

PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ XU HƯỚNG ỨNG DỤNG VẬT LIỆU BÊ TÔNG CHẤT LƯỢNG SIÊU CAO TRONG XÂY DỰNG CẦU QUY MÔ NHỎ VÀ TRUNG BÌNH Ở VIỆT NAM

Nguyễn Bình Hà^{a,*}, Phạm Duy Hòa^a, Ngô Quý Tuấn^b, Lê Bá Danh^a,

Nguyễn Ngọc Tuyền^a, Nguyễn Quốc Bảo^a

^aKhoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng,

55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^bKhoa Cơ khí – Công nghệ, Trường Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế,

102 đường Phùng Hưng, thành phố Huế, Việt Nam

Nhận ngày 11/06/2019, Sửa xong 24/07/2019, Chấp nhận đăng 26/07/2019

Tóm tắt

Bài báo này trình bày quá trình phân tích và đánh giá xu hướng ứng dụng vật liệu bê tông chất lượng siêu cao (UHPC) trong xây dựng cầu quy mô nhỏ và trung bình ở Việt Nam. Một cuộc điều tra khảo sát trên phạm vi toàn quốc, bao gồm các tỉnh thuộc khu vực đồng bằng Bắc bộ, Trung bộ và đồng bằng sông Cửu Long đã được thực hiện. Các kết quả khảo sát này sẽ được sử dụng để phân tích, đánh giá xu hướng ứng dụng, qua đó đề xuất giải pháp triển khai việc ứng dụng vật liệu UHPC cho công trình cầu quy mô nhỏ và trung bình ở Việt Nam. Phương pháp nghiên cứu định tính, định lượng đã được sử dụng cho quá trình thiết kế bảng câu hỏi và thu thập dữ liệu. Các dữ liệu thu thập được sẽ được xử lý và phân tích dựa trên phương pháp thống kê mô tả.

Từ khóa: bê tông chất lượng siêu cao; cầu quy mô nhỏ và trung bình; xu hướng ứng dụng bê tông UHPC.

ANALYZING AND EVALUATING TRENDS FOR APPLICATION OF ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE MATERIALS IN CONSTRUCTION OF SMALL AND MEDIUM BRIDGE IN VIETNAM

Abstract

This paper presents the process of assessing the trend of application of UHPC materials in the construction of small and medium bridges in Vietnam. A nationwide survey, including provinces in the Northern, Central and Mekong Delta regions, was performed. The research results presented advantages and disadvantages the applying of UHPC materials, in order to analyse application trends and proposing solutions to implement using of UHPC materials for small and medium bridges in Vietnam. The qualitative and quantitative research methods were used for questionnaire and data collection process. The collected data will be processed and analyzed based on the descriptive statistical methods.

Keywords: ultra-high performance concrete; small and medium bridge; trends for application of UHPC.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13\(3V\)-01](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13(3V)-01) © 2019 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

1. Giới thiệu

Bê tông chất lượng siêu cao (Ultra High Performance Concrete - UHPC) đã được nghiên cứu và ứng dụng trên thế giới từ năm 1970. Các tính chất đặc trưng của UHPC công thức tính toán cũng như

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: ngbinhha@nuce.edu.vn (Hà, N. B.)

hướng dẫn thiết kế và kỹ thuật xây dựng đã được công bố ở một số nước phát triển như Pháp [1], Mỹ [2] và Đức [3].

Ở Mỹ, những nghiên cứu ứng dụng vật liệu UHPC cho công trình cầu đã chỉ ra rằng loại vật liệu này có nhiều ưu điểm, mang lại hiệu quả cao đối với kết cấu công trình cầu, như giảm được chiều cao kiến trúc và trọng lượng kết cấu dầm, do đó đặc biệt phù hợp với các công trình cầu trong thành phố [2, 4]. Ngoài ra, vật liệu UHPC còn được sử dụng trong kết cấu lớp phủ mặt cầu [5] có độ bền chắc cũng như tuổi thọ cao hơn lớp phủ mặt cầu bê tông đổ tại chỗ thông thường.

Ở Châu Âu, Hội nghiên cứu và thí nghiệm vật liệu Pháp, Hội kỹ sư xây dựng Pháp (SETRA/AFREM; Cattenom và Civaux) là cơ quan tiên phong trong việc nghiên cứu về vật liệu UHPC [6]. Ở Đức, việc nghiên cứu về vật liệu UHPC cũng được đặc biệt quan tâm [7]. Cây cầu UHPC đầu tiên được xây dựng thành công ở Đức vào năm 2004 dành cho người đi bộ và xe đạp với chiều dài 135 m, nhịp lớn nhất dài 40 m.

Ở khu vực Châu Á, Nhật Bản là nước đi đầu trong các nghiên cứu ứng dụng vật liệu UHPC. Sakata-Mirai là cầu bộ hành đầu tiên làm bằng vật liệu UHPC có chiều dài 50,2 m và đưa vào sử dụng năm 2002 (Hình 1) [8]. Đến nay, Hiệp hội kỹ sư xây dựng Nhật Bản (JSC) đã công bố các hướng dẫn về thiết và thi công công trình sử dụng vật liệu mới này [9]. Hàn Quốc đã nghiên cứu áp dụng UHPC cho cầu người đi bộ và ô tô ở Seoul năm 2002. Cầu bộ hành Sunyudo ở Seoul là cầu đi bộ có nhịp dài nhất thế giới (120 m) làm bằng bê tông UHPC. Ở Đông Nam Á, Malaysia là một trong những nước đi đầu trong việc nghiên cứu về UHPC trong lĩnh vực cầu đường. Những nghiên cứu của họ đã được bắt đầu năm 2006, và cho đến năm 2014 Malaysia đã có 32 cây cầu được xây dựng bằng vật liệu UHPC [10].



Hình 1. Cầu bộ hành Sakata-Mirai ở Nhật Bản

Ở Việt Nam, nghiên cứu về vật liệu UHPC được thực hiện trong khoảng 10 năm gần đây. Các nghiên cứu này tập trung chủ yếu vào hướng thay đổi thành phần vật liệu để nâng cao chất lượng của bê tông. Thắng và cs. [11, 12] đã sử dụng các vật liệu địa phương để chế tạo bê tông chất lượng siêu cao áp dụng cho các công trình biển. Cầu Đập Đá ở tỉnh Hậu Giang là cầu đầu tiên ở Việt Nam sử dụng dầm UHPC. Cây cầu này có chiều dài dầm 18 m, được đưa vào sử dụng năm 2016. Năm 2019, Trường Đại học Xây dựng đã nghiên cứu, thiết kế, xây dựng và chuyển giao thành công cầu dân sinh An Thượng tại tỉnh Hưng Yên bằng vật liệu UHPC. Cầu có 3 dầm mặt cắt ngang chữ I và tám ván khuôn cho thi công bản mặt cầu làm bằng vật liệu UHPC. Cầu An Thượng có tổng chiều dài (tính đến đuôi mố) là 31 m với tổng bề rộng mặt cắt ngang là 5 m, được thiết kế 1 nhịp 21 m (kết cấu UHPC có chiều dài lớn nhất tại Việt Nam tính đến thời điểm này) với hoạt tải thiết kế 0,5HL93. Việc sử dụng bê tông UHPC cho công trình cầu ở nước ta bước đầu được áp dụng, mở ra cơ hội lớn cho sự phát

triển cơ sở hạ tầng giao thông. Tuy nhiên, phân tích về xu hướng phát triển và ứng dụng vật liệu này trong xây dựng công trình cầu vẫn chưa được quan tâm. Bên cạnh đó, còn thiếu các nghiên cứu đánh giá tính phù hợp khi áp dụng vật liệu này cho kết cấu công trình ở Việt Nam.

Với những lý do nêu trên, vấn đề đánh giá và dự báo nhu cầu ứng dụng vật liệu UHPC trong xây dựng cầu ở Việt Nam cùng với xu hướng phát triển ứng dụng vật liệu UHPC trong xây dựng cầu là một nhu cầu cấp thiết. Đặc biệt, vấn đề này càng trở nên quan trọng khi mà việc nghiên cứu, chế tạo vật liệu UHPC với vật liệu địa phương đã có những thành tựu đáng kể.

Mục tiêu bài báo là phân tích, đánh giá sự phù hợp cho loại và bộ phận kết cấu công trình cầu khi ứng dụng vật liệu UHPC, đồng thời đưa ra các giải pháp thúc đẩy việc ứng dụng vật liệu UHPC cho công trình cầu nhỏ và trung bình ở Việt Nam.

2. Phương pháp đánh giá xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho công trình cầu

Để đánh giá xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC trong việc xây dựng cầu, vấn đề quan trọng đầu tiên là dữ liệu nghiên cứu bao gồm dữ liệu thứ cấp và dữ liệu sơ cấp.

Phương pháp nghiên cứu:

- Thu thập dữ liệu thứ cấp sử dụng phương pháp nghiên cứu định tính.
- Thu thập dữ liệu sơ cấp sử dụng phương pháp nghiên cứu định lượng bằng hình thức điều tra khảo sát có thiết kế bảng hỏi.
- Xử lý và phân tích số liệu dùng phương pháp thống kê mô tả [13–16].

2.1. Thu thập dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu thứ cấp trong nghiên cứu này được thu thập thông qua các tài liệu khoa học trong và ngoài nước đã công bố liên quan đến vấn đề nghiên cứu trong thời gian gần đây; từ các tổ chức quản lý quy hoạch, kế hoạch đầu tư, danh mục quản lý công trình trên địa bàn; các quy hoạch nguồn vật liệu, khoáng sản của địa phương và các nguồn tài liệu khác. Dữ liệu sơ cấp trong nghiên cứu được thu thập bao gồm hai bước chính: (1) nghiên cứu sơ bộ định tính và (2) nghiên cứu chính thức bằng phương pháp định lượng [16].

2.2. Thiết kế nghiên cứu và mẫu nghiên cứu

Quá trình nghiên cứu được tiến hành qua hai bước: (1) nghiên cứu sơ bộ định tính và (2) nghiên cứu chính thức bằng phương pháp định lượng. Số lượng mẫu trong nghiên cứu được xác định như sau:

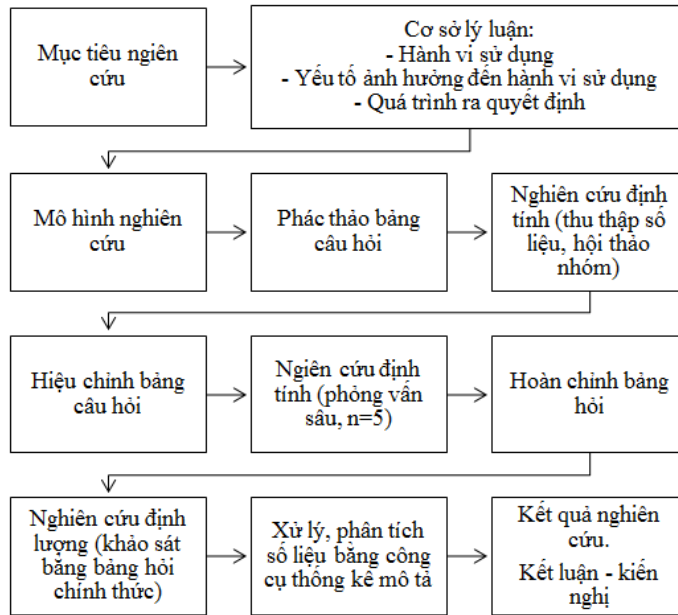
(1) Nghiên cứu sơ bộ: Phỏng vấn sâu 05 người thuộc đối tượng nghiên cứu và các nhà chuyên gia sẽ được mời phỏng vấn.

(2) Nghiên cứu chính thức: mẫu được chọn theo phương pháp thuận tiện. Theo nghiên cứu của Bollen [17] và Hair [18], kích thước mẫu tối thiểu là 5 mẫu cho một ước lượng (tỷ lệ 5:1) hay tỷ lệ số quan sát/biến đo lường là 5:1.

Từ kết quả của nghiên cứu sơ bộ thực tế và số ước lượng của mô hình nghiên cứu, ta sẽ tính được số lượng mẫu cần thiết. Theo mô hình đề xuất, xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC do bởi 05 yếu tố bao gồm: lý do hạn chế khi sử dụng UHPC, những thông tin cần cung cấp trước khi sử dụng, loại cầu kiện phù hợp khi ứng dụng UHPC, hình thức cung cấp vật liệu, quan điểm lựa chọn sử dụng vật liệu UHPC, và ước tính mỗi yếu tố sẽ có khoảng 03 ước lượng, do đó số mẫu tối thiểu của nghiên cứu là $5 \times 3 \times 5 = 75$ mẫu.

2.3. Quy trình nghiên cứu

Trên cơ sở phân tích phương án và kế hoạch nghiên cứu ở phần trên, việc tổ chức nghiên cứu được thực hiện theo quy trình dưới đây (Hình 2).



Hình 2. Quy trình nghiên cứu

2.4. Công cụ và phương pháp phân tích dữ liệu

Phiếu khảo sát được thiết kế online bằng công cụ Google Form với sự hỗ trợ của các địa chỉ Email và Facebook. Sau khi thu thập số liệu, tiến hành kiểm tra và thực hiện các công đoạn: sàng lọc câu trả lời, làm sạch, mã hóa, nhập liệu, kiểm tra dữ liệu và cuối cùng là xử lý dữ liệu. Số liệu được xử lý bằng công cụ Google Form, phần mềm Excel và phần mềm SPSS để phân tích số liệu [19].

2.5. Các thang điểm đo lường

Trong nghiên cứu điều tra khảo sát, việc đo lường có thể được thực hiện bằng cách sử dụng những thang đo giúp cho việc định lượng các vấn đề nghiên cứu. Có bốn loại thang đo lường thường được sử dụng là thang đo định danh (định danh), thang đo thứ tự, thang đo khoảng và thang đo tỷ lệ. Việc sử dụng thang đo lường nào sẽ định hướng cho việc sử dụng các công cụ phân tích sau này của người nghiên cứu, đồng thời nó cũng giúp cho việc trình bày công cụ thu thập dữ liệu (cụ thể là bảng câu hỏi) được rõ ràng hơn. Trong bài báo này, thang đo định danh được sử dụng để thu thập các thông tin chung và các khái niệm. Thang đo chính sử dụng trong đề tài là thang đo Likert 5 nấc điểm.

2.6. Thiết kế bảng câu hỏi

Trong nghiên cứu sử dụng 8 bước cơ bản để thiết kế bảng hỏi [14–16] bao gồm: (1) Xác định các dữ kiện riêng biệt cần tìm, (2) Xác định phương pháp phỏng vấn, (3) Đánh giá nội dung bảng câu hỏi, (4) Quyết định dạng câu hỏi và câu trả lời, (5) Xác định các từ ngữ trong bảng câu hỏi, (6) Xác định cấu trúc bảng câu hỏi, (7) Xác định các đặc tính vật lý của bảng hỏi, (8) Kiểm tra, hoàn thiện bảng câu hỏi.

2.7. Nội dung bảng hỏi

Nội dung bảng câu hỏi thiết kế cho nghiên cứu này gồm 04 phần bao gồm: Phần giới thiệu và câu hỏi mở đầu (Bảng 1), phần câu hỏi hâm nóng (Bảng 2), phần câu hỏi đặc thù (Bảng 3) và phần câu hỏi phụ (Bảng 4).

Bảng 1. Phần giới thiệu và câu hỏi mở đầu

TT	Phần giới thiệu và nội dung câu hỏi
1	Giới thiệu về vật liệu UHPC
2	Một số công trình cầu và thành phần cốt liệu UHPC
3	Anh/Chị vui lòng cho biết tầm quan trọng của việc ứng dụng vật liệu mới trong kết cấu công trình cầu hiện nay?

Bảng 2. Phần câu hỏi hâm nóng

TT	Nội dung câu hỏi
1	Trước khi tham gia phỏng vấn, Anh/ Chị đã từng biết đến loại vật liệu UHPC sử dụng trong kết cấu công trình cầu?
2	Anh/ Chị đã từng biết hoặc sử dụng loại vật liệu mới nào trong kết cấu công trình cầu?

Bảng 3. Phần câu hỏi đặc thù

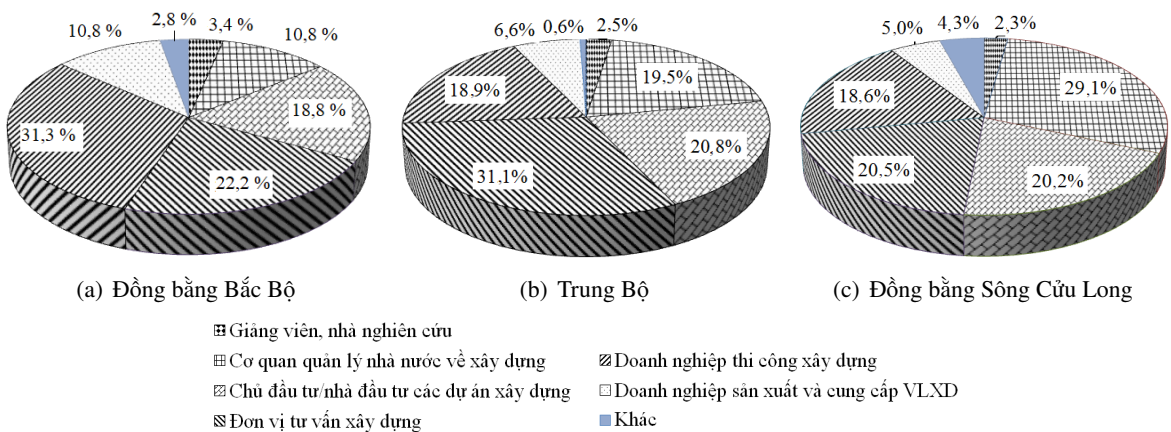
TT	Nội dung câu hỏi
1	Vui lòng cho biết mức độ đồng ý của Anh/Chị về các tính năng ưu việt của UHPC?
2	Anh/ Chị đã từng biết hoặc sử dụng loại vật liệu mới nào trong kết cấu công trình cầu?
3	Thành phần cấp phối chủ yếu UHPC bao gồm: (vật liệu địa phương) xi măng pooc lăng (27-40%), cát nghiền từ đá Quartz/cát thạch anh tự nhiên nghiền mịn đường kính 0,5-0,8 mm (39-41%) và (vật liệu ngoại nhập) silica fume, sợi thép cường độ cao, phụ gia siêu dẻo. Anh/Chị hãy đánh giá nguồn trữ lượng vật liệu tại địa phương mình?
4	Những lý do mà Anh/Chị cho là hạn chế khi sử dụng vật liệu UHPC trong kết cấu công trình cầu?
5	Những thông tin nào mà Anh/Chị cho là quan trọng cần được cung cấp trước khi sử dụng UHPC?
6	Theo quan điểm của Anh/Chị UHPC sử dụng phù hợp cho công trình cầu nào dưới đây?
7	Theo quan điểm của Anh/Chị cấu kiện nào dưới đây trong công trình cầu sẽ phù hợp khi ứng dụng UHPC?
8	Theo Anh/Chị vật liệu UHPC cung cấp dưới dạng nào sau đây là phù hợp?
9	Anh/Chị cho biết quan điểm cá nhân về lựa chọn sử dụng UHPC trong điều kiện có đầy đủ các quy trình thiết kế, thi công, nghiệm thu và chỉ dẫn kỹ thuật về vật liệu?

Bảng 4. Phần câu hỏi phụ

TT	Nội dung câu hỏi
1	Anh/Chị thường tham khảo thông tin về vật liệu, công nghệ mới trong xây dựng qua kênh thông tin nào?
2	Xin vui lòng cho biết Anh/Chị đang hoạt động trong lĩnh vực nào?
3	Xin vui lòng cho biết thâm niên công tác của Anh/Chị?
4	Anh/Chị có nhu cầu được cung cấp các tài liệu thông tin về vật liệu UHPC thông qua các hội thảo chuyên đề hoặc thư điện tử không?

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát đánh giá tại 03 khu vực chính ở Việt Nam là Đồng bằng Bắc Bộ, khu vực Trung Bộ và Đồng bằng Nam Bộ (Đồng bằng Sông Cửu Long). Tổng số phiếu khảo sát là 752 phiếu, trong đó: khu vực Đồng bằng Bắc bộ 176 phiếu, khu vực ven biển Trung bộ 318 phiếu và Đồng bằng Sông Cửu Long là 258 phiếu, cơ cấu thành phần tham gia khảo sát được thể hiện ở biểu đồ Hình 3.



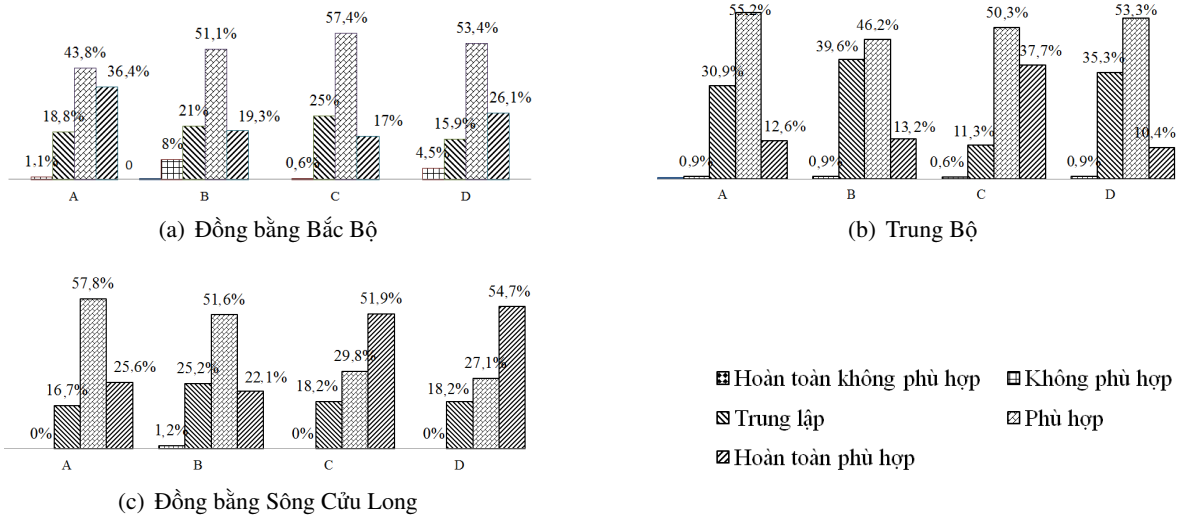
Hình 3. Cơ cấu thành phần khảo sát

Thành phần tham gia khảo sát là những cá nhân, tổ chức có kinh nghiệm trong lĩnh vực chuyên môn xây dựng, am hiểu nhiều về chủng loại vật tư, kết cấu công trình, có thâm niên trong nghề trên 05 năm kinh nghiệm đạt trên 85%.

3.1. Đánh giá xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho dạng kết cấu công trình cầu

Sau khi cung cấp thông tin về các tính năng ưu việt của vật liệu UHPC, nghiên cứu đã tiến hành khảo sát đánh giá quan điểm về sự phù hợp của vật liệu UHPC khi ứng dụng cho công trình cầu bao gồm: (A) Giảm chiều cao kiến trúc nhịp cầu tại các nút giao khác mức và tăng tính thẩm mỹ bề mặt cho cầu trong đô thị; (B) Cầu có yêu cầu hình dáng kiến trúc độc đáo; (C) Cầu ở khu vực chịu ảnh hưởng môi trường xâm thực (ven biển, hóa chất ...); (D) Cầu có đặc điểm kết cấu phức tạp, yêu cầu khả năng chịu lực lớn. Kết quả đánh giá được thể hiện ở biểu đồ Hình 4.

Kết quả nghiên cứu cho thấy: Ở hai khu vực Đồng bằng Bắc Bộ và Đồng bằng Sông Cửu Long, xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho mục đích giảm chiều cao kiến trúc nhịp cầu tại các nút giao

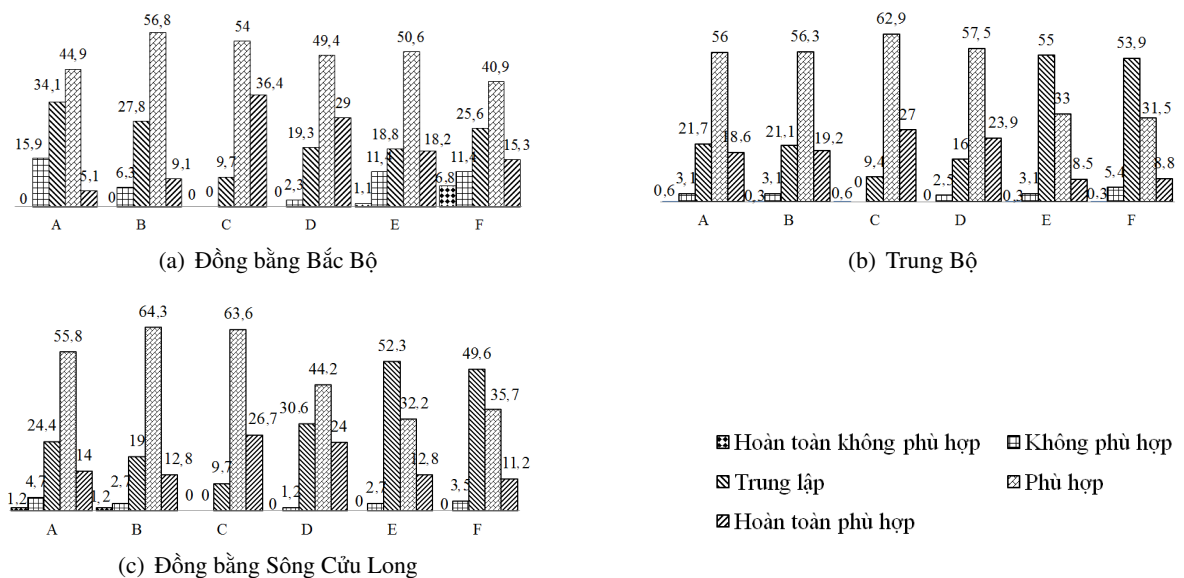


Hình 4. Kết quả xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho dạng kết cấu công trình cầu

khác mức và tăng tính thẩm mỹ bề mặt cho cầu trong đô thị được đánh giá là phù hợp nhất với tỷ lệ tương ứng là 80,2% và 83,4%. Đối với khu vực ven biển Trung Bộ, xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho mục đích xây dựng cầu ở khu vực chịu ảnh hưởng môi trường xâm thực (ven biển, hóa chất ...) được đánh giá là phù hợp nhất với tỷ lệ 88,0%.

3.2. Đánh giá xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho loại cấu kiện công trình

Khi đã nhận thức được nhu cầu ứng dụng vật liệu UHPC cho kết cấu công trình cầu, việc khảo sát ứng dụng vào loại cấu kiện nào là phù hợp nhất cũng là vấn đề cần phải quan tâm đánh giá, từ đó sẽ



Hình 5. Kết quả xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho loại cấu kiện công trình cầu

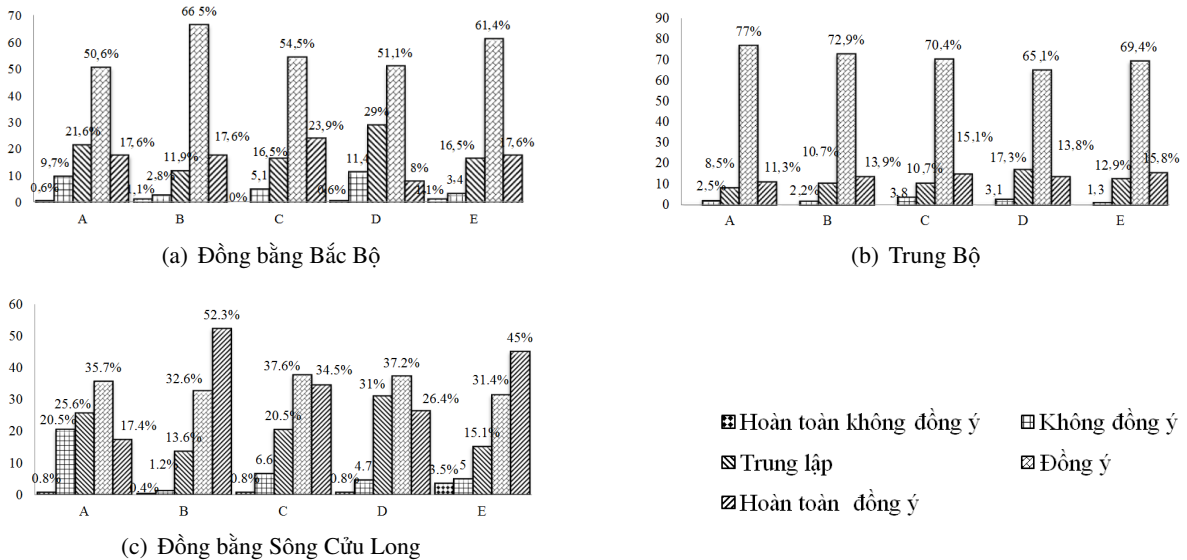
xác định cụ thể xu hướng ứng dụng cho cấu kiện UHPC.

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát sự phù hợp cho các loại cấu kiện: (A) cấu kiện móng; (B) cấu kiện mố, trụ cầu; (C) cấu kiện dầm cầu; (D) cấu kiện bản mặt cầu; (E) mối liên kết trong các cấu kiện đúc sẵn; (F) Sửa chữa, tăng cường kết cấu cầu cũ. Kết quả đánh giá được thể hiện ở biểu đồ Hình 5.

Kết quả nghiên cứu cho thấy: Xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho cấu kiện dầm cầu được đánh giá là phù hợp nhất với tỷ lệ đồng ý tương ứng với các khu vực Đồng bằng Bắc Bộ, khu vực ven biển Trung Bộ và Đồng bằng Sông Cửu Long là 90,4%, 89,9% và 90,3%. Cấu kiện tiếp theo được đánh giá là phù hợp với tỷ lệ đồng ý cao là cấu kiện bản mặt cầu với tỷ lệ đồng ý tương ứng với các khu vực là 78,4% đối với các khu vực Đồng bằng Bắc Bộ, 81,4% ở khu vực ven biển Trung Bộ và 68,2% đối với khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long. Ngoài ra, xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho sửa chữa, tăng cường kết cấu cầu cũ được đánh giá là ít phù hợp nhất ở tất cả các khu vực.

3.3. Đánh giá những mặt hạn chế khi ứng dụng vật liệu UHPC

Để triển khai ứng dụng bất cứ vật liệu mới nào trong lĩnh vực xây dựng cũng cần đánh giá cụ thể về những mặt hạn chế trước khi sử dụng. Trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm đánh giá những khó khăn đối với các loại vật liệu mới đã sử dụng, Nghiên cứu tiến hành khảo sát, đánh giá các mặt hạn chế dựa vào các tiêu chí: (A) Thiếu thông tin về vật liệu UHPC; (B) Chưa có quy trình thiết kế, thi công và nghiệm thu; (C) Chưa được kiểm nghiệm nhiều từ các công trình thực tế đã sử dụng; (D) Nghi ngờ về khả năng cung ứng nguồn vật liệu ở trong nước; (E) Chi phí cao so với BT truyền thống. Kết quả đánh giá được thể hiện ở biểu đồ Hình 6.



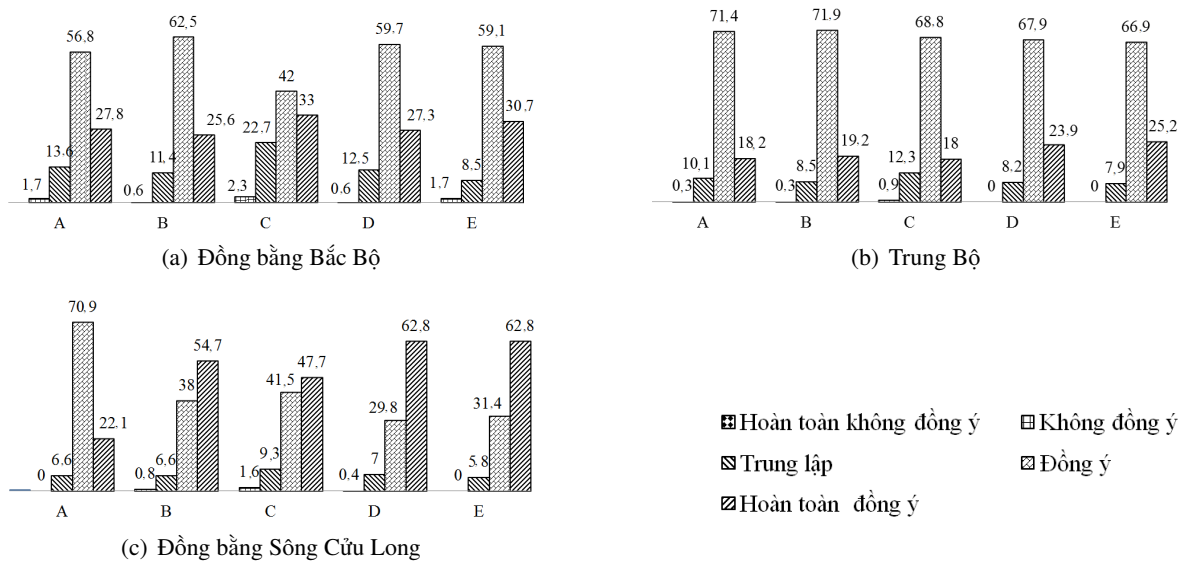
Hình 6. Kết quả đánh giá những hạn chế khi ứng dụng vật liệu UHPC cho kết cấu công trình cầu

Kết quả khảo sát đã chỉ ra rằng, việc chưa có quy trình thiết kế, thi công và nghiệm thu là vấn đề gây nên hạn chế nhất khi sử dụng vật liệu UHPC với tỷ lệ đồng ý chiếm 84,1% đối với khu vực Đồng bằng Bắc Bộ, 86,8% ở khu vực ven biển Trung Bộ và Đồng bằng Sông Cửu Long là 84,9%. Việc hạn chế sử dụng do vật liệu UHPC chưa được kiểm nghiệm nhiều từ các công trình thực tế đã sử dụng cũng có tỷ lệ đồng ý cao tương ứng là 78,4%, 85,5% và 72,1% ở các khu vực khảo sát.

Ngoài ra, việc thiếu thông tin về vật liệu UHPC cũng là vấn đề gây cản trở khi sử dụng loại vật liệu này, đặc biệt là ở khu vực Trung Bộ với tỷ lệ đồng ý 88,3%.

3.4. Dự báo nhu cầu cung cấp thông tin về vật liệu UHPC

Theo kết quả nghiên cứu ở phần trên, nhu cầu cung cấp thông tin vật liệu là rất cần thiết. Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát, đánh giá những nguồn thông tin cần cung cấp bao gồm: (A) Tính chất cơ học về vật liệu; (B) Độ bền và tuổi thọ vật liệu; (C) Báo giá vật liệu và các chi phí khác; (D) Quy trình thiết kế, thi công, nghiệm thu; (E) Chỉ dẫn kỹ thuật về thiết kế, chế tạo, thi công, nghiệm thu và bảo trì kết cấu. Kết quả dự báo được thể hiện ở biểu đồ Hình 7.



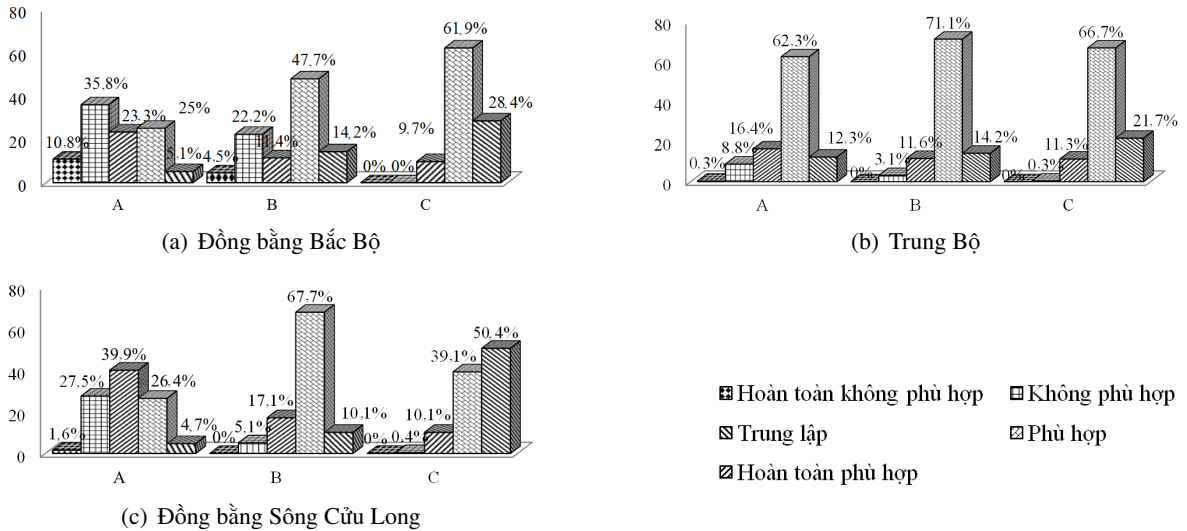
Hình 7. Kết quả dự báo nhu cầu cung cấp thông tin vật liệu UHPC

Kết quả nghiên cứu cho thấy, thông tin về Chỉ dẫn kỹ thuật về thiết kế, chế tạo, thi công, nghiệm thu và bảo trì kết cấu được đánh giá là quan trọng nhất chiếm tỷ lệ đồng ý tương ứng là 89,8% đối với khu vực Đồng bằng Bắc Bộ, 92,1% ở khu vực Trung Bộ và 94,2% đối với khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long. Ngoài ra, thông tin về quy trình thiết kế, thi công, nghiệm thu cũng là nhóm thông tin quan trọng với tỷ lệ đồng ý tương ứng là 87,0%, 91,8% và 92,6% ở các khu vực khảo sát.

3.5. Dự báo nhu cầu về dạng sản phẩm cần cung cấp khi ứng dụng vật liệu UHPC

UHPC là loại bê tông đặc biệt, công nghệ sản xuất có tính quyết định đến chất lượng sản phẩm. Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát, đánh giá nhu cầu về dạng sản phẩm cần cung cấp khi ứng dụng vật liệu UHPC bao gồm: (A) Cung cấp vật liệu trộn và đổ tại chỗ tại công trường; (B) Cung cấp dưới dạng bê tông thương phẩm; (C) Cung cấp cấu kiện đúc sẵn UHPC. Kết quả dự báo được thể hiện ở biểu đồ Hình 8.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, đa số đều đồng tình với việc cung cấp dưới dạng cấu kiện đúc sẵn chiếm tỷ lệ tương ứng là 90,3% đối với khu vực Đồng bằng Bắc Bộ, 88,4% ở khu vực Trung Bộ và 89,5% đối với khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long. Ngoài ra, nhu cầu cung cấp dưới dạng bê tông thương phẩm thu cũng có tỷ lệ đồng ý cao với tỷ lệ đồng ý tương ứng là 61,9%, 85,3% và 77,8% ở các khu vực khảo sát. Nhu cầu cung cấp vật liệu trộn và đổ tại chỗ tại công trường có tỷ lệ đồng ý thấp nhất.



Hình 8. Kết quả dự báo nhu cầu về dạng sản phẩm cung cấp

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày kết quả phân tích và đánh giá xu hướng ứng dụng vật liệu bê tông chất lượng siêu cao trong xây dựng cầu quy mô nhỏ và trung bình ở Việt Nam, trong đó:

- Xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho mục đích giảm chiều cao kiến trúc nhịp cầu tại các nút giao khác mức và tăng tính thẩm mỹ bề mặt cho cầu trong đô thị được đánh giá là phù hợp nhất. Ngoài ra, ứng dụng vật liệu UHPC cho mục đích xây dựng cầu ở khu vực chịu ảnh hưởng môi trường xâm thực (ven biển, hóa chất...) cũng là giải pháp rất phù hợp đối với khu vực ven biển.

- Đối với các loại cầu kiện công trình cầu, xu hướng ứng dụng vật liệu UHPC cho cầu kiện dầm cầu và cầu kiện bản mặt cầu được đánh giá là phù hợp nhất.

- Về nhu cầu sản phẩm, kết quả nghiên cứu cho thấy, hình thức cung cấp dưới dạng cầu kiện đúc sẵn được đánh giá là phù hợp nhất.

Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, để giải quyết những mặt hạn chế khi ứng dụng vật liệu UHPC cho kết cấu công trình cầu ở Việt Nam thì giải pháp cần thiết là: xây dựng bộ Chỉ dẫn kỹ thuật về thiết kế, thi công, nghiệm thu và bảo trì kết cấu; tăng cường nghiên cứu và xây dựng thí điểm các dạng kết cấu cầu bằng vật liệu UHPC để chứng minh tính hiệu quả của loại vật liệu này.

Lời cảm ơn

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Bộ Giáo dục và Đào tạo cho đề tài “Nghiên cứu xu hướng phát triển và nhu cầu ứng dụng vật liệu bê tông chất lượng siêu cao trong xây dựng cầu ở Việt Nam”, mã số CTB 2017-01-01.

Tài liệu tham khảo

- [1] Afnor, N. F., Droll, K. (2016). *P18-710: National addition to Eurocode 2–Design of concrete structures: Specific rules for ultra-high performance fiber-reinforced concrete (UHPFRC)*. Association Française de Normalisation.

- [2] Graybeal, B. (2006). *Material property characterization of ultra-high performance concrete*. FHWA-HRT-06-103.
- [3] Schmidt, M., Fehling, E., Glotzbach, C., Fröhlich, S., Piotrowski, S. (2012). Sustainable building with ultra-high-performance concrete (UHPC)–Coordinated research program in Germany. In *Proceedings of Hipermat 2012 3rd, International Symposium on UHPC and Nanotechnology for High Performance, Construction Materials, University Press, Kassel, Germany*, 17–25.
- [4] Benjamin, A. G., Graybeal, B. A. (2006). [Structural behavior of ultra-high performance concrete pre-stressed I-girders](#). Technical report, Report No. FHWA-HRT-06-115, Federal Highway Administration, Mclean, VA.
- [5] Newton, C., Weldon, B. (2018). [Bridge deck overlays using ultra-high performance concrete](#).
- [6] AFGC-SETRA (2011). *Béton fibrés à ultra-hautes performances, recommandation*. François Toutlemonde, Jacques Resplendino.
- [7] Droll, K. (2004). [Influence of additions on ultra high performance concretes–grain size optimisation](#). In *Proceedings of the International Symposium on Ultra-High Performance Concrete, Kassel, Germany*, volume 15, 285–301.
- [8] Tanaka, Y., Musya, H., Ootake, A., Shimoyama, Y., Kaneko, O. (2002). Design and construction of Sakata-Mirai footbridge using reactive powder concrete. In *Proceedings of the 1st fib Congress, Osaka, Japan*, 417–424.
- [9] Kurogo, K., Kanda, T., Yokota, H., Sakata, N. (2009). [Applications and recommendations of high performance fiber reinforced cement composites with multiple fine cracking \(HPFRCC\) in Japan](#). *Materials and Structures*, 42(9):1197.
- [10] Voo, Y. L., Foster, S. J., Hassan, M. F. (2014). The current state of art of ultra-high performance concrete bridge construction in Malaysia. In *Proceedings of the 12th International Conference on Concrete Engineering and Technology*, volume 2014, 95–102.
- [11] Thắng, N. C., Tuấn, N. V., Hanh, P. H., Lâm, N. T. (2012). Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng vật liệu sẵn có ở Việt Nam. *Tạp chí Xây Dựng*, 71–74.
- [12] Thắng, N. C. (2013). [Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng silica fume và xỉ lò cao hạt hóa nghiền mịn ở Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Xây dựng*, 7(1):83–92.
- [13] Đàm, V. C. (1999). *Phương pháp luận nghiên cứu khoa học*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [14] Thọ, N. Đ. (2011). *Phương pháp nghiên cứu khoa học trong kinh doanh: Thiết kế và thực hiện*.
- [15] Thọ, N. T. M., Trang, N. Đ. (2007). *Nghiên cứu thị trường*.
- [16] Giới, N. X., Lân, L. T. (2006). *Nghiên cứu Marketing – Lý thuyết và thực hành*. NXB Thống kê.
- [17] Bollen, K. A. (2014). *Structural equations with latent variables*, volume 210. John Wiley & Sons.
- [18] Hair, J. F. (2006). *Multivariate data analysis*. Pearson Education India.
- [19] Trọng, H. (2002). *Xử lý dữ liệu nghiên cứu với SPSS for Windows*. NXB Thống kê.