độ bền sun phát có xu hướng kém hơn so với mẫu chất kết dính là 100% xi măng poóc lăng [1].

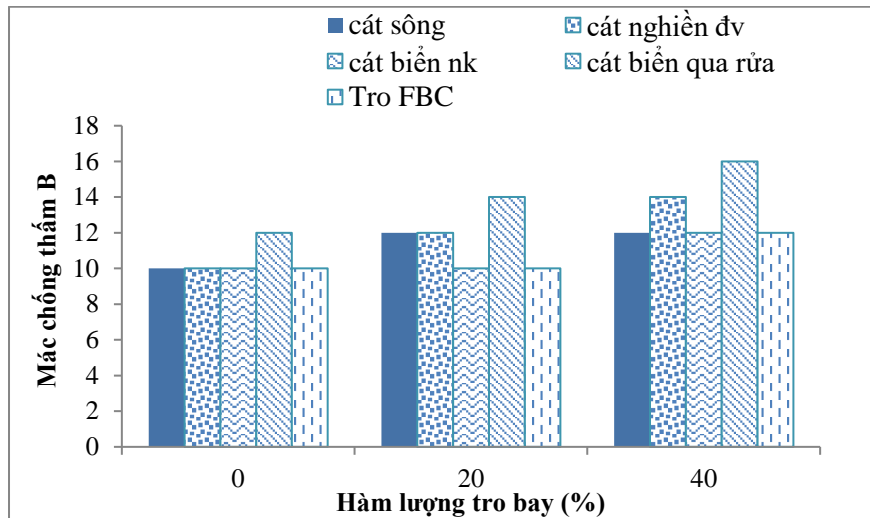


Hình 5. Độ nở sun phát sau tuổi 12 tháng của thanh vữa với loại cát và tỷ lệ tro bay khác nhau

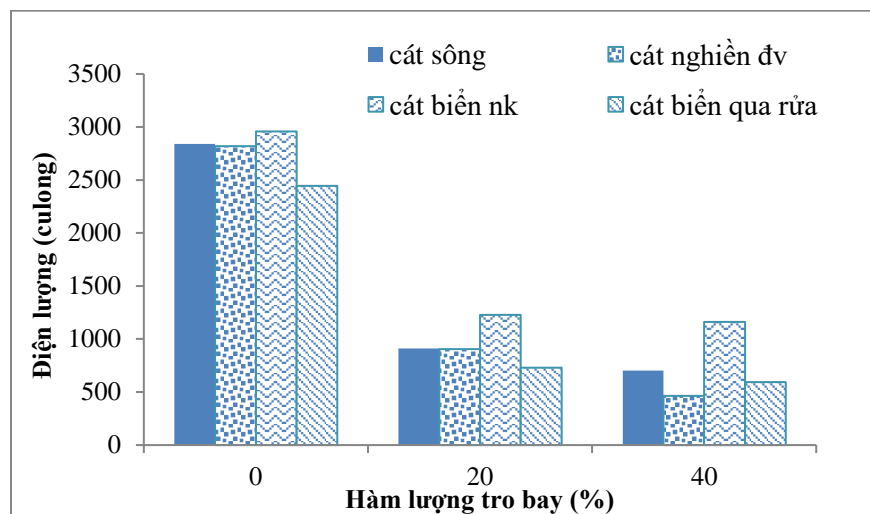
6.2.2.5 Khả năng chống thấm

Sử dụng tro bay PCC làm cải thiện đáng kể mức độ chống thấm của bê tông, mức độ cải thiện phụ thuộc vào loại và hàm lượng tro bay. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra, khả năng chống ion clo và chống thấm nước chủ yếu phụ thuộc vào tỷ lệ N/CKD, hàm lượng CKD và hàm lượng tro bay trong CKD, chất kết dính sử dụng tro bay PCC cho thấy rõ ràng sự cải thiện khả năng chống thấm cả với thử nghiệm áp lực nước (mức chống thấm B) và khả năng chống thấm ion clo (điện lượng truyền qua). Mức chống thấm tính trung bình tăng 2 cấp khi hàm lượng tro bay trong CKD tăng 20% (từ 0 đến 20% và 20 lên 40%) và với khả năng chống thấm ion clo thì tăng từ mức trung bình lên rất thấp khi tăng 20% tro bay trong CKD [1].

Bê tông sử dụng cát biển/cát nghiền cho mức chống thấm tương tự như cát sông với cùng thành phần cấp phối. Tuy nhiên cần lưu ý rằng, mức chống thấm của bê tông bị ảnh hưởng bởi thành phần cỡ hạt của loại cát sử dụng.



Hình 6. Độ thấm nước của bê tông ($CKD = 350 \text{ kg/m}^3$, $N/CKD \sim 0,58-0,48$) sử dụng tro bay và các loại cát khác nhau [1]



Hình 7. Thấm ion clo qua chỉ thị điện lượng của bê tông ($CKD = 350 \text{ kg/m}^3$, $N/CKD \sim 0,58-0,48$) sử dụng tro bay và các loại cát khác nhau [1]

6.2.2.6 Phản ứng kiềm-cốt liệu:

Sử dụng tro bay PCC hiệu quả trong việc ngăn chặn và làm giảm hiện tượng nở do phản ứng kiềm-silic trong cốt liệu. Tuy vậy, khi sử dụng trong thực tế, cần lưu ý hàm lượng kiềm trong tro bay, để tổng lượng kiềm trong bê tông không vượt quá mức giới hạn kiềm cho phép.

Sử dụng một số loại cát biển, cát nghiền cần phải chú ý đến chỉ tiêu phản ứng kiềm cốt liệu. Một số mẫu cát nghiền, cát biển khi thí nghiệm khả năng gây phản ứng kiềm cốt

liệu theo phương pháp hóa roi vào “vùng cốt liệu có hại”. Khi đó cần tiếp tục thử nghiệm theo phương pháp độ nở thanh vữa theo TCVN 7572-14:2006 [1].

7. Thiết kế thành phần cấp phối bê tông

7.1 Quy định chung

- 7.1.1 Thành phần cấp phối bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển được thiết kế sao cho giảm tối đa lượng nước trộn mà vẫn đáp ứng được các yêu cầu đặt ra của hỗn hợp bê tông (tính công tác, duy trì độ sụt, độ tách nước, ...) của bê tông (cường độ, độ bền lâu, chống thấm, bảo vệ cốt thép, co ngót, ...).
- 7.1.2 Thành phần cấp phối bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển về cơ bản được thiết kế giống như đối với bê tông sử dụng xi măng và cát, đá thông thường.
- 7.1.3 Khi sử dụng phối trộn cát biển với cát nghiền thì tỷ lệ theo khối lượng của cát biển so với cát nghiền nên trong khoảng 75% đến 150%, tức khoảng 40% đến 60% trong cát trộn [7].
- 7.1.4 Chất kết dính xi măng-tro bay có thể sử dụng với các loại phụ gia hóa học (PGHH) cho bê tông phổ biến hiện nay như phụ gia hóa dẻo, phụ gia siêu dẻo, siêu dẻo cao cấp. Tác dụng giảm nước do PGHH đối với bê tông tro bay cũng tương tự như đối với bê tông không tro bay tức là phụ thuộc vào loại và liều lượng PGHH, thành phần cấp phối và tính chất vật liệu thành phần của bê tông. Tuy vậy, cần lưu ý khi sử dụng tro bay có lượng MKN lớn (cao hơn 12%) cùng với PGHH thì lượng MKN có thể ảnh hưởng đến hiệu quả giảm nước và duy trì độ sụt của hỗn hợp bê tông [2].
- 7.1.5 Hàm lượng tro bay và PGHH tối ưu sử dụng cho bê tông tro bay có thể thay đổi theo mùa: mùa lạnh và mùa nóng. Mùa lạnh thì cần giảm lượng dùng tro bay hoặc thay đổi hàm lượng PGHH để phù hợp với mức độ yêu cầu đông kết và phát triển cường độ của bê tông. Mùa nóng thì ngược lại, có thể sử dụng tăng hàm lượng tro bay do bê tông sẽ phát triển cường độ nhanh hơn trong điều kiện nhiệt độ cao.
- 7.1.6 Khi sử dụng tro bay trong bê tông, thể tích chất kết dính tăng lên, do vậy lượng cốt liệu nhỏ có thể điều chỉnh giảm để bù lượng tăng thể tích chất kết dính.

7.2 Các bước thiết kế thành phần cấp phối bê tông

Phương pháp thiết kế cấp phối bê tông có thể dựa theo tài liệu Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD năm 1998 của Bộ Xây dựng (hiện đang được soát xét chuyển đổi thành TCVN). Chỉ tiêu kiểm soát chất lượng của hỗn hợp bê tông có thể dựa theo TCVN 9340:2012 “Hỗn hợp bê tông trộn sẵn – Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu”.

7.2.1 Xác định các yêu cầu tính năng của HGBT và bê tông

1) Yêu cầu về tính cơ lý của bê tông:

Cường độ quy định/ cường độ yêu cầu/ cường độ mục tiêu, nếu có;

Sai lệch chuẩn cường độ của nhà sản xuất bê tông;

Tuổi thiết kế (hoặc tuổi yêu cầu đạt cường độ).

2) Yêu cầu về độ bền lâu của bê tông

Môi trường làm việc của kết cấu;

Tỷ lệ nước trên xi măng hoặc chất kết dính lớn nhất cho phép;

Lượng xi măng tối thiểu hoặc tối đa cho phép, nếu có;

3) Thông tin về kết cấu bê tông:

Tên (dạng) kết cấu, kích thước, mật độ thép: nhằm xác định kích thước hạt danh định lớn nhất của cốt liệu;

4) Phương pháp thi công và phương thức cấp bê tông tới nơi đổ:

Thời gian, phương pháp vận chuyển, đổ bê tông, nhiệt độ môi trường: lựa chọn độ sụt sau trộn, duy trì độ sụt theo thời gian, nhiệt độ bê tông. Tính công tác hoặc mác hỗn hợp bê tông phù hợp với qui định tại TCVN 9340:2012;

5) Các yêu cầu khác.

7.2.2 Xác định tính chất của vật liệu sử dụng cho thiết kế cấp phối bê tông

1) Xi măng: loại xi măng (nhà sản xuất cung cấp), khối lượng riêng, thời gian đông kết, cường độ nén 3, 7, 28 ngày, các tính chất khác theo yêu cầu.

2) Tro bay: nguồn gốc, loại tro bay (loại PCC hay FBC), khối lượng riêng, lượng sót sàng 45 μm , lượng mất khi nung, chỉ số hoạt tính cường độ 7, 28 ngày, các tính chất khác theo yêu cầu.

3) Phụ gia khoáng khác: nguồn gốc, khối lượng riêng, độ mịn, lượng mất khi nung, chỉ số hoạt tính cường độ, các tính chất khác theo yêu cầu.

4) Cốt liệu nhỏ: cốt liệu nhỏ từ nguồn cát biển, cát nghiền hay cát sông cần xác định rõ nguồn gốc, thành phần hạt, khối lượng thể tích hạt, độ hút nước, khối lượng thể tích xốp, độ hồng, hàm lượng hạt trên sàng 5 mm, mô đun độ lớn. Đối với cát biển cần xác định thêm hàm lượng vỏ sò và hàm lượng ion clo. Đối với cát nghiền cần xác định thêm hàm lượng bột mịn (lọt sàng 0,075 mm).

5) Cốt liệu lớn: nguồn gốc, thành phần hạt, khối lượng thể tích hạt, độ hút nước, khối lượng thể tích xốp, độ hồng.

- 6) Phụ gia hóa học: nguồn gốc, mức độ giảm nước, mức độ giảm độ sụt, hàm lượng chất khô, khối lượng riêng.

7.2.3 Xác định tỷ lệ tro bay

Tỷ lệ tro bay sử dụng trong cấp phối bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển phụ thuộc vào yêu cầu về tính năng của bê tông, nhiệt độ bảo dưỡng, chất lượng của xi măng và tro bay. ACI 232.2R đã tổng kết từ tình hình sử dụng trong thực tế cho thấy, tỷ lệ sử dụng tro bay chủ yếu trong khoảng 15-35%, nhưng tỷ lệ cao hơn có thể được sử dụng trong trường hợp bê tông khối lớn (giảm nhiệt thủy hóa), bê tông bền sun phát, giảm khả năng gây phản ứng kiềm silic cốt liệu hoặc trong một số trường hợp đặc biệt khác. Ngoài ra, theo ACI 232.2, thì bê tông trộn sẵn sử dụng tro bay loại C ở tỷ lệ 30% rất thuận lợi cho bê tông bơm với chiều cao lớn; tro bay loại F làm góp phần tăng cường độ nhiều ở tuổi 56 ngày. Theo chỉ dẫn của JSCE [8], tỷ lệ tro bay sử dụng phổ biến cho bê tông trộn sẵn là 10-30%, và có thể tăng lên 40% khi sử dụng tro bay loại I (tỷ diện Blaine $\geq 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$); đối với bê tông khối lớn thì tỷ lệ tro bay phổ biến là 20-30%; bê tông trong thời tiết nóng thì tỷ lệ tro bay phổ biến là 20-30%; bê tông công trình biển nên sử dụng tro bay loại I và II với tỷ lệ 10-20%, cao hơn với tro bay loại III; bê tông cường độ cao tỷ lệ tro bay phổ biến là khoảng 20%; bê tông tự đầm là 20-40%. Tỷ lệ tro bay kết hợp với xi măng poóc lăng cho chế tạo bê tông với yêu cầu các tính năng khác nhau có thể tham khảo theo chỉ dẫn của JSCE [8] như thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6. Khuyến nghị tỷ lệ tro bay thay thế một phần xi măng poóc lăng dùng cho các loại bê tông [JSCE]

| Loại bê tông | Loại* và tỷ lệ tro bay (%) | | | | |
|--|----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Loại I | Loại II | Loại III | Loại IV | |
| Cải thiện độ chảy dẻo | 10-40 | 10-30 | - | - | |
| Giảm tăng nhiệt độ do nhiệt thủy hóa | - | 20-30 | 20-30 | 20-30 | |
| Ức chế phản ứng kiềm silic | 15-40 | 15-30 | 15-30 | 25-30 | |
| Cải thiện độ bền sun phát | 10-40 | 10-30 | 10-30 | - | |
| Cải thiện khả năng chống nước biển (gồm cả hư hỏng do muối) | 10-40 | 10-30 | 10-30 | - | |
| Tăng độ độ chảy | 20-40 | 20-30 | - | - | |
| Tăng cường độ | 10-30 | - | - | - | |
| * Qui định về phân loại với tro bay sử dụng cho bê tông theo JIS A6201:2015 như sau: | | | | | |
| | Chi tiêu | Loại I | Loại II | Loại III | Loại IV |
| | MKN, % | ≤ 3 | ≤ 5 | ≤ 8 | ≤ 5 |

| | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Độ mịn | Sàng 45 μm , % | ≤ 10 | ≤ 40 | ≤ 40 | ≤ 70 |
| | Blaine, cm^2/g | ≥ 5000 | ≥ 2500 | ≥ 2500 | ≥ 1500 |
| Tỷ lệ độ cháy, % | | ≥ 105 | ≥ 95 | ≥ 85 | ≥ 75 |
| Chỉ số hoạt tính cường độ | 28 ngày | ≥ 90 | ≥ 80 | ≥ 80 | ≥ 60 |
| | 91 ngày | ≥ 100 | ≥ 90 | ≥ 90 | ≥ 70 |
| Khối lượng riêng, g/cm^3 | | $\geq 1,95$ | | | |
| SiO_2 , % | | ≥ 45 | | | |
| Độ ẩm, % | | ≤ 1 | | | |
| Tính đồng đều chất lượng (không vượt quá các mẫu công bố) | Sàng 45 μm , % | ± 5 hoặc hơn | | | |
| | Blaine, cm^2/g | ± 450 hoặc hơn | | | |

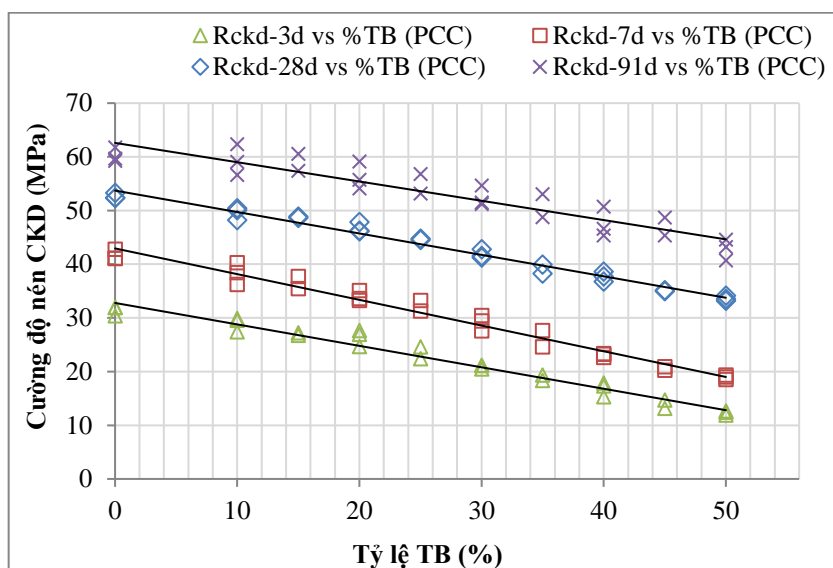
7.2.4 Xác định cường độ chất kết dính

Lập đường cong quan hệ giữa tỷ lệ tro bay/chất kết dính (TB/CKD) và cường độ nén của CKD ở tuổi 28 ngày. Khi tro bay kết hợp với xi măng poóc lăng thì tỷ lệ TB/CKD khảo sát là 0, 10, 20, 30, 40, 50%; khi tro bay kết hợp với xi măng poóc lăng hỗn hợp thì tỷ lệ TB/CKD khảo sát là 0, 10, 20, 30, 40%.

Từ biểu đồ quan hệ giữa tỷ lệ TB/CKD và cường độ CKD (R_{CKD}) chọn ra tỷ lệ TB/CKD để hợp lý phù hợp với loại bê tông cần thiết kể theo nguyên tắc sau:

- Chất kết dính có cường độ lớn hơn 30 MPa (đạt yêu cầu của xi măng hỗn hợp PCB30 theo TCVN 6260:2009) cho bê tông có cường độ yêu cầu đến mức 30 MPa;
- Chất kết dính có cường độ lớn hơn 40 MPa (đạt yêu cầu của xi măng hỗn hợp PCB40 theo TCVN 6260:2009) cho bê tông có cường độ yêu cầu từ mức 30 MPa trở lên.
- Khi lượng xi măng vượt quá 400 kg/m^3 , nên xem xét sử dụng loại xi măng có cường độ cao hơn hoặc sử dụng phụ gia hóa học giảm nước.

Khi không có điều kiện xây dựng được đường quan hệ TB/CKD và R_{CKD} thì có thể ước tính cường độ CKD ở các tuổi khác nhau theo tỷ lệ tro bay dựa trên đồ thị trong Hình 8.



Hình 8. Quan hệ giữa tỷ lệ tro bay và cường độ nén của CKD ở các tuổi khác nhau

(Đồ thị trên dựa trên kết quả xác định cường độ CKD sử dụng xi măng poóc lăng theo TCVN 2682:2009 với cường độ nén 28 ngày 50-55 MPa, tro bay PCC loại F theo TCVN 10302:2014 với lượng sót sàng 45 μm từ 20-30%, từ nguồn than antraxit Quảng Ninh).

7.2.5 Xác định cường độ mục tiêu của bê tông

Cường độ mục tiêu của bê tông được tính toán từ cấp bê tông qui định sử dụng trong tính toán thiết kế theo công thức:

$$R_{mt} \geq R_{yc} + 1,64\sigma \quad (2)$$

trong đó: R_{mt} là cường độ mục tiêu (MPa)

R_{yc} là cường độ qui định (cấp bê tông) (MPa)

σ là sai lệch chuẩn của cường độ của bê tông (MPa). σ được xác định từ các kết quả thí nghiệm bê tông trước đó của nhà sản xuất.

Trường hợp không có số liệu tính toán σ thì có thể lấy giá trị của σ là 13,5% của R_{yc} .

7.2.6 Tính toán xác định thành phần bê tông cơ sở

1. Xác định tính công tác

Theo mục 5.1 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD năm 1998 của Bộ Xây dựng.

2. Lượng nước trộn

Lượng nước trộn ban đầu cho 1 m^3 bê tông sử dụng cát sông và cát biển được chọn theo mục 5.2 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD năm 1998 của Bộ Xây dựng. Sử dụng tro bay và cát nghiền, cát trộn được hiệu chỉnh như sau:

- Lượng nước trộn giảm 4-6 L/m³ bê tông khi tăng mỗi tỷ lệ tro bay 10% (đối với tro bay PCC).
- Lượng nước trộn tăng 15-20 L/m³ với cát nghiền từ đá vôi, tăng khoảng 12-15 L/m³ với cát nghiền từ đá cát kết.
- Với cát trộn từ cát nghiền và cát tự nhiên lượng nước thay đổi tùy thuộc vào tỷ lệ pha trộn và mô đun độ lớn của cát tự nhiên pha trộn.
- Khi dùng xi măng poóc lăng hỗn hợp lượng nước trộn có thể thay đổi phụ thuộc vào độ hút nước của phụ gia khoáng sử dụng cho loại xi măng đó.
- Khi sử dụng phụ gia dẻo hóa, dẻo hóa cao hoặc siêu dẻo để giảm bớt nước trộn, lượng nước chứa trong phụ gia dạng lỏng được tính trừ vào lượng nước trộn khi lượng dùng phụ gia dạng lỏng vượt quá 2 lít/m³ bê tông. Lượng nước giảm được xác định sơ bộ như sau:
 - + theo khuyến cáo của nhà sản xuất phụ gia;
 - + Tạm tính bằng 0,9 giá trị trong Bảng 5.2 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD đối với phụ gia hóa dẻo;
 - + Tạm tính bằng 0,85 giá trị trong Bảng 5.2 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD đối với phụ gia hóa dẻo cao;
 - + Tạm tính bằng 0,80 giá trị trong Bảng 5.2 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD đối với phụ gia siêu dẻo.

3. Xác định tỷ lệ nước/chất kết dính

Lựa chọn tỷ lệ N/CKD dựa trên hai điều kiện:

- Đảm bảo cường độ mục tiêu của bê tông;
 - Đảm bảo độ bền lâu của bê tông trong môi trường làm việc thực tế.
- a) Đảm bảo cường độ mục tiêu của bê tông:

Tỷ lệ N/CKD được tính toán theo cường độ mục tiêu xác định tại 7.2.5.

Căn cứ vào cường độ mục tiêu, xác định tỷ lệ (N/CKD) theo công thức:

$$\frac{CKD}{N} = \frac{R_{mt}}{A.R_{CKD}} + 0,5 \quad (4)$$

Nếu tỷ lệ X/N tính theo công thức (4) lớn hơn 2,5 thì tính lại theo công thức

$$\frac{CKD}{N} = \frac{R_{mt}}{A_1.R_{CKD}} - 0,5 \quad (5)$$

trong đó:

+ R_{CKD} là cường độ tuổi 28 ngày của CKD (MPa), thí nghiệm theo TCVN 6016:2011. Khi không có cường độ thực tế, có thể tính giá trị theo hướng dẫn ở mục 7.2.4.

+ R_{mt} là cường độ mục tiêu, MPa, xác định tại 7.2.5.

+ A , A_1 là hệ số tính đến chất lượng vật liệu sử dụng. Giá trị của các hệ số này tùy theo vật liệu sử dụng, xác định theo Bảng 5.3 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778 với hiệu chỉnh như sau:

- Hệ số A và A_1 giảm 0,02 với bê tông sử dụng tro bay;
- Hệ số A và A_1 tăng 0,1 và 0,08 với cát nghiền từ đá vôi và đá cát kết.

b) Đảm bảo độ bền lâu của bê tông:

Tùy thuộc vào môi trường làm việc của kết cấu bê tông (qui định phân loại môi trường làm việc của bê tông theo TCVN 12041:2017 và TCVN 9035:2011), tỷ lệ N/CKD của bê tông phải đáp ứng qui định theo TCVN 12041:2017 và TCVN 9035:2011.

Bảng 8. Quy định về chất lượng bê tông trong các môi trường xâm thực theo TCVN 12041:2017

| | Môi trường và mức độ xâm thực | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|------|------|-------------------|-----|-----|-----|------|------|-------------------------------------|------|----------------------|
| | Không nguy cơ ăn mòn hoặc phá hủy | Ăn mòn do cacbonat hóa | | | | Ăn mòn do ion clo | | | | | | Ăn mòn hóa chất từ đất và nước ngầm | | |
| | | Ion clo từ nước biển | Ion clo từ nguồn khác nước biển | | | | | | | | | | | |
| XO | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | XS1 | XS2 | XS3 | XD1 | XD2 | XD3 | XA1 | XA2 | XA3 | |
| N/CKD tối đa | - | 0.6 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.45 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.50 | 0.40 | 0.50 | 0.45 | 0.40 |
| Cấp cường độ tối thiểu, MPa | B15 | B25 | B30 | B35 | B35 | B35 | B45 | B45 | B35 | B35 | B45 | B35 | B35 | B45 |
| Mức cường độ nén tối thiểu, MPa | 20 | 35 | 40 | 45 | 45 | 60 | 60 | 45 | 45 | 60 | 45 | 45 | 60 | |
| Hàm lượng xi măng tối thiểu (kg/m ³)* | - | 280 | 300 | 300 | 320 | 320 | 340 | 360 | 320 | 340 | 360 | 320 | 340 | 380 |
| Yêu cầu khác | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Xi măng bền sun phát |

* mức của xi măng được lựa chọn theo TCVN 9035:2011

Tỷ lệ N/CKD chọn sẽ là giá trị nhỏ hơn trong số N/CKD tính toán và N/CKD tối đa cho phép đảm bảo độ bền lâu của bê tông.

4. Xác định hàm lượng xi măng

Hàm lượng CKD cho 1m³ bê tông, kg, được xác định bằng công thức:

$$CKD = \frac{CKD}{N} \cdot N \quad (6)$$

trong đó:

CKD/N là tỉ lệ CKD trên nước;

N là lượng nước trộn sơ bộ, lít.

Để hỗn hợp bê tông không bị phân tầng và giảm tách nước, hàm lượng CKD không được nhỏ hơn các giá trị qui định ở Bảng 9. Ngoài ra, để đảm bảo độ bền lâu của bê tông, hàm lượng CKD không được nhỏ hơn quy định trong Bảng 8.

Bảng 9. Lượng chất kết dính sử dụng nhỏ nhất của bê tông (kg/m^3)

| Tỷ lệ nước – chất kết dính lớn nhất | Bê tông thường | Bê tông cốt thép |
|-------------------------------------|----------------|------------------|
| 0,60 | 250 | 280 |
| 0,55 | 280 | 300 |
| 0,50 | 320 | |
| 0,45 | 350 | |

Để cải thiện độ đồng nhất, nâng cao tính dính kết và khả năng chống phân tầng của HHBT, có thể sử dụng PGK bổ sung vào lượng xi măng.

5. Xác định hàm lượng phụ gia hóa học

Xem phần xác định lượng nước trộn (điểm 2 của 7.2.6).

6. Xác định hàm lượng cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ

Theo mục 5.5 và 5.6 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD năm 1998 của Bộ Xây dựng.

7. Lập thành phần cấp phối định hướng

Theo mục 5.7 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD năm 1998 của Bộ Xây dựng.

8. Thí nghiệm kiểm tra và lập thành phần bê tông hiện trường

Theo mục 6 và mục 7 của Chỉ dẫn kỹ thuật theo Quyết định 778/QĐ-BXD năm 1998 của Bộ Xây dựng.

8. Chế tạo, vận chuyển, thi công và bảo dưỡng

8.1 Quy định chung

8.1.1 Bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển cần được trộn tại trạm trộn tập trung hoặc bằng máy tại công trường.

8.1.2 Thi công bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển phải phù hợp với các quy định của tiêu chuẩn quốc gia hiện hành về bê tông và bê tông cốt thép liên quan liên quan.

8.1.3 Trong quá trình thi công, phải tiến hành kiểm tra chất lượng tro bay, cát nghiền, cát biển và các nguyên vật liệu khác và chất lượng bê tông theo quy định trong CDKT này.

8.2 Yêu cầu về bảo quản, định lượng vật liệu

8.2.1 Bảo quản và định lượng đối với tro bay làm phụ gia khoáng cho bê tông tương tự với xi măng.

Chú thích: Để đảm bảo chất lượng của tro bay khi lưu kho, kho chứa tro bay dạng bao phải đảm bảo khô, sạch, nền cao, có tường bao và mái che chắc chắn, có lối cho xe ra vào xuất nhập dễ dàng. Các bao tro bay phải được xếp cách tường ít nhất 20 cm và riêng theo từng lô. Tro bay dạng rời được chứa trong silo tương tự như xi măng.

8.2.2 Tại các trạm trộn tập trung, tro bay được cấp lên si lô bằng khí nén phải có độ ẩm không quá 1%.

8.2.3 Bảo quản và định lượng các vật liệu khác cho chế tạo bê tông sử dụng tro bay tương tự như với bê tông thông thường.

8.2.4 Sai số định lượng tro bay và vật liệu khác cho chế tạo bê tông sử dụng tro bay, cát nghiền, cát biển, cát trộn quy định trong Bảng 10.

Bảng 10. Sai số cho phép của một mẻ định lượng nguyên vật liệu

| Chủng loại vật liệu | Sai số cho phép (tính theo khối lượng) | |
|--|---|----------|
| | Trạm trộn tập trung | Máy trộn |
| Vật liệu kết dính (xi măng, phụ gia khoáng vv.) | ±1% | ±1,5% |
| Phụ gia hóa (phụ gia giảm nước hiệu quả cao, hoặc các loại phụ gia hóa khác) | ±1% | ±1% |
| Cốt liệu thô, mịn | ±3% | ±4% |
| Nước trộn | ±1% | ±1,5% |

8.3 Trộn bê tông

8.3.1 Bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển phải được trộn đều tương tự như bê tông thông thường. Thứ tự xả vật liệu vào thùng trộn tương tự như bê tông thông thường. Tro bay phải được định lượng và xả vào thùng trộn cùng hoặc ngay sau khi xả xi măng.

8.3.2 Thiết bị, quy trình trộn bê tông sử dụng tro bay làm phụ gia khoáng cho bê tông tương tự như với bê tông thông thường. Nên áp dụng máy trộn kiểu cưỡng bức.

- 8.3.3 Trước khi chuẩn bị sản xuất bê tông, phải xác định độ ẩm của cốt liệu lớn và nhỏ, đồng thời phải căn cứ vào sự thay đổi của độ ẩm để điều chỉnh tỷ lệ cấp phối bê tông. Mỗi một ca làm việc ít nhất phải lấy mẫu đo 2 lần, ngày mưa thì phải tăng số lần lấy mẫu đo. Bãi chứa cốt liệu nên có mái che mưa nắng.
- 8.3.4 Thời gian trộn bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển nếu không có các thử nghiệm về thời gian trộn thì lấy 1 phút rưỡi với máy trộn tự do và một phút đối với máy trộn cưỡng bức.

8.4 Vận chuyển, đổ và đầm bê tông

- 8.4.1 Vận chuyển, đổ và đầm bê tông sử dụng tro bay và cát nghiền/cát biển tương tự như bê tông thông thường. Các quy định về quy trình, thời gian vận chuyển, đổ và đầm với bê tông sử dụng xi măng thông thường được áp dụng với loại bê tông này.

Chú thích: Thời gian vận chuyển bê tông đảm bảo càng nhanh càng tốt. Bê tông được đổ và đầm ngay sau khi vận chuyển. Tương tự như bê tông xi măng thông thường, các quy định về vận chuyển, đổ và đầm bê tông tro bay sẽ thay đổi tùy thuộc quy định trong tiêu chuẩn của loại bê tông chế tạo. Sử dụng tro bay làm kéo dài thời gian đông kết của bê tông thông thường khoảng 1 đến 2 giờ [16], điều này có lợi cho việc tăng thời gian vận chuyển và thi công bê tông. Mức độ kéo dài thời gian đông kết bê tông phụ thuộc vào loại tro bay và hàm lượng tro bay sử dụng. Thời gian vận chuyển, thi công bê tông đã được quy định trong một số tiêu chuẩn TCVN hiện hành quy định về vận chuyển, đổ và đầm bê tông như TCVN 4453:1995 áp dụng cho bê tông toàn khối nói chung; TCVN 9341:2012 áp dụng cho bê tông khối lớn, TCVN 9395:2012 áp dụng cho cọc khoan nhồi, v.v...Tuy nhiên, trong mọi trường hợp thì thời gian vận chuyển bê tông không được vượt quá 90 phút với nhiệt độ ngoài trời trên 25°C hoặc không quá 120 phút khi nhiệt độ dưới 25°C; nhiệt độ của bê tông khi đổ không được dưới 10°C.

8.5 Bảo dưỡng

- 8.5.1 Bê tông sử dụng tro bay, cát nghiền/cát biển phải được bảo dưỡng ẩm ban đầu như với bê tông thông thường. Thời gian duy trì bảo dưỡng ẩm ban đầu của loại bê tông này cần dài hơn so với bê tông sử dụng xi măng poóc lăng thông thường, tối thiểu 2 ngày ở nhiệt độ trung bình trong ngày không thấp hơn 15 °C. Nhiệt độ bề mặt của bê tông trong thời gian bảo dưỡng ban đầu không được dưới 10 °C.
- 8.5.2 Khi bê tông được gia tốc quá trình bảo dưỡng bằng hơi nước, nhiệt, ...thời gian và chế độ bảo dưỡng cần phải thử nghiệm để tránh ảnh hưởng bất lợi đến cường độ và độ bền lâu của bê tông ở tuổi muộn.

Chú thích: Do bê tông sử dụng tro bay loại F phát triển cường độ chậm hơn so với bê tông thông thường, nên yêu cầu bảo dưỡng ẩm của bê tông tro bay cũng cần kéo dài hơn. Mức độ kéo dài thời gian bảo dưỡng ẩm phụ thuộc vào hàm lượng tro bay và cường độ của bê tông, tương tự như với bê tông xi măng thông thường. Lưu ý rằng, nhiệt độ là yếu tố quan trọng ảnh

hướng phát triển cường độ bê tông, do vậy thời gian bảo dưỡng mùa lạnh khác so với mùa nóng. Ngoài ra, khi bê tông thi công trong mùa lạnh, hàm lượng tro bay có thể được khuyến cáo sử dụng thấp hơn so với mùa nóng để đảm bảo việc phát triển cường độ bê tông theo yêu cầu. Theo khuyến nghị của JSCE [8] thì khi sử dụng tro bay ở tỷ lệ 20-30% thì thời gian bảo dưỡng ẩm ban đầu của bê tông cần kéo dài hơn so với bê tông sử dụng xi măng poóc lăng thông thường tối thiểu 2 và 5 ngày tương ứng với ở nhiệt độ trung bình hàng ngày là 15 và 10 °C tương ứng.

9. Kiểm tra và nghiệm thu bê tông

9.1 Kiểm tra chất lượng nguyên vật liệu bê tông

9.1.1 Nguyên vật liệu cho sản xuất bê tông trước khi đưa nhà máy, trạm trộn, công trường phải căn cứ vào quy định để nghiệm thu các hồ sơ chứng minh chất lượng sản phẩm của lô hàng như: giấy chứng nhận hợp chuẩn, phiếu kiểm tra xuất xưởng hoặc giấy chứng nhận chất lượng sản phẩm, sản phẩm là phụ gia còn phải có catalog hướng dẫn sử dụng.

9.1.2 Sau khi nguyên liệu đã được đưa vào nhà máy, trạm trộn, công trường phải tiến hành kiểm tra nhập xưởng, đồng thời trong quá trình sản xuất bê tông, nên tiến hành lấy mẫu tại chỗ nguyên vật liệu sản xuất bê tông để kiểm tra.

9.1.3 Các hạng mục kiểm tra nhập xưởng và lấy mẫu tại chỗ trong quá trình sản xuất phải phù hợp theo quy định dưới đây:

- Hạng mục kiểm tra đối với tro bay tối thiểu bao gồm: khối lượng riêng, độ mịn sót sàng 45 μ m, hàm lượng MKN, chỉ số hoạt tính cường độ.
- Hạng mục kiểm tra đối với cát biển tối thiểu bao gồm: hàm lượng ion clo, cấp phối hạt, mô đun độ mịn, hàm lượng vỏ sò, hàm lượng bùn, bụi, sét và hàm lượng sét, bùn cục.
- Hạng mục kiểm tra đối với cát nghiền tối thiểu bao gồm: nguồn gốc, thành phần hạt, mô đun độ mịn, hàm lượng hạt nhỏ hơn 0,15 mm và 0,075 mm.
- Các hạng mục kiểm tra của nguyên vật liệu khác phải thực hiện theo các tiêu chuẩn quốc gia hiện hành.

9.1.4 Quy tắc kiểm tra nguyên vật liệu phải phù hợp quy định dưới đây:

- Đối với tro bay: mỗi đợt 500 tấn tro bay rời phải kiểm tra một lần, mỗi đợt 200 tấn tro bay đóng bao phải kiểm tra một lần;
- Cát biển, cát nghiền mỗi đợt 350 m³ hoặc 500 tấn, cốt liệu lớn (đá) mỗi đợt 300 tấn (200m³) phải kiểm tra một lần.
- Với nguyên liệu khác: mỗi đợt 500 tấn xi măng rời phải kiểm tra một lần, mỗi đợt 200 tấn xi măng bao phải kiểm tra một lần; phụ gia khoáng (không phải tro

bay) mỗi đợt 200 tấn phải kiểm tra một lần; phụ gia hóa học mỗi đợt 50 tấn phải kiểm tra một lần.

- Nguyên vật liệu cho bê tông cung ứng không cùng đợt hoặc không liên tục, nếu không đủ cho một lần kiểm tra, thì phải căn cứ vào cùng chủng loại và cùng cấp vật liệu để mỗi đợt phải kiểm tra một lần.
- Chất lượng của tro bay, cát nghiền, cát biển, cát trộn và các nguyên vật liệu khác phải phù hợp với quy định Điều 5 của CDKT này.

9.2 Kiểm tra tính năng của hỗn hợp bê tông

9.2.1 Thiết bị định lượng và thiết bị của hệ thống sản xuất phải qua kiểm định mới được sử dụng, đồng thời đơn vị sản xuất bê tông phải tự kiểm tra mỗi tháng một lần. Mỗi ca sản xuất phải kiểm tra sai số định lượng nguyên vật liệu một lần; mỗi ca phải kiểm tra thời gian trộn nguyên vật liệu 2 lần, sai số định lượng nguyên vật liệu và thời gian trộn phải tương ứng phù hợp với quy định tại 8.2 của CDKT này.

9.2.2 Trong quá trình sản xuất và thi công, phải tiến hành lấy mẫu hỗn hợp bê tông, lần lượt tại địa điểm trộn và địa điểm đổ bê tông để xác định tính công tác và độ tách nước.

9.2.3 Mỗi một ca làm việc phải ít nhất kiểm tra 2 lần xác định độ sụt, kiểm tra tính công tác và độ tách nước của hỗn hợp bê tông.

9.2.4 Tính năng của hỗn hợp bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển phải phù hợp với quy định về tính công tác, độ tách nước (nếu yêu cầu) theo thiết kế công trình.

9.2.5 Khi tính năng của hỗn hợp bê tông xảy ra bất thường, phải tìm rõ nguyên nhân, đồng thời phải căn cứ vào tình hình thực tế tiến hành điều chỉnh thành phần cấp phối.

9.3 Kiểm tra tính năng của bê tông đóng rắn

9.3.1 Khi kiểm tra tính năng về cơ lý và độ bền lâu của bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển, phải tiến hành kiểm tra các hạng mục do thiết kế quy định.

9.3.2 Quy định kiểm tra chỉ tiêu về cơ lý và độ bền lâu của bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển áp dụng quy phạm hiện hành về kiểm tra và nghiệm thu đối với bê tông và bê tông cốt thép theo qui định trong thiết kế.

Chú thích:

Bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển thường phát triển cường độ tuổi sớm chậm hơn so với bê tông poóc lăng thông thường nên cần lưu ý kiểm tra cường độ của bê tông trước khi tháo khuôn, đặc biệt là trong điều kiện thời tiết lạnh.

9.4 Nghiệm thu kết cấu bê tông

- 9.4.1 Nghiệm thu kết cấu, cấu kiện bê tông tro bay và cát nghiền/cát biển tương tự như kết cấu, cấu kiện bê tông thông thường (theo thiết kế và phù hợp với tiêu chuẩn quy phạm hiện hành).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Việt Hùng và ccs, Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu chế tạo cấu kiện bê tông sử dụng tro bay và vật liệu tại chỗ cát biển/cát nghiền”, đề tài RD Bộ Xây dựng mã số RD 79-18, Viện Vật liệu xây dựng, 2020.
2. Lê Việt Hùng và cộng sự, Báo cáo tổng kết đề tài RD 122-13 Nghiên cứu sử dụng tro bay hàm lượng mất khi nung lớn hơn 6% làm phụ gia cho sản xuất bê tông và vữa xây dựng, Viện Vật liệu xây dựng 2014.
3. Hoàng Văn Thịnh, Nguyễn Mạnh Tường, Báo cáo tổng kết đề tài Nghiên cứu sử dụng tro bay nhiệt điện Quảng Ninh làm phụ gia khoáng để sản xuất xi măng poóc lăng hỗn hợp, xi măng poóc lăng hỗn hợp ít toả nhiệt và xi măng poóc lăng hỗn hợp bền sun phát tại nhà máy xi măng Hạ Long, Viện Vật liệu xây dựng 2013
4. Vũ Hải Nam và cộng sự, Báo cáo tổng kết đề tài Nghiên cứu sử dụng tro bay Ấn Độ và Phả Lại cho sản xuất xi măng và bê tông, Viện Vật liệu xây dựng 2007.
5. Tiêu chuẩn Hội Bê tông Hoa Kỳ, ACI 232.3R-03 Use of Fly Ash in Concrete (Sử dụng tro bay cho bê tông).
6. Tiêu chuẩn Hội Bê tông Hoa Kỳ, ACI 318-14, Building Code Requirements for Structural Concrete (Quy phạm xây dựng cho kết cấu bê tông).
7. Tiêu chuẩn ngành nước Cộng hòa nhân dân Trung Hoa, JGJ 206-2010 Quy phạm bê kỹ thuật sử dụng bê tông cát biển (Technical code for application of sea sand concrete), Bộ Xây dựng Nhà ở, Đô thị và Nông thôn công bố ngày 18 tháng 5 năm 2010 (dịch từ bản tiếng Trung).
8. Hiệp Hội Kỹ sư xây dựng Nhật Bản (JSCE), Recommendation for construction of concrete containing fly ash as a mineral admixture, Concrete library of JSCE No.36, December 2000 (English version).