

Xây dựng chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng xỉ hạt lò cao nghiền mịn (GGBFS) cho sản xuất bê tông

Lê Việt Hùng¹

¹ Trung tâm Xi măng và Bê tông, Viện Vật liệu xây dựng

TỪ KHOÁ

Chỉ dẫn
Xi hạt lò cao nghiền mịn
GGBFS
Xi
Xi xi măng
Bê tông GGBFS

TÓM TẮT

Xi hạt lò cao nghiền mịn (GGBFS) là sản phẩm được nghiền mịn từ xỉ hạt lò cao – phụ phẩm của quá trình luyện gang trong lò cao. Với các đặc tính khoáng hóa của mình, GGBFS có hoạt tính thủy lực cao khi kết hợp với xi măng poóc-lăng cho chế tạo bê tông, vữa. Trên thế giới hiện nay, GGBFS là một trong những loại phụ gia khoáng được sử dụng nhiều nhất trong sản xuất xi măng và bê tông. Tại Việt nam, GGBFS đã bước đầu được sản xuất trên qui mô công nghiệp và được nhiều nhà sản xuất xi măng và bê tông quan tâm sử dụng cho chế tạo các sản phẩm xi măng và bê tông. Để có sở sở cung cấp cho các kỹ sư các chỉ dẫn cần thiết đảm bảo sử dụng đúng cách GGBFS trong chế tạo bê tông, sử dụng trong công trình xây dựng, đảm bảo chất lượng của công trình và đạt được lợi ích do việc sử dụng GGBFS mang lại (hiệu quả kỹ thuật, kinh tế, môi trường), Bộ Xây dựng đã giao cho Viện Vật liệu xây dựng xây dựng Chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng GGBFS cho sản xuất bê tông. Nội dung của chỉ dẫn bao gồm giới thiệu về các tính chất của GGBFS, ảnh hưởng của nó đến tính chất của hỗn hợp bê tông, bê tông đóng rắn và hướng dẫn cho thiết kế cấp phối, kiểm tra và nghiệm thu bê tông sử dụng GGBFS. Các chỉ dẫn trong tài liệu được tổng hợp từ kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước. Bài báo này trình bày tóm tắt các nội dung của Chỉ dẫn kỹ thuật này với mục đích giới thiệu để người đọc hiểu rõ nội dung và căn cứ xây dựng của tài liệu này.

KEYWORDS

Guideline
Ground granulated blast furnace slag
GGBFS
Slag
Slag cement
GGBFS concrete

ABSTRACT

Ground granulated blast furnace slag (GGBFS) is a product ground to powder from granulated blast furnace slag - a by-product of the blast furnace iron-making process. With its mineralization properties, GGBFS has high hydraulic activity when combined with portland cement for concrete and mortar fabrication. In the world today, GGBFS is one of the most used cementitious supplementary materials in cement and concrete production. In Vietnam, GGBFS has been initially produced on an industrial scale and is used by many cement and concrete manufacturers to produce cement and concrete products. To have the facility to provide engineers with the necessary instructions to ensure the correct use of GGBFS in concrete production, use in construction, ensure the quality of the work, and gain the benefits in the use of GGBFS (respect to engineering, economy, environment), the Ministry of Construction has developed a technical guideline on using GGBFS for concrete production. The content of the guideline includes an introduction to the properties of GGBFS, its influence on the properties of freshly mixed concrete, hardened concrete, and guidance for the design of mix proportions, testing, and acceptance of the concrete using GGBFS. The guidelines in the manual are compiled from the domestic and abroad research results. This paper presents a summary of the contents of this guideline for introduction and for the reader to clearly understand the contents of this guideline.

1. Giới thiệu chung

Xi hạt lò cao nghiền mịn là một trong 3 loại phụ gia khoáng được sử dụng nhiều nhất trong sản xuất xi măng và bê tông (cùng với bột đá vôi và tro bay). Xi hạt lò cao nghiền mịn có thể sử dụng thay thế xi măng ở hàm lượng cao (đến 70 % trong chất kết dính) mà vẫn đảm bảo được các yêu cầu chất lượng của bê tông [1, 2]. Chính vì vậy, sử dụng GGBFS đem lại hiệu quả kinh tế và lợi ích về mặt môi

trường do tiết kiệm năng lượng, tài nguyên và giảm phát thải khí CO₂. Ngoài ra, sử dụng GGBFS cho bê tông còn mang lại nhiều ưu điểm về cải thiện tính chất của hỗn hợp bê tông như giảm lượng nước trộn, tăng tính công tác, tính dễ bơm, giảm nhiệt thủy hóa và tính chất cơ lý của bê tông đóng rắn như tăng cường độ nén tuổi dài ngày, tăng cường độ uốn và đặc biệt cải thiện đáng kể độ bền lâu, khả năng bảo vệ cốt thép khỏi ăn mòn của bê tông nhờ vào khả năng tăng khả năng chống thấm (chất lỏng, khí), tăng khả năng kháng các tác nhân

xâm thực (nước biển, sun phát, hóa chất), giảm nguy cơ khả năng phản ứng kiềm silic, v.v...

Tuy nhiên, để đạt được các ưu điểm của việc sử dụng GGBFS cho bê tông như nêu ở trên, GGBFS phải được sử dụng một cách hợp lý, ngược lại việc sử dụng không đúng cách như sử dụng GGBFS không đảm bảo chất lượng, tỷ lệ GGBFS sử dụng không hợp lý có thể gây ra các ảnh hưởng xấu đến tính chất bê tông như như tách nước, phân tầng, thời gian đông kết quá dài của hỗn hợp bê tông, cường độ tuổi sớm quá thấp, cường độ lâu dài giảm và có thể giảm cả độ bền lâu của bê tông làm ảnh hưởng đến chất lượng công trình.

Việc ứng dụng GGBFS cho chế tạo bê tông đã có lịch sử hơn 100 năm trên thế giới và bắt đầu được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp bê tông ở nhiều nước từ những năm 50-60 của thế kỷ 20. Tại Việt Nam trước đây, lượng xi hạt lò cao phát sinh không lớn và chủ yếu được sử dụng làm nguyên liệu để nghiền cùng clanhke xi măng cho sản xuất xi măng poóc lăng hỗn hợp. Chính vì vậy, sự hiểu biết, kinh nghiệm sử dụng GGBFS cho bê tông trong thực tế tại nước ta còn nhiều hạn chế. Đến nay (2021), sản lượng xi hạt lò cao hàng năm ở nước ra là khá lớn (khoảng 4,6 triệu tấn/năm) và sản phẩm xi hạt lò cao nghiền mịn làm phụ gia khoáng cho bê tông và xi măng đã bắt đầu được sản xuất trên quy mô công nghiệp, mở ra triển vọng sử dụng rộng rãi GGBFS trong lĩnh vực sản xuất bê tông tại Việt Nam.

Trong sản xuất bê tông tại Việt Nam, khác với nhiều nước trên thế giới, nơi mà xi măng poóc lăng là loại xi măng được sử dụng phổ biến nhất, đặc biệt trong chế tạo bê tông, thì tại Việt Nam, xi măng poóc lăng hỗn hợp (PCB) được sử dụng phổ biến nhất trong xây dựng nói chung, cũng như trong lĩnh vực chế tạo bê tông, vừa xây dựng. Chính vì vậy, sử dụng các loại phụ gia khoáng (PGK) trong sản xuất bê tông sử dụng xi măng PCB sẽ khó khăn hơn so với sử dụng xi măng poóc lăng thông thường (PC). Để đảm bảo chất lượng bê tông sử dụng xi măng PCB kết hợp với các loại phụ gia khoáng khác, cần phải có phương pháp sử dụng đúng cách để đảm bảo chất lượng bê tông.

Với sự tổng hợp các kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước, các tiêu chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật sử dụng GGBFS trên thế giới, ban soạn thảo đã xây dựng “Chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng GGBFS làm phụ gia khoáng cho bê tông” (sau đây gọi là CDKT). Mục đích của CDKT này là cung cấp cho các kỹ sư các chỉ dẫn cần thiết để sử dụng đúng cách GGBFS trong chế tạo bê tông, sử dụng trong công trình xây dựng, đảm bảo chất lượng của công trình và đạt được lợi ích do việc sử dụng GGBFS mang lại.

2. Căn cứ xây dựng CDKT

CDKT được xây dựng trên cơ sở tham khảo bố cục và nội dung của các tiêu chuẩn, tài liệu chỉ dẫn kỹ thuật của nước ngoài có phạm vi áp dụng tương tự đang được áp dụng phổ biến trên thế giới như JSCE (1996)[1], JSCE 2007[3], ACI 233R-03(2011)[2], Sổ tay sử dụng xi bột cho công trình công cộng của Đài Loan [4], Hướng dẫn sử dụng xi gang thép trong sản xuất xi măng xi của Nhật Bản[5]; các tiêu chuẩn, chỉ dẫn kỹ thuật trong nước như Chỉ dẫn kỹ thuật lựa chọn thành phần bê tông các loại ban hành theo QĐ 788/BXD (1998)[6], Hướng dẫn sử dụng tro bay trong công trình thủy lợi và

đê điều (2018)[7]. Đặc biệt, các chỉ dẫn về tính chất của bê tông sử dụng GGBFS trong CDKT được xây dựng trên cơ sở sử dụng các kết quả nghiên cứu từ một số nghiên cứu gần đây của Viện Vật liệu xây dựng về sử dụng GGBFS trong nước khi kết hợp với các loại xi măng khác nhau bao gồm xi măng PC và xi măng PCB cho chế tạo bê tông [8-11].

3. Giới thiệu nội dung của CDKT

3.1. Bố cục và hình thức trình bày của CDKT

Hiện không có qui định về bố cục và nội dung trình bày đối với tài liệu Chỉ dẫn kỹ thuật. Tuy nhiên với mục tiêu và phạm vi của CDKT đặt ra, bố cục của CDKT được tham khảo theo qui định về cách trình bày đối với tài liệu kỹ thuật theo TCVN 1-2:2008 và tham khảo các tài liệu hướng dẫn kỹ thuật, sổ tay nước ngoài có phạm vi tương tự như ACI 233-03 (2011)[2], Sổ tay sử dụng xi bột lò cao cho công trình công cộng của Đài Loan [4].

Bố cục của Chỉ dẫn kỹ thuật bao gồm: Tên tài liệu; Phạm vi áp dụng; Tài liệu viện dẫn; Thuật ngữ, định nghĩa; Nguyên vật liệu cho chế tạo bê tông GGBFS; Đặc tính của bê tông GGBFS; Thiết kế thành phần cấp phối bê tông GGBFS; Chế tạo, vận chuyển và bảo dưỡng bê tông GGBFS; Kiểm tra, nghiệm thu bê tông GGBFS; Tài liệu tham khảo; và hai phụ lục, phụ lục A Một số kết quả thí nghiệm về tính chất GGBFS, chất kết dính và bê tông sử dụng GGBFS, phụ lục B Giới thiệu một số công trình sử dụng GGBFS trong thực tế.

3.2. Tên CDKT

Tên tiếng Việt: Chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng xi hạt lò cao nghiền mịn (GGBFS) làm phụ gia khoáng cho sản xuất bê tông.

Tên tiếng Anh: Technical guideline for use of ground granulated blast furnace slag (GGBFS) as mineral admixture for concrete production.

3.3. Phạm vi và đối tượng của CDKT

Phạm vi của CDKT bao gồm chỉ dẫn về phạm vi sử dụng, ảnh hưởng của GGBFS đến chất của hỗn hợp bê tông, bê tông, phương pháp thiết kế thành phần cấp phối, phương pháp chế tạo, thi công, kiểm tra và nghiệm thu bê tông sử dụng GGBFS.

Mặc dù GGBFS có thể sử dụng cho chế tạo bê tông cường độ siêu cao (UHPC), tuy nhiên do chưa có đầy đủ cơ sở để đưa ra các chỉ dẫn sử dụng GGBFS cho loại bê tông này, nên CDKT không áp dụng cho các loại bê tông siêu tính năng UHPC. Tương tự như vậy, CDKT này cũng không áp dụng cho GGBFS với mục đích sử dụng làm chất độn mịn cho bê tông.

3.4. Thuật ngữ, định nghĩa

Các thuật ngữ “Xi hạt lò cao”, “xi hạt lò cao nghiền mịn” được lấy theo TCVN 11586:2016 “Xi hạt lò cao nghiền mịn cho bê tông và vữa xây dựng”; các thuật ngữ khác như “bê tông xi hạt lò cao nghiền mịn”, “chất kết dính”, “tỷ lệ GGBFS” là các thuật ngữ được sử dụng nhiều trong nội dung của CDKT này. Các thuật ngữ này được diễn giải chi tiết để làm rõ bản chất, tránh nhầm lẫn và giải thích lặp lại ở các phần của CDKT.

3.5. Nguyên vật liệu chế tạo bê tông xi măng cao nghiên mìn

Phần này đưa ra chỉ dẫn về lựa chọn và qui định về chất lượng đối với các loại vật liệu cho chế tạo bê tông sử dụng GGBFS làm phụ gia khoáng bao gồm: GGBFS, xi măng, cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, phụ gia hóa học, phụ gia khoáng và nước trộn. Nhìn chung, các yêu cầu đối với các loại vật liệu cho chế tạo bê tông sử dụng GGBFS là phải phù hợp với yêu cầu kỹ thuật qui định trong các TCVN hiện hành cho loại vật liệu đó. Ngoài ra, đối với GGBFS thì có thêm phần Chú thích để bổ sung thông tin cho người đọc về phân loại và chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu đối với GGBFS theo các tiêu chuẩn trong và ngoài nước.

3.6. Đặc tính của bê tông GGBFS

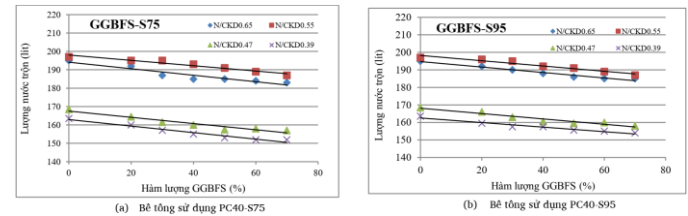
Phần này bao gồm các nội dung: Cơ chế ảnh hưởng của GGBFS đến tính chất bê tông (Mục 5.1); Các ảnh hưởng của GGBFS đến tính chất của hỗn hợp bê tông, bê tông đóng rắn, độ bền lâu của bê tông GGBFS (Mục 5.2, 5.3 và 5.4). Ba mục này trình bày các kết quả tổng kết các tính chất cơ bản của hỗn hợp bê tông và bê tông sử dụng GGBFS thay thế một phần xi măng từ kết quả của một số nghiên cứu với các loại GGBFS trong nước. Mục đích của các mục này là để người đọc (kỹ sư thiết kế, xây dựng, chủ đầu tư, nhà sản xuất bê tông...) nắm được các đặc tính cơ bản, hiệu quả của việc sử dụng GGBFS cho bê tông so với bê tông sử dụng xi măng thông thường để có phương án sử dụng, thi công cho phù hợp.

Mục 5.1 “Cơ chế ảnh hưởng của GGBFS đến tính chất bê tông” trình bày về các cơ chế tương tác của các hạt GGBFS trong hệ xi măng, bê tông đó là cơ chế phản ứng hóa học (thể hiện hoạt tính của xi măng), hiệu ứng điền đầy, hiệu ứng tăng thể tích vữa, đây là các hiệu ứng hóa học và vật lý làm thay đổi tính chất và tính năng của xi măng, của bê tông khi sử dụng GGBFS. Mục đích của mục này là cho người đọc hiểu về các tương tác hóa học và vật lý của GGBFS trong hệ bê tông xi măng.

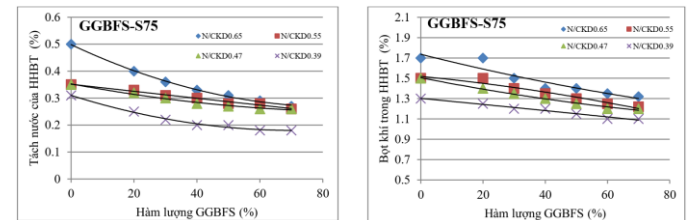
Mục 5.2 “Ảnh hưởng của GGBFS đến các tính chất của hỗn hợp bê tông” trình bày về ảnh hưởng của GGBFS ở các tỷ lệ khác nhau từ 20 đến 70 % (theo khối lượng chất kết dính - CKD) đến các tính chất kỹ thuật cơ bản của hỗn hợp bê tông. Nhìn chung, sử dụng GGBFS có khả năng cải thiện tính công tác, thông qua giảm lượng nước trộn để đạt được cùng độ sụt của hỗn hợp bê tông (HHBT) (Hình 1); cải thiện khả năng duy trì độ sụt; thời gian đông kết tăng, tùy thuộc vào hàm lượng GGBFS, tăng khoảng 1 đến 1,5 h so với bê tông thông thường; độ tách nước, hàm lượng bọt khí có xu hướng giảm nhẹ khi sử dụng GGBFS (Hình 2). Ngoài ra, sử dụng GGBFS thay thế một phần xi măng cũng hiệu quả trong việc giảm nhiệt độ tăng trong khối bê tông do quá trình thủy hóa chất kết dính gây ra. Mức độ giảm nhiệt độ tối đa trong khối bê tông phụ thuộc vào tỷ lệ GGBFS sử dụng, với tỷ lệ GGBFS tăng từ 30 đến 70 % thì nhiệt độ khối bê tông giảm khoảng 7 đến 16 °C so với bê tông sử dụng xi măng PC40 (Hình 3).

Mục 5.3 “Ảnh hưởng của GGBFS đến các tính chất bê tông” trình bày về phát triển cường độ nén, cường độ uốn, cường độ ép chẻ, mô đun đàn hồi của bê tông chứa GGBFS ở các tỷ lệ khác nhau từ 20 – 70 %. Nhìn chung, cường độ tuổi sớm (3, 7 ngày) của bê tông sử dụng GGBFS thấp hơn so với sử dụng xi măng poóc lăng thông thường. Tuy

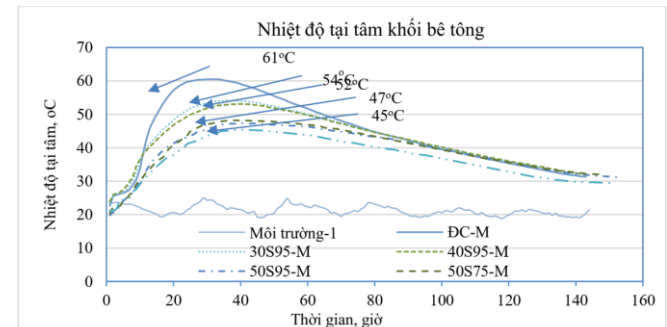
nhiên, mức độ giảm sẽ thấp hơn nếu sử dụng GGBFS có độ mịn cao như loại S95 theo TCVN 11586:2016 (Hình 4). Cường độ uốn, cường độ ép chẻ, mô đun đàn hồi của bê tông sử dụng GGBFS tương tự như bê tông thông thường, chủ yếu phụ thuộc vào cường độ nén (Hình 5, Hình 6). Tuy nhiên, khi sử dụng GGBFS thì cường độ uốn và mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng cao hơn so với sử dụng xi măng poóc lăng thông thường. Điều này được thể hiện rõ khi so sánh với công thức dự đoán cường độ uốn và mô đun đàn hồi của bê tông thông thường theo ACI 363R-92 (Hình 5, Hình 6).



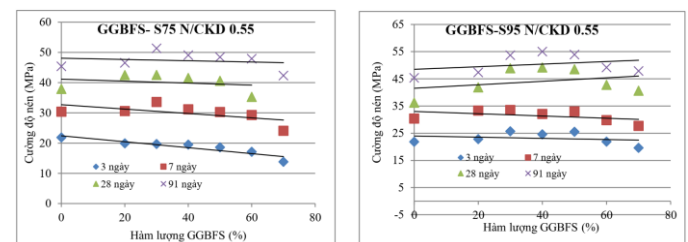
Hình 1. Quan hệ giữa lượng nước trộn và tỷ lệ GGBFS để HHBT đạt cùng độ sụt [11].



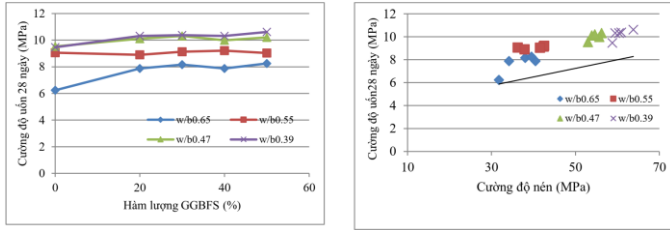
Hình 2. Ảnh hưởng GGBFS đến độ tách nước và hàm lượng bọt khí của HHBT.



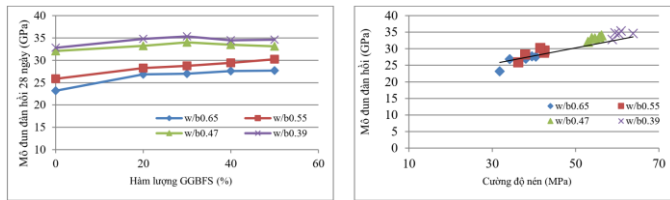
Hình 3. Nhiệt độ của khối bê tông khi sử dụng chất kết dính xi măng-GGBFS.



Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ GGBFS đến phát triển cường độ nén của bê tông ở các tuổi khác nhau[9].

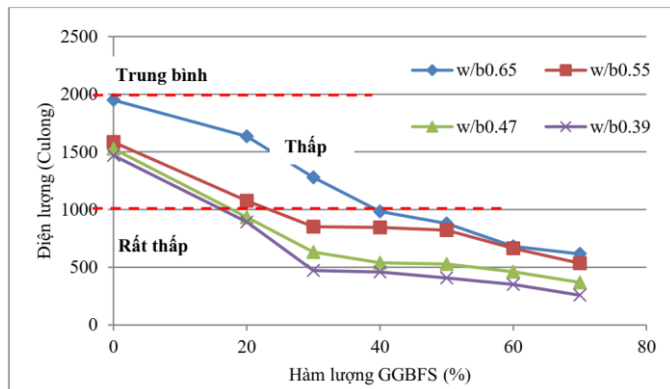


Hình 5. Ảnh hưởng hàm lượng GGBFS đến cường độ uốn của bê tông và so sánh với công thức dự đoán theo ACI 363R-92.

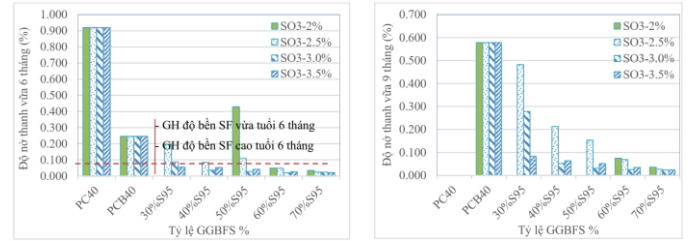


Hình 6. Ảnh hưởng hàm lượng GGBFS đến mô đun đàn hồi và so với công thức dự đoán theo ACI 363R-92.

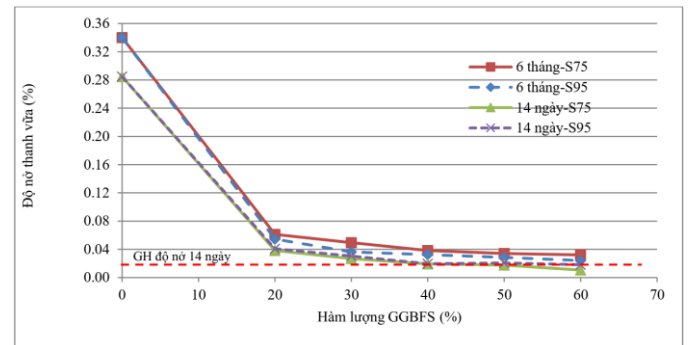
Mục 5.4 “Ảnh hưởng của GGBFS đến độ bền lâu bê tông GGBFS” trình bày một số tính chất về độ bền lâu của bê tông chứa GGBFS ở các tỷ lệ 20 – 70 % bao gồm độ co ngót, từ biến, tính chống thấm, bền sun phát, khả năng bảo vệ cốt thép khỏi ăn mòn và khả năng ngăn chặn phản ứng kiềm-silic cốt liệu. Độ co ngót và từ biến của bê tông sử dụng GGBFS tương đương hoặc thấp hơn một chút so với bê tông thông thường. Tuy nhiên, nếu quá trình bảo dưỡng ẩm ban đầu không đủ sẽ làm tăng độ co ngót của bê tông. Tính chống thấm của bê tông chứa GGBFS thông qua các kết quả thí nghiệm thấm ion clo và thấm nước dưới áp lực cho thấy khả năng cải thiện đáng kể của GGBFS đến khả năng chống thấm của bê tông. Bê tông từ loại thấm ion clo ở mức “thấp” đạt được mức “rất thấp” (theo ASTM C1202[12]) (Hình 7) và tăng khoảng 2 - 4 cấp chống thấm (TCVN 3116) khi sử dụng GGBFS với tỷ lệ 20 – 70 %. Khả năng chống ăn mòn sun phát khi sử dụng GGBFS cũng được chỉ ra, CKD sử dụng tỷ lệ GGBFS 50 % trở lên có thể đạt mức bền sun phát cao. Tuy nhiên, CDKT cũng chỉ ra, mức độ bền sun phát của CKD chứa GGBFS còn phụ thuộc vào hàm lượng SO₃ có trong CKD đó (Hình 8). Tương tự như khả năng cải thiện độ chống thấm khi sử dụng GGBFS, khả năng bảo vệ cốt thép khỏi ăn mòn và hạn chế phản ứng kiềm-silic cốt liệu của bê tông sử dụng GGBFS đều được cải thiện ở mức đáng kể khi so sánh với bê tông sử dụng xi măng poóc lăng thông thường (Hình 9).



Hình 7. Ảnh hưởng tỷ lệ GGBFS đến khả năng chống thấm ion clorua của bê tông theo phương pháp đo diện lượng.



Hình 8. Độ nở thành vữa ngâm trong dung dịch natri sun phát sau 6 và 9 tháng[11].



Hình 9. Ảnh hưởng hàm lượng GGBFS đến khả năng nở do phản ứng kiềm cốt liệu của bê tông theo ASTM C441.

3.7. Thiết kế cấp phối bê tông GGBFS

Phần này bao gồm các mục: Nguyên tắc chung (Mục 6.1); Các bước thiết kế thành phần cấp phối bê tông (Mục 6.2). Mục 6.1 đưa ra các yêu cầu chung, nguyên tắc và lưu ý chung trong thiết kế thành phần cấp phối bê tông sử dụng GGBFS làm phụ gia khoáng (thay thế 20 – 70 % trong CKD). Nội dung trong các mục này được xây dựng căn cứ theo các nội dung tương ứng trong các tài liệu Chi dẫn KT theo QĐ 778 (1998) của Bộ Xây dựng[6], Chi dẫn sử dụng GGBFS của JSCE (1996)[1], ACI 233R-03[2], Sổ tay bê tông sử dụng bột xi hạt lò cao cho công trình công cộng (Đài Loan)[4].

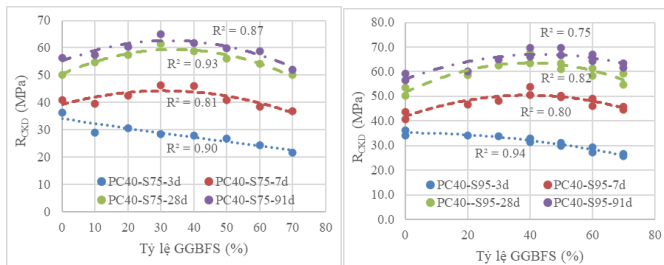
Mục 6.2 đưa ra các bước theo trình tự nhằm thiết kế thành phần cấp phối bê tông sử dụng GGBFS. Về cơ bản mục này dựa theo phương pháp thiết kế thành phần bê tông thông thường theo [6] với các điều chỉnh khi sử dụng GGBFS. Sự điều chỉnh chủ yếu trong thiết kế bê tông sử dụng GGBFS trong Mục 6.2 đó là:

- Xác định tỷ lệ sử dụng GGBFS: đưa ra tỷ lệ sử dụng GGBFS được khuyến nghị trong các tiêu chuẩn, chỉ dẫn kỹ thuật của nước ngoài được rút ra từ các ứng dụng trong thực tế với các loại bê tông trộn sẵn, bê tông đúc sẵn trong mùa nóng, mùa lạnh, dưỡng hộ tự nhiên, dưỡng hộ tăng tốc. Chỉ dẫn chủ yếu trong điểm này với tỷ lệ sử dụng GGBFS với các loại bê tông được tham khảo từ chỉ dẫn của JSCE với các loại bê tông khác nhau (Bảng 3 của CDKT); bê tông nhiệt thủy hóa thấp, bê tông bền sun phát, bê tông bền nước biển bê tông độ chảy cao, bê tông cường độ cao, bê tông hạn chế phản ứng kiềm-cốt liệu. Các kết quả về tỷ lệ GGBFS cho bê tông bền sun phát, nước biển, nhiệt thủy hóa thấp trong trong Bảng 3 của CDKT cũng phù hợp với các kết quả trong các nghiên cứu với một số nguồn GGBFS trong nước.

- Xác định cường độ chất kết dính: để tính toán thành phần cấp phối của bê tông theo Chi dẫn kỹ thuật trong Quyết định 778, cần phải xác định hoặc tính toán được cường độ của chất kết dính (là hỗn hợp của xi măng và GGBFS). Việc xác định cường độ chất kết dính dựa theo kết quả thí nghiệm như mẫu xi măng. Nếu xác định cường độ như xi măng sẽ mất thời gian, nên CDKT đưa ra đồ thị cho việc dự đoán cường độ chất kết dính là hỗn hợp của xi măng poóc lăng và GGBFS theo thời gian 3, 7, 28 và 91 ngày (Hình 10).
- Lượng nước trộn: mức độ điều chỉnh giảm lượng khi sử dụng GGBFS được lấy từ kết quả nghiên cứu của đề tài và tham khảo chi dẫn của JSCE 1996 và Sổ tay sử dụng GGBFS (Đài Loan); ảnh hưởng của loại cốt liệu nhỏ không phải là cát tự nhiên (cát nghiền từ đá vôi, từ đá cát kết) được dựa theo kết quả của đề tài [13];
- Bổ sung về thiết kế tuổi thọ và độ bền lâu của bê tông GGBFS dựa theo các qui định nêu trong TCVN 12041:2017 và TCVN 9035:2011.

3.8. Chế tạo, vận chuyển và bảo dưỡng bê tông GGBFS

Phần này gồm các mục: Quy định chung (Mục 7.1), Yêu cầu về bảo quản và định lượng vật liệu (Mục 7.2), Trộn bê tông GGBFS (Mục 7.3), Vận chuyển, đổ, đầm bê tông GGBFS (Mục 7.4) và Bảo dưỡng (Mục 7.5). Mục 7.1 Yêu cầu chung qui định về thiết bị trộn, nơi trộn, thi công bê tông GGBFS. Bê tông sử dụng GGBFS cần phải được trộn tại trạm trộn tập trung hoặc bằng máy tại công trường để đảm bảo độ đồng nhất. Thi công bê tông GGBFS phải áp dụng các tiêu chuẩn hiện hành. Các Mục 7.2 Yêu cầu về bảo quản và định lượng vật liệu; Mục 7.3 Trộn bê tông GGBFS; Mục 7.4 Vận chuyển, đổ, đầm bê tông GGBFS được xây dựng dựa trên các qui định tương ứng đối với xi măng cho sản xuất bê tông do GGBFS ở dạng bột, được sử dụng thay thế một phần xi măng. Mục 7.5 Bảo dưỡng bê tông GGBFS được biên soạn dựa trên cơ sở bê tông GGBFS phát triển cường độ chậm hơn so với bê tông xi măng poóc lăng nên cần kéo dài thời gian bảo dưỡng ẩm ban đầu. Thời gian bảo dưỡng bê tông GGBFS ở các nhiệt độ môi trường khác nhau lấy dựa theo khuyến nghị của JSCE (1996).



Hình 10. Biểu đồ cho dự đoán cường độ chất kết dính xi măng-GGBFS với các tỷ lệ GGBFS khác nhau.

3.9. Kiểm tra, nghiệm thu bê tông sử dụng GGBFS

Cũng như bê tông thường, bê tông GGBFS phải được kiểm tra chất lượng nguyên vật liệu chế tạo bê tông trước khi sử dụng; kiểm tra tính năng của hỗn hợp bê tông và bê tông đóng rắn để đảm bảo chất lượng của kết cấu bê tông. Do bê tông GGBFS có thêm thành phần GGBFS thay thế một phần xi măng, nên việc kiểm tra tính chất của GGBFS trước khi

sử dụng là cần thiết. Ngoài ra, sử dụng GGBFS không đúng cách có khả năng làm giảm tính dẻo và tăng độ tách nước của hỗn hợp bê tông, nên cần kiểm soát các chỉ tiêu này chặt chẽ. Kiểm tra về tính năng cơ lý của bê tông GGBFS cũng tương tự như bê tông GGBFS, lưu ý sự phát triển cường độ tuổi sớm của bê tông GGBFS, đặc biệt trong điều kiện thời tiết lạnh.

Các qui định về nghiệm thu kết cấu bê tông GGBFS được thực hiện tương tự như qui trình nghiệm thu bê tông thông thường theo các tiêu chuẩn hiện hành và thiết kế.

3.10. Các phụ lục

Phụ lục A trình bày các kết quả thí nghiệm xác định tính chất của GGBFS, chất kết dính sử dụng GGBFS và bê tông sử dụng GGBFS làm phụ gia khoáng. Các loại GGBFS sử dụng từ các nguồn trong nước.

Phụ lục B giới thiệu một số công trình xây dựng trong và ngoài nước sử dụng GGBFS. Các thông tin đưa ra gồm công trình sử dụng, thời gian, mác và thành phần cấp phối bê tông, tỷ lệ và loại GGBFS sử dụng, khối lượng bê tông sử dụng.

4. Kết luận chung

Trên cơ sở các lợi ích của việc sử dụng GGBFS- một sản phẩm tái chế từ nguồn phụ phẩm của công nghiệp gang thép, việc xây dựng Chi dẫn kỹ thuật sử dụng xi hạt lò cao nghiền mịn cho chế tạo bê tông là cần thiết. CDKT là cơ sở để hướng dẫn cho việc sử dụng đúng cách loại vật liệu này trong chế tạo bê tông nhằm đem lại các lợi ích về mặt kỹ thuật, kinh tế và môi trường, giảm thiểu nguy cơ ảnh hưởng xấu đến chất lượng công trình khi sử dụng GGBFS không đúng cách. Căn cứ vào CDKT này, người sử dụng có thể định hướng cho việc sử dụng, đưa ra được phương án sử dụng phù hợp cho các công trình cụ thể. Ngoài ra, CKDT cũng là căn cứ để kiểm tra, giám sát và nghiệm thu kết cấu bê tông sử dụng GGBFS.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Recommendation for construction of concrete containing ground granulated blast-furnace slag as an admixture, Japan Society of Civil Engineers (JSCE), 1996.
- [2]. ACI 233R-03(2011) Slag Cement in Concrete and Mortar, ACI Committee 233, 2011.
- [3]. No.16 STANDARD SPECIFICATIONS FOR CONCRETE STRUCTURES 2007 "Materials and Construction", Japan Society of Civil Engineers (JSCE), 2007.
- [4]. Ủy ban công trình công cộng Đài Loan Trung Quốc, Sổ tay bê tông sử dụng bột xi hạt lò cao cho công trình công cộng (bản tiếng Trung); . 4/2001
- [5]. Sử dụng xi gang thép trong sản xuất xi măng xi lò cao" của (Bản tiếng Nhật), Hiệp Hội xi gang thép Nhật Bản (NSA), 2019.
- [6]. Chi dẫn kỹ thuật – Chọn thành phần bê tông các loại (ban hành theo Quyết định 778/1998/QĐ-BXD của Bộ trưởng Bộ XD), Bộ Xây dựng, 1998.
- [7]. Hướng dẫn sử dụng tro bay trong công trình thủy lợi và đê điều (ban hành theo Quyết định 3986/QĐ-BNN-XD ngày 12/10/2018 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn), Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2018.
- [8]. Lương Đức Long và nnk, "Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu xi măng xi và sản xuất thử nghiệm tại Công ty xi măng Nghi Sơn", Viện Vật liệu xây dựng, 2006.

- [9]. Lê Việt Hùng và nnk, "Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu tính chất của xi hạt lò cao nghiền mịn (GGBFS) và tính năng bê tông sử dụng GGBFS", Viện Vật liệu xây dựng, 2018.
- [10]. Lê Việt Hùng và nnk, "Tính chất của xi măng và bê tông sử dụng xi măng poóc lăng hỗn hợp và xi hạt lò cao nghiền mịn làm phụ gia khoáng," Viện Vật liệu xây dựng, 2019.
- [11]. Lê Việt Hùng và nnk, "Nghiên cứu xây dựng chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng xi hạt lò cao nghiền mịn (GGBFS) cho sản xuất bê tông," Viện Vật liệu xây dựng, 2021.
- [12]. ASTM C1202-19, Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019.
- [13]. Lê Việt Hùng và nnk, "Nghiên cứu chế tạo cấu kiện bê tông sử dụng tro xi và vật liệu tại chỗ (cát biển, cát nhân tạo)," in "Đề tài RD Bộ Xây dựng, RD 79-18," Viện Vật liệu xây dựng, Hà Nội, Việt Nam, 2020.