



QUY TRÌNH KỸ THUẬT CHẾ TẠO CẤU KIỆN BÊ TÔNG NHẸ CÁCH NHIỆT - CHỐNG CHÁY

Chu Thị Hải Ninh^{1*}, Nguyễn Đình Thám², Vũ Minh Đức³

Tóm tắt: Trong bài báo này, quy trình kỹ thuật để chế tạo cấu kiện bê tông nhẹ cách nhiệt - chống cháy (BNCC) trong nhà máy đã được đề xuất, trong đó cấu kiện BNCC gồm các tấm và các khối viên xây nhằm sử dụng bọc chống cháy cho các cấu kiện chịu lực và xây tường chống cháy cho các công trình. BNCC được chế tạo từ xi măng pooc lăng hỗn hợp (xi măng PCB30 Hoàng Thạch) và phế thải tro bay nhiệt điện có các ưu điểm sau: khối lượng thể tích nhỏ ($\leq 800\text{kg/m}^3$), độ dẫn nhiệt thấp và khả năng làm việc ở nhiệt độ cao đến 1000°C . Việc sử dụng vật liệu BNCC có thể đem lại hiệu quả kinh tế và khả năng chống cháy cho công trình dân dụng và công nghiệp.

Từ khóa: Tro bay; chất kết dính chịu nhiệt; bê tông nhẹ cách nhiệt-chống cháy.

The process of producing insulated-fireproof lightweight concrete components in factories

Abstract: In this paper, a process of producing insulated-fireproof lightweight concrete (BNCC) components in factories was proposed, in which BNCC components include sheets and blocks used as fireproof covers for structural members and fireproof walls of buildings. BNCC is produced from the mixed portland cement (PCB30 Hoang Thach cement) and waste additive of fly ash with the following advantages: small volume density ($\leq 800\text{kg/m}^3$), low thermal conductivity and working capability at high temperatures up to 1000°C . The use of BNCC as a fireproof material can provide an economic and effective fire-resistant solution for civil and industrial buildings.

Keywords: Fly ash; heat-resistant binder; insulated-fireproof lightweight concrete.

Nhận ngày 13/3/2017; sửa xong 28/4/2017; chấp nhận đăng 30/5/2017
Received: March 13, 2017; revised: April 28, 2017; accepted: May 30, 2017



1. Giới thiệu

Ở Việt Nam, kết cấu thép (KCT) đã được sử dụng khá phổ biến cho các công trình nhà công nghiệp để vượt nhịp lớn và có xu hướng sử dụng ngày càng tăng cho các công trình nhà dân dụng; tuy nhiên vấn đề bảo vệ chống cháy cho các công trình này vẫn chưa được quan tâm đầy đủ vì chi phí khá cao. KCT có nhiều ưu điểm như: khả năng chịu lực lớn, độ tin cậy cao; trọng lượng nhẹ; tính công nghiệp hoá cao; tính cơ động trong vận chuyển, lắp ráp; tính kín; tuy nhiên lại có một nhược điểm lớn là khả năng chịu lửa kém. Ở 150°C , cường độ và môđun đàn hồi của thép giảm đáng kể và rất khó xác định được khả năng chịu lực. Tới $500 - 600^\circ\text{C}$, thép chuyển sang trạng thái dẻo, dẫn đến KCT mất khả năng chịu lực và bị sụp đổ nhanh chóng [1]. Do vậy, KCT cần được bọc chống cháy nhằm tăng thời gian chống cháy, đồng thời tăng thời gian an toàn thoát hiểm cho con người, đảm bảo di chuyển tài sản và dập tắt đám cháy khi xảy ra cháy. Theo quy chuẩn [2], yêu cầu chống cháy cho các cấu kiện kết cấu công trình cấp 1 và 2 tương ứng là R150 và R120, và cho tường ngăn cháy loại 1 và 2 là REI150 và REI160; trong đó kí hiệu R là khả năng chịu lực, E là tính toàn vẹn và I là khả năng cách nhiệt. Ví dụ REI150 có nghĩa là cấu kiện cần duy trì được đồng thời cả 3 yêu cầu về khả năng chịu lực, tính toàn vẹn và cách nhiệt trong khoảng thời gian chịu tác động của lửa tối đa là 150 phút theo chế độ nhiệt tiêu chuẩn.

Hiện nay, để bọc chống cháy cho kết cấu chịu lực thường dùng các giải pháp chính sau: (1) Sơn chống cháy: KCT được bọc một lớp sơn trương nở (intumescent), sẽ bị phồng lên khi gặp nhiệt độ cao để tạo ra một lớp không khí ngăn giữa KCT và nhiệt độ cao bên ngoài; ưu điểm của giải pháp này là thi công đơn giản, kết cấu giữ được hình dáng gốc, khả năng bảo vệ các chi tiết tốt, nhưng giá thành cao; (2) Phun chống cháy: ví dụ như phun bọc chống cháy; tuy nhiên bề mặt kết cấu xù xì mất thẩm mỹ, thi công gặp nhiều khó khăn do phải phun tại công trường, không kết hợp với các công việc khác được do chất độc hại, công nhân thi công thường phải mặc quần áo bảo hộ và đeo mặt nạ phòng độc; (3) Bọc bằng các tấm thạch cao chống cháy: được chế tạo sẵn và thi công lắp ghép có sử dụng hệ thống khung thép đặc biệt để tạo liên kết. Các loại vật liệu chống cháy ở trên đều được sản xuất, chế tạo từ các nguyên vật liệu và nguồn tài nguyên quý nên sẽ dần cạn kiệt khi khai thác.

¹ThS, Khoa Doanh trại, Học viện Hậu cần.

²PGS.TS, Khoa Xây dựng DD&CN, Trường Đại học Xây dựng.

³PGS.TS, Khoa Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng.

*Tác giả chính. E-mail: chuthihaininh@gmail.com.

Ngoài ra, vấn đề bảo vệ chống cháy cho các công trình kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) và liên hợp thép - bê tông ở Việt Nam cũng chưa được quan tâm thích đáng; do vậy khi BTCT làm việc liên tục ở nhiệt độ cao và trong thời gian đủ dài, kết cấu thường bị phá hoại và không thể sử dụng được sau khi cháy. Tiêu chuẩn [3] quy định việc thiết kế kết cấu công trình nhà BTCT cần đảm bảo làm việc dưới tác động của nhiệt độ không quá 50°C và không thấp hơn -70°C. Điều này là do vật liệu BTCT không thể duy trì được khả năng chịu lực khi chịu nhiệt độ cao và trong thời gian tác dụng nhiệt dài. Do đó, các vụ cháy xảy ra thường làm giảm rất nhiều khả năng chịu lực của kết cấu và gây ra hậu quả nghiêm trọng về người và của.

Trong các nghiên cứu [4-6], tác giả đã trình bày các kết quả nghiên cứu ban đầu về việc chế tạo vật liệu BNCC; đó là loại bê tông khí không chưng áp, chế tạo từ nguồn phế thải tro bay nhiệt điện, có khả năng làm việc ở nhiệt độ cao đến 1000°C và duy trì trong thời gian khá dài. Trong bài báo này, quy trình kỹ thuật để chế tạo các cấu kiện BNCC đúc sẵn trong nhà máy đã được đề xuất. Tác giả đã nghiên cứu ứng dụng vật liệu BNCC chủ yếu theo hướng thi công lắp ghép; cụ thể là các cấu kiện BNCC được chế tạo trước trong nhà máy hoặc tại công trường gồm các tấm để ốp chống cháy cho các cấu kiện kết cấu chịu lực và các khối viên xây để xây tường chống cháy. Mục tiêu hướng tới là sau đám cháy, hệ kết cấu chịu lực của công trình vẫn được bảo toàn về khả năng chịu lực và nếu có hư hỏng chỉ xảy ra ở lớp BNCC bọc chống cháy, do vậy sẽ đơn giản và ít tốn kém khi chỉ thi công thay thế mới lớp BNCC.

2. Kết quả nghiên cứu

2.1 Nghiên cứu khả năng chống cháy của vật liệu BNCC

Tác giả đã tiến hành đúc mẫu từ vật liệu BNCC và thử nghiệm chống cháy theo tiêu chuẩn [7] ở Trung tâm nghiên cứu ứng dụng Khoa học kỹ thuật Phòng cháy chữa cháy thuộc Trường Đại học Phòng cháy chữa cháy - Bộ Công an. Kết quả thử nghiệm được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thử chống cháy của mẫu chế tạo từ vật liệu BNCC

TT	Kích thước mẫu thử bê tông BNCC (mm)	KLTT γ (kg/m ³)	Khối lượng 1 mẫu (kg)	Cường độ nén R _n (MPa)	Thời gian chống cháy
1	Tấm 480x480x50	750	8,64	4-5	EI140
2	Tấm 480x480x70	750	12,096	4-5	>EI190
3	Block 300x150x100mm	750	3,375	4-5	EI220(*)

Ghi chú: (*) là thời gian chống cháy của tường dày 100mm dùng vữa chịu nhiệt xây từ các viên BNCC kích thước 300x150x100mm;
Quá trình thử cháy của tất cả các mẫu đều không có hiện tượng bốc khói ở mặt không tiếp xúc lửa, không sinh ra khói độc.

Kết quả thử nghiệm cho thấy vật liệu BNCC có khả năng chống cháy rất cao so với yêu cầu trong quy chuẩn [2], chỉ với chiều dày lớn hơn hoặc bằng 50mm là đủ để bọc bảo vệ chống cháy cho các cấu kiện kết cấu chịu lực của các loại, cấp công trình xây dựng. Thực tế cho thấy khói sinh ra từ đám cháy là một trong những nguyên nhân chính gây chết người nhanh nhất và, bên cạnh đó, khói của nhiều loại vật liệu xây dựng có chứa một số chất độc hại gây chết người. Vật liệu BNCC là vật liệu không cháy và không sinh ra khí độc, rất thân thiện với môi trường.

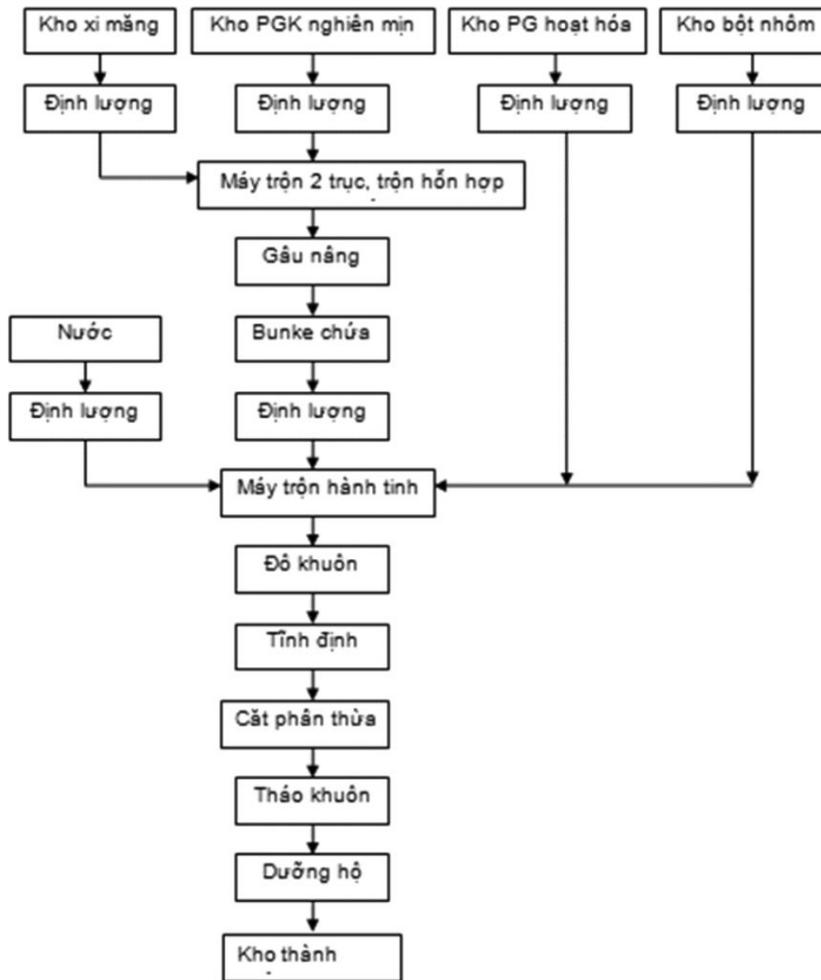
2.2 Đề xuất quy trình kỹ thuật chế tạo cấu kiện BNCC trong nhà máy

Xuất phát từ kết quả nghiên cứu chế tạo vật liệu BNCC, quy trình chế tạo thủ công các cấu kiện BNCC trong phòng thí nghiệm và quy trình chế tạo bê tông khí không chưng áp trong các nhà máy hiện nay tác giả đề xuất quy trình chế tạo cấu kiện BNCC trong nhà máy như trong Hình 1 với các công đoạn chính như sau.

2.2.1 Chuẩn bị nguyên vật liệu

Tất cả các thành phần đưa vào để chế tạo BNCC đều phải qua khâu gia công, chuẩn bị và cân đong riêng với từng loại, được xếp riêng trong từng kho. Yêu cầu đối với nguyên vật liệu như sau:

a) Chuẩn bị xi măng: Xi măng dùng trong BNCC phải đáp ứng các yêu cầu trong các tiêu chuẩn hiện hành [8-10] và là loại xi măng có lợi cho việc chế tạo chất kết dính chịu nhiệt cũng như bê tông chịu nhiệt cách nhiệt chống cháy. Tốt nhất là sử dụng xi măng do một nhà máy sản xuất. Yêu cầu với xi măng là phải đạt được: các yêu cầu về các tính chất cơ lý (như cường độ, độ ổn định thể tích, thời gian ninh kết rắn chắc, độ mịn, ...); các yêu cầu về khả năng chịu nhiệt khi có mặt phụ gia, tức là nên chọn xi măng có thành phần hóa không chứa các ôxyt dễ chảy ở nhiệt độ cao gồm CaO, MgO, Fe₂O₃ và chọn xi măng có nhiều ôxyt có lợi cho tính chịu nhiệt gồm SiO₂, Al₂O₃. Xi măng khi mua về từ nhà máy cần được tổ chức bốc dỡ và bảo quản cẩn thận, tránh làm giảm hoạt tính của xi măng. Khi bảo quản nên sử dụng các kho bunke hoặc xylô kín với hệ thống dỡ tải bằng khí nén. Trước khi sử dụng, xi măng được bơm lên các bunke chứa, rồi đưa vào thiết bị định lượng để từ đó đưa vào các thiết bị chế tạo hỗn hợp bê tông cùng với các loại nguyên liệu khác.



Hình 1. Quy trình chế tạo cấu kiện BNCC trong nhà máy

b) Phụ gia khoáng nghiền mịn (tro bay): Là phụ gia chịu nhiệt, yêu cầu phải có thành phần khoáng hóa ổn định thỏa mãn yêu cầu chung đối với khoáng vô cơ nghiền mịn khi sử dụng làm phụ gia tăng tính chịu nhiệt cho xi măng. Ngoài ra phải có độ tinh khiết cao, có độ mịn cần thiết. Đặc biệt không lẫn các thành phần tạp chất gây ra các hiện tượng biến đổi hóa lý làm phá vỡ cấu trúc của bê tông khi ở điều kiện nhiệt độ cao và thay đổi. Đặc biệt không chứa các khoáng cacbonat, khoáng chứa sắt vì không có lợi cho tính chịu nhiệt. Đồng thời, yêu cầu tro bay có hàm lượng mất khi nung nhỏ hơn 5%, tro được phơi khô, kiểm tra bằng tay thấy tro mịn, tơi, xốp, không vón cục vì độ ẩm trong tro sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến lượng nước dùng để trộn bê tông.

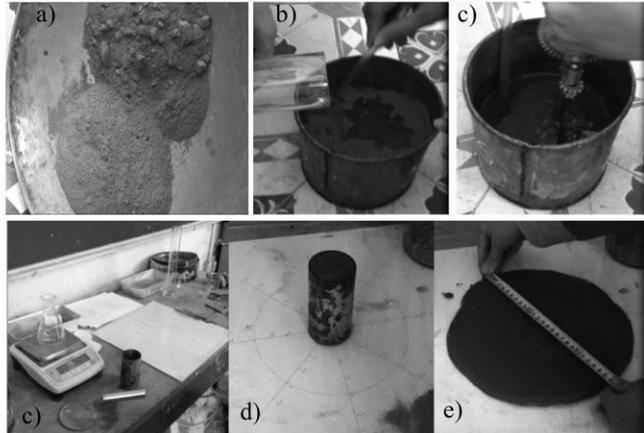
Nguyên liệu dùng làm phụ gia khoáng nghiền mịn, trước khi đưa vào sản xuất có thể phải qua khâu gia công cơ học như: đập, nghiền, sàng để đảm bảo yêu cầu về độ mịn, nếu như mang về ở dạng thô. Trước khi sản xuất cần tiến hành kiểm tra độ mịn của tro bay, đề xuất kiểm tra theo tiêu chuẩn [8]. Để đảm bảo được yêu cầu về độ mịn của tro bay có thể sử dụng máy nghiền bi hoặc máy nghiền bi rung. Cũng giống như xi măng, tro bay sau khi được gia công cơ học cần phải bảo quản trong các kho kín như kho bunke hoặc xi lô với các hệ thống bơm khí nén.

c) Chất tạo rỗng (bột nhôm): Bột nhôm sử dụng để tạo khí. Chất lượng và quá trình tạo khí sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của BNCC nên phải kiểm tra chất lượng của bột nhôm trước khi chế tạo BNCC. Yêu cầu đối với chất tạo rỗng là phải có độ mịn lớn để phân bố đồng đều trong hỗn hợp bê tông và tạo ra các lỗ rỗng kín, nhỏ và kích thước đồng đều. Chất tạo rỗng cần được bảo quản cẩn thận tránh làm giảm hoạt tính và tránh bị ẩm ướt, để đảm bảo độ hoạt tính yêu cầu bột nhôm đạt 97% nhôm nguyên chất. Bột nhôm cần phải được bảo quản cẩn thận và định lượng chính xác vì nó quyết định chỉ tiêu quan trọng là khối lượng thể tích của BNCC.

d) Chất hoạt tính bề mặt (chất tẩy), tuân theo tiêu chuẩn [11]: Chất tạo khí hiện nay thường dùng nhất là bột nhôm. Bột nhôm thường được bảo vệ bằng một màng parafin mỏng hoặc một loại dầu thực vật. Chất hoạt tính bề mặt phá vỡ màng bao bọc bột nhôm để đẩy nhanh quá trình phản ứng hóa học giữa Al và Ca(OH)_2 trong hỗn hợp tạo ra khí giúp bê tông trương nở thể tích. Liều lượng sử dụng bằng 1-5% trọng lượng bột nhôm.

e) Phụ gia hoạt hóa (sử dụng dung dịch kiềm NaOH): Yêu cầu phụ gia hoạt hóa phải đảm bảo độ sạch, không có cặn, đều màu và đảm bảo đúng nồng độ yêu cầu để tạo khí (đúng nồng độ để đảm bảo cho phản ứng giữa Al và NaOH xảy ra hoàn toàn và triệt để theo phương trình phản ứng $2Al + 2NaOH + 3H_2O \rightarrow Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot H_2O + 3H_2 + Q$), phải đảm bảo độ nhớt thích hợp để cho hệ số nở phồng cao và giữ được khí khi nở phồng, phải hòa tan một cách dễ dàng trong nước để đảm bảo cho chất tạo rỗng có khả năng hoạt tính phản ứng với các thành phần thủy hóa của xi măng.

f) Nước: nước sử dụng để chế tạo BNCC cần đảm bảo các yêu cầu giống như đối với bê tông thường. Trong sản xuất công nghiệp cấu kiện BNCC trong nhà máy, nước nên duy trì nhiệt độ thích hợp để quá trình nở phồng đạt kết quả tốt nhất, đồng thời có tác dụng thúc đẩy quá trình ninh kết rắn chắc của bê tông, rút ngắn thời gian dưỡng hộ và hơn hết là dễ dàng kiểm soát được thời gian và chất lượng sản phẩm bê tông ổn định giữa các mẻ trộn, không bị ảnh hưởng bởi thời tiết. Nước dùng để trộn và bảo dưỡng BNCC phải là nước sạch. Không được dùng các loại nước thải sinh hoạt, công nghiệp hoặc các loại nước ao có nhiều cặn bẩn, dầu mỡ. Lượng nước dùng trộn bê tông phụ thuộc vào độ ẩm của tro bay, cho nên trước khi trộn bê tông phải xác định lượng nước trộn thông qua việc xác định độ chảy loãng. Kết quả độ chảy loãng nằm trong phạm vi $d = 21,5\text{cm} \pm 23\text{cm}$ là đạt yêu cầu. Hình 2 là một số hình ảnh về quá trình thí nghiệm xác định độ chảy loãng của BNCC.



Hình 2. Thí nghiệm đo độ chảy loãng của BNCC trong phòng thí nghiệm

2.2.2 Quy trình chế tạo sản phẩm cấu kiện BNCC trong nhà máy

a) Định lượng nguyên vật liệu: Định lượng xi măng, tro bay, bột nhôm, chất tẩy màng bọc bột nhôm, phụ gia hoạt hóa, nước theo cấp phối tính toán cho 1 mẻ trộn thực tế của máy trộn 2 trục.

b) Chuẩn bị khuôn và mặt bằng sản xuất: Sau khi chuẩn bị đầy đủ nguyên vật liệu tiến hành chuẩn bị khuôn và bố trí mặt bằng sản xuất sao cho: khoảng cách giữa các khuôn đủ rộng đảm bảo cho khi sản xuất máy móc và công nhân thao tác thuận lợi, dễ dàng; lắp ghép và kiểm tra các mối liên kết của khuôn đảm bảo khuôn thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật; bôi chống dính cho khuôn ở toàn bộ bề mặt khuôn tiếp xúc với sản phẩm bê tông bằng dầu chống dính.

c) Trộn hỗn hợp bê tông và tạo hình sản phẩm: Sau khi nguyên vật liệu được định lượng xong, tiến hành đổ xi măng và tro bay vào máy trộn 2 trục để trộn đều. Hỗn hợp khô sau khi trộn xong đưa vào gầu nâng rồi đổ vào bunke chứa. Định lượng hỗn hợp xi măng và tro bay đã trộn theo thể tích thực tế một mẻ trộn của máy trộn hành tinh, đưa hỗn hợp khô này vào máy trộn hành tinh, chế nước vào trộn đều. Tiếp theo, đổ vào hỗn hợp một lượng huyền phù tạo rỗng theo yêu cầu và trộn đều. Ngay sau khi trộn đều, hỗn hợp bê tông ướt được đổ vào khuôn tạo hình, theo đường máng. Bê tông sau khi đổ vào khuôn phải để ở trạng thái tĩnh (không được di chuyển, tránh làm ảnh hưởng đến quá trình phồng nở của bê tông). Theo dõi quá trình phồng nở của bê tông trong khuôn, bê tông sẽ phồng nở vượt quá chiều cao khuôn, chờ quá trình phồng nở kết thúc, tiếp tục để tĩnh khuôn bê tông trong một thời gian.

d) Cắt bê tông và dưỡng hộ sản phẩm: Sau khi bê tông nở phồng ổn định (bê tông mất tính dẻo, có thể kiểm tra thủ công đơn giản bằng cách dùng ngón tay sờ nhẹ vào bề mặt của bê tông, nếu thấy hiện tượng khi nhấc ngón tay ra, bê tông không bị dính vào ngón tay là được) tiến hành cắt phần bê tông nở thừa vượt miệng khuôn rồi tiến hành cắt dọc, cắt ngang chia tấm bê tông lớn thành các cấu kiện nhỏ theo kích thước thiết kế. Yêu cầu dây kéo để cắt mặt bê tông thừa phải căng, giá cắt dọc, ngang chia cấu kiện phải thẳng. Bê tông sau khi cắt được tiến hành dưỡng hộ. Việc dưỡng hộ sản phẩm BNCC cũng giống như bê tông thường, có thể thực hiện bằng nhiều cách.

Có thể tiến hành dưỡng hộ tự nhiên trong môi trường không khí với nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$ bằng cách tưới nước và trên bề mặt hồ của sản phẩm phủ những vật có khả năng giữ ẩm. Dưỡng hộ trong khuôn trong 24 giờ rồi tiến hành tháo khuôn. Sau khi dỡ khuôn, sản phẩm tiếp tục được mang đi dưỡng hộ, nếu dưỡng hộ trong điều kiện

thường thì có thể mang sản phẩm xếp vào nơi quy định, tưới nước bảo dưỡng thường xuyên ít nhất trong 7 ngày hoặc ngâm sản phẩm trong nước 7 ngày. Có thể rút ngắn thời gian dưỡng hộ bằng cách gia công nhiệt, khi đó cho phép tăng nhanh hệ số quay vòng ván khuôn và rút ngắn chu kỳ công nghệ sản xuất, tận dụng triệt để công suất của các thiết bị dẫn tới đem lại năng suất cao. Dưỡng hộ nhiệt các sản phẩm BNCC có thể tiến hành bằng cách dưỡng hộ trong các bể tunel làm việc gián đoạn hoặc liên tục.

2.2.3 Yêu cầu kỹ thuật

Khi thi công lấy hệ số dôi dư vật liệu trong phạm vi từ 1,1 ÷ 1,2 để kể đến lượng vật liệu mất đi do bám dính vào thùng máy trộn bê tông và do phần thừa cắt đi khi bê tông nở phồng ổn định. Tất cả các nguyên vật liệu trước khi sử dụng cần phải được cân đong chính xác, tránh hiện tượng hao hụt và sai số quá lớn trong quá trình vận chuyển và sản xuất. Sai số cho phép với các loại nguyên vật liệu như sau: Xi măng và nước: sai số $\leq 1\%$; Phụ gia khoáng nghiền mịn (tro bay): sai số $\leq 0,5 \div 1\%$; Chất tạo rỗng (bột nhôm): sai số $\leq 0,01\%$; Phụ gia hoạt hóa: sai số $\leq 0,5\%$; Nước sử dụng để chế tạo BNCC cần phải đảm bảo các yêu cầu giống như nước khi chế tạo bê tông thường, phù hợp với tiêu chuẩn [12].

Khi sử dụng, để đạt hiệu quả nhanh nhất về mặt thời gian, nước nên qua khâu làm nóng nhằm tạo ra hỗn hợp bê tông khí có nhiệt độ thích hợp nhất cho việc phồng nở, đồng thời có tác dụng thúc đẩy quá trình rắn chắc của bê tông, rút ngắn thời gian dưỡng hộ; Khuôn phải kín, khí để tránh rơi vãi và lọt khí ra ngoài làm giảm khả năng nở phồng của bê tông, ảnh hưởng đến chất lượng bê tông sau đổ; Thời gian trộn phối liệu trước khi nạp chất tạo khí kéo dài từ 3÷5 phút. Sau khi nạp chất tạo khí thời gian trộn kéo dài từ 1÷3 phút trong lúc máy trộn di chuyển đến vị trí đổ khuôn; Nhiệt độ hỗn hợp vữa BNCC duy trì ở 38÷40° là tốt nhất, không nên thấp hơn 35°C và cao quá 50°C; Thời gian nở phồng của bê tông trong khuôn, ở trạng thái tĩnh, mạnh mẽ nhất trong khoảng 25 phút đầu, kết thúc phồng nở có thể kéo dài từ 1,5÷2 giờ. Hỗn hợp bê tông sau khi nở phồng được tĩnh định với thời gian tối thiểu từ 3÷4 giờ, sau đó cắt phần bê tông thừa và cắt chia tấm bê tông lớn thành các cấu kiện nhỏ theo kích thước thiết kế.

Sau khi cắt xong, nên dưỡng hộ mặt hở của bê tông để tránh mất nước trong khoảng 24 giờ, sau đó tháo khuôn. Sản phẩm sau tháo khuôn tiếp tục được dưỡng hộ (giống bê tông thường), có thể ngâm trong nước hoặc phủ vật có khả năng giữ ẩm sau đó tưới nước thường xuyên trong 7 ngày hoặc có thể rút ngắn thời gian dưỡng hộ bằng cách gia công nhiệt; Độ chảy loang của hỗn hợp bê tông trong phạm vi từ $d=21,5\text{cm} \div 23\text{cm}$ sẽ đạt khối lượng thể tích của bê tông thành phẩm trong phạm vi từ 700÷750 kg/m³. Độ chảy loang lớn hay nhỏ phụ thuộc vào lượng nước nhiều hay ít. Độ chảy loang nhỏ tương ứng với ít nước hơn, khối lượng thể tích của bê tông thành phẩm sẽ cao hơn, cường độ chịu nén của bê tông cũng sẽ cao hơn và ngược lại; Khối lượng thể tích bê tông ướt dùng để tính toán ván khuôn, lấy $\gamma \approx 1800 \text{ kg/m}^3$.

2.2.4 Đề xuất các tiêu chuẩn kiểm tra, đánh giá chất lượng sản phẩm cấu kiện BNCC

Sản phẩm cấu kiện BNCC trước khi xuất xưởng phải được kiểm tra, đánh giá chất lượng. Vì đây là vật liệu mới nên đề xuất kiểm tra, đánh giá đồng thời theo các tiêu chuẩn sau: tiêu chuẩn [13] dùng kiểm tra đánh giá về hình dáng kích thước, khối lượng thể tích, cường độ chịu nén. Quy chuẩn [3] dùng kiểm tra về khả năng chống cháy. Các phương pháp thí nghiệm kiểm tra đồng thời theo 2 tiêu chuẩn [14, 15]. Hình 3 là một số ảnh chế tạo thủ công cấu kiện BNCC trong phòng thí nghiệm nhằm minh họa cho một số công việc trong quy trình chế tạo cấu kiện BNCC trong nhà máy.



a) Trộn hỗn hợp



b) Bê tông BNCC nở phồng



c) Một số dạng cấu kiện BNCC

Hình 3. Chế tạo thủ công cấu kiện BNCC trong phòng thí nghiệm



3. Kết luận

Bài báo này đã đưa ra được quy trình kỹ thuật để chế tạo cấu kiện BNCC (gồm tấm ốp và bloc viên xây) trong nhà máy như ở Hình 1. Để chế tạo cấu kiện BNCC đạt chất lượng tốt, các công việc trong quy trình chế tạo cần được kiểm soát chặt chẽ như các khâu chuẩn bị nguyên vật liệu, định lượng nguyên vật liệu, chuẩn bị khuôn và bố trí mặt bằng sản xuất, trộn hỗn hợp bê tông và tạo hình sản phẩm, cắt bê tông và dưỡng hộ sản phẩm. Trong quy trình chế tạo cần tuân thủ nghiêm ngặt các yêu cầu kỹ thuật để kiểm soát được thời gian và chất lượng sản phẩm trong các dây chuyền sản xuất. Đồng thời, sản phẩm cấu kiện BNCC trước khi xuất xưởng để mang đến công trình cần được kiểm tra, đánh giá về chất lượng theo các tiêu chuẩn, quy chuẩn đã được đề xuất.

Trong quy trình kỹ thuật chế tạo cấu kiện BNCC, có thể tận dụng được các cơ sở vật chất, máy móc, thiết bị hiện có trong các nhà máy sản xuất bê tông khí không chưng áp. Nguyên vật liệu để chế tạo cấu kiện BNCC là từ các vật liệu địa phương, phổ biến và giá thành không cao (như phế thải tro bay nhiệt điện); do vậy sản phẩm cấu kiện BNCC có thể có giá thành thấp hơn so với các sản phẩm bê tông khí thông thường trên thị trường. Để bảo vệ chống cháy cho các cấu kiện kết cấu chịu lực, chỉ cần dùng một lớp BNCC bọc bảo vệ có chiều dày lớn hơn hoặc bằng 5cm là đủ để đảm bảo các yêu cầu trong quy chuẩn [3]. Việc thi công lớp bảo vệ chống cháy BNCC cho các công trình xây dựng chủ yếu dùng phương pháp lắp ghép.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Văn Hội (2009), *Kết cấu thép cấu kiện cơ bản*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
2. QC06 :2010/BXD, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình*.
3. TCVN 5574:2012, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - tiêu chuẩn thiết kế*.
4. Chu Thị Hải Ninh, Vũ Minh Đức (2015), "Nghiên cứu chế tạo chất kết dính chịu nhiệt dùng xi măng pooc lăng hỗn hợp với phụ gia phế thải tro bay nhiệt điện", *Tạp chí Khoa học công nghệ Xây dựng*, số 24/6.
5. Chu Thị Hải Ninh, Vũ Minh Đức (2016), "Manufacture of lightweight fireproof-insulating concrete using Hoang Thach PCB 30 portland cement and Pha Lai fly ash", *Proceedings of the international conference on Sustainable Development in Civil Engineering 2016*, Construction Publishing house.
6. Chu Thị Hải Ninh, Vũ Minh Đức (2017), "Nghiên cứu chế tạo bê tông nhẹ cách nhiệt chống cháy dùng xi măng pooc lăng hỗn hợp PCB30 Hoàng Thạch với phụ gia phế thải tro bay nhiệt điện Cẩm Phả", *Tạp chí Xây dựng Việt Nam*, 51:55.
7. TCVN 9311-1:2012 (ISO 834-1), *Thử nghiệm chịu lửa - Các bộ phận công trình xây dựng*.
8. TCVN 4030:2003, *Xi măng - Phương pháp xác định độ mịn*.
9. TCVN 6017:1995, *Xi măng - Phương pháp thử - Xác định thời gian đông kết và độ ổn định*.
10. TCVN 6016:1995, *Xi măng - Phương pháp thử - Xác định độ bền*.
11. TCVN 5455 - 1998 (ISO 2271: 1989), *Chất hoạt động bề mặt - chất tẩy rửa - xác định chất hoạt động anion bằng phương pháp chuẩn độ hai pha trực tiếp*.
12. TCVN 4506-2012, *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*.
13. TCVN 9029 : 2011, *Bê tông nhẹ - gạch bê tông bọt, bê tông khí không chưng áp*.
14. TCVN 9030:2011, *Bê tông nhẹ - gạch bê tông bọt, bê tông khí không chưng áp - Phương pháp thử*.
15. TCVN 9311:2012, *Thử nghiệm chịu lửa - Các bộ phận công trình xây dựng*.